



ITS
Institut
Teknologi
Sepuluh Nopember

TUGAS AKHIR TERAPAN - VC 181819

PERHITUNGAN ANGGARAN BIAYA DAN WAKTU PELAKSANAAN PADA PROYEK PEMBANGUNAN APARTEMEN CASPIAN, SUPERBLOK *GRAND SINGKONO LAGOON* - KOTA SURABAYA

MUHAMMAD ARIFIAN AMIRUDIN
NRP 10 11 15 1 0000 006

Dosen Pembimbing
Ir. SUKOBAR, MT.
NIP 19571201 198601 1 002

PROGRAM SARJANA TERAPAN
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA 2019



ITS
Institut
Teknologi
Sepuluh Nopember

FINAL PROJECT PROPOSAL - VC 181819

CALCULATION OF CONSTRUCTION COST AND TIME ON CASPIAN APARTMENT PROJECT, GRAND SINGKONO LAGOON SUPERBLOCK - SURABAYA

MUHAMMAD ARIFIAN AMIRUDIN
NRP 10 11 15 1 0000 006

Supervisor
Ir. SUKOBAR, MT.
NIP 19571201 198601 1 002

BACHELOR OF APPLIED SCIENCE PROGRAM
CIVIL INFRASTRUCTURE ENGINEERING DEPARTMENT
FACULTY OF VOCATIONAL STUDIES
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA 2019

LEMBAR PENGESAHAN
PERHITUNGAN ANGGARAN BIAYA DAN WAKTU
PELAKSANAAN PADA PROYEK PEMBANGUNAN
APARTEMEN CASPIAN, SUPERBLOK GRAND
SUNGKONO LAGOON – KOTA SURABAYA
TUGAS AKHIR TERAPAN

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Terapan Teknik
Pada

Program Sarjana Terapan Departemen Teknik Infrastruktur Sipil
Fakultas Vokasi Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya

Surabaya, Juni 2019

Disusun Oleh:



MUHAMMAD ARIFIAN AMIRUDIN

NRP. 10 11 15 1 0000 006

Disetujui Oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir Terapan:



15 JUL 2019



BERITA ACARA
TUGAS AKHIR TERAPAN
PROGRAM SARJANA TERAPAN TEKNIK SIPIL
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI ITS

No. Agenda :
44852/IT2.VI.8.1/PP.05.02/2019

Tanggal : 05/07/2019

| | | | |
|---------------------------|---|--------------|---------------|
| Judul Tugas Akhir Terapan | Perhitungan Anggaran Biaya Dan Waktu Pelaksanaan Pada Proyek Pembangunan Apartment Caspian, Superblok Grand Sungkono Lagoon - Kota Surabaya | | |
| Nama Mahasiswa | Muh. Arifian Amirudin | NRP | 1011151000006 |
| Dosen Pembimbing 1 | Ir. Sukobar, MT. NIP. 19571201 198601 1 002 | Tanda tangan | |
| Dosen Pembimbing 2 | | Tanda tangan | |

| URAIAN REVISI | | Dosen Penguji |
|--|--|---|
| ① Durasi pada R.P. hrs. & 'ib' | | |
| ② faktor tempo pengerjaan pekerjaan? ③ waktu total pekerjaan sesuai dengan usulan tabel TMS Prose. | | |
| ① Persediaan yg telah dibahas & masalah & bagian masalah (mud: Angkur del) ② Manajemen Site / Sub tata letak alat dan dal ③ tatakulis tabel terpuke y/ hal beslut uya hrs. & tdk ketuarganya. | | |
| | | Dimas Pustaka Dibiantara, ST. MSc NPP. 1986201911091 |
| | | |
| | | Aan Fauzi, ST. MT. NPP 1986101911090 |
| | | NIP - |

| PERSETUJUAN HASIL REVISI | | | |
|---|---|-----------------|-----------------|
| Dosen Penguji 1. | Dosen Penguji 2 | Dosen Penguji 3 | Dosen Penguji 4 |
| | | | |
| Dimas Pustaka Dibiantara, ST. MSc NPP. 1986201911091 | Aan Fauzi, ST. MT. NPP 1986101911090 | | NIP - |

| | | |
|---|--|--------------------|
| Persetujuan Dosen Pembimbing Untuk Penjiilidan Buku Laporan Tugas Akhir Terapan | Dosen Pembimbing 1 | Dosen Pembimbing 2 |
| | | |
| | Ir. Sukobar, MT. NIP. 19571201 198601 1 002 | |



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
FAKULTAS VOKASI

DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
 Kampus ITS, Jl. Menur 127 Surabaya 60116
 Telp. 031-5947637 Fax. 031-5938025
<http://www.diplomasipil-its.ac.id>

ASISTENSI TUGAS AKHIR TERAPAN

Nama : 1 M. ARIFIAN. AMIRUDIN 2
NRP : 1 101151000006 2
Judul Tugas Akhir : PERHITUNGAN ANGGARAN BIAYA DAN WAKTU PELAKSANAAN PADA PROYEK PEMBANGUNAN CASPIAN APARTMENT, SUPERBLOK GRAND SUNGEON LAGOON - KOTA SURABAYA
Dosen Pembimbing : Ir. SUKOBAR, MT.

| No | Tanggal | Tugas / Materi yang dibahas | Tanda tangan | Keterangan | | |
|----|------------|--|--------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1. | 18-02-2019 | 1. Atur manajemen site (pemagaran, posisi fabrikasi, pintu masuk proyek, posisi TC) | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| | | 2. Tentukan item / jenis pekerjaan yang akan dilakukan | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| | | 3. Tentukan metode pelaksanaan dan menyusun network planning | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 2. | 24-02-2019 | 1. Manajemen site diperjelas (diperbesar dan sesuai kondisi lapangan), membuat alur pondasi bore | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| | | 2. Gambar rencana yang belum dibangun tidak perlu disertakan | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| | | 3. Network planning disusun sesuai metpel dan disertakan rama item pekerjaannya. | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 3. | 01-03-2019 | 1. Network planning dibuat lebih efisien dengan 2 group untuk 2 zona. | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| | | 2. Pekerjaan dilakukan per item pekerjaan. | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| | | 3. Tiap zona dikerjakan dengan alat dan group masing-masing. | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

Ket. :
 B = Lebih cepat dari jadwal
 C = Sesuai dengan jadwal
 K = Terlambat dari jadwal



**KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER**

FAKULTAS VOKASI

DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL

Kampus ITS, Jl. Menur 127 Surabaya 60116

Telp. 031-5947637 Fax. 031-5938025

<http://www.diplomasipil-its.ac.id>

ASISTENSI TUGAS AKHIR TERAPAN

Nama : 1 M. ARIFIAN . AMELUDIN 2
NRP : 1 1011151000006 2
Judul Tugas Akhir : PERHITUNGAN ANGGARAN BIAYA DAN WAKTU PELAKSANAAN PADA PROYEK PEMBANGUNAN CASPIAN APARTMENT, SUPERBLOCK GRAND JUNGKONO LAGOON -KOTA SURABAYA
Dosen Pembimbing : Ir. SUKOBAR, MT

| No | Tanggal | Tugas / Materi yang dibahas | Tanda tangan | Keterangan | | |
|----|------------|---|--------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 4. | 15-03-2019 | 1. Pekerjaan retaining wall jika memancarkan tlang harus pertimbangan lingkungan sekitar | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| | | 2. Retaining wall lebih baik pakai bored pile | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 5. | 21-03-2019 | 1. Volume pengurangan pada tiap item pekerjaan dikurangi volume pembesian | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| | | 2. Mencari referensi efisiensi koefisien | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| | | 3. Pembesian harus disesuaikan dengan gambar bestat | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 6. | 25-04-2019 | 1. Perhitungan besi outputnya total panjang besi dengan waste ± 5% | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| | | 2. Penyangkaran besi bored pile disesuaikan dengan gambar detail. | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| | | 3. Koefisien pengerja mengkuratun HSPK | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 7. | 08-05-2019 | 1. Pemataan kembali bekisting harus mempertimbangkan durasi, kerapatan (30%-50%), bisa 3x pakai | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| | | 2. Waste 5% masuk dalam kg | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| | | 3. Maksimal 7 jam dalam 1 hari. (6 hari kerja) | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

Ket. :
 B = Lebih cepat dari jadwal
 C = Sesuai dengan jadwal
 K = Terlambat dari jadwal



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

FAKULTAS VOKASI

DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL

Kampus ITS, Jl. Menur 127 Surabaya 60116

Telp. 031-5947637 Fax. 031-5938025

<http://www.diplomasipil-its.ac.id>

ASISTENSI TUGAS AKHIR TERAPAN

Nama : I M. AEFIAN, AMIEUDIN 2
 NRP : I 1011510000006 2
 Judul Tugas Akhir : PERHITUNGAN ANGGARAN BIAYA DAN WAKTU PELAKSANAAN PADA PROYEK PEMBANGUNAN CASPIAN APARTMENT, SUPERBLOC GRAND SUNGAILU LASOON - KOTA SURABAYA
 Dosen Pembimbing : Ir. SUPRIATNA, MT

| No | Tanggal | Tugas / Materi yang dibahas | Tanda tangan | Keterangan | | |
|-----|------------|--|--------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 8. | 15-05-2019 | - Harga sewa excavator termasuk biaya operator dan tergantung survey | | | | |
| | | - Urugan lahan dilakukakan setelah galian basement | | B | C | K |
| | | - Jarak buang galian dan kembali dikembalikan | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| | | - Setelah dihitung semua durasinya baru dikontrol dimasukkan NP | | B | C | K |
| | | - Jumlah pekerja dalam 1 group pada tiap item pekerjaan boleh berbeda sesuai kebutuhan | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 10. | 11-06-2019 | - Durasi pada Ms Project dibulatkan | | B | C | K |
| | | | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| | | | | B | C | K |
| | | | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

Ket. :
 B = Lebih cepat dari jadwal
 C = Sesuai dengan jadwal
 K = Terlambat dari jadwal

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

PERHITUNGAN ANGGARAN BIAYA DAN WAKTU
PELAKSANAAN PADA PROYEK PEMBANGUNAN
APARTEMEN CASPIAN, SUPERBLOK GRAND
SUNGKONO LAGOON – KOTA SURABAYA

Nama Mahasiswa : Muhammad Arifian Amirudin
NRP : 10111510000006
Jurusan : Program Sarjana Terapan Departemen
Teknik Infrastruktur Sipil Fakultas
Vokasi – ITS
Dosen Pembimbing : Ir. Sukobar, MT.
NIP : 19571201 198601 1 002

ABSTRAK

Proyek Pembangunan Apartemen Caspian terletak di Jl. KH Abdul Wahab Siamin Blok RA Surabaya, merupakan salah satu pengembangan proyek properti terpadu Grand Sungkono Lagoon milik PT.PP Properti selaku owner yang terdiri dari 5 tower apartemen yaitu Tower Venetian, Tower Caspian, Tower 3, Tower 4, dan Tower 5 di lahan seluas 3,5 hektare. Proyek pembangunan gedung ini dikerjakan oleh kontraktor PT. PP Persero.Tbk. yang terdiri dari 48 lantai, dimana terdapat 1 lantai low ground dan 3 lantai basement. Pembagian lantai dalam Caspian Apartment yaitu lantai 1-5 digunakan sebagai podium yang terhubung dengan mall sedangkan lantai di atasnya digunakan sebagai hunian.

Perhitungan biaya dan waktu pelaksanaan pada proyek ini dilakukan dengan perhitungan volume, produktivitas alat, durasi, dan penyusunan jadwal pada masing-masing item pekerjaan. Serta dilakukan pemilihan metode pelaksanaan yang efektif pada tiap

item pekerjaan. Untuk biaya pelaksanaan menggunakan brosur dan standard harga di Kota Surabaya tahun 2016.

Pada pembangunan proyek ini untuk perhitungan biaya dan waktu pelaksanaan khusus hanya untuk struktur utama bangunan dari lantai basement 3 sampai lantai 7. Dalam menentukan penjadwalan proyek dibantu menggunakan software Microsoft Project dengan hasil akhir didapatkan Rencana Anggaran Pelaksanaan berupa grafik Kurva-S.

Kata kunci : waktu pelaksanaan, biaya pelaksanaan, kurva S

CALCULATION OF CONSTRUCTION COST AND TIME ON
CASPIAN APARTMENT PROJECT, GRAND SUNGKONO
LAGOON SUPERBLOCK - SURABAYA

Name : Muhammad Arifian Amirudin
NRP : 10111510000006
Department : Bachelor of Applied Science,
Civil Infrastructure Engineering
Department - ITS
Advisor : Ir. Sukobar, MT.
NIP : 19571201 198601 1 002

ABSTRACT

Caspian Apartment Tower project which is located on KH Abdul Wahab Siamin Blok RA Surabaya, is a part of Grand Sungkono Lagoon major development project owned by PT.PP Properti. Grand Sungkono lagoon's 3,5 hectares project consist of 5 apartment tower is Venetian Tower, Caspian Tower, Tower 3, Tower 4, and Tower 5. Caspian Apartment Tower has 48-story including a low ground floor and 3 basement floors. 1st to 5th floor will be used as podium which connected to the mall, while the upper level floor will be used as apartment block.

The calculation of cost and duration on this project involves calculation of material quantites, equipment productivity, duration and planned schedule on each work section. Choosing the most effective and efficient construction method and strategies is also important. Construction cost calculation is based upon brochures and HSPK Surabaya 2016.

The construction cost and duration is calculated for 3rd basement floor to 7th floor only. In order to obtain efficient project

schedule, Microsoft Project software will be used which will generate S-Curve as the final output.

Keywords : time implementation, costs implementation, S-Curve

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas limpahan Rahmat dan Karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan proposal tugas akhir yang berjudul “Perhitungan Anggaran Biaya dan Waktu Pelaksanaan Pada Proyek Pembangunan Apartemen Caspian, Superblok *Grand Sungkono Lagoon* – Kota Surabaya” dengan tepat waktu.

Dalam penyusunan proposal tugas akhir ini, penulis banyak mendapatkan bimbingan, bantuan maupun dukungan dari berbagai pihak, maka dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak - pihak tersebut, diantaranya :

1. Kedua orang tua dan keluarga yang selama ini telah membantu saya dalam bentuk moril maupun materiil serta selalu mendoakan sehingga dapat menyelesaikan proposal tugas akhir ini dengan baik dan benar.
2. Bapak Dr. Machus, ST., MT. selaku Ketua Program Sarjana Terapan Departemen Teknik Infrastruktur Sipil Fakultas Vokasi Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.
3. Bapak Ir. Sukobar, ST. MT. selaku Dosen Pembimbing dalam penyusunan proposal tugas akhir yang berjudul “Perhitungan Anggaran Biaya dan Waktu Pelaksanaan Pada Proyek Pembangunan Apartemen Caspian, Superblok *Grand Sungkono Lagoon* – Kota Surabaya”.
4. Bapak dan Ibu Dosen Program Diploma yang selama ini membimbing dan membantu dalam proses perkuliahan.
5. Bapak dan Ibu Karyawan ITS yang selama ini membantu dan membimbing dalam urusan administrasi selama perkuliahan.
6. Semua teman-teman angkatan 2015 dan seluruh pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang selama ini telah mendukung dan berpartisipasi dalam

membantu menyelesaikan penyusunan proposal tugas akhir ini.

Penulis menyadari dalam penyusunan proposal tugas akhir ini masih terdapat kekurangan didalamnya, oleh karena itu kritik dan saran yang sifatnya membangun sangat penulis harapkan. Besar harapan penulis semoga proposal tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi para pembaca pada umumnya dan penulis pada khususnya.

Surabaya, Juni 2019

Penyusun

DAFTAR ISI

| | |
|--|-----|
| LEMBAR PENGESAHAN..... | iii |
| <i>ABSTRAK</i> | v |
| <i>ABSTRACT</i> | vii |
| KATA PENGANTAR..... | ix |
| DAFTAR ISI..... | xi |
| BAB I PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1 Latar Belakang | 1 |
| 1.2 Rumusan Masalah | 2 |
| 1.3 Batasan Masalah..... | 2 |
| 1.4 Tujuan..... | 3 |
| 1.5 Manfaat..... | 3 |
| 1.6 Lokasi Proyek..... | 4 |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA..... | 7 |
| 2.1 Umum..... | 7 |
| 2.2 Item Pekerjaan..... | 8 |
| 2.2.1 Pekerjaan Galian..... | 8 |
| 2.2.2 Pekerjaan Urugan | 15 |
| 2.2.3 Pondasi Bore Pile | 20 |
| 2.2.4 Retaining Wall..... | 25 |
| 2.2.5 Raft Foundation dan Pile Cap..... | 27 |
| 2.2.6 Tie Beam | 29 |
| 2.2.7 Kolom..... | 31 |

| | |
|---|----|
| 2.2.8 Balok dan Pelat Lantai..... | 32 |
| 2.2.9 Tangga..... | 34 |
| 2.2.10 Shear Wall..... | 36 |
| 2.3 Perhitungan Volume..... | 38 |
| 2.3.1 Pekerjaan Bekisting..... | 38 |
| 2.3.2 Pekerjaan Pembesian..... | 43 |
| 2.3.3 Pekerjaan Pengecoran..... | 51 |
| 2.4 Perhitungan Durasi..... | 53 |
| 2.4.1 Pekerjaan Bekisting..... | 53 |
| 2.4.2 Pekerjaan Pembesian..... | 56 |
| 2.4.3 Pekerjaan Pengecoran..... | 59 |
| 2.4.4 Pengangkutan Material..... | 62 |
| 2.5 Penggunaan Alat Berat..... | 63 |
| 2.5.1 Tower Crane..... | 63 |
| 2.5.2 Excavator..... | 64 |
| 2.5.3 Dump Truck..... | 65 |
| 2.5.4 Concrete Pump..... | 66 |
| 2.5.5 Concrete Bucket..... | 67 |
| 2.5.6 Truck Mixer..... | 69 |
| 2.5.7 Vibrator..... | 70 |
| 2.5.8 Bar Bender..... | 71 |
| 2.5.9 Bar Cutter..... | 72 |
| 2.6 Perhitungan Anggaran Biaya Pelaksanaan..... | 73 |
| 2.6.1 Upah Pekerja..... | 73 |

| | | |
|----------------|---|-----------|
| 2.6.2 | Alat-Alat Produksi..... | 74 |
| 2.6.3 | Bahan Material | 75 |
| 2.7 | Waktu Penjadwalan | 75 |
| 2.7.1 | Precendence Diagramming Method (PDM) | 76 |
| 2.7.2 | Bar Chart | 80 |
| 2.7.3 | Kurva S..... | 81 |
| 2.7.4 | Analisa Harga Satuan | 82 |
| 2.8 | Mutu Pekerjaan Beton (<i>Quality Control</i>)..... | 83 |
| 2.8.1 | Bahan Material | 83 |
| 2.8.2 | Beton Ready Mix..... | 85 |
| 2.8.3 | Pengecekan Bekisting..... | 88 |
| 2.8.4 | Pengecekan Tulangan..... | 89 |
| 2.8.5 | Pelaksanaan Pengecoran dan Pematatan | 90 |
| 2.8.6 | Perawatan Beton..... | 91 |
| 2.8.7 | Pembongkaran Bekisting..... | 91 |
| 2.9 | Keamanan, Kesehatan, dan Keselamatan Kerja (K3) | 92 |
| BAB III | METODOLOGI | 95 |
| 3.1 | Umum..... | 95 |
| 3.2 | Uraian Metodologi | 95 |
| 3.2.1 | Identifikasi Masalah | 95 |
| 3.2.2 | Pengumpulan Data | 95 |
| 3.2.3 | Pengolahan Data..... | 96 |
| 3.2.4 | Analisa Masalah | 96 |
| 3.2.5 | Hasil Analisa | 98 |

| | |
|--|------------|
| 3.2.6 Kesimpulan..... | 99 |
| 3.3 Bagan Alir (<i>Flow Chart</i>) | 100 |
| BAB IV DATA PROYEK..... | 103 |
| 4.1 Data Umum Proyek | 103 |
| 4.2 Data Fisik Bangunan | 104 |
| 4.2.1 Pembagian Zona | 104 |
| 4.2.2 Data Kolom | 104 |
| 4.2.3 Data Balok | 110 |
| 4.2.4 Data Pelat..... | 111 |
| 4.2.5 Data Shear Wall..... | 112 |
| 4.2.6 Data Tangga..... | 113 |
| 4.2.7 Data Tie Beam..... | 113 |
| 4.2.8 Data Bore Pile..... | 114 |
| 4.2.9 Data Retaining Wall | 114 |
| 4.2.10 Data Pile Cap..... | 115 |
| 4.2.11 Data Raft Foundation..... | 115 |
| BAB V METODE PELAKSANAAN | 117 |
| 5.1 Metode Pelaksanaan Pekerjaan | 117 |
| 5.1.1 Bore Pile | 117 |
| 5.1.2 Retaining Wall..... | 119 |
| 5.1.3 Raft Foundation dan Pile Cap..... | 120 |
| 5.1.4 Tie Beam | 121 |
| 5.1.5 Kolom..... | 122 |
| 5.1.6 Balok dan Pelat Lantai..... | 123 |

| | |
|--|------------|
| 5.1.7 Tangga..... | 125 |
| 5.1.8 Shear Wall..... | 126 |
| BAB VI ANALISA PEMBAHASAN DAN HASIL PERHITUNGAN | 129 |
| 6.1 Pekerjaan Galian..... | 129 |
| 6.2 Pekerjaan Urugan | 133 |
| 6.3 Pekerjaan Bore Pile | 140 |
| 6.4 Pekerjaan Retaining Wall..... | 157 |
| 6.5 Pekerjaan Raft Foundation | 174 |
| 6.6 Pekerjaan Pile Cap..... | 197 |
| 6.7 Pekerjaan Tie Beam..... | 222 |
| 6.8 Pekerjaan Kolom | 246 |
| 6.9 Pekerjaan Balok..... | 303 |
| 6.10 Pekerjaan Pelat Lantai | 379 |
| 6.11 Pekerjaan Tangga | 436 |
| 6.12 Pekerjaan Shear Wall | 486 |
| 6.13 Perhitungan Tower Crane..... | 536 |
| BAB VII HASIL PEMBAHASAN | 543 |
| 7.1 Rekapitulasi Durasi, dan Biaya | 543 |
| BAB VIII PENUTUP..... | 547 |
| 8.1 Kesimpulan..... | 547 |
| 8.2 Saran..... | 547 |
| DAFTAR ACUAN..... | 548 |
| LAMPIRAN..... | 551 |

BIODATA PENULIS.....553

DAFTAR GAMBAR

| | |
|--|----|
| Gambar 1.1 Peta Lokasi Proyek | 4 |
| Gambar 1.2 Gambar Potongan Lantai Yang Ditinjau | 5 |
| Gambar 2.3 <i>Excavator</i> | 9 |
| Gambar 2.4 <i>Dump Truck</i> | 9 |
| Gambar 2.5 <i>Vibration Roller</i> | 17 |
| Gambar 2.6 Metodologi Pelaksanaan Pondasi <i>Bore Pile</i> | 21 |
| Gambar 2.7 <i>Bore Machine</i> | 22 |
| Gambar 2.8 Metodologi Pelaksanaan <i>Retaining Wall</i> | 25 |
| Gambar 2.9 Metodologi Pelaksanaan <i>Raft Foundation</i> dan <i>Pile Cap</i> | 28 |
| Gambar 2.10 Metodologi Pelaksanaan <i>Tie Beam</i> | 29 |
| Gambar 2.11 Metodologi Pelaksanaan Kolom..... | 31 |
| Gambar 2.12 Metodologi Pelaksanaan Balok dan Pelat Lantai .. | 33 |
| Gambar 2.13 Metodologi Pelaksanaan Tangga..... | 34 |
| Gambar 2.14 Metodologi Pelaksanaan <i>Shear Wall</i> | 36 |
| Gambar 2.15 <i>Tower Crane</i> | 64 |
| Gambar 2.16 <i>Excavator</i> | 65 |
| Gambar 2.17 <i>Dump Truck</i> | 66 |
| Gambar 2.18 <i>Concrete Pump</i> | 67 |
| Gambar 2.19 <i>Concrete Bucket</i> | 68 |
| Gambar 2.20 <i>Truck Mixer</i> | 69 |
| Gambar 2.21 <i>Vibrator</i> | 70 |
| Gambar 2.22 <i>Bar Bender</i> | 71 |

| | |
|---|-----|
| Gambar 2.23 <i>Bar Cutter</i> | 72 |
| Gambar 2.24 <i>Finish to Start</i> | 78 |
| Gambar 2.25 <i>Start to Start</i> | 78 |
| Gambar 2.26 <i>Finish to Finish</i> | 79 |
| Gambar 2.27 <i>Start to Finish</i> | 79 |
| Gambar 2.28 <i>Lag and Lead Time</i> | 80 |
| Gambar 2.29 Alat Pelindung Diri dan Rambu-Rambu K3..... | 93 |
| Gambar 3.30 <i>Flowchart</i> Metodologi | 101 |
| Gambar 4.31 Pembagian Zona | 104 |
| Gambar 6.32 Detail PC1A..... | 129 |
| Gambar 6.33 Gambar Potongan PC1A..... | 130 |
| Gambar 6.34 Detail PC1C..... | 133 |
| Gambar 6.35 Gambar Potongan PC1C..... | 134 |
| Gambar 6.36 (a) Detail Tulangan Tumpuan, (b) Detail Tulangan Lapangan | 140 |
| Gambar 6.37 (a) Detail Tulangan Tumpuan, (b) Detail Tulangan Lapangan | 157 |
| Gambar 6.38 Detail Tulangan | 174 |
| Gambar 6.39 Detail Tulangan | 197 |
| Gambar 6.40 (a) Detail Tulangan Tumpuan, (b) Detail Tulangan Lapangan | 222 |
| Gambar 6.41 Detail Tulangan Kolom K1 | 247 |
| Gambar 6.42 Detail tulangan sengkang model 1..... | 248 |
| Gambar 6.43 Detail tulangan sengkang model 2..... | 248 |

| | |
|---|-----|
| Gambar 6.44 Detail tulangan sengkang model 3..... | 249 |
| Gambar 6.45 (a) Detail Tulangan Tumpuan, (b) Detail Tulangan Lapangan | 303 |
| Gambar 6.46 Detail Tulangan Pelat Tipe S6..... | 380 |
| Gambar 6.47 Detail Tulangan Tangga Tipe 1 | 437 |
| Gambar 6.48 Detail Tulangan <i>Shear Wall</i> Tipe SW 1 | 486 |
| Gambar 6.49 Detail tulangan sengkang model 1..... | 487 |
| Gambar 6.50 Detail tulangan sengkang model 2..... | 488 |
| Gambar 6.51 Detail tulangan sengkang model 3..... | 488 |
| Gambar 6.52 Detail tulangan sengkang model 4..... | 489 |
| Gambar 6.53 Detail tulangan sengkang model 5..... | 489 |
| Gambar 6.54 Detail tulangan sengkang model 6..... | 490 |
| Gambar 6.55 Detail tulangan sengkang model 7..... | 490 |

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR TABEL

| | |
|--|----|
| Tabel 2.1: Spesifikasi <i>Excavator</i> | 9 |
| Tabel 2.2: Spesifikasi <i>Dump Truck</i> | 10 |
| Tabel 2.3: Faktor <i>Bucket</i> (Fb) Untuk Alat <i>Excavator</i> | 11 |
| Tabel 2.4: Faktor Konversi Galian (Fv) Untuk Alat <i>Excavator</i> .. | 11 |
| Tabel 2.5: Faktor Efisiensi Kerja Alat (Fa) Untuk <i>Excavator</i> | 12 |
| Tabel 2.6: Waktu Gali (detik)..... | 12 |
| Tabel 2.7: Waktu Putar (detik) | 12 |
| Tabel 2.8: Waktu Buang (detik) | 13 |
| Tabel 2.9: Faktor Konversi Volume Tanah..... | 15 |
| Tabel 2.10: Spesifikasi <i>Vibration Roller</i> | 18 |
| Tabel 2.11: Efisiensi Operasional Alat dan Pemeliharaan | 19 |
| Tabel 2.12: Jumlah Pass Pemasangan..... | 19 |
| Tabel 2.13: Kapasitas Penimbunan dengan Tangan / Alat Sekop | 19 |
| Tabel 2.14 Spesifikasi <i>Bore Machine</i> | 22 |
| Tabel 2.15: Keperluan Mortar untuk 1000 Buah Pasangan Batu Bata Berukuran Standard..... | 41 |
| Tabel 2.16: Bahan yang Diperlukan untuk Campuran 1 m ³ Mortar atau Spesi yang Terdiri dari Semen dan Pasir | 41 |
| Tabel 2.17: Keperluan Kayu untuk Cetakan Beton Luas Cetakan 10 m ² | 42 |
| Tabel 2.18: Panjang Penyaluran Sambungan Tulangan | 44 |

| | |
|--|----|
| Tabel 2.19: Panjang Penjangkaran dengan Kait Berdasarkan Diameter Tulangan | 45 |
| Tabel 2.20: Panjang Penjangkaran Tanpa Kait Berdasarkan Diameter Tulangan | 46 |
| Tabel 2.21: Radius Bengkokan dan Panjang Kaitan untuk Tulangan Utama | 47 |
| Tabel 2.22: Radius Bengkokan dan Panjang Kaitan untuk Tulangan Senggang | 48 |
| Tabel 2.23: Berat Besi Tulangan Beton Polos Per Meter Panjang | 49 |
| Tabel 2.24: Berat Besi Tulangan Beton Ulir Per Meter Panjang | 50 |
| Tabel 2.25: Keperluan Tenaga Buruh Untuk Pekerjaan Cetakan Beton | 55 |
| Tabel 2.26: Jam Kerja Buruh yang Diperlukan Untuk Membuat 100 Bengkokan dan Kaitan | 57 |
| Tabel 2.27: Jam Kerja Buruh yang Diperlukan Untuk Memasang 100 Buah Batang Tulangan Besi | 58 |
| Tabel 2.28: Spesifikasi <i>Excavator</i> | 65 |
| Tabel 2.29: Spesifikasi <i>Dump Truck</i> | 66 |
| Tabel 2.30: Spesifikasi <i>Concrete Pump</i> | 67 |
| Tabel 2.31: Spesifikasi <i>Concrete Bucket</i> | 68 |
| Tabel 2.32: Spesifikasi <i>Truck Mixer</i> | 69 |
| Tabel 2.33: Spesifikasi <i>Vibrator</i> | 70 |
| Tabel 2.34: Spesifikasi <i>Bar Bender</i> | 72 |

| | |
|---|-----|
| Tabel 2.35: Spesifikasi <i>Bar Cutter</i> | 73 |
| Tabel 4.36: Data Kolom | 104 |
| Tabel 4.37: Jumlah Kolom Tiap Lantai..... | 105 |
| Tabel 4.38: Data Balok..... | 110 |
| Tabel 4.39: Data Pelat | 111 |
| Tabel 4.40: Data <i>Shear Wall</i> | 112 |
| Tabel 4.41: Data Tangga | 113 |
| Tabel 4.42: Data <i>Tie Beam</i> | 113 |
| Tabel 4.43: Data <i>Bore Pile</i> | 114 |
| Tabel 4.44: Data <i>Retaining Wall</i> | 114 |
| Tabel 4.45: Data <i>Pile Cap</i> | 115 |
| Tabel 4.46: Data <i>Raft Foundation</i> | 115 |
| Tabel 6.47: Data <i>Tower Crane</i> | 536 |
| Tabel 6.48: Produksi Per Siklus Tower Crane | 537 |

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perencanaan adalah pemilihan dan menghubungkan fakta-fakta, membuat serta menggunakan asumsi-asumsi yang berkaitan dengan masa datang dengan menggambarkan dan merumuskan kegiatan-kegiatan tertentu yang diyakini diperlukan untuk mencapai suatu hasil tertentu (Terry, 1975). Perencanaan pada proyek konstruksi meliputi perencanaan biaya, perencanaan waktu serta pemilihan metode pelaksanaan yang efektif untuk mendapatkan hasil sesuai dengan yang direncanakan.

Dalam penyusunan Tugas Akhir ini akan membahas perencanaan pada proyek konstruksi mengenai perhitungan anggaran biaya pelaksanaan, penjadwalan waktu pelaksanaan serta pemilihan metode pelaksanaan pada proyek pembangunan Apartemen Caspian *Grand Sungkono Lagoon* Kota Surabaya yang terdiri dari lantai *basement* 3 hingga lantai 7. Pada perencanaan pembangunan proyek ini akan meninjau pekerjaan struktur utama gedung saja, seperti pekerjaan pondasi *bore pile*, *retaining wall*, *raft foundation*, *pile cap*, *tie beam*, kolom, pelat lantai, tangga, balok, dan *shearwall*.

Perhitungan biaya pelaksanaan pembangunan proyek ini dibutuhkan analisa harga satuan dengan perhitungan volume tiap item pekerjaan, kebutuhan material, produktivitas alat berat dan pekerja yang dapat ditentukan berdasarkan kapasitas produksi, serta menentukan upah pekerja, biaya sewa alat berat dan biaya material. Dimana hasil perhitungan tersebut didapatkan presentase bobot tiap item pekerjaan.

Sedangkan pada penyusunan penjadwalan menggunakan metode *Precedence Diagramming Method* (PDM) yang merupakan versi kompleks dari *Activity on Node* (AON). Dengan metode ini didapatkan penjadwalan rencana jaringan kerja (*network planning*). Dalam membuat *network planning*, penulis menggunakan *software Microsoft Project* dengan data input biaya dan waktu pelaksanaan tiap item pekerjaan sehingga didapatkan hasil akhir berupa jadwal kegiatan (*Gantt Chart*), *Network Planning*, *Resource Graph*, dan Rencana Anggaran Pelaksanaan (RAP) berupa grafik Kurva-S.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan diatas, dapat dirumuskan masalah sebagai berikut :

1. Berapa besaran anggaran biaya pelaksanaan untuk pekerjaan struktur beton pada proyek pembangunan Apartemen Caspian *Grand Sungkono Lagoon* Kota Surabaya ?
2. Berapa lama waktu pelaksanaan dan penjadwalan hasil dari *Software Microsoft Project* untuk pekerjaan struktur beton pada proyek pembangunan Apartemen Caspian *Grand Sungkono Lagoon* Kota Surabaya ?

1.3 Batasan Masalah

Dalam penulisan tugas akhir ini penulis membatasi permasalahan yang akan dibahas, diantaranya :

1. Perhitungan rencana anggaran pelaksanaan dan waktu penjadwalan hanya pada struktur beton utama yang meliputi pekerjaan pondasi *bore pile*, *retaining wall*, *raft foundation*, *pile cap*, *tie beam*, kolom, pelat lantai, tangga, balok, dan *shearwall* pada proyek pembangunan Apartemen Caspian *Grand Sungkono Lagoon* Kota Surabaya.

2. Harga material bangunan untuk setiap pekerjaan struktur beton menggunakan harga pada toko bangunan di Surabaya dan upah pekerja menggunakan harga standar pekerja di Surabaya.
3. Struktur utama yang ditinjau hanya dari pekerjaan lantai *basement* 3 sampai dengan lantai 7.
4. Menghitung anggaran biaya dan waktu pelaksanaan proyek seoptimal mungkin.
5. Tidak menghitung biaya dan Sistem Manajemen K3.
6. Waktu pelaksanaan proyek ditentukan harus selesai dalam kurun waktu tidak lebih dari 18 bulan.
7. Tidak menghitung kekuatan dan biaya *anchor* pada *basement*.

1.4 Tujuan

Tujuan dalam penulisan tugas akhir ini adalah :

1. Menghitung dan mengetahui anggaran biaya pelaksanaan untuk pekerjaan struktur beton pada proyek pembangunan Apartemen *Caspian Grand Sungkono Lagoon* Kota Surabaya.
2. Menghitung dan mengetahui penjadwalan waktu pelaksanaan hasil dari *Software Microsoft Project* berupa *network* diagram, *bar chart*, *resource graphic* dan kurva S untuk pekerjaan struktur beton pada proyek pembangunan Apartemen *Caspian Grand Sungkono Lagoon* Kota Surabaya.

1.5 Manfaat

Manfaat yang dapat diambil dalam penulisan tugas akhir ini adalah :

Manfaat bagi penulis :

1. Mendapatkan ilmu mengenai perencanaan pada proyek konstruksi dalam perhitungan anggaran biaya pelaksanaan,

penjadwalan waktu pelaksanaan, serta metode pelaksanaan.

2. Mengetahui dan mendapatkan hasil perhitungan Rencana Anggaran Biaya Pelaksanaan dan penjadwalan struktur beton dari lantai basement 3 hingga lantai 7 pada proyek pembangunan Apartemen *Caspian Grand Sungkono Lagoon* Kota Surabaya.

Manfaat bagi pembaca :

1. Mendapatkan ilmu dan wawasan bagi pembaca mengenai perencanaan perhitungan Rencana Anggaran Biaya Pelaksanaan dan penjadwalan struktur beton pada proyek pembangunan Apartemen *Caspian Grand Sungkono Lagoon* Kota Surabaya.

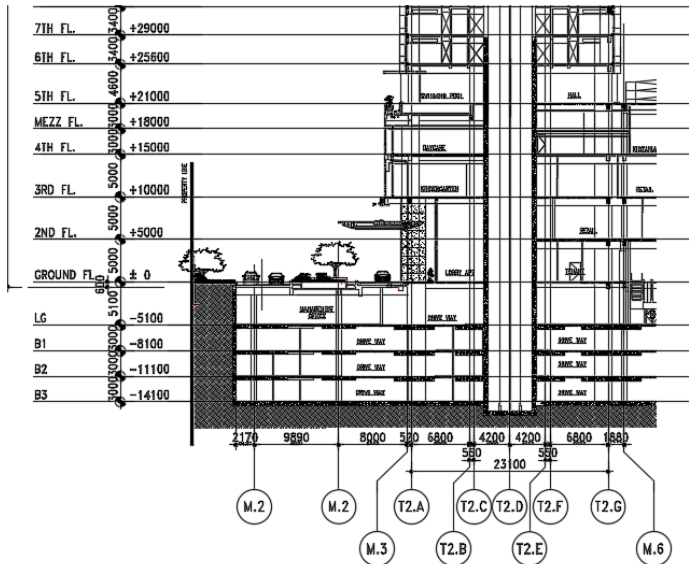
1.6 Lokasi Proyek

Proyek pembangunan Apartemen *Caspian Grand Sungkono Lagoon* berlokasi di Jalan KH. Abdul Wahab, Siamin Blok RA Kota Surabaya. Berikut adalah peta lokasinya :



Gambar 1.1 Peta Lokasi Proyek
sumber: *PT.PP (Persero), Tbk*

Untuk lantai yang ditinjau adalah dari lantai *basement 3* sampai dengan lantai 7. Berikut adalah gambar potongan yang menjelaskan peninjauan lantai pada proyek pembangunan Apartemen *Caspian Grand Sungkono Lagoon* Kota Surabaya :



Gambar 1.2 Gambar Potongan Lantai Yang Ditinjau
sumber: PT.PP (Persero), Tbk

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Umum

Dalam pengerjaan suatu proyek konstruksi diperlukan adanya manajemen proyek. Manajemen proyek merupakan suatu usaha merencanakan, mengorganisasi, mengarahkan, mengkoordinasi, dan mengawasi kegiatan dalam proyek sedemikian rupa sehingga sesuai dengan jadwal waktu dan anggaran yang telah ditetapkan (H.Kurzner, 1982). Dengan hal itu diperlukan perencanaan biaya, perencanaan waktu serta pemilihan metode pelaksanaan yang efektif agar suatu proyek mendapatkan hasil yang optimal dan terarah sesuai dengan waktu dan anggaran biaya pelaksanaan yang direncanakan.

Pada pelaksanaan proyek terdapat pekerjaan galian, urugan, bekisting, pembesian, pengecoran, dan pengangkutan material. Sedangkan untuk pengerjaan struktur utama meliputi pondasi *bore pile*, *retaining wall*, *raft foundation*, *pile cap*, *tie beam*, kolom, pelat lantai, tangga, balok, dan *shear wall*. Dari pengerjaan struktur utama tersebut dapat ditentukan rencana anggaran pelaksanaan (perhitungan volume, spesifikasi alat, perhitungan produksi, dan harga perkiraan satuan), penjadwalan, dan waktu (*network planning*, *bar chat*, dan kurva-s).

Dalam pemilihan metode pelaksanaan sangat mempengaruhi lamanya waktu pelaksanaan proyek karena terdapat kapasitas tiap alat berat yang berbeda-beda. Sehingga diperlukan pemilihan metode pelaksanaan yang efektif agar pelaksanaan proyek dapat terselesaikan sesuai dengan waktu yang ditentukan dan biaya yang sesuai.

2.2 Item Pekerjaan

Dilakukan pemaparan terhadap setiap item-item pekerjaan pada perencanaan proyek pembangunan Apartemen Caspian *Grand Sungkono Lagoon* Kota Surabaya yang disesuaikan dengan penggunaan alat berat adalah sebagai berikut :

2.2.1 Pekerjaan Galian

Pekerjaan galian pada proyek pembangunan Apartemen Caspian *Grand Sungkono Lagoon* Kota Surabaya digunakan untuk pembuatan *retaining wall*, *raft foundation*, *pile cap*, *tie beam*. Pada pekerjaan galian ini menggunakan bentuk persegi panjang. Berikut adalah rumus perhitungan volume galian persegi panjang :

- Kedalaman Galian
= Tebal lantai kerja (m) + Tebal pasir urug (m) + Tinggi *pile cap* (m).....(2.1)
- Lebar Galian
= Lebar *pile cap* (m) + [2 x tebal bekisting batako (m)].....(2.2)
- Panjang Galian
= Panjang *pile cap* (m) + [2 x tebal bekisting batako (m)].....(2.3)
- Volume Galian
V = Panjang (m) x Lebar (m) x Kedalaman galian (m).....(2.4)

Pekerjaan galian menggunakan alat *excavator* dan *dump truck*. *Excavator* sebagai alat penggali tanah dan *dump truck* sebagai alat angkut buangan tanah yang dibuang ke luar proyek.



Gambar 2.3 *Excavator*
sumber: (google.com)

Tabel 2.1: Spesifikasi *Excavator*

| Spesifikasi Alat | |
|-----------------------------|------------------|
| Nama Alat | <i>Excavator</i> |
| Merk | Komatsu |
| Tipe | PC 200-8 |
| <i>Bucket capacity</i> | 1 m ³ |
| Maksimum menggali kedalaman | 6620 mm |



Gambar 2.4 *Dump Truck*
sumber: (google.com)

Tabel 2.2: Spesifikasi *Dump Truck*

| Spesifikasi Alat | |
|------------------------|-------------------|
| Nama Alat | <i>Dump Truck</i> |
| <i>Bucket capacity</i> | 10 m ³ |
| Kapasitas | 10 ton |

Berikut ini adalah kapasitas produksi galian tanah dengan menggunakan alat *excavator* pada proyek pembangunan Apartemen Caspian *Grand Sungkono Lagoon* Kota Surabaya :

- Kapasitas Produksi

$$Q_{Exc} = \frac{V \times F_b \times F_a \times 60}{T_s \times F_v} \dots\dots\dots(2.5)$$

Keterangan :

Q_{Exc} = Kapasitas produksi *excavator* (m³/jam)

V = Kapasitas *bucket* (m³)

F_b = Faktor *bucket* (lihat tabel 2.3)

F_v = Faktor konversi (lihat tabel 2.4)

F_a = Faktor efisiensi alat (lihat tabel 2.5)

T_s = Waktu siklus (menit)

= C_m

= Waktu gali + (waktu putar x 2) + waktu buang

- Waktu gali

Waktu yang dibutuhkan *excavator* melakukan satu kali penggalian tanah (lihat tabel 2.6)

- Waktu putar

Waktu yang dibutuhkan *excavator* melakukan satu kali putaran dari lokasi galian ke *dump truck* (lihat Tabel 2.7)

- Waktu buang
Waktu yang dibutuhkan *excavator* melakukan satu kali buangan hasil galian ke *dump truck* (lihat tabel 2.8)

Tabel 2.3: Faktor *Bucket* (Fb) Untuk Alat *Excavator*

| Kondisi operasi | Kondisi lapangan | Faktor <i>bucket</i> (Fb) |
|-----------------|------------------------------------|---------------------------|
| Mudah | Tanah biasa, lempung, tanah lembut | 1,1 - 1,2 |
| Sedang | Tanah biasa berpasir, kering | 1,0 - 1,1 |
| Agak sulit | Tanah biasa berbatu | 1,0 - 0,9 |
| Sulit | Batu pecah hasil | 0,9 - 0,8 |

Sumber: Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No.11/PRT/M/2013 tentang Pedoman Analisis Harga Satuan Pekerjaan Bidang Pekerjaan Umum, tabel 9. halaman 36

Tabel 2.4: Faktor Konversi Galian (Fv) Untuk Alat *Excavator*

| Kondisi galian (kedalaman galian/kedalaman galian maksimum) | Kondisi membuang, menumpahkan (<i>dumping</i>) | | | |
|---|--|--------|------------|-------|
| | Mudah | Normal | Agak sulit | Sulit |
| <40% | 0,7 | 0,9 | 1,1 | 1,4 |
| (40-75)% | 0,8 | 1 | 1,3 | 1,6 |
| >75% | 0,9 | 1,1 | 1,5 | 1,8 |

Sumber: Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No.11/PRT/M/2013 tentang Pedoman Analisis Harga

Satuan Pekerjaan Bidang Pekerjaan Umum, tabel 10. halaman 36

Tabel 2.5: Faktor Efisiensi Kerja Alat (Fa) Untuk *Excavator*

| Kondisi operasi | Faktor efisiensi |
|-----------------|------------------|
| Baik | 0,83 |
| Sedang | 0,75 |
| Agak kurang | 0,67 |
| Kurang | 0,58 |

Sumber: Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No.11/PRT/M/2013 tentang Pedoman Analisis Harga Satuan Pekerjaan Bidang Pekerjaan Umum, tabel 11. halaman 36

Tabel 2.6: Waktu Gali (detik)

| Kondisi gali / Kedalaman gali | Ringan | Rata-rata | Agak sulit | Sulit |
|-------------------------------|--------|-----------|------------|-------|
| 0m - 2m | 6 | 9 | 15 | 26 |
| 2m - 4m | 7 | 11 | 17 | 28 |
| 4m - lebih | 8 | 13 | 19 | 30 |

Sumber: Rochmanhadi (1985). Perhitungan Biaya Pelaksanaan Pekerjaan dengan Menggunakan Alat-Alat Berat, halaman 30

Tabel 2.7: Waktu Putar (detik)

| Sudut putar | Waktu putar |
|-------------------------------|----------------------------|
| $45^{\circ} \div 90^{\circ}$ | $4^{\circ} \div 7^{\circ}$ |
| $90^{\circ} \div 180^{\circ}$ | $5^{\circ} \div 8^{\circ}$ |

Sumber: Rochmanhadi (1985). Perhitungan Biaya Pelaksanaan Pekerjaan dengan Menggunakan Alat-Alat Berat, halaman 30

Tabel 2.8: Waktu Buang (detik)

| Kondisi Pembuangan | Waktu Buang |
|----------------------|-------------|
| Ke dalam dump truck | 5 ÷ 8 detik |
| Ke tempat pembuangan | 3 ÷ 6 detik |

Sumber: Rochmanhadi (1985). *Perhitungan Biaya Pelaksanaan Pekerjaan dengan Menggunakan Alat-Alat Berat*, halaman 30

Berikut ini adalah kapasitas produksi galian tanah dengan menggunakan *dump truck* pada proyek pembangunan Apartemen Caspian Grand Sungkono Lagoon Kota Surabaya :

- Kapasitas Produksi

$$Q_{DT} = \frac{V \times Fa \times 60}{D \times Ts} \dots\dots\dots(2.6)$$

Keterangan :

Q_{DT} = Kapasitas produksi *dump truck*
(m^3 /jam)

V = Kapasitas bak (ton)

Fa = Faktor efisiensi alat (lihat tabel 2.5)

D = Berat isi material (ton/m^3)

Ts = Waktu siklus (menit)

$$= T_1 + T_2 + T_3 + T_4 + T_5$$

= *loading* + *hauling* + *dumping* + *returning* + ambil posisi

- Waktu *loading* (T_1)

$$T_1 = \frac{V \times 60}{D \times Q_{Exc}}$$

Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No.11/PRT/M/2013 tentang Pedoman Analisis Harga Satuan Pekerjaan Bidang Pekerjaan Umum, Perhitungan waktu *loading dump truck*, halaman 34

- Waktu *hauling* (T_2)
 $T_2 = \frac{L}{V_1} \times 60$ menit
 L = jarak angkut (km)
 V_1 = kecepatan rata-rata *dump truck* bermuatan (25 km/jam)
- Waktu *dumping* (T_3)
Waktu yang diperlukan saat *dump truck* membuang hasil galian ke lokasi pembuangan
- Waktu *returning* (T_4)
 $T_4 = \frac{L}{V_2} \times 60$ menit
 L = jarak kembali (km)
 V_2 = kecepatan rata-rata *dump truck* kosong (35 km/jam)
- Ambil posisi (T_5)
Waktu yang diperlukan saat *dump truck* mengambil posisi memuat galian tanah

Untuk perhitungan durasi galian ditentukan berdasarkan waktu menggali dan waktu angkut galian. Berikut adalah rumus perhitungan durasi galian persegi panjang :

- Menggali

$$= \frac{\text{Keperluan jam kerja (jam/m}^3\text{) x Volume galian (m}^3\text{)}}{\text{Jam kerja efektif x Jumlah group}} \dots\dots\dots(2.7)$$
- Mengangkut Galian
Total Waktu Mengangkut
= Memuat + Mengangkut + Membongkar + Kembali dengan muatan kosong.....(2.8)
Durasi dalam Hari

$$= \frac{\text{Total waktu mengangkut}}{\text{Jam kerja efektif}} \dots\dots\dots(2.9)$$

2.2.2 Pekerjaan Urugan

Pekerjaan urugan pada proyek pembangunan Apartemen Caspian *Grand Sungkono Lagoon* Kota Surabaya menggunakan material pasir urug. Terdapat dua macam urugan dalam proyek ini, yaitu urugan lahan dan urugan di bawah lantai kerja. Urugan lahan proyek ini setinggi 2 meter pada pekerjaan basement. Sedangkan untuk urugan di bawah lantai kerja setinggi 100 mm pada pekerjaan urugan *pile cap*, *tie beam*, dan pelat lantai.

Pekerjaan urugan proyek ini berbentuk persegi dan berbentuk trapesium. Berikut adalah rumus perhitungan luasan urugan persegi dan trapesium :

- Luas Urugan Persegi
= panjang (m) lebar (m).....(2.10)

- Luas Urugan Trapesium
= $\frac{\text{lebar sisi atas (m)} + \text{lebar sisi bawah (m)}}{2}$ x panjang (m)
..... (2.11)

Untuk rumus perhitungan volume urugan tanah yang akan dipadatkan adalah sebagai berikut :

- Volume Urugan
 $V = \text{luas area urugan (m}^2\text{)} \times \text{tebal urugan (m)} \times \text{faktor konversi volume tanah (lihat tabel 2.9)}.....(2.12)$

Tabel 2.9: Faktor Konversi Volume Tanah

| Jenis Tanah | Kondisi Tanah Semula | Kondisi Tanah Yang Akan Dikerjakan | | |
|-------------|----------------------|------------------------------------|-------|-------|
| | | Asli | Lepas | Padat |
| Pasir | (A) | 1,00 | 1,11 | 0,95 |
| | (B) | 0,90 | 1,00 | 0,86 |
| | (C) | 1,05 | 1,17 | 1,00 |

| Jenis Tanah | Kondisi Tanah Semula | Kondisi Tanah Yang Akan Dikerjakan | | |
|----------------------------------|----------------------|------------------------------------|-------|-------|
| | | Asli | Lepas | Padat |
| Tanah liat berpasir | (A) | 1,00 | 1,25 | 0,90 |
| | (B) | 0,80 | 1,00 | 0,72 |
| | (C) | 1,11 | 1,39 | 1,00 |
| Tanah liat | (A) | 1,00 | 1,25 | 0,90 |
| | (B) | 0,70 | 1,00 | 0,63 |
| | (C) | 1,11 | 1,59 | 1,00 |
| Tanah campuran kerikil | (A) | 1,00 | 1,18 | 1,08 |
| | (B) | 0,85 | 1,00 | 0,91 |
| | (C) | 0,93 | 1,09 | 1,00 |
| Kerikil | (A) | 1,00 | 1,13 | 1,03 |
| | (B) | 0,88 | 1,00 | 0,91 |
| | (C) | 0,97 | 1,10 | 1,00 |
| Kerikil kasar | (A) | 1,00 | 1,65 | 1,22 |
| | (B) | 0,70 | 1,00 | 0,91 |
| | (C) | 0,77 | 1,10 | 1,00 |
| Pecahan cadas atau batuan lunak | (A) | 1,00 | 1,65 | 1,22 |
| | (B) | 0,59 | 1,00 | 0,74 |
| | (C) | 0,76 | 1,35 | 1,00 |
| Pecahan granit atau batuan keras | (A) | 1,00 | 1,70 | 1,31 |
| | (B) | 0,59 | 1,00 | 0,77 |
| | (C) | 0,76 | 1,30 | 1,00 |
| Pecahan batu | (A) | 1,00 | 1,70 | 1,40 |
| | (B) | 0,57 | 1,00 | 0,80 |
| | (C) | 0,71 | 1,24 | 1,00 |

| Jenis Tanah | Kondisi Tanah Semula | Kondisi Tanah Yang Akan Dikerjakan | | |
|------------------------|----------------------|------------------------------------|-------|-------|
| | | Asli | Lepas | Padat |
| Batuan hasil peledakan | | 1,00 | 1,80 | 1,30 |
| | (B) | 0,56 | 1,00 | 0,72 |
| | (C) | 0,77 | 1,38 | 1,00 |

Sumber: Rochmanhadi. *Kapasitas dan Produksi Alat-Alat Berat, PU, Semarang, halaman 6-7*

Keterangan :

(A) = Tanah Asli

(B) = Tanah Lepas

(C) = Tanah Padat

Pekerjaan urugan lahan menggunakan alat *vibration roller*, sedangkan urugan dibawah lantai kerja menggunakan tenaga pekerja. *Vibration roller* digunakan sebagai pemadat tanah.



Gambar 2.5 *Vibration Roller*
sumber: (google.com)

Tabel 2.10: Spesifikasi *Vibration Roller*

| Spesifikasi Alat | |
|----------------------------|-------------------------|
| Nama Alat | <i>Vibration Roller</i> |
| Merk | Bomag |
| Tipe | BW211D-3 |
| <i>Weight</i> | 10900 kg |
| <i>Length</i> | 5610 mm |
| <i>Width</i> | 2250 mm |
| <i>Height</i> | 2970 mm |
| Drum diameter | 1500 mm |
| Drum <i>width</i> | 2130 mm |
| <i>Vibrating frequency</i> | 30/36 Hz |
| Minimum turning radius | 5,6 m |
| <i>Gradability</i> | 47% |
| <i>Speed</i> | 13,5 km/h |
| <i>Fuel Tank Capacity</i> | 250 liter |

Berikut ini adalah kapasitas produksi urugan lahan dengan menggunakan alat *vibration roller* pada proyek pembangunan Apartemen Caspian *Grand Sungkono Lagoon* Kota Surabaya :

- Kapasitas Produksi

$$Q = \frac{W \times V \times H \times E_k}{N} \dots\dots\dots(2.13)$$

Keterangan :

Q = Kapasitas produksi *vibrator roller* (m³/jam)

V = Kecepatan operasional alat (m/jam)

W = Lebar pemadatan efektif tiap pass (m)

H = Tebal pemadatan untuk satu lapis (m)

E_k = Efisiensi kerja (lihat tabel 2.11)

N = Jumlah pass pemadatan (lihat tabel 2.12)

Tabel 2.11: Efisiensi Operasional Alat dan Pemeliharaan

| Kondisi Operasi Alat | Pemeliharaan Mesin | | | | |
|----------------------|--------------------|------|--------|-------|--------------|
| | Baik sekali | Baik | Sedang | Buruk | Buruk Sekali |
| Baik sekali | 0,83 | 0,81 | 0,76 | 0,70 | 0,63 |
| Baik | 0,78 | 0,75 | 0,71 | 0,65 | 0,60 |
| Sedang | 0,72 | 0,69 | 0,65 | 0,60 | 0,54 |
| Buruk | 0,63 | 0,61 | 0,57 | 0,52 | 0,45 |
| Buruk sekali | 0,52 | 0,50 | 0,47 | 0,42 | 0,32 |

Sumber: Rochmanhadi. *Perhitungan Pekerjaan dengan Menggunakan Alat-Alat Berat*, halaman 15

Tabel 2.12: Jumlah Pass Pemadatan

| Jenis Peralatan | Jumlah Pass |
|-----------------------|-------------|
| Mesin gilas roda ban | 3 - 5 |
| Mesin gilas roda besi | 4 - 8 |
| Mesin gilas getar | 4 - 8 |
| Kompaktor tanah | 4 - 10 |

Sumber: Rochmanhadi. *Kapasitas dan Produksi Alat-Alat Berat, PU, Semarang*, halaman 50

Perhitungan kapasitas produksi urugan dibawah lantai kerja dengan menggunakan tenaga pekerja pada proyek pembangunan Apartemen Caspian *Grand Sungkono Lagoon* Kota Surabaya disajikan pada tabel 2.13 dibawah ini :

Tabel 2.13: Kapasitas Penimbunan dengan Tangan / Alat Sekop

| Jenis Tanah | Menimbun Saja | | Menimbun dan Memadatkan | |
|-------------|----------------------|----------------------|-------------------------|----------------------|
| | m ³ / jam | jam / m ³ | m ³ / jam | jam / m ³ |

| Jenis Tanah | Menimbun Saja | | Menimbun dan Memadatkan | |
|--------------------|----------------------|----------------------|-------------------------|----------------------|
| | m ³ / jam | jam / m ³ | m ³ / jam | jam / m ³ |
| Tanah lepas | 1,15 - 2,25 | 0,46 - 0,86 | 0,60 - 1,67 | 0,55 - 1,65 |
| Tanah sedang/biasa | 1,00 - 1,75 | 0,53 - 0,99 | 0,59 - 1,35 | 0,70 - 1,90 |
| Tanah liat | 0,75 - 1,50 | 0,38 - 1,32 | 0,45 - 1,15 | 0,85 - 2,15 |

Sumber: Ir.A Soedradjat S, *Analisa (cara modern) Anggaran Biaya Pelaksanaan Lanjutan, Nova, Bandung, halaman 37*

Setelah didapatkan volume urugan tanah dan kapasitas produksi alat, dilakukan perhitungan durasi urugan tanah dengan rumus sebagai berikut :

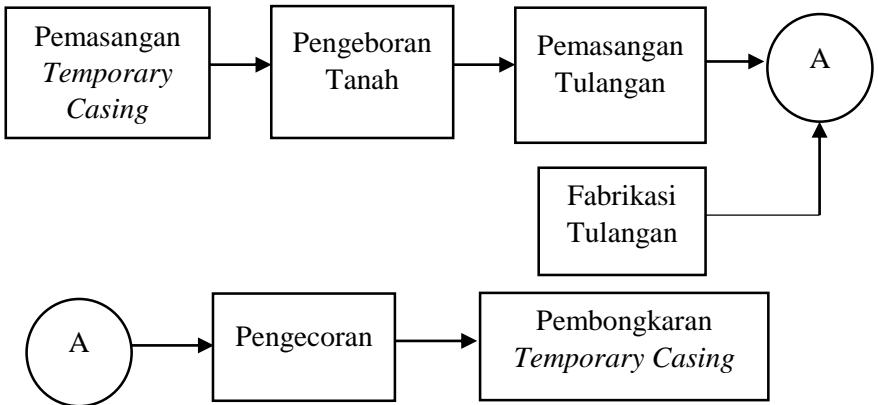
- Durasi Urugan

$$= \frac{\text{Volume urugan (m}^3\text{)}}{\text{Kapasitas produksi alat (m}^3\text{/jam)} \times \text{Jumlah group}} \dots\dots (2.14)$$

2.2.3 Pondasi Bore Pile

2.2.3.1 Metodologi Pelaksanaan

Pondasi *bore pile* pada proyek pembangunan Apartemen *Caspian Grand Sungkono Lagoon* Kota Surabaya ini menggunakan metode cor in situ atau cor ditempat. Metodologi pelaksanaan pekerjaan pondasi *bore pile* akan dijelaskan dalam hubungan antar aktivitas berikut ini :



Gambar 2.6 Metodologi Pelaksanaan Pondasi *Bore Pile*

2.2.3.2 Pekerjaan Bekisting

Pekerjaan bekisting *bore pile* dilakukan dengan pemasangan *temporary casing* yang terbuat dari baja. Pemasangan bekisting ini bertujuan agar menghindari terjadinya keruntuhan pada permukaan tanah saat pekerjaan pengeboran dilakukan. Setelah pemasangan *temporary casing* selesai dilanjutkan dengan pengeboran tanah.

2.2.3.3 Pekerjaan Pengeboran

Pekerjaan pengeboran dilakukan menggunakan *bore machine* dengan diameter dan panjang kedalaman titik yang disesuaikan dengan gambar *shop drawing*. Tanah di bor dengan cara memutar *bore machine* dan diangkat setiap interval 0,5 meter. Hal ini dilakukan secara berulang-ulang sampai kedalaman rencana yang ditentukan.



Gambar 2.7 *Bore Machine*
 sumber: (google.com)

Tabel 2.14 Spesifikasi *Bore Machine*

| Spesifikasi Alat | |
|------------------------|-----------------|
| Nama Alat | Bore Machine |
| Merk | KW600 |
| Drilling Hole Diameter | 130-350 mm |
| Drilling Depth | 450 m |
| Traveling Speed | 0-2 km/h |
| Rotation Speed | 33-61 r/min |
| Max Feed Force | 75000 N |
| Max Hoist Force | 15300 N |
| Feed Stroke | 4400 mm |
| Weight | 10 ton |
| Dimension | 7,3x2,25x2,75 m |
| Power | 110 kw |
| Working Pressure | 10,5-34,5 bar |

| Spesifikasi Alat | |
|------------------|--------------------|
| Rod | Φ89/102/114x300 mm |
| Bit | Φ130-350 mm |

Berikut ini adalah kapasitas produksi pengeboran dengan menggunakan alat *bore machine* pada proyek pembangunan Apartemen Caspian *Grand Sungkono Lagoon* Kota Surabaya :

- Kapasitas Produksi

$$Q = \frac{\text{Kedalaman titik bor}}{\text{Waktu siklus alat}} \dots\dots\dots(2.15)$$

Setelah didapatkan kapasitas produksi alat, dilakukan perhitungan durasi pengeboran tanah dengan rumus sebagai berikut :

- Durasi Pengeboran

$$= \frac{\text{Jumlah titik}}{\text{Produktivitas alat}} \dots\dots\dots(2.16)$$

Pada saat pengeboran terjadi pengikisan tanah. Proses pengikisan tanah dibantu dengan tembakan air lewat lubang stang bor sehingga menyebabkan tanah yang terkikis menjadi lumpur dan terdorong keluar dari lubang pengeboran. Setelah pengeboran selesai, dilakukan pembersihan dasar lubang dari air atau lumpur dengan *cleaning bucket* dan dilakukan pengukuran kedalaman lubang dengan menurunkan *measuring tape* ke dasar lubang pengeboran. Pekerjaan pengeboran ini dilakukan bersamaan dengan fabrikasi tulangan pondasi *bore pile* dengan tujuan efisiensi waktu pengerjaan.

2.2.3.4 Pekerjaan Pembesian

Pekerjaan pembesian pada pondasi *bore pile* dilakukan dengan fabrikasi tulangan terlebih dahulu di area los besi. Fabrikasi tulangan meliputi pemotongan, pembengkokan, dan perakitan tulangan. Fabrikasi tulangan dirakit dengan panjang maksimal 12 meter karena material baja tulangan yang ada di pasaran adalah sepanjang itu, maka dilakukan penyambungan tulangan ketika kebutuhan fabrikasi tulangan lebih dari 12 meter. Setelah fabrikasi tulangan selesai, tulangan pondasi *bore pile* yang telah dirakit akan diangkat menggunakan *tower crane* dan dilakukan pemasangan dengan penyambungan tulangan yang diikat menggunakan kawat bendrat serta dilakukan pengelasan sebagai perkuatan.

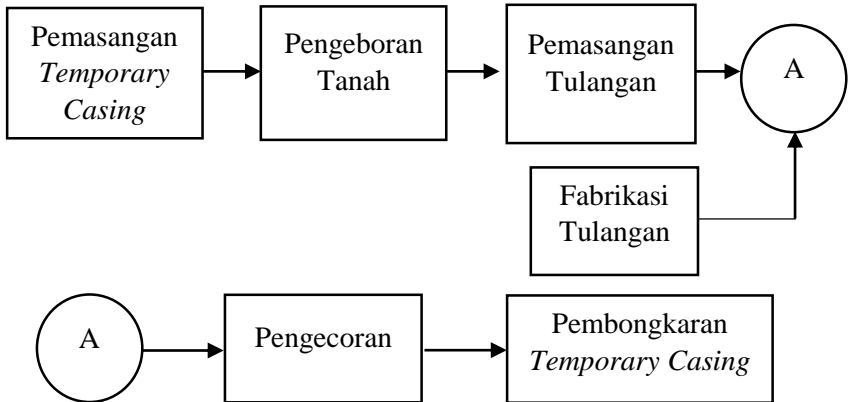
2.2.3.5 Pekerjaan Pengecoran

Pada tahapan ini dilakukan terlebih dahulu pemasangan pipa tremi dari besi yang dimasukkan dengan panjang sesuai kedalaman lubang pengeboran. Dengan sistem tremi ini pengecoran dimulai dari dasar lubang. Pengecoran dilakukan dengan beton *ready mix* dari *concrete pump* yang dituangkan kedalam pipa tremi. Pada saat pengecoran, ujung pipa tremi akan tertanam beton karena beton mengalir naik dengan adanya tekanan dari bawah sehingga pipa tremi dilepas setiap 3 meter akan tetapi ujung pipa di dalam harus dalam keadaan tertanam di dalam beton. Pengecoran dilakukan sampai beton mengisi ruang dari dasar lubang hingga ke permukaan.

2.2.4 Retaining Wall

2.2.4.1 Metodologi Pelaksanaan

Metodologi pelaksanaan pekerjaan *retaining wall* akan dijelaskan dalam hubungan antar aktivitas berikut ini :



Gambar 2.8 Metodologi Pelaksanaan *Retaining Wall*

2.2.4.2 Pekerjaan Bekisting

Pekerjaan bekisting *retaining wall* dilakukan dengan pemasangan *temporary casing* yang terbuat dari baja. Pemasangan bekisting ini bertujuan agar menghindari terjadinya keruntuhan pada permukaan tanah saat pekerjaan pengeboran dilakukan. Setelah pemasangan *temporary casing* selesai dilanjutkan dengan pengeboran tanah.

2.2.4.3 Pekerjaan Pengeboran

Pekerjaan pengeboran dilakukan menggunakan *bore machine* dengan diameter dan panjang kedalaman titik yang disesuaikan dengan gambar *shop drawing*. Tanah di

bor dengan cara memutar *bore machine* dan diangkat setiap interval 0,5 meter. Hal ini dilakukan secara berulang-ulang sampai kedalaman rencana yang ditentukan. Pada saat pengeboran terjadi pengikisan tanah. Proses pengikisan tanah dibantu dengan tembakan air lewat lubang stang bor sehingga menyebabkan tanah yang terkikis menjadi lumpur dan terdorong keluar dari lubang pengeboran. Setelah pengeboran selesai, dilakukan pembersihan dasar lubang dari air atau lumpur dengan *cleaning bucket* dan dilakukan pengukuran kedalaman lubang dengan menurunkan *measuring tape* ke dasar lubang pengeboran. Pekerjaan pengeboran ini dilakukan bersamaan dengan fabrikasi tulangan *retaining wall* dengan tujuan efisiensi waktu pengerjaan.

2.2.4.4 Pekerjaan Pembesian

Pekerjaan pembesian pada *retaining wall* dilakukan dengan fabrikasi tulangan terlebih dahulu di area los besi. Fabrikasi tulangan meliputi pemotongan, pembengkokan, dan perakitan tulangan. Fabrikasi tulangan dirakit dengan panjang maksimal 12 meter karena material baja tulangan yang ada di pasaran adalah sepanjang itu, maka dilakukan penyambungan tulangan ketika kebutuhan fabrikasi tulangan lebih dari 12 meter. Setelah fabrikasi tulangan selesai, tulangan *retaining wall* yang telah dirakit akan diangkat menggunakan *tower crane* dan dilakukan pemasangan dengan penyambungan tulangan yang diikat menggunakan kawat bendrat serta dilakukan pengelasan sebagai perkuatan.

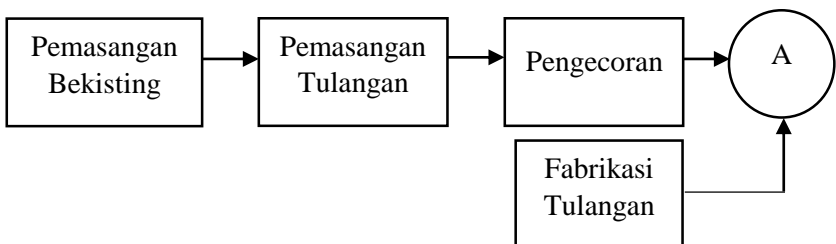
2.2.4.5 Pekerjaan Pengecoran

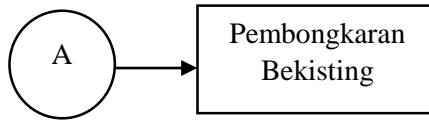
Pada tahapan ini dilakukan terlebih dahulu pemasangan pipa tremi dari besi yang dimasukkan dengan panjang sesuai kedalaman lubang pengeboran. Dengan sistem tremi ini pengecoran dimulai dari dasar lubang. Pengecoran dilakukan dengan beton *ready mix* dari *concrete pump* yang dituangkan kedalam pipa tremi. Pada saat pengecoran, ujung pipa tremi akan tertanam beton karena beton mengalir naik dengan adanya tekanan dari bawah sehingga pipa tremi dilepas setiap 3 meter akan tetapi ujung pipa di dalam harus dalam keadaan tertanam di dalam beton. Pengecoran dilakukan sampai beton mengisi ruang dari dasar lubang hingga ke permukaan.

2.2.5 Raft Foundation dan Pile Cap

2.2.5.1 Metodologi Pelaksanaan

Raft foundation memiliki kesamaan dengan *pile cap*, perbedaannya terdapat pada volume masa yang dibutuhkan dimana *raft foundation* memiliki volume masa yang lebih besar dibandingkan *pile cap*. Metodologi pelaksanaan pekerjaan *raft foundation* dan *pile cap* akan dijelaskan dalam hubungan antar aktivitas berikut ini :





Gambar 2.9 Metodologi Pelaksanaan *Raft Foundation* dan *Pile Cap*

2.2.5.2 Pekerjaan Bekisting

Pekerjaan bekisting *raft foundation* dan *pile cap* ini dilakukan setelah pekerjaan galian dan urugan lantai kerja. Selanjutnya dilakukan pekerjaan bekisting. Pekerjaan bekisting menggunakan batako yang disusun dengan cara menumpuknya keatas. Penyusunan bekisting batako dikerjakan bersamaan dengan fabrikasi tulangan dengan tujuan efisiensi waktu pengerjaan. Fabrikasi tulangan dikerjakan di area los besi.

2.2.5.3 Pekerjaan Pembesian

Pekerjaan pembesian pada *raft foundation* dan *pile cap* dilakukan dengan fabrikasi tulangan terlebih dahulu di area los besi dan dilakukan pekerjaan *cutting pile* sehingga tulangan *pile* terhubung dengan tulangan *raft foundation* dan *pile cap*. Fabrikasi tulangan meliputi pemotongan dan pembengkokan tulangan. Setelah fabrikasi tulangan selesai dan bekisting telah terpasang, dilanjutkan dengan perakitan tulangan *raft foundation* dan *pile cap* sesuai dengan gambar *shop drawing*.

2.2.5.4 Pekerjaan Pengecoran

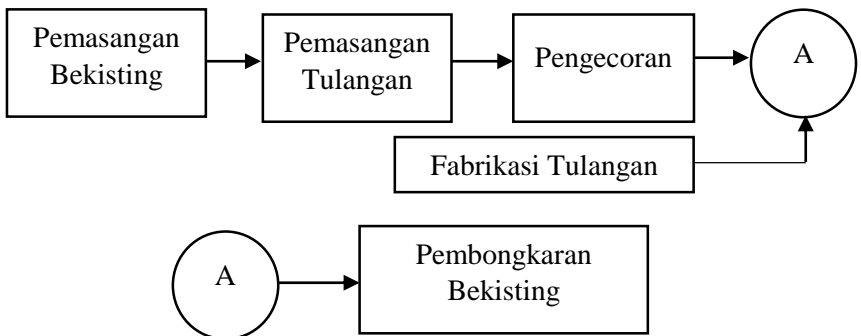
Pekerjaan pengecoran *raft foundation* dan *pile cap* diawali dengan pengecekan tulangan terlebih dahulu dan

dilakukan pembersihan area kerja menggunakan *air compressor* untuk membersihkan kotoran-kotoran yang dapat mengurangi mutu dan daya lekatan tulangan pada beton seperti debu, potongan kawat bendrat, dan potongan papan kayu. Pada bagian tulangan yang terhubung dengan *tie beam* diberi kawat ayam atau stop cor sebagai pembatas beton. Setelah pengecekan selesai dilakukan pengecoran menggunakan beton *ready mix* dari *concrete pump* yang di tuangkan melalui pipa cor. Untuk pengecoran *raft foundation* dilakukan secara terus menerus karena membutuhkan volume masa yang lebih besar dibandingkan pengecoran pada *pile cap*.

2.2.6 Tie Beam

2.2.6.1 Metodologi Pelaksanaan

Metodologi pelaksanaan pekerjaan *tie beam* akan dijelaskan dalam hubungan antar aktivitas berikut ini :



Gambar 2.10 Metodologi Pelaksanaan *Tie Beam*

2.2.6.2 Pekerjaan Bekisting

Pekerjaan bekisting *tie beam* ini dilakukan setelah pekerjaan galian dan urugan lantai kerja. Setelah itu

dilakukan pemasangan bekisting menggunakan batako yang disusun. Pada saat pemasangan bekisting, batako disusun menggunakan plester yang terbuat dari campuran air, pasir, dan semen sebagai perekat. Pemasangan bekisting dikerjakan bersamaan dengan fabrikasi tulangan dengan tujuan efisiensi waktu pengerjaan. Fabrikasi tulangan dikerjakan di area los besi.

2.2.6.3 Pekerjaan Pembesian

Pekerjaan pembesian pada *tie beam* dilakukan dengan fabrikasi tulangan terlebih dahulu di area los besi. Fabrikasi tulangan meliputi pemotongan dan pembengkokan tulangan. Setelah fabrikasi tulangan selesai dan bekisting telah terpasang, dilanjutkan dengan perakitan tulangan *tie beam* yang dihubungkan dengan tulangan *raft foundation* dan *pile cap* sesuai dengan gambar *shop drawing*.

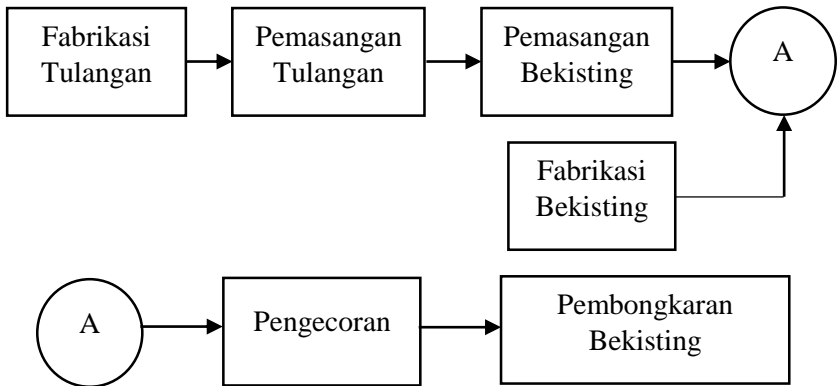
2.2.6.4 Pekerjaan Pengecoran

Pekerjaan pengecoran *tie beam* dilakukan dengan menggunakan beton *ready mix* yang disalurkan melalui pipa cor. Sebelum penuangan beton, dilakukan terlebih dahulu pembersihan pipa cor menggunakan mortar dari campuran air dan semen dengan menyemprotkan mortar tersebut ke dalam pipa cor lalu dibuang dengan ditampung oleh *bucket*. Setelah itu dilakukan pengecoran dan pada saat beton telah tertuang, dilakukan perojokan menggunakan alat *vibrator* agar beton mengisi ruang serta menghindari adanya udara yang ada didalam beton karena dapat menurunkan mutu beton.

2.2.7 Kolom

2.2.7.1 Metodologi Pelaksanaan

Metodologi pelaksanaan pekerjaan kolom akan dijelaskan dalam hubungan antar aktivitas berikut ini :



Gambar 2.11 Metodologi Pelaksanaan Kolom

2.2.7.2 Pekerjaan Pemesian

Pekerjaan pemesian kolom dilakukan fabrikasi terlebih dahulu di los besi. Fabrikasi meliputi pemotongan, pembengkokan, dan perakitan tulangan kolom sesuai dengan gambar *shop drawing*. Pada kolom dasar basement akan dihubungkan dengan tulangan *pile* yang telah dipotong, sedangkan untuk kolom di atasnya akan diberi tulangan *overlap* yaitu sebesar 40D agar bisa dikaitkan dengan kolom berikutnya. Setelah selesai dirakit, tulangan kolom diangkat menggunakan *tower crane* dan dilakukan pemasangan dengan menyambung kolom pada lantai sebelumnya menggunakan kawat bendrat. Pemasangan tulangan dikerjakan bersamaan dengan fabrikasi bekisting dengan tujuan efisiensi waktu pengerjaan.

2.2.7.3 Pekerjaan Bekisting

Pekerjaan bekisting pada kolom dilakukan setelah tulangan terpasang. Pemasangan bekisting dilakukan dengan diangkat menggunakan *tower crane*. Dan setelah bekisting terpasang dilanjutkan dengan *marking* yang bertujuan untuk acuan agar bekisting lurus secara vertikal dan horizontal.

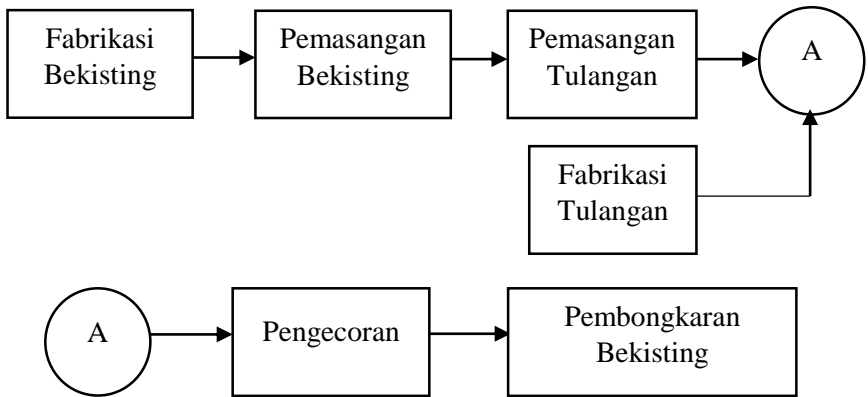
2.2.7.4 Pekerjaan Pengecoran

Pekerjaan pengecoran kolom dilakukan setelah pengecekan tulangan dan bekisting. Selanjutnya dilakukan pembersihan area kerja menggunakan *air compressor* untuk membersihkan kotoran-kotoran yang dapat mengurangi mutu dan daya lekatan tulangan pada beton seperti debu, potongan kawat bendrat, dan potongan papan kayu. Pada bagian tulangan yang terhubung dengan balok dan pelat diberi kawat ayam atau stop cor sebagai pembatas beton. Pengecoran kolom dilakukan dengan menggunakan beton *ready mix* yang dimasukkan kedalam *concrete bucket* yang diangkat menggunakan *tower crane* dan beton disalurkan melalui pipa tremi sepanjang 4 meter.

2.2.8 Balok dan Pelat Lantai

2.2.8.1 Metodologi Pelaksanaan

Metodologi pelaksanaan pekerjaan balok dan pelat lantai akan dijelaskan dalam hubungan antar aktivitas berikut ini :



Gambar 2.12 Metodologi Pelaksanaan Balok dan Pelat Lantai

2.2.8.2 Pekerjaan Bekisting

Pekerjaan bekisting balok dan pelat lantai ini diawali dengan pemasangan perancah terlebih dahulu. Setelah itu dilakukan pemasangan bekisting menggunakan papan kayu. Sebelum melakukan pemasangan bekisting, dilakukan terlebih dahulu fabrikasi bekisting. Fabrikasi meliputi pengukuran dan pemotongan papan kayu kemudian dilanjutkan dengan pemasangan bekisting. Pemasangan bekisting dikerjakan bersamaan dengan fabrikasi tulangan dengan tujuan efisiensi waktu pengerjaan. Fabrikasi tulangan dikerjakan di area los besi.

2.2.8.3 Pekerjaan Pembesian

Pekerjaan pembesian pada balok dan pelat lantai dilakukan dengan fabrikasi tulangan terlebih dahulu di area los besi. Fabrikasi tulangan meliputi pemotongan dan pembengkokan tulangan. Setelah fabrikasi tulangan selesai dan bekisting telah terpasang, dilanjutkan dengan

perakitan tulangan balok dan pelat lantai yang dihubungkan dengan tulangan kolom pada sisi tumpuan sesuai dengan gambar *shop drawing*.

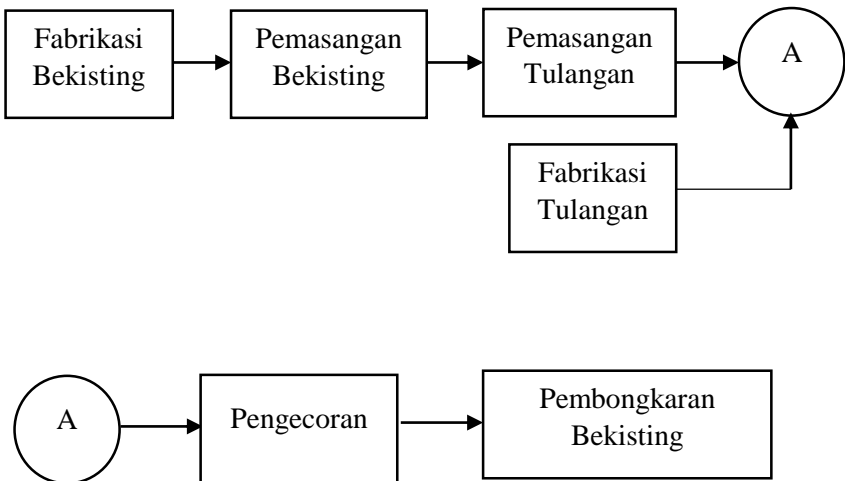
2.2.8.4 Pekerjaan Pengecoran

Pekerjaan pengecoran dilakukan setelah pengecekan tulangan dan bekisting terlebih dahulu. Pengecoran dilakukan menggunakan beton *ready mix* yang dimasukkan kedalam *concrete bucket* yang diangkat menggunakan *tower crane* dan beton disalurkan melalui pipa tremi sepanjang 4 meter.

2.2.9 Tangga

2.2.9.1 Metodologi Pelaksanaan

Metodologi pelaksanaan pekerjaan tangga akan dijelaskan dalam hubungan antar aktivitas berikut ini :



Gambar 2.13 Metodologi Pelaksanaan Tangga

2.2.9.2 Pekerjaan Bekisting

Pekerjaan bekisting menggunakan kayu multiplek dengan ketebalan 12 mm. Dilakukan *marking* terlebih dahulu untuk menentukan tanda sebagai injakan, tanjakan, dan kemiringan tangga. Setelah itu dipasang perancah untuk menahan beban dari tangga tersebut selama proses pengecoran. Bekisting multiplek dipasang sesuai dengan injakan, tanjakan, dan kemiringan tangga. Pemasangan bekisting dikerjakan bersamaan dengan fabrikasi tulangan dengan tujuan efisiensi waktu pengerjaan.

2.2.9.3 Pekerjaan Pemesian

Pekerjaan pemesian diawali dengan fabrikasi terlebih dahulu di area los besi. Fabrikasi tulangan meliputi pemotongan dan pembengkokan tulangan yang kemudian diangkut menggunakan *tower crane* ke segmen tangga yang akan dipasang tulangan. Setelah itu dilakukan perakitan tulangan tangga. Pada bagian bordes dan tumpuan tangga akan dihubungkan dengan panjang penyaluran tulangan balok.

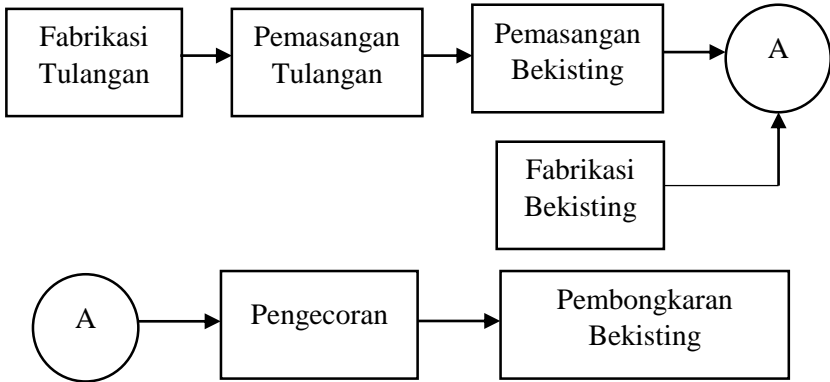
2.2.9.4 Pekerjaan pengecoran

Pekerjaan pengecoran pada tangga dilakukan setelah pengecekan tulangan dan bekisting terlebih dahulu. Pengecoran menggunakan beton *ready mix* dari *concrete pump* yang di tuangkan dan disalurkan melalui pipa cor. Pengecoran dilakukan bertahap dari bagian atas hingga ke bagian bawah tangga dan dilakukan perojokan menggunakan alat *vibrator* selama proses pengecoran berlangsung untuk menghindari adanya udara dalam beton yang dapat menurunkan mutu beton.

2.2.10 Shear Wall

2.2.10.1 Metodologi Pelaksanaan

Metodologi pelaksanaan pekerjaan *shear wall* akan dijelaskan dalam hubungan antar aktivitas berikut ini :



Gambar 2.14 Metodologi Pelaksanaan *Shear Wall*

2.2.10.2 Pekerjaan Pembesian

Pekerjaan pembesian *shear wall* dilakukan fabrikasi terlebih dahulu di los besi. Fabrikasi meliputi pemotongan, pembengkokan, dan perakitan tulangan *shear wall* sesuai dengan gambar *shop drawing*. Pada *shear wall* dasar *basement* akan dihubungkan dengan tulangan *pile* yang telah dipotong, sedangkan untuk *shear wall* di atasnya akan diberi tulangan *overlap* yaitu sebesar 40D agar bisa dikaitkan dengan *shear wall* berikutnya. Setelah selesai dirakit, tulangan *shear wall* diangkat menggunakan *tower crane* dan dilakukan pemasangan dengan menyambung *shear wall* pada lantai sebelumnya menggunakan kawat bendrat. Pemasangan tulangan

dikerjakan bersamaan dengan fabrikasi bekisting dengan tujuan efisiensi waktu pengerjaan

2.2.10.3 Pekerjaan Bekisting

Pekerjaan bekisting pada *shear wall* dilakukan setelah tulangan terpasang. Pemasangan bekisting dilakukan dengan diangkat menggunakan *tower crane*. Bekisting *shear wall* akan dipasang diatas *climbing* dan *platform* yang merupakan metode dari *climbing formwork*. Tujuan penerapan metode ini adalah sebagai penopang dan menjaga ketegakan *shear wall* dan untuk memudahkan dalam pemasangan bekisting. Dan setelah bekisting terpasang, pada sisi *shear wall* yang berhadapan dipasang *tie rod* yang terbuat dari besi sebagai pengencang. Pada pemasangan *tie rod* akan terdapat lubang sebesar pipa kecil bekas penggunaan *tie rod* yang bertujuan untuk mempererat bekisting tidak ikut dicor dan agar mudah terlepas. Setelah itu dilanjutkan dengan *marking* yang bertujuan untuk acuan agar bekisting lurus secara vertikal dan horizontal.

2.2.10.4 Pekerjaan Pengecoran

Pekerjaan pengecoran *shear wall* dilakukan setelah pengecekan tulangan dan bekisting. Pengecoran *shear wall* dilakukan dengan menggunakan beton *ready mix* yang dimasukkan kedalam *concrete bucket* yang diangkat menggunakan *tower crane* dan beton disalurkan melalui pipa tremi sepanjang 4 meter. Selama proses pengecoran saat beton telah tertuang, dilakukan pemerataan hasil cor menggunakan alat *vibrator* agar beton mengisi ruang serta menghindari adanya udara

yang ada didalam beton karena dapat menurunkan mutu beton.

2.3 Perhitungan Volume

Perhitungan volume yang digunakan mengacu pada gambar *shop drawing* untuk menghitung biaya dan waktu suatu item pekerjaan

2.3.1 Pekerjaan Bekisting

Pekerjaan bekisting pada proyek pembangunan Apartemen Caspian *Grand Sungkono Lagoon* Kota Surabaya meliputi :

- Bekisting *Raft Foundation* dan *Pile Cap*
- Bekisting *Tie Beam*
- Bekisting Kolom
- Bekisting Balok
- Bekisting Pelat Lantai
- Bekisting Tangga
- Bekisting *Shear Wall*

Untuk pekerjaan struktur bawah pada proyek pembangunan Apartemen Caspian *Grand Sungkono Lagoon* Kota Surabaya menggunakan bekisting dari batako yang ikut di cor dalam proses pengecoran pada raft foundation, pile cap, dan tie beam. Bekisting dari batako memiliki ukuran 0.4m x 0.2m x 0.1m yang dipasang dengan jarak spasi adukan adalah 2cm. Sedangkan untuk pekerjaan struktur bawah menggunakan bekisting yang terbuat dari kayu yang digunakan sebagai cetakan beton pada kolom, balok, pelat lantai, tangga, dan *shear wall*. Bekisting menggunakan multiplex dengan ukuran 1.20m x 2.40m x 0.012m. Penggunaan kayu sebagai bekisting ini dapat

dipakai kembali sebanyak 50% sampai 80% setelah pembongkaran.

Perhitungan volume bekisting didapatkan dari luasan penampang yang ada. Berikut adalah rumus perhitungan volume bekisting :

- Bekisting *Raft Foundation* dan *Pile Cap*

Persegi

$$L = [(s_{\text{pile cap}} \times t_{\text{pile cap}}) \times 4] - (b_n \text{ tie beam} \times h_n \text{ tie beam}) \dots \dots \dots (2.17)$$

Persegi Panjang

$$L = [(p_{\text{pile cap}} + l_{\text{pile cap}}) \times 2] \times t_{\text{pile cap}} - (b_n \text{ tie beam} \times h_n \text{ tie beam}) \dots \dots \dots (2.18)$$

- Bekisting *Retaining Wall*

$$L = [(p_{\text{retaining wall}} + l_{\text{retaining wall}}) \times 2] \times t_{\text{retaining wall}} \dots \dots \dots (2.19)$$

- Bekisting *Tie Beam*

$$L = [2 \times ((h_{\text{tie beam}} - t_{\text{pelat}} - t_{\text{urugan}} - t_{\text{lantai kerja}}) \times p_{\text{tie beam}})] \dots \dots \dots (2.20)$$

- Bekisting Kolom

Persegi

$$L = [(t_{\text{kolom}} \times p_{\text{kolom}}) \times 4] - (b_n \text{ balok} \times h_n \text{ balok}) \dots \dots \dots (2.21)$$

Persegi Panjang

$$L = [(p_{\text{kolom}} + l_{\text{kolom}}) \times 2] \times t_{\text{kolom}} - (b_n \text{ balok} \times h_n \text{ balok}) \dots \dots \dots (2.22)$$

- Bekisting Balok

$$L = [2 \times ((h_{\text{balok}} - t_{\text{pelat}}) \times p_{\text{balok}})] + (l_{\text{balok}} - p_{\text{balok}}) \dots \dots \dots (2.23)$$

- Bekisting Pelat Lantai

$$L = p_{\text{pelat}} (m) \times l_{\text{pelat}} (m) \dots \dots \dots (2.24)$$

- Bekisting Tangga

Pelat Tangga

$$L = (p_{\text{pelat}} \times l_{\text{pelat}}) + [2 \times (t_{\text{pelat}} \times p_{\text{pelat}})] \dots \dots \dots (2.25)$$

Pelat Bordes

$$L = (p_{\text{bordes}} \times l_{\text{bordes}}) + [2 \times (t_{\text{bordes}} \times p_{\text{bordes}})] \dots \dots \dots (2.26)$$

Anak Tangga

$$L = [n_{\text{injakan}} \times (h_{\text{injakan}} \times l_{\text{injakan}})] \dots \dots \dots (2.27)$$

- Bekisting *Shear Wall*

$$L = [((p_{\text{shear wall}} + l_{\text{shear wall}}) \times 2) \times t_{\text{shear wall}}] \dots \dots \dots (2.28)$$

Setelah didapatkan perhitungan volume bekisting yang menggunakan batako, dilakukan perhitungan material yang digunakan untuk campuran spesi atau mortar. Berikut adalah perhitungan volume material untuk campuran spesi :

- Volume Mortar

$$V = \text{Volume batako (m}^3\text{)} \times \text{Keperluan mortar (lihat tabel 2.15)} \dots \dots \dots (2.29)$$

- Volume Semen

$$V = \text{Volume mortar (m}^3\text{)} \times \text{Keperluan semen (lihat tabel 2.16)} \dots \dots \dots (2.30)$$

- Volume Pasir

$$V = \text{Volume mortar (m}^3\text{)} \times \text{Keperluan pasir (lihat tabel 2.16)} \dots \dots \dots (2.31)$$

- Volume Air

$$V = \text{Volume batako (m}^3\text{)} \times \text{Keperluan air (250 liter/1000 batako)} \dots \dots \dots (2.32)$$

Keperluan mortar atau spesi yang digunakan akan disajikan dalam tabel berikut ini :

Tabel 2.15: Keperluan Mortar untuk 1000 Buah Pasangan Batu Bata Berukuran Standard

| Keperluan Mortar | | | | | | | | | |
|--------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Tebal sambungan (cm) | 0,65 | 0,75 | 0,95 | 1 | 1,25 | 1,5 | 1,6 | 1,75 | 2 |
| Mortar (m ³) | 0,42 | 0,5 | 0,58 | 0,66 | 0,73 | 0,81 | 0,89 | 0,97 | 1,05 |

Sumber: Ir.A Soedradjat S, *Analisa (cara modern) Anggaran Biaya Pelaksanaan Lanjutan, Nova, Bandung, halaman 123*

Tabel 2.16: Bahan yang Diperlukan untuk Campuran 1 m³ Mortar atau Spesi yang Terdiri dari Semen dan Pasir

| Campuran Semen : Pasir | Semen | | Pasir (m ³) |
|------------------------|---------|----------------|-------------------------|
| | Kantong | m ³ | |
| 1 : 1 | 24,75 | 0,7 | 0,7 |
| 1 : 2 | 16,6 | 0,47 | 0,96 |
| 1 : 3 | 12,75 | 0,36 | 1,08 |
| 1 : 4 | 10,25 | 0,29 | 1,16 |

Sumber: Ir.A Soedradjat S, *Analisa (cara modern) Anggaran Biaya Pelaksanaan Lanjutan, Nova, Bandung, Tabel 6-4b, halaman 125*

Sedangkan untuk bekisting yang menggunakan kayu memiliki kebutuhan yang berbeda-beda setiap item pekerjaannya. Berikut adalah kebutuhan kayu yang digunakan sebagai bekisting atau cetakan beton :

Tabel 2.17: Keperluan Kayu untuk Cetakan Beton Luas
Cetakan 10 m²

| Jenis Cetakan | Kayu | Paku, baut-baut, dan kawat (kg) |
|---------------------------|-------------|------------------------------------|
| Pondasi/Pangkai Jembatan | 0,46 - 0,81 | 2,73 - 5 |
| Dinding | 0,46 - 0,62 | 2,73 - 4 |
| Lantai | 0,41 - 0,64 | 2,73 - 4 |
| Atap | 0,46 - 0,69 | 2,73 - 4,55 |
| Tiang-tiang | 0,44 - 0,74 | 2,73 - 5 |
| Kepala tiang | 0,46 - 0,92 | 2,73 - 5,45 |
| Balok-balok | 0,69 - 1,61 | 3,64 - 7,27 |
| Tangga | 0,69 - 1,38 | 3,64 - 6,36 |
| Sudut-sudut tiang/balok | 0,46 - 1,84 | 2,73 - 6,82 |
| Ambang jendela dan lintel | 0,58 - 1,84 | 3,18 - 6,36 |

Sumber: Ir.A Soedradjat S, *Analisa (cara modern) Anggaran Biaya Pelaksanaan Lanjutan*, Nova, Bandung, Tabel 5-1, halaman 85

Dilakukan pelumuran oli atau minyak pada permukaan bekisting yang menggunakan kayu agar bekisting mudah di lepas setelah proses pengecoran. Kebutuhan oli atau minyak bekisting pada bekisting kayu adalah sekitar 2-3,75 (liter) tiap 10 m² bidang bekisting. Berikut adalah rumus perhitungan keperluan bahan bekisting :

- Keperluan Kayu Bekisting

$$= \frac{\text{Luas bekisting (m}^2\text{)}}{\text{Luas multiplek tiap lembar (m}^2\text{)}} \dots\dots\dots(2.33)$$

- Keperluan Paku Bekisting

$$= \frac{\text{Luas bekisting (m}^2\text{)}}{10 \text{ m}^2} \times \text{Keperluan Paku} \dots\dots\dots(2.34)$$
- Keperluan Oli atau Minyak Bekisting

$$= \frac{\text{Luas bekisting (m}^2\text{)}}{10 \text{ m}^2} \times \text{Keperluan Oli atau Minyak (2-3,75 liter)} \dots\dots\dots(2.35)$$

2.3.2 Pekerjaan Pembesian

Pekerjaan pembesian pada penulangan beton dihitung berdasarkan berat besi dalam satuan kilogram atau ton. Dalam pekerjaan pembesian terdapat fabrikasi yang meliputi pemotongan tulangan, pembengkokan tulangan, dan panjang kait tulangan yang digunakan untuk perhitungan volume pembesian. Pekerjaan pembesian pada proyek pembangunan Apartemen Caspian *Grand Sungkono Lagoon* Kota Surabaya meliputi :

- Penulangan Pondasi *Bore Pile*
- Penulangan *Retaining Wall*
- Penulangan *Raft foundation*
- Penulangan *Pile Cap*
- Penulangan *Tie Beam*
- Penulangan Kolom
- Penulangan Balok
- Penulangan Pelat Lantai
- Penulangan Tangga
- Penulangan *Shear Wall*

Berikut adalah ketentuan panjang penjangkaran, panjang bengkokan, dan panjang kaitan sesuai dengan yang tertera pada gambar struktur proyek pembangunan Apartemen Caspian *Grand Sungkono Lagoon* Kota Surabaya :

| Mutu Baja | d_b (m m) | Panjang Sambungan Lewatan I_s (mm) | | | | | | |
|-----------|-------------------|--------------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| | | Mutu Beton | | | | | | |
| | | K-225 | K-250 | K-300 | K-350 | K-400 | K-450 | K-500 |
| BJT D-40 | 29 | 213 0 | 202 0 | 181 0 | 168 0 | 157 0 | 148 0 | 141 0 |
| | 32 | 235 0 | 223 0 | 199 0 | 185 0 | 173 0 | 164 0 | 155 0 |

Sumber: Gambar Struktur Gedung Apartemen Caspian

Tabel 2.19: Panjang Penjangkaran dengan Kait Berdasarkan Diameter Tulangan

| Mu tu Baja | d_b (m m) | Panjang Sambungan Lewatan I_s (mm) | | | | | | |
|------------|-------------------|--------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | | Mutu Beton | | | | | | |
| | | K-225 | K-250 | K-300 | K-350 | K-400 | K-450 | K-500 |
| BJ TP-24 | 8 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 |
| | 10 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 |
| | 12 | 170 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 |
| BJ TD-40 | 8 | 180 | 170 | 160 | 150 | 150 | 150 | 150 |
| | 10 | 230 | 220 | 200 | 180 | 170 | 160 | 150 |
| | 12 | 280 | 260 | 240 | 220 | 200 | 190 | 180 |
| | 13 | 300 | 290 | 260 | 240 | 220 | 210 | 200 |
| | 16 | 370 | 350 | 320 | 290 | 270 | 260 | 250 |
| | 19 | 440 | 420 | 380 | 350 | 330 | 310 | 290 |
| | 20 | 470 | 440 | 400 | 370 | 340 | 320 | 310 |
| | 22 | 510 | 490 | 440 | 400 | 380 | 360 | 340 |
| 25 | 580 | 550 | 500 | 460 | 430 | 410 | 390 | |

| Mu tu Baj a | d_b (m m) | Panjang Sambungan Lewatan I_s (mm) | | | | | | |
|----------------------|-------------------|--------------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | | Mutu Beton | | | | | | |
| | | K- 225 | K- 250 | K- 300 | K- 350 | K- 400 | K- 450 | K- 500 |
| BJ | 29 | 680 | 640 | 580 | 530 | 500 | 470 | 450 |
| TD -40 | 32 | 750 | 710 | 640 | 590 | 550 | 520 | 500 |

Sumber: Gambar Struktur Gedung Apartemen Caspian

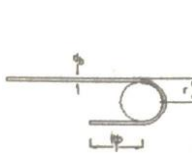
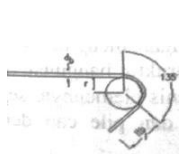
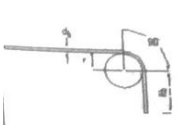
Tabel 2.20: Panjang Penjangkaran Tanpa Kait Berdasarkan Diameter Tulangan

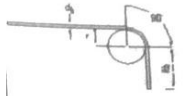
| Mutu Baja | d_b (m m) | Panjang Sambungan Lewatan I_s (mm) | | | | | | |
|--------------|-------------------|--------------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | | Mutu Beton | | | | | | |
| | | K- 225 | K- 250 | K- 300 | K- 350 | K- 400 | K- 450 | K- 500 |
| BJT P-24 | 8 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 |
| | 10 | 350 | 330 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 |
| | 12 | 420 | 400 | 350 | 330 | 310 | 300 | 300 |
| BJT D-40 | 8 | 360 | 400 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 |
| | 10 | 450 | 420 | 380 | 350 | 330 | 310 | 300 |
| | 12 | 540 | 510 | 460 | 420 | 400 | 370 | 360 |
| | 13 | 580 | 550 | 490 | 460 | 430 | 410 | 390 |
| | 16 | 720 | 680 | 610 | 570 | 530 | 500 | 480 |
| | 19 | 866 0 | 810 | 730 | 670 | 630 | 600 | 570 |
| | 20 | 900 | 850 | 760 | 710 | 660 | 630 | 600 |
| | 22 | 124 0 | 118 0 | 105 0 | 980 | 910 | 860 | 820 |
| | 25 | 141 0 | 134 0 | 120 0 | 111 0 | 104 0 | 980 | 930 |

| | | | | | | | |
|-------------|-------------------|-----------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| BJT D-40 | d_b (m m) | Panjang Sambungan Lewatan IS (mm) | | | | | |
| | | Mutu Beton | | | | | |
| | K- 225 | K- 250 | K- 300 | K- 350 | K- 400 | K- 450 | K- 500 |
| | 29 | 164 0 | 155 0 | 139 0 | 129 0 | 121 0 | 114 0 |
| 32 | 181 0 | 171 0 | 153 0 | 142 0 | 133 0 | 126 0 | 119 0 |

Sumber: Gambar Struktur Gedung Apartemen Caspian

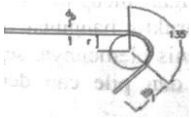
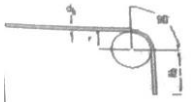
Tabel 2.21: Radius Bengkokan dan Panjang Kaitan untuk Tulangan Utama

| Kait | Ilustrasi | Diameter Tulangan (d_b) | Radius Bengkokan Minimum (r) | I_{tb} Minimum |
|------|---|-----------------------------|----------------------------------|---|
| 180° |  | 10 – 25 mm | 4 d_b | Yang terbesar antara 4 d_b atau 60 mm |
| | | 29 – 36 mm | 5 d_b | |
| | | 40 – 55 mm | 6 d_b | |
| 135° |  | 10 – 25 mm | 4 d_b | Yang terbesar antara 6 d_b atau 75 mm |
| | | 29 – 36 mm | 5 d_b | |
| | | 40 – 55 mm | 6 d_b | |
| 90° |  | 10 – 25 mm | 4 d_b | 12 d_b |
| | | 29 – 36 mm | 5 d_b | |

| Kait | Ilustrasi | Diameter Tulangan (d_b) | Radius Bengkokan Minimum (r) | I_{tb} Minimum |
|------------|---|-----------------------------|----------------------------------|------------------|
| 90° |  | 40 – 55 mm | 6 d_b | 12 d_b |

Sumber: Gambar Struktur Gedung Apartemen Caspian

Tabel 2.22: Radius Bengkokan dan Panjang Kaitan untuk Tulangan Sengkok

| Kait | Ilustrasi | Diameter Tulangan (d_b) | Radius Bengkokan Minimum (r) | I_{tb} Minimum |
|-------------|---|-----------------------------|----------------------------------|---|
| 135° |  | 8 – 16 mm | 4 d_b | Yang terbesar antara 6 d_b atau 75 mm |
| | | 19 – 25 mm | 6 d_b | |
| 90° |  | 8 – 16 mm | 4 d_b | Yang terbesar antara 8 d_b atau 75 mm |
| | | 19 – 25 mm | 6 d_b | |

Sumber: Gambar Struktur Gedung Apartemen Caspian

Panjang bengkokan harus dihitung karena yang diketahui dari gambar struktur hanya radius pembengkokan. Berikut adalah rumus perhitungan panjang bengkokan :

- Panjang Bengkokan

$$= \frac{\text{Kait}^\circ}{360^\circ} \times 2\pi r \dots\dots\dots(2.36)$$

Perhitungan volume pembesian dilakukan dengan berat tulangan yang dikonversikan dalam satuan kilogram/meter. Panjang besi yang digunakan adalah 12 meter tiap batang. Setelah dilakukan fabrikasi besi, didapatkan perhitungan panjang tulangan dan kebutuhan tulangan besi dengan satuan kilogram atau ton dalam rumus sebagai berikut :

- Volume Besi dalam Kilogram

$$V = \text{Panjang total besi (m)} \times \text{Berat besi (kg/m)} \dots\dots(2.37)$$
- Volume Besi dalam Batang

$$V = \frac{\text{Panjang total besi (m)}}{12 \text{ meter tiap batang}} \dots\dots\dots(2.38)$$

Berikut adalah berat besi per meter yang digunakan pada pekerjaan pembesian dalam satuan kilogram :

Tabel 2.23: Berat Besi Tulangan Beton Polos Per Meter Panjang

| Diameter Nominal (d) | Luas Penampang Nominal (A) | Berat Nominal Per Meter' |
|----------------------|----------------------------|--------------------------|
| mm | mm ² | kg/m |
| 6 | 28 | 0,222 |
| 8 | 50 | 0,395 |
| 10 | 79 | 0,617 |
| 12 | 113 | 0,888 |
| 14 | 154 | 1,208 |
| 16 | 201 | 1,578 |

| Diameter Nomin al (d) | Luas Penampang Nomin al (A) | Berat Nomin al Per Meter' |
|-----------------------|-----------------------------|---------------------------|
| mm | mm ² | kg/m |
| 19 | 284 | 2,226 |
| 22 | 380 | 2,984 |
| 25 | 491 | 3,853 |
| 28 | 616 | 4,834 |
| 32 | 804 | 6,313 |
| 36 | 1018 | 7,99 |
| 40 | 1257 | 9,865 |
| 50 | 1964 | 15,413 |

Sumber: SNI 2052 – 2017, Baja Tulangan Beton, Tabel 2, halaman 4

Tabel 2.24: Berat Besi Tulangan Beton Ulir Per Meter Panjang

| Diameter Nomin al (d) | Luas Penampang Nomin al (A) | Tinggi Sirip (H) | | Jarak Sirip Melintang (P) Maks | Lebar Sirip Membujur (T) Maks | Berat Nomin al per Meter |
|-----------------------|-----------------------------|------------------|------|--------------------------------|-------------------------------|--------------------------|
| | | min | maks | | | |
| mm | mm ² | mm | mm | mm | mm | kg/m |
| 6 | 28 | 0,3 | 0,6 | 4,2 | 4,7 | 0,222 |
| 8 | 50 | 0,4 | 0,8 | 5,6 | 6,3 | 0,395 |
| 10 | 79 | 0,5 | 1,0 | 7,0 | 7,9 | 0,617 |
| 13 | 133 | 0,7 | 1,3 | 9,1 | 10,2 | 1,042 |
| 16 | 201 | 0,8 | 1,6 | 11,2 | 12,6 | 1,578 |
| 19 | 284 | 1,0 | 1,9 | 13,3 | 14,9 | 2,226 |

| Diameter Nomin al (d) | Luas Penampang Nominal (A) | Tinggi Sirip (H) | | Jarak Sirip Melintang (P) Maks | Lebar Sirip Membujur (T) Maks | Berat Nomin al per Meter |
|-----------------------|----------------------------|------------------|------|--------------------------------|-------------------------------|--------------------------|
| | | min | maks | | | |
| mm | mm ² | mm | mm | mm | mm | kg/m |
| 22 | 380 | 1,1 | 2,2 | 15,4 | 17,3 | 2,984 |
| 25 | 491 | 1,3 | 2,5 | 17,5 | 19,7 | 3,853 |
| 29 | 661 | 1,5 | 2,9 | 20,3 | 22,8 | 5,185 |
| 32 | 804 | 1,6 | 3,2 | 22,4 | 25,1 | 6,313 |
| 36 | 1018 | 1,8 | 3,6 | 25,2 | 28,3 | 7,990 |
| 40 | 1257 | 2,0 | 4,0 | 28,0 | 31,4 | 9,865 |
| 50 | 1964 | 2,5 | 5,0 | 35,0 | 39,3 | 15,413 |
| 54 | 2290 | 2,7 | 5,4 | 37,8 | 42,3 | 17,978 |
| 57 | 2552 | 2,9 | 5,7 | 39,9 | 44,6 | 20,031 |

Sumber: SNI 2052 – 2017, *Baja Tulangan Beton*, Tabel 3, halaman 5

2.3.3 Pekerjaan Pengecoran

Pekerjaan pengecoran pada proyek pembangunan Apartemen *Caspian Grand Sungkono Lagoon* Kota Surabaya menggunakan beton *ready mix*. Pengecoran yang dilakukan meliputi :

- Pengecoran Pondasi *Bore Pile*
- Pengecoran *Retaining Wall*
- Pengecoran *Raft Foundation*
- Pengecoran *Pile Cap*
- Pengecoran *Tie Beam*
- Pengecoran Kolom

- Pengecoran Balok
- Pengecoran Pelat Lantai
- Pengecoran Tangga
- Pengecoran *Shear Wall*

Perhitungan volume pengecoran beton yang dilakukan pada setiap item pekerjaan adalah tanpa dikurangi dengan volume pembesian. Berikut adalah perhitungan volume pengecoran :

- Volume Pondasi *Bore Pile*
 $V = \text{Tinggi Kedalaman pondasi } bore \text{ pile (m)} \times \text{Luas } bore \text{ pile (m}^2\text{)} \dots\dots\dots(2.39)$
- Volume *Retaining Wall*
 $V = \text{Tinggi Kedalaman } pile \text{ retaining wall (m)} \times \text{Luas } pile \text{ retaining wall (m}^2\text{)} \dots\dots\dots(2.40)$
- Volume *Raft Foundation*
 $V = \text{Panjang}_{rf} \text{ (m)} \times \text{Lebar}_{rf} \text{ (m)} \times \text{Tinggi}_{rf} \text{ (m)} \dots\dots\dots(2.41)$
- Volume *Pile Cap*
 $V = \text{Panjang}_{pc} \text{ (m)} \times \text{Lebar}_{pc} \text{ (m)} \times \text{Tinggi}_{pc} \text{ (m)} \dots\dots\dots(2.42)$
- Volume *Tie Beam*
 $V = \text{Panjang}_{tie \text{ beam}} \text{ (m)} \times \text{Lebar}_{tie \text{ beam}} \text{ (m)} \times \text{Tinggi}_{tie \text{ beam}} \text{ (m)} \dots\dots\dots(2.43)$
- Volume Kolom
 $V = \text{Tinggi}_{kolom} \text{ (m)} \times \text{Panjang}_{kolom} \text{ (m)} \times \text{Lebar}_{kolom} \text{ (m)} \dots\dots\dots(2.44)$
- Volume Balok
 $V = \text{Panjang}_{balok} \text{ (m)} \times \text{Lebar}_{balok} \text{ (m)} \times \text{Tinggi}_{balok} \text{ (m)} \dots\dots\dots(2.45)$
- Volume Pelat Lantai
 $V = \text{Panjang}_{pelat} \text{ (m)} \times \text{Lebar}_{pelat} \text{ (m)} \times \text{Tebal}_{pelat} \text{ (m)} \dots\dots\dots(2.46)$

- Volume Tangga

Pelat Tangga

$$V = \text{Panjang}_{\text{pelat}} \text{ (m)} \times \text{Lebar}_{\text{pelat}} \text{ (m)} \times \text{Tebal}_{\text{pelat}} \text{ (m)} \dots\dots\dots(2.47)$$

Pelat Bordes

$$V = \text{Panjang}_{\text{bordes}} \text{ (m)} \times \text{Lebar}_{\text{bordes}} \text{ (m)} \times \text{Tebal}_{\text{bordes}} \text{ (m)} \dots\dots\dots(2.48)$$

Anak Tangga

$$V = \frac{\text{Lebar}_{\text{injakan}} \text{ (m)} \times \text{Tinggi}_{\text{injakan}} \text{ (m)}}{2} \times \text{Lebar}_{\text{pelat}} \text{ (m)} \times \text{Jumlah Anak Tangga} \dots\dots\dots(2.49)$$

- Volume *Shear Wall*

$$V = \text{Panjang}_{\text{shear wall}} \text{ (m)} \times \text{Lebar}_{\text{shear wall}} \text{ (m)} \times \text{Tinggi}_{\text{shear wall}} \text{ (m)} \dots\dots\dots(2.50)$$

2.4 Perhitungan Durasi

Perhitungan durasi untuk tiap item pekerjaan dihitung berdasarkan teori yang mengacu pada buku Analisa Anggaran Biaya Cara *Modern* oleh Ir. A. Soedrajat S.

2.4.1 Pekerjaan Bekisting

Pada pekerjaan bekisting ini terbagi atas perhitungan durasi bekisting batako dan bekisting kayu.

2.4.1.1 Pekerjaan Bekisting Batako

Perhitungan durasi pekerjaan bekisting batako dilakukan setelah didapatkan volume bekisting batako. Durasi pekerjaan bekisting batako meliputi durasi mengambil dan menumpuk batako, durasi memilih batako, durasi mengangkut batako, durasi mencampur mortar atau spesi, durasi mengangkut mortar, dan durasi memasang batako. Berikut adalah rumus perhitungannya :

- Durasi Mengambil dan Menumpuk Batako (t_1)

$$(t_1) = \frac{\text{Volume batako (m}^3\text{)}}{\text{Kapasitas produksi (m}^3\text{/jam) x Jumlah group}} \dots(2.51)$$
- Durasi Memilih Batako (t_2)

$$(t_2) = \frac{\text{Volume batako (m}^3\text{)}}{\text{Kapasitas produksi (m}^3\text{/jam) x Jumlah group}} \dots(2.52)$$
- Durasi Mengangkut Batako (t_3)

$$(t_3) = \frac{\text{Volume batako (m}^3\text{)}}{\text{Kapasitas produksi (m}^3\text{/jam) x Jumlah group}} \dots(2.53)$$
- Durasi Mencampur Mortar atau Spesi (t_4)

$$(t_4) = \frac{\text{Volume mortar (m}^3\text{)}}{\text{Kapasitas produksi (m}^3\text{/jam) x Jumlah group}} \dots(2.54)$$
- Durasi Mengangkut Mortar (t_5)

$$(t_5) = \frac{\text{Volume mortar (m}^3\text{)}}{\text{Kapasitas produksi (m}^3\text{/jam) x Jumlah group}} \dots(2.55)$$
- Durasi Memasang Batako (t_6)

$$(t_6) = \frac{\text{Volume batako (m}^3\text{)}}{\text{Kapasitas produksi (m}^3\text{/jam) x Jumlah group}} \dots(2.56)$$
- Total Durasi

$$= t_1 + t_2 + t_3 + t_5 + t_6 \dots\dots\dots(2.57)$$

2.4.1.2 Pekerjaan Bekisting Kayu

Perhitungan durasi pekerjaan bekisting kayu untuk cetakan beton tiap luasan 10 m² ditentukan dengan perhitungan durasi menyetel, memasang, membongkar, dan membersihkan. Berikut adalah rumus perhitungannya :

- Durasi Menyetel

$$= \frac{\text{Luas bekisting (m}^2\text{)}}{10 \text{ m}^2} \times \text{Keperluan jam kerja menyetel (lihat tabel 2.25)} \dots\dots\dots(2.58)$$

- Durasi Memasang

$$= \frac{\text{Luas bekisting (m}^2\text{)}}{10 \text{ m}^2} \times \text{Keperluan jam kerja memasang}$$
 (lihat tabel 2.25).....(2.59)
- Durasi Membongkar dan Membersihkan

$$= \frac{\text{Luas bekisting (m}^2\text{)}}{10 \text{ m}^2} \times \text{Keperluan jam kerja membongkar dan membersihkan}$$
 (lihat tabel 2.25).....(2.60)
- Durasi Total

$$= \text{Durasi menyetel} + \text{Durasi memasang} + \text{Durasi membongkar dan membersihkan} + \text{Durasi reparasi}$$
 (lihat tabel 2.25).....(2.61)

Untuk keperluan tenaga buruh untuk pekerjaan cetakan beton tiap luasan 10 m² akan disajikan dalam tabel berikut ini :

Tabel 2.25: Keperluan Tenaga Buruh Untuk Pekerjaan Cetakan Beton

| Jenis Cetakan Kayu | Jam Kerja Tiap Luas Cetakan 10 m ² | | | |
|--------------------------|---|----------|--------------------------|---|
| | Menyetel | Memasang | Membuka dan Membersihkan | Reparasi |
| Pondasi/Pangkal Jembatan | 3 - 7 | 2 - 4 | 2 - 4 | 2 sampai 5 jam untuk segala jenis pekerjaan |
| Dinding | 5 - 9 | 3 - 5 | 2 - 5 | |
| Lantai | 3 - 8 | 2 - 4 | 2 - 4 | |
| Atap | 3 - 9 | 2 - 5 | 2 - 4 | |
| Tiang | 4 - 8 | 2 - 4 | 2 - 4 | |
| Kepala-kepala tiang | 5 - 11 | 3 - 7 | 2 - 5 | |

| Jenis Cetakan Kayu | Jam Kerja Tiap Luas Cetakan 10 m ² | | |
|-----------------------------|---|----------|--------------------------|
| | Menyetel | Memasang | Membuka dan Membersihkan |
| Tangga-tangga | 6 - 12 | 4 - 8 | 3 - 5 |
| Sudut-sudut tiang dan balok | 5 - 11 | 3 - 9 | 3 - 5 |
| Ambang jendela dan lintel | 5 - 10 | 3 - 6 | 3 - 5 |

Sumber: Ir.A Soedradjat S, *Analisa (cara modern) Anggaran Biaya Pelaksanaan Lanjutan*, Nova, Bandung, Tabel 5-2, halaman 86

2.4.2 Pekerjaan Pembesian

Perhitungan durasi pembesian yang dibutuhkan untuk membuat potongan, bengkakan, kaitan, dan pemasangan tulangan oleh tenaga kerja ditentukan dengan rumus perhitungan berikut ini :

- Durasi Memotong Menggunakan Mesin (jam)

$$= \frac{\Sigma \text{Potongan Tulangan (buah)}}{\text{Kapasitas produksi (buah/jam)}} \dots \dots \dots (2.62)$$
- Durasi Membengkakan Menggunakan Mesin (jam)

$$= \frac{\Sigma \text{Bengkakan Tulangan (buah)}}{\text{Kapasitas produksi (buah/jam)}} \dots \dots \dots (2.63)$$
- Durasi Mengkaitkan Menggunakan Mesin (jam)

$$= \frac{\Sigma \text{Kaitan Tulangan (buah)}}{\text{Kapasitas produksi (buah/jam)}} \dots \dots \dots (2.64)$$

- Durasi Pemasangan Tulangan Besi (jam)

$$= \frac{\Sigma \text{Tulangan (buah)}}{\text{Kapasitas produksi (buah/jam)}} \dots \dots \dots (2.65)$$

Untuk jumlah jam kerja buruh dalam 1 hari adalah selama 7 jam, sehingga perhitungan durasi per hari ditentukan dengan rumus berikut ini :

- Durasi dalam Hari

$$= \frac{\text{Jumlah durasi (jam)}}{7 \text{ jam} \times \text{Jumlah group}} \dots \dots \dots (2.66)$$

Durasi untuk pemotongan besi beton diperlukan waktu antara 1 sampai 3 jam untuk 100 buah tulangan yang tergantung dari diameternya, alat yang digunakan, dan keterampilan pekerjanya. Sedangkan untuk durasi jam kerja buruh yang diperlukan untuk membuat 100 bengkokan dan kaitan adalah sebagai berikut :

Tabel 2.26: Jam Kerja Buruh yang Diperlukan Untuk Membuat 100 Bengkokan dan Kaitan

| Ukuran Besi Beton | Dengan Tangan | | Dengan Mesin | |
|-------------------|-----------------|------------|-----------------|------------|
| | Bengkokan (jam) | Kait (jam) | Bengkokan (jam) | Kait (jam) |
| 1/2 " (12 mm) | 2 - 4 | 3 - 6 | 0,8 - 1,5 | 1,2 - 2,5 |
| 5/8 " (16 mm) | 2,5 - 5 | 4 - 8 | 1 - 2 | 1,6 - 3 |
| 3/4 " (19 mm) | | | | |
| 7/8 " (22 mm) | | | | |
| 1 " (25 mm) | 3 - 6 | 5 - 10 | 1,2 - 2,5 | 2 - 4 |
| 1 1/8 " (28,5 mm) | | | | |

| Ukuran Besi Beton | Dengan Tangan | | Dengan Mesin | |
|--------------------|-----------------|------------|-----------------|------------|
| | Bengkokan (jam) | Kait (jam) | Bengkokan (jam) | Kait (jam) |
| 1 1/4 " (31,75 mm) | 4 - 7 | 6 - 12 | 1,5 - 3 | 2,5 - 5 |
| 1 1/2 " (38,1 mm) | | | | |

Sumber: Ir.A Soedradjat S, *Analisa (cara modern) Anggaran Biaya Pelaksanaan Lanjutan, Nova, Bandung, Tabel 5-9, halaman 91*

Keperluan durasi yang dibutuhkan pekerja untuk memasang tulangan besi beton 100 buah batang adalah sebagai berikut :

Tabel 2.27: Jam Kerja Buruh yang Diperlukan Untuk Memasang 100 Buah Batang Tulangan Besi

| Ukuran Besi Beton | Panjang Batang Tulangan (m) | | |
|--------------------|-----------------------------|---------|------------|
| | Dibawah 3 m | (3-6) m | (6-9) m |
| 1/2 " (12 mm) | 3,5 - 6 | 5 - 7 | 6 - 8 |
| 5/8 " (16 mm) | 4,5 - 7 | 6 - 8,5 | 7 - 9,5 |
| 3/4 " (19 mm) | | | |
| 7/8 " (22 mm) | | | |
| 1 " (25 mm) | 5,5 - 8 | 7 - 10 | 8,5 - 11,5 |
| 1 1/8 " (28,5 mm) | | | |
| 1 1/4 " (31,75 mm) | 6,5 - 9 | 8 - 12 | 10 - 14 |
| 1 1/2 " (38,1 mm) | | | |

Sumber: Ir.A Soedradjat S, Analisa (cara modern) Anggaran Biaya Pelaksanaan Lanjutan, Nova, Bandung, Tabel 5-10, halaman 92

2.4.3 Pekerjaan Pengecoran

Pekerjaan pengecoran pada proyek pembangunan Apartemen Caspian *Grand Sungkono Lagoon* Kota Surabaya menggunakan *concrete bucket* yang diangkat menggunakan *tower crane* untuk pekerjaan kolom dan *shear wall*. Sedangkan untuk pekerjaan pondasi *bore pile*, *raft foundation*, *pile cap*, *retaining wall*, *tie beam*, balok dan pelat lantai dan tangga menggunakan *concrete pump* yang disalurkan melalui pipa cor.

2.4.3.1 Durasi Concrete Pump

Durasi pengecoran pada *concrete pump* ditentukan tidak hanya saat menyalurkan beton, tetapi ditentukan dengan tahapan diantaranya adalah sebagai berikut :

- Waktu Persiapan
Waktu yang dibutuhkan untuk pekerjaan persiapan pengecoran terdiri dari :
 - Pengaturan posisi *truck mixer* dan *concrete pump* = 10 menit
 - Pemasangan pompa = 30 menit
 - Waktu tunggu (*idle*) pompa = 10 menit
 - Waktu menuangkan ke *concrete pump* = 10 menit
 Total waktu persiapan yang diperlukan adalah 60 menit
- Waktu Tambahan Persiapan
Waktu yang dibutuhkan untuk tambahan persiapan terdiri dari :
 - Pergantian antar *truck mixer* apabila membutuhkan lebih dari 1 *truck mixer*

= Jumlah *truck mixer* x 5 menit/*truck mixer*.....(2.67)

- Waktu pengujian slump

= Jumlah *truck mixer* x 5 menit/*truck mixer*.....(2.68)

- Waktu Operasional Pengecoran

Waktu yang dibutuhkan saat pengecoran sedang berlangsung dengan rumus perhitungan :

$$= \frac{\text{Volume pengecoran (m}^3\text{)}}{\text{Kapasitas produksi (m}^3\text{/jam)}} \dots\dots\dots(2.69)$$

- Waktu Pasca Pelaksanaan

Waktu yang dibutuhkan pasca pelaksanaan pengecoran terdiri dari :

- Pembersihan pompa = 10 menit

- Pembongkaran pompa = 30 menit

- Persiapan kembali = 10 menit

Total waktu pasca pelaksanaan yang diperlukan adalah 50 menit

- Total Durasi Pengecoran Menggunakan *Concrete Pump*

= Waktu persiapan + Waktu tambahan persiapan + Waktu operasional pengecoran + waktu pasca pelaksanaan.....(2.70)

2.4.3.2 Durasi Concrete Bucket

Durasi pengecoran menggunakan *concrete bucket* ditentukan dengan tahapan berikut ini :

- Waktu Persiapan

Waktu yang dibutuhkan untuk persiapan pengecoran terdiri dari :

- Pengaturan posisi *truck mixer* dan *concrete bucket* = 10 menit

- Penuangan beton *ready mix* ke dalam *bucket* = 10 menit

- Waktu Tambahan Persiapan
Waktu yang dibutuhkan untuk tambahan persiapan terdiri dari :
 - Pergantian antar *truck mixer* apabila dibutuhkan lebih dari 1 *truck mixer*
= Jumlah *truck mixer* x 5 menit/*truck mixer*.....(2.71)
 - Waktu pengujian slump
= Jumlah *truck mixer* x 5 menit/*truck mixer*.....(2.72)
- Waktu Pengangkatan Menggunakan *Tower Crane*
Waktu pengangkatan terdiri dari rumus perhitungan berikut ini :
 - Waktu pengangkutan
=
$$\frac{\text{Tinggi hoisting (m)}}{\text{Kecepatan angkut (m/menit)} \times \text{Efisiensi kerja}} \dots\dots(2.73)$$
 - Waktu *swing*
=
$$\frac{\text{Sudut swing (rad)}}{\text{Kecepatan swing (rpm)} \times \text{Efisiensi kerja}} \dots\dots\dots(2.74)$$
 - Waktu *lowering*
=
$$\frac{\text{Tinggi lowering (m)}}{\text{Kecepatan penurunan (m/menit)} \times \text{Efisiensi kerja}} \dots\dots(2.75)$$
 - Waktu pembongkaran
Pembongkaran material membutuhkan waktu = 15 menit
 - Waktu *swing* kembali
=
$$\frac{\text{Sudut swing}}{\text{Kecepatan swing (rpm)} \times \text{Efisiensi kerja}} \dots\dots\dots(2.76)$$
 - Waktu penurunan kembali
=
$$\frac{\text{Tinggi hoisting (m)} - \text{Tinggi lowering (m)}}{\text{Kecepatan penurunan (m/menit)} \times \text{Efisiensi kerja}} \dots\dots(2.77)$$
- Waktu Operasional Pengecoran
Waktu yang dibutuhkan saat pengecoran sedang berlangsung adalah :
=
$$\frac{\text{Volume pengecoran (m}^3\text{)}}{\text{Kapasitas produksi (m}^3\text{/jam)}} \dots\dots\dots(2.78)$$

- Waktu Pasca Pelaksanaan
Waktu yang dibutuhkan untuk persiapan kembali = 10 menit
- Total Durasi Pengecoran Menggunakan *Concrete Bucket*
= Waktu persiapan + Waktu tambahan persiapan + Waktu pengangkatan dengan tower crane + Waktu operasional pengecoran + waktu pasca pelaksanaan.....(2.79)

2.4.4 Pengangkutan Material

Pekerjaan pengangkatan material pada proyek ini menggunakan alat *tower crane*. Tujuannya untuk memudahkan pengangkutan material dari lantai bawah menuju ke lantai atas. Rumus perhitungan frekuensi angkut untuk mengangkut material adalah sebagai berikut :

- Frekuensi Angkut
= $\frac{\text{Berat beban yang diangkat (kg)}}{\text{Kapasitas angkat (kg)}} \dots\dots\dots(2.80)$

Durasi yang dibutuhkan dalam pengangkatan material menggunakan *tower crane* terdiri dari *hoisting time*, *slewing time*, *trolley time*, dan *landing time*. Berikut adalah rumus perhitungannya :

- *Hoisting Time* (Waktu Angkat)
= $\frac{H \text{ tujuan (m)} - H \text{ asal (m)} + H \text{ tambahan (m)}}{\text{Kecepatan angkat (m/menit)}} \dots\dots\dots(2.81)$
- *Slewing Time* (Waktu Putar)
= $\frac{\text{Sudut slewing (rad)}}{\text{Kecepatan putar (rpm)}} \dots\dots\dots(2.82)$
- *Trolley Time* (Waktu Pindah)
= $\frac{\text{Jarak pindah (m)}}{\text{Kecepatan pindah (m/menit)}} \dots\dots\dots(2.83)$

- *Landing Time* (Waktu Turun)

$$= \frac{\text{Jarak turun (m)}}{\text{Kecepatan turun (m/menit)}} \dots\dots\dots(2.84)$$
- Total Waktu yang Dibutuhkan Menggunakan *Tower Crane*

$$= \text{Hoisting time} + \text{Slewing time} + \text{Trolley time} + \text{Landing time} \dots\dots\dots(2.85)$$

Didalam pengangkatan material menggunakan tower crane terdapat waktu untuk bongkar muat dan mengaitkan material. Berikut adalah rumusnya :

- Bongkar Muat
 Waktu yang dibutuhkan untuk membongkar dan mengaitkan material adalah 20 menit
- Perhitungan Waktu Siklus

$$= \text{Waktu muat} + \text{Waktu angkut} + \text{Waktu angkat} + \text{Waktu kembali} \dots\dots\dots(2.86)$$

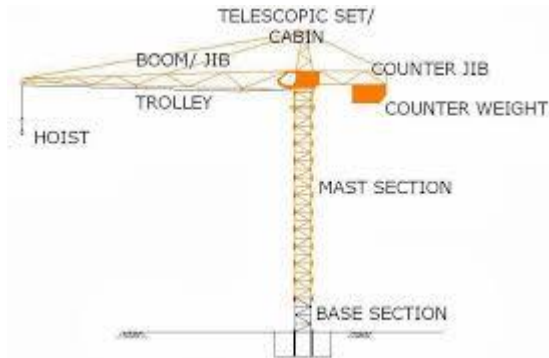
2.5 Penggunaan Alat Berat

Penggunaan alat berat dibutuhkan dalam sebuah pekerjaan konstruksi khususnya dalam proyek pembangunan Apartemen Caspian *Grand Sungkono Lagoon* Kota Surabaya ini. Dalam pengoperasian atau penggunaan alat berat terdapat efisiensi alat yang digunakan untuk perhitungan kapasitas produksi. Faktor efisiensi operasional alat dan pemeliharaan dapat dilihat dalam tabel 2.5. Berikut adalah alat berat yang digunakan dalam proyek ini :

2.5.1 Tower Crane

Tower crane merupakan suatu alat yang digunakan untuk mengangkut material secara vertikal dan horizontal ke suatu

tempat yang tinggi pada ruang gerak bebas yang telah direncanakan. Rangka vertikal dari *tower crane* diberi perletakan yang tetap pada sisi tumpuan bawah untuk menopang berat rangka dan material yang ada di atasnya. *Tower crane* pada proyek ini digunakan untuk mendistribusikan material dan peralatan secara vertikal maupun horizontal. Salah satu peralatan yang diangkut adalah *concrete bucket* untuk keperluan pengecoran pada area yang sulit dijangkau oleh *concrete pump*.



Gambar 2.15 *Tower Crane*
 sumber: (google.com)

2.5.2 Excavator

Excavator merupakan alat yang berfungsi untuk menggali dan mengangkut material tanah. Pekerjaan galian dilakukan pada lantai *basement* untuk pembuatan *raft foundation*, *pile cap*, dan *tie beam*. Berdasarkan jenis penggerakannya, *excavator* yang digunakan adalah tipe *crawler excavator* dengan roda baja.



Gambar 2.16 *Excavator*
sumber: (google.com)

Tabel 2.28: Spesifikasi *Excavator*

| Spesifikasi Alat | |
|-----------------------------|------------------|
| Nama Alat | <i>Excavator</i> |
| Merk | Komatsu |
| Tipe | PC 200-8 |
| <i>Bucket capacity</i> | 1 m ³ |
| Maksimum menggali kedalaman | 6620 mm |

2.5.3 Dump Truck

Dump truck adalah truk yang mempunyai bak terbuka yang bisa digunakan untuk mengangkut barang semacam pasir, kerikil, dan tanah untuk keperluan konstruksi bangunan. Secara umum, *dump truck* dioperasikan dengan bantuan hidrolik dimana bagian depan dari bak bisa diangkat keatas untuk menurunkan material yang diangkutnya ke tempat yang dituju.



Gambar 2.17 *Dump Truck*
sumber: (google.com)

Tabel 2.29: Spesifikasi Dump Truck

| Spesifikasi Alat | |
|------------------------|-------------------|
| Nama Alat | <i>Dump Truck</i> |
| <i>Bucket capacity</i> | 10 m ³ |
| Kapasitas | 10 ton |

2.5.4 Concrete Pump

Concrete pump merupakan alat yang digunakan saat berlangsungnya proses pengecoran beton yang berfungsi memompa beton dengan tekanan yang ditentukan untuk disalurkan ke area pengecoran melalui pipa cor. Mekanisme dari alat ini adalah ketika beton *ready mix* yang datang dari *truck mixer* lalu dituangkan ke bak *concrete pump*, dengan bantuan alat hidrolis beton *ready mix* tersebut akan dipompa dan disalurkan melalui pipa cor.



Gambar 2.18 *Concrete Pump*
sumber: (google.com)

Tabel 2.30: Spesifikasi *Concrete Pump*

| Spesifikasi Alat | |
|--------------------------|-------------------------|
| Nama Alat | <i>Concrete Pump</i> |
| Merk | Hamac |
| Tipe | DHBT80S-13-140 |
| Kapasitas | 80 m ³ / jam |
| Tekanan | 12,5 Mpa |
| Max Pump | 23 detik/menit |
| <i>Delivery Height</i> | 180 m |
| <i>Delivery Distance</i> | 500 m |
| <i>Engine Power</i> | 145 Kw |
| <i>Fuel Tank</i> | 150 L |
| <i>Wight</i> | 6800 Kg |
| <i>Towing Speed</i> | < 8 km/h |

2.5.5 Concrete Bucket

Concrete bucket merupakan alat bantu yang digunakan dalam proses pengecoran dengan mendistribusikan beton ke

area cor. Pada proyek ini *concrete bucket* digunakan untuk pengecoran pekerjaan *tie beam*, kolom, balok dan pelat lantai, *shear wall*. Mekanisme dari alat ini adalah beton *ready mix* dari *truck mixer* yang dituangkan ke *bucket* lalu diangkat menggunakan alat bantu *tower crane*. *Concrete bucket* ini dilengkapi dengan pelat injak yang digunakan untuk menampung pekerja dengan tujuan menuangkan beton ke area cor.



Gambar 2.19 *Concrete Bucket*
sumber: (google.com)

Tabel 2.31: Spesifikasi *Concrete Bucket*

| Spesifikasi Alat | |
|----------------------|----------------------|
| Nama Alat | <i>Concrete Pump</i> |
| Merk | Boscard |
| Tipe | CT-50P |
| Kapasitas | 1 m ³ |
| Diameter | 1200 mm |
| Berat | 310 kg |
| Diameter <i>hose</i> | 8 inci |
| Panjang <i>hose</i> | 4 m |

2.5.6 Truck Mixer

Truck mixer merupakan kendaraan truk yang digunakan untuk mengangkut adukan beton *ready mix* dari tempat *batching plant* atau tempat pembuatan beton menuju lokasi proyek dimana selama pengangkutan, *mixer* terus berputar yang bertujuan agar beton tetap homogen dan tidak mengeras. Dalam menjaga suhu beton ketika dalam proses perjalanan agar beton tetap dalam keadaan segar, maka diberi air es atau zat additive lainnya. *Truck mixer* yang dipakai adalah milik supplier beton yang bekerja sama dengan proyek ini.



Gambar 2.20 *Truck Mixer*
sumber: (google.com)

Tabel 2.32: Spesifikasi *Truck Mixer*

| Spesifikasi Alat | |
|----------------------|--------------------|
| Nama Alat | <i>Truck Mixer</i> |
| Merk | Hino |
| Tipe | DUTRO 130 HD |
| <i>Drum Capacity</i> | 6 m ³ |

| Spesifikasi Alat | |
|----------------------------|------------------|
| <i>Mixing Capacity</i> | 3 m ³ |
| <i>Inclination</i> | 15 Derajat |
| <i>Speed</i> | 16 rpm |
| <i>Water Tank Capacity</i> | 250 Liter |

2.5.7 Vibrator

Vibrator merupakan alat yang digunakan pada saat proses berlangsungnya pengecoran untuk pemadatan beton agar beton tidak menimbulkan rongga-rongga udara yang dapat menurunkan mutu beton. Alat ini disambungkan dengan mesin untuk menggerakannya. Mekanisme alat ini adalah ketika pengecoran dan beton dituangkan ke area cor, lalu beton diratakan dengan alat *vibrator* ini dengan memasukkannya ke dasar area beton yang di cor.



Gambar 2.21 *Vibrator*
sumber: (google.com)

Tabel 2.33: Spesifikasi *Vibrator*

| Spesifikasi Alat | |
|------------------|-----------------|
| Nama Alat | <i>Vibrator</i> |
| Merk | Honda |

| Spesifikasi Alat | |
|----------------------|---------------|
| Tipe | GX160T2 |
| Konsumsi | 1,1 liter/jam |
| <i>Head</i> | 38 mm |
| Panjang <i>Shaft</i> | 4 m |
| Frekuensi Vibrasi | 12000 rpm |

2.5.8 Bar Bender

Bar bender merupakan alat yang digunakan untuk fabrikasi besi dalam membengkokkan tulangan sesuai dengan kebutuhan rencana. Penggunaan alat ini disesuaikan dengan diameter tulangan yang akan dibengkokkan sehingga menghasilkan bengkokan sesuai dengan gambar shop drawing dan ketentuan standard detail penulangan.



Gambar 2.22 *Bar Bender*
sumber: (google.com)

Tabel 2.34: Spesifikasi *Bar Bender*

| Spesifikasi Alat | |
|----------------------|---------------------|
| Nama Alat | <i>Bar Bender</i> |
| Merk | Dynamic |
| Tipe | DB52 |
| Max Bending Diameter | 52 mm |
| <i>Weight</i> | 350 kh |
| Dimension | 1,02 x 740 x 860 mm |

2.5.9 Bar Cutter

Bar cutter merupakan alat yang digunakan untuk fabrikasi besi dalam memotong tulangan sesuai dengan kebutuhan. Pemotongan tulangan besi dapat dilakukan lebih dari satu tulangan dalam satu kali potong. Untuk diameter tulangan yang akan dipotong disesuaikan dengan kebutuhan rencana.



Gambar 2.23 *Bar Cutter*
 sumber: (google.com)

Tabel 2.35: Spesifikasi *Bar Cutter*

| Spesifikasi Alat | |
|----------------------|---------------------|
| Nama Alat | <i>Bar Cutter</i> |
| Merk | Dynamic |
| Tipe | DC 42 |
| Max Bending Diameter | 32 mm |
| <i>Weight</i> | 470 kg |
| Dimension | 1,10 x 500 x 900 mm |

2.6 Perhitungan Anggaran Biaya Pelaksanaan

Dalam perhitungan anggaran biaya pelaksanaan terdapat hal – hal yang menjadi pertimbangan untuk menentukan total biaya pelaksanaan proyek berdasarkan buku Analisa Anggaran Biaya Pelaksanaan Cara *Modern* oleh Ir.A. Soedrajat S yaitu :

2.6.1 Upah Pekerja

Perhitungan upah pekerja ditentukan oleh berbagai aspek, diantaranya adalah durasi jam kerja yang ditetapkan untuk tiap item pekerjaan, keterampilan pekerja, dan keahlian pekerja dalam bekerja. Untuk kondisi lingkungan proyek juga mempengaruhi pekerja dalam kesehatan fisik. Berikut adalah rumus perhitungan upah pekerja :

- Upah Pekerja Dalam Hari
= Durasi (hari) x Upah pekerja (biaya/hari).....(2.87)

2.6.2 Alat-Alat Produksi

Produktivitas alat berat yang digunakan dalam proyek sangat mempengaruhi dalam perhitungan biaya suatu pekerjaan konstruksi. Tiap alat berat memiliki produktivitas yang berbeda – beda sesuai dengan kegunaan alat tersebut dalam membantu penyelesaian pekerjaan proyek. Produksi alat berat dapat dihitung dengan rumus berikut ini :

- Kapasitas Produksi

$$Q = q \times N \times E = q \times \frac{60}{CT} \times E \dots \dots \dots (2.88)$$

Keterangan :

- Q = Produksi alat per jam (m^3/jam)
- q = Kapasitas alat per siklus (m^3)
- N = Jumlah siklus alat dalam satu jam (jam)
- CT = Jumlah siklus alat dalam menit (menit)
- E = Efisiensi kerja alat

Untuk waktu yang dibutuhkan oleh alat berat dalam melakukan satu siklus pekerjaan terdiri dari waktu muat (*loading time*), waktu angkut (*hoisting time*), waktu kembali (*return time*), waktu bongkar (*dumping time*), dan waktu tunggu (*spotting time*). Berikut adalah rumus dari perhitungan waktu siklus :

- Waktu Siklus Dalam Menit

$$CT = \text{loading time (LT)} + \text{hoisting time (HT)} + \text{return time (RT)} + \text{dumping time (DT)} + \text{spotting time (ST)} \dots \dots \dots (2.89)$$

Perhitungan biaya alat berat didapatkan dari pemakaian tiap jam dari durasi pekerjaan alat atau satuan volume pekerjaan yang dikerjakan oleh alat tersebut. Rumus perhitungannya adalah :

- Biaya Alat Berat Dalam Jam

$$= \text{Durasi (jam)} \times \text{Harga sewa alat berat (biaya/jam)} \dots\dots\dots(2.90)$$

2.6.3 Bahan Material

Perhitungan anggaran biaya untuk bahan material ditentukan dari daftar harga yang telah dibuat berdasarkan harga bahan material di daerah tempat lokasi pekerjaan. Berikut adalah rumus perhitungannya :

- Biaya Material Dalam Satuan Volume

$$= \text{Volume material (m}^3\text{)} \times \text{Harga material (biaya/m}^3\text{)} \dots\dots\dots(2.91)$$

2.7 Waktu Penjadwalan

Penjadwalan dalam pengertian proyek konstruksi adalah perangkat untuk menentukan aktivitas yang diperlukan untuk menyelesaikan suatu proyek dalam urutan serta kerangka waktu tertentu, dimana setiap aktivitas harus dilaksanakan agar proyek selesai tepat waktu dengan biaya yang ekonomis (Callahan, 1992). Penjadwalan berfungsi sebagai acuan dalam melaksanakan kegiatan konstruksi seperti waktu mulai suatu kegiatan, waktu selesainya kegiatan, serta berfungsi sebagai pengontrol pelaksanaan suatu proyek agar sesuai dengan waktu yang telah direncanakan. Faktor yang mempengaruhi penjadwalan meliputi sumber daya, waktu, dan biaya. Dalam proyek pembangunan Apartemen Caspian *Grand Sungkono Lagoon* Kota Surabaya untuk membuat penjadwalan proyek menggunakan metode *Precendence Diagram Method* (PDM) dan Kurva S.

2.7.1 Precedence Diagramming Method (PDM)

Precedence Diagramming Method (PDM) merupakan salah satu teknik penjadwalan yang termasuk dalam teknik penjadwalan *Network Planning* atau Rencana Jaringan Kerja (Irika W, 2013). PDM menitik beratkan kegiatan pada node sehingga kadang disebut dengan *Activity on Node* (AON), berbeda dengan metode *Activity on Arrow* (AOA) yang menitik beratkan kegiatan pada anak panah.

Terdapat beberapa perbedaan antara AOA, AON dengan PDM adalah sebagai berikut :

- Pada AOA, kegiatan ditampilkan dengan anak panah, sedangkan AON dan PDM menggunakan node.
- Pada AOA, bentuk node ditampilkan dengan lingkaran, sedangkan AON dan PDM menggunakan bentuk node persegi panjang .
- AON dan PDM memiliki ukuran node lebih besar dari node AOA karena berisi lebih banyak keterangan.
- Metode perhitungan AOA dengan PDM memiliki perbedaan dalam menentukan rencana jaringan kerja.

Dalam PDM, aktivitas atau kegiatan ditunjukkan dengan node yang berbentuk kotak dan berukuran besar. Didalam node tersebut terdapat hal-hal yang dimasukkan sebagai berikut :

- Durasi
- Nomor Kegiatan atau Aktivitas
- Deskripsi Aktivitas
- ES, EF, LS, LF

Keterangan :

ES = *Earliest start*

EF = *Earliest finish*

LS = *Latest start*

LF = *Latest finish*

- Float yang terjadi

Untuk membuat *Network Planning* dapat ditentukan dengan cara berikut ini :

- Rincian dan urutan secara logis pada tiap item pekerjaan
- Durasi masing-masing item pekerjaan
- Biaya yang diperlukan masing-masing item pekerjaan dan biaya yang diperlukan untuk mempercepat pekerjaan, jika ada yang akan dipercepat
- Metode pelaksanaan yang digunakan pada tiap item pekerjaan

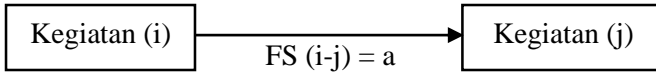
Metode PDM memberikan cara yang lebih mudah untuk menjelaskan hubungan logis antar kegiatan konstruksi yang kompleks, khususnya jika terjadi kegiatan-kegiatan yang terjadi bersamaan. PDM cenderung lebih kecil dalam ukuran pembuatannya. Faktor penting dalam pembuatan PDM adalah bahwa penggunaan metode PDM lebih cepat dalam persiapan pembuatannya. PDM juga menghapus kebutuhan akan kegiatan dummy dan detail tambahan untuk menunjukkan *overlap* antar kegiatan (Callahan, 1992).

Pada metode PDM juga menggunakan konsep *lag* (jarak hari) antar kegiatan untuk lebih memudahkan dalam penjadwalan. Metode PDM ini menggunakan empat hubungan logis diantara aktivitas-aktivitasnya. Keempat hubungan logis tersebut adalah :

- a) *Finish to Start* (FS)

Hubungan *finish to start* menunjukkan bahwa mulainya aktivitas berikutnya tergantung pada selesainya aktivitas

sebelumnya. Dirumuskan sebagai $FS (i-j) = a$ yang berarti kegiatan (j) mulai a hari, setelah kegiatan yang mendahuluinya yaitu (i) selesai



Gambar 2.24 *Finish to Start*
 sumber: Yana, A (2006) *Jurnal Metode PDM*

b) *Start to Start (SS)*

Hubungan *start to start* adalah hubungan yang beberapa aktivitasnya tidak harus menunggu aktivitas sebelumnya selesai. Dirumuskan sebagai $SS (i-j) = b$ yang berarti kegiatan (j) dimulai setelah b hari kegiatan terdahulu (i) mulai. Hubungan ini terjadi bila sebelum kegiatan terdahulu (i) selesai sepenuhnya, maka kegiatan (j) boleh mulai setelah bagian tertentu dari kegiatan (i) selesai



Gambar 2.25 *Start to Start*
 sumber: Yana, A (2006) *Jurnal Metode PDM*

c) *Finish to Finish (FF)*

Hubungan *finish to finish* menunjukkan bahwa selesainya aktivitas sesudahnya tergantung pada selesainya aktivitas sebelumnya. Hubungan ini digunakan untuk menunjukkan hubungan antara selesainya dua aktivitas. Dirumuskan sebagai $FF (i-j) = c$ yang berarti kegiatan (j) selesai setelah c hari kegiatan terdahulu (i) selesai. Hubungan seperti ini mencegah selesainya suatu kegiatan

sepenuhnya, sebelum kegiatan yang terdahulu (i) telah sekian (c) hari selesai. Besar angka c tidak boleh melebihi angka kurun waktu kegiatan yang bersangkutan (j).

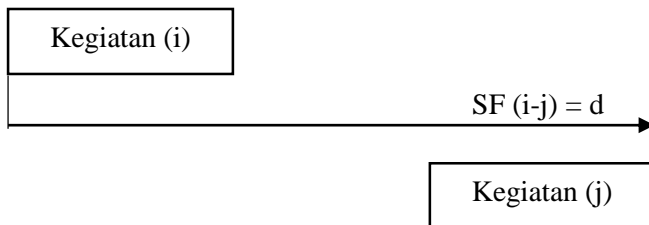


Gambar 2.26 *Finish to Finish*

sumber: Yana, A (2006) *Jurnal Metode PDM*

d) *Start to Finish (SF)*

Hubungan start to finish menunjukkan bahwa selesainya aktivitas berikutnya tergantung pada mulainya aktivitas sebelumnya. Dirumuskan sebagai $SF (i-j) = d$ yang berarti suatu kegiatan (j) selesai d hari setelah kegiatan (i) terdahulu mulai.



Gambar 2.27 *Start to Finish*

sumber: Yana, A (2006) *Jurnal Metode PDM*

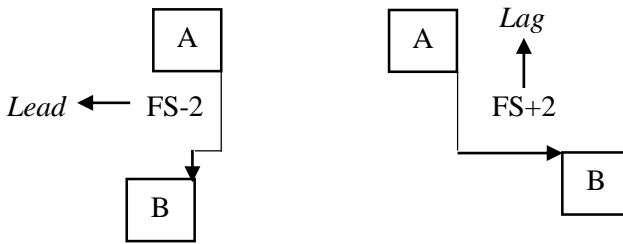
Keterangan :

- b dan d disebut *lead time*
- a dan c disebut *lag time*

e) *Lag and Lead Time*

Sebuah *lag* dan *lead* menandakan bahwa harus ada waktu tunggu antara aktivitas-aktivitas yang ada. Atau bisa disebut sebagai waktu minimum yang harus dilalui antar

aktivitas. Saat aktivitas pertama masih berjalan dan aktivitas kedua sudah dapat dimulai, ini disebut dengan *lead time*. *Lead time* adalah tumpang tindih antara aktivitas pertama dan kedua. Sedangkan ketika aktivitas pertama sudah selesai, namun ada penundaan atau masa tunggu sebelum aktivitas kedua dimulai, maka hal ini disebut dengan *lag time*. *Lag time* adalah penundaan antara aktivitas pertama dan kedua.



Gambar 2.28 *Lag and Lead Time*
 sumber: Yana, A (2006) *Jurnal Metode PDM*

2.7.2 Bar Chart

Bar chart atau yang biasa juga disebut *ganttt chart* adalah sekumpulan daftar kegiatan yang disusun dalam kolom arah vertikal, dan kolom arah horizontal menunjukkan skala waktu. Waktu mulai dan selesai setiap kegiatan beserta durasinya diunjukkan dengan menempatkan balok horizontal di bagian sebelah kanan dari setiap aktivitas kegiatan.

Perkiraan waktu mulai dan selesai dapat ditentukan dari skala waktu horizontal pada bagian atas bagan. Panjang dari balok menunjukkan durasi dari aktivitas dan biasanya aktivitas tersebut disusun berdasarkan kronologi kerjanya (Callahan, 1992).

Bar chart atau *gantt chart* sesuai dengan nama orang yang pertama kali mengembangkan yaitu Henry L. Gantt. Bar chart digunakan secara luas sebagai teknik penjadwalan dalam dunia konstruksi. Hal ini karena bar chart memiliki ciri-ciri sebagai berikut :

- Mudah dalam pembuatan dan persiapannya
- Memiliki bentuk yang mudah dimengerti
- Jika metode *bar chart* dihubungkan dengan metode lain seperti Kurva S, dapat menjadi lebih mudah dalam pengendalian biaya.

Penggunaan bar chart bertujuan untuk mengidentifikasi unsur waktu dan urutan dalam merencanakan suatu kegiatan, terdiri dari waktu mulai, waktu selesai, dan pada saat pelaporan (Manajemen Konstruksi, Ir. Irika Wideasanti, M.T & Lenggogeni, M. T)

2.7.3 Kurva S

Kurva S merupakan hasil dari plot *bar chart* yang bertujuan untuk mempermudah melihat kegiatan-kegiatan yang masuk dalam suatu jangka waktu pengamatan progress pelaksanaan proyek (Callahan, 1992). Kurva S dapat menunjukkan kemampuan proyek berdasarkan kegiatan, waktu, dan bobot pekerjaan yang dipresentasikan sebagai presentase kumulatif dari seluruh kegiatan proyek. Gambaran dari Kurva S memberikan informasi mengenai kemajuan proyek dengan membandingkan terhadap jadwal rencana (Husen, 2011). Jadwal pelaksanaan dari Kurva S disajikan dalam bentuk tabel, dimana bagannya menyerupai huruf S. Kurva S sendiri memiliki kegunaan sebagai berikut :

- Memudahkan dalam menganalisis kemajuan atau progress suatu proyek secara keseluruhan
- Dapat mengetahui pengeluaran dan kebutuhan biaya pelaksanaan proyek
- Mengontrol penyimpangan yang terjadi pada proyek dengan membandingkan Kurva S rencana dengan Kurva S aktual (Iman Soeharto, 1998)

Pada penyajian Kurva S dalam bentuk tabel, dapat diartikan bahwa sumbu mendatar menunjukkan waktu kalender dan sumbu vertikal menunjukkan nilai kumulatif anggaran atau presentase penyelesaian pekerjaan.

2.7.4 Analisa Harga Satuan

Harga satuan pekerjaan yaitu jumlah harga bahan dan upah tenaga kerja berdasarkan perhitungan analisis. Harga bahan didapatkan di pasaran lokasi tempat proyek, lalu dikumpulkan dalam satu daftar yang dinamakan Daftar Harga Satuan Bahan. Upah tenaga kerja didapatkan dilokasi proyek yang dikumpulkan dan dicatat dalam satu daftar yang dinamakan Daftar Harga Satuan Upah.

Untuk menentukan harga satuan bahan dan upah pekerja di setiap daerah akan memiliki harga yang berbeda-beda. Dalam menghitung dan menyusun anggaran biaya suatu proyek harus berpedoman pada harga satuan di pasaran dan lokasi proyek. Sebelum menyusun dan menghitung harga satuan pekerjaan seseorang harus mampu menguasai cara pemakaian analisa *Burgerlijke Openbare Werken* (BOW) yang merupakan suatu ketentuan atau ketetapan umum yang diterapkan oleh Dir. BOW.

Analisa BOW hanya dapat dipergunakan untuk pekerjaan padat karya yang memakai peralatan konvensional atau

seederhana. Sedangkan untuk pekerjaan yang mempergunakan peralatan modern atau alat berat, analisa BOW tidak dapat dipergunakan. Namun analisa BOW masih dapat dipergunakan sebagai pedoman dalam menyusun anggaran biaya pekerjaan proyek.

Dalam menghitung harga satuan dapat menggunakan rumus sebagai berikut :

- Harga Satuan

$$= \frac{\text{Harga total tiap pekerjaan}}{\text{Volume}} \dots\dots\dots(2.92)$$

2.8 Mutu Pekerjaan Beton (*Quality Control*)

Quality Control atau pengendalian mutu merupakan suatu kegiatan untuk mendapatkan kesesuaian antara perencanaan yang telah dibuat dengan hasil pekerjaan di lapangan. Hal ini sangat penting untuk dilakukan terutama pada kontrol mutu pekerjaan struktur beton yang diproduksi karena mutu beton tidak sama atau berbeda-beda antar adukan yang diproduksi. Berikut adalah proses atau kegiatan yang dilakukan untuk mengontrol mutu beton :

2.8.1 Bahan Material

a. Semen

Untuk konstruksi beton bertulang pada umumnya dapat dipakai jenis-jenis semen yang memenuhi ketentuan-ketentuan dan syarat yang ditentukan dalam SNI 15-2049-2004 tentang Semen Portland.

b. Agregat Halus

- Agregat halus untuk beton dapat berupa pasir alam sebagai hasil desintegrasi alami dari batuan-batuan atau berupa pasir buatan yang dihasilkan oleh alat-alat pemecah batu

- Agregat halus harus terdiri dari butir-butir yang tajam dan keras. Butir-butir agregat halus tidak boleh pecah atau hancur oleh pengaruh cuaca
- Agregat halus tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 5% (ditentukan terhadap berat kering). Yang diartikan dengan lumpur adalah bagian-bagian yang dapat melalui ayakan 0,063 mm. Apabila kadar lumpur melampaui 5% maka agregat halus harus dicuci
- Agregat halus harus terdiri dari butir-butir yang beraneka ragam besarnya dan apabila diayak harus memenuhi syarat-syarat yaitu sisa diatas ayakan 4 mm, harus minimum 2% berat; sisa diatas ayakan 1 mm, harus minimum 10% berat; sisa di atas ayakan 0,25 mm, harus berkisar antara 80% dan 95% berat

c. Agregat Kasar

- Agregat kasar untuk beton dapat berupa kerikil sebagai hasil desintegrasi alami dari batuan-batuan atau berupa batu pecah yang diperoleh dari pemecahan batu. Pada umumnya yang dimaksudkan dengan agregat kasar adalah agregat dengan besar butir lebih dari 5 mm
- Agregat kasar tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 1% (ditentukan terhadap berat kering). Yang diartikan dengan lumpur adalah bagian-bagian yang dapat melalui ayakan 0,063 mm. Apabila kadar lumpur melampaui 1% maka agregat halus harus dicuci
- Agregat kasar tidak boleh mengandung zat-zat yang dapat merusak beton, seperti zat-zat yang reaktif alkali
- Agregat kasar harus terdiri dari butir-butir yang beraneka ragam besarnya dan apabila diayak harus

memenuhi syarat-syarat yaitu sisa diatas ayakan 31,5 mm, harus minimum 0% berat; sisa diatas ayakan 4 mm, harus berkisar antara 90% dan 98% berat; selisih antara sisa-sisa kumulatif di atas dua ayakan yang berurutan, adalah maksimum 60% dan minimum 10% berat

d. Air

- Air untuk pembuatan dan perawatan beton tidak boleh mengandung minyak, asam, alkali, garam-garam, bahan-bahan organis atau bahan-bahan lain yang merusak beton dan/atau baja tulangan
- Apabila terdapat keraguan mengenai air, dianjurkan untuk mengirimkan contoh air itu ke lembaga pemeriksaan bahan-bahan yang diakui untuk diselidiki sampai seberapa jauh air itu mengandung zat-zat yang dapat merusak beton dan tulangan

2.8.2 Beton Ready Mix

Untuk kontrol mutu beton dilakukan saat beton ready mix tiba dilokasi proyek pembangunan Apartemen Caspian *Grand Sungkono Lagoon* Kota Surabaya, sebelum memulai pekerjaan struktur beton, beton *ready mix* dievaluasi terlebih dulu untuk mendapatkan proporsi campuran yang menghasilkan kuat tekan beton sesuai yang diisyaratkan. Pengujian yang dilakukan terdiri dari slump test dan diambil sampel untuk benda uji test tekan kubus atau silinder beton di laboratorium. Berdasarkan SNI-2847-2013 Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung, pasal 5.6.2 tentang evaluasi pengujian adalah sebagai berikut :

- Benda uji untuk uji kekuatan setiap mutu beton yang dicor setiap hari harus diambil dari tidak kurang dari sekali sehari, atau tidak kurang dari sekali untuk setiap

110 m³ beton, atau tidak kurang dari sekali untuk setiap 460 m² luasan permukaan lantai atau dinding

- Pada suatu pekerjaan pengecoran, jika volume total adalah sedemikian hingga frekuensi pengujian yang disyaratkan oleh poin pertama hanya akan menghasilkan jumlah uji kekuatan beton kurang dari lima untuk suatu mutu beton, maka benda uji harus diambil dari paling sedikit lima adukan yang dipilih secara acak atau dari masing-masing adukan bilamana jumlah adukan yang digunakan adalah kurang dari lima
- Jika volume total dari suatu mutu beton yang digunakan kurang dari 38 m³, maka pengujian kekuatan tekan tidak perlu dilakukan bila bukti terpenuhinya kekuatan tekan diserahkan dan disetujui oleh pengawas lapangan
- Suatu uji kekuatan tekan harus merupakan nilai kekuatan tekan rata-rata dari paling sedikit dua silinder 150 x 300 mm atau paling sedikit tiga silinder 100 x 200 mm yang dibuat dari adukan beton yang sama dan diuji pada umur beton 28 hari atau pada umur uji yang ditetapkan untuk penentuan f^c

Berikut adalah pengujian yang dilakukan terdiri dari uji slump test dan uji kuat tekan beton :

a. Uji Slump Test

Pelaksanaan uji slump ini bertujuan untuk mengetahui *workability* atau kemudahan dalam pelaksanaan pekerjaan saat pengecoran beton, tingkat kemudahan pekerjaan beton sangat berkaitan erat dengan keenceran adukan beton tersebut. Makin cair kondisi beton segar maka akan semakin mudah dalam pengerjaannya, selain itu juga bertujuan untuk menghindari terjadinya bleeding atau pemisahan air.

Pengujian slump ini dilakukan dengan menggunakan corong konus yang terbuat dari baja. Corong ini mempunyai dimensi diameter bawah 20 cm dan mengerucut setinggi 30 cm serta lubang atasnya mempunyai diameter 10 cm. Proses pengujian slump ini adalah dengan cara memasukkan sampel beton segar dari *truck mixer* kedalam corong dengan 3 tahap pengisian, setiap pengisian sekitar sepertiga bagian dari tinggi slump kemudian dilakukan penumbukan sebanyak 25 kali secara merata setiap kali pengisian. Begitu seterusnya sampai bagian sepertiga terakhir kemudian diratakan menggunakan alat penumpuknya, setelah itu corong konus diangkat pelan-pelan secara vertikal. Cara menghitung nilai slump adalah meletakkan corong disamping adukan slump secara terbalik dan meletakkan tongkat penumbuk secara horizontal diatas corong dan adukan slump. Dari situ dapat diamati nilai slump dengan menggunakan alat ukur seperti meteran atau penggaris.

Apabila nilai slump dibawah atau diatas nilai slump 8 - 12 cm maka pengawas berhak untuk tidak menyetujui beton *ready mix* tersebut. Dan jika nilai slump beton memenuhi syarat yaitu 8-12 cm, maka selanjutnya beton *ready mix* dapat digunakan untuk pengecoran beton.

b. Uji Kuat Tekan Beton

Pengujian kuat tekan ini didasarkan pada peraturan SNI 03-1974-1990 tentang Cara Uji Kuat Tekan Beton dengan Benda Uji Silinder yang dilakukan dengan pengambilan benda uji yang diambil bersama sampel adukan dari *truck mixer*. Untuk satu *truck mixer* diambil 4 buah benda uji dengan berbentuk silinder yang terbuat dari besi dengan ukuran 30 cm dan diameter 15 cm. setelah benda uji diisi dengan beton, kemudian diberi nama dan tanggal pembuatan benda uji. Benda uji ini

akan dilakukan pengujian kuat tekan di laboratorium pada usia 7 hari, 14 hari, 21 hari dan terakhir pada umur 28 hari. Proses pengujian beton dimulai dengan meletakkan benda uji padapada mesin tekan secara sentris, lalu jalankan mesin tekan dengan penambahan beban yang konstan berkisar antara 2 sampai 4 kg/cm² per detik. Lakukan pembebanan sampai benda uji menjadi hancur dan catatlah beban maksimum yang terjadi selama pemeriksaan benda uji, dan terakhir gambar bentuk pecah dan catatlah keadaan benda uji. Hasil pemeriksaan diambil nilai rata-rata dari minimum 2 buah benda uji atau sesuai dengan peraturan yang dijelaskan sebelumnya.

Jika hasil uji kuat tekan beton dari laboratorium memenuhi syarat maka pekerjaan konstruksi beton sudah benar, tetapi jika ternyata mutu beton tidak masuk atau di bawah yang dipersyaratkan maka selanjutnya dilakukan *hammer test* dan *coredrill* secara acak atau *random*. Jika hasil uji kuat tekan beton menunjukkan bahwa kuat tekan target beton yang dihasilkan tidak memenuhi syarat, maka beton *ready mix* tersebut tidak dapat digunakan dan harus dikirim beton *ready mix* sesuai kebutuhan.

2.8.3 Pengecekan Bekisting

Pengecekan bekisting dilakukan setelah melalui pengujian slump test dan uji kuat tekan beton. Untuk pengecekan bekisting dimulai dari desain cetakan, pembersihan cetakan, dan pembogkaran cetakan, semua itu berdasarkan dengan Peraturan Beton Bertulang Indonesia (PBI) 1971 :

- Desain cetakan harus menghasilkan struktur akhir yang memenuhi bentuk, garis, dan dimensi komponen struktur seperti yang telah direncanakan

- Pengecekan terhadap kekuatan bekisting dilakukan agar bekisting tersebut dapat menahan beban dan tekanan yang diakibatkan oleh kekuatan beton tersebut. Pada pengecekan kekuatan bekisting ini juga disesuaikan dengan hasil cek lendutan bekisting
- Pembersihan bekisting dilakukan dengan menyemprotkan air pada bekisting untuk menghilangkan sisa-sisa kawat bendrat atau kotoran lainnya yang apabila sampai tercampur dengan beton akan mengurangi kualitas beton
- Pembongkaran cetakan harus dengan cara sedemikian rupa agar tidak mengurangi keamanan dan kemampuan layan struktur. Beton yang akan terpapar dengan adanya pembongkaran cetakan harus memiliki kekuatan yang cukup yang tidak akan rusak oleh pelaksanaan pembongkaran

2.8.4 Pengecekan Tulangan

Pengecekan tulangan dilakukan sesuai dengan SNI-2847-2013 tentang Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung pasal 7. Pengecekan tulangan meliputi dimensi tulangan utama dan sengkang; ukuran kait dan bengkokkan; jumlah tulangan; jarak antar tulangan; jarak sengkang; sambungan lewatan antar tulangan; dan ketebalan beton decking harus sesuai dengan standart gambar yang telah direncanakan. Misalnya pada sambungan antar tulangan balok, harus dilakukan pengecekan karena pada daerah tersebut sangat rawan terjadinya tumpang tindih antar tulangan yang bertemu. Pada balok juga perlu dicek jumlah dan jarak tulangan sengkangnya.

Serta terdapat uji kuat tarik besi tulangan untuk mengetahui mutu baja tulangan yang akan digunakan.

Sesuai dengan peraturan SNI 07-2529-1991 tentang Pengujian Kuat Tarik Baja Beton. Jika suatu konstruksi beton akan menggunakan lebih dari satu jenis dan ukuran baja beton, maka setiap jenis dan ukuran harus dilakukan pengujian kuat tarik. Setiap contoh dibuat 2 (dua) benda uji untuk pengujian ganda, setelah itu, setiap benda uji dilengkapi dengan nomort benda uji, nomor contoh serta dimensinya.

Proses pengujian kuat tarik yaitu dengan memasang benda uji dengan cara menjepit bagian dari benda uji padat alat penjepit mesin tarik, sumbu alat penjepit harus berimpit dengan sumbu benda uji, tarik benda uji dengan penambahan beban sebesar 10 MPa/detik sampai benda uji itu putus lalu catat dan amatilah. Setelah itu dibuat grafik antara gaya tarik yang bekerja dengan perpanjangan.

2.8.5 Pelaksanaan Pengecoran dan Pematatan

- Beton harus dicor sedekat-dekatnya ke tujuannya yang terakhir untuk mencegah pemisahan bahan-bahan (segresi)
- Selama pengecoran dimulai harus dilanjutkan tanpa berhenti
- Untuk mencegah timbulnya rongga-rongga kosong dan sarang-sarang kerikil, adukan beton harus dipadatkan selama pengecoran. Pematatan dapat dilakukan dengan alat penggetar. Proses pematatan harus memperhatikan yaitu jarum penggetar harus dimasukkan ke dalam adukan dengan posisi vertikal, tapi dalam keadaan khusus boleh miring sampai 45° ; selama penggetaran tidak boleh diarahkan secara horizontal karena dapat menyebabkan segregasi; harus dijaga agar alat penggetar tidak mengenai cetakan atau beton yang sudah mulai

mengeras atau tidak boleh dipasang lebih dekat dari 5 cm dari cetakan atau beton yang telah mengeras. Dan juga alat penggetar tidak boleh terkena tulangan; lapisan yang digetarkan tidak boleh lebih tebal dari 30 s/d 50 cm

2.8.6 Perawatan Beton

Perawatan beton dilakukan setelah proses pengecoran, bekisting pada setiap elemen terus dilakukan pemantauan. Untuk struktur kolom, bekisting dapat dilepas setelah umur 1 x 24 jam. Untuk plat lantai dan balok, bekisting dilepas pada umur 3 x 24 jam. Karena sampai dengan umur 28 hari beton segar masih melakukan pengikatan, maka beton segar harus dalam kondisi lembab, jadi beton yang telah dilepas bekistingnya perlu dilindungi dengan penutup karung goni basah atau plastik dan disemprot air setiap pagi dan sore hari. Proses perawatan beton ini dilakukan selama 7 hari dari waktu dilepaskannya bekisting dari setiap struktur tersebut.

2.8.7 Pembongkaran Bekisting

- Bekisting hanya boleh dibongkar apabila bagian konstruksi telah mencapai kekuatan yang cukup untuk memikul berat sendiri dan beban-beban pelaksanaan yang bekerja padanya. Pembongkaran dilakukan dengan persetujuan pengawas.
- Pada bagian konstruksi dimana akibat pembongkaran bekisting akan bekerja beban-beban yang lebih tinggi atau akan terjadi keadaan yang lebih berbahaya, maka bekisting tidak boleh dibongkar selama keadaan tersebut tetap berlangsung
- Bekisting balok dapat dibongkar setelah semua bekisting kolom telah dibongkar

2.9 Keamanan, Kesehatan, dan Keselamatan Kerja (K3)

Keamanan, kesehatan, dan keselamatan kerja atau yang biasa disebut K3 adalah segala kegiatan untuk menjamin dan melindungi keselamatan dan kesehatan tenaga kerja melalui upaya pencegahan kecelakaan kerja dan penyakit akibat kerja pada pekerjaan konstruksi (Permen PU No.5 Tahun 2014 Pasa 1).

Menerapkan K3 dalam pekerjaan konstruksi merupakan suatu hal penting karena pekerjaan konstruksi adalah salah satu pekerjaan yang sangat berbahaya atau rawan jika terjadi kelalaian pada pekerjaan konstruksi akan menimbulkan kecelakaan bahkan kematian yang tidak diharapkan setiap pekerja maupun seluruh elemen proyek. Beberapa hal yang perlu diperhatikan adalah seperti aturan wajib dalam menggunakan Alat Pelindung Diri (APD), pemasangan rambu-rambu peringatan akan pentingnya mematuhi peraturan yang ada, serta pengecekan alat berat secara berkala untuk menghindari terjadinya kegagalan atau kerusakan pada alat berat sehingga dapat membahayakan pekerja sebagai operator.

Tujuan dari dibuatnya aturan tentang sistem K3 pada pekerjaan proyek konstruksi adalah sebagai berikut :

- Untuk melindungi kesehatan, keamanan, dan keselamatan kerja seluruh elemen proyek
- Dapat meningkatkan efisiensi kerja dengan tertibnya mematuhi aturan K3
- Mencegah terjadinya kecelakaan kerja dan menjadikan pekerja yang disiplin akan menaati aturan K3 yang ada.



Gambar 2.29 Alat Pelindung Diri dan Rambu-Rambu K3

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB III

METODOLOGI

3.1 Umum

Dalam perencanaan perhitungan biaya dan waktu pelaksanaan diperlukan tahapan yang jelas dalam pengerjaannya. Dengan demikian maka akan diperoleh hasil yang sesuai dengan rumusan masalah dan tujuan yang ada. Metodologi yang digunakan dalam pembahasan Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut :

- a. Identifikasi masalah;
- b. Pengumpulan data;
- c. Pengolahan data;
- d. Analisa masalah;
- e. Hasil analisa;
- f. Kesimpulan.

3.2 Uraian Metodologi

Uraian metodologi yang digunakan dalam pembahasan permasalahan Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut :

3.2.1 Identifikasi Masalah

Dalam penyusunan Tugas Akhi ini, harus memahami terlebih dahulu permasalahan yang akan dibahas agar pembahasan tidak menyimpang dan terarah.

3.2.2 Pengumpulan Data

Untuk mengetahui perencanaan biaya dan waktu pelaksanaan memerlukan suatu acuan berupa data yang digunakan dalam penyusunan Tugas Akhir ini. Pengumpulan data dibagi menjadi dua, yaitu :

- a. Data Primer
Data yang diperoleh penulis secara langsung, meliputi :
 - Hasil wawancara di lapangan;

- Hasil observasi di lapangan.
- b. Data Sekunder
Data yang diperoleh melalui media perantara atau secara tidak langsung, meliputi :
 - Gambar Forcon;
 - Referensi buku acuan;
 - Internet.

3.2.3 Pengolahan Data

Dalam tahapan ini, dari data yang diperoleh akan diolah untuk mencapai tujuan awal Tugas Akhir ini. Tahapan pengolahan data adalah sebagai berikut :

- a. Mengelompokkan dan menyusun jenis item pekerjaan;
- b. Menghitung volume setiap item pekerjaan;
- c. Menghitung kapasitas produksi setiap item pekerjaan;
- d. Menghitung waktu pelaksanaan pekerjaan;
- e. Menghitung biaya pelaksanaan pekerjaan;
- f. Hasil dari perhitungan.

3.2.4 Analisa Masalah

Dilakukan pembahasan masalah untuk memperoleh hasil dari rumusan masalah yang ada, adalah sebagai berikut :

- a. Identifikasi item pekerjaan
Dalam hal ini, item pekerjaan yang digunakan meliputi :
 - Pekerjaan pondasi *bore pile*;
 - Pekerjaan *retaining wall*;
 - Pekerjaan *raft foundation*;
 - Pekerjaan *pile cap*;
 - Pekerjaan *tie beam*;
 - Pekerjaan kolom;
 - Pekerjaan pelat lantai;
 - Pekerjaan tangga;
 - Pekerjaan balok;
 - Pekerjaan *shearwall*.

b. Perhitungan Volume

Perhitungan volume pekerjaan pada struktur utama meliputi :

- Pekerjaan pondasi *bore pile*;
- Pekerjaan penggalian;
- Pekerjaan bekisting;
- Pekerjaan pembesian;
- Pekerjaan pengecoran.

c. Perhitungan Durasi

Perhitungan durasi dalam pengerjaan pembangunan proyek ini dengan menggunakan analisa jumlah pekerja, kapasitas pekerja, dan efisiensi alat dengan menggunakan program bantu *software Microsoft Project* sehingga dapat menyusun jadwal kegiatan (*Gantt Chart*), *Network Planning*, *Resource Graph*, dan grafik Kurva-S. Perhitungan durasi waktu dihitung berdasarkan item pekerjaan yang digunakan meliputi :

- Durasi pekerjaan pondasi *bore pile*;
- Durasi pekerjaan *retaining wall*;
- Durasi pekerjaan *raft foundation*;
- Durasi pekerjaan *pile cap*;
- Durasi pekerjaan *tie beam*;
- Durasi pekerjaan kolom;
- Durasi pekerjaan pelat lantai;
- Durasi pekerjaan tangga;
- Durasi pekerjaan balok;
- Durasi pekerjaan *shearwall*.

d. Perhitungan Anggaran Biaya Pelaksanaan

Teori yang digunakan dalam perhitungan rencana anggaran biaya pelaksanaan dengan menganalisa setiap item pekerjaan berdasarkan acuan dengan menggunakan buku referensi dari *Ir. Soedrajat. S, Analisa (cara modern) Anggaran Biaya Pelaksanaan.*

e. Perhitungan Bobot Item Pekerjaan

Melakukan perhitungan bobot item pekerjaan sehingga dapat menentukan jadwal kegiatan (*Gantt Chart*) dan Kurva-S. Perhitungan bobot item pekerjaan, diantaranya :

- Bobot pekerjaan pondasi *bore pile*;
- Bobot pekerjaan *retaining wall*;
- Bobot pekerjaan *raft foundation*;
- Bobot pekerjaan *pile cap*;
- Bobot pekerjaan *tie beam*;
- Bobot pekerjaan kolom;
- Bobot pekerjaan pelat lantai;
- Bobot pekerjaan tangga;
- Bobot pekerjaan balok;
- Bobot pekerjaan *shearwall*.

f. Pembuatan *Network Diagram*

Setelah perhitungan data dari bobot item pekerjaan, maka dilakukan penyusunan *network planning* untuk mengetahui lintasan kritis dengan menggunakan program bantu *software Microsoft Project*.

g. Pembuatan *Gantt Chart* dan Kurva-S

Dalam hal ini, pembuatan *Gantt Chart* dilakukan terlebih dahulu untuk menentukan diagram Kurva-S. Kemudian *Gantt Chart* dikontrol dengan penyusunan *network planning* yang telah ada menggunakan program bantu *software Microsoft Project*.

3.2.5 Hasil Analisa

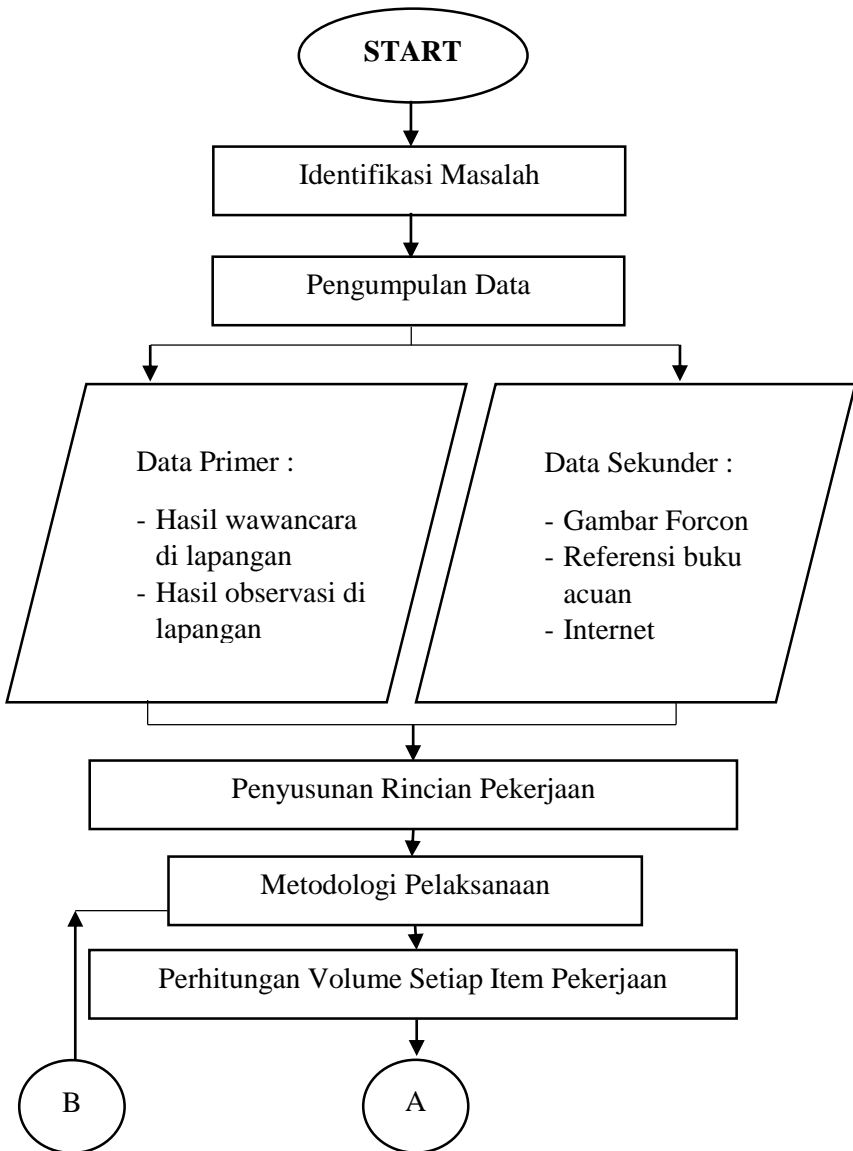
Hasil dari pengolahan data adalah sebagai berikut :

- a. Susunan rincian pekerjaan;
- b. Volume dan durasi pekerjaan;
- c. Rencana Anggaran Pelaksanaan (RAP);
- d. Harga satuan pekerjaan.

3.2.6 Kesimpulan

Pada bagian ini berisi mengenai kesimpulan dari hasil perhitungan anggaran biaya pelaksanaan dan penjadwalan waktu pelaksanaan yang telah dianalisa

3.3 Bagan Alir (*Flow Chart*)



“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB IV

DATA PROYEK

4.1 Data Umum Proyek

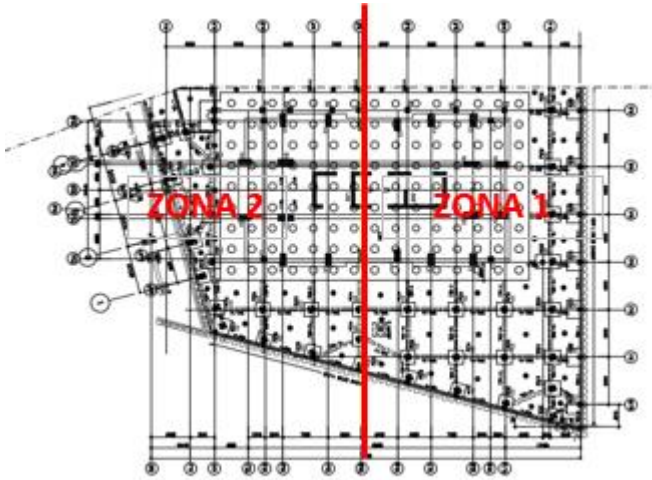
Data umum yang dibahas pada proyek pembangunan pembangunan Apartemen Caspian *Grand Sengkono Lagoon* Kota Surabaya adalah data struktur bawah dan struktur atas proyek tersebut. Pembangunan Apartemen Caspian ini terdiri dari 48 lantai dan terdapat lantai *rooftop* di atasnya. Untuk keperluan pengerjaan tugas akhir terapan struktur yang akan ditinjau hanya dari lantai *basement* 3 hingga lantai 7 dimana terdapat pekerjaan *bore pile*, *retaining wall*, *raft foundation*, *pile cap*, *tie beam*, kolom, pelat lantai, tangga, balok, dan *shearwall*.

- Nama Proyek : Apartemen Caspian *Grand Sengkono Lagoon*
- Alamat Proyek : Jl. Abdul Wahab Siamin kav. 9, Surabaya
- Mutu Beton : K-300 (balok, pelat, *pile cap*, *raft foundation*, *tie beam*)
K-350 (*bore pile*, *retaining wall*)
K-500 dan K-600 (kolom dan *shear wall*)
K-250 (tangga)
- Mutu Baja Tulangan : $f_y = 240$ Mpa (BJTP-24) untuk notasi \emptyset
 $f_y = 500$ Mpa untuk notasi D
- Struktur Bangunan : Konstruksi Beton Bertulang

4.2 Data Fisik Bangunan

4.2.1 Pembagian Zona

Untuk memudahkan dalam metodologi pelaksanaan proyek dan membuat efisiensi kerja, maka pada proyek ini akan dibagi menjadi 2 zona adalah sebagai berikut :



Gambar 4.31 Pembagian Zona
sumber: PT.PP (Persero), Tbk

4.2.2 Data Kolom

Tabel 4.36: Data Kolom

| NO | TIPE KOLOM | B3 - L5 | | L6 - L7 | |
|----|---------------|---------|-------|---------|-------|
| | | DIMENSI | | DIMENSI | |
| | | b (m) | h (m) | b (m) | h (m) |
| 1 | K1 | 1 | 2 | 0.75 | 2 |
| 2 | K2 | 0.7 | 0.7 | | |
| 3 | K3 | 0.75 | 2 | 0.65 | 2 |
| 4 | K4 | 0.4 | 0.2 | 0.4 | 0.2 |

| NO | TIPE KOLOM | B3 - L5 | | L6 - L7 | |
|----|---------------|---------|-------|---------|-------|
| | | DIMENSI | | DIMENSI | |
| | | b (m) | h (m) | b (m) | h (m) |
| 5 | K5 | 0.75 | 2.5 | 0.75 | 2.5 |
| 6 | K6 | 1 | 2.5 | 0.8 | 2.5 |
| 7 | K7 | 0.7 | 1 | 0.7 | 1 |
| 8 | K8 | 0.2 | 0.4 | 0.2 | 0.4 |
| 9 | K9 | 0.8 | 0.8 | | |

Jumlah kolom pada tiap lantai yang dibagi menjadi 2 zona adalah sebagai berikut :

Tabel 4.37: Jumlah Kolom Tiap Lantai

| ZONA | LANTAI | KOLOM | n |
|--------|--------|-------|----|
| ZONA 1 | B3 | K2 | 22 |
| | | K9 | 6 |
| | | K1 | 6 |
| | | K3 | 2 |
| | | K5 | 2 |
| | | K7 | 2 |
| ZONA 2 | | K8 | 2 |
| | | K2 | 17 |
| | | K9 | 6 |
| | | K1 | 6 |
| | | K3 | 2 |
| | | K4 | 4 |
| | K6 | 2 | |
| | K7 | 2 | |

| ZONA | LANTAI | KOLOM | n |
|--------|--------|-------|----|
| ZONA 1 | B2 | K1 | 6 |
| | | K2 | 22 |
| | | K3 | 2 |
| | | K5 | 2 |
| | | K7 | 2 |
| | | K8 | 2 |
| ZONA 2 | | K9 | 6 |
| | | K1 | 6 |
| | | K2 | 17 |
| | | K3 | 2 |
| | | K4 | 4 |
| | | K6 | 2 |
| ZONA 1 | B1 | K7 | 2 |
| | | K9 | 6 |
| | | K1 | 6 |
| | | K2 | 22 |
| | | K3 | 2 |
| | | K5 | 2 |
| ZONA 2 | | K7 | 2 |
| | | K8 | 2 |
| | | K9 | 6 |
| | | K1 | 6 |
| | | K2 | 17 |
| | | K3 | 2 |
| ZONA 2 | K4 | 4 | |
| | K6 | 2 | |
| | K7 | 2 | |

| ZONA | LANTAI | KOLOM | n |
|--------|--------|-------|----|
| ZONA 1 | LG | K1 | 6 |
| | | K2 | 22 |
| | | K3 | 2 |
| | | K5 | 2 |
| | | K7 | 2 |
| | | K8 | 2 |
| | | K9 | 6 |
| ZONA 2 | | K1 | 6 |
| | | K2 | 17 |
| | | K3 | 2 |
| | | K4 | 4 |
| | | K6 | 2 |
| | | K7 | 2 |
| | | K9 | 6 |
| ZONA 1 | G | K1 | 6 |
| | | K2 | 22 |
| | | K3 | 2 |
| | | K5 | 2 |
| | | K7 | 2 |
| | | K8 | 2 |
| | | K9 | 6 |
| ZONA 2 | | K1 | 6 |
| | | K2 | 17 |
| | | K3 | 2 |
| | | K4 | 4 |
| | | K6 | 2 |
| | | K7 | 2 |

| ZONA | LANTAI | KOLOM | n |
|--------|--------|-------|---|
| ZONA 1 | LT.2 | K1 | 6 |
| | | K3 | 2 |
| | | K5 | 2 |
| | | K7 | 2 |
| | | K8 | 2 |
| ZONA 2 | | K1 | 6 |
| | | K3 | 2 |
| | | K4 | 4 |
| | | K6 | 2 |
| | | K7 | 2 |
| ZONA 1 | LT.3 | K9 | 1 |
| | | K1 | 6 |
| | | K3 | 2 |
| | | K5 | 2 |
| | | K7 | 2 |
| ZONA 2 | | K8 | 2 |
| | | K1 | 6 |
| | | K3 | 2 |
| | | K4 | 4 |
| | | K6 | 2 |
| ZONA 1 | LT.4 | K7 | 2 |
| | | K8 | 2 |
| | | K1 | 6 |
| | | K3 | 2 |
| | | K5 | 2 |

| ZONA | LANTAI | KOLOM | n |
|--------|--------|-------|---|
| ZONA 2 | LT.4 | K1 | 6 |
| | | K3 | 2 |
| | | K4 | 4 |
| | | K6 | 2 |
| | | K7 | 2 |
| | | K9 | 1 |
| ZONA 1 | LT.5 | K1 | 6 |
| | | K3 | 2 |
| | | K5 | 2 |
| | | K7 | 2 |
| | | K8 | 2 |
| ZONA 2 | | K1 | 6 |
| | | K3 | 2 |
| | | K4 | 4 |
| | | K6 | 2 |
| | | K7 | 2 |
| ZONA 1 | | K9 | 1 |
| | LT.6 | K1 | 6 |
| | | K3 | 2 |
| | | K5 | 2 |
| | | K7 | 2 |
| K8 | | 2 | |
| ZONA 2 | K1 | 6 | |
| | K3 | 2 | |
| | K4 | 4 | |
| | K6 | 2 | |
| | K7 | 2 | |

| ZONA | LANTAI | KOLOM | n |
|--------|--------|-------|---|
| ZONA 1 | LT.7 | K1 | 6 |
| | | K3 | 2 |
| | | K5 | 2 |
| | | K7 | 2 |
| | | K8 | 2 |
| ZONA 2 | | K1 | 6 |
| | | K3 | 2 |
| | | K4 | 4 |
| | | K6 | 2 |
| | | K7 | 2 |

4.2.3 Data Balok

Tabel 4.38: Data Balok

| NO | TIPE BALOK | DIMENSI | |
|----|--------------|---------|-------|
| | | b (m) | h (m) |
| 1 | G1/B1/CL1 | 0.4 | 0.8 |
| 2 | G2/B2/CL2 | 0.4 | 0.7 |
| 3 | G3/B3/CL3 | 0.3 | 0.7 |
| 4 | G4/B4/CL4 | 0.3 | 0.6 |
| 5 | G5/B5/CL5 | 0.3 | 0.4 |
| 6 | G6/B6/CL6 | 0.2 | 0.4 |
| 7 | G7/B7/CL7 | 0.5 | 0.7 |
| 8 | G8/B8/CL8 | 0.4 | 0.9 |
| 9 | G9/B9/CL9 | 0.5 | 1 |
| 10 | G10/B10/CL10 | 0.8 | 1.6 |

| NO | TIPE BALOK | DIMENSI | |
|----|--------------|---------|-------|
| | | b (m) | h (m) |
| 11 | G11/B11/CL11 | 0.3 | 0.5 |
| 12 | G12/B12/CL12 | 0.4 | 0.6 |
| 13 | G13/B13/CL13 | 0.3 | 1.05 |
| 14 | G14/B14/CL14 | 0.4 | 1.3 |
| 15 | G15/B15/CL15 | 0.4 | 14.5 |
| 16 | G16/B16/CL16 | 0.4 | 2.05 |
| 17 | G17/B17/CL17 | 1 | 6 |
| 18 | G18/B18/CL18 | 0.7 | 0.6 |
| 19 | G19/B19/CL19 | 0.5 | 0.6 |

4.2.4 Data Pelat

Tabel 4.39: Data Pelat

| NO | TIPE PELAT | TEBAL |
|----|------------|-------|
| | | (mm) |
| 1 | S1 | 120 |
| 2 | S2 | 120 |
| 3 | S3 | 150 |
| 4 | S4 | 150 |
| 5 | S5 | 150 |
| 6 | S6 | 150 |
| 7 | S7 | 200 |
| 8 | S8 | 400 |
| 9 | S9 | 400 |

| NO | TIPE PELAT | TEBAL |
|----|------------|-------|
| | | (mm) |
| 10 | S10 | 500 |

4.2.5 Data Shear Wall

Tabel 4.40: Data *Shear Wall*

| NO | TIPE <i>SHEAR WALL</i> | DIMENSI | |
|----|------------------------|---------|-------|
| | | b (m) | h (m) |
| 1 | <i>Shear Wall 1</i> | 0.5 | 9.6 |
| | | 0.5 | 1.555 |
| | | 5.15 | 0.5 |
| | | 5.15 | 0.5 |
| | | 0.5 | 3.2 |
| 2 | <i>Shear Wall 2</i> | 0.5 | 9.6 |
| | | 2.65 | 0.5 |
| | | 5.15 | 0.5 |
| | | 0.5 | 3.725 |
| | | 0.5 | 2.025 |

4.2.6 Data Tangga

Tabel 4.41: Data Tangga

| NO | LANTAI | TIPE TANGGA |
|----|--------|-------------|
| 1 | B3 | TIPE 1* |
| 2 | B2 | TIPE 1 |
| 3 | B1 | TIPE 1 |
| 4 | LG | TIPE 2 |
| 5 | G | TIPE 2 |
| 6 | LT.2 | TIPE 2 |
| 7 | LT.3 | TIPE 2 |
| 8 | LT.4 | TIPE 2 |
| 9 | LT.5 | TIPE 2 |
| 10 | LT.6 | TIPE 1 |
| 11 | LT.7 | TIPE 1 |

4.2.7 Data Tie Beam

Tabel 4.42: Data *Tie Beam*

| NO | TIPE <i>TIE BEAM</i> | DIMENSI | |
|----|----------------------|---------|-------|
| | | b (m) | h (m) |
| 1 | TB1-1 | 0.5 | 1.2 |
| 2 | TB2-1 | 0.5 | 1.2 |
| 3 | TB2-1A | 0.5 | 0.9 |
| 4 | TB3-1 | 0.4 | 0.8 |
| 5 | TB3-2 | 0.4 | 0.8 |
| 6 | TB3-3 | 0.4 | 0.8 |

| NO | TIPE <i>TIE BEAM</i> | DIMENSI | |
|----|----------------------|---------|-------|
| | | b (m) | h (m) |
| 7 | TB3-4 | 0.4 | 0.8 |
| 8 | TB4-1 | 0.4 | 0.7 |
| 9 | TB4-2 | 0.4 | 0.7 |
| 10 | TB4-3 | 0.4 | 0.7 |
| 11 | TB4-4 | 0.4 | 0.7 |
| 12 | TB5-1 | 0.3 | 0.7 |
| 13 | TB6-1 | 0.3 | 0.6 |
| 14 | TB7-1 | 0.3 | 0.5 |

4.2.8 Data Bore Pile

Tabel 4.43: Data *Bore Pile*

| NO | <i>BORE PILE</i> | KEDALAMAN (m) | n |
|----|------------------|---------------|-----|
| 1 | ø1200 mm | 66 | 139 |
| 2 | ø1200 mm | 60 | 31 |

4.2.9 Data Retaining Wall

Tabel 4.44: Data *Retaining Wall*

| NO | <i>RETAINING WALL</i> | KEDALAMAN (m) | n |
|----|-----------------------|---------------|----|
| 1 | ø1200 mm | 66 | 98 |

| NO | RETAINING WALL | KEDALAMAN (m) | n |
|-----------|-----------------------|----------------------|----------|
| 2 | ø800 mm | 45 | 8 |

4.2.10 Data Pile Cap

Tabel 4.45: Data *Pile Cap*

| NO | TIPE PILE CAP | DIMENSI | | |
|-----------|----------------------|----------------|--------------|--------------|
| | | p (m) | l (m) | t (m) |
| 1 | PC1 | 2.4 | 2.4 | 1.3 |
| 2 | PC1A | 2.4 | 2.4 | 1.2 |
| 3 | PC1B | 3 | 2.4 | 1.2 |
| 4 | PC1C | 2.4 | 2.4 | 1.5 |
| 5 | PC1D | 2.4 | 4 | 1.5 |
| 6 | PC1E | 3 | 3 | 1.5 |

4.2.11 Data Raft Foundation

Tabel 4.46: Data *Raft Foundation*

| NO | TIPE | DIMENSI | | |
|-----------|-------------|----------------|--------------|--------------|
| | | p (m) | l (m) | t (m) |
| 1 | <i>Raft</i> | 51.2 | 31.6 | 13.5 |

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB V

METODE PELAKSANAAN

5.1 Metode Pelaksanaan Pekerjaan

5.1.1 Bore Pile

1. Pekerjaan Bekisting

Pekerjaan bekisting *bore pile* dilakukan dengan pemasangan *temporary casing* yang terbuat dari baja. Pemasangan bekisting ini bertujuan agar menghindari terjadinya keruntuhan pada permukaan tanah saat pekerjaan pengeboran dilakukan. Setelah pemasangan *temporary casing* selesai dilanjutkan dengan pengeboran tanah.

2. Pekerjaan Pengeboran

Pekerjaan pengeboran dilakukan menggunakan *bore machine* dengan diameter dan panjang kedalaman titik yang disesuaikan dengan gambar *shop drawing*. Pada pekerjaan ini untuk diameter dan panjang kedalaman rencana adalah :

- Diameter 1200 mm dengan kedalaman 66 m
- Diameter 1200 mm dengan kedalaman 60 m

Tanah di bor dengan cara memutar *bore machine* dan diangkat setiap interval 0,5 meter. Hal ini dilakukan secara berulang-ulang sampai kedalaman rencana yang ditentukan.

Pada saat pengeboran terjadi pengikisan tanah. Proses pengikisan tanah dibantu dengan tembakan air lewat lubang stang bor sehingga menyebabkan tanah yang terkikis menjadi lumpur dan terdorong keluar dari lubang pengeboran. Setelah pengeboran selesai, dilakukan pembersihan dasar lubang dari air atau lumpur dengan *cleaning bucket* dan dilakukan pengukuran kedalaman lubang dengan menurunkan *measuring tape* ke dasar lubang pengeboran. Pekerjaan pengeboran ini dilakukan bersamaan

dengan fabrikasi tulangan pondasi *bore pile* dengan tujuan efisiensi waktu pengerjaan.

3. Pekerjaan Pembesian

Pekerjaan pembesian pada pondasi *bore pile* dilakukan dengan fabrikasi tulangan terlebih dahulu di area los besi. Fabrikasi tulangan meliputi pemotongan, pembengkokan, dan perakitan tulangan. Fabrikasi tulangan dirakit dengan panjang maksimal 12 meter karena material baja tulangan yang ada di pasaran adalah sepanjang itu, maka dilakukan penyambungan tulangan ketika kebutuhan fabrikasi tulangan lebih dari 12 meter. Setelah fabrikasi tulangan selesai, tulangan pondasi *bore pile* yang telah dirakit akan diangkat menggunakan *tower crane* dan dilakukan pemasangan dengan penyambungan tulangan yang diikat menggunakan kawat bendrat serta dilakukan pengelasan sebagai perkuatan.

4. Pekerjaan Pengecoran

Pada tahapan ini dilakukan terlebih dahulu pemasangan pipa tremi dari besi yang dimasukkan dengan panjang sesuai kedalaman lubang pengeboran. Dengan sistem tremi ini pengecoran dimulai dari dasar lubang. Pengecoran dilakukan dengan beton *ready mix* dari *concrete pump* yang dituangkan kedalam pipa tremi. Pada saat pengecoran, ujung pipa tremi akan tertanam beton karena beton mengalir naik dengan adanya tekanan dari bawah sehingga pipa tremi dilepas setiap 3 meter akan tetapi ujung pipa di dalam harus dalam keadaan tertanam di dalam beton. Pengecoran dilakukan sampai beton mengisi ruang dari dasar lubang hingga ke permukaan.

5.1.2 Retaining Wall

1. Pekerjaan Bekisting

Sama halnya dengan pekerjaan bore pile, pekerjaan bekisting *retaining wall* dilakukan dengan pemasangan *temporary casing* yang terbuat dari baja. Pemasangan bekisting ini bertujuan agar menghindari terjadinya keruntuhan pada permukaan tanah saat pekerjaan pengeboran dilakukan. Setelah pemasangan *temporary casing* selesai dilanjutkan dengan pengeboran tanah.

2. Pekerjaan Pengeboran

Pekerjaan pengeboran dilakukan menggunakan *bore machine* dengan diameter dan panjang kedalaman titik yang disesuaikan dengan gambar *shop drawing*. Pada pekerjaan ini untuk diameter dan panjang kedalaman rencana adalah :

- Diameter 1200 mm dengan kedalaman 66 m
- Diameter 800 mm dengan kedalaman 45 m

Tanah di bor dengan cara memutar *bore machine* dan diangkat setiap interval 0,5 meter. Hal ini dilakukan secara berulang-ulang sampai kedalaman rencana yang ditentukan. Pada saat pengeboran terjadi pengikisan tanah. Proses pengikisan tanah dibantu dengan tembakan air lewat lubang stang bor sehingga menyebabkan tanah yang terkikis menjadi lumpur dan terdorong keluar dari lubang pengeboran. Setelah pengeboran selesai, dilakukan pembersihan dasar lubang dari air atau lumpur dengan *cleaning bucket* dan dilakukan pengukuran kedalaman lubang dengan menurunkan *measuring tape* ke dasar lubang pengeboran. Pekerjaan pengeboran ini dilakukan bersamaan dengan fabrikasi tulangan *retaining wall* dengan tujuan efisiensi waktu pengerjaan.

3. Pekerjaan Pemesian

Pekerjaan pemesian pada *retaining wall* dilakukan dengan fabrikasi tulangan terlebih dahulu di area los besi.

Fabrikasi tulangan meliputi pemotongan, pembengkokan, dan perakitan tulangan. Fabrikasi tulangan dirakit dengan panjang maksimal 12 meter karena material baja tulangan yang ada di pasaran adalah sepanjang itu, maka dilakukan penyambungan tulangan ketika kebutuhan fabrikasi tulangan lebih dari 12 meter. Setelah fabrikasi tulangan selesai, tulangan *retaining wall* yang telah dirakit akan diangkat menggunakan *tower crane* dan dilakukan pemasangan dengan penyambungan tulangan yang diikat menggunakan kawat bendrat serta dilakukan pengelasan sebagai perkuatan.

4. Pekerjaan Pengecoran

Pada tahapan ini dilakukan terlebih dahulu pemasangan pipa tremi dari besi yang dimasukkan dengan panjang sesuai kedalaman lubang pengeboran. Dengan sistem tremi ini pengecoran dimulai dari dasar lubang. Pengecoran dilakukan dengan beton *ready mix* dari *concrete pump* yang dituangkan kedalam pipa tremi. Pada saat pengecoran, ujung pipa tremi akan tertanam beton karena beton mengalir naik dengan adanya tekanan dari bawah sehingga pipa tremi dilepas setiap 3 meter akan tetapi ujung pipa di dalam harus dalam keadaan tertanam di dalam beton. Pengecoran dilakukan sampai beton mengisi ruang dari dasar lubang hingga ke permukaan.

5.1.3 Raft Foundation dan Pile Cap

1. Pekerjaan Bekisting

Pekerjaan bekisting *raft foundation* dan *pile cap* ini dilakukan setelah pekerjaan galian dan urugan lantai kerja. Selanjutnya dilakukan pekerjaan bekisting. Pekerjaan bekisting menggunakan batako yang disusun dengan cara menumpuknya keatas. Penyusunan bekisting batako dikerjakan bersamaan dengan fabrikasi tulangan dengan

tujuan efisiensi waktu pengerjaan. Fabrikasi tulangan dikerjakan di area los besi.

2. Pekerjaan Pembesian

Pekerjaan pembesian pada *raft foundation* dan *pile cap* dilakukan dengan fabrikasi tulangan terlebih dahulu di area los besi dan dilakukan pekerjaan *cutting pile* sehingga tulangan *pile* terhubung dengan tulangan *raft foundation* dan *pile cap*. Fabrikasi tulangan meliputi pemotongan dan pembengkokan tulangan. Setelah fabrikasi tulangan selesai dan bekisting telah terpasang, dilanjutkan dengan perakitan tulangan *raft foundation* dan *pile cap* sesuai dengan gambar *shop drawing*.

3. Pekerjaan Pengecoran

Pekerjaan pengecoran *raft foundation* dan *pile cap* diawali dengan pengecekan tulangan terlebih dahulu dan dilakukan pembersihan area kerja menggunakan *air compressor* untuk membersihkan kotoran-kotoran yang dapat mengurangi mutu dan daya lekatan tulangan pada beton seperti debu, potongan kawat bendrat, dan potongan papan kayu. Pada bagian tulangan yang terhubung dengan *tie beam* diberi kawat ayam atau stop cor sebagai pembatas beton. Setelah pengecekan selesai dilakukan pengecoran menggunakan beton *ready mix* dari *concrete pump* yang dituangkan melalui pipa cor. Untuk pengecoran *raft foundation* dilakukan secara terus menerus karena membutuhkan volume masa yang lebih besar dibandingkan pengecoran pada *pile cap*.

5.1.4 Tie Beam

1. Pekerjaan Bekisting

Pekerjaan bekisting *tie beam* ini dilakukan setelah pekerjaan galian dan urugan lantai kerja. Setelah itu dilakukan pemasangan bekisting menggunakan batako yang

disusun. Pada saat pemasangan bekisting, batako disusun menggunakan plester yang terbuat dari campuran air, pasir, dan semen sebagai perekat. Pemasangan bekisting dikerjakan bersamaan dengan fabrikasi tulangan dengan tujuan efisiensi waktu pengerjaan. Fabrikasi tulangan dikerjakan di area los besi.

2. Pekerjaan Pembesian

Pekerjaan pembesian pada *tie beam* dilakukan dengan fabrikasi tulangan terlebih dahulu di area los besi. Fabrikasi tulangan meliputi pemotongan dan pembengkokan tulangan. Setelah fabrikasi tulangan selesai dan bekisting telah terpasang, dilanjutkan dengan perakitan tulangan *tie beam* yang dihubungkan dengan tulangan *raft foundation* dan *pile cap* sesuai dengan gambar *shop drawing*.

3. Pekerjaan pengecoran

Pekerjaan pengecoran *tie beam* dilakukan dengan menggunakan beton *ready mix* yang disalurkan melalui pipa cor. Sebelum penuangan beton, dilakukan terlebih dahulu pembersihan pipa cor menggunakan mortar dari campuran air dan semen dengan menyemprotkan mortar tersebut ke dalam pipa cor lalu dibuang dengan ditampung oleh *bucket*. Setelah itu dilakukan pengecoran dan pada saat beton telah tertuang, dilakukan perojokan menggunakan alat *vibrator* agar beton mengisi ruang serta menghindari adanya udara yang ada didalam beton karena dapat menurunkan mutu beton.

5.1.5 Kolom

1. Pekerjaan Pembesian

Pekerjaan pembesian kolom dilakukan fabrikasi terlebih dahulu di los besi. Fabrikasi meliputi pemotongan, pembengkokan, dan perakitan tulangan kolom sesuai dengan gambar *shop drawing*. Pada kolom dasar basement

akan dihubungkan dengan tulangan *pile* yang telah dipotong, sedangkan untuk kolom di atasnya akan diberi tulangan *overlap* yaitu sebesar 40D agar bisa dikaitkan dengan kolom berikutnya. Setelah selesai dirakit, tulangan kolom diangkat menggunakan *tower crane* dan dilakukan pemasangan dengan menyambung kolom pada lantai sebelumnya menggunakan kawat bendrat. Pemasangan tulangan dikerjakan bersamaan dengan fabrikasi bekisting dengan tujuan efisiensi waktu pengerjaan.

2. Pekerjaan Bekisting

Pekerjaan bekisting pada kolom dilakukan setelah tulangan terpasang. Pemasangan bekisting dilakukan dengan diangkat menggunakan *tower crane*. Dan setelah bekisting terpasang dilanjutkan dengan *marking* yang bertujuan untuk acuan agar bekisting lurus secara vertikal dan horizontal.

3. Pekerjaan Pengecoran

Pekerjaan pengecoran kolom dilakukan setelah pengecekan tulangan dan bekisting. Selanjutnya dilakukan pembersihan area kerja menggunakan *air compressor* untuk membersihkan kotoran-kotoran yang dapat mengurangi mutu dan daya lekatan tulangan pada beton seperti debu, potongan kawat bendrat, dan potongan papan kayu. Pada bagian tulangan yang terhubung dengan balok dan pelat diberi kawat ayam atau stop cor sebagai pembatas beton. Pengecoran kolom dilakukan dengan menggunakan beton *ready mix* yang dimasukkan kedalam *concrete bucket* yang diangkat menggunakan *tower crane* dan beton disalurkan melalui pipa tremi sepanjang 4 meter.

5.1.6 Balok dan Pelat Lantai

1. Pekerjaan Bekisting

Pekerjaan bekisting balok dan pelat lantai ini dilakukan fabrikasi bekisting terlebih dahulu. Fabrikasi meliputi

pengukuran dan pemotongan papan kayu. Pemasangan bekisting dikerjakan bersamaan dengan fabrikasi tulangan dengan tujuan efisiensi waktu pengerjaan. Fabrikasi tulangan dikerjakan di area los besi. Bekisting yang sudah dilakukan fabrikasi diangkut menuju segmen yang akan dipasang bekisting menggunakan *tower crane*. Berikut adalah urutan pelaksanaan pekerjaan bekisting balok dan pelat lantai :

- Diawali dengan memasang perancah untuk balok terlebih dahulu
- Pasang gelagar balok kayu diatas perancah searah balok
- Pasang balok suri-suri dengan jarak 60 cm dengan arah melintang
- Kemudian pasang bodeman yang telah dilakukan fabrikasi sebelumnya lalu *setting* dengan tarikan benang agar datar dan sesuai dengan elevasi rencana
- Setelah bodeman terpasang, dilanjutkan memasang tembereng kanan dan kiri lalu *setting* agar lurus dan rata
- Setelah bekisting balok dipasang, dilanjutkan dengan memasang gelagar pelat lantai
- Pasang *horrie beam* diatas gelagar pelat lantai lalu pasang multiplex sesuai dengan yang direncanakan dengan *setting* hingga datar dan rata
- Pemasangan bekisting harus selalu di kontrol elevasinya agar sesuai dengan rencana

2. Pekerjaan Pembesian

Pekerjaan pembesian pada balok dan pelat lantai dilakukan dengan fabrikasi tulangan terlebih dahulu di area los besi. Fabrikasi tulangan meliputi pemotongan dan pembengkokan tulangan. Setelah fabrikasi tulangan selesai dan bekisting telah terpasang, dilanjutkan dengan perakitan tulangan balok dan pelat lantai yang dihubungkan dengan

tulangan kolom pada sisi tumpuan sesuai dengan gambar *shop drawing*.

3. Pekerjaan Pengecoran

Pekerjaan pengecoran dilakukan setelah pengecekan tulangan dan bekisting terlebih dahulu. Pengecoran dilakukan menggunakan beton *ready mix* yang dimasukkan kedalam *concrete bucket* yang diangkat menggunakan *tower crane* dan beton disalurkan melalui pipa tremi sepanjang 4 meter.

5.1.7 Tangga

1. Pekerjaan Bekisting

Pekerjaan bekisting menggunakan kayu multiplek dengan ketebalan 12 mm. Dilakukan *marking* terlebih dahulu untuk menentukan tanda sebagai injakan, tanjakan, dan kemiringan tangga. Setelah itu dipasang perancah untuk menahan beban dari tangga tersebut selama proses pengecoran. Bekisting multiplek dipasang sesuai dengan injakan, tanjakan, dan kemiringan tangga. Pemasangan bekisting dikerjakan bersamaan dengan fabrikasi tulangan dengan tujuan efisiensi waktu pengerjaan.

2. Pekerjaan Pembesian

Pekerjaan pembesian diawali dengan fabrikasi terlebih dahulu di area los besi. Fabrikasi tulangan meliputi pemotongan dan pembengkokan tulangan yang kemudian diangkut menggunakan *tower crane* ke segmen tangga yang akan dipasang tulangan. Setelah itu dilakukan perakitan tulangan tangga. Pada bagian bordes dan tumpuan tangga akan dihubungkan dengan panjang penyaluran tulangan balok.

3. Pekerjaan Pengecoran

Pekerjaan pengecoran pada tangga dilakukan setelah pengecekan tulangan dan bekisting terlebih dahulu.

Pengecoran menggunakan beton *ready mix* dari *concrete pump* yang di tuangkan dan disalurkan melalui pipa cor. Pengecoran dilakukan bertahap dari bagian atas hingga ke bagian bawah tangga dan dilakukan perojokan menggunakan alat *vibrator* selama proses pengecoran berlangsung untuk menghindari adanya udara dalam beton yang dapat menurunkan mutu beton.

5.1.8 Shear Wall

1. Pekerjaan Pembesian

Pekerjaan pembesian *shear wall* dilakukan fabrikasi terlebih dahulu di los besi. Fabrikasi meliputi pemotongan, pembengkokan, dan perakitan tulangan *shear wall* sesuai dengan gambar *shop drawing*. Pada *shear wall* dasar *basement* akan dihubungkan dengan tulangan *pile* yang telah dipotong, sedangkan untuk *shear wall* di atasnya akan diberi tulangan *overlap* yaitu sebesar 40D agar bisa dikaitkan dengan *shear wall* berikutnya. Setelah selesai dirakit, tulangan *shear wall* diangkat menggunakan *tower crane* dan dilakukan pemasangan dengan menyambung *shear wall* pada lantai sebelumnya menggunakan kawat bendrat. Pemasangan tulangan dikerjakan bersamaan dengan fabrikasi bekisting dengan tujuan efisiensi waktu pengerjaan

2. Pekerjaan Bekisting

Pekerjaan bekisting pada *shear wall* dilakukan setelah tulangan terpasang. Pemasangan bekisting dilakukan dengan diangkat menggunakan *tower crane*. Bekisting *shear wall* akan dipasang di atas *climbing* dan *platform* yang merupakan metode dari *climbing formwork*. Tujuan penerapan metode ini adalah sebagai penopang dan menjaga ketegakan *shear wall* dan untuk memudahkan dalam pemasangan bekisting. Dan setelah bekisting terpasang, pada sisi *shear wall* yang berhadapan dipasang *tie rod* yang terbuat dari besi sebagai

pengencang. Pada pemasangan *tie rod* akan terdapat lubang sebesar pipa kecil bekas penggunaan *tie rod* yang bertujuan untuk mempererat bekisting tidak ikut dicor dan agar mudah terlepas. Setelah itu dilanjutkan dengan *marking* yang bertujuan untuk acuan agar bekisting lurus secara vertikal dan horizontal.

3. Pekerjaan Pengecoran

Pekerjaan pengecoran *shear wall* dilakukan setelah pengecekan tulangan dan bekisting. Pengecoran *shear wall* dilakukan dengan menggunakan beton *ready mix* yang dimasukkan kedalam *concrete bucket* yang diangkat menggunakan *tower crane* dan beton disalurkan melalui pipa tremi sepanjang 4 meter. Selama proses pengecoran saat beton telah tertuang, dilakukan pemerataan hasil cor menggunakan alat *vibrator* agar beton mengisi ruang serta menghindari adanya udara yang ada didalam beton karena dapat menurunkan mutu beton.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB VI

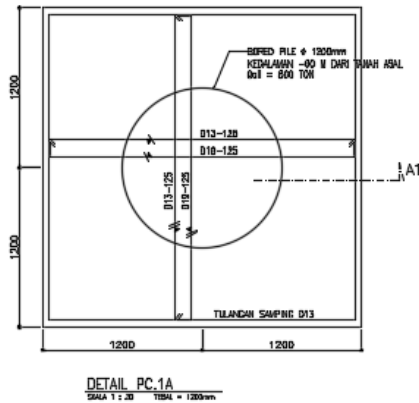
ANALISA PEMBAHASAN DAN HASIL PERHITUNGAN

6.1 Pekerjaan Galian

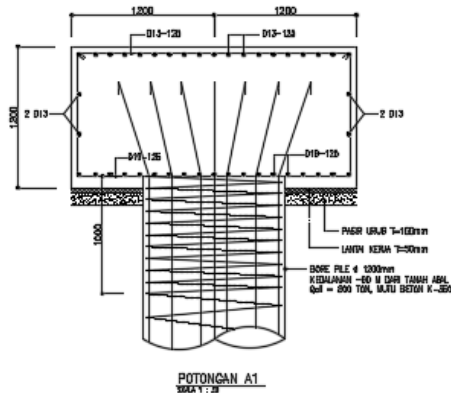
Pada pekerjaan galian ini, perhitungan dibagi menjadi beberapa bagian yaitu volume galian, durasi galian, dan biaya galian.

1. Volume Galian

Dalam perhitungan volume galian ini terdapat beberapa pekerjaan diantaranya adalah galian *basement*, galian *pile cap*, galian *raft foundation*, galian *tie beam*, dan galian pelat lantai dasar. Digunakan contoh perhitungan pada galian *pile cap* Tipe PC1A.



Gambar 6.32 Detail PC1A
sumber: PT.PP (Persero), Tbk



Gambar 6.33 Gambar Potongan PC1A
sumber: PT.PP (Persero), Tbk

- Data detail *pile cap* tipe PC1A
 - Dimensi = 2.4 x 2.4 m
 - Kedalaman = 1.2 m
 - Tulangan = tul. atas D13-125 mm
tul. bawah D19-125 mm
tul. samping D13
 - Decking = 0.04 m
- Perhitungan volume galian *pile cap* tipe PC1A
 - Dari gambar tersebut didapatkan kedalaman lantai kerja adalah 0.05 m dan kedalaman pasir urug adalah 0.1 m.
 - Luas *pile cap* tipe PC1A = 2.4 x 2.4 = 5.76 m²
 - Volume galian = (1.2 + 0.05 + 0.1) x 5.76 = 7.776 m³
- Rekapitulasi volume galian

| Zona | Total Volume Galian (m3) |
|--------|--------------------------|
| Zona 1 | 17056.160 |
| Zona 2 | 12938.833 |

2. Durasi Galian

Durasi galian dihitung berdasarkan produktifitas alat berat yang digunakan yaitu terdapat *excavator* dan *dump truck*. Dimana jam kerja proyek dalam sehari adalah 7 jam.

- Produktifitas *excavator*
 - Spesifikasi *excavator* yaitu :
 - V = 1 m³
 - Tinggi galian = 6.75 m
 - Digging depth = 6.62 m
 - Fb = 0.8
 - Fa = 0.83
 - Kondisi galian = $\frac{6.75}{6.62 \cdot 1000} \times 100 = 101.96 \%$
 - Fv = 1.1 (lebih dari 75%)
 - Waktu gali = 13 detik (kedalaman 4m-lebih)
 - Waktu putar = 8 detik (dengan sudut putar 180°)
 - Waktu buang = 8 detik
 - Tanah lepas = 1.18
 - Waktu siklus (Ts) = 13 + (2x8) + 8 = 37 detik = 0.62 menit
 - Kapasitas produksi = $\frac{1 \times 0.8 \times 0.83 \times 1.18 \times 60}{0.62 \times 1.1} = 55.44$ m³/jam
- Produktifitas *dump truck*
 - Spesifikasi *dump truck* yaitu :
 - V = 10 m³
 - Tinggi galian = 6.75 m
 - Fa = 0.83
 - v1 = 25 km/jam
 - v2 = 35 km/jam
 - Jarak angkut = 0.005 km (diasumsikan)
 - Jarak kembali = 3 km (diasumsikan)
 - Mengambil posisi = 2 menit (diasumsikan)

- $T1 = \frac{10 \times 60}{2 \times 55.44} = 5.41$ menit
- $T2 = \frac{0.005 \times 60}{25} = 0.012$ menit
- $T3 = 3$ menit
- $T4 = \frac{3 \times 60}{35} = 5.14$ menit
- $T5 = 2$ menit
- Waktu siklus = $5.41 + 0.012 + 3 + 5.14 + 2 = 15.57$ menit
- Kapasitas produksi = $\frac{10 \times 0.83 \times 0.8 \times 60}{2 \times 15.57} = 12.80$ m³/jam

- Durasi galian
 - Jumlah *excavator* yang digunakan adalah 5 buah, maka kapasitas produksi yang dihasilkan yaitu :
= $55.44 \text{ m}^3/\text{jam} \times 5 = 277.22 \text{ m}^3/\text{jam}$
 - Jumlah *dump truck* yang dibutuhkan yaitu :
= $\frac{277.22}{12.80} = 22$ buah
 - Durasi galian =
Zona 1 = $\frac{17056.160}{277.22} = 61.53$ jam = 9 hari
Zona 2 = $\frac{12938.833}{277.22} = 46.67$ jam = 7 hari

3. Biaya Galian

Dalam perhitungan biaya galian dibutuhkan alat berat *excavator* dengan harga sewa Rp 108,000,000/bulan dan *dump truck* dengan harga sewa Rp 35,000,000/bulan. Setelah dilakukan analisa dengan *Microsoft Project* diketahui durasi untuk galian adalah 33 hari = 2 bulan.

- Biaya sewa alat
 - Zona 1
Excavator = $108,000,000 \times 2 \times 5 = \text{Rp } 1,080,000,000$
Dump Truck = $35,000,000 \times 2 \times 22 = \text{Rp } 1,540,000,000$
 - Zona 2
Excavator = $108,000,000 \times 2 \times 5 = \text{Rp } 1,080,000,000$
Dump Truck = $35,000,000 \times 2 \times 22 = \text{Rp } 1,540,000,000$

- Rekapitulasi biaya galian

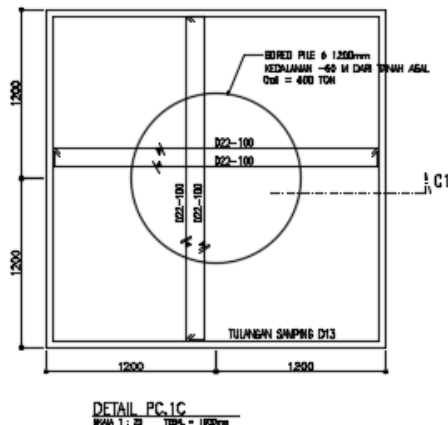
| Pekerjaan | Biaya |
|-----------|------------------|
| Galian | Rp 5,240,000,000 |

6.2 Pekerjaan Urugan

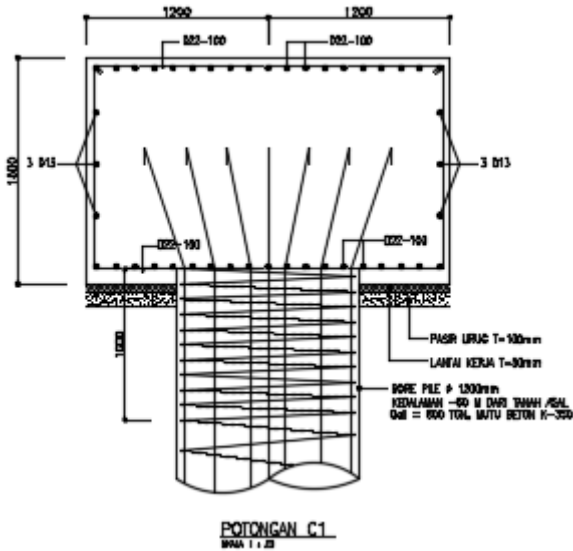
Pada pekerjaan urugan ini, perhitungan dibagi menjadi beberapa bagian yaitu volume urugan dan lantai kerja, durasi urugan dan lantai kerja, biaya urugan dan lantai kerja.

1. Volume Urugan dan Lantai Kerja

Dalam perhitungan volume urugan dan lantai kerja ini terdapat beberapa pekerjaan diantaranya adalah urugan dan lantai kerja *pile cap*, urugan dan lantai kerja *raft foundation*, urugan dan lantai kerja *tie beam*, urugan dan lantai kerja pelat lantai dasar. Digunakan contoh perhitungan pada urugan dan lantai kerja *pile cap* Tipe PC1C.



Gambar 6.34 Detail PC1C
sumber: PT.PP (Persero), Tbk



Gambar 6.35 Gambar Potongan PC1C
sumber: PT.PP (Persero), Tbk

- Data detail *pile cap* tipe PC1C

| | |
|-----------|---|
| Dimensi | = 2.4 x 2.4 m |
| Kedalaman | = 1.5 m |
| Tulangan | = tul. atas D22-100 mm tul. bawah D22-100 mm tul. samping D13 |
| Decking | = 0.04 m |
- Perhitungan volume urugan *pile cap* tipe PC1C
 - Dari gambar tersebut didapatkan kedalaman lantai kerja adalah 0.05 m dan kedalaman pasir urug adalah 0.1 m.
 - Luas *pile cap* tipe PC1C = 2.4 x 2.4 = 5.76 m²
 - Volume urugan = 0.1 x 5.76 = 0.576 m³

- Perhitungan volume lantai kerja *pile cap* tipe PC1C
 - Dari gambar tersebut didapatkan kedalaman lantai kerja adalah 0.05 m dan kedalaman pasir urug adalah 0.1 m.
 - Luas *pile cap* tipe PC1C = $2.4 \times 2.4 = 5.76 \text{ m}^2$
 - Volume lantai kerja = $0.05 \times 5.76 = 0.288 \text{ m}^3$
- Rekapitulasi volume urugan

| Zona | Total Volume Urugan (m3) |
|--------|--------------------------|
| Zona 1 | 212.504 |
| Zona 2 | 149.819 |

- Rekapitulasi volume lantai kerja

| Zona | Total Volume Lantai Kerja (m3) |
|--------|--------------------------------|
| Zona 1 | 106.252 |
| Zona 2 | 74.909 |

2. Durasi Urugan dan Lantai Kerja

Durasi urugan dihitung berdasarkan produktifitas alat yang digunakan yaitu terdapat *vibration roller*, gerobak dan produktifitas pekerja. Sedangkan durasi lantai kerja dihitung berdasarkan produktifitas alat yang digunakan yaitu terdapat gerobak, mixer dan produktifitas pekerja. Dimana jam kerja proyek dalam sehari adalah 7 jam.

- Produktifitas *vibration roller*
 - Spesifikasi *vibration roller* yaitu :
 - V = 13.5 km/jam
 - H = 0.1 m
 - Ek = 0.81 (kondisi baik)
 - N = 4 (roda ban)

- Kapasitas Produksi = $\frac{177.53 \times 13.5 \times 0.1 \times 0.81}{4} = 48.531$ m³/jam
- Produktifitas gerobak untuk urugan
 - Kapasitas gerobak = 0.0183 m³
 - Kapasitas sekop = 0.0033 m³
 - Jarak lokasi pasir = 7 m
 - Banyak kali isi = $\frac{0.0183}{0.0033} = 24$ kali
 - Waktu jalan isi = $\frac{7}{30} = 0.233$ menit
 - Waktu jalan kosong = $\frac{7}{40} = 0.175$ menit
 - Waktu siklus gerobak = 3.4 + 0.233 + 0.175 = 3.808 menit
 - Siklus gerobak = $\frac{60}{3.808} \times 0.8 = 12.604$ kali/jam
 - Produktifitas sekop = $\frac{60}{2} \times 0.8 = 24$ kali/jam
 - Banyak gerobak = $\frac{24}{12.604} = 2$ buah
 - Kapasitas produksi gerobak = 0.0813 x 12.604 x 2 = 2.048 m³/jam
 - Kapasitas gerobak dalam hari = $\frac{112}{2.048 \times 7} \times 0.8 \times 7 = 43.747$ m³/hari
- Produktivitas pekerja untuk urugan
 - Kebutuhan tenaga kerja yaitu :
 - 1 kepala tukang
 - 15 pembantu tukang
 - Produktifitas pekerja = (1x7) + (15x7) = 112 jam/hari
- Produktivitas gerobak untuk lantai kerja
 - Kapasitas gerobak = 0.052 m³
 - Kapasitas *mixer* = 0.28 m³
 - Jarak lokasi pasir = 7 m
 - Banyak kali isi = $\frac{0.28}{0.0052} = 6$ kali

- Siklus *mixer* = $\frac{60}{3.4} \times 0.83 = 14.647$ kali/jam
- Waktu jalan isi = $\frac{7}{30} = 0.233$ menit
- Waktu jalan kosong = $\frac{7}{40} = 0.175$ menit
- Waktu siklus gerobak = $2.7 + 0.233 + 0.175 = 3.11$ menit
- Siklus gerobak = $\frac{60}{3.11} \times 0.8 = 16$ kali/jam
- Banyak gerobak = $\frac{16}{14.647} = 2$ buah
- Kapasitas produksi gerobak = $0.052 \times 16 \times 2 = 1.664$ m³/jam
- Kapasitas gerobak dalam hari = $\frac{112}{1.664 \times 7} \times 0.8 \times 7 = 53.846$ m³/hari
- Produktifitas mixer untuk lantai kerja
 - Kapasitas mixer = 0.28 m³
 - Siklus mixer = $\frac{60}{3.4} \times 0.83 = 14.647$ kali/jam
 - Produktifitas mixer = $0.052 \times 16 \times 0.052 = 1.66$ m³/jam
 - Kapasitas produksi mixer dalam hari = $\frac{84}{1.66 \times 7} \times 0.8 \times 7 = 40.38$ m³/hari
- Produktifitas pekerja untuk lantai kerja
 - Kebutuhan tenaga kerja yaitu :
 - 1 mandor
 - 1 kepala tukang
 - 2 tukang
 - 8 pembantu tukang
 - Produktifitas pekerja = $(1 \times 7) + (1 \times 7) + (2 \times 7) + (8 \times 7) = 84$ jam/hari
- Durasi urugan
 - Durasi urugan = $\frac{0.576}{43.747} = 0.01$ hari (untuk PC1C)
- Durasi lantai kerja
 - Durasi lantai kerja = $\frac{0.288}{40.38} = 0.007$ hari (untuk PC1C)

- Rekapitulasi durasi urugan

| Zona | Durasi Urugan (hari) |
|--------|----------------------|
| Zona 1 | 4.858 |
| Zona 2 | 3.425 |

- Rekapitulasi durasi lantai kerja

| Zona | Durasi Lantai Kerja (hari) |
|--------|----------------------------|
| Zona 1 | 2.631 |
| Zona 2 | 1.855 |

3. Biaya Urugan dan Lantai Kerja

Dalam perhitungan biaya urugan dibutuhkan alat berat *vibration roller* dengan harga sewa Rp 144,000,000/bulan, gerobak dengan harga sewa Rp 150,000/bulan dan upah pekerja urugan yaitu :

Mandor = Rp 120,000/hari
 Kepala Tukang = Rp 110,000/hari
 Tukang = Rp 105,000/hari
 Pembantu Tukang = Rp 99,000/hari

Sedangkan untuk perhitungan biaya lantai kerja dibutuhkan alat gerobak dengan harga sewa Rp 150,000/bulan , *mixer* dengan harga sewa Rp 6,000,000/bulan, material pengecoran dengan mutu beton K-100 dengan harga Rp 680,000/m³ dan upah pekerja lantai kerja yaitu :

Mandor = Rp 120,000/hari
 Kepala Tukang = Rp 110,000/hari
 Tukang = Rp 105,000/hari
 Pembantu Tukang = Rp 99,000/hari

Setelah dilakukan analisa dengan *Microsoft Project* diketahui durasi untuk urugan adalah 34 hari = 2 bulan dan durasi untuk lantai kerja adalah 32 hari = 2 bulan.

- Biaya urugan
 - Harga upah pekerja
 - Kepala tukang = $1 \times 110,000 = \text{Rp } 110,000$
 - Pembantu tukang = $15 \times 99,000 = \text{Rp } 1,485,000$
 - Total biaya upah pekerja yaitu :
 - $= (110,000 \times 4.86) + (1,485,000 \times 4.86) + (110,000 \times 3.42)$
 - $+ (1,485,000 \times 3.42)$
 - $= \text{Rp } 13,206,600$
 - Harga sewa alat
 - Zona 1 yaitu :
 - Vibration roller* = $144,000,000 \times 2 = \text{Rp } 288,000,000$
 - Gerobak = $150,000 \times 2 = \text{Rp } 300,000$
 - Zona 2 yaitu :
 - Vibration roller* = $144,000,000 \times 2 = \text{Rp } 288,000,000$
 - Gerobak = $150,000 \times 2 = \text{Rp } 300,000$
 - Harga material urugan
 - Pasir urug = $81,750 \times 362.323 = \text{Rp } 29,619,905$
- Biaya rantai kerja
 - Harga upah pekerja
 - Mandor = $1 \times 120,000 = \text{Rp } 120,000$
 - Kepala tukang = $1 \times 110,000 = \text{Rp } 110,000$
 - Tukang = $2 \times 105,000 = \text{Rp } 210,000$
 - Pembantu tukang = $8 \times 99,000 = \text{Rp } 792,000$
 - Total biaya upah pekerja yaitu :
 - $= (120,000 \times 2.631) + (110,000 \times 2.631) + (105,000 \times 2.631)$
 - $+ (99,000 \times 2.631) + (120,000 \times 1.855) + (110,000 \times 1.855)$
 - $+ (105,000 \times 1.855) + (99,000 \times 1.855)$
 - $= \text{Rp } 5,526,752$
 - Harga sewa alat
 - Zona 1 yaitu :
 - Gerobak = $150,000 \times 2 = \text{Rp } 300,000$
 - Mixer* = $6,000,000 \times 2 = \text{Rp } 12,000,000$
 - Zona 2 yaitu :

Gerobak = $150,000 \times 2 = \text{Rp } 300,000$

Mixer = $6,000,000 \times 2 = \text{Rp } 12,000,000$

- Harga material pengecoran

Beton K-100 = $680,000 \times 181.161 = \text{Rp } 123,189,687$

- Rekapitulasi biaya urugan

| Pekerjaan | Biaya |
|-----------|----------------|
| Urugan | Rp 619,426,505 |

- Rekapitulasi biaya lantai kerja

| Pekerjaan | Biaya |
|--------------|----------------|
| Lantai Kerja | Rp 153,316,439 |

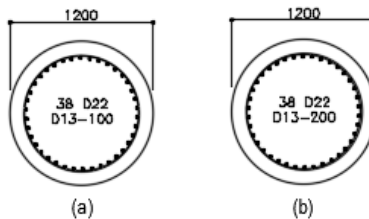
6.3 Pekerjaan Bore Pile

Pada pekerjaan *bore pile* ini, perhitungan dibagi menjadi beberapa pekerjaan yaitu pembesian, pengeboran, dan pengecoran.

1. Pekerjaan Pembesian

A. Analisa Bahan

Dalam perhitungan analisa bahan pada pekerjaan *bore pile* ini digunakan contoh pada tipe *bore pile* $\phi 1200$ mm dengan kedalaman 60 m.



Gambar 6.36 (a) Detail Tulangan Tumpuan, (b) Detail Tulangan Lapangan

sumber: PT.PP (Persero), Tbk

- Data detail *bore pile* $\phi 1200$ mm
 - Dimensi = $\phi 1200$ mm, kedalaman 60 m
 - Tulangan = 38 D22 (tul. utama)
 - D13-100 (tul. samping tumpuan)
 - D13-200 (tul. samping lapangan)
 - Decking = 0.04 m
- Perhitungan tulangan utama
 - Panjang total tulangan = $60 \times 38 = 2280$ m
 - 1 lonjor tulangan = 12 m
 - Kebutuhan tulangan D22 = $\frac{2280}{12} = 190$ lonjor
 - Berat tulangan dihitung dengan koefisien berat tulangan dan didapatkan untuk tulangan D22 memiliki berat 2.98 kg/m, maka perhitungannya yaitu $= 2280 \times 2.98 = 6794.4$ kg
- Perhitungan tulangan samping
 - Tulangan tumpuan
 - Panjang tulangan = $2 \times \frac{22}{7} \times \frac{1200-80}{2} = 3520$ mm = 3.52 m
 - Jumlah tulangan = $\frac{1000}{100} = 10$ buah
 - Panjang total tulangan = $3.52 \times 10 = 35.2$ m
 - 1 lonjor tulangan = 12 m
 - Kebutuhan tulangan D13 = $\frac{35.2}{12} = 3$ lonjor
 - Berat tulangan dihitung dengan koefisien berat tulangan dan didapatkan untuk tulangan D13 memiliki berat 1,04 kg/m, maka perhitungannya yaitu $= 35.2 \times 1.04 = 36.608$ kg
 - Tulangan lapangan
 - Panjang tulangan = $2 \times \frac{22}{7} \times \frac{1200-80}{2} = 3520$ mm = 3.52 m
 - Jumlah tulangan = $\frac{59000}{200} = 295$ buah

- Panjang total tulangan = $3.52 \times 295 = 1038.4$ m
- 1 lonjor tulangan = 12 m
- Kebutuhan tulangan D13 = $\frac{1038.4}{12} = 87$ lonjor
- Berat tulangan dihitung dengan koefisien berat tulangan dan didapatkan untuk tulangan D13 memiliki berat 1.04 kg/m, maka perhitungannya yaitu = $1038.4 \times 1.04 = 1079.936$ kg
- Rekapitulasi kebutuhan tulangan

| Zona | Kedalaman | Diameter | Berat |
|--------|-----------|----------|----------|
| Zona 1 | 66 dan 60 | 22 | 434126.4 |
| | | 13 | 107279.8 |
| Zona 2 | 66 dan 60 | 22 | 391616.7 |
| | | 13 | 97798.28 |

B. Durasi

Durasi pembesian dihitung dari total durasi pemotongan, pembengkokan, kaitan, dan pemasangan tulangan.

- Pemotongan tulangan

Durasi pemotongan tulangan menggunakan *bar cutter* tiap 100 buah tulangan adalah 2 jam yang dikerjakan satu orang pekerja dengan durasi normal. Durasi pekerja proyek ini adalah 7 jam kerja dalam satu hari.

Untuk pekerjaan *bore pile* ini didapatkan jumlah potongan sebagai berikut :

- Zona 1

D13 = 29305 buah potongan

D22 = 20934 buah potongan

- Zona 2

D13 = 26715 buah potongan

D22 = 18858 buah potongan

Sehingga setelah diketahui jumlah potongan, maka dapat dihitung durasi pemotongan tulangan yaitu :

- Kebutuhan tenaga kerja yaitu :

1 mandor

2 kepala tukang

36 tukang

36 pembantu tukang

- Produktifitas pekerja = $(1 \times 7) + (2 \times 7) + (36 \times 7) + (36 \times 7) = 523.25$ jam/hari

- Produktifitas alat *bar cutter* = 100 buah dalam 2 jam

- Produktifitas grup = $\frac{523.25}{2} \times 100 \times 0.8 = 20930$ buah potongan/hari

- Durasi grup untuk D13 yang sejumlah 29305 buah potongan adalah = $\frac{29305}{20930} = 1.4$ hari

- Rekapitulasi durasi grup

| Zona | Diameter (mm) | Jumlah (batang) | Durasi Grup (hari) |
|--------|---------------|-----------------|--------------------|
| Zona 1 | 13 | 29305 | 1.40 |
| | 22 | 20934 | 1.00 |
| Total | | | 2.40 |
| Zona 2 | 13 | 26715 | 1.28 |
| | 22 | 18858 | 0.90 |
| Total | | | 2.18 |

- Pembengkokan tulangan

Durasi untuk perhitungan pembengkokan menggunakan *bar bender* oleh satu orang pekerja adalah 100 buah bengkakan dalam durasi normal.

Durasi pekerja proyek ini adalah 7 jam kerja dalam satu hari.

Untuk pekerjaan *bore pile* ini didapatkan jumlah bengkokan sebagai berikut :

- Zona 1

D13 = 29305 buah bengkokan

- Zona 2

D13 = 26715 buah bengkokan

Sehingga setelah diketahui jumlah bengkokan, maka dapat dihitung durasi pembengkokan tulangan yaitu :

- Kebutuhan tenaga kerja yaitu :

1 mandor

2 kepala tukang

36 tukang

36 pembantu tukang

- Produktifitas pekerja = $(1 \times 7) + (2 \times 7) + (36 \times 7) + (36 \times 7) = 523.25$ jam/hari

- Produktifitas alat *bar bender* = 100 buah dalam 1.15 jam (untuk D13)

- Produktifitas grup = $\frac{523.25}{1.15} \times 100 \times 0.8 = 36400$ buah bengkokan/hari

- Durasi grup untuk D13 yang sejumlah 29305 buah bengkokan adalah = $\frac{29305}{36400} = 0.81$ hari

- Rekapitulasi durasi grup

| Zona | Diameter (mm) | Jumlah (batang) | Durasi Grup (hari) |
|--------|---------------|-----------------|--------------------|
| Zona 1 | 13 | 29305 | 0.81 |
| | 22 | 0 | 0.00 |
| Total | | | 0.81 |

| Zona | Diameter (mm) | Jumlah (batang) | Durasi Grup (hari) |
|--------|---------------|-----------------|--------------------|
| Zona 2 | 13 | 26715 | 0.73 |
| | 22 | 0 | 0.00 |
| Total | | | 0.73 |

- Kaitan tulangan

Durasi untuk perhitungan kaitan menggunakan *bar bender* oleh satu orang pekerja adalah 100 buah kaitan dalam durasi normal. Durasi pekerja proyek ini adalah 7 jam kerja dalam satu hari.

Untuk pekerjaan *bore pile* ini didapatkan jumlah kaitan sebagai berikut :

- Zona 1

D13 = 58610 buah kaitan

- Zona 2

D13 = 53430 buah kaitan

Sehingga setelah diketahui jumlah kaitan, maka dapat dihitung durasi kaitan tulangan yaitu :

- Kebutuhan tenaga kerja yaitu :

1 mandor

2 kepala tukang

36 tukang

36 pembantu tukang

- Produktifitas pekerja = $(1 \times 7) + (2 \times 7) + (36 \times 7) + (36 \times 7) = 523.25$ jam/hari

- Produktifitas alat *bar bender* = 100 buah dalam 1.85 jam (untuk D13)

- Produktifitas grup = $\frac{523.25}{1.85} \times 100 \times 0.8 = 22627$ buah kaitan/hari

- Durasi grup untuk D13 yang sejumlah 58610 buah kaitan adalah $= \frac{58610}{22627} = 2.59$ hari
- Rekapitulasi durasi grup

| Zona | Diameter (mm) | Jumlah (batang) | Durasi Grup (hari) |
|--------|---------------|-----------------|--------------------|
| Zona 1 | 13 | 58610 | 2.59 |
| | 22 | 0 | 0.00 |
| Total | | | 2.59 |
| Zona 2 | 13 | 53430 | 2.36 |
| | 22 | 0 | 0.00 |
| Total | | | 2.36 |

- Pemasangan tulangan

Durasi untuk perhitungan pemasangan tulangan oleh satu orang pekerja adalah 100 buah pasang tulangan dalam durasi normal. Durasi pekerja proyek ini adalah 7 jam kerja dalam satu hari.

Untuk pekerjaan *bore pile* ini didapatkan jumlah memasang tulangan sebagai berikut :

- Zona 1

Panjang tulangan 3m :

D22 = 2806 buah

Panjang tulangan 3-6 m :

D13 = 29305 buah

Panjang tulangan 6-9 m :

D22 = 18128 buah

- Zona 2

Panjang tulangan 3m :

D22 = 2542 buah

Panjang tulangan 3-6 m :

D13 = 26715 buah

Panjang tulangan 6-9 m :

D22 = 16316 buah

Sehingga setelah diketahui jumlah pasang tulangan, maka dapat dihitung durasi pasang tulangan yaitu :

- Kebutuhan tenaga kerja yaitu :

1 mandor

2 kepala tukang

36 tukang

36 pembantu tukang

- Produktifitas pekerja = $(1 \times 7) + (2 \times 7) + (36 \times 7) + (36 \times 7) = 523.25$ jam/hari

- Produktifitas pasang = 100 buah dalam 5.75 jam (untuk D22)

- Produktifitas grup = $\frac{523.25}{5.75} \times 100 \times 0.8 = 7280$ buah pasang/hari

- Durasi grup untuk D22 panjang 3 m yang sejumlah 2806 buah pasang adalah = $\frac{2806}{7280} = 0.39$ hari

- Rekapitulasi durasi grup

| Zona | Diameter (mm) | Jumlah (batang) Panjang 3 m | Durasi Grup (hari) |
|--------|---------------|-------------------------------|--------------------|
| Zona 1 | 13 | 0 | 0.00 |
| | 22 | 2806 | 0.39 |
| Total | | | 0.39 |
| Zona 2 | 13 | 0 | 0.00 |
| | 22 | 2542 | 0.35 |
| Total | | | 0.35 |
| Zona | Diameter (mm) | Jumlah (batang) Panjang 3-6 m | Durasi Grup (hari) |

| Zona | Diameter (mm) | Jumlah (batang) Panjang 3-6 m | Durasi Grup (hari) |
|--------|---------------|-------------------------------|--------------------|
| Zona 1 | 13 | 29305 | 4.20 |
| | 22 | 0 | 0.00 |
| Total | | | 4.20 |
| Zona 2 | 13 | 26715 | 3.83 |
| | 22 | 0 | 0.00 |
| Total | | | 3.83 |
| Zona | Diameter (mm) | Jumlah (batang) Panjang 6-9 m | Durasi Grup (hari) |
| Zona 1 | 13 | 0 | 0.00 |
| | 22 | 18128 | 3.57 |
| Total | | | 3.57 |
| Zona 2 | 13 | 0 | 0.00 |
| | 22 | 16316 | 3.22 |
| Total | | | 3.22 |

- Rekapitulasi durasi

Hasil rekapitulasi didapatkan dari penjumlahan durasi pemotongan, pembengkokan, kaitan, dan pemasangan tulangan. Serta terdapat durasi *tower crane* untuk memindahkan hasil fabrikasi ke tempat pemasangan. Durasi *tower crane* akan dijelaskan dalam sub bab pembahasan produktifitas *tower crane*. Durasi fabrikasi didapat dari penjumlahan durasi pemotongan, pembengkokan, dan kaitan tulangan. Sedangkan durasi pemasangan didapat dari penjumlahan durasi pemasangan tulangan dan durasi *tower crane*.

Berikut adalah rekapitulasi durasi fabrikasi dan pemasangan tulangan :

| Zona | TC (hari) | T Fabrikasi (hari) | T Pemasangan (hari) |
|--------|-----------|--------------------|---------------------|
| Zona 1 | 2.24 | 5.80 | 10.40 |
| Zona 2 | 2.02 | 5.27 | 9.41 |

C. Biaya

Perhitungan biaya pembesian dihitung dari total biaya material, biaya sewa alat, dan biaya upah pekerja.

- Biaya material

Harga material besi untuk D13 = Rp 8,824/kg dan D22 = Rp 25,285/kg. Kebutuhan tulangan adalah sebagai berikut :

- Zona 1

$$D13 = 107279.8 \text{ kg}$$

$$D22 = 434126.4 \text{ kg}$$

- Zona 2

$$D13 = 97798.28 \text{ kg}$$

$$D22 = 391616.7 \text{ kg}$$

Didapatkan biaya material besi yaitu :

$$\text{- Zona 1} = (107279.8 \times 8824) + (434126.4 \times 25285) = \text{Rp } 11,923,695,687$$

$$\text{- Zona 2} = (97798.28 \times 8824) + (391616.7 \times 25285) = \text{Rp } 10,765,156,886$$

- Biaya sewa alat

Dalam perhitungan biaya pembesian dibutuhkan alat *bar bender* dengan harga sewa Rp 3,500,000/bulan dan *bar cutter* dengan harga sewa Rp 3,500,000/bulan.

Dalam pelaksanaannya alat *bar bender* dan *bar cutter* digunakan selama selesainya pekerjaan fabrikasi. Setelah dilakukan analisa dengan *Microsoft Project* diketahui durasi untuk penggunaan alat ini adalah 123 hari = 5 bulan, maka perhitungan biayanya adalah :

- *bar bender* yang digunakan sejumlah 2 buah dalam dua zona = $3,500,000 \times 2 \times 5 = \text{Rp } 35,000,000$

▪ perhitungan tiap pekerjaan = $\frac{35,000,000}{10} = \text{Rp } 3,500,000$

▪ perhitungan tiap rantai = $\frac{3,500,000}{1} = \text{Rp } 3,500,000$

- *bar cutter* yang digunakan sejumlah 2 buah dalam dua zona = $3,500,000 \times 2 \times 5 = \text{Rp } 35,000,000$

▪ perhitungan tiap pekerjaan = $\frac{35,000,000}{10} = \text{Rp } 3,500,000$

▪ perhitungan tiap rantai = $\frac{3,500,000}{1} = \text{Rp } 3,500,000$

- Biaya Upah pekerja

Biaya upah pekerja yaitu :

Mandor = Rp 120,000/hari

Kepala Tukang = Rp 110,000/hari

Tukang = Rp 105,000/hari

Pembantu Tukang = Rp 99,000/hari

Kebutuhan jumlah pekerja yaitu :

1 mandor

2 kepala tukang

36 tukang

36 pembantu tukang

Maka perhitungan upah pekerja sebagai berikut :

- Upah pekerja fabrikasi

$$= (1 \times 120,000 \times 5.8) + (2 \times 110,000 \times 5.8) + (36 \times 105,000 \times 5.8) + (36 \times 99,000 \times 5.8) + (1 \times 120,000 \times 5.27) + (2 \times 110,000 \times 5.27) + (36 \times 105,000 \times 5.27) + (36 \times 99,000 \times 5.27)$$

$$= \text{Rp } 85,061,880$$

- Upah pekerja pemasangan

$$= (1 \times 120,000 \times 10.4) + (2 \times 110,000 \times 10.4) + (36 \times 105,000 \times 10.4) + (36 \times 99,000 \times 10.4) + (1 \times 120,000 \times 9.41) + (2 \times 110,000 \times 9.41) + (36 \times 105,000 \times 9.41) + (36 \times 99,000 \times 9.41)$$

$$= \text{Rp } 152,220,040$$

2. Pekerjaan Pengeboran

A. Analisa Bahan

Dalam perhitungan analisa bahan pada pekerjaan pengeboran *bore pile* ini digunakan contoh pada tipe *bore pile* $\phi 1200$ mm dengan kedalaman 60 m.

- Perhitungan volume pengeboran

$$- \text{Luas } bore \text{ pile} = \frac{22}{7} \times \frac{1200}{1000} \times \frac{1200}{1000} = 4.52 \text{ m}^2$$

$$- \text{Volume pengeboran} = \frac{1}{4} \times 4.52 \times 60 = 67.88 \text{ m}^3$$

- Rekapitulasi volume pengeboran

| Zona | Kedalaman | n | Volume (m ³) |
|--------|-----------|----|--------------------------|
| Zona 1 | 66 dan 60 | 72 | 5376.549 |
| | | 17 | 1154.057 |
| Zona 2 | 66 dan 60 | 67 | 5003.177 |
| | | 14 | 950.4 |

B. Durasi

Durasi pengeboran dihitung dari produktifitas alat berat *bore machine* yang digunakan selama proses pengeboran berlangsung. Dimana jam kerja proyek dalam sehari adalah 7 jam. Digunakan perhitungan pengeboran *bore pile* $\phi 1200$ mm dengan kedalaman 60 m.

- Durasi *bore machine*
 - Siklus *bore machine* yaitu :
 - Waktu *check* titik *bore* = 5 menit
 - Waktu persiapan alat = 2 menit
 - Waktu *check* ketegakan = 3 menit
 - Waktu pasang *casing* = 15 menit
 - Waktu pengeboran = 45 menit
 - Waktu *cleaning* = 10 menit
 - Jumlah *bore pile* yang digunakan adalah 2 buah
 - Jumlah titik *bore pile* zona 1 kedalaman 60 m adalah 17 titik
 - Durasi *bore machine* = $\frac{(5+2+3+15+45+10) \times 17}{2} = 765$ menit = 1.82 hari
- Rekapitulasi durasi *bore machine*

| Zona | Durasi Pengeboran (hari) |
|--------|--------------------------|
| Zona 1 | 9.536 |
| Zona 2 | 8.679 |

C. Biaya

Dalam perhitungan biaya pengeboran dibutuhkan alat berat *bore machine* dengan harga sewa Rp 712,800,000/bulan. Setelah dilakukan analisa dengan *Microsoft Project* diketahui durasi untuk pengeboran adalah 79 hari = 3 bulan.

- Biaya sewa alat
 - Zona 1
Bore machine = $712,800,000 \times 3 \times 2 = \text{Rp } 4,276,800,000$
 - Zona 2
Bore machine = $712,800,000 \times 3 \times 2 = \text{Rp } 4,276,800,000$

- Rekapitulasi biaya

| Zona | Biaya |
|--------|------------------|
| Zona 1 | Rp 4,276,800,000 |
| Zona 2 | Rp 4,276,800,000 |

3. Pekerjaan Pengecoran

A. Analisa Bahan

Untuk pekerjaan pengecoran *bore pile*, menggunakan beton *ready mix* dengan mutu beton K-350. Volume pengecoran *bore pile* yang digunakan adalah volume bersih beton yang didapatkan dari volume *bore pile* dikurangi volume pembesian yang terpasang. Berikut adalah contoh perhitungan pada bore pile $\phi 1200$ mm kedalaman 60 m yaitu :

- $\text{Volume} = \frac{22}{7} \times \frac{1200}{1000} \times \frac{1200}{1000} \times \frac{1}{4} \times 60 = 67.88 \text{ m}^3$

Berdasarkan hasil perhitungan berat tulangan pembesian pada *bore pile* $\phi 1200$ mm kedalaman 60 m adalah :

- D13 = 1116.54 kg
- D22 = 6794.4 kg

Maka volume bersih beton yang diperlukan adalah :

- $\text{Volume bersih} = 67.88 \text{ m}^3 - \frac{1116.54 + 6794.4}{7850} = 66.87 \text{ m}^3$
- Rekapitulasi volume bersih *bore pile*

| Zona | Volume Bersih (m ³) |
|--------|---------------------------------|
| Zona 1 | 6461.637 |
| Zona 2 | 5891.231 |

B. Durasi

Dalam perhitungan durasi pekerjaan pengecoran *bore pile* ini, dihitung berdasarkan produktifitas alat *concrete pump*. Berikut adalah produktifitas *concrete pump* :

- Spesifikasi alat
 - Output piston* = 80 m³/jam
 - Kondisi operasi alat = 0.75 (baik)
 - Faktor cuaca = 1 (cerah)
 - Faktor keterampilan = 0.75 (cerah)
- Produktifitas *concrete pump*
 - = 80 x 0.75 x 1 x 0.75 x 9 = 405 m³/jam
 - Volume bersih *bore pile* ϕ 1200 mm kedalaman 60 m dalam rekapitulasi zona 1 adalah 6461.637 m³
- Waktu operasional alat
 - = $\frac{6461.637}{405} = 15.95 \text{ jam} = 657.33 \text{ menit}$
- Waktu persiapan alat
 - Pengaturan posisi = 10 menit
 - Pemasangan pompa = 30 menit
 - Waktu tunggu = 10 menit
 - Pemanasan mesin = 60 menit
 - Waktu menuangkan = 10 menit
- Waktu tambah
 - Pergantian truk = $\frac{6461.637}{6} \times 1 = 1077 \text{ menit}$
 - Uji slump = 1077 menit
- Waktu pasca pelaksanaan
 - Pembersihan pompa = 10 menit
 - Pembongkaran pompa = 30 menit
 - Persiapan kembali = 50 menit
- Durasi pengecoran *bore pile*
 - = 657.33 + 10 + 30 + 10 + 10 + 60 + 10 + 1077 + 1077 + 10 + 30 + 50

$$= 4551.33 \text{ menit} = 10.837 \text{ hari}$$

C. Biaya

Perhitungan biaya pengecoran dihitung dari total biaya material, biaya sewa alat, dan biaya upah pekerja.

- Biaya material

Material yang digunakan adalah beton *ready mix* dengan mutu K-350 dengan harga Rp 900,000/m³. Berdasarkan perhitungan volume, didapatkan volume bersih beton zona 1 yaitu :

- Volume bersih = 6461.637 m³
- Biaya = 6461.637 x 900,000 = Rp 5,815,473,100
- Rekapitulasi biaya material

| Zona | Harga Total |
|--------|------------------|
| Zona 1 | Rp 5,815,473,100 |
| Zona 2 | Rp 5,302,108,157 |

- Biaya sewa alat

Dalam perhitungan biaya pengecoran *bore pile* dibutuhkan alat *concrete pump* dengan harga sewa Rp 125,000,000/bulan.

Dalam pelaksanaannya alat *concrete pump* digunakan selama selesainya pekerjaan pengecoran. Setelah dilakukan analisa dengan *Microsoft Project* diketahui durasi untuk penggunaan alat ini adalah 330 hari = 11 bulan, maka perhitungan biayanya adalah :

- *concrete pump* yang digunakan sejumlah 2 buah dalam dua zona = 125,000,000 x 2 x 11 = Rp 2,750,000,000

- perhitungan tiap pekerjaan = $\frac{2.750.000.000}{10} = \text{Rp } 275,000,000$

$$\blacksquare \text{ perhitungan tiap lantai} = \frac{275,000,000}{1} = \text{Rp } 275,000,000$$

- Rekapitulasi biaya sewa alat

| Zona | Harga Total |
|--------|----------------|
| Zona 1 | Rp 275,000,000 |
| Zona 2 | Rp 275,000,000 |

- Biaya Upah pekerja

Biaya upah pekerja yaitu :

Mandor = Rp 120,000/hari

Kepala Tukang = Rp 110,000/hari

Tukang = Rp 105,000/hari

Pembantu Tukang = Rp 99,000/hari

Kebutuhan jumlah pekerja yaitu :

1 mandor

2 kepala tukang

36 tukang

36 pembantu tukang

Maka perhitungan upah pekerja sebagai berikut :

- Upah pekerja

$$\begin{aligned} &= (1 \times 120,000 \times 10.837) + (2 \times 110,000 \times 10.837) + (36 \times 105,000 \times 10.837) + (36 \times 99,000 \times 10.837) \\ &\quad + (1 \times 120,000 \times 10.183) + (2 \times 110,000 \times 10.183) + (36 \times 105,000 \times 10.183) + (36 \times 99,000 \times 10.183) \\ &= \text{Rp } 161,517,680 \end{aligned}$$

4. Rekapitulasi Durasi dan Biaya

Dalam hal ini rekapitulasi perhitungan durasi didapatkan dari penjumlahan durasi seluruh pekerjaan yang diambil dari durasi 2 zona. Sedangkan untuk rekapitulasi perhitungan biaya didapatkan dari penjumlahan biaya material, biaya sewa alat, dan biaya upah pekerja.

A. Durasi

| Lantai | Durasi |
|------------|---------|
| Basement 3 | 71 hari |

B. Biaya

| Lantai | Biaya |
|------------|-------------------|
| Basement 3 | Rp 43,322,833,433 |

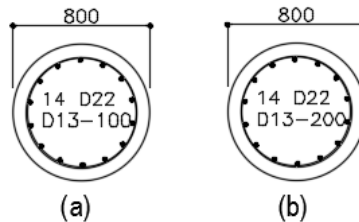
6.4 Pekerjaan Retaining Wall

Pada pekerjaan *retaining wall* ini, perhitungan dibagi menjadi beberapa pekerjaan yaitu pembesian, pengeboran, dan pengecoran.

1. Pekerjaan Pembesian

A. Analisa Bahan

Dalam perhitungan analisa bahan pada pekerjaan *retaining wall* ini digunakan contoh pada tipe *retaining wall* $\phi 800$ mm dengan kedalaman 45 m.



Gambar 6.37 (a) Detail Tulangan Tumpuan, (b) Detail Tulangan Lapangan

sumber: PT.PP (Persero), Tbk

- Data detail *retaining wall* $\phi 800$ mm
 Dimensi = $\phi 800$ mm, kedalaman 45 m
 Tulangan = 14 D22 (tul. utama)

D13-100 (tul. samping tumpuan)

D13-200 (tul. samping lapangan)

Decking = 0.04 m

- Perhitungan tulangan utama
 - Panjang total tulangan = $45 \times 14 = 630$ m
1 lonjor tulangan = 12 m
 - Kebutuhan tulangan D22 = $\frac{630}{12} = 53$ lonjor
 - Berat tulangan dihitung dengan koefisien berat tulangan dan didapatkan untuk tulangan D22 memiliki berat 2.98 kg/m, maka perhitungannya yaitu = $630 \times 2.98 = 1877.4$ kg
- Perhitungan tulangan samping
 - Tulangan tumpuan
 - Panjang tulangan = $2 \times \frac{22}{7} \times \frac{800-80}{2} = 2262$ mm = 2.262 m
 - Jumlah tulangan = $\frac{1000}{100} = 10$ buah
 - Panjang total tulangan = $2.262 \times 10 = 22.62$ m
 - 1 lonjor tulangan = 12 m
 - Kebutuhan tulangan D13 = $\frac{22.62}{12} = 2$ lonjor
 - Berat tulangan dihitung dengan koefisien berat tulangan dan didapatkan untuk tulangan D13 memiliki berat 1.04 kg/m, maka perhitungannya yaitu = $22.62 \times 1.04 = 23.52$ kg
 - Tulangan lapangan
 - Panjang tulangan = $2 \times \frac{22}{7} \times \frac{800-80}{2} = 2262$ mm = 2.262 m
 - Jumlah tulangan = $\frac{44000}{200} = 220$ buah
 - Panjang total tulangan = $2.262 \times 220 = 497.64$ m
 - 1 lonjor tulangan = 12 m
 - Kebutuhan tulangan D13 = $\frac{497.64}{12} = 42$ lonjor

- Berat tulangan dihitung dengan koefisien berat tulangan dan didapatkan untuk tulangan D13 memiliki berat 1.04 kg/m, maka perhitungannya yaitu $= 497.64 \times 1.04 = 517 \text{ kg}$
- Rekapitulasi kebutuhan tulangan

| Zona | Kedalaman | Diameter | Berat |
|--------|-----------|----------|--------|
| Zona 1 | 66 dan 45 | 22 | 351342 |
| | | 13 | 97534 |
| Zona 2 | 66 | 22 | 97357 |
| | | 13 | 26980 |

B. Durasi

Durasi pembesian dihitung dari total durasi pemotongan, pembengkokan, kaitan, dan pemasangan tulangan.

- Pemotongan tulangan

Durasi pemotongan tulangan menggunakan *bar cutter* tiap 100 buah tulangan adalah 2 jam yang dikerjakan satu orang pekerja dengan durasi normal. Durasi pekerja proyek ini adalah 7 jam kerja dalam satu hari.

Untuk pekerjaan *retaining wall* ini didapatkan jumlah potongan sebagai berikut :

- Zona 1

D13 = 27300 buah potongan

D22 = 16744 buah potongan

- Zona 2

D13 = 7370 buah potongan

D22 = 4620 buah potongan

Sehingga setelah diketahui jumlah potongan, maka dapat dihitung durasi pemotongan tulangan yaitu :

- Kebutuhan tenaga kerja yaitu :
 - 1 mandor
 - 2 kepala tukang
 - 36 tukang
 - 36 pembantu tukang
- Produktifitas pekerja = $(1 \times 7) + (2 \times 7) + (36 \times 7) + (36 \times 7) = 523.25$ jam/hari
- Produktifitas alat *bar cutter* = 100 buah dalam 2 jam
- Produktifitas grup = $\frac{523.25}{2} \times 100 \times 0.8 = 20930$ buah potongan/hari
- Durasi grup untuk D13 yang sejumlah 27300 buah potongan adalah = $\frac{27300}{20930} = 1.3$ hari
- Rekapitulasi durasi grup

| Zona | Diameter (mm) | Jumlah (batang) | Durasi Grup (hari) |
|--------|---------------|-----------------|--------------------|
| Zona 1 | 13 | 27300 | 1.30 |
| | 22 | 16744 | 0.80 |
| Total | | | 2.10 |
| Zona 2 | 13 | 7370 | 0.35 |
| | 22 | 4620 | 0.22 |
| Total | | | 0.57 |

- Pembengkokan tulangan
 - Durasi untuk perhitungan pembengkokan menggunakan *bar bender* oleh satu orang pekerja adalah 100 buah bengkokan dalam durasi normal. Durasi pekerja proyek ini adalah 7 jam kerja dalam satu hari.
 - Untuk pekerjaan *retaining wall* ini didapatkan jumlah bengkokan sebagai berikut :

- Zona 1

D13 = 27300 buah bengkokan

- Zona 2

D13 = 7370 buah bengkokan

Sehingga setelah diketahui jumlah bengkokan, maka dapat dihitung durasi pembengkokan tulangan yaitu :

- Kebutuhan tenaga kerja yaitu :

1 mandor

2 kepala tukang

36 tukang

36 pembantu tukang

- Produktifitas pekerja = $(1 \times 7) + (2 \times 7) + (36 \times 7) + (36 \times 7) = 523.25$ jam/hari

- Produktifitas alat *bar bender* = 100 buah dalam 1.15 jam (untuk D13)

- Produktifitas grup = $\frac{523.25}{1.15} \times 100 \times .8 = 36400$ buah bengkokan/hari

- Durasi grup untuk D13 yang sejumlah 27300 buah bengkokan adalah = $\frac{27300}{36400} = 0.75$ hari

- Rekapitulasi durasi grup

| Zona | Diameter (mm) | Jumlah (batang) | Durasi Grup (hari) |
|--------|---------------|-----------------|--------------------|
| Zona 1 | 13 | 27300 | 0.75 |
| | 22 | 0 | 0.00 |
| Total | | | 0.75 |
| Zona 2 | 13 | 7370 | 0.20 |
| | 22 | 0 | 0.00 |
| Total | | | 0.20 |

- Kaitan tulangan

Durasi untuk perhitungan kaitan menggunakan *bar bender* oleh satu orang pekerja adalah 100 buah kaitan dalam durasi normal. Durasi pekerja proyek ini adalah 7 jam kerja dalam satu hari.

Untuk pekerjaan *retaining wall* ini didapatkan jumlah kaitan sebagai berikut :

- Zona 1

$$D13 = 54600 \text{ buah kaitan}$$

- Zona 2

$$D13 = 14740 \text{ buah kaitan}$$

Sehingga setelah diketahui jumlah kaitan, maka dapat dihitung durasi kaitan tulangan yaitu :

- Kebutuhan tenaga kerja yaitu :

1 mandor

2 kepala tukang

36 tukang

36 pembantu tukang

- Produktifitas pekerja = $(1 \times 7) + (2 \times 7) + (36 \times 7) + (36 \times 7) = 523.25 \text{ jam/hari}$

- Produktifitas alat *bar bender* = 100 buah dalam 1.85 jam (untuk D13)

- Produktifitas grup = $\frac{523.25}{1.85} \times 100 \times 0.8 = 22627 \text{ buah kaitan/hari}$

- Durasi grup untuk D13 yang sejumlah 54600 buah kaitan adalah = $\frac{54600}{22627} = 2.41 \text{ hari}$

- Rekapitulasi durasi grup

| Zona | Diameter (mm) | Jumlah (batang) | Durasi Grup (hari) |
|--------|---------------|-----------------|--------------------|
| Zona 1 | 13 | 54600 | 2.41 |
| | 22 | 0 | 0.00 |

| Zona | Diameter (mm) | Jumlah (batang) | Durasi Grup (hari) |
|--------|---------------|-----------------|--------------------|
| Total | | | 2.41 |
| Zona 2 | 13 | 14740 | 0.65 |
| | 22 | 0 | 0.00 |
| Total | | | 0.65 |

- Pemasangan tulangan

Durasi untuk perhitungan pemasangan tulangan oleh satu orang pekerja adalah 100 buah pasang tulangan dalam durasi normal. Durasi pekerja proyek ini adalah 7 jam kerja dalam satu hari.

Untuk pekerjaan *retaining wall* ini didapatkan jumlah memasang tulangan sebagai berikut :

- Zona 1

Panjang tulangan 3m :

D13 = 1840 buah

D22 = 2392 buah

Panjang tulangan 3-6 m :

D13 = 25460 buah

Panjang tulangan 6-9 m :

D22 = 14352 buah

- Zona 2

Panjang tulangan 3m :

D22 = 660 buah

Panjang tulangan 3-6 m :

D13 = 7370 buah

Panjang tulangan 6-9 m :

D22 = 3960 buah

Sehingga setelah diketahui jumlah pasang tulangan, maka dapat dihitung durasi pasang tulangan yaitu :

- Kebutuhan tenaga kerja yaitu :
 - 1 mandor
 - 2 kepala tukang
 - 36 tukang
 - 36 pembantu tukang
- Produktifitas pekerja = $(1 \times 7) + (2 \times 7) + (36 \times 7) + (36 \times 7) = 523.25$ jam/hari
- Produktifitas pasang = 100 buah dalam 5.75 jam (untuk D22)
- Produktifitas grup = $\frac{523.25}{5.75} \times 100 \times 0.8 = 7280$ buah pasang/hari
- Durasi grup untuk D22 panjang 3 m yang sejumlah 2392 buah pasang adalah = $\frac{2392}{7280} = 0.33$ hari
- Rekapitulasi durasi grup

| Zona | Diameter (mm) | Jumlah (batang) Panjang 3 m | Durasi Grup (hari) |
|--------|---------------|-------------------------------|--------------------|
| Zona 1 | 13 | 1840 | 0.21 |
| | 22 | 2392 | 0.33 |
| Total | | | 0.54 |
| Zona 2 | 13 | 0 | 0.00 |
| | 22 | 660 | 0.09 |
| Total | | | 0.09 |
| Zona | Diameter (mm) | Jumlah (batang) Panjang 3-6 m | Durasi Grup (hari) |
| Zona 1 | 13 | 25460 | 3.65 |
| | 22 | 0 | 0.00 |
| Total | | | 3.65 |

| Zona | Diameter (mm) | Jumlah (batang) Panjang 3 m | Durasi Grup (hari) |
|--------|---------------|-------------------------------|--------------------|
| Zona 2 | 13 | 7370 | 1.06 |
| | 22 | 0 | 0.00 |
| Total | | | 1.06 |
| Zona | Diameter (mm) | Jumlah (batang) Panjang 6-9 m | Durasi Grup (hari) |
| Zona 1 | 13 | 0 | 0.00 |
| | 22 | 14352 | 2.83 |
| Total | | | 2.83 |
| Zona 2 | 13 | 0 | 0.00 |
| | 22 | 3960 | 0.78 |
| Total | | | 0.78 |

- Rekapitulasi durasi

Hasil rekapitulasi didapatkan dari penjumlahan durasi pemotongan, pembengkokan, kaitan, dan pemasangan tulangan. Serta terdapat durasi *tower crane* untuk memindahkan hasil fabrikasi ke tempat pemasangan. Durasi *tower crane* akan dijelaskan dalam sub bab pembahasan produktifitas *tower crane*. Durasi fabrikasi didapat dari penjumlahan durasi pemotongan, pembengkokan, dan kaitan tulangan. Sedangkan durasi pemasangan didapat dari penjumlahan durasi pemasangan tulangan dan durasi *tower crane*.

Berikut adalah rekapitulasi durasi fabrikasi dan pemasangan tulangan :

| Zona | TC (hari) | T Fabrikasi (hari) | T Pemasangan (hari) |
|--------|-----------|--------------------|---------------------|
| Zona 1 | 2.49 | 5.27 | 9.51 |
| Zona 2 | 0.69 | 1.43 | 2.62 |

C. Biaya

Perhitungan biaya pembesian dihitung dari total biaya material, biaya sewa alat, dan biaya upah pekerja.

- Biaya material

Harga material besi untuk D13 = Rp 8,824/kg dan D22 = Rp 25,285/kg. Kebutuhan tulangan adalah sebagai berikut :

- Zona 1

D13 = 97534 kg

D22 = 351342 kg

- Zona 2

D13 = 26980 kg

D22 = 97357 kg

Didapatkan biaya material besi yaitu :

- Zona 1 = $(97534 \times 8824) + (351342 \times 25285) = \text{Rp } 9,744,468,428$

- Zona 2 = $(26980 \times 8824) + (97357 \times 25285) = \text{Rp } 2,699,771,503$

- Biaya sewa alat

Dalam perhitungan biaya pembesian dibutuhkan alat *bar bender* dengan harga sewa Rp 3,500,000/bulan dan *bar cutter* dengan harga sewa Rp 3,500,000/bulan.

Dalam pelaksanaannya alat *bar bender* dan *bar cutter* digunakan selama selesainya pekerjaan fabrikasi. Setelah dilakukan analisa dengan *Microsoft Project*

diketahui durasi untuk penggunaan alat ini adalah 123 hari = 5 bulan, maka perhitungan biayanya adalah :

- *bar bender* yang digunakan sejumlah 2 buah dalam dua zona = $3,500,000 \times 2 \times 5 = \text{Rp } 35,000,000$

- perhitungan tiap pekerjaan = $\frac{35,000,000}{10} = \text{Rp } 3,500,000$

- perhitungan tiap rantai = $\frac{3,500,000}{1} = \text{Rp } 3,500,000$

- *bar cutter* yang digunakan sejumlah 2 buah dalam dua zona = $3,500,000 \times 2 \times 5 = \text{Rp } 35,000,000$

- perhitungan tiap pekerjaan = $\frac{35,000,000}{10} = \text{Rp } 3,500,000$

- perhitungan tiap rantai = $\frac{3,500,000}{1} = \text{Rp } 3,500,000$

- Biaya Upah pekerja

Biaya upah pekerja yaitu :

Mandor = Rp 120,000/hari

Kepala Tukang = Rp 110,000/hari

Tukang = Rp 105,000/hari

Pembantu Tukang = Rp 99,000/hari

Kebutuhan jumlah pekerja yaitu :

1 mandor

2 kepala tukang

36 tukang

36 pembantu tukang

Maka perhitungan upah pekerja sebagai berikut :

- Upah pekerja fabrikasi

$$= (1 \times 120,000 \times 5.27) + (2 \times 110,000 \times 5.27) + (36 \times 105,000 \times 5.27) + (36 \times 99,000 \times 5.27) + (1 \times 120,000 \times 1.43) + (2 \times 110,000 \times 1.43) + (36 \times 105,000 \times 1.43) + (36 \times 99,000 \times 1.43)$$

$$= \text{Rp } 51,482,800$$

$$\begin{aligned}
 & - \text{Upah pekerja pemasangan} \\
 & = (1 \times 120,000 \times 9.51) + (2 \times 110,000 \times 9.51) + (36 \times 105,000 \\
 & \quad \times 9.51) + (36 \times 99,000 \times 9.51) + (1 \times 120,000 \times 2.62) + (2 \times 1 \\
 & \quad 10,000 \times 2.62) + (36 \times 105,000 \times 2.62) + (36 \times 99,000 \times 2.6 \\
 & \quad 2) \\
 & = \text{Rp } 93,206,920
 \end{aligned}$$

2. Pekerjaan Pengeboran

A. Analisa Bahan

Dalam perhitungan analisa bahan pada pekerjaan pengeboran *retaining wall* ini digunakan contoh pada tipe *retaining wall* $\varnothing 800$ mm dengan kedalaman 45 m.

- Perhitungan volume pengeboran
 - Luas *retaining wall* $= \frac{22}{7} \times \frac{800}{1000} \times \frac{800}{1000} = 2.01 \text{ m}^2$
 - Volume pengeboran $= \frac{1}{4} \times 2.01 \times 45 = 22.62 \text{ m}^3$

- Rekapitulasi volume pengeboran

| Zona | Kedalaman | n | Volume (m ³) |
|--------|-----------|----|--------------------------|
| Zona 1 | 66 dan 45 | 76 | 5675.246 |
| | | 8 | 181.028 |
| Zona 2 | 66 | 22 | 1642.83 |
| | | 0 | 0 |

B. Durasi

Durasi pengeboran dihitung dari produktifitas alat berat *bore machine* yang digunakan selama proses pengeboran berlangsung. Dimana jam kerja proyek dalam sehari adalah 7 jam. Digunakan perhitungan pengeboran *retaining wall* $\varnothing 800$ mm dengan kedalaman 45 m.

- Durasi *bore machine*
 - Siklus *bore machine* yaitu :
 - Waktu *check* titik *bore* = 5 menit
 - Waktu persiapan alat = 2 menit
 - Waktu *check* ketegakan = 3 menit
 - Waktu pasang *casing* = 15 menit
 - Waktu pengeboran = 45 menit
 - Waktu *cleaning* = 10 menit
 - Jumlah *bore machine* yang digunakan adalah 2 buah
 - Jumlah titik *retaining wall* zona 1 kedalaman 45 m adalah 8 titik
 - Durasi *bore machine* = $\frac{(5+2+3+15+45+10) \times 8}{2} = 360$ menit = 0.86 hari
- Rekapitulasi durasi *bore machine*

| Zona | Durasi Pengeboran (hari) |
|--------|--------------------------|
| Zona 1 | 9.000 |
| Zona 2 | 2.357 |

C. Biaya

Dalam perhitungan biaya pengeboran dibutuhkan alat berat *bore machine* dengan harga sewa Rp 712,800,000/bulan. Setelah dilakukan analisa dengan *Microsoft Project* diketahui durasi untuk pengeboran adalah 33 hari = 2 bulan.

- Biaya sewa alat
 - Zona 1
 - $Bore\ machine = 712,800,000 \times 2 \times 2 = Rp\ 2,851,200,000$
 - Zona 2
 - $Bore\ machine = 712,800,000 \times 2 \times 2 = Rp\ 2,851,200,000$

- Rekapitulasi biaya

| Zona | Biaya |
|--------|------------------|
| Zona 1 | Rp 2,851,200,000 |
| Zona 2 | Rp 2,851,200,000 |

3. Pekerjaan Pengecoran

A. Analisa Bahan

Untuk pekerjaan pengecoran *retaining wall*, menggunakan beton *ready mix* dengan mutu beton K-350. Volume pengecoran *retaining wall* yang digunakan adalah volume bersih beton yang didapatkan dari volume *retaining wall* dikurangi volume pembesian yang terpasang. Berikut adalah contoh perhitungan pada *retaining wall* $\varnothing 800$ mm kedalaman 45 m yaitu :

- $\text{Volume} = \frac{22}{7} \times \frac{800}{1000} \times \frac{800}{1000} \times \frac{1}{4} \times 45 = 22.62 \text{ m}^3$

Berdasarkan hasil perhitungan berat tulangan pembesian pada *retaining wall* $\varnothing 800$ mm kedalaman 45 m adalah :

- D13 = 541.28 kg
- D22 = 1877.4 kg

Maka volume bersih beton yang diperlukan adalah :

- $\text{Volume bersih} = 22.62 \text{ m}^3 - \frac{541.28 + 1877.4}{7850} = 22.32 \text{ m}^3$
- Rekapitulasi volume bersih *retaining wall*

| Zona | Volume Bersih (m ³) |
|--------|---------------------------------|
| Zona 1 | 5799.093 |
| Zona 2 | 1626.995 |

B. Durasi

Dalam perhitungan durasi pekerjaan pengecoran *retaining wall* ini, dihitung berdasarkan produktifitas alat *concrete pump*. Berikut adalah produktifitas *concrete pump* :

- Spesifikasi alat
 - Output piston* = 80 m³/jam
 - Kondisi operasi alat = 0.75 (baik)
 - Faktor cuaca = 1 (cerah)
 - Faktor keterampilan = 0.75 (cerah)
- Produktifitas *concrete pump*
 - = 80 x 0.75 x 1 x 0.75 x 9 = 405 m³/jam
 - Volume bersih *retaining wall* \varnothing 800 mm kedalaman 45 m dalam rekapitulasi zona 1 adalah 5799.093 m³
- Waktu operasional alat
 - = $\frac{5799.093}{405} = 14.32$ jam = 859.11 menit
- Waktu persiapan alat
 - Pengaturan posisi = 10 menit
 - Pemasangan pompa = 30 menit
 - Waktu tunggu = 10 menit
 - Pemanasan mesin = 60 menit
 - Waktu menuangkan = 10 menit
- Waktu tambah
 - Pergantian truk = $\frac{5799.093}{6} \times 1 = 967$ menit
 - Uji slump = 967 menit
- Waktu pasca pelaksanaan
 - Pembersihan pompa = 10 menit
 - Pembongkaran pompa = 30 menit
 - Persiapan kembali = 50 menit

- Durasi pengecoran *retaining wall*
 $= 859.11 + 10 + 30 + 10 + 10 + 60 + 10 + 967 + 967 + 10 + 30 + 50$
 $= 4233.11 \text{ menit} = 10.08 \text{ hari}$

C. Biaya

Perhitungan biaya pengecoran dihitung dari total biaya material, biaya sewa alat, dan biaya upah pekerja.

- Biaya material

Material yang digunakan adalah beton *ready mix* dengan mutu K-350 dengan harga Rp 900,000/m³. Berdasarkan perhitungan volume, didapatkan volume bersih beton zona 1 yaitu :

- Volume bersih = 5799.093 m³

- Biaya = 5799.093 x 900,000 = Rp 5,219,183,347

- Rekapitulasi biaya material

| Zona | Harga Total |
|--------|------------------|
| Zona 1 | Rp 5,219,183,347 |
| Zona 2 | Rp 1,464,295,694 |

- Biaya sewa alat

Dalam perhitungan biaya pengecoran *retaining wall* dibutuhkan alat *concrete pump* dengan harga sewa Rp 125,000,000/bulan.

Dalam pelaksanaannya alat *concrete pump* digunakan selama selesainya pekerjaan pengecoran. Setelah dilakukan analisa dengan *Microsoft Project* diketahui durasi untuk penggunaan alat ini adalah 330 hari = 11 bulan, maka perhitungan biayanya adalah :

- *concrete pump* yang digunakan sejumlah 2 buah dalam dua zona = 125,000,000 x 2 x 11 = Rp 2,750,000,000

- perhitungan tiap pekerjaan = $\frac{2,750,000,000}{10} = \text{Rp } 275,000,000$
 - perhitungan tiap lantai = $\frac{275,000,000}{1} = \text{Rp } 275,000,000$
- Rekapitulasi biaya sewa alat

| Zona | Harga Total |
|--------|----------------|
| Zona 1 | Rp 275,000,000 |
| Zona 2 | Rp 275,000,000 |

- Biaya Upah pekerja
Biaya upah pekerja yaitu :
 - Mandor = Rp 120,000/hari
 - Kepala Tukang = Rp 110,000/hari
 - Tukang = Rp 105,000/hari
 - Pembantu Tukang = Rp 99,000/hari
 Kebutuhan jumlah pekerja yaitu :
 - 1 mandor
 - 2 kepala tukang
 - 36 tukang
 - 36 pembantu tukang
 Maka perhitungan upah pekerja sebagai berikut :
 - Upah pekerja
 - = $(1 \times 120,000 \times 10.079) + (2 \times 110,000 \times 10.079) + (36 \times 105,000 \times 10.079) + (36 \times 99,000 \times 10.079) + (1 \times 120,000 \times 5.298) + (2 \times 110,000 \times 5.298) + (36 \times 105,000 \times 5.298) + (36 \times 99,000 \times 5.298)$
 - = Rp 118,156,868

4. Rekapitulasi Durasi dan Biaya

Dalam hal ini rekapitulasi perhitungan durasi didapatkan dari penjumlahan durasi seluruh pekerjaan yang diambil dari durasi 2 zona. Sedangkan untuk rekapitulasi perhitungan

biaya didapatkan dari penjumlahan biaya material, biaya sewa alat, dan biaya upah pekerja.

A. Durasi

| Lantai | Durasi |
|------------|---------|
| Basement 3 | 46 hari |

B. Biaya

| Lantai | Biaya |
|------------|-------------------|
| Basement 3 | Rp 25,656,965,562 |

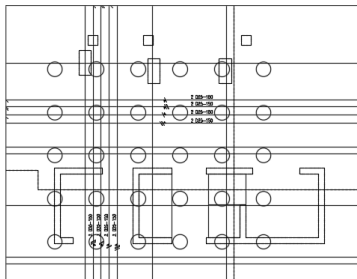
6.5 Pekerjaan Raft Foundation

Pada pekerjaan *raft foundation* ini, perhitungan dibagi menjadi beberapa pekerjaan yaitu pembesian, bekisting, dan pengecoran.

1. Pekerjaan Pembesian

A. Analisa Bahan

Dalam perhitungan analisa bahan pada pekerjaan *raft foundation* ini digunakan contoh pada tipe *raft foundation* as T2.8-T2.10 zona 1.



Gambar 6.38 Detail Tulangan
sumber: PT.PP (Persero), Tbk

- Data detail *raft foundation* as T2.8-T2.10 zona 1
 - Dimensi = 9.33 x 31.6 (m) dengan tinggi 2.5m
 - Tulangan = 2 D25-150 (tul. utama atas)
2 D25-150 (tul. utama bawah)
D13 (tul. samping)
 - Decking = 0.05 m
- Perhitungan tulangan utama atas arah x
 - Panjang total tulangan
 - Sisi arah panjang = $9.33 - (2 \times 0.05) = 9.23$ m
 - Sisi arah lebar = $31.6 - (2 \times 0.05) = 31.5$ m
 - Sisi arah tinggi = $(2.5 - (2 \times 0.05)) \times 2 = 4.8$ m
 - Sisi tul. tambah = $8 \times 25 \times 2 = 0.4$ m
 - Jumlah tulangan D25 = 256 buah
 - Panjang total = $(9.23 + 31.5 + 4.8 + 0.4) \times 256$
= 11758 m
 - 1 lonjor tulangan = 12 m
 - Kebutuhan tulangan D22 = $\frac{11758}{12} = 980$ lonjor
 - Berat tulangan dihitung dengan koefisien berat tulangan dan didapatkan untuk tulangan D25 memiliki berat 3.85 kg/m, maka perhitungannya yaitu
= $11758 \times 3.85 = 45268$ kg
- Perhitungan tulangan utama atas arah y
 - Panjang total tulangan
 - Sisi arah panjang = $9.33 - (2 \times 0.05) = 9.23$ m
 - Sisi arah lebar = $31.6 - (2 \times 0.05) = 31.5$ m
 - Sisi arah tinggi = $(2.5 - (2 \times 0.05)) \times 2 = 4.8$ m
 - Sisi tul. tambah = $8 \times 25 \times 2 = 0.4$ m
 - Jumlah tulangan D25 = 848 buah
 - Panjang total = $(9.23 + 31.5 + 4.8 + 0.4) \times 848$
= 38944 m
 - 1 lonjor tulangan = 12 m
 - Kebutuhan tulangan D22 = $\frac{38944}{12} = 3246$ lonjor

- Berat tulangan dihitung dengan koefisien berat tulangan dan didapatkan untuk tulangan D25 memiliki berat 3.85 kg/m, maka perhitungannya yaitu $= 38944 \times 3.85 = 149934$ kg
- Perhitungan tulangan utama bawah arah x
 - Panjang total tulangan
 - Sisi arah panjang = $9.33 - (2 \times 0.05) = 9.23$ m
 - Sisi arah lebar = $31.6 - (2 \times 0.05) = 31.5$ m
 - Sisi arah tinggi = $(2.5 - (2 \times 0.05)) \times 2 = 4.8$ m
 - Sisi tul. tambah = $8 \times 25 \times 2 = 0.4$ m
 - Jumlah tulangan D25 = 256 buah
 - Panjang total = $(9.23 + 31.5 + 4.8 + 0.4) \times 256 = 11758$ m
 - 1 lonjor tulangan = 12 m
 - Kebutuhan tulangan D22 = $\frac{11758}{12} = 980$ lonjor
 - Berat tulangan dihitung dengan koefisien berat tulangan dan didapatkan untuk tulangan D25 memiliki berat 3.85 kg/m, maka perhitungannya yaitu $= 11758 \times 3.85 = 45268$ kg
- Perhitungan tulangan utama bawah arah y
 - Panjang total tulangan
 - Sisi arah panjang = $9.33 - (2 \times 0.05) = 9.23$ m
 - Sisi arah lebar = $31.6 - (2 \times 0.05) = 31.5$ m
 - Sisi arah tinggi = $(2.5 - (2 \times 0.05)) \times 2 = 4.8$ m
 - Sisi tul. tambah = $8 \times 25 \times 2 = 0.4$ m
 - Jumlah tulangan D25 = 848 buah
 - Panjang total = $(9.23 + 31.5 + 4.8 + 0.4) \times 848 = 38944$ m
 - 1 lonjor tulangan = 12 m
 - Kebutuhan tulangan D22 = $\frac{38944}{12} = 3246$ lonjor
 - Berat tulangan dihitung dengan koefisien berat tulangan dan didapatkan untuk tulangan D25

memiliki berat 3.85 kg/m, maka perhitungannya yaitu
 $= 38944 \times 3.85 = 149934 \text{ kg}$

- Perhitungan tulangan samping
 - Panjang total tulangan
 - Sisi arah panjang = $(9.33 - (2 \times 0.05)) \times 2 = 18.45 \text{ m}$
 - Sisi arah lebar = $(31.6 - (2 \times 0.05)) \times 2 = 63 \text{ m}$
 - Sisi tul. tambah = $8 \times 13 \times 2 = 0.208 \text{ m}$
 - Jumlah tulangan D13 = 5 buah
 - Panjang total tulangan = $(18.45 + 63 + 0.208) \times 5$
 $= 408 \text{ m}$
 - 1 lonjor tulangan = 12 m
 - Kebutuhan tulangan D13 = $\frac{408}{12} = 34 \text{ lonjor}$
 - Berat tulangan dihitung dengan koefisien berat tulangan dan didapatkan untuk tulangan D13 memiliki berat 1.04 kg/m, maka perhitungannya yaitu = $408 \times 1.04 = 424 \text{ kg}$
- Volume kebutuhan tulangan *raft foundation* as T2.8-T2.10 zona 1 = $45268 + 149934 + 45268 + 149934 + 424$
 $= 390824 \text{ kg}$
- Rekapitulasi kebutuhan tulangan

| Zona | Berat (kg) |
|--------|------------|
| Zona 1 | 1014861 |
| Zona 2 | 923903 |

B. Durasi

Durasi pembesian dihitung dari total durasi pemotongan, pembengkokan, kaitan, dan pemasangan tulangan.

- Pemotongan tulangan

Durasi pemotongan tulangan menggunakan *bar cutter* tiap 100 buah tulangan adalah 2 jam yang dikerjakan satu orang pekerja dengan durasi normal. Durasi pekerja proyek ini adalah 7 jam kerja dalam satu hari.

Untuk pekerjaan *raft foundation* ini didapatkan jumlah potongan sebagai berikut :

- Zona 1

D13 = 10 buah potongan

D25 = 12714 buah potongan

- Zona 2

D13 = 10 buah potongan

D25 = 9350 buah potongan

Sehingga setelah diketahui jumlah potongan, maka dapat dihitung durasi pemotongan tulangan yaitu :

- Kebutuhan tenaga kerja yaitu :

1 mandor

2 kepala tukang

36 tukang

36 pembantu tukang

- Produktifitas pekerja = $(1 \times 7) + (2 \times 7) + (36 \times 7) + (36 \times 7) = 523.25$ jam/hari

- Produktifitas alat *bar cutter* = 100 buah dalam 2 jam

- Produktifitas grup = $\frac{523.25}{2} \times 100 \times 0.8 = 20930$ buah potongan/hari

- Durasi grup untuk D25 zona 1 yang sejumlah 12714 buah potongan adalah = $\frac{12714}{20930} = 0.61$ hari

- Rekapitulasi durasi grup

| Zona | Diameter (mm) | Jumlah (batang) | Durasi Grup (hari) |
|------|---------------|-----------------|--------------------|
| | | | |

| Zona | Diameter (mm) | Jumlah (batang) | Durasi Grup (hari) |
|--------|---------------|-----------------|--------------------|
| Zona 1 | 13 | 10 | 0.0005 |
| | 25 | 12714 | 0.61 |
| Total | | | 0.61 |
| Zona 2 | 13 | 10 | 0.0005 |
| | 25 | 9350 | 0.45 |
| Total | | | 0.45 |

- Pembengkokan tulangan

Durasi untuk perhitungan pembengkokan menggunakan *bar bender* oleh satu orang pekerja adalah 100 buah bengkakan dalam durasi normal. Durasi pekerja proyek ini adalah 7 jam kerja dalam satu hari.

Untuk pekerjaan *raft foundation* ini didapatkan jumlah bengkakan sebagai berikut :

- Zona 1

D13 = 10 buah bengkakan

D25 = 9948 buah bengkakan

- Zona 2

D13 = 10 buah bengkakan

D25 = 9350 buah bengkakan

Sehingga setelah diketahui jumlah bengkakan, maka dapat dihitung durasi pembengkokan tulangan yaitu :

- Kebutuhan tenaga kerja yaitu :

1 mandor

2 kepala tukang

36 tukang

36 pembantu tukang

- Produktifitas pekerja = $(1 \times 7) + (2 \times 7) + (36 \times 7) + (36 \times 7) = 523.25$ jam/hari

- Produktifitas alat *bar bender* = 100 buah dalam 1.85 jam (untuk D25)
- Produktifitas grup = $\frac{523.25}{1.85} \times 100 \times 0.8 = 22627$ buah bengkokan/hari
- Durasi grup untuk D25 zona 1 yang sejumlah 9948 buah bengkokan adalah = $\frac{9948}{22627} = 0.44$ hari
- Rekapitulasi durasi grup

| Zona | Diameter (mm) | Jumlah (batang) | Durasi Grup (hari) |
|--------|---------------|-----------------|--------------------|
| Zona 1 | 13 | 10 | 0.0003 |
| | 25 | 9948 | 0.44 |
| Total | | | 0.44 |
| Zona 2 | 13 | 10 | 0.0003 |
| | 25 | 9350 | 0.41 |
| Total | | | 0.41 |

- Kaitan tulangan

Durasi untuk perhitungan kaitan menggunakan *bar bender* oleh satu orang pekerja adalah 100 buah kaitan dalam durasi normal. Durasi pekerja proyek ini adalah 7 jam kerja dalam satu hari.

Untuk pekerjaan *raft foundation* ini didapatkan jumlah kaitan sebagai berikut :

- Zona 1
 - D13 = 10 buah kaitan
 - D25 = 9948 buah kaitan
- Zona 2
 - D13 = 10 buah kaitan
 - D25 = 9350 buah kaitan

Sehingga setelah diketahui jumlah kaitan, maka dapat dihitung durasi kaitan tulangan yaitu :

- Kebutuhan tenaga kerja yaitu :
 - 1 mandor
 - 2 kepala tukang
 - 36 tukang
 - 36 pembantu tukang
- Produktifitas pekerja = $(1 \times 7) + (2 \times 7) + (36 \times 7) + (36 \times 7) = 523.25$ jam/hari
- Produktifitas alat *bar bender* = 100 buah dalam 3 jam (untuk D25)
- Produktifitas grup = $\frac{523.25}{3} \times 100 \times 0.8 = 13953$ buah kaitan/hari
- Durasi grup untuk D25 zona 1 yang sejumlah 9948 buah kaitan adalah = $\frac{9948}{13953} = 0.71$ hari
- Rekapitulasi durasi grup

| Zona | Diameter (mm) | Jumlah (batang) | Durasi Grup (hari) |
|--------|---------------|-----------------|--------------------|
| Zona 1 | 13 | 10 | 0.0004 |
| | 25 | 9948 | 0.71 |
| Total | | | 0.71 |
| Zona 2 | 13 | 10 | 0.0004 |
| | 25 | 9350 | 0.67 |
| Total | | | 0.67 |

- Pemasangan tulangan

Durasi untuk perhitungan pemasangan tulangan oleh satu orang pekerja adalah 100 buah pasang tulangan dalam durasi normal. Durasi pekerja proyek ini adalah 7 jam kerja dalam satu hari.

Untuk pekerjaan *raft foundation* ini didapatkan jumlah memasang tulangan sebagai berikut :

- Zona 1
 - Panjang tulangan 3m :
 - D13 = 0 buah
 - D25 = 0 buah
 - Panjang tulangan 3-6 m :
 - D13 = 0 buah
 - D25 = 0 buah
 - Panjang tulangan 6-9 m :
 - D13 = 10 buah
 - D25 = 12714 buah

- Zona 2
 - Panjang tulangan 3m :
 - D13 = 0 buah
 - D25 = 0 buah
 - Panjang tulangan 3-6 m :
 - D13 = 0 buah
 - D25 = 0 buah
 - Panjang tulangan 6-9 m :
 - D13 = 10 buah
 - D25 = 9350 buah

Sehingga setelah diketahui jumlah pasang tulangan, maka dapat dihitung durasi pasang tulangan yaitu :

- Kebutuhan tenaga kerja yaitu :
 - 1 mandor
 - 2 kepala tukang
 - 36 tukang
 - 36 pembantu tukang
- Produktifitas pekerja = $(1 \times 7) + (2 \times 7) + (36 \times 7) + (36 \times 7) = 523.25$ jam/hari
- Produktifitas pasang = 100 buah dalam 10 jam (untuk D25)

- Produktifitas grup = $\frac{523.25}{10} \times 100 \times 0.8 = 4186$ buah pasang/hari
- Durasi grup untuk D25 zona 1 panjang 6-9 m yang sejumlah 12714 buah pasang adalah = $\frac{12714}{4186} = 3.04$ hari
- Rekapitulasi durasi grup

| Zona | Diameter (mm) | Jumlah (batang) Panjang 3 m | Durasi Grup (hari) |
|--------|---------------|-------------------------------|--------------------|
| Zona 1 | 13 | 0 | 0.00 |
| | 25 | 0 | 0.00 |
| Total | | | 0.00 |
| Zona 2 | 13 | 0 | 0.00 |
| | 25 | 0 | 0.00 |
| Total | | | 0.00 |
| Zona | Diameter (mm) | Jumlah (batang) Panjang 3-6 m | Durasi Grup (hari) |
| Zona 1 | 13 | 0 | 0.00 |
| | 25 | 0 | 0.00 |
| Total | | | 0.00 |
| Zona 2 | 13 | 0 | 0.00 |
| | 25 | 0 | 0.00 |
| Total | | | 0.00 |
| Zona | Diameter (mm) | Jumlah (batang) Panjang 6-9 m | Durasi Grup (hari) |

| Zona | Diameter (mm) | Jumlah (batang) Panjang 6-9 m | Durasi Grup (hari) |
|--------|---------------|-------------------------------|--------------------|
| Zona 1 | 13 | 10 | 0.001 |
| | 25 | 12714 | 3.04 |
| Total | | | 3.041 |
| Zona 2 | 13 | 10 | 0.001 |
| | 25 | 9350 | 2.23 |
| Total | | | 2.231 |

- Rekapitulasi durasi

Hasil rekapitulasi didapatkan dari penjumlahan durasi pemotongan, pembengkokan, kaitan, dan pemasangan tulangan. Serta terdapat durasi *tower crane* untuk memindahkan hasil fabrikasi ke tempat pemasangan. Durasi *tower crane* akan dijelaskan dalam sub bab pembahasan produktifitas *tower crane*. Durasi fabrikasi didapat dari penjumlahan durasi pemotongan, pembengkokan, dan kaitan tulangan. Sedangkan durasi pemasangan didapat dari penjumlahan durasi pemasangan tulangan dan durasi *tower crane*.

Berikut adalah rekapitulasi durasi fabrikasi dan pemasangan tulangan :

| Zona | TC (hari) | T Fabrikasi (hari) | T Pemasangan (hari) |
|--------|-----------|--------------------|---------------------|
| Zona 1 | 5.64 | 1.76 | 8.68 |
| Zona 2 | 5.13 | 1.53 | 7.36 |

C. Biaya

Perhitungan biaya pembesian dihitung dari total biaya material, biaya sewa alat, dan biaya upah pekerja.

- Biaya material

Harga material besi untuk D13 = Rp 8,824/kg dan D25 = Rp 32,667/kg. Kebutuhan tulangan adalah sebagai berikut :

- Zona 1

$$D13 = 424 \text{ kg}$$

$$D25 = 1011437 \text{ kg}$$

- Zona 2

$$D13 = 434 \text{ kg}$$

$$D25 = 923468 \text{ kg}$$

Didapatkan biaya material besi yaitu :

$$\text{- Zona 1} = (424 \times 8824) + (1011437 \times 32667) = \text{Rp } 33,142,614,104$$

$$\text{- Zona 2} = (434 \times 8824) + (923468 \times 32667) = \text{Rp } 30,170,996,519$$

- Biaya sewa alat

Dalam perhitungan biaya pembesian dibutuhkan alat *bar bender* dengan harga sewa Rp 3,500,000/bulan dan *bar cutter* dengan harga sewa Rp 3,500,000/bulan.

Dalam pelaksanaannya alat *bar bender* dan *bar cutter* digunakan selama selesainya pekerjaan fabrikasi. Setelah dilakukan analisa dengan *Microsoft Project* diketahui durasi untuk penggunaan alat ini adalah 123 hari = 5 bulan, maka perhitungan biayanya adalah :

$$\text{- bar bender yang digunakan sejumlah 2 buah dalam dua zona} = 3,500,000 \times 2 \times 5 = \text{Rp } 35,000,000$$

$$\text{▪ perhitungan tiap pekerjaan} = \frac{35,000,000}{10} = \text{Rp } 3,500,000$$

$$\text{▪ perhitungan tiap lantai} = \frac{3,500,000}{1} = \text{Rp } 3,500,000$$

- *bar cutter* yang digunakan sejumlah 2 buah dalam dua zona = $3,500,000 \times 2 \times 5 = \text{Rp } 35,000,000$

$$\blacksquare \text{ perhitungan tiap pekerjaan} = \frac{35,000,000}{10} = \text{Rp } 3,500,000$$

$$\blacksquare \text{ perhitungan tiap lantai} = \frac{3,500,000}{1} = \text{Rp } 3,500,000$$

- Biaya Upah pekerja

Biaya upah pekerja yaitu :

Mandor = Rp 120,000/hari

Kepala Tukang = Rp 110,000/hari

Tukang = Rp 105,000/hari

Pembantu Tukang = Rp 99,000/hari

Kebutuhan jumlah pekerja yaitu :

1 mandor

2 kepala tukang

36 tukang

36 pembantu tukang

Maka perhitungan upah pekerja sebagai berikut :

- Upah pekerja fabrikasi

$$= (1 \times 120,000 \times 1.76) + (2 \times 110,000 \times 1.76) + (36 \times 105,000 \times 1.76) + (36 \times 99,000 \times 1.76) + (1 \times 120,000 \times 1.53) + (2 \times 110,000 \times 1.53) + (36 \times 105,000 \times 1.53) + (36 \times 99,000 \times 1.53)$$

$$= \text{Rp } 25,280,360$$

- Upah pekerja pemasangan

$$= (1 \times 120,000 \times 8.68) + (2 \times 110,000 \times 8.68) + (36 \times 105,000 \times 8.68) + (36 \times 99,000 \times 8.68) + (1 \times 120,000 \times 7.36) + (2 \times 110,000 \times 7.36) + (36 \times 105,000 \times 7.36) + (36 \times 99,000 \times 7.36)$$

$$= \text{Rp } 123,251,360$$

2. Pekerjaan Bekisting

A. Analisa Bahan

Dalam perhitungan analisa bahan pada pekerjaan bekisting *raft foundation* ini digunakan contoh pada tipe *raft foundation* as T2.8-T2.10 zona 1.

- Perhitungan jumlah bekisting batako *raft foundation* as T2.8-T2.10 zona 1
 - Panjang = 9.325 m
 - Lebar = 31.6 m
 - Kedalaman = 2.5 m
 - Luas = $(31.6 \times 2.5) + ((9.325 \times 2.5) \times 2) = 125.625 \text{ m}^2$
 - Batako dengan spesi 0.01 m
 - Panjang = $0.40 + 0.01 = 0.41 \text{ m}$
 - Lebar = $0.20 + 0.01 = 0.21 \text{ m}$
 - Tinggi = $0.10 + 0.01 = 0.11 \text{ m}$
 - Luas batako = $0.41 \times 0.21 = 0.0861 \text{ m}^2$
 - Jumlah batako yang dibutuhkan

$$= \frac{125.625}{0.0861} \times n = 1460 \times 1 = 1460 \text{ buah}$$
- Kebutuhan mortar perekat batako
 - 1000 buah batako memerlukan 0.66 m^3
 - Volume mortar yang dibutuhkan

$$= 1460 \times \frac{0.66}{1000} = 0.96 \text{ m}^3$$
- Rekapitulasi bekisting batako

| Zona | Kebutuhan | Jumlah |
|--------|-------------------------|--------|
| Zona 1 | Batako (buah) | 3287 |
| | Mortar (m^3) | 2 |
| Zona 2 | Batako (buah) | 3358 |
| | Mortar (m^3) | 2 |

B. Durasi

Durasi bekisting dihitung dari penjumlahan durasi produktifitas pekerja dalam memasang batako dan produktifitas alat gerobak yang digunakan selama proses bekisting berlangsung. Dimana jam kerja proyek dalam sehari adalah 7 jam. Digunakan perhitungan bekisting *raft foundation* as T2.8-T2.10 zona 1

- Durasi memasang batako
 - Volume batako
 - Dimensi batako = $0.4 \times 0.2 \times 0.1 \text{ m}$
 - Kedalaman *raft foundation* = 2.5 m
 - Keliling *raft foundation* = 18713.2 m
 - Volume *raft foundation*
 - = $2.5 \times 18713.2 \times 0.1$
 - = $4678.3 \text{ m}^3 \times 1$
 - = 4678.3 m^3
 - Produktifitas pekerja dalam memasang batako
 - 1 mandor
 - 1 kepala tukang
 - 10 tukang
 - 10 pembantu tukang
 - Produktifitas pekerja = $(1 \times 7) + (1 \times 7) + (10 \times 7) + (10 \times 7) = 154 \text{ jam/hari}$
 - Keperluan pekerja dalam pemasangan batako tiap jam/100 buah adalah $= \frac{2.5+5}{2} = 3.75 \text{ jam}$
 - Jumlah batako yang dapat dipasang
 - Tukang batu = $154 \times 3.75 \times 0.8 = 462 \text{ buah}$
 - Pembantu tukang = $154 \times 3.75 \times 0.8 = 462 \text{ buah}$
 - Jumlah batako *raft foundation* as T2.8-T2.10 zona 1 adalah 1460 buah
 - Durasi pemasangan batako

- $\text{Tukang batu} = \frac{1460}{462} = 3.16 \text{ jam}$
- $\text{Pembantu tukang} = \frac{1460}{462} = 3.16 \text{ jam}$
- $\text{Durasi total} = 3.16 + 3.16 = 6.32 \text{ jam} = 0.9 \text{ hari}$
- Rekapitulasi durasi memasang batako

| Zona | Durasi (hari) |
|--------|---------------|
| Zona 1 | 2.20 |
| Zona 2 | 2.03 |

- Durasi memindahkan batako dan membuat adukan mortar sebagai perekat
 - Jumlah batako *raft foundation* as T2.8-T2.10 zona 1 adalah 1460 buah
 - Jarak lokasi batako = 7 m
 - Dimensi batako = $0.4 \times 0.2 \times 0.1 \text{ m}$
 - $\text{Volume} = 0.4 \times 0.2 \times 0.1 = 0.008 \text{ m}^3$
 - Kapasitas gerobak = 0.72 m^3
 - $\text{Jumlah batako dalam gerobak} = \frac{0.72}{0.008} = 90 \text{ buah}$
 - Produktifitas gerobak
 - $\text{Waktu jalan isi} = \frac{7}{30} = 0.233 \text{ menit}$
 - $\text{Waktu jalan kosong} = \frac{7}{40} = 0.175 \text{ menit}$
 - $\text{Waktu siklus gerobak} = 0.233 + 0.175 + 5 = 5.408 \text{ menit}$
 - $\text{Siklus gerobak} = \frac{60}{5.408} \times 0.8 = 8 \text{ kali/jam}$
 - $\text{Produktifitas} = \frac{60}{2} \times 0.8 = 24 \text{ kali/jam}$
 - $\text{Kebutuhan gerobak} = \frac{24}{8} = 3 \text{ buah}$
 - Produktifitas pekerja = $90 \times 8 \times 3 = 1728 \text{ jam} = 12096 \text{ hari}$
 - Durasi pemindahan = $\frac{1460}{12096} = 0.12 \text{ hari}$

- Rekapitulasi durasi memindahkan batako

| Zona | Durasi (hari) |
|--------|---------------|
| Zona 1 | 0.075 |
| Zona 2 | 0.070 |

- Durasi membuat adukan mortar
 - Jumlah batako *raft foundation* as T2.8-T2.10 zona 1 adalah 1460 buah
 - Jarak lokasi batako = 7 m
 - 1000 batako memerlukan 0.66 m³ mortar
 - Kebutuhan mortar
 - = $(\frac{1460}{1000} \times 0.66) + 0.05$
 - = 1.013 m³
 - Kapasitas gerobak = 0.576 m³
 - Kapasitas mixer = 0.28 m³
 - Jumlah isi = $\frac{0.28}{0.576} = 1$ kali
 - Siklus mixer = $\frac{60}{3.4} \times 0.83 = 14$ kali/jam
 - Produktifitas gerobak
 - Waktu jalan isi = $\frac{7}{30} = 0.233$ menit
 - Waktu jalan kosong = $\frac{7}{40} = 0.175$ menit
 - Waktu siklus gerobak = $0.233 + 0.175 + 5 = 5.408$ menit
 - Siklus gerobak = $\frac{60}{5.408} \times 0.8 = 8$ kali/jam
 - Kebutuhan gerobak = $\frac{8}{14} = 1$ buah
 - Produktifitas = $1 \times 8 \times 0.576 = 4.608$ m³/jam = 32.256 m³/hari
 - Durasi adukan mortar = $\frac{1.0136}{32.256} = 0.0314$ hari

- Rekapitulasi durasi adukan mortar

| Zona | Durasi (hari) |
|--------|---------------|
| Zona 1 | 0.0759 |
| Zona 2 | 0.0704 |

• Rekapitulasi durasi bekisting batako

| Zona | Durasi (hari) |
|--------|---------------|
| Zona 1 | 2.57 |
| Zona 2 | 2.37 |

C. Biaya

Perhitungan biaya bekisting dihitung dari total biaya material, biaya sewa alat, dan biaya upah pekerja.

• Biaya material

Harga material bekisting batako = Rp 7,750/buah dan material mortar = Rp 3,510,000/m³. Kebutuhan material bekisting adalah sebagai berikut :

- Perhitungan zona 1

▪ Material batako = 3287 buah

▪ Material mortar = 2 m³.

▪ Biaya = $(3287 \times 7750) + (2 \times 3510000) = \text{Rp } 33,898,250$

- Perhitungan zona 2

▪ Material batako = 3358 buah

▪ Material mortar = 2 m³.

▪ Biaya = $(3358 \times 7750) + (2 \times 3510000) = \text{Rp } 33,746,500$

• Biaya sewa alat

Dalam perhitungan biaya pembesian dibutuhkan alat gerobak dengan harga sewa Rp 150,000/bulan.

Dalam pelaksanaannya alat gerobak digunakan selama selesainya pekerjaan pemasangan batako. Setelah dilakukan analisa dengan *Microsoft Project* diketahui durasi untuk penggunaan alat ini adalah 85 hari = 3 bulan, maka perhitungan biayanya adalah :

- gerobak yang digunakan sejumlah 2 buah dalam dua zona = $150,000 \times 2 \times 3 = \text{Rp } 900,000$

- Biaya Upah pekerja

Biaya upah pekerja yaitu :

Mandor = Rp 120,000/hari

Kepala Tukang = Rp 110,000/hari

Tukang = Rp 105,000/hari

Pembantu Tukang = Rp 99,000/hari

Kebutuhan jumlah pekerja yaitu :

1 mandor

1 kepala tukang

10 tukang

10 pembantu tukang

Maka perhitungan upah pekerja sebagai berikut :

- Upah pekerja

$$= (1 \times 120,000 \times 2.57) + (1 \times 110,000 \times 2.57) + (10 \times 105,000 \times 2.57) + (10 \times 99,000 \times 2.57) + (1 \times 120,000 \times 2.37) + (1 \times 110,000 \times 2.37) + (10 \times 105,000 \times 2.37) + (10 \times 99,000 \times 2.37)$$

$$= \text{Rp } 11,213,800$$

3. Pekerjaan Pengecoran

A. Analisa Bahan

Untuk pekerjaan pengecoran *raft foundation*, menggunakan beton *ready mix* dengan mutu beton K-300. Volume pengecoran *raft foundation* yang digunakan adalah volume bersih beton yang didapatkan dari volume *raft foundation* dikurangi volume pembesian yang

terpasang. Berikut adalah contoh perhitungan pada *raft foundation* as T2.8-T2.10 zona 1:

- Dimensi *raft foundation* = 9.325 x 31.6 x 2.5 m
 - Jumlah *raft foundation* zona 1 = 1
 - Volume = (9.325 x 31.6 x 2.5 x 1) = 736.68 m³

Berdasarkan hasil perhitungan berat tulangan pembesian pada *raft foundation* as T2.8-T2.10 zona 1 adalah :

- D13 = 424 kg
- D25 = 390.400 kg

Maka volume bersih beton yang diperlukan adalah :

- Volume bersih = $736.68 \text{ m}^3 - \frac{424 + 390.400}{7850} = 686.89 \text{ m}^3$
- Rekapitulasi volume bersih *raft foundation*

| Zona | Volume Bersih (m ³) |
|--------|---------------------------------|
| Zona 1 | 3092 |
| Zona 2 | 2849 |

B. Durasi

Dalam perhitungan durasi pekerjaan pengecoran *raft foundation* ini, dihitung berdasarkan produktifitas alat *concrete pump*. Berikut adalah produktifitas *concrete pump* :

- Spesifikasi alat
 - Output piston* = 80 m³/jam
 - Kondisi operasi alat = 0.75 (baik)
 - Faktor cuaca = 1 (cerah)
 - Faktor keterampilan = 0.75 (cerah)
- Produktifitas *concrete pump*
 - = 80 x 0.75 x 1 x 0.75 x 9 = 405 m³/jam
 - Volume bersih *raft foundation* zona 1 dalam rekapitulasi zona 1 adalah 3092 m³

- Waktu operasional alat
 $= \frac{3092}{405} = 7.63 \text{ jam} = 458.06 \text{ menit}$
- Waktu persiapan alat
 - Pengaturan posisi = 10 menit
 - Pemasangan pompa = 30 menit
 - Waktu tunggu = 10 menit
 - Pemanasan mesin = 60 menit
 - Waktu menuangkan = 10 menit
- Waktu tambah
 - Pergantian truk = $\frac{3092}{6} \times 1 = 516 \text{ menit}$
 - Uji slump = 516 menit
- Waktu pasca pelaksanaan
 - Pembersihan pompa = 10 menit
 - Pembongkaran pompa = 30 menit
 - Persiapan kembali = 50 menit
- Durasi pengecoran *raft foundation*
 $= 458.06 + 10 + 30 + 10 + 10 + 60 + 10 + 516 + 516 + 10 + 30 + 50$
 $= 2930.07 \text{ menit} = 6.97 \text{ hari}$
- Rekapitulasi durasi

| Zona | Durasi (hari) |
|--------|---------------|
| Zona 1 | 6.97 |
| Zona 2 | 6.69 |

C. Biaya

Perhitungan biaya pengecoran dihitung dari total biaya material, biaya sewa alat, dan biaya upah pekerja.

- Biaya material

Material yang digunakan adalah beton *ready mix* dengan mutu K-300 dengan harga Rp 855,000/m³. Berdasarkan perhitungan volume, didapatkan volume bersih beton zona 1 yaitu :

- Volume bersih = 3092m³

- Biaya = 3092 x 855,000 = Rp 2,643,611,545

- Rekapitulasi biaya material

| Zona | Harga Total |
|--------|------------------|
| Zona 1 | Rp 2,643,611,545 |
| Zona 2 | Rp 2,435,685,774 |

- Biaya sewa alat

Dalam perhitungan biaya pengecoran *raft foundation* dibutuhkan alat *concrete pump* dengan harga sewa Rp 125,000,000/bulan dan *concrete vibrator* dengan harga sewa Rp 3,600,000/bulan.

Dalam pelaksanaannya alat *concrete pump* dan *concrete vibrator* digunakan selama selesainya pekerjaan pengecoran. Setelah dilakukan analisa dengan *Microsoft Project* diketahui durasi untuk penggunaan alat ini adalah 330 hari = 11 bulan, maka perhitungan biayanya adalah :

- *concrete pump* yang digunakan sejumlah 2 buah dalam dua zona = 125,000,000 x 2 x 11 = Rp 2,750,000,000

▪ perhitungan tiap pekerjaan = $\frac{2,750,000,000}{10} = \text{Rp } 275,000,000$

▪ perhitungan tiap lantai = $\frac{275,000,000}{1} = \text{Rp } 275,000,000$

- *concrete vibrator* yang digunakan sejumlah 4 buah dalam dua zona = $3,600,000 \times 4 \times 11 = \text{Rp } 158,400,000$

▪ perhitungan tiap pekerjaan = $\frac{158,400,000}{8} = \text{Rp } 19,800,000$

▪ perhitungan tiap lantai = $\frac{19,800,000}{1} = \text{Rp } 19,800,000$

- Rekapitulasi biaya sewa alat

| Zona | Harga Total |
|--------|----------------|
| Zona 1 | Rp 294,800,000 |
| Zona 2 | Rp 294,800,000 |

• Biaya Upah pekerja

Biaya upah pekerja yaitu :

Mandor = Rp 120,000/hari

Kepala Tukang = Rp 110,000/hari

Tukang = Rp 105,000/hari

Pembantu Tukang = Rp 99,000/hari

Kebutuhan jumlah pekerja yaitu :

1 mandor

2 kepala tukang

36 tukang

36 pembantu tukang

Maka perhitungan upah pekerja sebagai berikut :

- Upah pekerja

$$= (1 \times 120,000 \times 6.976) + (2 \times 110,000 \times 6.976) + (36 \times 105,000 \times 6.976) + (36 \times 99,000 \times 6.976) + (1 \times 120,000 \times 6.695) + (2 \times 110,000 \times 6.695) + (36 \times 105,000 \times 6.695) + (36 \times 99,000 \times 6.695)$$

$$= \text{Rp } 105,047,964$$

4. Rekapitulasi Durasi dan Biaya

Dalam hal ini rekapitulasi perhitungan durasi didapatkan dari menjumlahkan durasi seluruh pekerjaan yang diambil dari

durasi 2 zona. Sedangkan untuk rekapitulasi perhitungan biaya didapatkan dari penjumlahan biaya material, biaya sewa alat, dan biaya upah pekerja.

A. Durasi

| Lantai | Durasi |
|------------|---------|
| Basement 3 | 38 hari |

B. Biaya

| Lantai | Biaya |
|------------|-------------------|
| Basement 3 | Rp 69,329,846,178 |

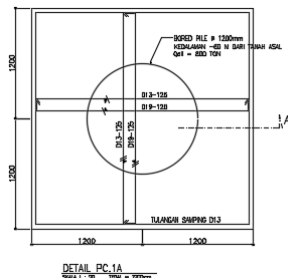
6.6 Pekerjaan Pile Cap

Pada pekerjaan *pile cap* ini, perhitungan dibagi menjadi beberapa pekerjaan yaitu pembesian, bekisting, dan pengecoran.

1. Pekerjaan Pembesian

A. Analisa Bahan

Dalam perhitungan analisa bahan pada pekerjaan *pile cap* ini digunakan contoh pada *pile cap* tipe PC1A zona 1.



Gambar 6.39 Detail Tulangan
sumber: PT.PP (Persero), Tbk

- Data detail *pile cap* tipe PC1A zona 1
 - Dimensi = 2.4 x 2.4 (m) dengan tinggi 1.2 m
 - Tulangan = D13-125 (tul. utama atas)
 - D19-125 (tul. utama bawah)
 - D13 (tul. samping)
 - Decking = 0.05 m
- Perhitungan tulangan utama atas arah x
 - Panjang total tulangan
 - Sisi arah panjang = $2.4 - (2 \times 0.05) = 2.3$ m
 - Sisi arah lebar = $2.4 - (2 \times 0.05) = 2.3$ m
 - Sisi arah tinggi = $(1.2 - (2 \times 0.05)) \times 2 = 2.2$ m
 - Sisi tul. tambah = $8 \times 13 \times 2 = 0.208$ m
 - Jumlah tulangan D13 = 20 buah
 - Panjang total = $(2.3 + 2.3 + 2.2 + 0.208) \times 20$
= 140.16 m
 - 1 lonjor tulangan = 12 m
 - Kebutuhan tulangan D13 = $\frac{140.16}{12} = 12$ lonjor
 - Berat tulangan dihitung dengan koefisien berat tulangan dan didapatkan untuk tulangan D13 memiliki berat 1.04 kg/m, maka perhitungannya yaitu
= $140.16 \times 1.04 = 145.76$ kg
- Perhitungan tulangan utama atas arah y
 - Panjang total tulangan
 - Sisi arah panjang = $2.4 - (2 \times 0.05) = 2.3$ m
 - Sisi arah lebar = $2.4 - (2 \times 0.05) = 2.3$ m
 - Sisi arah tinggi = $(1.2 - (2 \times 0.05)) \times 2 = 2.2$ m
 - Sisi tul. tambah = $8 \times 13 \times 2 = 0.208$ m
 - Jumlah tulangan D13 = 20 buah
 - Panjang total = $(2.3 + 2.3 + 2.2 + 0.208) \times 20$
= 140.16 m
 - 1 lonjor tulangan = 12 m
 - Kebutuhan tulangan D13 = $\frac{140.16}{12} = 12$ lonjor

- Berat tulangan dihitung dengan koefisien berat tulangan dan didapatkan untuk tulangan D13 memiliki berat 1.04 kg/m, maka perhitungannya yaitu $=140.16 \times 1.04 = 145.76 \text{ kg}$
- Perhitungan tulangan utama bawah arah x
 - Panjang total tulangan
 - Sisi arah panjang $= 2.4 - (2 \times 0.05) = 2.3 \text{ m}$
 - Sisi arah lebar $= 2.4 - (2 \times 0.05) = 2.3 \text{ m}$
 - Sisi arah tinggi $= (1.2 - (2 \times 0.05)) \times 2 = 2.2 \text{ m}$
 - Sisi tul. tambah $= 8 \times 19 \times 2 = 0.304 \text{ m}$
 - Jumlah tulangan D19 = 20 buah
 - Panjang total $= (2.3 + 2.3 + 2.2 + 0.304) \times 20 = 142.08 \text{ m}$
 - 1 lonjor tulangan = 12 m
 - Kebutuhan tulangan D19 $= \frac{142.08}{12} = 12 \text{ lonjor}$
 - Berat tulangan dihitung dengan koefisien berat tulangan dan didapatkan untuk tulangan D19 memiliki berat 2.23 kg/m, maka perhitungannya yaitu $=142.08 \times 2.23 = 316.83 \text{ kg}$
- Perhitungan tulangan utama bawah arah y
 - Panjang total tulangan
 - Sisi arah panjang $= 2.4 - (2 \times 0.05) = 2.3 \text{ m}$
 - Sisi arah lebar $= 2.4 - (2 \times 0.05) = 2.3 \text{ m}$
 - Sisi arah tinggi $= (1.2 - (2 \times 0.05)) \times 2 = 2.2 \text{ m}$
 - Sisi tul. tambah $= 8 \times 19 \times 2 = 0.304 \text{ m}$
 - Jumlah tulangan D19 = 20 buah
 - Panjang total $= (2.3 + 2.3 + 2.2 + 0.304) \times 20 = 142.08 \text{ m}$
 - 1 lonjor tulangan = 12 m
 - Kebutuhan tulangan D19 $= \frac{142.08}{12} = 12 \text{ lonjor}$
 - Berat tulangan dihitung dengan koefisien berat tulangan dan didapatkan untuk tulangan D19

memiliki berat 2.23 kg/m, maka perhitungannya yaitu
 $= 142.08 \times 2.23 = 316.83 \text{ kg}$

- Perhitungan tulangan samping
 - Panjang total tulangan
 - Sisi arah panjang = $(2.4 - (2 \times 0.05)) \times 2 = 4.6 \text{ m}$
 - Sisi arah lebar = $(2.4 - (2 \times 0.05)) \times 2 = 4.6 \text{ m}$
 - Sisi tul. tambah = $8 \times 13 \times 2 = 0.208 \text{ m}$
 - Jumlah tulangan D13 = 2 buah
 - Panjang total tulangan = $(4.6 + 4.6 + 0.208) \times 2 = 18.816 \text{ m}$
 - 1 lonjor tulangan = 12 m
 - Kebutuhan tulangan D13 = $\frac{18.816}{12} = 2 \text{ lonjor}$
 - Berat tulangan dihitung dengan koefisien berat tulangan dan didapatkan untuk tulangan D13 memiliki berat 1,04 kg/m, maka perhitungannya yaitu = $18.816 \times 1.04 = 19.56 \text{ kg}$
- Volume kebutuhan tulangan *pile cap* tipe PC1A zona 1 yang berjumlah 6 adalah :
 - = $(145.76 + 145.76 + 316.83 + 316.83 + 19.56) \times 6$
 - = 5668.7 kg
- Rekapitulasi kebutuhan tulangan

| Zona | Berat (kg) |
|--------|------------|
| Zona 1 | 61506 |
| Zona 2 | 32146 |

B. Durasi

Durasi pembesian dihitung dari total durasi pemotongan, pembengkokan, kaitan, dan pemasangan tulangan.

- Pemotongan tulangan

Durasi pemotongan tulangan menggunakan *bar cutter* tiap 100 buah tulangan adalah 2 jam yang dikerjakan satu orang pekerja dengan durasi normal. Durasi pekerja proyek ini adalah 7 jam kerja dalam satu hari.

Untuk pekerjaan *pile cap* ini didapatkan jumlah potongan sebagai berikut :

- Zona 1

D13 = 301 buah potongan

D19 = 322 buah potongan

D22 = 1000 buah potongan

D25 = 996 buah potongan

- Zona 2

D13 = 328 buah potongan

D19 = 280 buah potongan

D22 = 900 buah potongan

D25 = 124 buah potongan

Sehingga setelah diketahui jumlah potongan, maka dapat dihitung durasi pemotongan tulangan yaitu :

- Kebutuhan tenaga kerja yaitu :

1 mandor

2 kepala tukang

18 tukang

18 pembantu tukang

- Produktifitas pekerja = $(1 \times 7) + (2 \times 7) + (18 \times 7) + (18 \times 7) = 264.25$ jam/hari

- Produktifitas alat *bar cutter* = 100 buah dalam 2 jam

- Produktifitas grup = $\frac{264.25}{2} \times 100 \times 0.8 = 10570$ buah potongan/hari
- Durasi grup untuk D13 zona 1 yang sejumlah 301 buah potongan adalah = $\frac{301}{10570} = 0.03$ hari
- Rekapitulasi durasi grup

| Zona | Diameter (mm) | Jumlah (batang) | Durasi Grup (hari) |
|--------|---------------|-----------------|--------------------|
| Zona 1 | 13 | 301 | 0.03 |
| | 19 | 322 | 0.03 |
| | 22 | 1000 | 0.09 |
| | 25 | 996 | 0.09 |
| Total | | | 0.25 |
| Zona 2 | 13 | 328 | 0.03 |
| | 19 | 280 | 0.03 |
| | 22 | 900 | 0.09 |
| | 25 | 124 | 0.01 |
| Total | | | 0.15 |

- Pembengkokan tulangan

Durasi untuk perhitungan pembengkokan menggunakan *bar bender* oleh satu orang pekerja adalah 100 buah bengkakan dalam durasi normal. Durasi pekerja proyek ini adalah 7 jam kerja dalam satu hari.

Untuk pekerjaan *pile cap* ini didapatkan jumlah bengkakan sebagai berikut :

- Zona 1

D13 = 602 buah bengkakan

D19 = 644 buah bengkakan

D22 = 2000 buah bengkakan

- D25 = 1992 buah bengkokan
- Zona 2
 - D13 = 656 buah bengkokan
 - D19 = 560 buah bengkokan
 - D22 = 1800 buah bengkokan
 - D25 = 248 buah bengkokan
- Sehingga setelah diketahui jumlah bengkokan, maka dapat dihitung durasi pembengkokan tulangan yaitu :
- Kebutuhan tenaga kerja yaitu :
 - 1 mandor
 - 2 kepala tukang
 - 18 tukang
 - 18 pembantu tukang
 - Produktifitas pekerja = $(1 \times 7) + (2 \times 7) + (18 \times 7) + (18 \times 7) = 264.25$ jam/hari
 - Produktifitas alat *bar bender* = 100 buah dalam 1.15 jam (untuk D13)
 - Produktifitas grup = $\frac{264.25}{1.15} \times 100 \times 0.8 = 18383$ buah bengkokan/hari
 - Durasi grup untuk D13 zona 1 yang sejumlah 602 buah bengkokan adalah = $\frac{602}{18383} = 0.03$ hari
 - Rekapitulasi durasi grup

| Zona | Diameter (mm) | Jumlah (batang) | Durasi Grup (hari) |
|--------|---------------|-----------------|--------------------|
| Zona 1 | 13 | 602 | 0.03 |
| | 19 | 644 | 0.05 |
| | 22 | 2000 | 0.14 |
| | 25 | 1992 | 0.17 |
| Total | | | 0.39 |

| Zona | Diameter (mm) | Jumlah (batang) | Durasi Grup (hari) |
|--------|---------------|-----------------|--------------------|
| Zona 2 | 13 | 656 | 0.04 |
| | 19 | 560 | 0.04 |
| | 22 | 1800 | 0.13 |
| | 25 | 248 | 0.02 |
| Total | | | 0.22 |

- Kaitan tulangan

Durasi untuk perhitungan kaitan menggunakan *bar bender* oleh satu orang pekerja adalah 100 buah kaitan dalam durasi normal. Durasi pekerja proyek ini adalah 7 jam kerja dalam satu hari.

Untuk pekerjaan *pile cap* ini didapatkan jumlah kaitan sebagai berikut :

- Zona 1

D13 = 602 buah kaitan

D19 = 644 buah kaitan

D22 = 2000 buah kaitan

D25 = 1992 buah kaitan

- Zona 2

D13 = 656 buah kaitan

D19 = 560 buah kaitan

D22 = 1800 buah kaitan

D25 = 248 buah kaitan

Sehingga setelah diketahui jumlah kaitan, maka dapat dihitung durasi kaitan tulangan yaitu :

- Kebutuhan tenaga kerja yaitu :

1 mandor

2 kepala tukang

18 tukang

18 pembantu tukang

- Produktifitas pekerja = $(1 \times 7) + (2 \times 7) + (18 \times 7) + (18 \times 7) = 264.25$ jam/hari
- Produktifitas alat *bar bender* = 100 buah dalam 1.85 jam (untuk D13)
- Produktifitas grup = $\frac{264.25}{1.85} \times 100 \times 0.8 = 11427$ buah kaitan/hari
- Durasi grup untuk D13 zona 1 yang sejumlah 602 buah kaitan adalah = $\frac{602}{11427} = 0.05$ hari
- Rekapitulasi durasi grup

| Zona | Diameter (mm) | Jumlah (batang) | Durasi Grup (hari) |
|--------|---------------|-----------------|--------------------|
| Zona 1 | 13 | 602 | 0.05 |
| | 19 | 644 | 0.07 |
| | 22 | 2000 | 0.22 |
| | 25 | 1992 | 0.28 |
| Total | | | 0.62 |
| Zona 2 | 13 | 656 | 0.06 |
| | 19 | 560 | 0.06 |
| | 22 | 1800 | 0.2 |
| | 25 | 248 | 0.04 |
| Total | | | 0.35 |

- Pemasangan tulangan

Durasi untuk perhitungan pemasangan tulangan oleh satu orang pekerja adalah 100 buah pasang tulangan dalam durasi normal. Durasi pekerja proyek ini adalah 7 jam kerja dalam satu hari.

Untuk pekerjaan *pile cap* ini didapatkan jumlah memasang tulangan sebagai berikut :

- Zona 1

Panjang tulangan 3m :

D13 = 301 buah

D19 = 322 buah

D22 = 1000 buah

D25 = 996 buah

Panjang tulangan 3-6 m :

D13 = 0 buah

D19 = 0 buah

D22 = 0 buah

D25 = 0 buah

Panjang tulangan 6-9 m :

D13 = 0 buah

D19 = 0 buah

D22 = 0 buah

D25 = 0 buah

- Zona 2

Panjang tulangan 3m :

D13 = 328 buah

D19 = 280 buah

D22 = 900 buah

D25 = 124 buah

Panjang tulangan 3-6 m :

D13 = 0 buah

D19 = 0 buah

D22 = 0 buah

D25 = 0 buah

Panjang tulangan 6-9 m :

D13 = 0 buah

D19 = 0 buah

D22 = 0 buah

D25 = 0 buah

Sehingga setelah diketahui jumlah pasang tulangan, maka dapat dihitung durasi pasang tulangan yaitu :

- Kebutuhan tenaga kerja yaitu :
 - 1 mandor
 - 2 kepala tukang
 - 18 tukang
 - 18 pembantu tukang
- Produktifitas pekerja = $(1 \times 7) + (2 \times 7) + (18 \times 7) + (18 \times 7) = 264.25$ jam/hari
- Produktifitas pasang = 100 buah dalam 4.75 jam (untuk D13) dengan panjang 3 m
- Produktifitas grup = $\frac{264.25}{4.75} \times 100 \times 0.8 = 4451$ buah pasang/hari
- Durasi grup untuk D13 zona 1 panjang 3 m yang sejumlah 301 buah pasang adalah = $\frac{301}{4451} = 0.07$ hari
- Rekapitulasi durasi grup

| Zona | Diameter (mm) | Jumlah (batang) Panjang 3 m | Durasi Grup (hari) |
|--------|---------------|-----------------------------|--------------------|
| Zona 1 | 13 | 301 | 0.07 |
| | 19 | 322 | 0.09 |
| | 22 | 1000 | 0.27 |
| | 25 | 996 | 0.32 |
| Total | | | 0.75 |
| Zona 2 | 13 | 328 | 0.07 |
| | 19 | 280 | 0.08 |
| | 22 | 900 | 0.24 |
| | 25 | 124 | 0.04 |
| Total | | | 0.43 |

| Zona | Diameter (mm) | Jumlah (batang) Panjang 3-6 m | Durasi Grup (hari) |
|--------|---------------|-------------------------------|--------------------|
| Zona 1 | 13 | 0 | 0.00 |
| | 19 | 0 | 0.00 |
| | 22 | 0 | 0.00 |
| | 25 | 0 | 0.00 |
| Total | | | 0.00 |
| Zona 2 | 13 | 0 | 0.00 |
| | 19 | 0 | 0.00 |
| | 22 | 0 | 0.00 |
| | 25 | 0 | 0.00 |
| Total | | | 0.00 |
| Zona | Diameter (mm) | Jumlah (batang) Panjang 6-9 m | Durasi Grup (hari) |
| Zona 1 | 13 | 0 | 0.00 |
| | 19 | 0 | 0.00 |
| | 22 | 0 | 0.00 |
| | 25 | 0 | 0.00 |
| Total | | | 0.00 |
| Zona 2 | 13 | 0 | 0.00 |
| | 19 | 0 | 0.00 |
| | 22 | 0 | 0.00 |
| | 25 | 0 | 0.00 |
| Total | | | 0.00 |

- Rekapitulasi durasi

Hasil rekapitulasi didapatkan dari penjumlahan durasi pemotongan, pembengkokan, kaitan, dan pemasangan tulangan. Serta terdapat durasi *tower crane* untuk memindahkan hasil fabrikasi ke tempat pemasangan. Durasi *tower crane* akan dijelaskan dalam sub bab pembahasan produktifitas *tower crane*. Durasi fabrikasi didapat dari penjumlahan durasi pemotongan, pembengkokan, dan kaitan tulangan. Sedangkan durasi pemasangan didapat dari penjumlahan durasi pemasangan tulangan dan durasi *tower crane*.

Berikut adalah rekapitulasi durasi fabrikasi dan pemasangan tulangan :

| Zona | TC (hari) | T Fabrikasi (hari) | T Pemasangan (hari) |
|--------|-----------|--------------------|---------------------|
| Zona 1 | 1.82 | 1.27 | 2.57 |
| Zona 2 | 0.95 | 0.73 | 1.38 |

C. Biaya

Perhitungan biaya pembesian dihitung dari total biaya material, biaya sewa alat, dan biaya upah pekerja.

- Biaya material

Harga material besi untuk D13 = Rp 8,824/kg, D19 = Rp 18,921/kg, D22 = Rp 25,285/kg, dan D25 = Rp 32,667/kg. Kebutuhan tulangan adalah sebagai berikut :

:

- Zona 1

D13 = 2375.98 kg

D19 = 6462.22 kg

$$D22 = 23100.96 \text{ kg}$$

$$D25 = 26906.88 \text{ kg}$$

- Zona 2

$$D13 = 2524.142 \text{ kg}$$

$$D19 = 4507.09 \text{ kg}$$

$$D22 = 20790.86 \text{ kg}$$

$$D25 = 4296.6 \text{ kg}$$

Didapatkan biaya material besi yaitu :

$$\begin{aligned} \text{- Zona 1} &= (2375.98 \times 8824) + (6462.22 \times 18921) \\ &+ (23100.96 \times 25285) + (26906.88 \times 32667) = \text{Rp} \\ &1,606,330,458 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{- Zona 2} &= (2524.142 \times 8824) + (4507.09 \times 18921) \\ &+ (20790.86 \times 25285) + (4296.6 \times 32667) = \text{Rp} \\ &773,616,540 \end{aligned}$$

- Biaya sewa alat

Dalam perhitungan biaya pembesian dibutuhkan alat *bar bender* dengan harga sewa Rp 3,500,000/bulan dan *bar cutter* dengan harga sewa Rp 3,500,000/bulan.

Dalam pelaksanaannya alat *bar bender* dan *bar cutter* digunakan selama selesainya pekerjaan fabrikasi. Setelah dilakukan analisa dengan *Microsoft Project* diketahui durasi untuk penggunaan alat ini adalah 123 hari = 5 bulan, maka perhitungan biayanya adalah :

- *bar bender* yang digunakan sejumlah 2 buah dalam dua zona = $3,500,000 \times 2 \times 5 = \text{Rp } 35,000,000$

$$\begin{aligned} \blacksquare \text{ perhitungan tiap pekerjaan} &= \frac{35,000,000}{10} = \text{Rp} \\ &3,500,000 \end{aligned}$$

$$\blacksquare \text{ perhitungan tiap lantai} = \frac{3,500,000}{1} = \text{Rp } 3,500,000$$

- *bar cutter* yang digunakan sejumlah 2 buah dalam dua zona = $3,500,000 \times 2 \times 5 = \text{Rp } 35,000,000$

$$\blacksquare \text{ perhitungan tiap pekerjaan} = \frac{35,000,000}{10} = \text{Rp } 3,500,000$$

$$\blacksquare \text{ perhitungan tiap lantai} = \frac{3,500,000}{1} = \text{Rp } 3,500,000$$

- Biaya Upah pekerja

Biaya upah pekerja yaitu :

Mandor = Rp 120,000/hari

Kepala Tukang = Rp 110,000/hari

Tukang = Rp 105,000/hari

Pembantu Tukang = Rp 99,000/hari

Kebutuhan jumlah pekerja yaitu :

1 mandor

2 kepala tukang

18 tukang

18 pembantu tukang

Maka perhitungan upah pekerja sebagai berikut :

- Upah pekerja fabrikasi

$$= (1 \times 120,000 \times 1.27) + (2 \times 110,000 \times 1.27) + (18 \times 105,000 \times 1.27) + (18 \times 99,000 \times 1.27) + (1 \times 120,000 \times 0.73) + (2 \times 110,000 \times 0.73) + (18 \times 105,000 \times 0.73) + (18 \times 99,000 \times 0.73)$$

$$= \text{Rp } 8,024,000$$

- Upah pekerja pemasangan

$$= (1 \times 120,000 \times 2.57) + (2 \times 110,000 \times 2.57) + (18 \times 105,000 \times 2.57) + (18 \times 99,000 \times 2.57) + (1 \times 120,000 \times 1.38) + (2 \times 110,000 \times 1.38) + (18 \times 105,000 \times 1.38) + (18 \times 99,000 \times 1.38)$$

$$= \text{Rp } 15,847,400$$

2. Pekerjaan Bekisting

A. Analisa Bahan

Dalam perhitungan analisa bahan pada pekerjaan bekisting *pile cap* ini digunakan contoh pada *pile cap* tipe PC1A zona 1.

- Perhitungan jumlah bekisting batako *pile cap* tipe PC1A zona 1
 - Panjang = 2.4 m
 - Lebar = 2.4 m
 - Kedalaman = 1.2 m
 - Luas = $2 \times (2.4+2.4) \times 1.2 = 11.52 \text{ m}^2$
 - Batako dengan spesi 0.01 m
 - Panjang = $0.40 + 0.01 = 0.41 \text{ m}$
 - Lebar = $0.20 + 0.01 = 0.21 \text{ m}$
 - Tinggi = $0.10 + 0.01 = 0.11 \text{ m}$
 - Luas batako = $0.41 \times 0.21 = 0.0861 \text{ m}^2$
 - Jumlah batako yang dibutuhkan

$$= \frac{11.52}{0.0861} \times n = 134 \times 6 = 804 \text{ buah}$$
- Kebutuhan mortar perekat batako
 - 1000 buah batako memerlukan 0.66 m^3
 - Volume mortar yang dibutuhkan

$$= 804 \times \frac{0.66}{1000} = 0.53 \text{ m}^3$$
- Rekapitulasi bekisting batako

| Zona | Kebutuhan | Jumlah |
|--------|-------------------------|--------|
| Zona 1 | Batako (buah) | 3915 |
| | Mortar (m^3) | 3 |
| Zona 2 | Batako (buah) | 2704 |
| | Mortar (m^3) | 2 |

B. Durasi

Durasi bekisting dihitung dari penjumlahan durasi produktifitas pekerja dalam memasang batako dan produktifitas alat gerobak yang digunakan selama proses bekisting berlangsung. Dimana jam kerja proyek dalam

sehari adalah 7 jam. Digunakan perhitungan bekisting *pile cap* tipe PC1A zona 1

- Durasi memasang batako
 - Volume batako
 - Dimensi batako = $0.4 \times 0.2 \times 0.1 \text{ m}$
 - Kedalaman *pile cap* = 1.2 m
 - Keliling *pile cap* = 9.6 m
 - Volume *pile cap*
 - = $1.2 \times 9.6 \times 0.1$
 - = $1.152 \text{ m}^3 \times 6$
 - = 6.912 m^3
 - Produktifitas pekerja dalam memasang batako
 - 1 mandor
 - 1 kepala tukang
 - 10 tukang
 - 10 pembantu tukang
 - Produktifitas pekerja = $(1 \times 7) + (1 \times 7) + (10 \times 7) + (10 \times 7) = 154 \text{ jam/hari}$
 - Keperluan pekerja dalam pemasangan batako tiap jam/100 buah adalah $= \frac{2.5+5}{2} = 3.75 \text{ jam}$
 - Jumlah batako yang dapat dipasang
 - Tukang batu = $154 \times 3.75 \times 0.8 = 462 \text{ buah}$
 - Pembantu tukang = $154 \times 3.75 \times 0.8 = 462 \text{ buah}$
 - Jumlah batako *pile cap* tipe PC1A zona 1 adalah 804 buah
 - Durasi pemasangan batako
 - Tukang batu = $\frac{804}{462} = 1.74 \text{ jam}$
 - Pembantu tukang = $\frac{804}{462} = 1.74 \text{ jam}$
 - Durasi total = $1.74 + 1.74 = 3.48 \text{ jam} = 0.5 \text{ hari}$

- Rekapitulasi durasi memasang batako

| Zona | Durasi (hari) |
|--------|---------------|
| Zona 1 | 2.42 |
| Zona 2 | 1.67 |

- Durasi memindahkan batako dan membuat adukan mortar sebagai perekat
 - Jumlah batako *pile cap* tipe PC1A zona 1 adalah 804 buah
 - Jarak lokasi batako = 7 m
 - Dimensi batako = 0.4 x 0.2 x 0.1 m
 - Volume = 0.4 x 0.2 x 0.1 = 0.008 m³
 - Kapasitas gerobak = 0.72 m³
 - Jumlah batako dalam gerobak = $\frac{0.72}{0.008} = 90$ buah
 - Produktifitas gerobak
 - Waktu jalan isi = $\frac{7}{30} = 0.233$ menit
 - Waktu jalan kosong = $\frac{7}{40} = 0.175$ menit
 - Waktu siklus gerobak = 0.233 + 0.175 + 5 = 5.408 menit
 - Siklus gerobak = $\frac{60}{5.408} \times 0.8 = 8$ kali/jam
 - Produktifitas = $\frac{60}{2} \times 0.8 = 24$ kali/jam
 - Kebutuhan gerobak = $\frac{24}{8} = 3$ buah
 - Produktifitas pekerja = 90 x 8 x 3 = 1728 jam = 12096 hari
 - Durasi pemindahan = $\frac{804}{12096} = 0.06$ hari
 - Rekapitulasi durasi memindahkan batako

| Zona | Durasi (hari) |
|--------|---------------|
| Zona 1 | 0.323 |

| Zona | Durasi (hari) |
|--------|---------------|
| Zona 2 | 0.223 |

- Durasi membuat adukan mortar
 - Jumlah batako *pile cap* tipe PC1A zona 1 adalah 804 buah
 - Jarak lokasi batako = 7 m
 - 1000 batako memerlukan 0.66 m³ mortar
 - Kebutuhan mortar
 - = $(\frac{804}{1000} \times 0.66) + 0.05$
 - = 0.58 m³
 - Kapasitas gerobak = 0.576 m³
 - Kapasitas mixer = 0.28 m³
 - Jumlah isi = $\frac{0.28}{0.576} = 1$ kali
 - Siklus mixer = $\frac{60}{3.4} \times 0.83 = 14$ kali/jam
 - Produktifitas gerobak
 - Waktu jalan isi = $\frac{7}{30} = 0.233$ menit
 - Waktu jalan kosong = $\frac{7}{40} = 0.175$ menit
 - Waktu siklus gerobak = 0.233 + 0.175 + 5 = 5.408 menit
 - Siklus gerobak = $\frac{60}{5.408} \times 0.8 = 8$ kali/jam
 - Kebutuhan gerobak = $\frac{8}{14} = 1$ buah
 - Produktifitas = 1 x 8 x 0.576 = 4.608 m³/jam = 32.256 m³/hari
 - Durasi adukan mortar = $\frac{0.58}{32.256} = 0.018$ hari
 - Rekapitulasi durasi adukan mortar

| Zona | Durasi (hari) |
|--------|---------------|
| Zona 1 | 0.086 |

| Zona | Durasi (hari) |
|--------|---------------|
| Zona 2 | 0.061 |

- Rekapitulasi durasi bekisting batako

| Zona | Durasi (hari) |
|--------|---------------|
| Zona 1 | 2.83 |
| Zona 2 | 1.96 |

C. Biaya

Perhitungan biaya bekisting dihitung dari total biaya material, biaya sewa alat, dan biaya upah pekerja.

- Biaya material

Harga material bekisting batako = Rp 7,750/buah dan material mortar = Rp 3,510,000/m³. Kebutuhan material bekisting adalah sebagai berikut :

- Perhitungan zona 1

▪ Material batako = 3915 buah

▪ Material mortar = 3 m³.

▪ Biaya = $(3915 \times 7750) + (3 \times 3510000) = \text{Rp } 40,099,050$

- Perhitunga zona 2

▪ Material batako = 2704 buah

▪ Material mortar = 2 m³.

▪ Biaya = $(2704 \times 7750) + (2 \times 3510000) = \text{Rp } 27,905,800$

- Biaya sewa alat

Dalam perhitungan biaya pembesian dibutuhkan alat gerobak dengan harga sewa Rp 150,000/bulan.

Dalam pelaksanaannya alat gerobak digunakan selama selesainya pekerjaan pemasangan batako. Setelah dilakukan analisa dengan *Microsoft Project*

diketahui durasi untuk penggunaan alat ini adalah 86 hari = 3 bulan, maka perhitungan biayanya adalah :

- gerobak yang digunakan sejumlah 2 buah dalam dua zona = $150,000 \times 2 \times 3 = \text{Rp } 900,000$

- Biaya Upah pekerja

Biaya upah pekerja yaitu :

Mandor = Rp 120,000/hari

Kepala Tukang = Rp 110,000/hari

Tukang = Rp 105,000/hari

Pembantu Tukang = Rp 99,000/hari

Kebutuhan jumlah pekerja yaitu :

1 mandor

1 kepala tukang

10 tukang

10 pembantu tukang

Maka perhitungan upah pekerja sebagai berikut :

- Upah pekerja

$$= (1 \times 120,000 \times 2.83) + (1 \times 110,000 \times 2.83) + (10 \times 105,000 \times 2.83) + (10 \times 99,000 \times 2.83) + (1 \times 120,000 \times 1.96) + (1 \times 110,000 \times 1.96) + (10 \times 105,000 \times 1.96) + (10 \times 99,000 \times 1.96)$$

$$= \text{Rp } 10,873,300$$

3. Pekerjaan Pengecoran

A. Analisa Bahan

Untuk pekerjaan pengecoran *pile cap*, menggunakan beton *ready mix* dengan mutu beton K-300. Volume pengecoran *pile cap* yang digunakan adalah volume bersih beton yang didapatkan dari volume *pile cap* dikurangi volume pembesian yang terpasang. Berikut adalah contoh perhitungan pada *pile cap* tipe PC1A zona 1 :

- Dimensi *pile cap* = $2.4 \times 2.4 \times 1.2 \text{ m}$

- Jumlah *pile cap* zona 1 = 6

- Volume = $(2.4 \times 2.4 \times 1.2 \times 6) = 41.47 \text{ m}^3$

Berdasarkan hasil perhitungan berat tulangan pembedaan pada *pile cap* tipe PC1A zona 1 adalah :

- D13 = 1866.48 kg
- D25 = 3801.96 kg

Maka volume bersih beton yang diperlukan adalah :

- Volume bersih = $41.47 \text{ m}^3 - \frac{1866.48 + 3801.96}{7850} = 40.75 \text{ m}^3$
- Rekapitulasi volume bersih *pile cap*

| Zona | Volume Bersih (m ³) |
|--------|---------------------------------|
| Zona 1 | 1618 |
| Zona 2 | 868 |

B. Durasi

Dalam perhitungan durasi pekerjaan pengecoran *pile cap* ini, dihitung berdasarkan produktifitas alat *concrete pump*. Berikut adalah produktifitas *concrete pump* :

- Spesifikasi alat
 - Output piston* = 80 m³/jam
 - Kondisi operasi alat = 0,75 (baik)
 - Faktor cuaca = 1 (cerah)
 - Faktor keterampilan = 0,75 (cerah)
- Produktifitas *concrete pump*
 - = $80 \times 0.75 \times 1 \times 0.75 \times 5 = 225 \text{ m}^3/\text{jam}$
 - Volume bersih *pile cap* zona 1 dalam rekapitulasi zona 1 adalah 1618 m³
- Waktu operasional alat
 - = $\frac{1618}{225} = 7.19 \text{ jam} = 431.406 \text{ menit}$
- Waktu persiapan alat
 - Pengaturan posisi = 10 menit
 - Pemasangan pompa = 30 menit

- Waktu tunggu = 10 menit
- Pemanasan mesin = 60 menit
- Waktu menuangkan = 10 menit
- Waktu tambah
 - Pergantian truk = $\frac{1618}{6} \times 1 = 270$ menit
 - Uji slump = 270 menit
- Waktu pasca pelaksanaan
 - Pembersihan pompa = 10 menit
 - Pembongkaran pompa = 30 menit
 - Persiapan kembali = 50 menit
- Durasi pengecoran *pile cap*

$$= 431.406 + 10 + 30 + 10 + 10 + 60 + 10 + 270 + 270 + 10 + 30 + 50$$

$$= 1771.41 \text{ menit} = 4.21 \text{ hari}$$
- Rekapitulasi durasi

| Zona | Durasi (hari) |
|--------|---------------|
| Zona 1 | 4.21 |
| Zona 2 | 3.14 |

C. Biaya

Perhitungan biaya pengecoran dihitung dari total biaya material, biaya sewa alat, dan biaya upah pekerja.

- Biaya material

Material yang digunakan adalah beton *ready mix* dengan mutu K-300 dengan harga Rp 855,000/m³. Berdasarkan perhitungan volume, didapatkan volume bersih beton zona 1 yaitu :

 - Volume bersih = 1618 m³
 - Biaya = 1618 x 855,000 = Rp 1,383,196,502

- Rekapitulasi biaya material

| Zona | Harga Total |
|--------|------------------|
| Zona 1 | Rp 1,383,196,502 |
| Zona 2 | Rp 741,782,885 |

- Biaya sewa alat

Dalam perhitungan biaya pengecoran *pile cap* dibutuhkan alat *concrete pump* dengan harga sewa Rp 125,000,000/bulan dan *concrete vibrator* dengan harga sewa Rp 3,600,000/bulan.

Dalam pelaksanaannya alat *concrete pump* dan *concrete vibrator* digunakan selama selesainya pekerjaan pengecoran. Setelah dilakukan analisa dengan *Microsoft Project* diketahui durasi untuk penggunaan alat ini adalah 330 hari = 11 bulan, maka perhitungan biayanya adalah :

- *concrete pump* yang digunakan sejumlah 2 buah dalam dua zona = $125,000,000 \times 2 \times 11 = \text{Rp } 2,750,000,000$

- perhitungan tiap pekerjaan = $\frac{2,750,000,000}{10} = \text{Rp } 275,000,000$

- perhitungan tiap lantai = $\frac{275,000,000}{1} = \text{Rp } 275,000,000$

- *concrete vibrator* yang digunakan sejumlah 4 buah dalam dua zona = $3,600,000 \times 4 \times 11 = \text{Rp } 158,400,000$

- perhitungan tiap pekerjaan = $\frac{158,400,000}{8} = \text{Rp } 19,800,000$

- perhitungan tiap lantai = $\frac{19,800,000}{1} = \text{Rp } 19,800,000$

- Rekapitulasi biaya sewa alat

| Zona | Harga Total |
|--------|----------------|
| Zona 1 | Rp 294,800,000 |
| Zona 2 | Rp 294,800,000 |

- Biaya Upah pekerja

Biaya upah pekerja yaitu :

Mandor = Rp 120,000/hari

Kepala Tukang = Rp 110,000/hari

Tukang = Rp 105,000/hari

Pembantu Tukang = Rp 99,000/hari

Kebutuhan jumlah pekerja yaitu :

1 mandor

2 kepala tukang

18 tukang

18 pembantu tukang

Maka perhitungan upah pekerja sebagai berikut :

- Upah pekerja

$$\begin{aligned}
 &= (1 \times 120,000 \times 4.218) + (2 \times 110,000 \times 4.218) + (18 \times 105,000 \times 4.218) \\
 &\quad + (18 \times 99,000 \times 4.218) + (1 \times 120,000 \times 3.146) \\
 &\quad + (2 \times 110,000 \times 3.146) + (18 \times 105,000 \times 3.146) + (18 \times 99,000 \times 3.146) \\
 &= \text{Rp } 29,544,368
 \end{aligned}$$

4. Rekapitulasi Durasi dan Biaya

Dalam hal ini rekapitulasi perhitungan durasi didapatkan dari penjumlahan durasi seluruh pekerjaan yang diambil dari durasi 2 zona. Sedangkan untuk rekapitulasi perhitungan biaya didapatkan dari penjumlahan biaya material, biaya sewa alat, dan biaya upah pekerja.

A. Durasi

| Lantai | Durasi |
|------------|---------|
| Basement 3 | 19 hari |

B. Biaya

| Lantai | Biaya |
|------------|------------------|
| Basement 3 | Rp 5,241,720,304 |

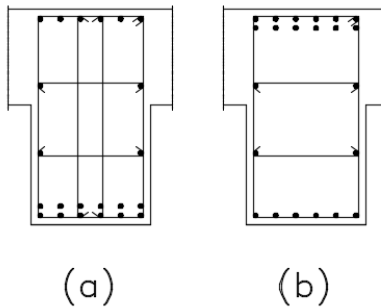
6.7 Pekerjaan Tie Beam

Pada pekerjaan *tie beam* ini, perhitungan dibagi menjadi beberapa pekerjaan yaitu pembesian, bekisting, dan pengecoran.

1. Pekerjaan Pembesian

A. Analisa Bahan

Dalam perhitungan analisa bahan pada pekerjaan *tie beam* ini digunakan contoh pada *tie beam* tipe TB2-1A as M.4-M.5 zona 1.



Gambar 6.40 (a) Detail Tulangan Tumpuan, (b) Detail Tulangan Lapangan

sumber: *PT.PP (Persero), Tbk*

- Data detail *tie beam* tipe TB2-1A as M.4-M.5 zona 1
 Dimensi = 0.5 x 0.9 (m)
 Tulangan = 6 D25 (tul. atas tumpuan)
 4 D10+2 kait (tul. samping tumpuan)

12 D25 (tul. bawah tumpuan)
 4 D13-100 (tul. sengkang tumpuan)
 12 D25 (tul. atas lapangan)
 4 D10+2 kait (tul. samping lapangan)
 6 D25 (tul. bawah lapangan)
 D13-150 (tul. sengkang lapangan)

Decking = 0.04 m

- Perhitungan tulangan utama
 - Panjang *tie beam* = 8000 mm
 - Lapangan = $\frac{1}{2} \times 8 = 4000$ mm
 - Tumpuan = $\frac{1}{4} \times 8 = 2000$ mm
 - Penjangkaran atas dan bawah = $40 \times D = 40 \times 25 = 1000$ mm
 - Penjangkaran samping = $40 \times D = 40 \times 10 = 400$ mm
 - *Overlap* atas dan bawah = $15 \times D = 15 \times 25 = 375$ mm
 - *Overlap* samping = $15 \times D = 15 \times 10 = 150$ mm
 - Lebar kolom pada tumpuan = 800 mm
 - Panjang tulangan utama :
 - Tumpuan atas kiri
 - = ((n tumpuan atas – n lapangan atas) + (panjang tumpuan + lebar kolom + penjangkaran atas + *overlap* atas)) : 1000
 - = ((6 - 12) + (2000 + 800 + 1000 + 375)) : 1000
 - = 4.169 m
 - Lapangan atas
 - = (n lapangan atas x ((2 x panjang tumpuan) + (2 x lebar kolom) + penjangkaran atas + *overlap* atas + panjang lapangan)) : 1000
 - = (12 x ((2 x 2000) + (2 x 800) + 1000 + 375 + 4000)) : 1000
 - = 131.7 m

- Tumpuan bawah kiri
 - = (n tumpuan bawah x ((2 x panjang tumpuan) + (2 x lebar kolom) + penjangkaran atas + *overlap* atas + panjang lapangan)) : 1000
 - = (12 x ((2 x 2000) + (2 x 800) + 1000 + 375 + 4000)) : 1000
 - = 131.7 m
- Lapangan bawah
 - = ((n lapangan bawah – n tumpuan bawah) + (panjang lapangan + (2 x *overlap* samping))) : 1000
 - = ((6 – 12) + (4000 + (2 x 150))) : 1000
 - = 4.294 m
- Tumpuan atas kanan
 - = ((n tumpuan atas – n lapangan atas) + (panjang tumpuan + lebar kolom + *overlap* atas)) : 1000
 - = ((6 – 12) + (2000 + 800 + 375)) : 1000
 - = 3.169 m
- Panjang total tulangan utama
 - = 4.169 + 131.7 + 131.7 + 4.294 + 3.169
 - = 275.032 m
- 1 lonjor tulangan = 12 m
- Kebutuhan tulangan D25 = $\frac{275.032}{12} = 23$ lonjor
- Berat tulangan dihitung dengan koefisien berat tulangan dan didapatkan untuk tulangan D25 memiliki berat 3.85 kg/m, maka perhitungannya yaitu = 275.032 x 3.85 = 1058.87 kg
- Perhitungan tulangan sengkang
 - Dimensi *tie beam* = 500 x 900 mm
 - Panjang bengkokan = 6 x D = 6 x 13 = 78 mm
 - Panjang kaitan = 75 mm (i minimum)
 - Jarak tumpuan sengkang = 100 mm

- Jumlah tumpuan sengkang
 - = ((panjang tumpuan – 100) : jarak tumpuan) x n tumpuan sengkang
 - = ((2000 – 100) : 100) x 4)
 - = 76 buah
- Jarak lapangan sengkang = 150 mm
 - Jumlah lapangan sengkang
 - = ((panjang *tie beam* – (100 + (jumlah tumpuan sengkang x jarak tumpuan sengkang))) : jarak lapangan sengkang
 - = ((8000 – (100 + (76 x 100))) : 150
 - = 2 buah
- Tumpuan samping
 - = (n tumpuan samping x (panjang lapangan + (2 x panjang tumpuan) + lebar kolom + penjangkaran samping + *overlap* samping)) : 1000
 - = (6 x (4000 + (2 x 2000) + 800 + 400 + 150)) : 1000
 - = 56.1 m
- Panjang total tulangan sengkang
 - = (((((lebar *tie beam* x 2) + (tinggi *tie beam* x 2) + (panjang bengkokan x 5) + (panjang kaitan x 2)) x jumlah tumpuan sengkang) + (((lebar *tie beam* x 2) + (tinggi *tie beam* x 2) + (panjang bengkokan x 5) + (panjang kaitan x 2)) x jumlah lapangan sengkang)) : 1000) + tumpuan samping
 - = (((((500 x 2) + (900 x 2) + (78 x 5) + (75 x 2)) x 76) + (((500 x 2) + (900 x 2) + (78 x 5) + (75 x 2)) x 2)) : 1000
 - = 260.52 m + 56.1 m
 - = 316.62 m
- 1 lonjor tulangan = 12 m
- Kebutuhan tulangan D13 = $\frac{316.62}{12} = 27$ lonjor

- Berat tulangan dihitung dengan koefisien berat tulangan dan didapatkan untuk tulangan D13 memiliki berat 1.04 kg/m, maka perhitungannya yaitu
 $= 316.62 \times 1.04 = 329.28 \text{ kg}$

- Rekapitulasi kebutuhan tulangan

| Zona | Diameter | Berat (kg) |
|--------|----------|------------|
| Zona 1 | 10 | 3282.8 |
| | 13 | 5608.9 |
| | 25 | 33397 |
| Zona 2 | 10 | 1617.9 |
| | 13 | 3897.9 |
| | 25 | 20884 |

B. Durasi

Durasi pembesian dihitung dari total durasi pemotongan, pembengkokan, kaitan, dan pemasangan tulangan.

- Pemotongan tulangan

Durasi pemotongan tulangan menggunakan *bar cutter* tiap 100 buah tulangan adalah 2 jam yang dikerjakan satu orang pekerja dengan durasi normal. Durasi pekerja proyek ini adalah 7 jam kerja dalam satu hari.

Untuk pekerjaan *tie beam* ini didapatkan jumlah potongan sebagai berikut :

- Zona 1

D10 = 1523 buah potongan

D13 = 1422 buah potongan

D25 = 2700 buah potongan

- Zona 2

D10 = 773 buah potongan

D13 = 906 buah potongan

D25 = 1854 buah potongan

Sehingga setelah diketahui jumlah potongan, maka dapat dihitung durasi pemotongan tulangan yaitu :

- Kebutuhan tenaga kerja yaitu :

1 mandor

2 kepala tukang

18 tukang

18 pembantu tukang

- Produktifitas pekerja = $(1 \times 7) + (2 \times 7) + (18 \times 7) + (18 \times 7) = 264.25$ jam/hari

- Produktifitas alat *bar cutter* = 100 buah dalam 2 jam

- Produktifitas grup = $\frac{264.25}{2} \times 100 \times 0.8 = 10570$ buah potongan/hari

- Durasi grup untuk D13 zona 1 yang sejumlah 1422 buah potongan adalah = $\frac{1422}{10570} = 0.13$ hari

- Rekapitulasi durasi grup

| Zona | Diameter (mm) | Jumlah (batang) | Durasi Grup (hari) |
|--------|---------------|-----------------|--------------------|
| Zona 1 | 10 | 1523 | 0.14 |
| | 13 | 1422 | 0.13 |
| | 25 | 2700 | 0.26 |
| Total | | | 0.53 |
| Zona 2 | 10 | 773 | 0.07 |
| | 13 | 906 | 0.09 |
| | 25 | 1854 | 0.18 |
| Total | | | 0.33 |

- Pembengkokan tulangan

Durasi untuk perhitungan pembengkokan menggunakan *bar bender* oleh satu orang pekerja adalah 100 buah bengkakan dalam durasi normal. Durasi pekerja proyek ini adalah 7 jam kerja dalam satu hari.

Untuk pekerjaan *tie beam* ini didapatkan jumlah bengkakan sebagai berikut :

- Zona 1

D10 = 4569 buah bengkakan

D13 = 4266 buah bengkakan

D25 = 0 buah bengkakan

- Zona 2

D10 = 2319 buah bengkakan

D13 = 2718 buah bengkakan

D25 = 0 buah bengkakan

Sehingga setelah diketahui jumlah bengkakan, maka dapat dihitung durasi pembengkokan tulangan yaitu :

- Kebutuhan tenaga kerja yaitu :

1 mandor

2 kepala tukang

18 tukang

18 pembantu tukang

- Produktifitas pekerja = $(1 \times 7) + (2 \times 7) + (18 \times 7) + (18 \times 7) = 264.25$ jam/hari

- Produktifitas alat *bar bender* = 100 buah dalam 1.15 jam (untuk D13)

- Produktifitas grup = $\frac{264.25}{1.15} \times 100 \times 0.8 = 18383$ buah bengkakan/hari

- Durasi grup untuk D13 zona 1 yang sejumlah 4266 buah bengkakan adalah = $\frac{4266}{18383} = 0.23$ hari

- Rekapitulasi durasi grup

| Zona | Diameter (mm) | Jumlah (batang) | Durasi Grup (hari) |
|--------|---------------|-----------------|--------------------|
| Zona 1 | 10 | 4569 | 0.25 |
| | 13 | 4266 | 0.23 |
| | 25 | 0 | 0.00 |
| Total | | | 0.48 |
| Zona 2 | 13 | 2319 | 0.13 |
| | 19 | 2718 | 0.15 |
| | 25 | 0 | 0.00 |
| Total | | | 0.28 |

- Kaitan tulangan

Durasi untuk perhitungan kaitan menggunakan *bar bender* oleh satu orang pekerja adalah 100 buah kaitan dalam durasi normal. Durasi pekerja proyek ini adalah 7 jam kerja dalam satu hari.

Untuk pekerjaan *tie beam* ini didapatkan jumlah kaitan sebagai berikut :

- Zona 1

D10 = 3046 buah kaitan

D13 = 2844 buah kaitan

D25 = 1800 buah kaitan

- Zona 2

D10 = 1546 buah kaitan

D13 = 1812 buah kaitan

D25 = 1236 buah kaitan

Sehingga setelah diketahui jumlah kaitan, maka dapat dihitung durasi kaitan tulangan yaitu :

- Kebutuhan tenaga kerja yaitu :

1 mandor

2 kepala tukang

18 tukang

18 pembantu tukang

- Produktifitas pekerja = $(1 \times 7) + (2 \times 7) + (18 \times 7) + (18 \times 7) = 264.25$ jam/hari
- Produktifitas alat *bar bender* = 100 buah dalam 1.85 jam (untuk D13)
- Produktifitas grup = $\frac{264.25}{1.85} \times 100 \times 0.8 = 11427$ buah kaitan/hari
- Durasi grup untuk D13 zona 1 yang sejumlah 2844 buah kaitan adalah = $\frac{2844}{11427} = 0.25$ hari
- Rekapitulasi durasi grup

| Zona | Diameter (mm) | Jumlah (batang) | Durasi Grup (hari) |
|--------|---------------|-----------------|--------------------|
| Zona 1 | 10 | 3046 | 0.27 |
| | 13 | 2844 | 0.25 |
| | 25 | 1800 | 0.26 |
| Total | | | 0.77 |
| Zona 2 | 10 | 1546 | 0.14 |
| | 13 | 1812 | 0.16 |
| | 25 | 1236 | 0.18 |
| Total | | | 0.47 |

- Pemasangan tulangan

Durasi untuk perhitungan pemasangan tulangan oleh satu orang pekerja adalah 100 buah pasang tulangan dalam durasi normal. Durasi pekerja proyek ini adalah 7 jam kerja dalam satu hari.

Untuk pekerjaan *tie beam* ini didapatkan jumlah memasang tulangan sebagai berikut :

- Zona 1

Panjang tulangan 3m :

D10 = 1523 buah

D13 = 1422 buah

D25 = 2108 buah

Panjang tulangan 3-6 m :

D10 = 0 buah

D13 = 0 buah

D25 = 592 buah

Panjang tulangan 6-9 m :

D10 = 0 buah

D13 = 0 buah

D25 = 0 buah

- Zona 2

Panjang tulangan 3m :

D10 = 773 buah

D13 = 906 buah

D25 = 1582 buah

Panjang tulangan 3-6 m :

D10 = 0 buah

D13 = 0 buah

D25 = 272 buah

Panjang tulangan 6-9 m :

D10 = 0 buah

D13 = 0 buah

D25 = 0 buah

Sehingga setelah diketahui jumlah pasang tulangan, maka dapat dihitung durasi pasang tulangan yaitu :

- Kebutuhan tenaga kerja yaitu :

1 mandor

2 kepala tukang

18 tukang

18 pembantu tukang

- Produktifitas pekerja = $(1 \times 7) + (2 \times 7) + (18 \times 7) + (18 \times 7) = 264.25$ jam/hari
- Produktifitas pasang = 100 buah dalam 4.75 jam (untuk D13) dengan panjang 3 m
- Produktifitas grup = $\frac{264.25}{4.75} \times 100 \times 0.8 = 4451$ buah pasang/hari
- Durasi grup untuk D13 zona 1 panjang 3 m yang sejumlah 1422 buah pasang adalah = $\frac{1422}{4451} = 0.32$ hari
- Rekapitulasi durasi grup

| Zona | Diameter (mm) | Jumlah (batang) Panjang 3 m | Durasi Grup (hari) |
|--------|---------------|-------------------------------|--------------------|
| Zona 1 | 10 | 1523 | 0.34 |
| | 13 | 1422 | 0.32 |
| | 25 | 2108 | 0.67 |
| Total | | | 1.33 |
| Zona 2 | 10 | 773 | 0.17 |
| | 13 | 906 | 0.20 |
| | 25 | 1582 | 0.51 |
| Total | | | 0.88 |
| Zona | Diameter (mm) | Jumlah (batang) Panjang 3-6 m | Durasi Grup (hari) |
| Zona 1 | 10 | 0 | 0.00 |
| | 13 | 0 | 0.00 |
| | 25 | 592 | 0.24 |
| Total | | | 0.24 |
| Zona 2 | 10 | 0 | 0.00 |
| | 13 | 0 | 0.00 |

| Zona | Diameter (mm) | Jumlah (batang) Panjang 3-6 m | Durasi Grup (hari) |
|--------|---------------|-------------------------------|--------------------|
| | | 25 | 272 |
| Total | | | 0.11 |
| Zona | Diameter (mm) | Jumlah (batang) Panjang 6-9 m | Durasi Grup (hari) |
| | | | |
| Zona 1 | 10 | 0 | 0.00 |
| | 13 | 0 | 0.00 |
| | 25 | 0 | 0.00 |
| Total | | | 0.00 |
| Zona 2 | 10 | 0 | 0.00 |
| | 13 | 0 | 0.00 |
| | 25 | 0 | 0.00 |
| Total | | | 0.00 |

- Rekapitulasi durasi

Hasil rekapitulasi didapatkan dari penjumlahan durasi pemotongan, pembengkokan, kaitan, dan pemasangan tulangan. Serta terdapat durasi *tower crane* untuk memindahkan hasil fabrikasi ke tempat pemasangan. Durasi *tower crane* akan dijelaskan dalam sub bab pembahasan produktifitas *tower crane*. Durasi fabrikasi didapat dari penjumlahan durasi pemotongan, pembengkokan, dan kaitan tulangan. Sedangkan durasi pemasangan didapat dari penjumlahan durasi pemasangan tulangan dan durasi *tower crane*.

Berikut adalah rekapitulasi durasi fabrikasi dan pemasangan tulangan :

| Zona | TC (hari) | T Fabrikasi (hari) | T Pemasangan (hari) |
|--------|-----------|--------------------|---------------------|
| Zona 1 | 1.19 | 1.79 | 2.76 |
| Zona 2 | 0.79 | 1.08 | 1.78 |

C. Biaya

Perhitungan biaya pembesian dihitung dari total biaya material, biaya sewa alat, dan biaya upah pekerja.

- Biaya material

Harga material besi untuk D10 = Rp 5,043/kg, D13 = Rp 8,824/kg, dan D25 = Rp 32,667/kg. Kebutuhan tulangan adalah sebagai berikut :

- Zona 1

D10 = 3282.8 kg

D13 = 5608.9 kg

D25 = 33397 kg

- Zona 2

D10 = 1617.9 kg

D13 = 3897.9 kg

D25 = 20884 kg

Didapatkan biaya material besi yaitu :

- Zona 1 = $(3282.8 \times 5043) + (5608.9 \times 8824) + (33397 \times 32667) = \text{Rp } 1,157,041,686$

- Zona 2 = $(1617.9 \times 5043) + (3897.9 \times 8824) + (20884 \times 32667) = \text{Rp } 724,780,124$

- Biaya sewa alat

Dalam perhitungan biaya pembesian dibutuhkan alat *bar bender* dengan harga sewa Rp 3,500,000/bulan dan *bar cutter* dengan harga sewa Rp 3,500,000/bulan.

Dalam pelaksanaannya alat *bar bender* dan *bar cutter* digunakan selama selesainya pekerjaan fabrikasi. Setelah dilakukan analisa dengan *Microsoft Project* diketahui durasi untuk penggunaan alat ini adalah 123 hari = 5 bulan, maka perhitungan biayanya adalah :

- *bar bender* yang digunakan sejumlah 2 buah dalam dua zona = $3,500,000 \times 2 \times 5 = \text{Rp } 35,000,000$

- perhitungan tiap pekerjaan = $\frac{35,000,000}{10} = \text{Rp } 3,500,000$

- perhitungan tiap rantai = $\frac{3,500,000}{1} = \text{Rp } 3,500,000$

- *bar cutter* yang digunakan sejumlah 2 buah dalam dua zona = $3,500,000 \times 2 \times 5 = \text{Rp } 35,000,000$

- perhitungan tiap pekerjaan = $\frac{35,000,000}{10} = \text{Rp } 3,500,000$

- perhitungan tiap rantai = $\frac{3,500,000}{1} = \text{Rp } 3,500,000$

- Biaya Upah pekerja

Biaya upah pekerja yaitu :

Mandor = Rp 120,000/hari

Kepala Tukang = Rp 110,000/hari

Tukang = Rp 105,000/hari

Pembantu Tukang = Rp 99,000/hari

Kebutuhan jumlah pekerja yaitu :

1 mandor

2 kepala tukang

18 tukang

18 pembantu tukang

Maka perhitungan upah pekerja sebagai berikut :

- Upah pekerja fabrikasi

$$= (1 \times 120,000 \times 1.79) + (2 \times 110,000 \times 1.79) + (18 \times 105,000 \times 1.79) + (18 \times 99,000 \times 1.79) + (1 \times 120,000 \times 1.08) + (2 \times 1$$

$$10,000 \times 1.08) + (18 \times 105,000 \times 1.08) + (18 \times 99,000 \times 1.08) \\ = \text{Rp } 11,514,440$$

- Upah pekerja pemasangan

$$= (1 \times 120,000 \times 2.76) + (2 \times 110,000 \times 2.76) + (18 \times 105,000 \times 2.76) + (18 \times 99,000 \times 2.76) + (1 \times 120,000 \times 1.78) + (2 \times 110,000 \times 1.78) + (18 \times 105,000 \times 1.78) + (18 \times 99,000 \times 1.78) \\ = \text{Rp } 18,214,480$$

2. Pekerjaan Bekisting

A. Analisa Bahan

Dalam perhitungan analisa bahan pada pekerjaan bekisting *tie beam* ini digunakan contoh pada *tie beam* tipe TB2-1A as M.4-M.5 zona 1.

- Perhitungan jumlah bekisting batako *tie beam* tipe TB2-1A as M.4-M.5 zona 1
 - Lebar = 0.5 m
 - Tinggi = 0.9 m
 - Tinggi bersih = 0.9 – tebal pelat = 0.9 - 0.13 = 0.77 m
 - Panjang = 8 m
 - Luas = 2 x (0.5 + 0.77) x 8 = 20.32 m²
 - Batako dengan spesi 0.01 m
 - Panjang = 0.40 + 0.01 = 0.41 m
 - Lebar = 0.20 + 0.01 = 0.21 m
 - Tinggi = 0.10 + 0.01 = 0.11 m
 - Luas batako = 0.41 x 0.21 = 0.0861 m²
 - Jumlah batako yang dibutuhkan
 - = $\frac{20.32}{0.0861} \times n = 237 \times 12 = 2844$ buah
- Kebutuhan mortar perekat batako
 - 1000 buah batako memerlukan 0.66 m³
 - Volume mortar yang dibutuhkan

$$= 2844 \times \frac{0.66}{1000} = 1.88 \text{ m}^3$$

- Rekapitulasi bekisting batako

| Zona | Kebutuhan | Jumlah |
|--------|--------------------------|--------|
| Zona 1 | Batako (buah) | 8800 |
| | Mortar (m ³) | 4 |
| Zona 2 | Batako (buah) | 5255 |
| | Mortar (m ³) | 4 |

B. Durasi

Durasi bekisting dihitung dari penjumlahan durasi produktifitas pekerja dalam memasang batako dan produktifitas alat gerobak yang digunakan selama proses bekisting berlangsung. Dimana jam kerja proyek dalam sehari adalah 7 jam. Digunakan perhitungan bekisting *tie beam* tipe TB2-1A as M.4-M.5 zona 1

- Durasi memasang batako
 - Volume batako
 - Dimensi batako = 0.4 x 0.2 x 0.1 m
 - Dimensi *tie beam* = 0.5 x 0.77 m
 - Panjang *tie beam* = 8 m
 - Volume *tie beam*
 - = 8 x (0.5 + 0.5 + 0.77 + 0.77) x 0.1
 - = 2.032 m³ x n
 - = 2.032 m³ x 12
 - = 24.384 m³
 - Produktifitas pekerja dalam memasang batako
 - 1 mandor
 - 1 kepala tukang
 - 10 tukang
 - 20 pembantu tukang

- Produktifitas pekerja = $(1 \times 7) + (1 \times 7) + (10 \times 7) + (20 \times 7) = 224$ jam/hari
- Keperluan pekerja dalam pemasangan batako tiap jam/100 buah adalah $= \frac{2.5+5}{2} = 3.75$ jam
- Jumlah batako yang dapat dipasang
 - Tukang batu = $224 \times 3.75 \times 0.8 = 672$ buah
 - Pembantu tukang = $224 \times 3.75 \times 0.8 = 672$ buah
- Jumlah batako *tie beam* tipe TB2-1A as M.4-M.5 zona 1 adalah 2844 buah
- Durasi pemasangan batako
 - Tukang batu = $\frac{2844}{672} = 4.23$ jam
 - Pembantu tukang = $\frac{2844}{672} = 4.23$ jam
 - Durasi total = $4.23 + 4.23 = 8.46$ jam = 1.2 hari
- Rekapitulasi durasi memasang batako

| Zona | Durasi (hari) |
|--------|---------------|
| Zona 1 | 1.64 |
| Zona 2 | 1.96 |

- Durasi memindahkan batako dan membuat adukan mortar sebagai perekat
 - Jumlah batako *tie beam* tipe TB2-1A as M.4-M.5 zona 1 adalah 2844 buah
 - Jarak lokasi batako = 7 m
 - Dimensi batako = $0.4 \times 0.2 \times 0.1$ m
 - Volume = $0.4 \times 0.2 \times 0.1 = 0.008$ m³
 - Kapasitas gerobak = 0.72 m³
 - Jumlah batako dalam gerobak = $\frac{0.72}{0.008} = 90$ buah
 - Produktifitas gerobak
 - Waktu jalan isi = $\frac{7}{30} = 0.233$ menit

- Waktu jalan kosong = $\frac{7}{40} = 0.175$ menit
- Waktu siklus gerobak = $0.233 + 0.175 + 5 = 5.408$ menit
- Siklus gerobak = $\frac{60}{5.408} \times 0.8 = 8$ kali/jam
- Produktifitas = $\frac{60}{2} \times 0.8 = 24$ kali/jam
- Kebutuhan gerobak = $\frac{24}{8} = 3$ buah
- Produktifitas pekerja = $90 \times 8 \times 3 = 1728$ jam = 12096 hari
- Durasi pemindahan = $\frac{2844}{12096} = 0.24$ hari
- Rekapitulasi durasi memindahkan batako

| Zona | Durasi (hari) |
|--------|---------------|
| Zona 1 | 0.32 |
| Zona 2 | 0.38 |

- Durasi membuat adukan mortar
 - Jumlah batako batako *tie beam* tipe TB2-1A as M.4-M.5 zona 1 adalah 2844 buah
 - Jarak lokasi batako = 7 m
 - 1000 batako memerlukan 0.66 m³ mortar
 - Kebutuhan mortar
 - = $(\frac{2844}{1000} \times 0.66) + 0.05$
 - = 1.93 m³
 - Kapasitas gerobak = 0.576 m³
 - Kapasitas mixer = 0.28 m³
 - Jumlah isi = $\frac{0.28}{0.576} = 1$ kali
 - Siklus mixer = $\frac{60}{3.4} \times 0.83 = 14$ kali/jam
 - Produktifitas gerobak
 - Waktu jalan isi = $\frac{7}{30} = 0.233$ menit

- Waktu jalan kosong = $\frac{7}{40} = 0.175$ menit
- Waktu siklus gerobak = $0.233 + 0.175 + 5 = 5.408$ menit
- Siklus gerobak = $\frac{60}{5.408} \times 0.8 = 8$ kali/jam
- Kebutuhan gerobak = $\frac{8}{14} = 1$ buah
- Produktifitas = $1 \times 8 \times 0.576 = 4.608 \text{ m}^3/\text{jam} = 32.256 \text{ m}^3/\text{hari}$
- Durasi adukan mortar = $\frac{1.93}{32.256} = 0.06$ hari
- Rekapitulasi durasi adukan mortar

| Zona | Durasi (hari) |
|--------|---------------|
| Zona 1 | 0.11 |
| Zona 2 | 0.14 |

- Rekapitulasi durasi bekisting batako

| Zona | Durasi (hari) |
|--------|---------------|
| Zona 1 | 2.08 |
| Zona 2 | 2.48 |

C. Biaya

Perhitungan biaya bekisting dihitung dari total biaya material, biaya sewa alat, dan biaya upah pekerja.

- Biaya material

Harga material bekisting batako = Rp 7,750/buah dan material mortar = Rp 3,510,000/m³. Kebutuhan material bekisting adalah sebagai berikut :

- Perhitungan zona 1

- Material batako = 8800 buah
- Material mortar = 4 m³.

- Biaya = $(8800 \times 7750) + (4 \times 3510000) = \text{Rp } 81,187,000$
- Perhitungan zona 2
 - Material batako = 5255 buah
 - Material mortar = 4 m^3 .
 - Biaya = $(5255 \times 7750) + (4 \times 3510000) = \text{Rp } 56,310,650$
- Biaya sewa alat

Dalam perhitungan biaya pembesian dibutuhkan alat gerobak dengan harga sewa Rp 150,000/bulan.

Dalam pelaksanaannya alat gerobak digunakan selama selesainya pekerjaan pemasangan batako. Setelah dilakukan analisa dengan *Microsoft Project* diketahui durasi untuk penggunaan alat ini adalah 89 hari = 3 bulan, maka perhitungan biayanya adalah :

 - gerobak yang digunakan sejumlah 2 buah dalam dua zona = $150,000 \times 2 \times 3 = \text{Rp } 900,000$
- Biaya Upah pekerja

Biaya upah pekerja yaitu :

| | |
|-----------------|-------------------|
| Mandor | = Rp 120,000/hari |
| Kepala Tukang | = Rp 110,000/hari |
| Tukang | = Rp 105,000/hari |
| Pembantu Tukang | = Rp 99,000/hari |

Kebutuhan jumlah pekerja yaitu :

 - 1 mandor
 - 1 kepala tukang
 - 10 tukang
 - 20 pembantu tukang

Maka perhitungan upah pekerja sebagai berikut :

 - Upah pekerja
 - = $(1 \times 120,000 \times 2.08) + (1 \times 110,000 \times 2.08) + (10 \times 105,000 \times 2.08) + (20 \times 99,000 \times 2.08) + (1 \times 120,000 \times 2.48) + (1 \times 1$

$$10,000 \times 2.48) + (10 \times 105,000 \times 2.48) + (20 \times 99,000 \times 2.48)$$

$$= \text{Rp } 14,865,600$$

3. Pekerjaan Pengecoran

A. Analisa Bahan

Untuk pekerjaan pengecoran *tie beam*, menggunakan beton *ready mix* dengan mutu beton K-300. Volume pengecoran *tie beam* yang digunakan adalah volume bersih beton yang didapatkan dari volume *tie beam* dikurangi volume pembesian yang terpasang. Berikut adalah contoh perhitungan pada *tie beam* tipe TB2-1A as M.4-M.5 zona 1 :

- Dimensi *tie beam* = $0.5 \times 0.77 \times 8 \text{ m}$
 - Jumlah *tie beam* tipe TB2-1A as M.4-M.5 zona 1 = 12
 - Volume = $(0.5 \times 0.77 \times 8 \times 12) = 36.96 \text{ m}^3$

Berdasarkan hasil perhitungan berat tulangan pembesian pada *tie beam* tipe TB2-1A as M.4-M.5 zona 1 adalah :

- D13 = 316.62 kg
- D25 = 275.03 kg

Maka volume bersih beton yang diperlukan adalah :

- Volume bersih

$$= 36.96 \text{ m}^3 - \left(\frac{316.62 + 275.03}{7850} \times n \right)$$

$$= 36.96 \text{ m}^3 - \left(\frac{316.62 + 275.03}{7850} \times 12 \right)$$

$$= 36.06 \text{ m}^3$$

- Rekapitulasi volume bersih *tie beam*

| Zona | Volume Bersih (m ³) |
|--------|---------------------------------|
| Zona 1 | 102 |
| Zona 2 | 62 |

B. Durasi

Dalam perhitungan durasi pekerjaan pengecoran *tie beam* ini, dihitung berdasarkan produktifitas alat *concrete pump*. Berikut adalah produktifitas *concrete pump* :

- Spesifikasi alat
 - Output piston* = 80 m³/jam
 - Kondisi operasi alat = 0,75 (baik)
 - Faktor cuaca = 1 (cerah)
 - Faktor keterampilan = 0,75 (cerah)
- Produktifitas *concrete pump*
 - = 80 x 0.75 x 1 x 0.75 = 45 m³/jam

Total volume bersih didapatkan dari penjumlahan volume *tie beam*, pelat, dan tangga dalam rekapitulasi zona 1 adalah 478 m³
- Waktu operasional alat
 - = $\frac{478}{45} = 10.62 \text{ jam} = 637.43 \text{ menit}$
- Waktu persiapan alat
 - Pengaturan posisi = 10 menit
 - Pemasangan pompa = 30 menit
 - Waktu tunggu = 10 menit
 - Pemanasan mesin = 60 menit
 - Waktu menuangkan = 10 menit
- Waktu tambah
 - Pergantian truk = $\frac{478}{6} \times 5 = 400 \text{ menit}$
 - Uji slump = 400 menit
- Waktu pasca pelaksanaan
 - Pembersihan pompa = 10 menit
 - Pembongkaran pompa = 30 menit
 - Persiapan kembali = 50 menit
- Durasi pengecoran *tie beam*
 - = 637.43 + 10 + 30 + 10 + 10 + 60 + 10 + 400 + 400 + 10 + 30 + 50

- = 1597.43 menit
- = 3.803 hari : jumlah item pekerjaan
- = 3.803 hari : 3
- = 1.268 hari

- Rekapitulasi durasi

| Zona | Durasi (hari) |
|--------|---------------|
| Zona 1 | 1.268 |
| Zona 2 | 0.826 |

C. Biaya

Perhitungan biaya pengecoran dihitung dari total biaya material, biaya sewa alat, dan biaya upah pekerja.

- Biaya material

Material yang digunakan adalah beton *ready mix* dengan mutu K-300 dengan harga Rp 855,000/m³. Berdasarkan perhitungan volume, didapatkan volume bersih beton zona 1 yaitu :

- Volume bersih = 102 m³
- Biaya = 102 x 855,000 = Rp 87,021,218
- Rekapitulasi biaya material

| Zona | Harga Total |
|--------|---------------|
| Zona 1 | Rp 87,021,218 |
| Zona 2 | Rp 53,031,521 |

- Biaya sewa alat

Dalam perhitungan biaya pengecoran *tie beam* dibutuhkan alat *concrete pump* dengan harga sewa Rp 125,000,000/bulan dan *concrete vibrator* dengan harga sewa Rp 3,600,000/bulan.

Dalam pelaksanaannya alat *concrete pump* dan *concrete vibrator* digunakan selama selesainya

pekerjaan pengecoran. Setelah dilakukan analisa dengan *Microsoft Project* diketahui durasi untuk penggunaan alat ini adalah 330 hari = 11 bulan, maka perhitungan biayanya adalah :

- *concrete pump* yang digunakan sejumlah 2 buah dalam dua zona = $125,000,000 \times 2 \times 11 = \text{Rp } 2,750,000,000$

▪ perhitungan tiap pekerjaan = $\frac{2,750,000,000}{10} = \text{Rp } 275,000,000$

▪ perhitungan tiap lantai = $\frac{275,000,000}{1} = \text{Rp } 275,000,000$

- *concrete vibrator* yang digunakan sejumlah 4 buah dalam dua zona = $3,600,000 \times 4 \times 11 = \text{Rp } 158,400,000$

▪ perhitungan tiap pekerjaan = $\frac{158,400,000}{8} = \text{Rp } 19,800,000$

▪ perhitungan tiap lantai = $\frac{19,800,000}{1} = \text{Rp } 19,800,000$

- Rekapitulasi biaya sewa alat

| Zona | Harga Total |
|--------|----------------|
| Zona 1 | Rp 294,800,000 |
| Zona 2 | Rp 294,800,000 |

• Biaya Upah pekerja

Biaya upah pekerja yaitu :

Mandor = Rp 120,000/hari

Kepala Tukang = Rp 110,000/hari

Tukang = Rp 105,000/hari

Pembantu Tukang = Rp 99,000/hari

Kebutuhan jumlah pekerja yaitu :

1 mandor

2 kepala tukang

18 tukang

18 pembantu tukang

Maka perhitungan upah pekerja sebagai berikut :

- Upah pekerja

$$\begin{aligned}
 &= (1 \times 120,000 \times 1.267) + (2 \times 110,000 \times 1.267) + (18 \times 105,000 \times 1.267) + (18 \times 99,000 \times 1.267) + (1 \times 120,000 \times 0.826) \\
 &\quad + (2 \times 110,000 \times 0.826) + (18 \times 105,000 \times 0.826) + (18 \times 99,000 \times 0.826) \\
 &= \text{Rp } 8,397,116
 \end{aligned}$$

4. Rekapitulasi Durasi dan Biaya

Dalam hal ini rekapitulasi perhitungan durasi didapatkan dari penjumlahan durasi seluruh pekerjaan yang diambil dari durasi 2 zona. Sedangkan untuk rekapitulasi perhitungan biaya didapatkan dari penjumlahan biaya material, biaya sewa alat, dan biaya upah pekerja.

A. Durasi

| Lantai | Durasi |
|------------|---------|
| Basement 3 | 15 hari |

B. Biaya

| Lantai | Biaya |
|------------|------------------|
| Basement 3 | Rp 2,816,863,837 |

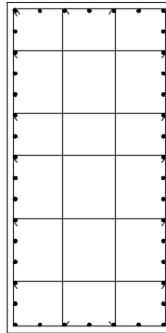
6.8 Pekerjaan Kolom

Pada pekerjaan kolom ini, perhitungan dibagi menjadi beberapa pekerjaan yaitu pembesian, bekisting, dan pengecoran.

1. Pekerjaan Pembesian

A. Analisa Bahan

Dalam perhitungan analisa bahan pada pekerjaan kolom ini digunakan contoh pada kolom tipe K1 lantai *basement 3* zona 1.

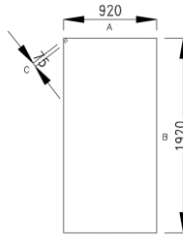


Gambar 6.41 Detail Tulangan Kolom K1

sumber: PT.PP (Persero), Tbk

- Data detail kolom tipe K1 lantai *basement 3* zona 1
 - Dimensi = 1 x 2 (m) dengan tinggi 3 m
 - Tulangan = 42 D25 (tul. utama)
D10-100 +7 kait (tul. sengkang)
 - Decking = 0.04 m
- Perhitungan tulangan utama
 - Panjang total tulangan = $42 \times (3+1.17) = 175.14$ m
 - 1 lonjor tulangan = 12 m
 - Kebutuhan tulangan D25 = $\frac{175.14}{12} = 15$ lonjor
 - Berat tulangan dihitung dengan koefisien berat tulangan dan didapatkan untuk tulangan D25 memiliki berat 3.85 kg/m, maka perhitungannya yaitu
= $175.14 \times 3.85 = 674.289$ kg

- Perhitungan tulangan sengkang
 - Panjang tulangan sengkang
 - Sengkang model 1



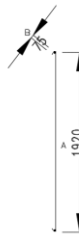
Gambar 6.42 Detail tulangan sengkang model 1
sumber: PT.PP (Persero), Tbk

$$\text{Jumlah sengkang} = \frac{\text{tinggi kolom}}{\text{jarak sengkang}} = \frac{3}{0.1} = 30 \text{ buah}$$

Panjang tulangan

$$\begin{aligned} &= (((920 \times 2) + (1920 \times 2) + (75 \times 2)) \times n) : 1000 \\ &= (((920 \times 2) + (1920 \times 2) + (75 \times 2)) \times 30) : 1000 \\ &= 174.9 \text{ m} \end{aligned}$$

- Sengkang model 2



Gambar 6.43 Detail tulangan sengkang model 2
sumber: PT.PP (Persero), Tbk

$$\text{Jumlah sengkang} = \frac{\text{tinggi kolom}}{\text{jarak sengkang}} = \frac{3}{0.1} \times 2 = 60 \text{ buah}$$

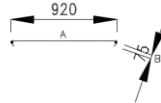
Panjang tulangan

$$= ((1920 \times 1) + (75 \times 2)) \times n : 1000$$

$$= ((1920 \times 1) + (75 \times 2)) \times 60 : 1000$$

$$= 124.2 \text{ m}$$

- Senggang model 3



Gambar 6.44 Detail tulangan sengkang model 3

sumber: PT.PP (Persero), Tbk

$$\text{Jumlah sengkang} = \frac{\text{tinggi kolom}}{\text{jarak sengkang}} = \frac{3}{0.1} \times 5 = 150 \text{ buah}$$

Panjang tulangan

$$= ((920 \times 1) + (75 \times 2)) \times n : 1000$$

$$= ((920 \times 1) + (75 \times 2)) \times 150 : 1000$$

$$= 160.5 \text{ m}$$

- Panjang total tulangan sengkang
 - = 174.9 + 124.2 + 160.5
 - = 459.6 m

- 1 lonjor tulangan = 12 m

- Kebutuhan tulangan D10 = $\frac{459.6}{12} = 39$ lonjor

- Berat tulangan dihitung dengan koefisien berat tulangan dan didapatkan untuk tulangan D10 memiliki berat 0.617 kg/m, maka perhitungannya yaitu = $459.6 \times 0.617 = 283.57$ kg

- Perhitungan kebutuhan tulangan kolom tipe K1 lantai *basement* 3 zona 1

$$= (\text{berat tul. utama} + \text{berat tul. sengkang}) \times n \text{ kolom}$$

$$= (674.289 \text{ kg} + 283.57 \text{ kg}) \times n \text{ kolom}$$

$$= 957.859 \text{ kg} \times 6$$

$$= 5747.173 \text{ kg}$$

- Rekapitulasi kebutuhan tulangan

| Lantai | Zona | Diameter Tulangan | Berat (Kg) |
|--------|--------|-------------------|------------|
| B3 | Zona 1 | 10 | 5331.867 |
| | | 13 | 72.384 |
| | | 25 | 16953.552 |
| | Zona 2 | 10 | 5093.644 |
| | | 13 | 231.629 |
| | | 25 | 15476.538 |
| B2 | Zona 1 | 10 | 5331.867 |
| | | 13 | 72.384 |
| | | 25 | 16953.552 |
| | Zona 2 | 10 | 5093.644 |
| | | 13 | 231.629 |
| | | 25 | 15476.538 |
| B1 | Zona 1 | 10 | 5331.867 |
| | | 13 | 72.384 |
| | | 25 | 16953.552 |
| | Zona 2 | 10 | 5093.644 |
| | | 13 | 231.629 |
| | | 25 | 15476.538 |
| LG | Zona 1 | 10 | 9064.174 |
| | | 13 | 116.064 |
| | | 25 | 25491.312 |
| | Zona 2 | 10 | 8659.194 |
| | | 13 | 371.405 |
| | | 25 | 23270.478 |

| Lantai | Zona | Diameter Tulangan | Berat (Kg) |
|--------|--------|-------------------|------------|
| G | Zona 1 | 10 | 8886.445 |
| | | 13 | 113.984 |
| | | 25 | 25084.752 |
| | Zona 2 | 10 | 8489.406 |
| | | 13 | 364.749 |
| | | 25 | 22899.338 |
| LT.2 | Zona 1 | 10 | 4851.265 |
| | | 13 | 113.984 |
| | | 25 | 11212.124 |
| | Zona 2 | 10 | 5298.282 |
| | | 13 | 364.749 |
| | | 25 | 11972.268 |
| LT.3 | Zona 1 | 10 | 4851.265 |
| | | 13 | 113.984 |
| | | 25 | 11212.124 |
| | Zona 2 | 10 | 5298.282 |
| | | 13 | 364.749 |
| | | 25 | 11972.268 |
| LT.4 | Zona 1 | 10 | 5821.518 |
| | | 13 | 134.784 |
| | | 25 | 13029.324 |
| | Zona 2 | 10 | 6357.938 |
| | | 13 | 431.309 |
| | | 25 | 13912.668 |
| LT.5 | Zona 1 | 10 | 4463.164 |
| | | 13 | 105.664 |
| | | 25 | 10485.244 |

| Lantai | Zona | Diameter Tulangan | Berat (Kg) |
|--------|--------|-------------------|------------|
| | Zona 2 | 10 | 4874.419 |
| | | 13 | 338.125 |
| | | 25 | 11196.108 |
| LT.6 | Zona 1 | 10 | 2788.675 |
| | | 13 | 80.704 |
| | | 25 | 7741.58 |
| | Zona 2 | 10 | 2880.559 |
| | | 13 | 258.253 |
| | | 25 | 7741.58 |
| LT.7 | Zona 1 | 10 | 2788.675 |
| | | 13 | 80.704 |
| | | 25 | 7741.58 |
| | Zona 2 | 10 | 2880.559 |
| | | 13 | 258.253 |
| | | 25 | 7741.58 |

B. Durasi

Durasi pembesian dihitung dari total durasi pemotongan, pembengkokan, kaitan, dan pemasangan tulangan.

- Pemotongan tulangan

Durasi pemotongan tulangan menggunakan *bar cutter* tiap 100 buah tulangan adalah 2 jam yang dikerjakan satu orang pekerja dengan durasi normal. Durasi pekerja proyek ini adalah 7 jam kerja dalam satu hari.

Untuk pekerjaan kolom ini didapatkan jumlah potongan kolom lantai *basement* 3 sebagai berikut :

- Zona 1

D10 = 5560 buah potongan

D13 = 20 buah potongan

D25 = 1056 buah potongan

- Zona 2

D10 = 5150 buah potongan

D13 = 64 buah potongan

D25 = 964 buah potongan

Sehingga setelah diketahui jumlah potongan, maka dapat dihitung durasi pemotongan tulangan yaitu :

- Kebutuhan tenaga kerja yaitu :

1 mandor

2 kepala tukang

18 tukang

18 pembantu tukang

- Produktifitas pekerja = $(1 \times 7) + (2 \times 7) + (18 \times 7) + (18 \times 7) = 264.25$ jam/hari

- Produktifitas alat *bar cutter* = 100 buah dalam 2 jam

- Produktifitas grup = $\frac{264.25}{2} \times 100 \times 0.8 = 10570$ buah potongan/hari

- Durasi grup untuk D10 zona 1 yang sejumlah 5560 buah potongan adalah = $\frac{5560}{10570} = 0.53$ hari

- Rekapitulasi durasi grup

| Lantai | Zona | Diameter (mm) | Jumlah (batang) | Durasi Grup (hari) |
|--------|--------|---------------|-----------------|--------------------|
| B3 | Zona 1 | 10 | 5560 | 0.53 |
| | | 13 | 20 | 0.00 |
| | | 25 | 1056 | 0.10 |
| | Total | | | 0.63 |
| | Zona 2 | 10 | 5150 | 0.49 |
| | | 13 | 64 | 0.01 |

| Lantai | Zona | Diameter (mm) | Jumlah (batang) | Durasi Grup (hari) |
|--------|--------|---------------|-----------------|--------------------|
| | | 25 | 964 | 0.09 |
| Total | | | 0.58 | |
| B2 | Zona 1 | 10 | 5560 | 0.53 |
| | | 13 | 20 | 0.00 |
| | | 25 | 1056 | 0.10 |
| | Total | | | 0.63 |
| | Zona 2 | 10 | 5150 | 0.49 |
| | | 13 | 64 | 0.01 |
| | | 25 | 964 | 0.09 |
| Total | | | 0.58 | |
| B1 | Zona 1 | 10 | 5560 | 0.53 |
| | | 13 | 20 | 0.00 |
| | | 25 | 1056 | 0.10 |
| | Total | | | 0.63 |
| | Zona 2 | 10 | 5150 | 0.49 |
| | | 13 | 64 | 0.01 |
| | | 25 | 964 | 0.09 |
| Total | | | 0.58 | |
| LG | Zona 1 | 10 | 9452 | 0.89 |
| | | 13 | 20 | 0.00 |
| | | 25 | 1056 | 0.10 |
| | Total | | | 1.00 |
| | Zona 2 | 10 | 8755 | 0.83 |
| | | 13 | 64 | 0.01 |
| | | 25 | 964 | 0.09 |
| Total | | | 0.93 | |

| Lantai | Zona | Diameter (mm) | Jumlah (batang) | Durasi Grup (hari) | |
|--------|--------|---------------|-----------------|--------------------|------|
| G | Zona 1 | 10 | 9267 | 0.88 | |
| | | 13 | 20 | 0.00 | |
| | | 25 | 1056 | 0.10 | |
| | Total | | | | 0.98 |
| | Zona 2 | 10 | 8584 | 0.81 | |
| | | 13 | 64 | 0.01 | |
| | | 25 | 964 | 0.09 | |
| | Total | | | | 0.91 |
| LT.2 | Zona 1 | 10 | 4467 | 0.42 | |
| | | 13 | 20 | 0.00 | |
| | | 25 | 472 | 0.04 | |
| | Total | | | | 0.47 |
| | Zona 2 | 10 | 4784 | 0.45 | |
| | | 13 | 64 | 0.01 | |
| | | 25 | 504 | 0.05 | |
| | Total | | | | 0.51 |
| LT.3 | Zona 1 | 10 | 4467 | 0.42 | |
| | | 13 | 20 | 0.00 | |
| | | 25 | 472 | 0.04 | |
| | Total | | | | 0.47 |
| | Zona 2 | 10 | 4784 | 0.45 | |
| | | 13 | 64 | 0.01 | |
| | | 25 | 504 | 0.05 | |
| | Total | | | | 0.51 |
| LT.4 | Zona 1 | 10 | 5360 | 0.51 | |
| | | 13 | 20 | 0.00 | |

| Lantai | Zona | Diameter (mm) | Jumlah (batang) | Durasi Grup (hari) |
|--------|--------|---------------|-----------------|--------------------|
| | | 25 | 472 | 0.04 |
| LT.4 | Total | | | 0.55 |
| | Zona 2 | 10 | 5740 | 0.54 |
| | | 13 | 64 | 0.01 |
| | | 25 | 504 | 0.05 |
| | Total | | | 0.60 |
| LT.5 | Zona 1 | 10 | 4110 | 0.39 |
| | | 13 | 20 | 0.00 |
| | | 25 | 472 | 0.04 |
| | Total | | | 0.44 |
| | Zona 2 | 10 | 4401 | 0.42 |
| | | 13 | 64 | 0.01 |
| | | 25 | 504 | 0.05 |
| Total | | | 0.47 | |
| LT.6 | Zona 1 | 10 | 2834 | 0.27 |
| | | 13 | 20 | 0.00 |
| | | 25 | 440 | 0.04 |
| | Total | | | 0.31 |
| | Zona 2 | 10 | 2879 | 0.27 |
| | | 13 | 64 | 0.01 |
| | | 25 | 440 | 0.04 |
| Total | | | 0.32 | |
| LT.7 | Zona 1 | 10 | 2834 | 0.27 |
| | | 13 | 20 | 0.00 |
| | | 25 | 440 | 0.04 |
| | Total | | | 0.31 |

| Lantai | Zona | Diameter | Jumlah (batang) | Durasi Grup (hari) |
|--------|--------|----------|-----------------|--------------------|
| LT.7 | Zona 2 | | | 0.27 |
| | | 13 | 64 | 0.01 |
| | | 25 | 440 | 0.04 |
| | Total | | | 0.32 |

- Pembengkokan tulangan

Durasi untuk perhitungan pembengkokan menggunakan *bar bender* oleh satu orang pekerja adalah 100 buah bengkokan dalam durasi normal. Durasi pekerja proyek ini adalah 7 jam kerja dalam satu hari.

Untuk pekerjaan kolom ini didapatkan jumlah bengkokan kolom lantai *basement* 3 sebagai berikut :

- Zona 1

D10 = 3720 buah bengkokan

D13 = 0 buah bengkokan

D25 = 0 buah bengkokan

- Zona 2

D10 = 3630 buah bengkokan

D13 = 0 buah bengkokan

D25 = 0 buah bengkokan

Sehingga setelah diketahui jumlah bengkokan, maka dapat dihitung durasi pembengkokan tulangan yaitu :

- Kebutuhan tenaga kerja yaitu :

1 mandor

2 kepala tukang

18 tukang

18 pembantu tukang

- Produktifitas pekerja = $(1 \times 7) + (2 \times 7) + (18 \times 7) + (18 \times 7) = 264.25$ jam/hari
- Produktifitas alat *bar bender* = 100 buah dalam 1.15 jam (untuk D10)
- Produktifitas grup = $\frac{264.25}{1.15} \times 100 \times 0.8 = 18383$ buah bengkokan/hari
- Durasi grup untuk D10 zona 1 yang sejumlah 3720 buah bengkokan adalah = $\frac{3720}{18383} = 0.20$ hari
- Rekapitulasi durasi grup

| Lantai | Zona | Diameter (mm) | Jumlah (batang) | Durasi Grup (hari) | |
|--------|--------|---------------|-----------------|--------------------|------|
| B3 | Zona 1 | 10 | 3720 | 0.20 | |
| | | 13 | 0 | 0.00 | |
| | | 25 | 0 | 0.00 | |
| | Total | | | | 0.20 |
| | Zona 2 | 10 | 3630 | 0.20 | |
| | | 13 | 0 | 0.00 | |
| | | 25 | 0 | 0.00 | |
| | Total | | | | 0.20 |
| | B2 | Zona 1 | 10 | 3720 | 0.20 |
| | | | 13 | 0 | 0.00 |
| 25 | | | 0 | 0.00 | |
| Total | | | | 0.20 | |
| Zona 2 | | 10 | 3630 | 0.20 | |
| | | 13 | 0 | 0.00 | |
| | | 25 | 0 | 0.00 | |
| Total | | | | 0.20 | |

| Lantai | Zona | Diameter (mm) | Jumlah (batang) | Durasi Grup (hari) | |
|--------|--------|---------------|-----------------|--------------------|------|
| B1 | Zona 1 | 10 | 3720 | 0.20 | |
| | | 13 | 0 | 0.00 | |
| | | 25 | 0 | 0.00 | |
| | Total | | | | 0.20 |
| | Zona 2 | 10 | 3630 | 0.20 | |
| | | 13 | 0 | 0.00 | |
| | | 25 | 0 | 0.00 | |
| | Total | | | | 0.20 |
| | LG | Zona 1 | 10 | 6324 | 0.34 |
| | | | 13 | 0 | 0.00 |
| 25 | | | 0 | 0.00 | |
| Total | | | | 0.34 | |
| Zona 2 | | 10 | 6171 | 0.34 | |
| | | 13 | 0 | 0.00 | |
| | | 25 | 0 | 0.00 | |
| Total | | | | 0.34 | |
| G | | Zona 1 | 10 | 6200 | 0.34 |
| | | | 13 | 0 | 0.00 |
| | 25 | | 0 | 0.00 | |
| | Total | | | | 0.34 |
| | Zona 2 | 10 | 6050 | 0.33 | |
| | | 13 | 0 | 0.00 | |
| | | 25 | 0 | 0.00 | |
| | Total | | | | 0.33 |
| | LT.2 | Zona 1 | 10 | 2000 | 0.11 |
| | | | 13 | 0 | 0.00 |

| Lantai | Zona | Diameter (mm) | Jumlah (batang) | Durasi Grup (hari) |
|--------|--------|------------------|--------------------|--------------------------|
| | | 25 | 0 | 0.00 |
| LT.2 | Total | | | 0.11 |
| | Zona 2 | 10 | 2750 | 0.15 |
| | | 13 | 0 | 0.00 |
| | | 25 | 0 | 0.00 |
| | Total | | | 0.15 |
| LT.3 | Zona 1 | 10 | 2000 | 0.11 |
| | | 13 | 0 | 0.00 |
| | | 25 | 0 | 0.00 |
| | Total | | | 0.11 |
| | Zona 2 | 10 | 2750 | 0.15 |
| | | 13 | 0 | 0.00 |
| | | 25 | 0 | 0.00 |
| | Total | | | 0.15 |
| LT.4 | Zona 1 | 10 | 2400 | 0.13 |
| | | 13 | 0 | 0.00 |
| | | 25 | 0 | 0.00 |
| | Total | | | 0.13 |
| | Zona 2 | 10 | 3300 | 0.18 |
| | | 13 | 0 | 0.00 |
| | | 25 | 0 | 0.00 |
| Total | | | 0.18 | |
| LT.5 | Zona 1 | 10 | 1840 | 0.10 |
| | | 13 | 0 | 0.00 |
| | | 25 | 0 | 0.00 |
| | Total | | | 0.10 |

| Lantai | Zona | Diameter | Jumlah (batang) | Durasi Grup (hari) |
|--------|--------|----------|-----------------|--------------------|
| LT.5 | Zona 2 | 10 | 2350 | 0.13 |
| | | 13 | 0 | 0.00 |
| | | 25 | 0 | 0.00 |
| | Total | | | 0.13 |
| LT.6 | Zona 1 | 10 | 1360 | 0.07 |
| | | 13 | 0 | 0.00 |
| | | 25 | 0 | 0.00 |
| | Total | | | 0.07 |
| | Zona 2 | 10 | 1768 | 0.10 |
| | | 13 | 0 | 0.00 |
| | | 25 | 0 | 0.00 |
| Total | | | 0.10 | |
| LT.7 | Zona 1 | 10 | 1360 | 0.07 |
| | | 13 | 0 | 0.00 |
| | | 25 | 0 | 0.00 |
| | Total | | | 0.07 |
| | Zona 2 | 10 | 1768 | 0.10 |
| | | 13 | 0 | 0.00 |
| | | 25 | 0 | 0.00 |
| Total | | | 0.10 | |

- Kaitan tulangan

Durasi untuk perhitungan kaitan menggunakan *bar bender* oleh satu orang pekerja adalah 100 buah kaitan dalam durasi normal. Durasi pekerja proyek ini adalah 7 jam kerja dalam satu hari.

Untuk pekerjaan kolom ini didapatkan jumlah kaitan kolom lantai *basement* 3 sebagai berikut :

- Zona 1

D10 = 11120 buah kaitan

D13 = 0 buah kaitan

D25 = 0 buah kaitan

- Zona 2

D10 = 10460 buah kaitan

D13 = 0 buah kaitan

D25 = 0 buah kaitan

Sehingga setelah diketahui jumlah kaitan, maka dapat dihitung durasi kaitan tulangan yaitu :

- Kebutuhan tenaga kerja yaitu :

1 mandor

2 kepala tukang

18 tukang

18 pembantu tukang

- Produktifitas pekerja = $(1 \times 7) + (2 \times 7) + (18 \times 7) + (18 \times 7) = 264.25$ jam/hari

- Produktifitas alat *bar bender* = 100 buah dalam 1.85 jam (untuk D10)

- Produktifitas grup = $\frac{264.25}{1.85} \times 100 \times 0.8 = 11427$ buah kaitan/hari

- Durasi grup untuk D10 zona 1 yang sejumlah 11120 buah kaitan adalah = $\frac{11120}{11427} = 0.97$ hari

- Rekapitulasi durasi grup

| Lantai | Zona | Diameter (mm) | Jumlah (batang) | Durasi Grup (hari) |
|--------|--------|---------------|-----------------|--------------------|
| B3 | Zona 1 | 10 | 11120 | 0.97 |
| | | 13 | 0 | 0.00 |

| Lantai | Zona | Diameter (mm) | Jumlah (batang) | Durasi Grup (hari) |
|--------|--------|------------------|--------------------|--------------------------|
| | | | 25 | 0 |
| B3 | Total | | | 0.97 |
| | Zona 2 | 10 | 10460 | 0.92 |
| | | 13 | 0 | 0.00 |
| | | 25 | 0 | 0.00 |
| | Total | | | 0.92 |
| B2 | Zona 1 | 10 | 11120 | 0.97 |
| | | 13 | 0 | 0.00 |
| | | 25 | 0 | 0.00 |
| | Total | | | 0.97 |
| | Zona 2 | 10 | 10460 | 0.92 |
| | | 13 | 0 | 0.00 |
| | | 25 | 0 | 0.00 |
| | Total | | | 0.92 |
| B1 | Zona 1 | 10 | 11120 | 0.97 |
| | | 13 | 0 | 0.00 |
| | | 25 | 0 | 0.00 |
| | Total | | | 0.97 |
| | Zona 2 | 10 | 10460 | 0.92 |
| | | 13 | 0 | 0.00 |
| | | 25 | 0 | 0.00 |
| | Total | | | 0.92 |
| LG | Zona 1 | 10 | 18904 | 1.65 |
| | | 13 | 0 | 0.00 |
| | | 25 | 0 | 0.00 |
| | Total | | | 1.65 |

| Lantai | Zona | Diameter | Jumlah (batang) | Durasi Grup (hari) |
|--------|--------|----------|-----------------|--------------------|
| LG | Zona 2 | 10 | 17782 | 1.56 |
| | | 13 | 0 | 0.00 |
| | | 25 | 0 | 0.00 |
| | Total | | | 1.56 |
| G | Zona 1 | 10 | 18533 | 1.62 |
| | | 13 | 0 | 0.00 |
| | | 25 | 0 | 0.00 |
| | Total | | | 1.62 |
| | Zona 2 | 10 | 17433 | 1.53 |
| | | 13 | 0 | 0.00 |
| | | 25 | 0 | 0.00 |
| Total | | | 1.53 | |
| LT.2 | Zona 1 | 10 | 8934 | 0.78 |
| | | 13 | 0 | 0.00 |
| | | 25 | 0 | 0.00 |
| | Total | | | 0.78 |
| | Zona 2 | 10 | 9834 | 0.86 |
| | | 13 | 0 | 0.00 |
| | | 25 | 0 | 0.00 |
| Total | | | 0.86 | |
| LT.3 | Zona 1 | 10 | 8934 | 0.78 |
| | | 13 | 0 | 0.00 |
| | | 25 | 0 | 0.00 |
| | Total | | | 0.78 |
| | Zona 2 | 10 | 9834 | 0.86 |
| 13 | | 0 | 0.00 | |

| Lantai | Zona | Diameter (mm) | Jumlah (batang) | Durasi Grup (hari) |
|--------|--------|---------------|-----------------|--------------------|
| LT.3 | | 25 | 0 | 0.00 |
| | Total | | | 0.86 |
| LT.4 | Zona 1 | 10 | 10720 | 0.94 |
| | | 13 | 0 | 0.00 |
| | | 25 | 0 | 0.00 |
| | Total | | | 0.94 |
| | Zona 2 | 10 | 11800 | 1.03 |
| | | 13 | 0 | 0.00 |
| | | 25 | 0 | 0.00 |
| Total | | | 1.03 | |
| LT.5 | Zona 1 | 10 | 8219 | 0.72 |
| | | 13 | 0 | 0.00 |
| | | 25 | 0 | 0.00 |
| | Total | | | 0.72 |
| | Zona 2 | 10 | 9047 | 0.79 |
| | | 13 | 0 | 0.00 |
| | | 25 | 0 | 0.00 |
| Total | | | 0.79 | |
| LT.6 | Zona 1 | 10 | 5667 | 0.50 |
| | | 13 | 0 | 0.00 |
| | | 25 | 0 | 0.00 |
| | Total | | | 0.50 |
| | Zona 2 | 10 | 5939 | 0.52 |
| | | 13 | 0 | 0.00 |
| | | 25 | 0 | 0.00 |
| Total | | | 0.52 | |

| Lantai | Zona | Diameter (mm) | Jumlah (batang) | Durasi Grup (hari) | |
|--------|--------|---------------|-----------------|--------------------|------|
| LT.7 | Zona 1 | 10 | 5667 | 0.50 | |
| | | 13 | 0 | 0.00 | |
| | | 25 | 0 | 0.00 | |
| | Total | | | | 0.50 |
| | Zona 2 | 10 | 5939 | 0.52 | |
| | | 13 | 0 | 0.00 | |
| | | 25 | 0 | 0.00 | |
| | Total | | | | 0.52 |

- Pemasangan tulangan

Durasi untuk perhitungan pemasangan tulangan oleh satu orang pekerja adalah 100 buah pasang tulangan dalam durasi normal. Durasi pekerja proyek ini adalah 7 jam kerja dalam satu hari.

Untuk pekerjaan kolom ini didapatkan jumlah memasang tulangan kolom lantai *basement* 3 sebagai berikut :

- Zona 1

Panjang tulangan 3m :

D10 = 5020 buah

D13 = 20 buah

D25 = 1056 buah

Panjang tulangan 3-6 m :

D10 = 480 buah

D13 = 0 buah

D25 = 0 buah

Panjang tulangan 6-9 m :

D10 = 60 buah

D13 = 0 buah

D25 = 0 buah

- Zona 2

Panjang tulangan 3m :

D10 = 4610 buah

D13 = 64 buah

D25 = 964 buah

Panjang tulangan 3-6 m :

D10 = 480 buah

D13 = 0 buah

D25 = 0 buah

Panjang tulangan 6-9 m :

D10 = 60 buah

D13 = 0 buah

D25 = 0 buah

Sehingga setelah diketahui jumlah pasang tulangan, maka dapat dihitung durasi pasang tulangan yaitu :

- Kebutuhan tenaga kerja yaitu :

1 mandor

2 kepala tukang

18 tukang

18 pembantu tukang

- Produktifitas pekerja = $(1 \times 7) + (2 \times 7) + (18 \times 7) + (18 \times 7) = 264.25$ jam/hari

- Produktifitas pasang = 100 buah dalam 4.75 jam (untuk D10) dengan panjang 3 m

- Produktifitas grup = $\frac{264.25}{4.75} \times 100 \times 0.8 = 4451$ buah pasang/hari

- Durasi grup untuk D10 zona 1 panjang 3 m yang sejumlah 5020 buah pasang adalah = $\frac{5020}{4451} = 1.13$ hari

- Rekapitulasi durasi grup

| Lantai | Zona | Diameter (mm) | Panjang 3 m | | |
|--------|--------|------------------|-------------|----------------|------|
| | | | n | Durasi Grup | |
| B3 | Zona 1 | 10 | 5020 | 1.13 | |
| | | 13 | 20 | 0.00 | |
| | | 25 | 1056 | 0.34 | |
| | Total | | | | 1.47 |
| | Zona 2 | 10 | 4610 | 1.04 | |
| | | 13 | 64 | 0.01 | |
| | | 25 | 964 | 0.31 | |
| | Total | | | | 1.36 |
| | B2 | Zona 1 | 10 | 5020 | 1.13 |
| | | | 13 | 20 | 0.00 |
| 25 | | | 1056 | 0.34 | |
| Total | | | | 1.47 | |
| Zona 2 | | 10 | 4610 | 1.04 | |
| | | 13 | 64 | 0.01 | |
| | | 25 | 964 | 0.31 | |
| Total | | | | 1.36 | |
| B1 | | Zona 1 | 10 | 5020 | 1.13 |
| | | | 13 | 20 | 0.00 |
| | 25 | | 1056 | 0.34 | |
| | Total | | | | 1.47 |
| | Zona 2 | 10 | 4610 | 1.04 | |
| | | 13 | 64 | 0.01 | |
| | | 25 | 964 | 0.31 | |
| | Total | | | | 1.36 |

| Lantai | Zona | Diameter (mm) | Panjang 3 m | | |
|--------|--------|------------------|-------------|----------------|------|
| | | | n | Durasi Grup | |
| LG | Zona 1 | 10 | 8534 | 1.92 | |
| | | 13 | 0 | 0.00 | |
| | | 25 | 0 | 0.00 | |
| | Total | | | | 1.92 |
| | Zona 2 | 10 | 7837 | 1.76 | |
| | | 13 | 0 | 0.00 | |
| | | 25 | 0 | 0.00 | |
| | Total | | | | 1.76 |
| | G | Zona 1 | 10 | 8367 | 1.88 |
| | | | 13 | 0 | 0.00 |
| 25 | | | 0 | 0.00 | |
| Total | | | | 1.88 | |
| Zona 2 | | 10 | 7684 | 1.73 | |
| | | 13 | 0 | 0.00 | |
| | | 25 | 0 | 0.00 | |
| Total | | | | 1.73 | |
| LT.2 | | Zona 1 | 10 | 3867 | 0.87 |
| | | | 13 | 0 | 0.00 |
| | 25 | | 0 | 0.00 | |
| | Total | | | | 0.87 |
| | Zona 2 | 10 | 4134 | 0.93 | |
| | | 13 | 0 | 0.00 | |
| | | 25 | 0 | 0.00 | |
| | Total | | | | 0.93 |
| LT.3 | Zona 1 | 10 | 3867 | 0.87 | |
| | | 13 | 0 | 0.00 | |

| Lantai | Zona | Diameter (mm) | Panjang 3 m | |
|--------|--------|------------------|-------------|----------------|
| | | | n | Durasi Grup |
| | | | | 25 |
| LT.3 | Total | | | 0.87 |
| | Zona 2 | 10 | 4134 | 0.93 |
| | | 13 | 0 | 0.00 |
| | | 25 | 0 | 0.00 |
| | Total | | | 0.93 |
| LT.4 | Zona 1 | 10 | 4640 | 1.04 |
| | | 13 | 0 | 0.00 |
| | | 25 | 0 | 0.00 |
| | Total | | | 1.04 |
| | Zona 2 | 10 | 4960 | 1.11 |
| | | 13 | 0 | 0.00 |
| | | 25 | 0 | 0.00 |
| | Total | | | 1.11 |
| LT.5 | Zona 1 | 10 | 3558 | 0.80 |
| | | 13 | 0 | 0.00 |
| | | 25 | 0 | 0.00 |
| | Total | | | 0.80 |
| | Zona 2 | 10 | 3803 | 0.85 |
| | | 13 | 0 | 0.00 |
| | | 25 | 0 | 0.00 |
| | Total | | | 0.85 |
| LT.6 | Zona 1 | 10 | 2426 | 0.55 |
| | | 13 | 0 | 0.00 |
| | | 25 | 0 | 0.00 |
| | Total | | | 0.55 |

| Lantai | Zona | Diameter | n | Durasi |
|--------|--------|---------------|---------------|-------------|
| | | | | Grup |
| LT.6 | Zona 2 | 10 | 2471 | 0.56 |
| | | 13 | 0 | 0.00 |
| | | 25 | 0 | 0.00 |
| | Total | | | 0.56 |
| LT.7 | Zona 1 | 10 | 2426 | 0.55 |
| | | 13 | 0 | 0.00 |
| | | 25 | 0 | 0.00 |
| | Total | | | 0.55 |
| | Zona 2 | 10 | 2471 | 0.56 |
| | | 13 | 0 | 0.00 |
| | | 25 | 0 | 0.00 |
| Total | | | 0.56 | |
| Lantai | Zona | Diameter (mm) | Panjang 3-6 m | |
| | | | n | Durasi Grup |
| B3 | Zona 1 | 10 | 480 | 0.14 |
| | | 13 | 0 | 0.00 |
| | | 25 | 0 | 0.00 |
| | Total | | | 0.14 |
| | Zona 2 | 10 | 480 | 0.14 |
| | | 13 | 0 | 0.00 |
| | | 25 | 0 | 0.00 |
| Total | | | 0.14 | |
| B2 | Zona 1 | 10 | 480 | 0.14 |
| | | 13 | 0 | 0.00 |
| | | 25 | 0 | 0.00 |
| | Total | | | 0.14 |

| Lantai | Zona | Diameter | n | Durasi Grup |
|--------|--------|----------|------|-------------|
| B2 | Zona 2 | 10 | 480 | 0.14 |
| | | 13 | 0 | 0.00 |
| | | 25 | 0 | 0.00 |
| | Total | | | 0.14 |
| B1 | Zona 1 | 10 | 480 | 0.14 |
| | | 13 | 0 | 0.00 |
| | | 25 | 0 | 0.00 |
| | Total | | | 0.14 |
| | Zona 2 | 10 | 480 | 0.14 |
| | | 13 | 0 | 0.00 |
| | | 25 | 0 | 0.00 |
| Total | | | 0.14 | |
| LG | Zona 1 | 10 | 816 | 0.23 |
| | | 13 | 20 | 0.01 |
| | | 25 | 1056 | 0.42 |
| | Total | | | 0.66 |
| | Zona 2 | 10 | 816 | 0.23 |
| | | 13 | 64 | 0.02 |
| | | 25 | 964 | 0.39 |
| Total | | | 0.64 | |
| G | Zona 1 | 10 | 800 | 0.23 |
| | | 13 | 20 | 0.01 |
| | | 25 | 1056 | 0.42 |
| | Total | | | 0.66 |
| | Zona 2 | 10 | 800 | 0.23 |
| | | 13 | 64 | 0.02 |
| 25 | | 964 | 0.39 | |

| Lantai | Zona | Diameter | n | Durasi Grup |
|--------|--------|----------|------|-------------|
| | Total | | | 0.63 |
| LT.2 | Zona 1 | 10 | 500 | 0.14 |
| | | 13 | 20 | 0.01 |
| | | 25 | 472 | 0.19 |
| | Total | | | 0.34 |
| | Zona 2 | 10 | 550 | 0.16 |
| | | 13 | 64 | 0.02 |
| | | 25 | 504 | 0.20 |
| Total | | | 0.38 | |
| LT.3 | Zona 1 | 10 | 500 | 0.14 |
| | | 13 | 20 | 0.01 |
| | | 25 | 472 | 0.19 |
| | Total | | | 0.34 |
| | Zona 2 | 10 | 550 | 0.16 |
| | | 13 | 64 | 0.02 |
| | | 25 | 504 | 0.20 |
| Total | | | 0.38 | |
| LT.4 | Zona 1 | 10 | 600 | 0.17 |
| | | 13 | 0 | 0.00 |
| | | 25 | 0 | 0.00 |
| | Total | | | 0.17 |
| | Zona 2 | 10 | 660 | 0.19 |
| | | 13 | 0 | 0.00 |
| | | 25 | 0 | 0.00 |
| Total | | | 0.19 | |
| LT.5 | Zona 1 | 10 | 460 | 0.13 |
| | | 13 | 20 | 0.01 |

| Lantai | Zona | Diameter | n | Durasi Grup |
|--------|--------|---------------|--------------|-------------|
| | | 25 | 472 | 0.19 |
| LT.5 | Total | | | 0.33 |
| | Zona 2 | 10 | 506 | 0.14 |
| | | 13 | 64 | 0.02 |
| | | 25 | 504 | 0.20 |
| | Total | | | 0.36 |
| LT.6 | Zona 1 | 10 | 340 | 0.10 |
| | | 13 | 20 | 0.01 |
| | | 25 | 440 | 0.18 |
| | Total | | | 0.28 |
| | Zona 2 | 10 | 340 | 0.10 |
| | | 13 | 64 | 0.02 |
| | | 25 | 440 | 0.18 |
| Total | | | 0.29 | |
| LT.7 | Zona 1 | 10 | 340 | 0.10 |
| | | 13 | 20 | 0.01 |
| | | 25 | 440 | 0.18 |
| | Total | | | 0.28 |
| | Zona 2 | 10 | 340 | 0.10 |
| | | 13 | 64 | 0.02 |
| | | 25 | 440 | 0.18 |
| Total | | | 0.29 | |
| Lantai | Zona | Diameter (mm) | Panjang 6-9m | |
| | | | n | Durasi Grup |
| B3 | Zona 1 | 10 | 60 | 0.02 |
| | | 13 | 0 | 0.00 |

| Lantai | Zona | Diameter | n | Durasi Grup |
|--------|--------|----------|------|-------------|
| | | | 25 | 0 |
| B3 | Total | | | 0.02 |
| | Zona 2 | 10 | 60 | 0.02 |
| | | 13 | 0 | 0.00 |
| | | 25 | 0 | 0.00 |
| | Total | | | 0.02 |
| B2 | Zona 1 | 10 | 60 | 0.02 |
| | | 13 | 0 | 0.00 |
| | | 25 | 0 | 0.00 |
| | Total | | | 0.02 |
| | Zona 2 | 10 | 60 | 0.02 |
| | | 13 | 0 | 0.00 |
| | | 25 | 0 | 0.00 |
| Total | | | 0.02 | |
| B1 | Zona 1 | 10 | 60 | 0.02 |
| | | 13 | 0 | 0.00 |
| | | 25 | 0 | 0.00 |
| | Total | | | 0.02 |
| | Zona 2 | 10 | 60 | 0.02 |
| | | 13 | 0 | 0.00 |
| | | 25 | 0 | 0.00 |
| Total | | | 0.02 | |
| LG | Zona 1 | 10 | 102 | 0.03 |
| | | 13 | 0 | 0.00 |
| | | 25 | 0 | 0.00 |
| | Total | | | 0.03 |
| | | 10 | 102 | 0.03 |

| Lantai | Zona | Diameter | n | Durasi Grup | |
|--------|--------|----------|------|-------------|------|
| LG | Zona 2 | 13 | 0 | 0.00 | |
| | | 25 | 0 | 0.00 | |
| | | Total | | 0.03 | |
| | Total | | | | 0.03 |
| G | Zona 1 | 10 | 100 | 0.03 | |
| | | 13 | 0 | 0.00 | |
| | | 25 | 0 | 0.00 | |
| | Total | | 0.03 | | |
| | Zona 2 | 10 | 100 | 0.03 | |
| | | 13 | 0 | 0.00 | |
| | | 25 | 0 | 0.00 | |
| | Total | | 0.03 | | |
| | LT.2 | Zona 1 | 10 | 100 | 0.03 |
| | | | 13 | 0 | 0.00 |
| 25 | | | 0 | 0.00 | |
| Total | | 0.03 | | | |
| Zona 2 | | 10 | 100 | 0.03 | |
| | | 13 | 0 | 0.00 | |
| | | 25 | 0 | 0.00 | |
| Total | | 0.03 | | | |
| LT.3 | | Zona 1 | 10 | 100 | 0.03 |
| | | | 13 | 0 | 0.00 |
| | 25 | | 0 | 0.00 | |
| | Total | | 0.03 | | |
| | Zona 2 | 10 | 100 | 0.03 | |
| | | 13 | 0 | 0.00 | |
| | | 25 | 0 | 0.00 | |
| | Total | | 0.03 | | |

| Lantai | Zona | Diameter (mm) | Panjang 6-9m | | |
|--------|--------|------------------|--------------|----------------|------|
| | | | n | Durasi Grup | |
| LT.4 | Zona 1 | 10 | 120 | 0.03 | |
| | | 13 | 20 | 0.01 | |
| | | 25 | 472 | 0.22 | |
| | Total | | | | 0.26 |
| | Zona 2 | 10 | 120 | 0.03 | |
| | | 13 | 64 | 0.02 | |
| | | 25 | 504 | 0.24 | |
| | Total | | | | 0.29 |
| | LT.5 | Zona 1 | 10 | 92 | 0.02 |
| | | | 13 | 0 | 0.00 |
| 25 | | | 0 | 0.00 | |
| Total | | | | 0.02 | |
| Zona 2 | | 10 | 92 | 0.02 | |
| | | 13 | 0 | 0.00 | |
| | | 25 | 0 | 0.00 | |
| Total | | | | 0.02 | |
| LT.6 | | Zona 1 | 10 | 68 | 0.02 |
| | | | 13 | 0 | 0.00 |
| | 25 | | 0 | 0.00 | |
| | Total | | | | 0.02 |
| | Zona 2 | 10 | 68 | 0.02 | |
| | | 13 | 0 | 0.00 | |
| | | 25 | 0 | 0.00 | |
| | Total | | | | 0.02 |
| | LT.7 | Zona 1 | 10 | 68 | 0.02 |
| | | | 13 | 0 | 0.00 |

| Lantai | Zona | Diameter | n | Durasi Grup |
|--------|--------|----------|----|-------------|
| | | 25 | 0 | 0.00 |
| LT.7 | Total | | | 0.02 |
| | Zona 2 | 10 | 68 | 0.02 |
| | | 13 | 0 | 0.00 |
| | | 25 | 0 | 0.00 |
| | Total | | | 0.02 |

- Rekapitulasi durasi

Hasil rekapitulasi didapatkan dari penjumlahan durasi pemotongan, pembengkokan, kaitan, dan pemasangan tulangan. Serta terdapat durasi *tower crane* untuk memindahkan hasil fabrikasi ke tempat pemasangan. Durasi *tower crane* akan dijelaskan dalam sub bab pembahasan produktifitas *tower crane*. Durasi fabrikasi didapat dari penjumlahan durasi pemotongan, pembengkokan, dan kaitan tulangan. Sedangkan durasi pemasangan didapat dari penjumlahan durasi pemasangan tulangan dan durasi *tower crane*.

Berikut adalah rekapitulasi durasi fabrikasi dan pemasangan tulangan :

| Lantai | Zona | TC (hari) | T Fabrikasi (hari) | T Pemasangan (hari) |
|--------|------|-----------|--------------------|---------------------|
| B3 | 1 | 0.66 | 1.80 | 2.28 |
| | 2 | 0.63 | 1.70 | 2.14 |
| B2 | 1 | 0.65 | 1.80 | 2.27 |
| | 2 | 0.63 | 1.70 | 2.14 |
| B1 | 1 | 0.65 | 1.80 | 2.27 |

| Lantai | Zona | TC (hari) | T Fabrikasi (hari) | T Pemasangan (hari) |
|--------|------|-----------|--------------------|---------------------|
| B1 | 2 | 0.62 | 1.70 | 2.13 |
| LG | 1 | 1.00 | 2.99 | 3.61 |
| | 2 | 0.96 | 2.82 | 3.39 |
| G | 1 | 0.99 | 2.94 | 3.55 |
| | 2 | 0.95 | 2.76 | 3.34 |
| Lt.2 | 1 | 0.48 | 1.36 | 1.71 |
| | 2 | 0.53 | 1.52 | 1.86 |
| Lt.3 | 1 | 0.48 | 1.36 | 1.71 |
| | 2 | 0.54 | 1.52 | 1.87 |
| Lt.4 | 1 | 0.56 | 1.62 | 2.03 |
| | 2 | 0.65 | 1.81 | 2.24 |
| Lt.5 | 1 | 0.45 | 1.25 | 1.60 |
| | 2 | 0.52 | 1.39 | 1.76 |
| Lt.6 | 1 | 0.31 | 0.88 | 1.15 |
| | 2 | 0.34 | 0.94 | 1.20 |
| Lt.7 | 1 | 0.31 | 0.88 | 1.15 |
| | 2 | 0.35 | 0.94 | 1.21 |

C. Biaya

Perhitungan biaya pembesian dihitung dari total biaya material, biaya sewa alat, dan biaya upah pekerja.

- Biaya material

Harga material besi untuk D10 = Rp 5,043/kg, D13 = Rp 8,824/kg, dan D25 = Rp 32,667/kg. Kebutuhan tulangan kolom lantai *basement* 3 adalah sebagai berikut :

- Zona 1

$$D10 = 5331.867 \text{ kg}$$

$$D13 = 72.384 \text{ kg}$$

$$D25 = 16953.55 \text{ kg}$$

- Zona 2

D10 = 5093.644 kg

D13 = 231.629 kg

D25 = 15476.54 kg

Didapatkan biaya material besi yaitu :

- Zona 1 = $(5331.867 \times 5043) + (72.384 \times 8824)$
 $(16953.55 \times 32667) = \text{Rp } 581,358,470$

- Zona 2 = $(5093.644 \times 5043) + (231.629 \times 8824)$
 $(15476.54 \times 32667) = \text{Rp } 533,312,135$

- Rekapitulasi biaya material

| Lantai | Zona | Biaya |
|--------|--------|-------------------|
| B3 | Zona 1 | Rp 581,358,470.79 |
| | Zona 2 | Rp 533,312,135.92 |
| B2 | Zona 1 | Rp 581,358,470.79 |
| | Zona 2 | Rp 533,312,135.92 |
| B1 | Zona 1 | Rp 581,358,470.79 |
| | Zona 2 | Rp 533,312,135.92 |
| LG | Zona 1 | Rp 879,474,724.15 |
| | Zona 2 | Rp 807,136,706.78 |
| G | Zona 1 | Rp 865,278,711.60 |
| | Zona 2 | Rp 794,097,441.98 |
| Lt.2 | Zona 1 | Rp 391,744,757.53 |
| | Zona 2 | Rp 421,044,164.85 |
| Lt.3 | Zona 1 | Rp 391,744,757.53 |
| | Zona 2 | Rp 421,044,164.85 |
| Lt.4 | Zona 1 | Rp 456,185,163.62 |
| | Zona 2 | Rp 490,363,927.19 |
| Lt.5 | Zona 1 | Rp 365,968,596.10 |
| | Zona 2 | Rp 393,316,256.89 |
| Lt.6 | Zona 1 | Rp 267,674,300.62 |
| | Zona 2 | Rp 269,704,524.61 |
| Lt.7 | Zona 1 | Rp 267,674,300.62 |
| | Zona 2 | Rp 269,704,524.61 |

- Biaya sewa alat

Dalam perhitungan biaya pembesian dibutuhkan alat *bar bender* dengan harga sewa Rp 3,500,000/bulan dan *bar cutter* dengan harga sewa Rp 3,500,000/bulan.

Dalam pelaksanaannya alat *bar bender* dan *bar cutter* digunakan selama selesainya pekerjaan fabrikasi. Setelah dilakukan analisa dengan *Microsoft Project* diketahui durasi untuk penggunaan alat ini adalah 123 hari = 5 bulan, maka perhitungan biaya sewa alat untuk kolom lantai *basement 3* adalah :

- *bar bender* yang digunakan sejumlah 2 buah dalam dua zona = $3,500,000 \times 2 \times 5 = \text{Rp } 35,000,000$

- perhitungan tiap pekerjaan = $\frac{35,000,000}{10} = \text{Rp } 3,500,000$

- perhitungan tiap lantai = $\frac{3,500,000}{11} = \text{Rp } 318,181$

- *bar cutter* yang digunakan sejumlah 2 buah dalam dua zona = $3,500,000 \times 2 \times 5 = \text{Rp } 35,000,000$

- perhitungan tiap pekerjaan = $\frac{35,000,000}{10} = \text{Rp } 3,500,000$

- perhitungan tiap lantai = $\frac{3,500,000}{11} = \text{Rp } 318,181$

- biaya sewa alat kolom lantai *basement 3* :

= sewa alat *bar bender* + sewa alat *bar cutter*

= Rp 318,181 + Rp 318,181

= Rp 636,362

- Biaya Upah pekerja

Biaya upah pekerja yaitu :

Mandor = Rp 120,000/hari

Kepala Tukang = Rp 110,000/hari

Tukang = Rp 105,000/hari

Pembantu Tukang = Rp 99,000/hari

Kebutuhan jumlah pekerja yaitu :

- 1 mandor
- 2 kepala tukang
- 18 tukang
- 18 pembantu tukang

Maka perhitungan upah pekerja untuk kolom lantai *basement* 3 sebagai berikut :

- Upah pekerja fabrikasi

$$= (1 \times 120,000 \times 1.8) + (2 \times 110,000 \times 1.8) + (18 \times 105,000 \times 1.8) + (18 \times 99,000 \times 1.8) + (1 \times 120,000 \times 1.7) + (2 \times 110,000 \times 1.7) + (18 \times 105,000 \times 1.7) + (18 \times 99,000 \times 1.7)$$

$$= \text{Rp } 14,042,000$$
- Upah pekerja pemasangan

$$= (1 \times 120,000 \times 2.28) + (2 \times 110,000 \times 2.28) + (18 \times 105,000 \times 2.28) + (18 \times 99,000 \times 2.28) + (1 \times 120,000 \times 2.14) + (2 \times 110,000 \times 2.14) + (18 \times 105,000 \times 2.14) + (18 \times 99,000 \times 2.14)$$

$$= \text{Rp } 17,733,040$$

2. Pekerjaan Bekisting

A. Analisa Bahan

Dalam perhitungan analisa bahan pada pekerjaan bekisting kolom ini digunakan contoh pada kolom tipe K1 lantai *basement* 3 zona 1.

- Perhitungan jumlah multiplek kolom tipe K1 lantai *basement* 3 zona 1
 - Dimensi kolom = 1 x 2 m
 - Tinggi kolom = 3 m
 - Volume kolom

$$= ((\text{panjang kolom} + \text{lebar kolom}) \times 2 \times \text{tinggi kolom}) \times n \text{ kolom zona 1}$$

$$= ((1 + 2) \times 2 \times 3) \times n$$

$$= 18 \text{ m}^2 \times 6$$

$$= 108 \text{ m}^2$$

- Dimensi multiplek = $2.44 \times 1.22 \text{ m}$
 - Luas = $2.44 \times 1.22 = 2.98 \text{ m}^2$
- Kebutuhan multiplek

$$= \frac{\text{volume kolom}}{\text{luas multiplek}} \times n = \frac{18}{2.98} \times 6 = 42 \text{ lembar}$$
- Kebutuhan kayu meranti 6/12
 - 1 set kayu meranti 6/12 membutuhkan sabuk = 2 buah
 - Panjang sabuk

$$= (\text{panjang kolom} + \text{lebar kolom}) \times 2 \times n \text{ sabuk}$$

$$= (1 + 2) \times 2 \times 2$$

$$= 12 \text{ m}$$
 - Dalam 1 kolom dibutuhkan = 5 set
 - Jumlah kebutuhan

$$= \frac{\text{panjang sabuk}}{4} \times n \text{ set}$$

$$= \frac{12}{4} \times 5$$

$$= 15 \text{ buah}$$
 - Total kebutuhan = $(n \text{ kayu meranti } 6/12) \times (n \text{ kolom})$

$$= 15 \times 6 = 90 \text{ buah}$$
- Kebutuhan kayu meranti 5/7
 - Panjang kayu meranti = tinggi kolom = 3 m
 - Kebutuhan kayu meranti 5/7 tiap sisi = 3 buah
 - Jumlah kebutuhan

$$= \frac{\text{panjang kayu meranti}}{4} \times n \times 4$$

$$= \frac{3}{4} \times (3 \times 4)$$

$$= 1 \times (12)$$

$$= 12 \text{ buah}$$
 - Total kebutuhan = $(n \text{ kayu meranti } 5/7) \times (n \text{ kolom}) =$

$$12 \times 6 = 72 \text{ buah}$$
- Kebutuhan paku dan mur
 - Koefisien kebutuhan paku untuk kolom = 3.87
 - Jam kerja tiap luas cetakan = 10 m^2

- Kebutuhan paku = $\left(\frac{\text{volume kolom}}{\text{jam kerja}}\right) \times \text{koefisien} \times n$
 $\text{kolom} = \frac{18}{10} \times 3.87 \times 6 = 41.74 \text{ kg}$
- Kebutuhan minyak bekisting
 - Koefisien kebutuhan minyak untuk kolom = 2.88
 - Jam kerja tiap luas cetakan = 10 m²
 - Kebutuhan minyak = $\left(\frac{\text{volume kolom}}{\text{jam kerja}}\right) \times \text{koefisien} \times n$
 $\text{kolom} = \frac{18}{10} \times 2.88 \times 6 = 31.05 \text{ liter}$
- Kebutuhan alat pipa *support*
 - Untuk kolom membutuhkan = 8 buah pipa *support*
 - Kebutuhan pipa *support* = 8 x (n kolom) = 8 x 6 = 48 buah
- Kebutuhan alat *kickers*
 - Untuk kolom membutuhkan = 8 buah *kickers*
 - Kebutuhan *kickers* = 8 x (n kolom) = 8 x 6 = 48 buah
- Kebutuhan alat *wingnut tie rod*
 - Kebutuhan *wingnut tie rod* = (n pipa *support*) x 2 = 48 x 2 = 96 buah
- Rekapitulasi bekisting kolom

| Lantai | Zona | Kebutuhan | Jumlah | Satuan |
|--------|------|------------------|--------|--------|
| B3 | 1 | Multiplek | 170 | Lembar |
| | | Kayu 6/12 | 470 | Buah |
| | | Kayu 5/7 | 504 | Buah |
| | | Paku, Mur, dll | 174 | Kg |
| | | Minyak bekisting | 130 | Liter |
| | 2 | Multiplek | 161 | Lembar |
| | | Kayu 6/12 | 430 | Buah |
| | | Kayu 5/7 | 468 | Buah |
| | | Paku, Mur, dll | 164 | Kg |

| Lantai | Zona | Kebutuhan | Jumlah | Satuan |
|--------|------|------------------|--------|------------------|
| | | | | Minyak bekisting |
| B2 | 1 | Multiplek | 170 | Lembar |
| | | Kayu 6/12 | 470 | Buah |
| | | Kayu 5/7 | 504 | Buah |
| | | Paku, Mur, dll | 174 | Kg |
| | | Minyak bekisting | 130 | Liter |
| | 2 | Multiplek | 161 | Lembar |
| | | Kayu 6/12 | 430 | Buah |
| | | Kayu 5/7 | 468 | Buah |
| | | Paku, Mur, dll | 164 | Kg |
| | | Minyak bekisting | 122 | Liter |
| B1 | 1 | Multiplek | 170 | Lembar |
| | | Kayu 6/12 | 470 | Buah |
| | | Kayu 5/7 | 504 | Buah |
| | | Paku, Mur, dll | 174 | Kg |
| | | Minyak bekisting | 130 | Liter |
| | 2 | Multiplek | 161 | Lembar |
| | | Kayu 6/12 | 430 | Buah |
| | | Kayu 5/7 | 468 | Buah |
| | | Paku, Mur, dll | 164 | Kg |
| | | Minyak bekisting | 122 | Liter |
| LG | 1 | Multiplek | 274 | Lembar |
| | | Kayu 6/12 | 470 | Buah |
| | | Kayu 5/7 | 1008 | Buah |
| | | Paku, Mur, dll | 296 | Kg |
| | | Minyak bekisting | 220 | Liter |
| | | Multiplek | 255 | Lembar |
| | | Kayu 6/12 | 430 | Buah |

| Lantai | Zona | Kebutuhan | Jumlah | Satuan |
|--------|------|------------------|--------|--------|
| | 2 | Kayu 5/7 | 936 | Buah |
| | | Paku, Mur, dll | 278 | Kg |
| | | Minyak bekisting | 207 | Liter |
| G | 1 | Multiplek | 272 | Lembar |
| | | Kayu 6/12 | 470 | Buah |
| | | Kayu 5/7 | 1008 | Buah |
| | | Paku, Mur, dll | 290 | Kg |
| | | Minyak bekisting | 216 | Liter |
| | 2 | Multiplek | 255 | Lembar |
| | | Kayu 6/12 | 430 | Buah |
| | | Kayu 5/7 | 936 | Buah |
| | | Paku, Mur, dll | 273 | Kg |
| | | Minyak bekisting | 203 | Liter |
| LT.2 | 1 | Multiplek | 126 | Lembar |
| | | Kayu 6/12 | 190 | Buah |
| | | Kayu 5/7 | 336 | Buah |
| | | Paku, Mur, dll | 134 | Kg |
| | | Minyak bekisting | 100 | Liter |
| | 2 | Multiplek | 140 | Lembar |
| | | Kayu 6/12 | 210 | Buah |
| | | Kayu 5/7 | 408 | Buah |
| | | Paku, Mur, dll | 150 | Kg |
| | | Minyak bekisting | 112 | Liter |
| LT.3 | 1 | Multiplek | 126 | Lembar |
| | | Kayu 6/12 | 190 | Buah |
| | | Kayu 5/7 | 336 | Buah |
| | | Paku, Mur, dll | 134 | Kg |
| | | Minyak bekisting | 100 | Liter |

| Lantai | Zona | Kebutuhan | Jumlah | Satuan |
|--------|------|------------------|--------|--------|
| LT.3 | 2 | Multiplek | 140 | Lembar |
| | | Kayu 6/12 | 210 | Buah |
| | | Kayu 5/7 | 408 | Buah |
| | | Paku, Mur, dll | 150 | Kg |
| | | Minyak bekisting | 112 | Liter |
| LT.4 | 1 | Multiplek | 150 | Lembar |
| | | Kayu 6/12 | 190 | Buah |
| | | Kayu 5/7 | 336 | Buah |
| | | Paku, Mur, dll | 161 | Kg |
| | | Minyak bekisting | 120 | Liter |
| | 2 | Multiplek | 169 | Lembar |
| | | Kayu 6/12 | 210 | Buah |
| | | Kayu 5/7 | 408 | Buah |
| | | Paku, Mur, dll | 180 | Kg |
| | | Minyak bekisting | 134 | Liter |
| LT.5 | 1 | Multiplek | 116 | Lembar |
| | | Kayu 6/12 | 190 | Buah |
| | | Kayu 5/7 | 336 | Buah |
| | | Paku, Mur, dll | 124 | Kg |
| | | Minyak bekisting | 92 | Liter |
| | 2 | Multiplek | 129 | Lembar |
| | | Kayu 6/12 | 210 | Buah |
| | | Kayu 5/7 | 408 | Buah |
| | | Paku, Mur, dll | 138 | Kg |
| | | Minyak bekisting | 103 | Liter |
| | 1 | Multiplek | 84 | Lembar |

| Lantai | Zona | Kebutuhan | Jumlah | Satuan |
|--------|------|------------------|--------|--------|
| LT.6 | 1 | Kayu 6/12 | 190 | Buah |
| | | Kayu 5/7 | 168 | Buah |
| | | Paku, Mur, dll | 87 | Kg |
| | | Minyak bekisting | 65 | Liter |
| | 2 | Multiplek | 88 | Lembar |
| | | Kayu 6/12 | 200 | Buah |
| | | Kayu 5/7 | 192 | Buah |
| | | Paku, Mur, dll | 92 | Kg |
| | | Minyak bekisting | 69 | Liter |
| LT.7 | 1 | Multiplek | 84 | Lembar |
| | | Kayu 6/12 | 190 | Buah |
| | | Kayu 5/7 | 168 | Buah |
| | | Paku, Mur, dll | 87 | Kg |
| | | Minyak bekisting | 65 | Liter |
| | 2 | Multiplek | 88 | Lembar |
| | | Kayu 6/12 | 200 | Buah |
| | | Kayu 5/7 | 192 | Buah |
| | | Paku, Mur, dll | 92 | Kg |
| | | Minyak bekisting | 69 | Liter |

B. Durasi

Durasi bekisting dihitung dari penjumlahan durasi produktifitas pekerja dalam melakukan fabrikasi, pemasangan, dan pembongkaran bekisting. Serta terdapat durasi *tower crane* untuk memindahkan hasil fabrikasi ke tempat pemasangan. Durasi *tower crane* akan dijelaskan dalam sub bab pembahasan produktifitas *tower crane*. Terdapat durasi fabrikasi, durasi pemasangan, dan durasi pembongkaran bekisting. Dimana durasi pemasangan

didapat dari penjumlahan durasi pemasangan bekisting dan durasi *tower crane*. Untuk jam kerja proyek dalam sehari adalah 7 jam. Digunakan perhitungan bekisting pada kolom tipe K1 lantai *basement* 3 zona 1

- Luas bekisting kolom tipe K1 lantai *basement* 3 zona 1 = 108 m²
- Durasi menyetel bekisting
 - Produktifitas pekerja dalam menyetel bekisting :
 - 1 mandor
 - 1 kepala tukang
 - 10 tukang
 - 20 pembantu tukang
 - Produktifitas pekerja = $(1 \times 7) + (1 \times 7) + (10 \times 7) + (20 \times 7) = 224$ jam/hari
 - Waktu yang diperlukan untuk menyetel bekisting kolom = 6 jam
 - Jam kerja tiap luas cetakan = 10 m²
 - Faktor operator dan mekanik = 0.8
 - Produktifitas menyetel bekisting
 - = $\frac{224}{6} \times 10 \times 0.8 = 299$ m²/hari
 - Durasi menyetel = $\frac{\text{luas bekisting}}{\text{menyetel}} = \frac{108}{299} = 0.362$ hari
- Durasi memasang bekisting
 - Produktifitas pekerja dalam memasang bekisting :
 - 1 mandor
 - 1 kepala tukang
 - 10 tukang
 - 20 pembantu tukang
 - Produktifitas pekerja = $(1 \times 7) + (1 \times 7) + (10 \times 7) + (20 \times 7) = 224$ jam/hari
 - Waktu yang diperlukan untuk memasang bekisting kolom = 5 jam
 - Jam kerja tiap luas cetakan = 10 m²

- Faktor operator dan mekanik = 0.8
- Produktifitas memasang bekisting

$$= \frac{224}{5} \times 10 \times 0.8 = 358 \text{ m}^2/\text{hari}$$
- Durasi memasang = $\frac{\text{luas bekisting}}{\text{memasang}} = \frac{108}{358} = 0.301 \text{ hari}$
- Durasi membuka dan membersihkan bekisting
 - Produktifitas pekerja dalam membuka dan membersihkan bekisting :
 - 1 mandor
 - 1 kepala tukang
 - 10 tukang
 - 20 pembantu tukang
 - Produktifitas pekerja = $(1 \times 7) + (1 \times 7) + (10 \times 7) + (20 \times 7) = 224 \text{ jam/hari}$
 - Waktu yang diperlukan untuk membuka dan membersihkan bekisting kolom = 3.5 jam
 - Jam kerja tiap luas cetakan = 10 m^2
 - Faktor operator dan mekanik = 0.8
 - Produktifitas membuka dan membersihkan bekisting

$$= \frac{224}{3.5} \times 10 \times 0.8 = 512 \text{ m}^2/\text{hari}$$
 - Durasi membuka dan membersihkan = $\frac{\text{luas bekisting}}{\text{membuka}} = \frac{108}{512} = 0.211 \text{ hari}$
- Durasi reparasi
 - Produktifitas pekerja dalam reparasi bekisting :
 - 1 mandor
 - 1 kepala tukang
 - 10 tukang
 - 20 pembantu tukang
 - Produktifitas pekerja = $(1 \times 7) + (1 \times 7) + (10 \times 7) + (20 \times 7) = 224 \text{ jam/hari}$

- Waktu yang diperlukan untuk reparasi bekisting kolom = 3.5 jam
- Jam kerja tiap luas cetakan = 10 m²
- Faktor operator dan mekanik = 0.8
- Produktifitas reparasi bekisting

$$= \frac{224}{3.5} \times 10 \times 0.8 = 512 \text{ m}^2/\text{hari}$$
- Durasi reparasi = $\frac{\text{luas bekisting}}{\text{reparasi}} = \frac{108}{512} = 0.211 \text{ hari}$
- Durasi pengolesan minyak
 - Produktifitas pekerja dalam pengolesan bekisting :
 - 1 mandor
 - 1 kepala tukang
 - 10 tukang
 - 20 pembantu tukang
 - Produktifitas pekerja = $(1 \times 7) + (1 \times 7) + (10 \times 7) + (20 \times 7) = 224 \text{ jam/hari}$
 - Waktu yang diperlukan untuk pengolesan bekisting kolom = 0.5 jam
 - Jam kerja tiap luas cetakan = 10 m²
 - Faktor operator dan mekanik = 0.8
 - Produktifitas pengolesan bekisting

$$= \frac{224}{0.5} \times 10 \times 0.8 = 3584 \text{ m}^2/\text{hari}$$
 - Durasi pengolesan = $\frac{\text{luas bekisting}}{\text{pengolesan}} = \frac{108}{3584} = 0.030 \text{ hari}$
- Total durasi fabrikasi
 = durasi menyetel = 0.362 hari
- Total durasi pemasangan
 = durasi memasang + durasi pengolesan
 = 0.301 + 0.030 = 0.331 hari
- Total durasi pembongkaran
 = durasi membuka dan membersihkan = 0.211 hari

- Total durasi reparasi
= durasi reparasi = 0.211 hari
- Rekapitulasi durasi bekisting kolom

| Lantai | Zona | TC (hari) | T Fabrikasi (hari) | T Pemasangan (hari) | T Bongkar (hari) |
|--------|------|-----------|--------------------|---------------------|------------------|
| B3 | 1 | 0.36 | 1.507 | 1.741 | 0.879 |
| | 2 | 0.35 | 1.416 | 1.648 | 0.826 |
| B2 | 1 | 0.36 | 1.507 | 1.741 | 0.879 |
| | 2 | 0.35 | 1.416 | 1.648 | 0.826 |
| B1 | 1 | 0.35 | 0.879 | 1.731 | 0.879 |
| | 2 | 0.34 | 0.826 | 1.638 | 0.826 |
| LG | 1 | 0.45 | 0.879 | 2.798 | 1.494 |
| | 2 | 0.44 | 0.826 | 2.647 | 1.404 |
| G | 1 | 0.47 | 0.879 | 2.772 | 1.465 |
| | 2 | 0.45 | 0.826 | 2.614 | 1.377 |
| Lt.2 | 1 | 0.19 | 1.494 | 1.252 | 0.676 |
| | 2 | 0.22 | 1.404 | 1.408 | 0.756 |
| Lt.3 | 1 | 0.19 | 1.158 | 1.252 | 0.676 |
| | 2 | 0.22 | 1.296 | 1.408 | 0.756 |
| Lt.4 | 1 | 0.22 | 1.390 | 1.494 | 0.811 |
| | 2 | 0.27 | 1.555 | 1.695 | 0.907 |
| Lt.5 | 1 | 0.18 | 0.676 | 1.157 | 0.622 |
| | 2 | 0.23 | 0.756 | 1.323 | 0.695 |
| Lt.6 | 1 | 0.14 | 0.811 | 0.827 | 0.437 |
| | 2 | 0.17 | 0.907 | 0.900 | 0.465 |
| Lt.7 | 1 | 0.14 | 0.622 | 0.827 | 0.437 |
| | 2 | 0.17 | 0.695 | 0.900 | 0.465 |

C. Biaya

Perhitungan biaya bekisting dihitung dari total biaya material, biaya sewa alat, dan biaya upah pekerja.

- Biaya material

Harga material bekisting multiplek = Rp 330,000/lembar, kayu 6/12 = Rp 68,571/buah, kayu 5/7 = Rp 27,777/buah, paku mur = Rp 56,000/kg, dan minyak bekisting = Rp 2,700/liter. Kebutuhan material bekisting kolom lantai *basement* 3 adalah sebagai berikut :

- Perhitungan zona 1

- Material multiplek = 170 lembar
- Material kayu 6/12 = 470 buah.
- Material kayu 5/7 = 504 buah
- Material paku dan mur = 174 kg
- Material minyak bekisting = 130 liter
- Biaya material

$$= (170 \times 330000) + (470 \times 68571) + (504 \times 27777) + (174 \times 56000) + (130 \times 2700)$$

$$= \text{Rp } 112,423,571$$

- Perhitungan zona 2

- Material multiplek = 161 lembar
- Material kayu 6/12 = 430 buah.
- Material kayu 5/7 = 468 buah
- Material paku dan mur = 164 kg
- Material minyak bekisting = 122 liter
- Biaya material

$$= (161 \times 330000) + (430 \times 68571) + (468 \times 27777) + (164 \times 56000) + (122 \times 2700)$$

$$= \text{Rp } 105,129,114$$

- Rekapitulasi biaya material

| Lantai | Zona | Biaya |
|--------|--------|-------------------|
| B3 | Zona 1 | Rp 112,423,571.43 |
| | Zona 2 | Rp 105,129,114.29 |
| B2 | Zona 1 | Rp 112,423,571.43 |
| | Zona 2 | Rp 105,129,114.29 |

| Lantai | Zona | Biaya |
|--------|--------|------------------|
| B1 | Zona 1 | Rp 33,727,071.43 |
| | Zona 2 | Rp 31,538,734.29 |
| LG | Zona 1 | Rp 50,345,571.43 |
| | Zona 2 | Rp 46,728,784.29 |
| G | Zona 1 | Rp 50,043,531.43 |
| | Zona 2 | Rp 46,641,544.29 |
| Lt.2 | Zona 1 | Rp 21,514,771.43 |
| | Zona 2 | Rp 24,190,720.00 |
| Lt.3 | Zona 1 | Rp 71,715,904.76 |
| | Zona 2 | Rp 80,635,733.33 |
| Lt.4 | Zona 1 | Rp 81,201,904.76 |
| | Zona 2 | Rp 91,945,133.33 |
| Lt.5 | Zona 1 | Rp 20,350,291.43 |
| | Zona 2 | Rp 22,892,830.00 |
| Lt.6 | Zona 1 | Rp 15,138,821.43 |
| | Zona 2 | Rp 16,027,775.71 |
| Lt.7 | Zona 1 | Rp 15,138,821.43 |
| | Zona 2 | Rp 16,027,775.71 |

- Biaya sewa alat

Dalam perhitungan biaya bekisting kolom dibutuhkan alat pipa *support* dengan harga sewa Rp 30,000/bulan, *kickers* dengan harga sewa Rp 30,000/bulan, dan *wingnut tie rod* dengan harga sewa Rp 23,000/bulan.

Setelah dilakukan analisa dengan *Microsoft Project* diketahui durasi untuk penggunaan alat ini adalah 330 hari = 11 bulan, maka perhitungan biayanya adalah :

- Pipa *support*

- Jumlah pipa *support*

Zona 1 = 2352 buah

Zona 2 = 2360 buah

- Biaya = $30,000 \times 11 \times ((2352 + 2360) : 6) = \text{Rp } 259,160,000$
- *Kickers*
 - Jumlah *kickers*
 - Zona 1 = 2352 buah
 - Zona 2 = 2360 buah
 - Biaya = $30,000 \times 11 \times ((2352 + 2360) : 6) = \text{Rp } 259,160,000$
- *Wingnut tie rod*
 - Jumlah *wingnut tie rod*
 - Zona 1 = 4704 buah
 - Zona 2 = 4720 buah
 - Biaya = $23,000 \times 11 \times ((4704 + 4720) : 3) = \text{Rp } 794,757,333$
- Total biaya sewa alat tiap lantai
 - = $(259,160,000 + 259,160,000 + 794,757,333) :$
 banyak lantai
 - = $(259,160,000 + 259,160,000 + 794,757,333) : 11$
 - = Rp 119,370,666
- Biaya Upah pekerja untuk kolom lantai *basement 3*
 Biaya upah pekerja yaitu :
 - Mandor = Rp 120,000/hari
 - Kepala Tukang = Rp 110,000/hari
 - Tukang = Rp 105,000/hari
 - Pembantu Tukang = Rp 99,000/hari
 Kebutuhan jumlah pekerja yaitu :
 - 1 mandor
 - 1 kepala tukang
 - 10 tukang
 - 20 pembantu tukang
 Maka perhitungan upah pekerja sebagai berikut :

- Upah pekerja fabrikasi

$$= (1 \times 120,000 \times 1.507) + (1 \times 110,000 \times 1.507) + (10 \times 105,000 \times 1.507) + (20 \times 99,000 \times 1.507) + (1 \times 120,000 \times 1.416) + (1 \times 110,000 \times 1.416) + (10 \times 105,000 \times 1.416) + (20 \times 99,000 \times 1.416)$$

$$= \text{Rp } 9,528,980$$
- Upah pekerja pemasangan

$$= (1 \times 120,000 \times 1.741) + (1 \times 110,000 \times 1.741) + (10 \times 105,000 \times 1.741) + (20 \times 99,000 \times 1.741) + (1 \times 120,000 \times 1.648) + (1 \times 110,000 \times 1.648) + (10 \times 105,000 \times 1.648) + (20 \times 99,000 \times 1.648)$$

$$= \text{Rp } 11,048,140$$
- Upah pekerja pembongkaran

$$= (1 \times 120,000 \times 0.879) + (1 \times 110,000 \times 0.879) + (10 \times 105,000 \times 0.879) + (20 \times 99,000 \times 0.879) + (1 \times 120,000 \times 0.826) + (1 \times 110,000 \times 0.826) + (10 \times 105,000 \times 0.826) + (20 \times 99,000 \times 0.826)$$

$$= \text{Rp } 5,558,300$$

3. Pekerjaan Pengecoran

A. Analisa Bahan

Untuk pekerjaan pengecoran kolom, menggunakan beton *ready mix* dengan mutu beton K-600 dan K-500. Volume pengecoran kolom yang digunakan adalah volume bersih beton yang didapatkan dari volume kolom dikurangi volume pembesian yang terpasang. Berikut adalah contoh perhitungan pada kolom tipe K1 lantai *basement* 3 zona 1 :

- Dimensi kolom = 1 x 2 m, dengan tinggi 3 m
 - Jumlah kolom tipe K1 lantai *basement* 3 zona 1 = 6
 - Volume = (1 x 2 x 3 x 6) = 36 m³

Berdasarkan hasil perhitungan berat tulangan pembesian pada kolom tipe K1 lantai *basement* 3 zona 1 adalah :

- D10 = 283.57 kg
- D25 = 674.289 kg

Maka volume bersih beton yang diperlukan adalah :

- Volume bersih

$$= 36 \text{ m}^3 - \left(\frac{283.57 + 674.289}{7850} \times n \right)$$

$$= 36 \text{ m}^3 - \left(\frac{316.62 + 674.289}{7850} \times 6 \right)$$

$$= 35.243 \text{ m}^3$$
- Rekapitulasi volume bersih kolom

| Lantai | Zona | Volume Bersih (m ³) |
|--------|--------|---------------------------------|
| B3 | Zona 1 | 101.94 |
| | Zona 2 | 99.50 |
| B2 | Zona 1 | 101.94 |
| | Zona 2 | 99.50 |
| B1 | Zona 1 | 101.94 |
| | Zona 2 | 99.50 |
| LG | Zona 1 | 173.73 |
| | Zona 2 | 169.54 |
| G | Zona 1 | 170.31 |
| | Zona 2 | 166.20 |
| Lt.2 | Zona 1 | 99.489 |
| | Zona 2 | 110.353 |
| Lt.3 | Zona 1 | 99.489 |
| | Zona 2 | 110.353 |
| Lt.4 | Zona 1 | 119.441 |
| | Zona 2 | 136.983 |
| Lt.5 | Zona 1 | 91.508 |
| | Zona 2 | 101.502 |
| Lt.6 | Zona 1 | 74.332 |
| | Zona 2 | 58.046 |
| Lt.7 | Zona 1 | 74.332 |
| | Zona 2 | 58.046 |

B. Durasi

Dalam perhitungan durasi pekerjaan pengecoran kolom ini, dihitung berdasarkan produktifitas alat *tower crane* dalam pengangkutan material cor menggunakan *concrete bucket*. Produktifitas alat *tower crane* akan dijelaskan dalam sub bab pembahasan alat *tower crane*. Berikut adalah durasi pengecoran kolom tipe K1 lantai *basement 3* zona 1 :

- Durasi pengecoran
 - Volume pengecoran kolom tipe K1 lantai *basement 3* zona 1 = 36 m^3
 - Produksi per siklus *concrete bucket* = 1 m^3
 - *Cycle time* = (14 menit) x n kolom = $14 \times 6 = 84$ menit
 - Produksi = (produksi siklus x $(\frac{60}{CT}) \times 0.75$) x n kolom
 = $(1 \times (\frac{60}{14}) \times 0.75) \times 6 = 19.29 \text{ m}^3/\text{jam}$
 - Waktu pelaksanaan = $\frac{36}{19.29} \times n \text{ kolom} = 11.04 \text{ jam} = 1.6 \text{ hari}$
- Rekapitulasi durasi pengecoran kolom

| Lantai | Zona | Durasi (hari) |
|--------|--------|---------------|
| B3 | Zona 1 | 4.50 |
| | Zona 2 | 4.56 |
| B2 | Zona 1 | 4.49 |
| | Zona 2 | 4.54 |
| B1 | Zona 1 | 4.44 |
| | Zona 2 | 4.51 |
| LG | Zona 1 | 4.88 |
| | Zona 2 | 5.08 |
| G | Zona 1 | 4.93 |
| | Zona 2 | 5.04 |
| Lt.2 | Zona 1 | 4.37 |
| | Zona 2 | 5.04 |

| Lantai | Zona | Durasi (hari) |
|--------|--------|---------------|
| Lt.3 | Zona 1 | 4.41 |
| | Zona 2 | 5.08 |
| Lt.4 | Zona 1 | 5.32 |
| | Zona 2 | 6.25 |
| Lt.5 | Zona 1 | 4.08 |
| | Zona 2 | 4.80 |
| Lt.6 | Zona 1 | 2.51 |
| | Zona 2 | 2.77 |
| Lt.7 | Zona 1 | 2.51 |
| | Zona 2 | 2.78 |

C. Biaya

Perhitungan biaya pengecoran dihitung dari total biaya material, biaya sewa alat, dan biaya upah pekerja.

- Biaya material

Material yang digunakan adalah beton *ready mix* dengan mutu K-600 dengan harga Rp 1,200,000/m³ dan mutu K-500 dengan harga Rp 1,040,000/ m³. Berdasarkan perhitungan volume, didapatkan volume bersih beton kolom lantai *basement* 3 yaitu :

- Zona 1

Volume bersih = 101.94 m³

Biaya = (101.94 x 1,200,000) = Rp 122,328,000

- Zona 2

Volume bersih = 99.50 m³

Biaya = (99.50 x 1,200,000) = Rp 119,400,000

- Rekapitulasi biaya material

| Lantai | Zona | Harga Total |
|--------|------|-------------------|
| B3 | 1 | Rp 122,328,000.00 |
| | 2 | Rp 119,400,000.00 |
| B2 | 1 | Rp 122,328,000.00 |

| Lantai | Zona | Harga Total |
|--------|------|-------------------|
| | 2 | Rp 119,400,000.00 |
| B1 | 1 | Rp 122,328,000.00 |
| | 2 | Rp 119,400,000.00 |
| LG | 1 | Rp 208,476,000.00 |
| | 2 | Rp 203,448,000.00 |
| G | 1 | Rp 177,122,400.00 |
| | 2 | Rp 172,848,000.00 |
| 2 | 1 | Rp 103,468,560.00 |
| | 2 | Rp 114,767,120.00 |
| 3 | 1 | Rp 103,468,560.00 |
| | 2 | Rp 114,767,120.00 |
| 4 | 1 | Rp 124,218,640.00 |
| | 2 | Rp 142,462,320.00 |
| 5 | 1 | Rp 95,168,320.00 |
| | 2 | Rp 105,562,080.00 |
| 6 | 1 | Rp 77,305,280.00 |
| | 2 | Rp 60,367,840.00 |
| 7 | 1 | Rp 77,305,280.00 |
| | 2 | Rp 60,367,840.00 |

- Biaya sewa alat

Dalam perhitungan biaya pengecoran kolom dibutuhkan alat *concrete vibrator* dengan harga sewa Rp 3,600,000/bulan dan *concrete bucket* dengan harga sewa Rp 3,000,000/bulan.

Dalam pelaksanaannya alat *concrete vibrator* dan *concrete bucket* digunakan selama selesainya pekerjaan pengecoran. Setelah dilakukan analisa dengan *Microsoft Project* diketahui durasi untuk penggunaan

alat ini adalah 330 hari = 11 bulan, maka perhitungan biayanya adalah :

- *concrete vibrator* yang digunakan sejumlah 4 buah dalam dua zona = $3,600,000 \times 4 \times 11 = \text{Rp } 158,400,000$

▪ perhitungan tiap pekerjaan = $\frac{158,400,000}{8} = \text{Rp } 19,800,000$

▪ perhitungan tiap lantai = $\frac{19,800,000}{11} = \text{Rp } 1,800,000$

- *concrete bucket* yang digunakan sejumlah 2 buah dalam dua zona = $3,000,000 \times 2 \times 11 = \text{Rp } 66,000,000$

▪ perhitungan tiap pekerjaan = $\frac{66,000,000}{2} = \text{Rp } 33,000,000$

▪ perhitungan tiap lantai = $\frac{33,000,000}{11} = \text{Rp } 3,000,000$

• Biaya Upah pekerja kolom lantai *basement* 3 :

Biaya upah pekerja yaitu :

Mandor = Rp 120,000/hari

Kepala Tukang = Rp 110,000/hari

Tukang = Rp 105,000/hari

Pembantu Tukang = Rp 99,000/hari

Kebutuhan jumlah pekerja yaitu :

1 mandor

2 kepala tukang

18 tukang

18 pembantu tukang

Maka perhitungan upah pekerja sebagai berikut :

- Upah pekerja

$$\begin{aligned} &= (1 \times 120,000 \times 4.5) + (2 \times 110,000 \times 4.5) + (18 \times 105,000 \times 4.5) \\ &\quad + (18 \times 99,000 \times 4.5) + (1 \times 120,000 \times 4.56) + (2 \times 110,000 \times 4.56) \\ &\quad + (18 \times 105,000 \times 4.56) + (18 \times 99,000 \times 4.56) \\ &= \text{Rp } 36,348,720 \end{aligned}$$

4. Rekapitulasi Durasi dan Biaya

Dalam hal ini rekapitulasi perhitungan durasi didapatkan dari penjumlahan durasi seluruh pekerjaan yang diambil dari durasi 2 zona. Sedangkan untuk rekapitulasi perhitungan biaya didapatkan dari penjumlahan biaya material, biaya sewa alat, dan biaya upah pekerja.

A. Durasi

| Lantai | Durasi |
|--------------|---------|
| Basement 3 | 25 hari |
| Basement 2 | 25 hari |
| Basement 1 | 24 hari |
| Lower Gorund | 33 hari |
| Ground | 33 hari |
| Lantai 2 | 23 hari |
| Lantai 3 | 23 hari |
| Lantai 4 | 27 hari |
| Lantai 5 | 20 hari |
| Lantai 6 | 14 hari |
| Lantai 7 | 14 hari |

B. Biaya

| Lantai | Biaya |
|--------------|---------------------|
| Basement 3 | Rp 1,967,824,533.04 |
| Basement 2 | Rp 1,967,664,053.04 |
| Basement 1 | Rp 1,810,980,213.04 |
| Lower Gorund | Rp 2,619,333,567.25 |
| Ground | Rp 2,528,537,989.91 |
| Lantai 2 | Rp 1,462,761,874.41 |
| Lantai 3 | Rp 1,568,321,661.08 |
| Lantai 4 | Rp 1,788,899,909.51 |
| Lantai 5 | Rp 1,379,617,535.02 |

| Lantai | Biaya |
|----------|---------------------|
| Lantai 6 | Rp 1,057,917,222.97 |
| Lantai 7 | Rp 1,056,690,202.97 |

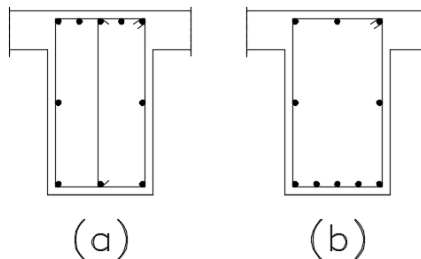
6.9 Pekerjaan Balok

Pada pekerjaan balok ini, perhitungan dibagi menjadi beberapa pekerjaan yaitu pembesian, bekisting, dan pengecoran.

1. Pekerjaan Pembesian

A. Analisa Bahan

Dalam perhitungan analisa bahan pada pekerjaan balok ini digunakan contoh pada balok tipe G2-15 as M.4-M.5 lantai *basement 2* zona 1.



Gambar 6.45 (a) Detail Tulangan Tumpuan, (b) Detail Tulangan Lapangan
sumber: PT.PP (Persero), Tbk

- Data detail balok tipe G2-15 as M.4-M.5 lantai *basement 2* zona 1 :

Dimensi = 0.4 x 0.7 (m)

Tulangan = 5 D22 (tul. atas tumpuan)

2 D10 (tul. samping tumpuan)

3 D22 (tul. bawah tumpuan)

3 D10-100 (tul. sengkang tumpuan)

3 D22 (tul. atas lapangan)
 2 D10 (tul. samping lapangan)
 5 D22 (tul. bawah lapangan)
 D10-200 (tul. sengkang lapangan)

Decking = 0.04 m

- Perhitungan tulangan utama
 - Panjang balok = 8000 mm
 - Lapangan = $\frac{1}{2} \times 8 = 4000$ mm
 - Tumpuan = $\frac{1}{4} \times 8 = 2000$ mm
 - Penjangkaran atas dan bawah = $40 \times D = 40 \times 22 = 880$ mm
 - Penjangkaran samping = $40 \times D = 40 \times 10 = 400$ mm
 - *Overlap* atas dan bawah = $15 \times D = 15 \times 22 = 330$ mm
 - *Overlap* samping = $15 \times D = 15 \times 10 = 150$ mm
 - Lebar kolom pada tumpuan = 800 mm
 - Panjang tulangan utama :
 - Tumpuan atas kiri
 - = ((n tumpuan atas – n lapangan atas) + (panjang tumpuan + lebar kolom + penjangkaran atas + *overlap* atas)) : 1000
 - = ((5 - 3) + (2000 + 800 + 880 + 330)) : 1000
 - = 8.02 m
 - Lapangan atas
 - = (n lapangan atas x ((2 x panjang tumpuan) + (2 x lebar kolom) + penjangkaran atas + *overlap* atas + panjang lapangan)) : 1000
 - = (3 x ((2 x 2000) + (2 x 800) + 880 + 330 + 4000)) : 1000
 - = 32.43 m

- Tumpuan bawah kiri
 - = $(n \text{ tumpuan bawah} \times ((2 \times \text{panjang tumpuan}) + (2 \times \text{lebar kolom}) + \text{penjangkaran atas} + \text{overlap atas} + \text{panjang lapangan})) : 1000$
 - = $(3 \times ((2 \times 2000) + (2 \times 800) + 880 + 330 + 4000)) : 1000$
 - = 32.43 m
- Lapangan bawah
 - = $((n \text{ lapangan bawah} - n \text{ tumpuan bawah}) + (\text{panjang lapangan} + (2 \times \text{overlap samping}))) : 1000$
 - = $((5 - 3) + (4000 + (2 \times 150))) : 1000$
 - = 8.6 m
- Tumpuan atas kanan
 - = $((n \text{ tumpuan atas} - n \text{ lapangan atas}) + (\text{panjang tumpuan} + \text{lebar kolom} + \text{overlap atas})) : 1000$
 - = $((5 - 3) + (2000 + 800 + 330)) : 1000$
 - = 6.26 m
- Panjang total tulangan utama
 - = $8.02 + 32.43 + 32.43 + 8.6 + 6.26$
 - = 87.74 m
- 1 lonjor tulangan = 12 m
- Kebutuhan tulangan D25 = $\frac{87.74}{12} = 8$ lonjor
- Berat tulangan dihitung dengan koefisien berat tulangan dan didapatkan untuk tulangan D22 memiliki berat 2.98 kg/m, maka perhitungannya yaitu = $87.74 \times 2.98 = 261.47$ kg
- Perhitungan tulangan sengkang
 - Dimensi balok = 400 x 700 mm
 - Panjang bengkokan = $6 \times D = 6 \times 10 = 60$ mm
 - Panjang kaitan = 75 mm (i minimum)
 - Jarak tumpuan sengkang = 100 mm

- Jumlah tumpuan sengkang
 - = ((panjang tumpuan – 100) : jarak tumpuan) x n tumpuan sengkang
 - = ((2000 – 100) : 100) x 3)
 - = 57 buah
- Jarak lapangan sengkang = 200 mm
 - Jumlah lapangan sengkang
 - = ((panjang balok – (100 + (jumlah tumpuan sengkang x jarak tumpuan sengkang))) : jarak lapangan sengkang
 - = ((8000 – (100 + (57 x 100))) : 200
 - = 11 buah
- Tumpuan samping
 - = (n tumpuan samping x (panjang lapangan + (2 x panjang tumpuan) + lebar kolom + penjangkaran samping + *overlap* samping)) : 1000
 - = (2 x (4000 + (2 x 2000) + 800 + 400 + 150)) : 1000
 - = 18.7 m
- Panjang total tulangan sengkang
 - = (((((lebar balok x 2) + (tinggi balok x 2) + (panjang bengkokan x 5) + (panjang kaitan x 2)) x jumlah tumpuan sengkang) + (((lebar balok x 2) + (tinggi balok x 2) + (panjang bengkokan x 5) + (panjang kaitan x 2)) x jumlah lapangan sengkang)) : 1000) + tumpuan samping
 - = (((((400 x 2) + (700 x 2) + (60 x 5) + (75 x 2)) x 57) + (((400 x 2) + (700 x 2) + (60 x 5) + (75 x 2)) x 11)) : 1000
 - = 180.2 m + 18.7 m
 - = 198.9 m
- 1 lonjor tulangan = 12 m
- Kebutuhan tulangan D10 = $\frac{198.9}{12} = 17$ lonjor

- Berat tulangan dihitung dengan koefisien berat tulangan dan didapatkan untuk tulangan D10 memiliki berat 0.617 kg/m, maka perhitungannya yaitu = $198.9 \times 0.617 = 122.72$ kg

- Rekapitulasi kebutuhan tulangan

| Lantai | Zona | Diameter Tulangan | Berat (Kg) |
|--------|--------|-------------------|------------|
| B2 | Zona 1 | 10 | 3342 |
| | | 13 | 70 |
| | | 16 | 73 |
| | | 18 | 516 |
| | | 19 | 1831 |
| | | 22 | 4755 |
| | | 25 | 2012 |
| | Zona 2 | 10 | 2823 |
| | | 13 | 44 |
| | | 16 | 46 |
| | | 18 | 377 |
| | | 19 | 1041 |
| | | 22 | 4374 |
| | | 25 | 1718 |
| B1 | Zona 1 | 10 | 3342 |
| | | 13 | 70 |
| | | 16 | 73 |
| | | 18 | 516 |
| | | 19 | 1831 |
| | | 22 | 4755 |
| | | 25 | 2012 |
| | Zona 2 | 10 | 2823 |

| Lantai | Zona | Diameter Tulangan | Berat (Kg) |
|--------|--------|-------------------|------------|
| B1 | Zona 2 | 13 | 44 |
| | | 16 | 46 |
| | | 18 | 377 |
| | | 19 | 1041 |
| | | 22 | 4374 |
| | | 25 | 1718 |
| | | LG | Zona 1 |
| 13 | 70 | | |
| 16 | 73 | | |
| 18 | 516 | | |
| 19 | 1492 | | |
| 22 | 7466 | | |
| 25 | 3047 | | |
| Zona 2 | 10 | | 4094 |
| | 13 | | 44 |
| | 16 | | 46 |
| | 18 | | 377 |
| | 19 | | 993 |
| | 22 | | 7204 |
| | 25 | | 2788 |
| G | Zona 1 | 10 | 7702 |
| | | 13 | 354 |
| | | 16 | 29 |
| | | 18 | 0 |
| | | 19 | 2757 |
| | | 22 | 15050 |
| | | 25 | 4833 |

| Lantai | Zona | Diameter Tulangan | Berat (Kg) |
|--------|--------|-------------------|------------|
| G | Zona 2 | 10 | 6405 |
| | | 13 | 370 |
| | | 16 | 46 |
| | | 18 | 0 |
| | | 19 | 2475 |
| | | 22 | 12674 |
| | | 25 | 4436 |
| LT.2 | Zona 1 | 10 | 2202 |
| | | 13 | 66 |
| | | 16 | 0 |
| | | 18 | 404 |
| | | 19 | 1941 |
| | | 22 | 1854 |
| | | 25 | 5253 |
| | Zona 2 | 10 | 2156 |
| | | 13 | 66 |
| | | 16 | 0 |
| | | 18 | 305 |
| | | 19 | 1975 |
| | | 22 | 1838 |
| | | 25 | 4202 |
| LT.3 | Zona 1 | 10 | 3180 |
| | | 13 | 66 |
| | | 16 | 0 |
| | | 18 | 404 |
| | | 19 | 4240 |
| | | 22 | 3770 |

| Lantai | Zona | Diameter Tulangan | Berat (Kg) |
|--------|--------|-------------------|------------|
| | | | |
| LT.3 | Zona 2 | 10 | 3180 |
| | | 13 | 66 |
| | | 16 | 0 |
| | | 18 | 305 |
| | | 19 | 2543 |
| | | 22 | 3432 |
| | | 25 | 7081 |
| | | LT.4 | Zona 1 |
| 13 | 66 | | |
| 16 | 0 | | |
| 18 | 404 | | |
| 19 | 4240 | | |
| 22 | 3770 | | |
| 25 | 8410 | | |
| Zona 2 | 10 | | 3180 |
| | 13 | | 66 |
| | 16 | | 0 |
| | 18 | | 305 |
| | 19 | | 2543 |
| | 22 | | 3432 |
| | 25 | | 7081 |
| LT.5 | Zona 1 | 10 | 3056 |
| | | 13 | 66 |
| | | 16 | 0 |
| | | 18 | 404 |
| | | 19 | 3368 |

| Lantai | Zona | Diameter Tulangan | Berat (Kg) |
|--------|--------|-------------------|------------|
| | | | |
| LT.5 | Zona | 22 | 2348 |
| | | 25 | 6246 |
| | | | |
| | Zona 2 | 10 | 2066 |
| | | 13 | 66 |
| | | 16 | 0 |
| | | 18 | 305 |
| | | 19 | 1902 |
| | | 22 | 2106 |
| | | 25 | 4821 |
| LT.6 | Zona 1 | 10 | 3668 |
| | | 13 | 169 |
| | | 16 | 849 |
| | | 18 | 0 |
| | | 19 | 847 |
| | | 22 | 5157 |
| | | 25 | 6637 |
| | Zona 2 | 10 | 3621 |
| | | 13 | 192 |
| | | 16 | 799 |
| | | 18 | 0 |
| | | 19 | 847 |
| | | 22 | 4810 |
| | | 25 | 6842 |
| LT.7 | Zona 1 | 10 | 3668 |
| | | 13 | 169 |
| | | 16 | 849 |
| | | 18 | 0 |

| Lantai | Zona | Diameter Tulangan | Berat (Kg) |
|--------|--------|-------------------|------------|
| LT.7 | Zona 1 | 19 | 847 |
| | | 22 | 5157 |
| | | 25 | 6637 |
| | Zona 2 | 10 | 3621 |
| | | 13 | 192 |
| | | 16 | 799 |
| | | 18 | 0 |
| | | 19 | 847 |
| | | 22 | 4810 |
| | | 25 | 6842 |

B. Durasi

Durasi pembesian dihitung dari total durasi pemotongan, pembengkokan, kaitan, dan pemasangan tulangan.

- Pemotongan tulangan

Durasi pemotongan tulangan menggunakan *bar cutter* tiap 100 buah tulangan adalah 2 jam yang dikerjakan satu orang pekerja dengan durasi normal. Durasi pekerja proyek ini adalah 7 jam kerja dalam satu hari.

Untuk pekerjaan balok ini didapatkan jumlah potongan balok lantai *basement* 2 zona 1 sebagai berikut :

- Zona 1

D10 = 1854 buah potongan

D13 = 36 buah potongan

D16 = 24 buah potongan

D18 = 90 buah potongan

D19 = 276 buah potongan

D22 = 588 buah potongan

D25 = 164 buah potongan

Sehingga setelah diketahui jumlah potongan, maka dapat dihitung durasi pemotongan tulangan yaitu :

- Kebutuhan tenaga kerja yaitu :

1 mandor

2 kepala tukang

18 tukang

18 pembantu tukang

- Produktifitas pekerja = $(1 \times 7) + (2 \times 7) + (18 \times 7) + (18 \times 7) = 264.25$ jam/hari

- Produktifitas alat *bar cutter* = 100 buah dalam 2 jam

- Produktifitas grup = $\frac{264.25}{2} \times 100 \times 0.8 = 10570$ buah potongan/hari

- Durasi grup untuk D10 zona 1 yang sejumlah 1854 buah potongan adalah = $\frac{1854}{10570} = 0.18$ hari

- Rekapitulasi durasi grup

| Lantai | Zona | Diameter (mm) | Jumlah (batang) | Durasi Grup (hari) |
|--------|--------|---------------|-----------------|--------------------|
| B2 | Zona 1 | 10 | 1854 | 0.18 |
| | | 13 | 36 | 0.00 |
| | | 16 | 24 | 0.00 |
| | | 18 | 90 | 0.01 |
| | | 19 | 276 | 0.03 |
| | | 22 | 588 | 0.06 |
| | | 25 | 164 | 0.02 |
| | Total | | | 0.29 |
| | Zona 2 | 10 | 1559 | 0.15 |
| | | 13 | 24 | 0.00 |

| Lantai | Zona | Diameter (mm) | Jumlah (batang) | Durasi Grup (hari) |
|--------|--------|---------------|-----------------|--------------------|
| B2 | Zona 2 | 16 | 12 | 0.00 |
| | | 18 | 90 | 0.01 |
| | | 19 | 216 | 0.02 |
| | | 22 | 540 | 0.05 |
| | | 25 | 164 | 0.02 |
| | | Total | | |
| | B1 | Zona 1 | 10 | 1854 |
| 13 | | | 36 | 0.00 |
| 16 | | | 24 | 0.00 |
| 18 | | | 90 | 0.01 |
| 19 | | | 276 | 0.03 |
| 22 | | | 588 | 0.06 |
| 25 | | | 164 | 0.02 |
| Total | | | 0.29 | |
| Zona 2 | | 10 | 1559 | 0.15 |
| | | 13 | 24 | 0.00 |
| | | 16 | 12 | 0.00 |
| | | 18 | 90 | 0.01 |
| | | 19 | 216 | 0.02 |
| | | 22 | 540 | 0.05 |
| | 25 | 164 | 0.02 | |
| Total | | | 0.25 | |
| LG | Zona 1 | 10 | 2523 | 0.24 |
| | | 13 | 36 | 0.00 |
| | | 16 | 24 | 0.00 |
| | | 18 | 90 | 0.01 |

| Lantai | Zona | Diameter (mm) | Jumlah (batang) | Durasi Grup (hari) | |
|--------|--------|---------------|-----------------|--------------------|------|
| LG | Zona 1 | 19 | 271 | 0.03 | |
| | | 22 | 966 | 0.09 | |
| | | 25 | 260 | 0.02 | |
| | Total | | | | 0.39 |
| | Zona 2 | 10 | 2216 | 0.21 | |
| | | 13 | 24 | 0.00 | |
| | | 16 | 12 | 0.00 | |
| | | 18 | 90 | 0.01 | |
| | | 19 | 198 | 0.02 | |
| | | 22 | 894 | 0.08 | |
| | | 25 | 260 | 0.02 | |
| | Total | | | | 0.35 |
| | G | Zona 1 | 10 | 4371 | 0.41 |
| | | | 13 | 36 | 0.00 |
| 16 | | | 24 | 0.00 | |
| 18 | | | 0 | 0.00 | |
| 19 | | | 538 | 0.05 | |
| 22 | | | 1731 | 0.16 | |
| 25 | | | 479 | 0.05 | |
| Total | | | | 0.68 | |
| Zona 2 | | 10 | 3686 | 0.35 | |
| | | 13 | 24 | 0.00 | |
| | | 16 | 12 | 0.00 | |
| | | 18 | 0 | 0.00 | |
| | | 19 | 445 | 0.04 | |
| | | 22 | 1581 | 0.15 | |

| Lantai | Zona | Diameter (mm) | Jumlah (batang) | Durasi Grup (hari) |
|--------|--------|---------------|-----------------|--------------------|
| | | 25 | 427 | 0.04 |
| Total | | | 0.58 | |
| LT.2 | Zona 1 | 10 | 1268 | 0.12 |
| | | 13 | 36 | 0.00 |
| | | 16 | 0 | 0.00 |
| | | 18 | 90 | 0.01 |
| | | 19 | 373 | 0.04 |
| | | 22 | 257 | 0.02 |
| | | 25 | 733 | 0.07 |
| | Total | | | 0.26 |
| | Zona 2 | 10 | 1267 | 0.12 |
| | | 13 | 36 | 0.00 |
| | | 16 | 0 | 0.00 |
| | | 18 | 72 | 0.01 |
| | | 19 | 349 | 0.03 |
| | | 22 | 257 | 0.02 |
| 25 | | 566 | 0.05 | |
| Total | | | 0.24 | |
| LT.3 | Zona 1 | 10 | 2466 | 0.23 |
| | | 13 | 36 | 0.00 |
| | | 16 | 0 | 0.00 |
| | | 18 | 90 | 0.01 |
| | | 19 | 738 | 0.07 |
| | | 22 | 577 | 0.05 |
| | | 25 | 1127 | 0.11 |
| | Total | | | 0.48 |

| Lantai | Zona | Diameter | Jumlah (batang) | Durasi Grup (hari) |
|--------|--------|----------|-----------------|--------------------|
| LT.3 | Zona 2 | 10 | 1769 | 0.17 |
| | | 13 | 36 | 0.00 |
| | | 16 | 0 | 0.00 |
| | | 18 | 72 | 0.01 |
| | | 19 | 637 | 0.06 |
| | | 22 | 496 | 0.05 |
| | | 25 | 905 | 0.09 |
| | Total | | | 0.37 |
| LT.4 | Zona 1 | 10 | 2466 | 0.23 |
| | | 13 | 36 | 0.00 |
| | | 16 | 0 | 0.00 |
| | | 18 | 90 | 0.01 |
| | | 19 | 738 | 0.07 |
| | | 22 | 577 | 0.05 |
| | | 25 | 1127 | 0.11 |
| | Total | | | 0.48 |
| | Zona 2 | 10 | 1769 | 0.17 |
| | | 13 | 36 | 0.00 |
| | | 16 | 0 | 0.00 |
| | | 18 | 72 | 0.01 |
| | | 19 | 637 | 0.06 |
| | | 22 | 496 | 0.05 |
| 25 | | 905 | 0.09 | |
| Total | | | 0.37 | |
| Zona 1 | 10 | 1795 | 0.17 | |
| | 13 | 36 | 0.00 | |

| Lantai | Zona | Diameter (mm) | Jumlah (batang) | Durasi Grup (hari) |
|--------|--------|---------------|-----------------|--------------------|
| LT.5 | Zona 1 | 16 | 0 | 0.00 |
| | | 18 | 90 | 0.01 |
| | | 19 | 535 | 0.05 |
| | | 22 | 338 | 0.03 |
| | | 25 | 861 | 0.08 |
| | | Total | | |
| | Zona 2 | 10 | 1198 | 0.11 |
| | | 13 | 36 | 0.00 |
| | | 16 | 0 | 0.00 |
| | | 18 | 72 | 0.01 |
| | | 19 | 469 | 0.04 |
| | | 22 | 338 | 0.03 |
| | | 25 | 646 | 0.06 |
| | Total | | | 0.26 |
| | LT.6 | Zona 1 | 10 | 2188 |
| 13 | | | 120 | 0.01 |
| 16 | | | 252 | 0.02 |
| 18 | | | 0 | 0.00 |
| 19 | | | 268 | 0.03 |
| 22 | | | 730 | 0.07 |
| 25 | | | 615 | 0.06 |
| Total | | | 0.39 | |
| Zona 2 | | 10 | 2167 | 0.21 |
| | | 13 | 108 | 0.01 |
| | | 16 | 234 | 0.02 |
| | 18 | 0 | 0.00 | |

| Lantai | Zona | Diameter (mm) | Jumlah (batang) | Durasi Grup (hari) |
|--------|--------|---------------|-----------------|--------------------|
| LT.6 | Zona 2 | 19 | 268 | 0.03 |
| | | 22 | 688 | 0.07 |
| | | 25 | 615 | 0.06 |
| | Total | | | 0.39 |
| LT.7 | Zona 1 | 10 | 2188 | 0.21 |
| | | 13 | 120 | 0.01 |
| | | 16 | 252 | 0.02 |
| | | 18 | 0 | 0.00 |
| | | 19 | 268 | 0.03 |
| | | 22 | 730 | 0.07 |
| | | 25 | 615 | 0.06 |
| | Total | | | 0.39 |
| | Zona 2 | 10 | 2167 | 0.21 |
| | | 13 | 108 | 0.01 |
| | | 16 | 234 | 0.02 |
| | | 18 | 0 | 0.00 |
| | | 19 | 268 | 0.03 |
| | | 22 | 688 | 0.07 |
| 25 | | 615 | 0.06 | |
| Total | | | 0.39 | |

- Pembengkokan tulangan

Durasi untuk perhitungan pembengkokan menggunakan *bar bender* oleh satu orang pekerja adalah 100 buah bengkakan dalam durasi normal. Durasi pekerja proyek ini adalah 7 jam kerja dalam satu hari.

Untuk pekerjaan balok ini didapatkan jumlah bengkokan balok lantai *basement* 2 zona 1 sebagai berikut :

- Zona 1

D10 = 5562 buah bengkokan

D13 = 0 buah bengkokan

D16 = 0 buah bengkokan

D18 = 0 buah bengkokan

D19 = 0 buah bengkokan

D22 = 0 buah bengkokan

D25 = 0 buah bengkokan

Sehingga setelah diketahui jumlah bengkokan, maka dapat dihitung durasi pembengkokan tulangan yaitu :

- Kebutuhan tenaga kerja yaitu :

1 mandor

2 kepala tukang

18 tukang

18 pembantu tukang

- Produktifitas pekerja = $(1 \times 7) + (2 \times 7) + (18 \times 7) + (18 \times 7) = 264.25$ jam/hari

- Produktifitas alat *bar bender* = 100 buah dalam 1.15 jam (untuk D10)

- Produktifitas grup = $\frac{264.25}{1.15} \times 100 \times 0.8 = 18383$ buah bengkokan/hari

- Durasi grup untuk D10 zona 1 yang sejumlah 5562 buah bengkokan adalah = $\frac{5562}{18383} = 0.30$ hari

- Rekapitulasi durasi grup

| Lantai | Zona | Diameter (mm) | Jumlah (batang) | Durasi Grup (hari) |
|--------|--------|---------------|-----------------|--------------------|
| B2 | Zona 1 | 10 | 5562 | 0.30 |

| Lantai | Zona | Diameter (mm) | Jumlah (batang) | Durasi Grup (hari) | |
|--------|--------|---------------|-----------------|--------------------|------|
| B2 | Zona 1 | 13 | 0 | 0.00 | |
| | | 16 | 0 | 0.00 | |
| | | 18 | 0 | 0.00 | |
| | | 19 | 0 | 0.00 | |
| | | 22 | 0 | 0.00 | |
| | | 25 | 0 | 0.00 | |
| | | Total | | | 0.30 |
| | Zona 2 | 10 | 4677 | 0.25 | |
| | | 13 | 0 | 0.00 | |
| | | 16 | 0 | 0.00 | |
| | | 18 | 0 | 0.00 | |
| | | 19 | 0 | 0.00 | |
| | | 22 | 0 | 0.00 | |
| | | 25 | 0 | 0.00 | |
| | Total | | | 0.25 | |
| | B1 | Zona 1 | 10 | 5562 | 0.30 |
| | | | 13 | 0 | 0.00 |
| 16 | | | 0 | 0.00 | |
| 18 | | | 0 | 0.00 | |
| 19 | | | 0 | 0.00 | |
| 22 | | | 0 | 0.00 | |
| 25 | | | 0 | 0.00 | |
| Total | | | 0.30 | | |
| Zona 2 | | 10 | 4677 | 0.25 | |
| | | 13 | 0 | 0.00 | |
| | 16 | 0 | 0.00 | | |

| Lantai | Zona | Diameter (mm) | Jumlah (batang) | Durasi Grup (hari) | |
|--------|--------|---------------|-----------------|--------------------|------|
| B1 | Zona 2 | 18 | 0 | 0.00 | |
| | | 19 | 0 | 0.00 | |
| | | 22 | 0 | 0.00 | |
| | | 25 | 0 | 0.00 | |
| | Total | | | | 0.25 |
| LG | Zona 1 | 10 | 7569 | 0.41 | |
| | | 13 | 0 | 0.00 | |
| | | 16 | 0 | 0.00 | |
| | | 18 | 0 | 0.00 | |
| | | 19 | 0 | 0.00 | |
| | | 22 | 0 | 0.00 | |
| | | 25 | 0 | 0.00 | |
| | Total | | | | 0.41 |
| | Zona 2 | 10 | 6648 | 0.36 | |
| | | 13 | 0 | 0.00 | |
| | | 16 | 0 | 0.00 | |
| | | 18 | 0 | 0.00 | |
| | | 19 | 0 | 0.00 | |
| 22 | | 0 | 0.00 | | |
| 25 | | 0 | 0.00 | | |
| Total | | | | 0.36 | |
| G | Zona 1 | 10 | 13113 | 0.71 | |
| | | 13 | 0 | 0.00 | |
| | | 16 | 0 | 0.00 | |
| | | 18 | 0 | 0.00 | |
| | | 19 | 0 | 0.00 | |

| Lantai | Zona | Diameter (mm) | Jumlah (batang) | Durasi Grup (hari) |
|--------|--------|------------------|--------------------|--------------------------|
| | | | 22 | 0 |
| | 25 | 0 | 0.00 | |
| G | Total | | | 0.71 |
| | Zona 2 | 10 | 11058 | 0.60 |
| | | 13 | 0 | 0.00 |
| | | 16 | 0 | 0.00 |
| | | 18 | 0 | 0.00 |
| | | 19 | 0 | 0.00 |
| | | 22 | 0 | 0.00 |
| | 25 | 0 | 0.00 | |
| | Total | | | 0.60 |
| | LT.2 | Zona 1 | 10 | 3804 |
| 13 | | | 0 | 0.00 |
| 16 | | | 0 | 0.00 |
| 18 | | | 0 | 0.00 |
| 19 | | | 0 | 0.00 |
| 22 | | | 0 | 0.00 |
| 25 | | | 0 | 0.00 |
| Total | | | 0.21 | |
| Zona 2 | | 10 | 3801 | 0.21 |
| | | 13 | 0 | 0.00 |
| | | 16 | 0 | 0.00 |
| | | 18 | 0 | 0.00 |
| | | 19 | 0 | 0.00 |
| | | 22 | 0 | 0.00 |
| 25 | 0 | 0.00 | | |

| Lantai | Zona | Diameter (mm) | Jumlah (batang) | Durasi Grup (hari) |
|--------|--------|---------------|-----------------|--------------------|
| | Total | | | 0.21 |
| LT.3 | Zona 1 | 10 | 7398 | 0.40 |
| | | 13 | 0 | 0.00 |
| | | 16 | 0 | 0.00 |
| | | 18 | 0 | 0.00 |
| | | 19 | 0 | 0.00 |
| | | 22 | 0 | 0.00 |
| | | 25 | 0 | 0.00 |
| | Total | | | 0.40 |
| | Zona 2 | 10 | 5307 | 0.29 |
| | | 13 | 0 | 0.00 |
| | | 16 | 0 | 0.00 |
| | | 18 | 0 | 0.00 |
| | | 19 | 0 | 0.00 |
| | | 22 | 0 | 0.00 |
| 25 | | 0 | 0.00 | |
| Total | | | 0.29 | |
| LT.4 | Zona 1 | 10 | 7398 | 0.40 |
| | | 13 | 0 | 0.00 |
| | | 16 | 0 | 0.00 |
| | | 18 | 0 | 0.00 |
| | | 19 | 0 | 0.00 |
| | | 22 | 0 | 0.00 |
| | | 25 | 0 | 0.00 |
| | Total | | | 0.40 |
| | Zona 2 | 10 | 5307 | 0.29 |

| Lantai | Zona | Diameter (mm) | Jumlah (batang) | Durasi Grup (hari) |
|--------|--------|---------------|-----------------|--------------------|
| LT.4 | Zona 2 | 13 | 0 | 0.00 |
| | | 16 | 0 | 0.00 |
| | | 18 | 0 | 0.00 |
| | | 19 | 0 | 0.00 |
| | | 22 | 0 | 0.00 |
| | | 25 | 0 | 0.00 |
| | | Total | | 0.29 |
| | LT.5 | Zona 1 | 10 | 5385 |
| 13 | | | 0 | 0.00 |
| 16 | | | 0 | 0.00 |
| 18 | | | 0 | 0.00 |
| 19 | | | 0 | 0.00 |
| 22 | | | 0 | 0.00 |
| 25 | | | 0 | 0.00 |
| Total | | | 0.29 | |
| Zona 2 | | 10 | 3594 | 0.20 |
| | | 13 | 0 | 0.00 |
| | | 16 | 0 | 0.00 |
| | | 18 | 0 | 0.00 |
| | | 19 | 0 | 0.00 |
| | | 22 | 0 | 0.00 |
| | 25 | 0 | 0.00 | |
| Total | | 0.20 | | |
| LT.6 | Zona 1 | 10 | 6564 | 0.36 |
| | | 13 | 0 | 0.00 |
| | | 16 | 0 | 0.00 |

| Lantai | Zona | Diameter (mm) | Jumlah (batang) | Durasi Grup (hari) | |
|--------|--------|---------------|-----------------|--------------------|------|
| LT.6 | Zona 1 | 18 | 0 | 0.00 | |
| | | 19 | 0 | 0.00 | |
| | | 22 | 0 | 0.00 | |
| | | 25 | 0 | 0.00 | |
| | Total | | | | 0.36 |
| | Zona 2 | 10 | 6501 | 0.35 | |
| | | 13 | 0 | 0.00 | |
| | | 16 | 0 | 0.00 | |
| | | 18 | 0 | 0.00 | |
| | | 19 | 0 | 0.00 | |
| | | 22 | 0 | 0.00 | |
| | | 25 | 0 | 0.00 | |
| | Total | | | | 0.35 |
| | LT.7 | Zona 1 | 10 | 6564 | 0.36 |
| 13 | | | 0 | 0.00 | |
| 16 | | | 0 | 0.00 | |
| 18 | | | 0 | 0.00 | |
| 19 | | | 0 | 0.00 | |
| 22 | | | 0 | 0.00 | |
| 25 | | | 0 | 0.00 | |
| Total | | | | 0.36 | |
| Zona 2 | | 10 | 6501 | 0.35 | |
| | | 13 | 0 | 0.00 | |
| | | 16 | 0 | 0.00 | |
| | 18 | 0 | 0.00 | | |
| | 19 | 0 | 0.00 | | |

| Lantai | Zona | Diameter (mm) | Jumlah (batang) | Durasi Grup (hari) |
|--------|--------|---------------|-----------------|--------------------|
| LT.7 | Zona 2 | 22 | 0 | 0.00 |
| | | 25 | 0 | 0.00 |
| | Total | | | 0.35 |

- Kaitan tulangan

Durasi untuk perhitungan kaitan menggunakan *bar bender* oleh satu orang pekerja adalah 100 buah kaitan dalam durasi normal. Durasi pekerja proyek ini adalah 7 jam kerja dalam satu hari.

Untuk pekerjaan balok ini didapatkan jumlah kaitan balok lantai *basement 2* zona 1 sebagai berikut :

- Zona 1

D10 = 3708 buah kaitan

D13 = 24 buah kaitan

D16 = 16 buah kaitan

D18 = 60 buah kaitan

D19 = 190 buah kaitan

D22 = 392 buah kaitan

D25 = 120 buah kaitan

Sehingga setelah diketahui jumlah kaitan, maka dapat dihitung durasi kaitan tulangan yaitu :

- Kebutuhan tenaga kerja yaitu :

1 mandor

2 kepala tukang

18 tukang

18 pembantu tukang

- Produktifitas pekerja = $(1 \times 7) + (2 \times 7) + (18 \times 7) + (18 \times 7) = 264.25$ jam/hari

- Produktifitas alat *bar bender* = 100 buah dalam 1.85 jam (untuk D10)

- Produktifitas grup = $\frac{264.25}{1.85} \times 100 \times 0.8 = 11427$ buah kaitan/hari
- Durasi grup untuk D10 zona 1 yang sejumlah 3708 buah kaitan adalah = $\frac{3708}{11427} = 0.32$ hari
- Rekapitulasi durasi grup

| Lantai | Zona | Diameter (mm) | Jumlah (batang) | Durasi Grup (hari) | |
|--------|--------|---------------|-----------------|--------------------|------|
| B2 | Zona 1 | 10 | 3708 | 0.32 | |
| | | 13 | 24 | 0.00 | |
| | | 16 | 16 | 0.00 | |
| | | 18 | 60 | 0.01 | |
| | | 19 | 190 | 0.02 | |
| | | 22 | 392 | 0.04 | |
| | | 25 | 120 | 0.02 | |
| | Total | | | | 0.42 |
| | Zona 2 | 10 | 3118 | 0.27 | |
| | | 13 | 16 | 0.00 | |
| | | 16 | 8 | 0.00 | |
| | | 18 | 60 | 0.01 | |
| | | 19 | 150 | 0.02 | |
| | | 22 | 360 | 0.04 | |
| 25 | | 120 | 0.02 | | |
| Total | | | | 0.35 | |
| B1 | Zona 1 | 10 | 3708 | 0.32 | |
| | | 13 | 24 | 0.00 | |
| | | 16 | 16 | 0.00 | |
| | | 18 | 60 | 0.01 | |
| | | 19 | 190 | 0.02 | |

| Lantai | Zona | Diameter (mm) | Jumlah (batang) | Durasi Grup (hari) | |
|--------|--------|---------------|-----------------|--------------------|------|
| B1 | Zona 1 | 22 | 392 | 0.04 | |
| | | 25 | 120 | 0.02 | |
| | | Total | | | 0.42 |
| | Zona 2 | 10 | 3118 | 0.27 | |
| | | 13 | 16 | 0.00 | |
| | | 16 | 8 | 0.00 | |
| | | 18 | 60 | 0.01 | |
| | | 19 | 150 | 0.02 | |
| | | 22 | 360 | 0.04 | |
| | | 25 | 120 | 0.02 | |
| | Total | | | 0.35 | |
| | LG | Zona 1 | 10 | 5046 | 0.44 |
| | | | 13 | 24 | 0.00 |
| | | | 16 | 16 | 0.00 |
| 18 | | | 60 | 0.01 | |
| 19 | | | 192 | 0.02 | |
| 22 | | | 644 | 0.07 | |
| 25 | | | 184 | 0.03 | |
| Total | | | 0.57 | | |
| Zona 2 | | 10 | 4432 | 0.39 | |
| | | 13 | 16 | 0.00 | |
| | | 16 | 8 | 0.00 | |
| | | 18 | 60 | 0.01 | |
| | | 19 | 140 | 0.02 | |
| | | 22 | 596 | 0.06 | |
| | 25 | 184 | 0.03 | | |

| Lantai | Zona | Diameter (mm) | Jumlah (batang) | Durasi Grup (hari) |
|--------|--------|---------------|-----------------|--------------------|
| | Total | | | 0.50 |
| G | Zona 1 | 10 | 8742 | 0.77 |
| | | 13 | 24 | 0.00 |
| | | 16 | 16 | 0.00 |
| | | 18 | 0 | 0.00 |
| | | 19 | 380 | 0.04 |
| | | 22 | 1154 | 0.13 |
| | | 25 | 330 | 0.05 |
| | Total | | | 0.98 |
| | Zona 2 | 10 | 7372 | 0.65 |
| | | 13 | 16 | 0.00 |
| | | 16 | 8 | 0.00 |
| | | 18 | 0 | 0.00 |
| | | 19 | 316 | 0.03 |
| | | 22 | 1054 | 0.11 |
| | | 25 | 292 | 0.04 |
| Total | | | 0.84 | |
| LT.2 | Zona 1 | 10 | 2536 | 0.22 |
| | | 13 | 24 | 0.00 |
| | | 16 | 0 | 0.00 |
| | | 18 | 60 | 0.01 |
| | | 19 | 258 | 0.03 |
| | | 22 | 176 | 0.02 |
| | | 25 | 496 | 0.07 |
| | Total | | | 0.35 |
| | Zona 2 | 10 | 2534 | 0.22 |

| Lantai | Zona | Diameter (mm) | Jumlah (batang) | Durasi Grup (hari) |
|--------|--------|---------------|-----------------|--------------------|
| LT.2 | Zona 2 | 13 | 24 | 0.00 |
| | | 16 | 0 | 0.00 |
| | | 18 | 48 | 0.01 |
| | | 19 | 240 | 0.03 |
| | | 22 | 176 | 0.02 |
| | | 25 | 386 | 0.05 |
| | | Total | | |
| | LT.3 | Zona 1 | 10 | 4932 |
| 13 | | | 24 | 0.00 |
| 16 | | | 0 | 0.00 |
| 18 | | | 60 | 0.01 |
| 19 | | | 508 | 0.06 |
| 22 | | | 394 | 0.04 |
| 25 | | | 768 | 0.11 |
| Total | | | 0.65 | |
| Zona 2 | | 10 | 3538 | 0.31 |
| | | 13 | 24 | 0.00 |
| | | 16 | 0 | 0.00 |
| | | 18 | 48 | 0.01 |
| | | 19 | 434 | 0.05 |
| | | 22 | 340 | 0.04 |
| | 25 | 616 | 0.09 | |
| Total | | | 0.49 | |
| LT.4 | Zona 1 | 10 | 4932 | 0.43 |
| | | 13 | 24 | 0.00 |
| | | 16 | 0 | 0.00 |

| Lantai | Zona | Diameter (mm) | Jumlah (batang) | Durasi Grup (hari) | |
|--------|--------|---------------|-----------------|--------------------|------|
| LT.4 | Zona 1 | 18 | 60 | 0.01 | |
| | | 19 | 508 | 0.06 | |
| | | 22 | 394 | 0.04 | |
| | | 25 | 768 | 0.11 | |
| | Total | | | | 0.65 |
| | Zona 2 | 10 | 3538 | 0.31 | |
| | | 13 | 24 | 0.00 | |
| | | 16 | 0 | 0.00 | |
| | | 18 | 48 | 0.01 | |
| | | 19 | 434 | 0.05 | |
| | | 22 | 340 | 0.04 | |
| | 25 | 616 | 0.09 | | |
| | Total | | | | 0.49 |
| | LT.5 | Zona 1 | 10 | 3590 | 0.31 |
| 13 | | | 24 | 0.00 | |
| 16 | | | 0 | 0.00 | |
| 18 | | | 60 | 0.01 | |
| 19 | | | 366 | 0.04 | |
| 22 | | | 230 | 0.03 | |
| 25 | | 582 | 0.08 | | |
| Total | | | | 0.47 | |
| Zona 2 | | 10 | 2396 | 0.21 | |
| | | 13 | 24 | 0.00 | |
| | | 16 | 0 | 0.00 | |
| | 18 | 48 | 0.01 | | |
| 19 | 320 | 0.03 | | | |

| Lantai | Zona | Diameter (mm) | Jumlah (batang) | Durasi Grup (hari) |
|--------|--------|---------------|-----------------|--------------------|
| LT.5 | Zona 2 | 22 | 230 | 0.03 |
| | | 25 | 438 | 0.06 |
| | | Total | | 0.34 |
| | LT.6 | Zona 1 | 10 | 4376 |
| 13 | | | 80 | 0.01 |
| 16 | | | 168 | 0.02 |
| 18 | | | 0 | 0.00 |
| 19 | | | 186 | 0.02 |
| 22 | | | 508 | 0.06 |
| 25 | | | 424 | 0.06 |
| Total | | 0.54 | | |
| Zona 2 | | 10 | 4334 | 0.38 |
| | | 13 | 72 | 0.01 |
| | | 16 | 156 | 0.02 |
| | | 18 | 0 | 0.00 |
| | | 19 | 186 | 0.02 |
| | | 22 | 480 | 0.05 |
| | 25 | 424 | 0.06 | |
| Total | | 0.54 | | |
| LT.7 | Zona 1 | 10 | 4376 | 0.38 |
| | | 13 | 80 | 0.01 |
| | | 16 | 168 | 0.02 |
| | | 18 | 0 | 0.00 |
| | | 19 | 186 | 0.02 |
| | | 22 | 508 | 0.06 |
| | | 25 | 424 | 0.06 |

| Lantai | Zona | Diameter (mm) | Jumlah (batang) | Durasi Grup (hari) |
|--------|--------|---------------|-----------------|--------------------|
| LT.7 | Total | | | 0.54 |
| | Zona 2 | 10 | 4334 | 0.38 |
| | | 13 | 72 | 0.01 |
| | | 16 | 156 | 0.02 |
| | | 18 | 0 | 0.00 |
| | | 19 | 186 | 0.02 |
| | | 22 | 480 | 0.05 |
| | | 25 | 424 | 0.06 |
| | Total | | | 0.54 |

- Pemasangan tulangan

Durasi untuk perhitungan pemasangan tulangan oleh satu orang pekerja adalah 100 buah pasang tulangan dalam durasi normal. Durasi pekerja proyek ini adalah 7 jam kerja dalam satu hari.

Untuk pekerjaan balok ini didapatkan jumlah memasang tulangan balok lantai *basement* 2 zona 1 sebagai berikut :

- Zona 1

Panjang tulangan 3m :

D10 = 1854 buah

D13 = 36 buah

D16 = 24 buah

D18 = 90 buah

D19 = 248 buah

D22 = 442 buah

D25 = 120 buah

Panjang tulangan 3-6 m :

D10 = 0 buah

D13 = 0 buah
 D16 = 0 buah
 D18 = 0 buah
 D19 = 28 buah
 D22 = 146 buah
 D25 = 44 buah

Panjang tulangan 6-9 m :

D10 = 0 buah
 D13 = 0 buah
 D16 = 0 buah
 D18 = 0 buah
 D19 = 0 buah
 D22 = 0 buah
 D25 = 0 buah

Sehingga setelah diketahui jumlah pasang tulangan, maka dapat dihitung durasi pasang tulangan yaitu :

- Kebutuhan tenaga kerja yaitu :

1 mandor

2 kepala tukang

18 tukang

18 pembantu tukang

- Produktifitas pekerja = $(1 \times 7) + (2 \times 7) + (18 \times 7) + (18 \times 7) = 264.25$ jam/hari

- Produktifitas pasang = 100 buah dalam 4.75 jam (untuk D10) dengan panjang 3 m

- Produktifitas grup = $\frac{264.25}{4.75} \times 100 \times 0.8 = 4451$ buah pasang/hari

- Durasi grup untuk D10 zona 1 panjang 3 m yang sejumlah 1854 buah pasang adalah = $\frac{1854}{4451} = 0.42$ hari

- Rekapitulasi durasi grup

| Lantai | Zona | Diameter (mm) | Panjang 3 m | | |
|--------|--------|------------------|-------------|----------------|------|
| | | | n | Durasi Grup | |
| B2 | Zona 1 | 10 | 1854 | 0.42 | |
| | | 13 | 36 | 0.01 | |
| | | 16 | 24 | 0.01 | |
| | | 18 | 90 | 0.02 | |
| | | 19 | 248 | 0.07 | |
| | | 22 | 442 | 0.12 | |
| | | 25 | 120 | 0.04 | |
| | Total | | | | 0.68 |
| | Zona 2 | 10 | 1559 | 0.35 | |
| | | 13 | 24 | 0.01 | |
| | | 16 | 12 | 0.00 | |
| | | 18 | 90 | 0.02 | |
| | | 19 | 199 | 0.05 | |
| | | 22 | 430 | 0.12 | |
| | | 25 | 148 | 0.05 | |
| Total | | | | 0.60 | |
| B1 | Zona 1 | 10 | 1854 | 0.42 | |
| | | 13 | 36 | 0.01 | |
| | | 16 | 24 | 0.01 | |
| | | 18 | 90 | 0.02 | |
| | | 19 | 248 | 0.07 | |
| | | 22 | 442 | 0.12 | |
| | | 25 | 120 | 0.04 | |
| | Total | | | | 0.68 |
| | Zona 2 | 10 | 1559 | 0.35 | |

| Lantai | Zona | Diameter (mm) | n | Durasi Grup |
|--------|--------|---------------|------|-------------|
| B1 | Zona | 13 | 24 | 0.01 |
| | | 16 | 12 | 0.00 |
| | Zona 2 | 18 | 90 | 0.02 |
| | | 19 | 199 | 0.05 |
| | | 22 | 430 | 0.12 |
| | | 25 | 148 | 0.05 |
| | | Total | | |
| | LG | Zona 1 | 10 | 2523 |
| 13 | | | 36 | 0.01 |
| 16 | | | 24 | 0.01 |
| 18 | | | 90 | 0.02 |
| 19 | | | 222 | 0.06 |
| 22 | | | 742 | 0.20 |
| 25 | | | 184 | 0.06 |
| Total | | | 0.93 | |
| Zona 2 | | 10 | 2216 | 0.50 |
| | | 13 | 24 | 0.01 |
| | | 16 | 12 | 0.00 |
| | | 18 | 90 | 0.02 |
| | | 19 | 180 | 0.05 |
| | | 22 | 700 | 0.19 |
| | | 25 | 212 | 0.07 |
| Total | | | 0.84 | |
| G | Zona 1 | 10 | 4371 | 0.98 |
| | | 13 | 36 | 0.01 |
| | | 16 | 24 | 0.01 |
| | | 18 | 0 | 0.00 |

| Lantai | Zona | Diameter (mm) | n | Durasi Grup | |
|--------|--------|---------------|------|-------------|------|
| G | Zona 1 | 19 | 457 | 0.12 | |
| | | 22 | 1214 | 0.33 | |
| | | 25 | 399 | 0.13 | |
| | Total | | | | 1.58 |
| | Zona 2 | 10 | 3686 | 0.83 | |
| | | 13 | 24 | 0.01 | |
| | | 16 | 12 | 0.00 | |
| | | 18 | 0 | 0.00 | |
| | | 19 | 384 | 0.10 | |
| | | 22 | 1222 | 0.33 | |
| | | 25 | 361 | 0.12 | |
| | Total | | | | 1.39 |
| | LT.2 | Zona 1 | 10 | 1268 | 0.28 |
| | | | 13 | 36 | 0.01 |
| | | | 16 | 0 | 0.00 |
| 18 | | | 90 | 0.02 | |
| 19 | | | 344 | 0.09 | |
| 22 | | | 218 | 0.06 | |
| 25 | | | 693 | 0.22 | |
| Total | | | | 0.69 | |
| Zona 2 | | 10 | 1267 | 0.28 | |
| | | 13 | 36 | 0.01 | |
| | | 16 | 0 | 0.00 | |
| | | 18 | 72 | 0.02 | |
| | | 19 | 309 | 0.08 | |
| | | 22 | 208 | 0.06 | |
| | 25 | 498 | 0.16 | | |

| Lantai | Zona | Diameter (mm) | n | Durasi Grup |
|--------|--------|---------------|------|-------------|
| | Total | | | 0.61 |
| LT.3 | Zona 1 | 10 | 2466 | 0.55 |
| | | 13 | 36 | 0.01 |
| | | 16 | 0 | 0.00 |
| | | 18 | 90 | 0.02 |
| | | 19 | 669 | 0.18 |
| | | 22 | 502 | 0.14 |
| | | 25 | 1033 | 0.33 |
| | Total | | | 1.24 |
| | Zona 2 | 10 | 1769 | 0.40 |
| | | 13 | 36 | 0.01 |
| | | 16 | 0 | 0.00 |
| | | 18 | 72 | 0.02 |
| | | 19 | 627 | 0.17 |
| | | 22 | 434 | 0.12 |
| 25 | | 810 | 0.26 | |
| Total | | | 0.97 | |
| LT.4 | Zona 1 | 10 | 2466 | 0.55 |
| | | 13 | 36 | 0.01 |
| | | 16 | 0 | 0.00 |
| | | 18 | 90 | 0.02 |
| | | 19 | 669 | 0.18 |
| | | 22 | 502 | 0.14 |
| | | 25 | 1033 | 0.33 |
| | Total | | | 1.24 |
| | Zona 2 | 10 | 1769 | 0.40 |
| | | 13 | 36 | 0.01 |

| Lantai | Zona | Diameter (mm) | n | Durasi Grup |
|--------|--------|---------------|------|-------------|
| LT.4 | Zona 2 | 16 | 0 | 0.00 |
| | | 18 | 72 | 0.02 |
| | | 19 | 627 | 0.17 |
| | | 22 | 434 | 0.12 |
| | | 25 | 810 | 0.26 |
| | | Total | | 0.97 |
| | LT.5 | Zona 1 | 10 | 1795 |
| 13 | | | 36 | 0.01 |
| 16 | | | 0 | 0.00 |
| 18 | | | 90 | 0.02 |
| 19 | | | 466 | 0.13 |
| 22 | | | 286 | 0.08 |
| 25 | | | 807 | 0.26 |
| Total | | | 0.90 | |
| Zona 2 | | 10 | 1198 | 0.27 |
| | | 13 | 36 | 0.01 |
| | | 16 | 0 | 0.00 |
| | | 18 | 72 | 0.02 |
| | | 19 | 469 | 0.13 |
| | | 22 | 302 | 0.08 |
| | 25 | 578 | 0.18 | |
| Total | | 0.69 | | |
| Zona 1 | 10 | 2188 | 0.49 | |
| | 13 | 120 | 0.03 | |
| | 16 | 252 | 0.07 | |
| | 18 | 0 | 0.00 | |
| | 19 | 235 | 0.06 | |

| Lantai | Zona | Diameter (mm) | n | Durasi Grup |
|--------|--------|---------------|------|-------------|
| | | | 22 | 634 |
| | | 25 | 508 | 0.16 |
| LT.6 | Total | | | 0.99 |
| | Zona 2 | 10 | 2167 | 0.49 |
| | | 13 | 108 | 0.02 |
| | | 16 | 234 | 0.06 |
| | | 18 | 0 | 0.00 |
| | | 19 | 235 | 0.06 |
| | | 22 | 592 | 0.16 |
| | | 25 | 494 | 0.16 |
| | Total | | | 0.96 |
| | LT.7 | Zona 1 | 10 | 2188 |
| 13 | | | 120 | 0.03 |
| 16 | | | 252 | 0.07 |
| 18 | | | 0 | 0.00 |
| 19 | | | 235 | 0.06 |
| 22 | | | 634 | 0.17 |
| 25 | | | 508 | 0.16 |
| Total | | | 0.99 | |
| Zona 2 | | 10 | 2167 | 0.49 |
| | | 13 | 108 | 0.02 |
| | | 16 | 234 | 0.06 |
| | | 18 | 0 | 0.00 |
| | | 19 | 235 | 0.06 |
| | | 22 | 592 | 0.16 |
| | | 25 | 494 | 0.16 |
| Total | | | 0.96 | |

| Lantai | Zona | Diameter (mm) | Panjang 3-6 m | | |
|--------|--------|------------------|---------------|----------------|------|
| | | | n | Durasi Grup | |
| B2 | Zona 1 | 10 | 0 | 0.00 | |
| | | 13 | 0 | 0.00 | |
| | | 16 | 0 | 0.00 | |
| | | 18 | 0 | 0.00 | |
| | | 19 | 28 | 0.01 | |
| | | 22 | 146 | 0.05 | |
| | | 25 | 44 | 0.02 | |
| | Total | | | | 0.08 |
| | Zona 2 | 10 | 0 | 0.00 | |
| | | 13 | 0 | 0.00 | |
| | | 16 | 0 | 0.00 | |
| | | 18 | 0 | 0.00 | |
| | | 19 | 17 | 0.01 | |
| | | 22 | 110 | 0.04 | |
| 25 | | 16 | 0.01 | | |
| Total | | | | 0.05 | |
| B1 | Zona 1 | 10 | 0 | 0.00 | |
| | | 13 | 0 | 0.00 | |
| | | 16 | 0 | 0.00 | |
| | | 18 | 0 | 0.00 | |
| | | 19 | 28 | 0.01 | |
| | | 22 | 146 | 0.05 | |
| | | 25 | 44 | 0.02 | |
| | Total | | | | 0.08 |
| | Zona 2 | 10 | 0 | 0.00 | |
| 13 | | 0 | 0.00 | | |

| Lantai | Zona | Diameter (mm) | n | Durasi Grup |
|--------|--------|---------------|------|-------------|
| B1 | Zona 2 | 16 | 0 | 0.00 |
| | | 18 | 0 | 0.00 |
| | | 19 | 17 | 0.01 |
| | | 22 | 110 | 0.04 |
| | | 25 | 16 | 0.01 |
| | | Total | | |
| | LG | Zona 1 | 10 | 0 |
| 13 | | | 0 | 0.00 |
| 16 | | | 0 | 0.00 |
| 18 | | | 0 | 0.00 |
| 19 | | | 49 | 0.02 |
| 22 | | | 224 | 0.08 |
| 25 | | | 76 | 0.03 |
| Total | | | 0.12 | |
| Zona 2 | | 10 | 0 | 0.00 |
| | | 13 | 0 | 0.00 |
| | | 16 | 0 | 0.00 |
| | | 18 | 0 | 0.00 |
| | | 19 | 18 | 0.01 |
| | | 22 | 194 | 0.07 |
| | 25 | 48 | 0.02 | |
| Total | | | 0.09 | |
| G | Zona 1 | 10 | 0 | 0.00 |
| | | 13 | 0 | 0.00 |
| | | 16 | 0 | 0.00 |
| | | 18 | 0 | 0.00 |
| | | 19 | 81 | 0.03 |

| Lantai | Zona | Diameter (mm) | n | Durasi Grup |
|--------|--------|---------------|------|-------------|
| | | | 22 | 517 |
| | | 25 | 80 | 0.03 |
| | Total | | | 0.24 |
| G | Zona 2 | 10 | 0 | 0.00 |
| | | 13 | 0 | 0.00 |
| | | 16 | 0 | 0.00 |
| | | 18 | 0 | 0.00 |
| | | 19 | 61 | 0.02 |
| | | 22 | 359 | 0.12 |
| | | 25 | 66 | 0.03 |
| | Total | | | 0.17 |
| LT.2 | Zona 1 | 10 | 0 | 0.00 |
| | | 13 | 0 | 0.00 |
| | | 16 | 0 | 0.00 |
| | | 18 | 0 | 0.00 |
| | | 19 | 29 | 0.01 |
| | | 22 | 39 | 0.01 |
| | | 25 | 40 | 0.02 |
| | Total | | | 0.04 |
| | Zona 2 | 10 | 0 | 0.00 |
| | | 13 | 0 | 0.00 |
| | | 16 | 0 | 0.00 |
| | | 18 | 0 | 0.00 |
| | | 19 | 40 | 0.01 |
| | | 22 | 49 | 0.02 |
| | | 25 | 68 | 0.03 |
| Total | | | 0.06 | |

| Lantai | Zona | Diameter (mm) | Panjang 3-6 m | | |
|--------|--------|------------------|---------------|----------------|------|
| | | | n | Durasi Grup | |
| LT.3 | Zona 1 | 10 | 0 | 0.00 | |
| | | 13 | 0 | 0.00 | |
| | | 16 | 0 | 0.00 | |
| | | 18 | 0 | 0.00 | |
| | | 19 | 69 | 0.02 | |
| | | 22 | 75 | 0.03 | |
| | | 25 | 94 | 0.04 | |
| | Total | | | | 0.09 |
| | Zona 2 | 10 | 0 | 0.00 | |
| | | 13 | 0 | 0.00 | |
| | | 16 | 0 | 0.00 | |
| | | 18 | 0 | 0.00 | |
| | | 19 | 10 | 0.00 | |
| | | 22 | 62 | 0.02 | |
| 25 | | 95 | 0.04 | | |
| Total | | | | 0.06 | |
| LT.4 | Zona 1 | 10 | 0 | 0.00 | |
| | | 13 | 0 | 0.00 | |
| | | 16 | 0 | 0.00 | |
| | | 18 | 0 | 0.00 | |
| | | 19 | 69 | 0.02 | |
| | | 22 | 75 | 0.03 | |
| | | 25 | 94 | 0.04 | |
| | Total | | | | 0.09 |
| | Zona 2 | 10 | 0 | 0.00 | |
| | | 13 | 0 | 0.00 | |

| Lantai | Zona | Diameter (mm) | n | Durasi Grup | |
|--------|--------|---------------|------|-------------|------|
| LT.4 | Zona | 16 | 0 | 0.00 | |
| | | 18 | 0 | 0.00 | |
| | Zona 2 | 19 | 10 | 0.00 | |
| | | 22 | 62 | 0.02 | |
| | | 25 | 95 | 0.04 | |
| | Total | | | | 0.06 |
| LT.5 | Zona 1 | 10 | 0 | 0.00 | |
| | | 13 | 0 | 0.00 | |
| | | 16 | 0 | 0.00 | |
| | | 18 | 0 | 0.00 | |
| | | 19 | 69 | 0.02 | |
| | | 22 | 52 | 0.02 | |
| | | 25 | 54 | 0.02 | |
| | Total | | | | 0.06 |
| | Zona 2 | 10 | 0 | 0.00 | |
| | | 13 | 0 | 0.00 | |
| | | 16 | 0 | 0.00 | |
| | | 18 | 0 | 0.00 | |
| | | 19 | 0 | 0.00 | |
| | | 22 | 36 | 0.01 | |
| 25 | | 68 | 0.03 | | |
| Total | | | | 0.04 | |
| LT.6 | Zona 1 | 10 | 0 | 0.00 | |
| | | 13 | 0 | 0.00 | |
| | | 16 | 0 | 0.00 | |
| | | 18 | 0 | 0.00 | |
| | | 19 | 33 | 0.01 | |

| Lantai | Zona | Diameter (mm) | n | Durasi Grup | |
|--------|--------|---------------|------|-------------|------|
| | | | | | |
| LT.6 | Zona 1 | 22 | 96 | 0.03 | |
| | | 25 | 107 | 0.04 | |
| | Total | | | 0.09 | |
| | Zona 2 | 10 | 0 | 0.00 | |
| | | 13 | 0 | 0.00 | |
| | | 16 | 0 | 0.00 | |
| | | 18 | 0 | 0.00 | |
| | | 19 | 33 | 0.01 | |
| | | 22 | 96 | 0.03 | |
| | 25 | 121 | 0.05 | | |
| | Total | | | 0.09 | |
| | LT.7 | Zona 1 | 10 | 0 | 0.00 |
| | | | 13 | 0 | 0.00 |
| 16 | | | 0 | 0.00 | |
| 18 | | | 0 | 0.00 | |
| 19 | | | 33 | 0.01 | |
| 22 | | | 96 | 0.03 | |
| 25 | | | 107 | 0.04 | |
| Total | | | 0.09 | | |
| Zona 2 | | 10 | 0 | 0.00 | |
| | | 13 | 0 | 0.00 | |
| | | 16 | 0 | 0.00 | |
| | | 18 | 0 | 0.00 | |
| | | 19 | 33 | 0.01 | |
| | | 22 | 96 | 0.03 | |
| 25 | 121 | 0.05 | | | |
| Total | | | 0.09 | | |

| Lantai | Zona | Diameter (mm) | Panjang 6-9m | | |
|--------|--------|------------------|--------------|-------------|------|
| | | | n | Durasi Grup | |
| B2 | Zona 1 | 10 | 0 | 0.00 | |
| | | 13 | 0 | 0.00 | |
| | | 16 | 0 | 0.00 | |
| | | 18 | 0 | 0.00 | |
| | | 19 | 0 | 0.00 | |
| | | 22 | 0 | 0.00 | |
| | | 25 | 0 | 0.00 | |
| | Total | | | | 0.00 |
| | Zona 2 | 10 | 0 | 0.00 | |
| | | 13 | 0 | 0.00 | |
| | | 16 | 0 | 0.00 | |
| | | 18 | 0 | 0.00 | |
| | | 19 | 0 | 0.00 | |
| | | 22 | 0 | 0.00 | |
| 25 | | 0 | 0.00 | | |
| Total | | | | 0.00 | |
| B1 | Zona 1 | 10 | 0 | 0.00 | |
| | | 13 | 0 | 0.00 | |
| | | 16 | 0 | 0.00 | |
| | | 18 | 0 | 0.00 | |
| | | 19 | 0 | 0.00 | |
| | | 22 | 0 | 0.00 | |
| | | 25 | 0 | 0.00 | |
| | Total | | | | 0.00 |
| | Zona 2 | 10 | 0 | 0.00 | |
| | | 13 | 0 | 0.00 | |
| 16 | | 0 | 0.00 | | |

| Lantai | Zona | Diameter (mm) | n | Durasi Grup | |
|--------|--------|---------------|------|-------------|------|
| B1 | Zona 2 | 18 | 0 | 0.00 | |
| | | 19 | 0 | 0.00 | |
| | | 22 | 0 | 0.00 | |
| | | 25 | 0 | 0.00 | |
| | Total | | | | 0.00 |
| LG | Zona 1 | 10 | 0 | 0.00 | |
| | | 13 | 0 | 0.00 | |
| | | 16 | 0 | 0.00 | |
| | | 18 | 0 | 0.00 | |
| | | 19 | 0 | 0.00 | |
| | | 22 | 0 | 0.00 | |
| | | 25 | 0 | 0.00 | |
| | Total | | | | 0.00 |
| | Zona 2 | 10 | 0 | 0.00 | |
| | | 13 | 0 | 0.00 | |
| | | 16 | 0 | 0.00 | |
| | | 18 | 0 | 0.00 | |
| | | 19 | 0 | 0.00 | |
| 22 | | 0 | 0.00 | | |
| 25 | | 0 | 0.00 | | |
| Total | | | | 0.00 | |
| G | Zona 1 | 10 | 0 | 0.00 | |
| | | 13 | 0 | 0.00 | |
| | | 16 | 0 | 0.00 | |
| | | 18 | 0 | 0.00 | |
| | | 19 | 0 | 0.00 | |
| | | 22 | 0 | 0.00 | |

| Lantai | Zona | Diameter (mm) | n | Durasi Grup |
|--------|--------|---------------|------|-------------|
| | | | 25 | 0 |
| G | Total | | | 0.00 |
| | Zona 2 | 10 | 0 | 0.00 |
| | | 13 | 0 | 0.00 |
| | | 16 | 0 | 0.00 |
| | | 18 | 0 | 0.00 |
| | | 19 | 0 | 0.00 |
| | | 22 | 0 | 0.00 |
| | | 25 | 0 | 0.00 |
| | Total | | | 0.00 |
| | LT.2 | Zona 1 | 10 | 0 |
| 13 | | | 0 | 0.00 |
| 16 | | | 0 | 0.00 |
| 18 | | | 0 | 0.00 |
| 19 | | | 0 | 0.00 |
| 22 | | | 0 | 0.00 |
| 25 | | | 0 | 0.00 |
| Total | | | 0.00 | |
| Zona 2 | | 10 | 0 | 0.00 |
| | | 13 | 0 | 0.00 |
| | | 16 | 0 | 0.00 |
| | | 18 | 0 | 0.00 |
| | | 19 | 0 | 0.00 |
| | | 22 | 0 | 0.00 |
| | 25 | 0 | 0.00 | |
| Total | | | 0.00 | |
| LT.3 | Zona 1 | 10 | 0 | 0.00 |

| Lantai | Zona | Diameter (mm) | n | Durasi Grup | |
|--------|--------|---------------|------|-------------|------|
| LT.3 | Zona 1 | 13 | 0 | 0.00 | |
| | | 16 | 0 | 0.00 | |
| | | 18 | 0 | 0.00 | |
| | | 19 | 0 | 0.00 | |
| | | 22 | 0 | 0.00 | |
| | | 25 | 0 | 0.00 | |
| | | Total | | | |
| | Zona 2 | 10 | 0 | 0.00 | |
| | | 13 | 0 | 0.00 | |
| | | 16 | 0 | 0.00 | |
| | | 18 | 0 | 0.00 | |
| | | 19 | 0 | 0.00 | |
| | | 22 | 0 | 0.00 | |
| | | 25 | 0 | 0.00 | |
| Total | | | | 0.00 | |
| LT.4 | Zona 1 | 10 | 0 | 0.00 | |
| | | 13 | 0 | 0.00 | |
| | | 16 | 0 | 0.00 | |
| | | 18 | 0 | 0.00 | |
| | | 19 | 0 | 0.00 | |
| | | 22 | 0 | 0.00 | |
| | | 25 | 0 | 0.00 | |
| | Total | | | | 0.00 |
| | Zona 2 | 10 | 0 | 0.00 | |
| | | 13 | 0 | 0.00 | |
| 16 | | 0 | 0.00 | | |
| 18 | | 0 | 0.00 | | |

| Lantai | Zona | Diameter (mm) | n | Durasi Grup | |
|--------|--------|---------------|------|-------------|------|
| LT.4 | Zona 2 | 19 | 0 | 0.00 | |
| | | 22 | 0 | 0.00 | |
| | | 25 | 0 | 0.00 | |
| | Total | | | | 0.00 |
| LT.5 | Zona 1 | 10 | 0 | 0.00 | |
| | | 13 | 0 | 0.00 | |
| | | 16 | 0 | 0.00 | |
| | | 18 | 0 | 0.00 | |
| | | 19 | 0 | 0.00 | |
| | | 22 | 0 | 0.00 | |
| | | 25 | 0 | 0.00 | |
| | Total | | | | 0.00 |
| | Zona 2 | 10 | 0 | 0.00 | |
| | | 13 | 0 | 0.00 | |
| | | 16 | 0 | 0.00 | |
| | | 18 | 0 | 0.00 | |
| | | 19 | 0 | 0.00 | |
| | | 22 | 0 | 0.00 | |
| 25 | | 0 | 0.00 | | |
| Total | | | | 0.00 | |
| LT.6 | Zona 1 | 10 | 0 | 0.00 | |
| | | 13 | 0 | 0.00 | |
| | | 16 | 0 | 0.00 | |
| | | 18 | 0 | 0.00 | |
| | | 19 | 0 | 0.00 | |
| | | 22 | 0 | 0.00 | |
| | | 25 | 0 | 0.00 | |

| Lantai | Zona | Diameter (mm) | n | Durasi Grup |
|--------|--------|---------------|------|-------------|
| LT.6 | Total | | | 0.00 |
| | Zona 2 | 10 | 0 | 0.00 |
| | | 13 | 0 | 0.00 |
| | | 16 | 0 | 0.00 |
| | | 18 | 0 | 0.00 |
| | | 19 | 0 | 0.00 |
| | | 22 | 0 | 0.00 |
| | | 25 | 0 | 0.00 |
| | Total | | | 0.00 |
| | LT.7 | Zona 1 | 10 | 0 |
| 13 | | | 0 | 0.00 |
| 16 | | | 0 | 0.00 |
| 18 | | | 0 | 0.00 |
| 19 | | | 0 | 0.00 |
| 22 | | | 0 | 0.00 |
| 25 | | | 0 | 0.00 |
| Total | | | 0.00 | |
| Zona 2 | | 10 | 0 | 0.00 |
| | | 13 | 0 | 0.00 |
| | | 16 | 0 | 0.00 |
| | | 18 | 0 | 0.00 |
| | | 19 | 0 | 0.00 |
| | | 22 | 0 | 0.00 |
| | | 25 | 0 | 0.00 |
| Total | | | 0.00 | |

- Rekapitulasi durasi

Hasil rekapitulasi didapatkan dari penjumlahan durasi pemotongan, pembengkokan, kaitan, dan pemasangan tulangan. Serta terdapat durasi *tower crane* untuk memindahkan hasil fabrikasi ke tempat pemasangan. Durasi *tower crane* akan dijelaskan dalam sub bab pembahasan produktifitas *tower crane*. Durasi fabrikasi didapat dari penjumlahan durasi pemotongan, pembengkokan, dan kaitan tulangan. Sedangkan durasi pemasangan didapat dari penjumlahan durasi pemasangan tulangan dan durasi *tower crane*.

Berikut adalah rekapitulasi durasi fabrikasi dan pemasangan tulangan :

| Lantai | Zona | TC (hari) | T Fabrikasi (hari) | T Pemasangan (hari) |
|--------|------|-----------|--------------------|---------------------|
| B2 | 1 | 0.36 | 1.00 | 1.12 |
| | 2 | 0.31 | 0.86 | 0.96 |
| B1 | 1 | 0.36 | 1.00 | 1.12 |
| | 2 | 0.31 | 0.86 | 0.96 |
| LG | 1 | 0.51 | 1.38 | 1.56 |
| | 2 | 0.46 | 1.21 | 1.39 |
| G | 1 | 0.91 | 2.38 | 2.73 |
| | 2 | 0.78 | 2.02 | 2.34 |
| Lt.2 | 1 | 0.35 | 0.82 | 1.08 |
| | 2 | 0.32 | 0.78 | 0.99 |
| Lt.3 | 1 | 0.63 | 1.53 | 1.95 |
| | 2 | 0.49 | 1.15 | 1.53 |
| Lt.4 | 1 | 0.63 | 1.53 | 1.95 |
| | 2 | 0.53 | 1.15 | 1.57 |
| Lt.5 | 1 | 0.46 | 1.11 | 1.42 |

| Lantai | Zona | TC (hari) | T Fabrikasi (hari) | T Pemasangan (hari) |
|--------|------|--------------|-----------------------|---------------------------|
| | 2 | 0.36 | 0.80 | 1.09 |
| Lt.6 | 1 | 0.53 | 1.30 | 1.60 |
| | 2 | 0.56 | 1.27 | 1.61 |
| Lt.7 | 1 | 0.53 | 1.30 | 1.60 |
| | 2 | 0.56 | 1.27 | 1.61 |

C. Biaya

Perhitungan biaya pembesian dihitung dari total biaya material, biaya sewa alat, dan biaya upah pekerja.

- Biaya material

Harga material besi untuk D10 = Rp 5,043/kg, D13 = Rp 8,824/kg, D16 = Rp 13,406/kg, D18 = Rp 18,921/kg, D19 = Rp 18,921/kg, D22 = Rp 25,285/kg, dan D25 = Rp 32,667/kg. Kebutuhan tulangan balok lantai *basement* 2 zona 1 adalah sebagai berikut :

- Zona 1

$$D10 = 3342 \text{ kg}$$

$$D13 = 70 \text{ kg}$$

$$D16 = 73 \text{ kg}$$

$$D18 = 516 \text{ kg}$$

$$D19 = 1831 \text{ kg}$$

$$D22 = 4755 \text{ kg}$$

$$D25 = 2012 \text{ kg}$$

Didapatkan biaya material besi yaitu :

$$\begin{aligned} \text{- Zona 1} &= (3342 \times 5043) + (70 \times 8824) + (73 \times 13406) + (\\ &516 \times 18921) + (1831 \times 18921) + (4755 \times 25285) + \\ &(2012 \times 32667) = \text{Rp } 248,820,318 \end{aligned}$$

- Rekapitulasi biaya material

| Lantai | Zona | Biaya | |
|--------|--------|-------|----------------|
| B2 | Zona 1 | Rp | 248,820,318.70 |
| | Zona 2 | Rp | 208,795,100.43 |
| B1 | Zona 1 | Rp | 248,820,318.70 |
| | Zona 2 | Rp | 208,795,100.43 |
| LG | Zona 1 | Rp | 351,145,593.68 |
| | Zona 2 | Rp | 320,809,114.75 |
| G | Zona 1 | Rp | 632,952,613.35 |
| | Zona 2 | Rp | 548,397,027.13 |
| Lt.2 | Zona 1 | Rp | 274,540,288.55 |
| | Zona 2 | Rp | 238,340,520.40 |
| Lt.3 | Zona 1 | Rp | 474,551,082.60 |
| | Zona 2 | Rp | 388,606,772.15 |
| Lt.4 | Zona 1 | Rp | 474,551,082.60 |
| | Zona 2 | Rp | 388,606,772.15 |
| Lt.5 | Zona 1 | Rp | 350,778,412.50 |
| | Zona 2 | Rp | 263,502,777.65 |
| Lt.6 | Zona 1 | Rp | 394,609,955.80 |
| | Zona 2 | Rp | 391,828,322.33 |
| Lt.7 | Zona 1 | Rp | 394,609,955.80 |
| | Zona 2 | Rp | 391,828,322.33 |

- Biaya sewa alat

Dalam perhitungan biaya pembesian dibutuhkan alat *bar bender* dengan harga sewa Rp 3,500,000/bulan dan *bar cutter* dengan harga sewa Rp 3,500,000/bulan.

Dalam pelaksanaannya alat *bar bender* dan *bar cutter* digunakan selama selesainya pekerjaan fabrikasi. Setelah dilakukan analisa dengan *Microsoft Project* diketahui durasi untuk penggunaan alat ini adalah 123

hari = 5 bulan, maka perhitungan biaya sewa alat untuk balok lantai *basement 2* adalah :

- *bar bender* yang digunakan sejumlah 2 buah dalam dua zona = $3,500,000 \times 2 \times 5 = \text{Rp } 35,000,000$

- perhitungan tiap pekerjaan = $\frac{35,000,000}{10} = \text{Rp } 3,500,000$

- perhitungan tiap lantai = $\frac{3,500,000}{11} = \text{Rp } 318,181$

- *bar cutter* yang digunakan sejumlah 2 buah dalam dua zona = $3,500,000 \times 2 \times 5 = \text{Rp } 35,000,000$

- perhitungan tiap pekerjaan = $\frac{35,000,000}{10} = \text{Rp } 3,500,000$

- perhitungan tiap lantai = $\frac{3,500,000}{11} = \text{Rp } 318,181$

- biaya sewa alat balok lantai *basement 2* :

= sewa alat *bar bender* + sewa alat *bar cutter*

= Rp 318,181 + Rp 318,181

= Rp 636,362

- Biaya Upah pekerja

Biaya upah pekerja yaitu :

Mandor = Rp 120,000/hari

Kepala Tukang = Rp 110,000/hari

Tukang = Rp 105,000/hari

Pembantu Tukang = Rp 99,000/hari

Kebutuhan jumlah pekerja yaitu :

1 mandor

2 kepala tukang

18 tukang

18 pembantu tukang

Maka perhitungan upah pekerja untuk balok lantai *basement 2* sebagai berikut :

- Upah pekerja fabrikasi

$$= (1 \times 120,000 \times 1) + (2 \times 110,000 \times 1) + (18 \times 105,000 \times 1) + (18 \times 99,000 \times 1) + (1 \times 120,000 \times 0.86) + (2 \times 110,000 \times 0.86) + (18 \times 105,000 \times 0.86) + (18 \times 99,000 \times 0.86)$$

$$= \text{Rp } 7,462,320$$
- Upah pekerja pemasangan

$$= (1 \times 120,000 \times 1.12) + (2 \times 110,000 \times 1.12) + (18 \times 105,000 \times 1.12) + (18 \times 99,000 \times 1.12) + (1 \times 120,000 \times 0.96) + (2 \times 110,000 \times 0.96) + (18 \times 105,000 \times 0.96) + (18 \times 99,000 \times 0.96)$$

$$= \text{Rp } 8,344,960$$

2. Pekerjaan Bekisting

A. Analisa Bahan

Dalam perhitungan analisa bahan pada pekerjaan bekisting balok ini digunakan contoh pada balok tipe G2-15 lantai *basement 2* zona 1.

- Perhitungan jumlah multiplek balok tipe G2-15 lantai *basement 2* zona 1
 - Dimensi balok = 0.4 x 0.7 m
 - Lebar = 0.4 m
 - Tinggi = 0.7 m – tebal pelat = 0.7 – 0.13 = 0.57 m
 - Panjang balok = 8 m
 - Volume balok

$$= (\text{lebar balok} + \text{tinggi balok}) \times 2 \times \text{panjang balok} \times n \text{ balok zona 1}$$

$$= ((0.4 + 0.57) \times 2 \times 8) \times n$$

$$= 12.32 \text{ m}^2 \times 11$$

$$= 135.52 \text{ m}^2$$
 - Dimensi multiplek = 2.44 x 1.22 m
 - Luas = 2.44 x 1.22 = 2.98 m²
 - Kebutuhan multiplek

$$= \frac{\text{volume kolom}}{\text{luas multiplek}} \times n = \frac{12.32}{2.98} \times 11 = 55 \text{ lembar}$$

- Kebutuhan kayu meranti 6/12
 - Panjang kayu 6/12 = panjang balok = 8 m
 - Kebutuhan kayu 6/12 = $2 \times \frac{\text{panjang kayu 6/12}}{4} = 2 \times \frac{8}{4} = 4$ buah
 - Total kebutuhan = (n kayu meranti 6/12) x (n balok) = $4 \times 11 = 44$ buah
- Kebutuhan kayu meranti 5/7
 - Panjang kayu meranti = panjang balok = 8 m
 - Kebutuhan kayu meranti 5/7 tiap sisi = 9 buah
 - Panjang total kayu meranti = $8 \times 9 = 72$ m
 - Total kebutuhan = $\frac{\text{panjang total meranti}}{4} = \frac{72}{4} = 18$ buah
- Kebutuhan paku dan mur
 - Koefisien kebutuhan paku untuk balok = 5.46
 - Jam kerja tiap luas cetakan = 10 m^2
 - Kebutuhan paku = $\left(\frac{\text{volume balok}}{\text{jam kerja}}\right) \times \text{koefisien} \times \text{n balok}$
 $= \frac{12.32}{10} \times 5.46 \times 11 = 73.93 \text{ kg}$
- Kebutuhan minyak bekisting
 - Koefisien kebutuhan minyak untuk balok = 2.88
 - Jam kerja tiap luas cetakan = 10 m^2
 - Kebutuhan minyak = $\left(\frac{\text{volume balok}}{\text{jam kerja}}\right) \times \text{koefisien} \times \text{n balok}$
 $\text{balok} = \frac{12.32}{10} \times 2.88 \times 11 = 38.96 \text{ liter}$
- Kebutuhan alat *main frame*
 - Dimensi *main frame* = $1.22 \times 1.7 \text{ m}$
 - Kebutuhan *main frame* = $\frac{\text{panjang balok}}{\text{lebar main frame}} \times \text{n balok} = \frac{8}{1.22} \times 11 = 55$ buah
- Kebutuhan alat *ladder frame*
 - Kebutuhan *ladder frame* = n *main frame* = 55 buah

- Kebutuhan alat *cross brace*
 - Kebutuhan *cross brace* = $(\frac{n \text{ main frame}}{n \text{ balok}} - 1) \times 2 \times n$
 balok = $(\frac{55}{11} - 1) \times 2 \times 11 = 88$ buah
- Kebutuhan alat *joint pin*
 - Kebutuhan *joint pin* = $2 \times (n \text{ main frame}) = 2 \times 55 = 110$ buah
- Kebutuhan alat *jack base*
 - Kebutuhan *jack base* = $2 \times (n \text{ main frame}) = 2 \times 55 = 110$ buah
- Kebutuhan alat *u head*
 - Kebutuhan *u head* = $2 \times (n \text{ main frame}) = 2 \times 55 = 110$ buah
- Rekapitulasi bekisting balok

| Lantai | Zona | Kebutuhan | Jumlah | Satuan |
|--------|------|------------------|--------|--------|
| B2 | 1 | Multiplek | 178 | Lembar |
| | | Kayu 6/12 | 190 | Buah |
| | | Kayu 5/7 | 429 | Buah |
| | | Paku, Mur, dll | 241 | Kg |
| | | Minyak bekisting | 127 | Liter |
| | 2 | Multiplek | 80 | Lembar |
| | | Kayu 6/12 | 96 | Buah |
| | | Kayu 5/7 | 303 | Buah |
| | | Paku, Mur, dll | 110 | Kg |
| | | Minyak bekisting | 58 | Liter |
| B1 | 1 | Multiplek | 178 | Lembar |
| | | Kayu 6/12 | 190 | Buah |
| | | Kayu 5/7 | 429 | Buah |
| | | Paku, Mur, dll | 241 | Kg |

| Lantai | Zona | Kebutuhan | Jumlah | Satuan |
|--------|------|------------------|--------|--------|
| B1 | | Minyak bekisting | 127 | Liter |
| | | Multiplek | 80 | Lembar |
| | 2 | Kayu 6/12 | 96 | Buah |
| | | Kayu 5/7 | 303 | Buah |
| | | Paku, Mur, dll | 110 | Kg |
| | | Minyak bekisting | 58 | Liter |
| LG | 1 | Multiplek | 229 | Lembar |
| | | Kayu 6/12 | 236 | Buah |
| | | Kayu 5/7 | 569 | Buah |
| | | Paku, Mur, dll | 316 | Kg |
| | | Minyak bekisting | 167 | Liter |
| | 2 | Multiplek | 111 | Lembar |
| | | Kayu 6/12 | 130 | Buah |
| | | Kayu 5/7 | 406 | Buah |
| | | Paku, Mur, dll | 157 | Kg |
| | | Minyak bekisting | 83 | Liter |
| G | 1 | Multiplek | 384 | Lembar |
| | | Kayu 6/12 | 396 | Buah |
| | | Kayu 5/7 | 873 | Buah |
| | | Paku, Mur, dll | 538 | Kg |
| | | Minyak bekisting | 284 | Liter |
| | 2 | Multiplek | 208 | Lembar |
| | | Kayu 6/12 | 242 | Buah |
| | | Kayu 5/7 | 735 | Buah |
| | | Paku, Mur, dll | 294 | Kg |
| | | Minyak bekisting | 155 | Liter |
| | 1 | Multiplek | 116 | Lembar |
| | | Kayu 6/12 | 152 | Buah |

| Lantai | Zona | Kebutuhan | Jumlah | Satuan |
|------------------|------|------------------|-----------|--------|
| LT.2 | | Kayu 5/7 | 429 | Buah |
| | | Paku, Mur, dll | 146 | Kg |
| | | Minyak bekisting | 77 | Liter |
| | 2 | Multiplek | 88 | Lembar |
| | | Kayu 6/12 | 116 | Buah |
| | | Kayu 5/7 | 374 | Buah |
| | | Paku, Mur, dll | 118 | Kg |
| | | Minyak bekisting | 63 | Liter |
| | LT.3 | 1 | Multiplek | 202 |
| Kayu 6/12 | | | 252 | Buah |
| Kayu 5/7 | | | 703 | Buah |
| Paku, Mur, dll | | | 261 | Kg |
| Minyak bekisting | | | 138 | Liter |
| 2 | | Multiplek | 134 | Lembar |
| | | Kayu 6/12 | 170 | Buah |
| | | Kayu 5/7 | 485 | Buah |
| | | Paku, Mur, dll | 175 | Kg |
| | | Minyak bekisting | 93 | Liter |
| LT.4 | 1 | Multiplek | 202 | Lembar |
| | | Kayu 6/12 | 252 | Buah |
| | | Kayu 5/7 | 703 | Buah |
| | | Paku, Mur, dll | 261 | Kg |
| | | Minyak bekisting | 138 | Liter |
| | 2 | Multiplek | 134 | Lembar |
| | | Kayu 6/12 | 170 | Buah |
| | | Kayu 5/7 | 485 | Buah |
| | | Paku, Mur, dll | 175 | Kg |
| | | Minyak bekisting | 93 | Liter |

| Lantai | Zona | Kebutuhan | Jumlah | Satuan |
|--------|------|------------------|--------|--------|
| LT.5 | 1 | Multiplek | 123 | Lembar |
| | | Kayu 6/12 | 174 | Buah |
| | | Kayu 5/7 | 519 | Buah |
| | | Paku, Mur, dll | 157 | Kg |
| | | Minyak bekisting | 83 | Liter |
| | 2 | Multiplek | 95 | Lembar |
| | | Kayu 6/12 | 134 | Buah |
| | | Kayu 5/7 | 385 | Buah |
| | | Paku, Mur, dll | 122 | Kg |
| | | Minyak bekisting | 64 | Liter |
| LT.6 | 1 | Multiplek | 221 | Lembar |
| | | Kayu 6/12 | 298 | Buah |
| | | Kayu 5/7 | 328 | Buah |
| | | Paku, Mur, dll | 293 | Kg |
| | | Minyak bekisting | 155 | Liter |
| | 2 | Multiplek | 100 | Lembar |
| | | Kayu 6/12 | 132 | Buah |
| | | Kayu 5/7 | 186 | Buah |
| | | Paku, Mur, dll | 142 | Kg |
| | | Minyak bekisting | 75 | Liter |
| LT.7 | 1 | Multiplek | 221 | Lembar |
| | | Kayu 6/12 | 298 | Buah |
| | | Kayu 5/7 | 328 | Buah |
| | | Paku, Mur, dll | 293 | Kg |
| | | Minyak bekisting | 155 | Liter |
| | 2 | Multiplek | 100 | Lembar |
| | | Kayu 6/12 | 132 | Buah |

| Lantai | Zona | Kebutuhan | Jumlah | Satuan |
|--------|------|------------------|--------|--------|
| LT.7 | 2 | Kayu 5/7 | 186 | Buah |
| | | Paku, Mur, dll | 142 | Kg |
| | | Minyak bekisting | 75 | Liter |

B. Durasi

Durasi bekisting dihitung dari penjumlahan durasi produktifitas pekerja dalam melakukan fabrikasi, pemasangan, dan pembongkaran bekisting. Serta terdapat durasi *tower crane* untuk memindahkan hasil fabrikasi ke tempat pemasangan. Durasi *tower crane* akan dijelaskan dalam sub bab pembahasan produktifitas *tower crane*. Terdapat durasi fabrikasi, durasi pemasangan, dan durasi pembongkaran bekisting. Dimana durasi pemasangan didapat dari penjumlahan durasi pemasangan bekisting dan durasi *tower crane*. Untuk jam kerja proyek dalam sehari adalah 7 jam. Digunakan perhitungan bekisting pada balok tipe G2-15 lantai *basement 2* zona 1

- Luas bekisting balok tipe G2-15 as M.4-M.5 lantai *basement 2* zona 1 = 135.52 m²
- Durasi menyatel bekisting
 - Produktifitas pekerja dalam menyatel bekisting :
 - 1 mandor
 - 1 kepala tukang
 - 10 tukang
 - 20 pembantu tukang
 - Produktifitas pekerja = $(1 \times 7) + (1 \times 7) + (10 \times 7) + (20 \times 7) = 224$ jam/hari
 - Waktu yang diperlukan untuk menyatel bekisting balok = 8 jam
 - Jam kerja tiap luas cetakan = 10 m²
 - Faktor operator dan mekanik = 0.8

- Produktifitas menyetel bekisting

$$= \frac{224}{8} \times 10 \times 0.8 = 224 \text{ m}^2/\text{hari}$$
- Durasi menyetel = $\frac{\text{luas bekisting}}{\text{menyetel}} = \frac{135.52}{224} = 0.605 \text{ hari}$
- Durasi memasang bekisting
 - Produktifitas pekerja dalam memasang bekisting :
 - 1 mandor
 - 1 kepala tukang
 - 10 tukang
 - 20 pembantu tukang
 - Produktifitas pekerja = $(1 \times 7) + (1 \times 7) + (10 \times 7) + (20 \times 7) = 224 \text{ jam/hari}$
 - Waktu yang diperlukan untuk memasang bekisting balok = 3.5 jam
 - Jam kerja tiap luas cetakan = 10 m^2
 - Faktor operator dan mekanik = 0.8
 - Produktifitas memasang bekisting

$$= \frac{224}{3.5} \times 10 \times 0.8 = 512 \text{ m}^2/\text{hari}$$
 - Durasi memasang = $\frac{\text{luas bekisting}}{\text{memasang}} = \frac{135.52}{512} = 0.265 \text{ hari}$
- Durasi membuka dan membersihkan bekisting
 - Produktifitas pekerja dalam membuka dan membersihkan bekisting :
 - 1 mandor
 - 1 kepala tukang
 - 10 tukang
 - 20 pembantu tukang
 - Produktifitas pekerja = $(1 \times 7) + (1 \times 7) + (10 \times 7) + (20 \times 7) = 224 \text{ jam/hari}$
 - Waktu yang diperlukan untuk membuka dan membersihkan bekisting balok = 3.5 jam
 - Jam kerja tiap luas cetakan = 10 m^2
 - Faktor operator dan mekanik = 0.8

- Produktifitas membuka dan membersihkan bekisting

$$= \frac{224}{3.5} \times 10 \times 0.8 = 512 \text{ m}^2/\text{hari}$$
- Durasi membuka dan membersihkan = $\frac{\text{luas bekisting}}{\text{membuka}} = \frac{135.52}{512} = 0.265 \text{ hari}$
- Durasi reparasi
 - Produktifitas pekerja dalam reparasi bekisting :
 - 1 mandor
 - 1 kepala tukang
 - 10 tukang
 - 20 pembantu tukang
 - Produktifitas pekerja = $(1 \times 7) + (1 \times 7) + (10 \times 7) + (20 \times 7) = 224 \text{ jam/hari}$
 - Waktu yang diperlukan untuk reparasi bekisting balok = 3.5 jam
 - Jam kerja tiap luas cetakan = 10 m^2
 - Faktor operator dan mekanik = 0.8
 - Produktifitas reparasi bekisting

$$= \frac{224}{3.5} \times 10 \times 0.8 = 512 \text{ m}^2/\text{hari}$$
 - Durasi reparasi = $\frac{\text{luas bekisting}}{\text{reparasi}} = \frac{135.52}{512} = 0.265 \text{ hari}$
- Durasi pengolesan minyak
 - Produktifitas pekerja dalam pengolesan bekisting :
 - 1 mandor
 - 1 kepala tukang
 - 10 tukang
 - 20 pembantu tukang
 - Produktifitas pekerja = $(1 \times 7) + (1 \times 7) + (10 \times 7) + (20 \times 7) = 224 \text{ jam/hari}$
 - Waktu yang diperlukan untuk pengolesan bekisting balok = 0.5 jam
 - Jam kerja tiap luas cetakan = 10 m^2

- Faktor operator dan mekanik = 0.8
- Produktifitas pengolesan bekisting

$$= \frac{224}{0.5} \times 10 \times 0.8 = 3584 \text{ m}^2/\text{hari}$$
- Durasi pengolesan = $\frac{\text{luas bekisting}}{\text{pengolesan}} = \frac{135.52}{3584} = 0.038 \text{ hari}$
- Total durasi fabrikasi
 = durasi menyetel = 0.605 hari
- Total durasi pemasangan
 = durasi memasang + durasi pengolesan
 = 0.265 + 0.038 = 0.303 hari
- Total durasi pembongkaran
 = durasi membuka dan membersihkan = 0.265 hari
- Total durasi reparasi
 = durasi reparasi = 0.265 hari
- Rekapitulasi durasi bekisting balok

| Lantai | Zona | TC (hari) | T Fabrikasi (hari) | T Pemasangan (hari) | T Bongkar (hari) |
|--------|------|-----------|--------------------|---------------------|------------------|
| B2 | 1 | 0.4 | 1.978 | 1.389 | 0.866 |
| | 2 | 0.21 | 0.897 | 0.659 | 0.393 |
| B1 | 1 | 0.4 | 1.978 | 1.389 | 0.866 |
| | 2 | 0.21 | 0.897 | 0.659 | 0.393 |
| LG | 1 | 0.47 | 0.866 | 1.764 | 1.132 |
| | 2 | 0.27 | 0.393 | 0.913 | 0.562 |
| G | 1 | 0.81 | 0.866 | 3.010 | 1.925 |
| | 2 | 0.46 | 0.393 | 1.662 | 1.052 |
| Lt.2 | 1 | 0.32 | 1.132 | 0.917 | 0.522 |
| | 2 | 0.23 | 0.562 | 0.712 | 0.422 |
| Lt.3 | 1 | 0.53 | 1.925 | 1.598 | 0.935 |
| | 2 | 0.38 | 1.052 | 1.097 | 0.627 |
| Lt.4 | 1 | 0.53 | 2.136 | 1.598 | 0.935 |

| Lantai | Zona | TC (hari) | T Fabrika si (hari) | T Pemasangan (hari) | T Bongkar (hari) |
|--------|------|-----------|---------------------|---------------------|------------------|
| | 2 | 0.41 | 1.433 | 1.127 | 0.627 |
| Lt.5 | 1 | 0.34 | 1.277 | 0.979 | 0.559 |
| | 2 | 0.31 | 0.999 | 0.809 | 0.437 |
| Lt.6 | 1 | 0.62 | 0.935 | 1.801 | 1.033 |
| | 2 | 0.27 | 0.627 | 0.867 | 0.523 |
| Lt.7 | 1 | 0.62 | 0.559 | 1.801 | 1.033 |
| | 2 | 0.27 | 0.437 | 0.867 | 0.523 |

C. Biaya

Perhitungan biaya bekisting dihitung dari total biaya material, biaya sewa alat, dan biaya upah pekerja.

- Biaya material

Harga material bekisting multiplek = Rp 330,000/lembar, kayu 6/12 = Rp 68,571/buah, kayu 5/7 = Rp 27,777/buah, paku mur = Rp 56,000/kg, dan minyak bekisting = Rp 2,700/liter. Kebutuhan material bekisting balok lantai *basement* 2 adalah sebagai berikut :

- Perhitungan zona 1

- Material multiplek = 178 lembar
- Material kayu 6/12 = 190 buah.
- Material kayu 5/7 = 429 buah
- Material paku dan mur = 241 kg
- Material minyak bekisting = 127 liter
- Biaya material

$$\begin{aligned}
 &= (178 \times 330000) + (190 \times 68571) + (429 \times 27777) + \\
 &\quad (241 \times 56000) + (127 \times 2700) \\
 &= \text{Rp } 97,525,251
 \end{aligned}$$

- Perhitungan zona 2

- Material multiplek = 80 lembar
- Material kayu 6/12 = 96 buah.
- Material kayu 5/7 = 303 buah
- Material paku dan mur = 110 kg
- Material minyak bekisting = 58 liter
- Biaya material
 $= (80 \times 330000) + (96 \times 68571) + (303 \times 27777) + (110 \times 56000) + (58 \times 2700)$
 $= \text{Rp } 47,696,885$

- Rekapitulasi biaya material

| Lantai | Zona | Biaya |
|--------|--------|-------------------|
| B2 | Zona 1 | Rp 97,525,251.51 |
| | Zona 2 | Rp 47,696,885.25 |
| B1 | Zona 1 | Rp 97,525,251.51 |
| | Zona 2 | Rp 47,696,885.25 |
| LG | Zona 1 | Rp 37,716,139.41 |
| | Zona 2 | Rp 19,752,801.38 |
| G | Zona 1 | Rp 57,233,725.71 |
| | Zona 2 | Rp 36,760,035.71 |
| Lt.2 | Zona 1 | Rp 20,701,027.14 |
| | Zona 2 | Rp 16,248,382.38 |
| Lt.3 | Zona 1 | Rp 35,536,913.33 |
| | Zona 2 | Rp 23,820,139.52 |
| Lt.4 | Zona 1 | Rp 118,456,377.78 |
| | Zona 2 | Rp 79,400,465.08 |
| Lt.5 | Zona 1 | Rp 75,954,195.24 |
| | Zona 2 | Rp 58,237,815.87 |
| Lt.6 | Zona 1 | Rp 35,790,569.05 |
| | Zona 2 | Rp 16,611,778.57 |
| Lt.7 | Zona 1 | Rp 35,790,569.05 |
| | Zona 2 | Rp 16,611,778.57 |

- Biaya sewa alat

Dalam perhitungan biaya bekisting kolom dibutuhkan alat *main frame* dengan harga sewa Rp 6,500/bulan, *ladder frame* dengan harga sewa Rp 5,500/bulan, *cross brace* dengan harga sewa Rp 4,000/bulan, *joint pin* dengan harga sewa Rp 1,000/bulan, *jack base* dengan harga sewa Rp 4,500/bulan dan *u head* dengan harga sewa Rp 4,500/bulan.

Setelah dilakukan analisa dengan *Microsoft Project* diketahui durasi untuk penggunaan alat ini adalah 330 hari = 11 bulan, maka perhitungan biayanya adalah :

- *Main frame*

- Jumlah *main frame*

- Zona 1 = 1568 buah

- Zona 2 = 901 buah

- Biaya = $6,500 \times 11 \times ((1568 + 901) : 4) = \text{Rp } 44,133,375$

- *Ladder frame*

- Jumlah *ladder frame*

- Zona 1 = 1568 buah

- Zona 2 = 901 buah

- Biaya = $5,500 \times 11 \times ((1568 + 901) : 4) = \text{Rp } 37,343,625$

- *Cross brace*

- Jumlah *cross brace*

- Zona 1 = 2204 buah

- Zona 2 = 1234 buah

- Biaya = $4,000 \times 11 \times ((2204 + 1234) : 4) = \text{Rp } 37,818,000$

- *Joint pin*

- Jumlah *joint pin*

- Zona 1 = 3136 buah

- Zona 2 = 1802 buah

- Biaya = $1,000 \times 11 \times ((3136 + 1802) : 4) = \text{Rp } 13,579,500$
- *Jack base*
 - Jumlah *jack base*
 - Zona 1 = 3136 buah
 - Zona 2 = 1802 buah
 - Biaya = $4,500 \times 11 \times ((3136 + 1802) : 4) = \text{Rp } 61,107,750$
- *U head*
 - Jumlah *u head*
 - Zona 1 = 3136 buah
 - Zona 2 = 1802 buah
 - Biaya = $4,500 \times 11 \times ((3136 + 1802) : 4) = \text{Rp } 61,107,750$
- Total biaya sewa alat tiap lantai
 - = $(44,133,375 + 37,343,625 + 37,818,000 + 13,579,500 + 61,107,750 + 61,107,750) : \text{banyak lantai}$
 - = $(44,133,375 + 37,343,625 + 37,818,000 + 13,579,500 + 61,107,750 + 61,107,750) : 11$
 - = Rp 23,190,000
- Biaya Upah pekerja untuk balok lantai *basement 2*
 - Biaya upah pekerja yaitu :
 - Mandor = Rp 120,000/hari
 - Kepala Tukang = Rp 110,000/hari
 - Tukang = Rp 105,000/hari
 - Pembantu Tukang = Rp 99,000/hari
 - Kebutuhan jumlah pekerja yaitu :
 - 1 mandor
 - 1 kepala tukang
 - 10 tukang
 - 20 pembantu tukang

Maka perhitungan upah pekerja sebagai berikut :

- Upah pekerja fabrikasi

$$\begin{aligned}
 &= (1 \times 120,000 \times 1.978) + (1 \times 110,000 \times 1.978) + (10 \times 105,000 \times 1.978) + (20 \times 99,000 \times 1.978) + (1 \times 120,000 \times 0.897) \\
 &\quad + (1 \times 110,000 \times 0.897) + (10 \times 105,000 \times 0.897) + (20 \times 99,000 \times 0.897) \\
 &= \text{Rp } 9,372,500
 \end{aligned}$$

- Upah pekerja pemasangan

$$\begin{aligned}
 &= (1 \times 120,000 \times 1.389) + (1 \times 110,000 \times 1.389) + (10 \times 105,000 \times 1.389) + (20 \times 99,000 \times 1.389) + (1 \times 120,000 \times 0.659) \\
 &\quad + (1 \times 110,000 \times 0.659) + (10 \times 105,000 \times 0.659) + (20 \times 99,000 \times 0.659) \\
 &= \text{Rp } 6,676,480
 \end{aligned}$$

- Upah pekerja pembongkaran

$$\begin{aligned}
 &= (1 \times 120,000 \times 0.866) + (1 \times 110,000 \times 0.866) + (10 \times 105,000 \times 0.866) + (20 \times 99,000 \times 0.866) + (1 \times 120,000 \times 0.393) \\
 &\quad + (1 \times 110,000 \times 0.393) + (10 \times 105,000 \times 0.393) + (20 \times 99,000 \times 0.393) \\
 &= \text{Rp } 4,104,340
 \end{aligned}$$

3. Pekerjaan Pengecoran

A. Analisa Bahan

Untuk pekerjaan pengecoran balok, menggunakan beton *ready mix* dengan mutu beton K-300. Volume pengecoran balok yang digunakan adalah volume bersih beton yang didapatkan dari volume balok dikurangi volume pembesian yang terpasang. Berikut adalah contoh perhitungan pada balok tipe G2-15 as M.4-M.5 lantai *basement 2* zona 1 :

- Dimensi balok = 0.4 x 0.7 m, dengan panjang 8 m
 - Panjang = 0.4 m
 - Tinggi = 0.7 m – tebal pelat = 0.7 – 0.13 = 0.57 m
 - Jumlah balok tipe G2-15 as M.4-M.5 lantai *basement 2* zona 1 = 11

$$\blacksquare \text{ Volume} = (0.4 \times 0.57 \times 8 \times 11) = 20.06 \text{ m}^3$$

Berdasarkan hasil perhitungan berat tulangan pembesian pada balok tipe G2-15 as M.4-M.5 lantai *basement 2* zona 1 adalah :

- D10 = 122.72 kg
- D22 = 261.47 kg

Maka volume bersih beton yang diperlukan adalah :

- Volume bersih

$$= 20.06 \text{ m}^3 - \left(\frac{122.72 + 261.47}{7850} \times n \right)$$

$$= 20.06 \text{ m}^3 - \left(\frac{122.72 + 261.47}{7850} \times 11 \right)$$

$$= 19.66 \text{ m}^3$$

- Rekapitulasi volume bersih balok

| Lantai | Zona | Volume Bersih (m ³) |
|--------|--------|---------------------------------|
| B2 | Zona 1 | 66.768 |
| | Zona 2 | 28.704 |
| B1 | Zona 1 | 66.768 |
| | Zona 2 | 28.704 |
| LG | Zona 1 | 86.401 |
| | Zona 2 | 41.414 |
| G | Zona 1 | 137.092 |
| | Zona 2 | 73.370 |
| Lt.2 | Zona 1 | 28.956 |
| | Zona 2 | 23.419 |
| Lt.3 | Zona 1 | 55.185 |
| | Zona 2 | 45.097 |
| Lt.4 | Zona 1 | 55.185 |
| | Zona 2 | 45.097 |
| Lt.5 | Zona 1 | 34.114 |
| | Zona 2 | 26.987 |
| Lt.6 | Zona 1 | 68.096 |
| | Zona 2 | 34.173 |

| Lantai | Zona | Volume Bersih (m ³) |
|--------|--------|---------------------------------|
| Lt.7 | Zona 1 | 68.096 |
| | Zona 2 | 34.173 |

B. Durasi

Dalam perhitungan durasi pekerjaan pengecoran balok ini, dihitung berdasarkan produktifitas alat *concrete pump*. Berikut adalah produktifitas *concrete pump* :

- Spesifikasi alat

Output piston = 80 m³/jam

Kondisi operasi alat = 0,75 (baik)

Faktor cuaca = 1 (cerah)

Faktor keterampilan = 0,75 (cerah)

- Produktifitas *concrete pump*

= 80 x 0,75 x 1 x 0,75 = 45 m³/jam

Total volume bersih didapatkan dari penjumlahan volume balok, pelat, dan tangga dalam rekapitulasi zona 1 lantai *basement 2* adalah 104 m³

- Waktu operasional alat

= $\frac{104}{45}$ = 2.31 jam = 138.603 menit

- Waktu persiapan alat

- Pengaturan posisi = 10 menit

- Pemasangan pompa = 30 menit

- Waktu tunggu = 10 menit

- Pemanasan mesin = 60 menit

- Waktu menuangkan = 10 menit

- Waktu tambah

- Pergantian truk = $\frac{104}{6} \times 5 = 90$ menit

- Uji slump = 90 menit

- Waktu pasca pelaksanaan

- Pembersihan pompa = 10 menit

- Pembongkaran pompa = 30 menit

- Persiapan kembali = 50 menit
- Durasi pengecoran balok
 - = $138.603 + 10 + 30 + 10 + 10 + 60 + 10 + 90 + 90 + 10 + 30 + 50$
 - = 478.60 menit
 - = 1.140 hari : jumlah item pekerjaan
 - = 1.140 hari : 3
 - = 0.38 hari
- Rekapitulasi durasi pengecoran balok

| Lantai | Zona | Durasi (hari) |
|--------|--------|---------------|
| B2 | Zona 1 | 0.38 |
| | Zona 2 | 0.29 |
| B1 | Zona 1 | 0.38 |
| | Zona 2 | 0.28 |
| LG | Zona 1 | 0.52 |
| | Zona 2 | 0.38 |
| G | Zona 1 | 0.94 |
| | Zona 2 | 0.61 |
| Lt.2 | Zona 1 | 0.25 |
| | Zona 2 | 0.32 |
| Lt.3 | Zona 1 | 0.43 |
| | Zona 2 | 0.40 |
| Lt.4 | Zona 1 | 0.43 |
| | Zona 2 | 0.40 |
| Lt.5 | Zona 1 | 0.32 |
| | Zona 2 | 0.34 |
| Lt.6 | Zona 1 | 0.41 |
| | Zona 2 | 0.32 |
| Lt.7 | Zona 1 | 0.41 |
| | Zona 2 | 0.32 |

C. Biaya

Perhitungan biaya pengecoran dihitung dari total biaya material, biaya sewa alat, dan biaya upah pekerja.

- Biaya material

Material yang digunakan adalah beton *ready mix* dengan mutu K-300 dengan harga Rp 855,000/m³. Berdasarkan perhitungan volume, didapatkan volume bersih beton balok lantai *basement 2* yaitu :

- Zona 1

Volume bersih = 66.768 m³

Biaya = (66.768 x 855,000) = Rp 57,086,983

- Zona 2

Volume bersih = 28.704 m³

Biaya = (28.704 x 855,000) = Rp 24,541,608

- Rekapitulasi biaya material

| Lantai | Zona | Harga Total |
|--------|------|-------------------|
| B2 | 1 | Rp 57,086,983.68 |
| | 2 | Rp 24,541,608.69 |
| B1 | 1 | Rp 57,086,983.68 |
| | 2 | Rp 24,541,608.69 |
| LG | 1 | Rp 73,872,965.69 |
| | 2 | Rp 35,409,023.57 |
| G | 1 | Rp 117,214,028.62 |
| | 2 | Rp 62,731,525.06 |
| 2 | 1 | Rp 24,757,144.95 |
| | 2 | Rp 20,022,972.67 |
| 3 | 1 | Rp 47,182,958.40 |
| | 2 | Rp 38,558,332.07 |
| 4 | 1 | Rp 47,182,958.40 |
| | 2 | Rp 38,558,332.07 |

| Lantai | Zona | Harga Total |
|--------|------|------------------|
| 5 | 1 | Rp 29,167,387.49 |
| | 2 | Rp 23,074,222.92 |
| 6 | 1 | Rp 58,222,392.05 |
| | 2 | Rp 29,217,956.82 |
| 7 | 1 | Rp 58,222,392.05 |
| | 2 | Rp 29,217,956.82 |

- Biaya sewa alat

Dalam perhitungan biaya pengecoran balok dibutuhkan alat *concrete pump* dengan harga sewa Rp 125,000,000/bulan dan *concrete vibrator* dengan harga sewa Rp 3,600,000/bulan.

Dalam pelaksanaannya alat *concrete pump* dan *concrete vibrator* digunakan selama selesainya pekerjaan pengecoran. Setelah dilakukan analisa dengan *Microsoft Project* diketahui durasi untuk penggunaan alat ini adalah 330 hari = 11 bulan, maka perhitungan biayanya adalah :

- *concrete pump* yang digunakan sejumlah 2 buah dalam dua zona = $125,000,000 \times 2 \times 11 = \text{Rp } 2,750,000,000$

- perhitungan tiap pekerjaan = $\frac{2,750,000,000}{10} = \text{Rp } 275,000,000$

- perhitungan tiap lantai = $\frac{275,000,000}{11} = \text{Rp } 25,000,000$

- *concrete vibrator* yang digunakan sejumlah 4 buah dalam dua zona = $3,600,000 \times 4 \times 11 = \text{Rp } 158,400,000$

- perhitungan tiap pekerjaan = $\frac{158,400,000}{8} = \text{Rp } 19,800,000$

$$\blacksquare \text{ perhitungan tiap lantai} = \frac{19,800,000}{11} = \text{Rp } 1,800,000$$

- Biaya Upah pekerja balok lantai *basement 2* :

Biaya upah pekerja yaitu :

Mandor = Rp 120,000/hari

Kepala Tukang = Rp 110,000/hari

Tukang = Rp 105,000/hari

Pembantu Tukang = Rp 99,000/hari

Kebutuhan jumlah pekerja yaitu :

1 mandor

2 kepala tukang

18 tukang

18 pembantu tukang

Maka perhitungan upah pekerja sebagai berikut :

- Upah pekerja

$$\begin{aligned} &= (1 \times 120,000 \times 0.379) + (2 \times 110,000 \times 0.379) + (18 \times 105,000 \times 0.379) \\ &\quad + (18 \times 99,000 \times 0.379) + (1 \times 120,000 \times 0.294) \\ &\quad + (2 \times 110,000 \times 0.294) + (18 \times 105,000 \times 0.294) + (18 \times 99,000 \times 0.294) \\ &= \text{Rp } 2,700,076 \end{aligned}$$

4. Rekapitulasi Durasi dan Biaya

Dalam hal ini rekapitulasi perhitungan durasi didapatkan dari penjumlahan durasi seluruh pekerjaan yang diambil dari durasi 2 zona. Sedangkan untuk rekapitulasi perhitungan biaya didapatkan dari penjumlahan biaya material, biaya sewa alat, dan biaya upah pekerja.

A. Durasi

| Lantai | Durasi |
|--------------|---------|
| Basement 2 | 11 hari |
| Basement 1 | 11 hari |
| Lower Gorund | 13 hari |
| Ground | 20 hari |
| Lantai 2 | 9 hari |

| Lantai | Durasi |
|----------|---------|
| Lantai 3 | 15 hari |
| Lantai 4 | 15 hari |
| Lantai 5 | 11 hari |
| Lantai 6 | 13 hari |
| Lantai 7 | 12 hari |

B. Biaya

| Lantai | Biaya |
|--------------|---------------------|
| Basement 2 | Rp 824,379,551.53 |
| Basement 1 | Rp 824,331,407.53 |
| Lower Gorund | Rp 984,159,074.55 |
| Ground | Rp 1,629,785,978.86 |
| Lantai 2 | Rp 726,804,423.36 |
| Lantai 3 | Rp 1,161,103,549.36 |
| Lantai 4 | Rp 1,301,791,539.36 |
| Lantai 5 | Rp 938,840,086.94 |
| Lantai 6 | Rp 1,072,530,229.89 |
| Lantai 7 | Rp 1,070,681,860.29 |

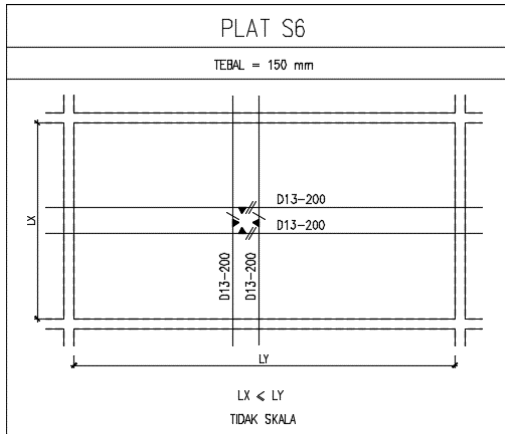
6.10 Pekerjaan Pelat Lantai

Pada pekerjaan pelat ini, perhitungan dibagi menjadi beberapa pekerjaan yaitu pembesian, bekisting, dan pengecoran.

1. Pekerjaan Pembesian

A. Analisa Bahan

Dalam perhitungan analisa bahan pada pekerjaan pelat ini digunakan contoh pada pelat tipe S6 lantai *basement 2* zona 1.



Gambar 6.46 Detail Tulangan Pelat Tipe S6
sumber: PT.PP (Persero), Tbk

- Data detail pelat S6 lantai *basement 2* zona 1 :
 - Dimensi = 0.4 x 0.7 (m)
 - Tulangan = D13-200 (tul. atas arah ly)
 - D13-200 (tul. bawah arah lx)
 - D13-200 (tul. atas arah lx)
 - D13-200 (tul. bawah arah ly)
 - Decking = 0.04 m
- Perhitungan jumlah tulangan
 - Panjang pelat arah lx = 4.65 m
 - Lapangan = $\frac{1}{2} \times 4.65 = 2.33$ m
 - Tumpuan = $\frac{1}{4} \times 4.65 = 1.16$ m
 - Panjang pelat arah ly = 7.65 m
 - Tumpuan = $\frac{1}{4} \times 4.65 = 1.16$ m
 - Lapangan = $7.65 - (1.16 \times 2) = 5.24$ m
 - Tulangan atas
 - Tulangan arah ly

$$\text{Tul. utama} = \frac{\text{panjang lx}}{\text{jarak:1000}} + 1 = \frac{4.65}{200:1000} + 1 = 24.25$$

- Tulangan arah lx

$$\text{Tul. utama} = \frac{\text{panjang ly}}{\text{jarak:1000}} + 1 = \frac{7.65}{200:1000} + 1 = 38.80$$

- Tulangan bawah

- Tulangan arah ly

$$\text{Tul. utama panjang} = \frac{\text{lapangan arah lx}}{\text{jarak:1000}} + 1 = \frac{2.33}{200:1000} + 1 = 12.63$$

$$\text{Tul. utama pendek} = \frac{\text{lapangan arah lx}}{\text{jarak:1000}} + 1 = \frac{2.33}{200:1000} + 1 = 12.63$$

- Tulangan arah lx

$$\text{Tul. utama panjang} = \frac{\text{panjang ly}}{\text{jarak:1000}} + 1 = \frac{7.65}{200:1000} + 1 = 38.80$$

$$\text{Tul. utama pendek} = \frac{\text{tumpuan arah ly}}{\text{jarak:1000}} + 1 = \frac{1.16}{200:1000} + 1 = 6.81$$

- Perhitungan panjang tulangan

- Tulangan atas

Tulangan arah ly

- Tulangan utama = (panjang ly) x (jumlah tul. utama arah ly bawah) = 7.56 x 12.63 = 95.45 m

- Sambungan atas = (jumlah tul. utama arah ly atas) x (tul. utama menerus) = 24.25 x 0.4 = 9.85 m

- Sambungan bawah = (jumlah tul. utama arah ly atas) x 0.5 x 0.4 = 24.25 x 0.5 x 0.4 = 4.85 m

Tulangan arah lx

- Tulangan utama = (panjang lx) x (jumlah tul. utama arah lx atas) = 4.65 x 38.80 = 180.42 m

- Sambungan kiri = (bengkokan tul.atas + kaitan tul.atas) x (jumlah tul. utama arah ly bawah) = (0.052 + 0.078) x 12.63 = 1.64 m

- Sambungan kanan = (bengkokan tul.atas + kaitan tul.atas) x (jumlah tul. utama arah ly bawah) = $(0.052 + 0.078) \times 12.63 = 1.64 \text{ m}$
- Tulangan bawah
Tulangan arah ly
 - Tulangan utama = (panjang lx) x (jumlah tul. utama arah ly bawah) = $4.65 \times 12.63 = 58.71 \text{ m}$
 - Sambungan utama = (tul.menerus bawah) x (jumlah tul. utama arah ly bawah) = $0.4 \times 12.63 = 5.13 \text{ m}$
- Tulangan arah lx
 - Tulangan utama = (panjang lx) x (jumlah tul. utama arah lx bawah) = $4.65 \times 51.40 = 239.01 \text{ m}$
 - Sambungan utama = (tul.menerus bawah x 2) x (jumlah tul. utama arah lx bawah) = $(0.4 \times 2) \times 51.40 = 41.74 \text{ m}$
- Total panjang tulangan = $95.45 + 9.85 + 4.85 + 180.42 + 1.64 + 1.64 + 58.71 + 5.13 + 239.01 + 41.74 = 638.42 \text{ m}$
- Untuk tulangan D13 memiliki berat jenis 1.04 kg/m
- Berat total tulangan = $638.42 \times 1.04 = 663.96 \text{ kg}$
- Rekapitulasi kebutuhan tulangan

| Lantai | Zona | Diameter Tulangan | Berat (Kg) |
|--------|--------|-------------------|------------|
| B3 | Zona 1 | 10 | 0 |
| | | 13 | 0 |
| | | 16 | 17062.19 |
| | | 19 | 22710.76 |
| | Zona 2 | 10 | 0 |
| | | 13 | 0 |
| | | 16 | 12632.07 |
| | | 19 | 10697.34 |

| Lantai | Zona | Diameter Tulangan | Berat (Kg) |
|--------|--------|-------------------|------------|
| B2 | Zona 1 | 10 | 616.07 |
| | | 13 | 34760.93 |
| | | 16 | 0 |
| | | 19 | 0 |
| | Zona 2 | 10 | 26740.8 |
| | | 13 | 0 |
| | | 16 | 0 |
| | | 19 | 0 |
| B1 | Zona 1 | 10 | 616.07 |
| | | 13 | 34760.93 |
| | | 16 | 0 |
| | | 19 | 0 |
| | Zona 2 | 10 | 26740.8 |
| | | 13 | 0 |
| | | 16 | 0 |
| | | 19 | 0 |
| LG | Zona 1 | 10 | 23570.49 |
| | | 13 | 4731.29 |
| | | 16 | 0 |
| | | 19 | 0 |
| | Zona 2 | 10 | 46020.33 |
| | | 13 | 0 |
| | | 16 | 0 |
| | | 19 | 0 |
| G | Zona 1 | 10 | 4819.44 |
| | | 13 | 19436.25 |
| | | 16 | 0 |

| Lantai | Zona | Diameter Tulangan | Berat (Kg) |
|--------|--------|-------------------|------------|
| G | | 19 | 0 |
| | Zona 2 | 10 | 4714.4 |
| | | 13 | 9597.69 |
| | | 16 | 0 |
| | | 19 | 0 |
| LT.2 | Zona 1 | 10 | 3335.43 |
| | | 13 | 0 |
| | | 16 | 0 |
| | | 19 | 0 |
| | Zona 2 | 10 | 4173.85 |
| | | 13 | 0 |
| | | 16 | 0 |
| | | 19 | 0 |
| LT.3 | Zona 1 | 10 | 5347.42 |
| | | 13 | 0 |
| | | 16 | 0 |
| | | 19 | 0 |
| | Zona 2 | 10 | 5029.28 |
| | | 13 | 0 |
| | | 16 | 0 |
| | | 19 | 0 |
| LT.4 | Zona 1 | 10 | 5347.42 |
| | | 13 | 0 |
| | | 16 | 0 |
| | | 19 | 0 |
| | Zona 2 | 10 | 5029.28 |
| | | 13 | 0 |

| Lantai | Zona | Diameter Tulangan | Berat (Kg) |
|--------|--------|-------------------|------------|
| LT.4 | Zona 2 | 16 | 0 |
| | | 19 | 0 |
| LT.5 | Zona 1 | 10 | 3585.07 |
| | | 13 | 0 |
| | | 16 | 0 |
| | | 19 | 0 |
| | Zona 2 | 10 | 5136.74 |
| | | 13 | 0 |
| | | 16 | 0 |
| | | 19 | 0 |
| LT.6 | Zona 1 | 10 | 4103.32 |
| | | 13 | 0 |
| | | 16 | 0 |
| | | 19 | 0 |
| | Zona 2 | 10 | 3627.69 |
| | | 13 | 0 |
| | | 16 | 0 |
| | | 19 | 0 |
| LT.7 | Zona 1 | 10 | 4103.32 |
| | | 13 | 0 |
| | | 16 | 0 |
| | | 19 | 0 |
| | Zona 2 | 10 | 3627.69 |
| | | 13 | 0 |
| | | 16 | 0 |
| | | 19 | 0 |

B. Durasi

Durasi pembesian dihitung dari total durasi pemotongan, pembengkokan, kaitan, dan pemasangan tulangan.

- Pemotongan tulangan

Durasi pemotongan tulangan menggunakan *bar cutter* tiap 100 buah tulangan adalah 2 jam yang dikerjakan satu orang pekerja dengan durasi normal. Durasi pekerja proyek ini adalah 7 jam kerja dalam satu hari.

Untuk pekerjaan pelat ini didapatkan jumlah potongan pelat lantai *basement 2* zona 1 sebagai berikut :

- Zona 1

D10 = 423 buah potongan

D13 = 944 buah potongan

D16 = 0 buah potongan

D19 = 0 buah potongan

Sehingga setelah diketahui jumlah potongan, maka dapat dihitung durasi pemotongan tulangan yaitu :

- Kebutuhan tenaga kerja yaitu :

1 mandor

2 kepala tukang

18 tukang

18 pembantu tukang

- Produktifitas pekerja = $(1 \times 7) + (2 \times 7) + (18 \times 7) + (18 \times 7) = 264.25$ jam/hari

- Produktifitas alat *bar cutter* = 100 buah dalam 2 jam

- Produktifitas grup = $\frac{264.25}{2} \times 100 \times 0.8 = 10570$ buah potongan/hari

- Durasi grup untuk D10 zona 1 yang sejumlah 423 buah potongan adalah = $\frac{423}{10570} = 0.04$ hari

- Rekapitulasi durasi grup

| Lantai | Zona | Diameter (mm) | Jumlah (batang) | Durasi Grup (hari) | |
|--------|--------|---------------|-----------------|--------------------|------|
| B3 | Zona 1 | 10 | 0 | 0.00 | |
| | | 13 | 0 | 0.00 | |
| | | 16 | 2552 | 0.24 | |
| | | 19 | 2298 | 0.22 | |
| | Total | | | | 0.46 |
| | Zona 2 | 10 | 0 | 0.00 | |
| | | 13 | 0 | 0.00 | |
| | | 16 | 2286 | 0.22 | |
| | | 19 | 947 | 0.09 | |
| | Total | | | | 0.31 |
| B2 | Zona 1 | 10 | 423 | 0.04 | |
| | | 13 | 944 | 0.09 | |
| | | 16 | 0 | 0.00 | |
| | | 19 | 0 | 0.00 | |
| | Total | | | | 0.13 |
| | Zona 2 | 10 | 1819 | 0.17 | |
| | | 13 | 0 | 0.00 | |
| | | 16 | 0 | 0.00 | |
| | | 19 | 0 | 0.00 | |
| | Total | | | | 0.17 |
| B1 | Zona 1 | 10 | 423 | 0.04 | |
| | | 13 | 944 | 0.09 | |
| | | 16 | 0 | 0.00 | |
| | | 19 | 0 | 0.00 | |
| | Total | | | | 0.13 |

| Lantai | Zona | Diameter | Jumlah (batang) | Durasi Grup (hari) |
|--------|--------|----------|-----------------|--------------------|
| B1 | Zona 2 | 10 | 1819 | 0.17 |
| | | 13 | 0 | 0.00 |
| | | 16 | 0 | 0.00 |
| | | 19 | 0 | 0.00 |
| | Total | | | 0.17 |
| LG | Zona 1 | 10 | 1201 | 0.11 |
| | | 13 | 1258 | 0.12 |
| | | 16 | 0 | 0.00 |
| | | 19 | 0 | 0.00 |
| | Total | | | 0.23 |
| | Zona 2 | 10 | 2773 | 0.26 |
| | | 13 | 0 | 0.00 |
| | | 16 | 0 | 0.00 |
| | | 19 | 0 | 0.00 |
| Total | | | 0.26 | |
| G | Zona 1 | 10 | 2990 | 0.28 |
| | | 13 | 5178 | 0.49 |
| | | 16 | 0 | 0.00 |
| | | 19 | 0 | 0.00 |
| | Total | | | 0.77 |
| | Zona 2 | 10 | 2994 | 0.28 |
| | | 13 | 2761 | 0.26 |
| | | 16 | 0 | 0.00 |
| | | 19 | 0 | 0.00 |
| Total | | | 0.54 | |
| LT.2 | Zona 1 | 10 | 1456 | 0.14 |

| Lantai | Zona | Diameter (mm) | Jumlah (batang) | Durasi Grup (hari) | |
|--------|--------|---------------|-----------------|--------------------|------|
| LT.2 | Zona 1 | 13 | 0 | 0.00 | |
| | | 16 | 0 | 0.00 | |
| | | 19 | 0 | 0.00 | |
| | Total | | | | 0.14 |
| | Zona 2 | 10 | 3228 | 0.31 | |
| | | 13 | 0 | 0.00 | |
| | | 16 | 0 | 0.00 | |
| | | 19 | 0 | 0.00 | |
| | Total | | | | 0.31 |
| | LT.3 | Zona 1 | 10 | 3927 | 0.37 |
| 13 | | | 0 | 0.00 | |
| 16 | | | 0 | 0.00 | |
| 19 | | | 0 | 0.00 | |
| Total | | | | 0.37 | |
| Zona 2 | | 10 | 3715 | 0.35 | |
| | | 13 | 0 | 0.00 | |
| | | 16 | 0 | 0.00 | |
| | | 19 | 0 | 0.00 | |
| Total | | | | 0.35 | |
| LT.4 | Zona 1 | 10 | 3927 | 0.37 | |
| | | 13 | 0 | 0.00 | |
| | | 16 | 0 | 0.00 | |
| | | 19 | 0 | 0.00 | |
| | Total | | | | 0.37 |
| | Zona 2 | 10 | 3715 | 0.35 | |
| | | 13 | 0 | 0.00 | |

| Lantai | Zona | Diameter (mm) | Jumlah (batang) | Durasi Grup (hari) |
|--------|--------|---------------|-----------------|--------------------|
| LT.4 | Zona 2 | 16 | 0 | 0.00 |
| | | 19 | 0 | 0.00 |
| | Total | | | 0.35 |
| LT.5 | Zona 1 | 10 | 2302 | 0.22 |
| | | 13 | 0 | 0.00 |
| | | 16 | 0 | 0.00 |
| | | 19 | 0 | 0.00 |
| | Total | | | 0.22 |
| | Zona 2 | 10 | 3433 | 0.32 |
| | | 13 | 0 | 0.00 |
| | | 16 | 0 | 0.00 |
| 19 | | 0 | 0.00 | |
| Total | | | 0.32 | |
| LT.6 | Zona 1 | 10 | 3481 | 0.33 |
| | | 13 | 0 | 0.00 |
| | | 16 | 0 | 0.00 |
| | | 19 | 0 | 0.00 |
| | Total | | | 0.33 |
| | Zona 2 | 10 | 2982 | 0.28 |
| | | 13 | 0 | 0.00 |
| | | 16 | 0 | 0.00 |
| 19 | | 0 | 0.00 | |
| Total | | | 0.28 | |
| | Zona 1 | 10 | 3481 | 0.33 |
| | | 13 | 0 | 0.00 |
| | | 16 | 0 | 0.00 |

| Lantai | Zona | Diameter (mm) | Jumlah (batang) | Durasi Grup (hari) |
|--------|--------|---------------|-----------------|--------------------|
| | | | 19 | 0 |
| LT.7 | Total | | | 0.33 |
| | Zona 2 | 10 | 2982 | 0.28 |
| | | 13 | 0 | 0.00 |
| | | 16 | 0 | 0.00 |
| | | 19 | 0 | 0.00 |
| | Total | | | 0.28 |

- Pembengkokan tulangan

Durasi untuk perhitungan pembengkokan menggunakan *bar bender* oleh satu orang pekerja adalah 100 buah bengkakan dalam durasi normal. Durasi pekerja proyek ini adalah 7 jam kerja dalam satu hari.

Untuk pekerjaan pelat ini didapatkan jumlah bengkakan pelat lantai *basement 2* zona 1 sebagai berikut :

- Zona 1

D10 = 0 buah bengkakan

D13 = 0 buah bengkakan

D16 = 0 buah bengkakan

D19 = 0 buah bengkakan

Sehingga setelah diketahui jumlah bengkakan, maka dapat dihitung durasi pembengkokan tulangan yaitu :

- Kebutuhan tenaga kerja yaitu :

1 mandor

2 kepala tukang

18 tukang

18 pembantu tukang

- Produktifitas pekerja = $(1 \times 7) + (2 \times 7) + (18 \times 7) + (18 \times 7) = 264.25$ jam/hari
- Produktifitas alat *bar bender* = 100 buah dalam 1.15 jam (untuk D10)
- Produktifitas grup = $\frac{264.25}{1.15} \times 100 \times 0.8 = 18383$ buah bengkokan/hari
- Durasi grup untuk D10 zona 1 yang sejumlah 0 buah bengkokan adalah = $\frac{0}{18383} = 0.00$ hari
- Rekapitulasi durasi grup = 0.00 hari, karena tidak ada tulangan yang dibengkokan
- Kaitan tulangan

Durasi untuk perhitungan kaitan menggunakan *bar bender* oleh satu orang pekerja adalah 100 buah kaitan dalam durasi normal. Durasi pekerja proyek ini adalah 7 jam kerja dalam satu hari.

Untuk pekerjaan pelat ini didapatkan jumlah kaitan pelat lantai *basement 2* zona 1 sebagai berikut :

 - Zona 1
 - D10 = 846 buah kaitan
 - D13 = 1889 buah kaitan
 - D16 = 0 buah kaitan
 - D19 = 0 buah kaitan

Sehingga setelah diketahui jumlah kaitan, maka dapat dihitung durasi kaitan tulangan yaitu :

 - Kebutuhan tenaga kerja yaitu :
 - 1 mandor
 - 2 kepala tukang
 - 18 tukang
 - 18 pembantu tukang
 - Produktifitas pekerja = $(1 \times 7) + (2 \times 7) + (18 \times 7) + (18 \times 7) = 264.25$ jam/hari

- Produktifitas alat *bar bender* = 100 buah dalam 1.85 jam (untuk D10)
- Produktifitas grup = $\frac{264.25}{1.85} \times 100 \times 0.8 = 11427$ buah kaitan/hari
- Durasi grup untuk D10 zona 1 yang sejumlah 846 buah kaitan adalah = $\frac{846}{11427} = 0.07$ hari
- Rekapitulasi durasi grup

| Lantai | Zona | Diameter (mm) | Jumlah (batang) | Durasi Grup (hari) | |
|--------|--------|---------------|-----------------|--------------------|------|
| B3 | Zona 1 | 10 | 0 | 0.00 | |
| | | 13 | 0 | 0.00 | |
| | | 16 | 5104 | 0.56 | |
| | | 19 | 4596 | 0.50 | |
| | Total | | | | 1.06 |
| | Zona 2 | 10 | 0 | 0.00 | |
| | | 13 | 0 | 0.00 | |
| | | 16 | 4573 | 0.50 | |
| | | 19 | 1894 | 0.21 | |
| | Total | | | | 0.70 |
| B2 | Zona 1 | 10 | 846 | 0.07 | |
| | | 13 | 1889 | 0.17 | |
| | | 16 | 0 | 0.00 | |
| | | 19 | 0 | 0.00 | |
| | Total | | | | 0.24 |
| | Zona 2 | 10 | 3638 | 0.32 | |
| | | 13 | 0 | 0.00 | |
| | | 16 | 0 | 0.00 | |
| 19 | | 0 | 0.00 | | |

| Lantai | Zona | Diameter (mm) | Jumlah (batang) | Durasi Grup (hari) |
|--------|--------|---------------|-----------------|--------------------|
| | Total | | | 0.32 |
| B1 | Zona 1 | 10 | 846 | 0.07 |
| | | 13 | 1889 | 0.17 |
| | | 16 | 0 | 0.00 |
| | | 19 | 0 | 0.00 |
| | Total | | | 0.24 |
| | Zona 2 | 10 | 3638 | 0.32 |
| | | 13 | 0 | 0.00 |
| | | 16 | 0 | 0.00 |
| | | 19 | 0 | 0.00 |
| | Total | | | 0.32 |
| LG | Zona 1 | 10 | 2401 | 0.21 |
| | | 13 | 2516 | 0.22 |
| | | 16 | 0 | 0.00 |
| | | 19 | 0 | 0.00 |
| | Total | | | 0.43 |
| | Zona 2 | 10 | 5546 | 0.49 |
| | | 13 | 0 | 0.00 |
| | | 16 | 0 | 0.00 |
| | | 19 | 0 | 0.00 |
| | Total | | | 0.49 |
| G | Zona 1 | 10 | 5980 | 0.52 |
| | | 13 | 10355 | 0.91 |
| | | 16 | 0 | 0.00 |
| | | 19 | 0 | 0.00 |
| | Total | | | 1.43 |

| Lantai | Zona | | Diameter | Jumlah (batang) | Durasi Grup (hari) |
|--------|--------|--|----------|--------------------|--------------------------|
| | | | | | |
| G | Zona 2 | | 10 | 5989 | 0.52 |
| | | | 13 | 5523 | 0.48 |
| | | | 16 | 0 | 0.00 |
| | | | 19 | 0 | 0.00 |
| | Total | | | | 1.01 |
| LT.2 | Zona 1 | | 10 | 2912 | 0.25 |
| | | | 13 | 0 | 0.00 |
| | | | 16 | 0 | 0.00 |
| | | | 19 | 0 | 0.00 |
| | Total | | | | 0.25 |
| | Zona 2 | | 10 | 6456 | 0.56 |
| | | | 13 | 0 | 0.00 |
| | | | 16 | 0 | 0.00 |
| | | | 19 | 0 | 0.00 |
| Total | | | | 0.56 | |
| LT.3 | Zona 1 | | 10 | 7855 | 0.69 |
| | | | 13 | 0 | 0.00 |
| | | | 16 | 0 | 0.00 |
| | | | 19 | 0 | 0.00 |
| | Total | | | | 0.69 |
| | Zona 2 | | 10 | 7430 | 0.65 |
| | | | 13 | 0 | 0.00 |
| | | | 16 | 0 | 0.00 |
| | | | 19 | 0 | 0.00 |
| Total | | | | 0.65 | |
| LT.4 | Zona 1 | | 10 | 7855 | 0.69 |

| Lantai | Zona | Diameter (mm) | Jumlah (batang) | Durasi Grup (hari) | |
|--------|--------|---------------|-----------------|--------------------|------|
| LT.4 | Zona 1 | 13 | 0 | 0.00 | |
| | | 16 | 0 | 0.00 | |
| | | 19 | 0 | 0.00 | |
| | Total | | | | 0.69 |
| | Zona 2 | 10 | 7430 | 0.65 | |
| | | 13 | 0 | 0.00 | |
| | | 16 | 0 | 0.00 | |
| | | 19 | 0 | 0.00 | |
| | Total | | | | 0.65 |
| | LT.5 | Zona 1 | 10 | 4603 | 0.40 |
| 13 | | | 0 | 0.00 | |
| 16 | | | 0 | 0.00 | |
| 19 | | | 0 | 0.00 | |
| Total | | | | 0.40 | |
| Zona 2 | | 10 | 6868 | 0.60 | |
| | | 13 | 0 | 0.00 | |
| | | 16 | 0 | 0.00 | |
| | 19 | 0 | 0.00 | | |
| Total | | | | 0.60 | |
| LT.6 | Zona 1 | 10 | 6963 | 0.61 | |
| | | 13 | 0 | 0.00 | |
| | | 16 | 0 | 0.00 | |
| | | 19 | 0 | 0.00 | |
| | Total | | | | 0.61 |
| | Zona 2 | 10 | 5962 | 0.52 | |
| 13 | | 0 | 0.00 | | |

| Lantai | Zona | Diameter (mm) | Jumlah (batang) | Durasi Grup (hari) |
|--------|--------|---------------|-----------------|--------------------|
| LT.6 | Zona 2 | 16 | 0 | 0.00 |
| | | 19 | 0 | 0.00 |
| | | Total | | 0.52 |
| | LT.7 | Zona 1 | 10 | 6963 |
| 13 | | | 0 | 0.00 |
| 16 | | | 0 | 0.00 |
| 19 | | | 0 | 0.00 |
| Total | | 0.61 | | |
| Zona 2 | | 10 | 5962 | 0.52 |
| | | 13 | 0 | 0.00 |
| | | 16 | 0 | 0.00 |
| | | 19 | 0 | 0.00 |
| Total | | 0.52 | | |

- Pemasangan tulangan

Durasi untuk perhitungan pemasangan tulangan oleh satu orang pekerja adalah 100 buah pasang tulangan dalam durasi normal. Durasi pekerja proyek ini adalah 7 jam kerja dalam satu hari.

Untuk pekerjaan pelat ini didapatkan jumlah memasang tulangan pelat lantai *basement 2* zona 1 sebagai berikut :

- Zona 1

Panjang tulangan 3m :

D10 = 423 buah

D13 = 944 buah

D16 = 0 buah

D19 = 0 buah

Panjang tulangan 3-6 m :

D10 = 0 buah

D13 = 0 buah

D16 = 0 buah

D19 = 0 buah

Panjang tulangan 6-9 m :

D10 = 0 buah

D13 = 0 buah

D16 = 0 buah

D19 = 0 buah

Sehingga setelah diketahui jumlah pasang tulangan, maka dapat dihitung durasi pasang tulangan yaitu :

- Kebutuhan tenaga kerja yaitu :

1 mandor

2 kepala tukang

18 tukang

18 pembantu tukang

- Produktifitas pekerja = $(1 \times 7) + (2 \times 7) + (18 \times 7) + (18 \times 7) = 264.25$ jam/hari

- Produktifitas pasang = 100 buah dalam 4.75 jam (untuk D10) dengan panjang 3 m

- Produktifitas grup = $\frac{264.25}{4.75} \times 100 \times 0.8 = 4451$ buah pasang/hari

- Durasi grup untuk D10 zona 1 panjang 3 m yang sejumlah 423 buah pasang adalah = $\frac{423}{4451} = 0.10$ hari

- Rekapitulasi durasi grup

| Lantai | Zona | Diameter (mm) | Panjang 3 m | |
|--------|--------|---------------|-------------|-------------|
| | | | n | Durasi Grup |
| B3 | Zona 1 | 10 | 0 | 0.00 |
| | | 13 | 0 | 0.00 |

| Lantai | Zona | Diameter (mm) | n | Durasi Grup | |
|--------|--------|---------------|------|-------------|------|
| | | | | | |
| B3 | Zona 1 | 16 | 2044 | 0.56 | |
| | | 19 | 2095 | 0.57 | |
| | | Total | | | 1.13 |
| | Zona 2 | 10 | 0 | 0.00 | |
| | | 13 | 0 | 0.00 | |
| | | 16 | 2106 | 0.57 | |
| | | 19 | 658 | 0.18 | |
| | Total | | | 0.75 | |
| | B2 | Zona 1 | 10 | 423 | 0.10 |
| | | | 13 | 944 | 0.21 |
| 16 | | | 0 | 0.00 | |
| 19 | | | 0 | 0.00 | |
| Total | | | 0.31 | | |
| Zona 2 | | 10 | 1819 | 0.41 | |
| | | 13 | 0 | 0.00 | |
| | | 16 | 0 | 0.00 | |
| | | 19 | 0 | 0.00 | |
| Total | | | 0.41 | | |
| B1 | Zona 1 | 10 | 423 | 0.10 | |
| | | 13 | 944 | 0.21 | |
| | | 16 | 0 | 0.00 | |
| | | 19 | 0 | 0.00 | |
| | Total | | | 0.31 | |
| | Zona 2 | 10 | 1819 | 0.41 | |
| | | 13 | 0 | 0.00 | |
| | | 16 | 0 | 0.00 | |
| | | 19 | 0 | 0.00 | |

| Lantai | Zona | Diameter (mm) | n | Durasi Grup |
|--------|--------|---------------|------|-------------|
| | Total | | | 0.41 |
| LG | Zona 1 | 10 | 1201 | 0.27 |
| | | 13 | 1258 | 0.28 |
| | | 16 | 0 | 0.00 |
| | | 19 | 0 | 0.00 |
| | Total | | | 0.55 |
| | Zona 2 | 10 | 2773 | 0.62 |
| | | 13 | 0 | 0.00 |
| | | 16 | 0 | 0.00 |
| | | 19 | 0 | 0.00 |
| | Total | | | 0.62 |
| G | Zona 1 | 10 | 2990 | 0.67 |
| | | 13 | 5178 | 1.16 |
| | | 16 | 0 | 0.00 |
| | | 19 | 0 | 0.00 |
| | Total | | | 1.84 |
| | Zona 2 | 10 | 2994 | 0.67 |
| | | 13 | 2761 | 0.62 |
| | | 16 | 0 | 0.00 |
| | | 19 | 0 | 0.00 |
| | Total | | | 1.29 |
| LT.2 | Zona 1 | 10 | 1456 | 0.33 |
| | | 13 | 0 | 0.00 |
| | | 16 | 0 | 0.00 |
| | | 19 | 0 | 0.00 |
| | Total | | | 0.33 |
| | Zona 2 | 10 | 3228 | 0.73 |

| Lantai | Zona | Diameter (mm) | n | Durasi Grup | |
|--------|--------|---------------|------|-------------|------|
| LT.2 | Zona 2 | 13 | 0 | 0.00 | |
| | | 16 | 0 | 0.00 | |
| | | 19 | 0 | 0.00 | |
| | Total | | | | 0.73 |
| LT.3 | Zona 1 | 10 | 3927 | 0.88 | |
| | | 13 | 0 | 0.00 | |
| | | 16 | 0 | 0.00 | |
| | | 19 | 0 | 0.00 | |
| | Total | | | | 0.88 |
| | Zona 2 | 10 | 3715 | 0.83 | |
| | | 13 | 0 | 0.00 | |
| | | 16 | 0 | 0.00 | |
| 19 | | 0 | 0.00 | | |
| Total | | | | 0.83 | |
| LT.4 | Zona 1 | 10 | 3927 | 0.88 | |
| | | 13 | 0 | 0.00 | |
| | | 16 | 0 | 0.00 | |
| | | 19 | 0 | 0.00 | |
| | Total | | | | 0.88 |
| | Zona 2 | 10 | 3715 | 0.83 | |
| | | 13 | 0 | 0.00 | |
| | | 16 | 0 | 0.00 | |
| 19 | | 0 | 0.00 | | |
| Total | | | | 0.83 | |
| LT.5 | Zona 1 | 10 | 2302 | 0.52 | |
| | | 13 | 0 | 0.00 | |
| | | 16 | 0 | 0.00 | |

| Lantai | Zona | Diameter (mm) | n | Durasi Grup |
|--------|--------|------------------|------|----------------|
| | | | 19 | 0 |
| LT.5 | Total | | | 0.52 |
| | Zona 2 | 10 | 3433 | 0.77 |
| | | 13 | 0 | 0.00 |
| | | 16 | 0 | 0.00 |
| | | 19 | 0 | 0.00 |
| | Total | | | 0.77 |
| LT.6 | Zona 1 | 10 | 3481 | 0.78 |
| | | 13 | 0 | 0.00 |
| | | 16 | 0 | 0.00 |
| | | 19 | 0 | 0.00 |
| | Total | | | 0.78 |
| | Zona 2 | 10 | 2982 | 0.67 |
| | | 13 | 0 | 0.00 |
| | | 16 | 0 | 0.00 |
| | | 19 | 0 | 0.00 |
| | Total | | | 0.67 |
| LT.7 | Zona 1 | 10 | 3481 | 0.78 |
| | | 13 | 0 | 0.00 |
| | | 16 | 0 | 0.00 |
| | | 19 | 0 | 0.00 |
| | Total | | | 0.78 |
| | Zona 2 | 10 | 2982 | 0.67 |
| | | 13 | 0 | 0.00 |
| | | 16 | 0 | 0.00 |
| | | 19 | 0 | 0.00 |
| | Total | | | 0.67 |

| Lantai | Zona | Diameter (mm) | Panjang 3-6 m | | |
|--------|--------|------------------|---------------|----------------|------|
| | | | n | Durasi Grup | |
| B3 | Zona 1 | 10 | 0 | 0.00 | |
| | | 13 | 0 | 0.00 | |
| | | 16 | 508 | 0.17 | |
| | | 19 | 203 | 0.07 | |
| | Total | | | | 0.24 |
| | Zona 2 | 10 | 0 | 0.00 | |
| | | 13 | 0 | 0.00 | |
| | | 16 | 180 | 0.06 | |
| | | 19 | 289 | 0.10 | |
| | Total | | | | 0.16 |
| B2 | Zona 1 | 10 | 0 | 0.00 | |
| | | 13 | 0 | 0.00 | |
| | | 16 | 0 | 0.00 | |
| | | 19 | 0 | 0.00 | |
| | Total | | | | 0.00 |
| | Zona 2 | 10 | 0 | 0.00 | |
| | | 13 | 0 | 0.00 | |
| | | 16 | 0 | 0.00 | |
| | | 19 | 0 | 0.00 | |
| | Total | | | | 0.00 |
| B1 | Zona 1 | 10 | 0 | 0.00 | |
| | | 13 | 0 | 0.00 | |
| | | 16 | 0 | 0.00 | |
| | | 19 | 0 | 0.00 | |
| | Total | | | | 0.00 |
| | Zona 2 | 10 | 0 | 0.00 | |

| Lantai | Zona | Diameter (mm) | n | Durasi Grup |
|--------|--------|---------------|------|-------------|
| B1 | Zona 2 | 13 | 0 | 0.00 |
| | | 16 | 0 | 0.00 |
| | | 19 | 0 | 0.00 |
| | | Total | | |
| | LG | Zona 1 | 10 | 0 |
| 13 | | | 0 | 0.00 |
| 16 | | | 0 | 0.00 |
| 19 | | | 0 | 0.00 |
| Total | | | 0.00 | |
| Zona 2 | | 10 | 0 | 0.00 |
| | | 13 | 0 | 0.00 |
| | | 16 | 0 | 0.00 |
| | | 19 | 0 | 0.00 |
| Total | | | 0.00 | |
| G | | Zona 1 | 10 | 0 |
| | 13 | | 0 | 0.00 |
| | 16 | | 0 | 0.00 |
| | 19 | | 0 | 0.00 |
| | Total | | | 0.00 |
| | Zona 2 | 10 | 0 | 0.00 |
| | | 13 | 0 | 0.00 |
| | | 16 | 0 | 0.00 |
| | | 19 | 0 | 0.00 |
| | Total | | | 0.00 |
| | LT.2 | Zona 1 | 10 | 0 |
| 13 | | | 0 | 0.00 |
| 16 | | | 0 | 0.00 |

| Lantai | Zona | Diameter (mm) | n | Durasi Grup |
|--------|--------|------------------|------|----------------|
| | | | 19 | 0 |
| LT.2 | Total | | | 0.00 |
| | Zona 2 | 10 | 0 | 0.00 |
| | | 13 | 0 | 0.00 |
| | | 16 | 0 | 0.00 |
| | | 19 | 0 | 0.00 |
| Total | | | 0.00 | |
| LT.3 | Zona 1 | 10 | 0 | 0.00 |
| | | 13 | 0 | 0.00 |
| | | 16 | 0 | 0.00 |
| | | 19 | 0 | 0.00 |
| | Total | | | 0.00 |
| | Zona 2 | 10 | 0 | 0.00 |
| | | 13 | 0 | 0.00 |
| | | 16 | 0 | 0.00 |
| | | 19 | 0 | 0.00 |
| Total | | | 0.00 | |
| LT.4 | Zona 1 | 10 | 0 | 0.00 |
| | | 13 | 0 | 0.00 |
| | | 16 | 0 | 0.00 |
| | | 19 | 0 | 0.00 |
| | Total | | | 0.00 |
| | Zona 2 | 10 | 0 | 0.00 |
| | | 13 | 0 | 0.00 |
| | | 16 | 0 | 0.00 |
| | | 19 | 0 | 0.00 |
| Total | | | 0.00 | |

| Lantai | Zona | Diameter (mm) | Panjang 3-6 m | | |
|--------|--------|------------------|---------------|----------------|------|
| | | | n | Durasi Grup | |
| LT.5 | Zona 1 | 10 | 0 | 0.00 | |
| | | 13 | 0 | 0.00 | |
| | | 16 | 0 | 0.00 | |
| | | 19 | 0 | 0.00 | |
| | Total | | | | 0.00 |
| | Zona 2 | 10 | 0 | 0.00 | |
| | | 13 | 0 | 0.00 | |
| | | 16 | 0 | 0.00 | |
| | | 19 | 0 | 0.00 | |
| | Total | | | | 0.00 |
| LT.6 | Zona 1 | 10 | 0 | 0.00 | |
| | | 13 | 0 | 0.00 | |
| | | 16 | 0 | 0.00 | |
| | | 19 | 0 | 0.00 | |
| | Total | | | | 0.00 |
| | Zona 2 | 10 | 0 | 0.00 | |
| | | 13 | 0 | 0.00 | |
| | | 16 | 0 | 0.00 | |
| | | 19 | 0 | 0.00 | |
| | Total | | | | 0.00 |
| LT.7 | Zona 1 | 10 | 0 | 0.00 | |
| | | 13 | 0 | 0.00 | |
| | | 16 | 0 | 0.00 | |
| | | 19 | 0 | 0.00 | |
| | Total | | | | 0.00 |
| | Zona 2 | 10 | 0 | 0.00 | |

| Lantai | Zona | Diameter (mm) | n | Durasi Grup |
|--------|--------|---------------|--------------|-------------|
| | | LT.7 | Zona 2 | 13 |
| 16 | 0 | | | 0.00 |
| 19 | 0 | | | 0.00 |
| Total | | | | 0.00 |
| Lantai | Zona | Diameter (mm) | Panjang 6-9m | |
| | | | n | Durasi Grup |
| B3 | Zona 1 | 10 | 0 | 0.00 |
| | | 13 | 0 | 0.00 |
| | | 16 | 0 | 0.00 |
| | | 19 | 0 | 0.00 |
| | Total | | | 0.00 |
| | Zona 2 | 10 | 0 | 0.00 |
| | | 13 | 0 | 0.00 |
| | | 16 | 0 | 0.00 |
| | | 19 | 0 | 0.00 |
| | Total | | | 0.00 |
| B2 | Zona 1 | 10 | 0 | 0.00 |
| | | 13 | 0 | 0.00 |
| | | 16 | 0 | 0.00 |
| | | 19 | 0 | 0.00 |
| | Total | | | 0.00 |
| | Zona 2 | 10 | 0 | 0.00 |
| | | 13 | 0 | 0.00 |
| | | 16 | 0 | 0.00 |
| | | 19 | 0 | 0.00 |
| | Total | | | 0.00 |
| | | 10 | 0 | 0.00 |

| Lantai | Zona | Diameter (mm) | n | Durasi Grup | |
|--------|--------|---------------|------|-------------|------|
| B1 | Zona 1 | 13 | 0 | 0.00 | |
| | | 16 | 0 | 0.00 | |
| | | 19 | 0 | 0.00 | |
| | Total | | | | 0.00 |
| | Zona 2 | 10 | 0 | 0.00 | |
| | | 13 | 0 | 0.00 | |
| | | 16 | 0 | 0.00 | |
| | | 19 | 0 | 0.00 | |
| | Total | | | | 0.00 |
| | LG | Zona 1 | 10 | 0 | 0.00 |
| 13 | | | 0 | 0.00 | |
| 16 | | | 0 | 0.00 | |
| 19 | | | 0 | 0.00 | |
| Total | | | | 0.00 | |
| Zona 2 | | 10 | 0 | 0.00 | |
| | | 13 | 0 | 0.00 | |
| | | 16 | 0 | 0.00 | |
| | | 19 | 0 | 0.00 | |
| Total | | | | 0.00 | |
| G | Zona 1 | 10 | 0 | 0.00 | |
| | | 13 | 0 | 0.00 | |
| | | 16 | 0 | 0.00 | |
| | | 19 | 0 | 0.00 | |
| | Total | | | | 0.00 |
| | Zona 2 | 10 | 0 | 0.00 | |
| | | 13 | 0 | 0.00 | |
| 16 | | 0 | 0.00 | | |

| Lantai | Zona | Diameter (mm) | n | Durasi Grup | |
|--------|--------|------------------|---|-------------|------|
| | | 19 | 0 | 0.00 | |
| Total | | | | 0.00 | |
| LT.2 | Zona 1 | 10 | 0 | 0.00 | |
| | | 13 | 0 | 0.00 | |
| | | 16 | 0 | 0.00 | |
| | | 19 | 0 | 0.00 | |
| | Total | | | | 0.00 |
| | Zona 2 | 10 | 0 | 0.00 | |
| | | 13 | 0 | 0.00 | |
| | | 16 | 0 | 0.00 | |
| | | 19 | 0 | 0.00 | |
| | Total | | | | 0.00 |
| LT.3 | Zona 1 | 10 | 0 | 0.00 | |
| | | 13 | 0 | 0.00 | |
| | | 16 | 0 | 0.00 | |
| | | 19 | 0 | 0.00 | |
| | Total | | | | 0.00 |
| | Zona 2 | 10 | 0 | 0.00 | |
| | | 13 | 0 | 0.00 | |
| | | 16 | 0 | 0.00 | |
| | | 19 | 0 | 0.00 | |
| | Total | | | | 0.00 |
| LT.4 | Zona 1 | 10 | 0 | 0.00 | |
| | | 13 | 0 | 0.00 | |
| | | 16 | 0 | 0.00 | |
| | | 19 | 0 | 0.00 | |
| | Total | | | | 0.00 |

| Lantai | Zona | Diameter | n | Durasi Grup |
|--------|--------|----------|------|-------------|
| LT.4 | Zona 2 | 10 | 0 | 0.00 |
| | | 13 | 0 | 0.00 |
| | | 16 | 0 | 0.00 |
| | | 19 | 0 | 0.00 |
| | Total | | | 0.00 |
| LT.5 | Zona 1 | 10 | 0 | 0.00 |
| | | 13 | 0 | 0.00 |
| | | 16 | 0 | 0.00 |
| | | 19 | 0 | 0.00 |
| | Total | | | 0.00 |
| | Zona 2 | 10 | 0 | 0.00 |
| | | 13 | 0 | 0.00 |
| | | 16 | 0 | 0.00 |
| | | 19 | 0 | 0.00 |
| Total | | | 0.00 | |
| LT.6 | Zona 1 | 10 | 0 | 0.00 |
| | | 13 | 0 | 0.00 |
| | | 16 | 0 | 0.00 |
| | | 19 | 0 | 0.00 |
| | Total | | | 0.00 |
| | Zona 2 | 10 | 0 | 0.00 |
| | | 13 | 0 | 0.00 |
| | | 16 | 0 | 0.00 |
| | | 19 | 0 | 0.00 |
| Total | | | 0.00 | |
| LT.7 | Zona 1 | 10 | 0 | 0.00 |
| | | 13 | 0 | 0.00 |
| | | 16 | 0 | 0.00 |

| Lantai | Zona | Diameter (mm) | n | Durasi Grup (hari) |
|--------|--------|---------------|----|--------------------|
| | | | 19 | 0 |
| LT.7 | Total | | | 0.00 |
| | Zona 2 | 10 | 0 | 0.00 |
| | | 13 | 0 | 0.00 |
| | | 16 | 0 | 0.00 |
| | | 19 | 0 | 0.00 |
| | Total | | | 0.00 |

- Rekapitulasi durasi

Hasil rekapitulasi didapatkan dari penjumlahan durasi pemotongan, pembengkokan, kaitan, dan pemasangan tulangan. Serta terdapat durasi *tower crane* untuk memindahkan hasil fabrikasi ke tempat pemasangan. Durasi *tower crane* akan dijelaskan dalam sub bab pembahasan produktifitas *tower crane*. Durasi fabrikasi didapat dari penjumlahan durasi pemotongan, pembengkokan, dan kaitan tulangan. Sedangkan durasi pemasangan didapat dari penjumlahan durasi pemasangan tulangan dan durasi *tower crane*.

Berikut adalah rekapitulasi durasi fabrikasi dan pemasangan tulangan :

| Lantai | Zona | TC (hari) | T Fabrikasi (hari) | T Pemasangan (hari) |
|--------|------|-----------|--------------------|---------------------|
| B3 | 1 | 1.18 | 1.514 | 2.550 |
| | 2 | 0.69 | 1.009 | 1.603 |
| B2 | 1 | 0.12 | 0.369 | 0.427 |
| | 2 | 0.08 | 0.490 | 0.489 |

| Lantai | Zona | TC (hari) | T Fabrikasi (hari) | T Pemasangan (hari) |
|--------|------|--------------|-----------------------|---------------------------|
| B1 | 1 | 0.12 | 0.369 | 0.427 |
| | 2 | 0.08 | 0.490 | 0.489 |
| LG | 1 | 0.21 | 0.663 | 0.763 |
| | 2 | 0.14 | 0.748 | 0.763 |
| G | 1 | 0.73 | 2.202 | 2.565 |
| | 2 | 0.43 | 1.552 | 1.723 |
| Lt.2 | 1 | 0.06 | 0.393 | 0.387 |
| | 2 | 0.15 | 0.870 | 0.875 |
| Lt.3 | 1 | 0.19 | 1.059 | 1.072 |
| | 2 | 0.18 | 1.002 | 1.015 |
| Lt.4 | 1 | 0.19 | 1.059 | 1.072 |
| | 2 | 0.19 | 1.002 | 1.025 |
| Lt.5 | 1 | 0.11 | 0.621 | 0.627 |
| | 2 | 0.16 | 0.926 | 0.931 |
| Lt.6 | 1 | 0.15 | 0.939 | 0.932 |
| | 2 | 0.14 | 0.804 | 0.810 |
| Lt.7 | 1 | 0.15 | 0.939 | 0.932 |
| | 2 | 0.14 | 0.804 | 0.810 |

C. Biaya

Perhitungan biaya pembesian dihitung dari total biaya material, biaya sewa alat, dan biaya upah pekerja.

- Biaya material

Harga material besi untuk D10 = Rp 5,043/kg, D13 = Rp 8,824/kg, D16 = Rp 13,406/kg, dan D19 = Rp 18,921/kg. Kebutuhan tulangan pelat lantai *basement 2* zona 1 adalah sebagai berikut :

- Zona 1

D10 = 616.07 kg

D13 = 34760.93 kg

D16 = 0 kg

D19 = 0 kg

Didapatkan biaya material besi yaitu :

- Zona 1 = $(616.07 \times 5043) + (34760.93 \times 8824) + (0 \times 13406) + (0 \times 18921) = \text{Rp } 309,851,792$
- Rekapitulasi biaya material

| Lantai | Zona | Biaya |
|--------|--------|-------------------|
| B3 | Zona 1 | Rp 658,463,618.68 |
| | Zona 2 | Rp 371,759,573.72 |
| B2 | Zona 1 | Rp 309,851,792.37 |
| | Zona 2 | Rp 134,879,926.68 |
| B1 | Zona 1 | Rp 309,851,792.37 |
| | Zona 2 | Rp 134,879,926.68 |
| LG | Zona 1 | Rp 160,639,757.77 |
| | Zona 2 | Rp 232,125,394.01 |
| G | Zona 1 | Rp 195,822,379.37 |
| | Zona 2 | Rp 108,473,171.38 |
| Lt.2 | Zona 1 | Rp 16,823,825.53 |
| | Zona 2 | Rp 21,052,795.05 |
| Lt.3 | Zona 1 | Rp 26,972,252.79 |
| | Zona 2 | Rp 25,367,562.59 |
| Lt.4 | Zona 1 | Rp 26,972,252.79 |
| | Zona 2 | Rp 25,367,562.59 |
| Lt.5 | Zona 1 | Rp 18,083,003.45 |
| | Zona 2 | Rp 25,909,588.14 |
| Lt.6 | Zona 1 | Rp 20,697,043.50 |
| | Zona 2 | Rp 18,297,977.67 |
| Lt.7 | Zona 1 | Rp 20,697,043.50 |
| | Zona 2 | Rp 18,297,977.67 |

- Biaya sewa alat

Dalam perhitungan biaya pembesian dibutuhkan alat *bar bender* dengan harga sewa Rp 3,500,000/bulan dan *bar cutter* dengan harga sewa Rp 3,500,000/bulan.

Dalam pelaksanaannya alat *bar bender* dan *bar cutter* digunakan selama selesainya pekerjaan fabrikasi. Setelah dilakukan analisa dengan *Microsoft Project* diketahui durasi untuk penggunaan alat ini adalah 123 hari = 5 bulan, maka perhitungan biaya sewa alat untuk balok lantai *basement 2* adalah :

- *bar bender* yang digunakan sejumlah 2 buah dalam dua zona = $3,500,000 \times 2 \times 5 = \text{Rp } 35,000,000$

- perhitungan tiap pekerjaan = $\frac{35,000,000}{10} = \text{Rp } 3,500,000$

- perhitungan tiap lantai = $\frac{3,500,000}{11} = \text{Rp } 318,181$

- *bar cutter* yang digunakan sejumlah 2 buah dalam dua zona = $3,500,000 \times 2 \times 5 = \text{Rp } 35,000,000$

- perhitungan tiap pekerjaan = $\frac{35,000,000}{10} = \text{Rp } 3,500,000$

- perhitungan tiap lantai = $\frac{3,500,000}{11} = \text{Rp } 318,181$

- biaya sewa alat pelat lantai *basement 2* :

= sewa alat *bar bender* + sewa alat *bar cutter*

= Rp 318,181 + Rp 318,181

= Rp 636,362

- Biaya Upah pekerja

Biaya upah pekerja yaitu :

Mandor = Rp 120,000/hari

Kepala Tukang = Rp 110,000/hari

Tukang = Rp 105,000/hari

Pembantu Tukang = Rp 99,000/hari

Kebutuhan jumlah pekerja yaitu :

1 mandor

2 kepala tukang

18 tukang

18 pembantu tukang

Maka perhitungan upah pekerja untuk pelat lantai *basement 2* sebagai berikut :

- Upah pekerja fabrikasi

$$= (1 \times 120,000 \times 0.37) + (2 \times 110,000 \times 0.37) + (18 \times 105,000 \times 0.37) + (18 \times 99,000 \times 0.37) + (1 \times 120,000 \times 0.49) + (2 \times 110,000 \times 0.49) + (18 \times 105,000 \times 0.49) + (18 \times 99,000 \times 0.49)$$

$$= \text{Rp } 3,450,320$$

- Upah pekerja pemasangan

$$= (1 \times 120,000 \times 0.43) + (2 \times 110,000 \times 0.43) + (18 \times 105,000 \times 0.43) + (18 \times 99,000 \times 0.43) + (1 \times 120,000 \times 0.49) + (2 \times 110,000 \times 0.49) + (18 \times 105,000 \times 0.49) + (18 \times 99,000 \times 0.49)$$

$$= \text{Rp } 3,691,040$$

2. Pekerjaan Bekisting

A. Analisa Bahan

Dalam perhitungan analisa bahan pada pekerjaan bekisting pelat ini digunakan contoh pada pelat tipe S6 lantai *basement 2* zona 1.

- Perhitungan jumlah multiplek pelat tipe S6 lantai *basement 2* zona 1

- Dimensi pelat = 4.65 x 7.56 m

- Luas pelat

$$= (\text{panjang } l_x) \times (\text{panjang } l_y)$$

$$= 4.65 \times 7.56$$

$$= 35.15 \text{ m}^2 \times 1$$

$$= 35.15 \text{ m}^2$$

- Dimensi multiplek = 2.44 x 1.22 m

$$\blacksquare \text{ Luas} = 2.44 \times 1.22 = 2.98 \text{ m}^2$$

- Kebutuhan multiplek

$$= \frac{\text{luas pelat}}{\text{luas multiplek}} \times n = \frac{35.15}{2.98} \times 1 = 12 \text{ lembar}$$

- Kebutuhan batang dalam 1 pelat
 - Batang arah melintang = $\frac{\text{panjang ly}}{1.22} = \frac{7.56}{1.22} = 7$ buah
 - Batang arah memanjang = $\frac{\text{panjang lx}}{0.4} = \frac{4.65}{0.4} = 12$ buah
- Kebutuhan kayu meranti 6/12
 - Panjang kayu 6/12 = (batang melintang) x (panjang ly) x n pelat = $7 \times 7.56 \times 1 = 52.92$ m
 - Kebutuhan kayu 6/12 = $\frac{\text{panjang kayu 6/12}}{4} = \frac{52.92}{4} = 14$ buah
- Kebutuhan kayu meranti 5/7
 - Panjang kayu 5/7 = (batang memanjang) x (panjang lx) x n pelat = $12 \times 4.65 \times 1 = 55.8$ m
 - Kebutuhan kayu 5/7 = $\frac{\text{panjang kayu 5/7}}{4} = \frac{55.8}{4} = 14$ buah
- Kebutuhan paku dan mur
 - Koefisien kebutuhan paku untuk pelat = 3.37
 - Jam kerja tiap luas cetakan = 10 m^2
 - Kebutuhan paku = $\left(\frac{\text{luas pelat}}{\text{jam kerja}}\right) \times \text{koefisien} \times \text{n pelat} = \frac{35.15}{10} \times 3.37 \times 1 = 11.83$ kg
- Kebutuhan minyak bekisting
 - Koefisien kebutuhan minyak untuk pelat = 2.88
 - Jam kerja tiap luas cetakan = 10 m^2
 - Kebutuhan minyak = $\left(\frac{\text{luas pelat}}{\text{jam kerja}}\right) \times \text{koefisien} \times \text{n pelat} = \frac{35.15}{10} \times 2.88 \times 1 = 10.11$ liter
- Kebutuhan alat *main frame*
 - Dimensi *main frame* = n batang melintang = 7 buah
- Kebutuhan alat *ladder frame*
 - Kebutuhan *ladder frame* = n *main frame* = 7 buah

- Kebutuhan alat *cross brace*
 - Kebutuhan *cross brace* = $\left(\frac{n \text{ main frame}}{n \text{ pelat}} - 1\right) \times 2 \times n$
 pelat = $\left(\frac{7}{1} - 1\right) \times 2 \times 1 = 12$ buah
- Kebutuhan alat *joint pin*
 - Kebutuhan *joint pin* = $2 \times (n \text{ main frame}) = 2 \times 7 = 14$ buah
- Kebutuhan alat *jack base*
 - Kebutuhan *jack base* = $2 \times (n \text{ main frame}) = 2 \times 7 = 14$ buah
- Kebutuhan alat *u head*
 - Kebutuhan *u head* = $2 \times (n \text{ main frame}) = 2 \times 7 = 14$ buah
- Rekapitulasi bekisting pelat

| Lantai | Zona | Kebutuhan | Jumlah | Satuan |
|--------|------|------------------|--------|--------|
| B2 | 1 | Multiplek | 84 | Lembar |
| | | Kayu 6/12 | 107 | Buah |
| | | Kayu 5/7 | 88 | Buah |
| | | Paku, Mur, dll | 78 | Kg |
| | | Minyak bekisting | 67 | Liter |
| | 2 | Multiplek | 85 | Lembar |
| | | Kayu 6/12 | 109 | Buah |
| | | Kayu 5/7 | 104 | Buah |
| | | Paku, Mur, dll | 75 | Kg |
| | | Minyak bekisting | 64 | Liter |
| B1 | 1 | Multiplek | 84 | Lembar |
| | | Kayu 6/12 | 107 | Buah |
| | | Kayu 5/7 | 88 | Buah |
| | | Paku, Mur, dll | 78 | Kg |
| | | Minyak bekisting | 67 | Liter |

| Lantai | Zona | Kebutuhan | Jumlah | Satuan |
|--------|------|------------------|--------|--------|
| B1 | 2 | Multiplek | 85 | Lembar |
| | | Kayu 6/12 | 109 | Buah |
| | | Kayu 5/7 | 104 | Buah |
| | | Paku, Mur, dll | 75 | Kg |
| | | Minyak bekisting | 64 | Liter |
| LG | 1 | Multiplek | 150 | Lembar |
| | | Kayu 6/12 | 202 | Buah |
| | | Kayu 5/7 | 151 | Buah |
| | | Paku, Mur, dll | 142 | Kg |
| | | Minyak bekisting | 122 | Liter |
| | 2 | Multiplek | 148 | Lembar |
| | | Kayu 6/12 | 194 | Buah |
| | | Kayu 5/7 | 161 | Buah |
| | | Paku, Mur, dll | 133 | Kg |
| | | Minyak bekisting | 114 | Liter |
| G | 1 | Multiplek | 512 | Lembar |
| | | Kayu 6/12 | 711 | Buah |
| | | Kayu 5/7 | 542 | Buah |
| | | Paku, Mur, dll | 479 | Kg |
| | | Minyak bekisting | 410 | Liter |
| | 2 | Multiplek | 332 | Lembar |
| | | Kayu 6/12 | 483 | Buah |
| | | Kayu 5/7 | 339 | Buah |
| | | Paku, Mur, dll | 306 | Kg |
| | | Minyak bekisting | 262 | Liter |
| LT.2 | 1 | Multiplek | 61 | Lembar |
| | | Kayu 6/12 | 67 | Buah |
| | | Kayu 5/7 | 64 | Buah |

| Lantai | Zona | Kebutuhan | Jumlah | Satuan |
|--------|------|------------------|--------|--------|
| LT.2 | | Paku, Mur, dll | 50 | Kg |
| | | Minyak bekisting | 43 | Liter |
| | 2 | Multiplek | 154 | Lembar |
| | | Kayu 6/12 | 240 | Buah |
| | | Kayu 5/7 | 151 | Buah |
| | | Paku, Mur, dll | 137 | Kg |
| | | Minyak bekisting | 117 | Liter |
| LT.3 | 1 | Multiplek | 193 | Lembar |
| | | Kayu 6/12 | 275 | Buah |
| | | Kayu 5/7 | 222 | Buah |
| | | Paku, Mur, dll | 172 | Kg |
| | | Minyak bekisting | 147 | Liter |
| | 2 | Multiplek | 186 | Lembar |
| | | Kayu 6/12 | 280 | Buah |
| | | Kayu 5/7 | 196 | Buah |
| | | Paku, Mur, dll | 165 | Kg |
| | | Minyak bekisting | 141 | Liter |
| LT.4 | 1 | Multiplek | 193 | Lembar |
| | | Kayu 6/12 | 275 | Buah |
| | | Kayu 5/7 | 222 | Buah |
| | | Paku, Mur, dll | 172 | Kg |
| | | Minyak bekisting | 147 | Liter |
| | 2 | Multiplek | 186 | Lembar |
| | | Kayu 6/12 | 280 | Buah |
| | | Kayu 5/7 | 196 | Buah |
| | | Paku, Mur, dll | 165 | Kg |
| | | Minyak bekisting | 141 | Liter |
| | 1 | Multiplek | 112 | Lembar |

| Lantai | Zona | Kebutuhan | Jumlah | Satuan |
|------------------|------|------------------|-----------|--------|
| LT.5 | 1 | Kayu 6/12 | 179 | Buah |
| | | Kayu 5/7 | 117 | Buah |
| | | Paku, Mur, dll | 103 | Kg |
| | | Minyak bekisting | 88 | Liter |
| | 2 | Multiplek | 164 | Lembar |
| | | Kayu 6/12 | 227 | Buah |
| | | Kayu 5/7 | 182 | Buah |
| | | Paku, Mur, dll | 145 | Kg |
| | | Minyak bekisting | 124 | Liter |
| | LT.6 | 1 | Multiplek | 150 |
| Kayu 6/12 | | | 210 | Buah |
| Kayu 5/7 | | | 159 | Buah |
| Paku, Mur, dll | | | 131 | Kg |
| Minyak bekisting | | | 112 | Liter |
| 2 | | Multiplek | 133 | Lembar |
| | | Kayu 6/12 | 181 | Buah |
| | | Kayu 5/7 | 149 | Buah |
| | | Paku, Mur, dll | 118 | Kg |
| | | Minyak bekisting | 101 | Liter |
| LT.7 | 1 | Multiplek | 150 | Lembar |
| | | Kayu 6/12 | 210 | Buah |
| | | Kayu 5/7 | 159 | Buah |
| | | Paku, Mur, dll | 131 | Kg |
| | | Minyak bekisting | 112 | Liter |
| | 2 | Multiplek | 133 | Lembar |
| | | Kayu 6/12 | 181 | Buah |
| | | Kayu 5/7 | 149 | Buah |
| | | Paku, Mur, dll | 118 | Kg |

| Lantai | Zona | Kebutuhan | Jumlah | Satuan |
|--------|------|------------------|--------|--------|
| LT.7 | 2 | Minyak bekisting | 101 | Liter |

B. Durasi

Durasi bekisting dihitung dari penjumlahan durasi produktifitas pekerja dalam melakukan fabrikasi, pemasangan, dan pembongkaran bekisting. Serta terdapat durasi *tower crane* untuk memindahkan hasil fabrikasi ke tempat pemasangan. Durasi *tower crane* akan dijelaskan dalam sub bab pembahasan produktifitas *tower crane*. Terdapat durasi fabrikasi, durasi pemasangan, dan durasi pembongkaran bekisting. Dimana durasi pemasangan didapat dari penjumlahan durasi pemasangan bekisting dan durasi *tower crane*. Untuk jam kerja proyek dalam sehari adalah 7 jam. Digunakan perhitungan bekisting pada pelat tipe S6 lantai *basement 2* zona 1

- Luas bekisting pelat tipe S6 lantai *basement 2* zona 1 = 35.15 m²
- Durasi menyetel bekisting
 - Produktifitas pekerja dalam menyetel bekisting :
 - 1 mandor
 - 1 kepala tukang
 - 10 tukang
 - 20 pembantu tukang
 - Produktifitas pekerja = $(1 \times 7) + (1 \times 7) + (10 \times 7) + (20 \times 7) = 224$ jam/hari
 - Waktu yang diperlukan untuk menyetel bekisting pelat = 5.5 jam
 - Jam kerja tiap luas cetakan = 10 m²
 - Faktor operator dan mekanik = 0.8
 - Produktifitas menyetel bekisting
 - = $\frac{224}{5.5} \times 10 \times 0.8 = 326$ m²/hari

- Durasi menyetel = $\frac{\text{luas bekisting}}{\text{menyetel}} = \frac{35.15}{326} = 0.108$ hari
- Durasi memasang bekisting
 - Produktifitas pekerja dalam memasang bekisting :
 - 1 mandor
 - 1 kepala tukang
 - 10 tukang
 - 20 pembantu tukang
 - Produktifitas pekerja = $(1 \times 7) + (1 \times 7) + (10 \times 7) + (20 \times 7) = 224$ jam/hari
 - Waktu yang diperlukan untuk memasang bekisting pelat = 3 jam
 - Jam kerja tiap luas cetakan = 10 m^2
 - Faktor operator dan mekanik = 0.8
 - Produktifitas memasang bekisting
 - = $\frac{224}{3} \times 10 \times 0.8 = 597 \text{ m}^2/\text{hari}$
 - Durasi memasang = $\frac{\text{luas bekisting}}{\text{memasang}} = \frac{35.15}{597} = 0.059$ hari
- Durasi membuka dan membersihkan bekisting
 - Produktifitas pekerja dalam membuka dan membersihkan bekisting :
 - 1 mandor
 - 1 kepala tukang
 - 10 tukang
 - 20 pembantu tukang
 - Produktifitas pekerja = $(1 \times 7) + (1 \times 7) + (10 \times 7) + (20 \times 7) = 224$ jam/hari
 - Waktu yang diperlukan untuk membuka dan membersihkan bekisting pelat = 3 jam
 - Jam kerja tiap luas cetakan = 10 m^2
 - Faktor operator dan mekanik = 0.8
 - Produktifitas membuka dan membersihkan bekisting
 - = $\frac{224}{3} \times 10 \times 0.8 = 597 \text{ m}^2/\text{hari}$

- Durasi membuka dan membersihkan = $\frac{\text{luas bekisting}}{\text{membuka}} = \frac{35.15}{597} = 0.059$ hari
- Durasi reparasi
 - Produktifitas pekerja dalam reparasi bekisting :
 - 1 mandor
 - 1 kepala tukang
 - 10 tukang
 - 20 pembantu tukang
 - Produktifitas pekerja = $(1 \times 7) + (1 \times 7) + (10 \times 7) + (20 \times 7) = 224$ jam/hari
 - Waktu yang diperlukan untuk reparasi bekisting pelat = 3.5 jam
 - Jam kerja tiap luas cetakan = 10 m^2
 - Faktor operator dan mekanik = 0.8
 - Produktifitas reparasi bekisting = $\frac{224}{3.5} \times 10 \times 0.8 = 512 \text{ m}^2/\text{hari}$
 - Durasi reparasi = $\frac{\text{luas bekisting}}{\text{reparasi}} = \frac{35.15}{512} = 0.069$ hari
- Durasi pengolesan minyak
 - Produktifitas pekerja dalam pengolesan bekisting :
 - 1 mandor
 - 1 kepala tukang
 - 10 tukang
 - 20 pembantu tukang
 - Produktifitas pekerja = $(1 \times 7) + (1 \times 7) + (10 \times 7) + (20 \times 7) = 224$ jam/hari
 - Waktu yang diperlukan untuk pengolesan bekisting pelat = 0.5 jam
 - Jam kerja tiap luas cetakan = 10 m^2
 - Faktor operator dan mekanik = 0.8
 - Produktifitas pengolesan bekisting

$$= \frac{224}{0.5} \times 10 \times 0.8 = 3584 \text{ m}^2/\text{hari}$$

$$\text{- Durasi pengolesan} = \frac{\text{luas bekisting}}{\text{pengolesan}} = \frac{35.15}{3584} = 0.010 \text{ hari}$$

- Total durasi fabrikasi
= durasi menyetel = 0.108 hari
- Total durasi pemasangan
= durasi memasang + durasi pengolesan
= 0.059 + 0.010 = 0.069 hari
- Total durasi pembongkaran
= durasi membuka dan membersihkan = 0.059 hari
- Total durasi reparasi
= durasi reparasi = 0.069 hari
- Rekapitulasi durasi bekisting pelat

| Lantai | Zona | TC (hari) | T Fabrikasi (hari) | T Pemasangan (hari) | T Bongkar (hari) |
|--------|------|-----------|--------------------|---------------------|------------------|
| B2 | 1 | 0.15 | 0.711 | 0.602 | 0.388 |
| | 2 | 0.19 | 0.677 | 0.621 | 0.431 |
| B1 | 1 | 0.15 | 1.849 | 0.602 | 0.388 |
| | 2 | 0.19 | 1.115 | 0.621 | 0.369 |
| LG | 1 | 0.2 | 0.452 | 1.023 | 0.706 |
| | 2 | 0.26 | 0.431 | 1.029 | 0.659 |
| G | 1 | 0.84 | 0.452 | 3.620 | 2.383 |
| | 2 | 0.6 | 0.431 | 2.375 | 1.521 |
| Lt.2 | 1 | 0.15 | 0.823 | 0.439 | 0.248 |
| | 2 | 0.33 | 0.769 | 1.123 | 0.680 |
| Lt.3 | 1 | 0.39 | 1.568 | 1.388 | 0.855 |
| | 2 | 0.38 | 1.496 | 1.332 | 0.816 |
| Lt.4 | 1 | 0.39 | 1.568 | 1.388 | 0.855 |
| | 2 | 0.4 | 1.496 | 1.352 | 0.816 |
| Lt.5 | 1 | 0.23 | 0.998 | 0.824 | 0.509 |

| Lantai | Zona | TC (hari) | T Fabrikasi (hari) | T Pemasangan (hari) | T Bongkar (hari) |
|--------|------|-----------|--------------------|---------------------|------------------|
| | 2 | 0.38 | 0.952 | 1.217 | 0.718 |
| Lt.6 | 1 | 0.34 | 0.998 | 1.095 | 0.647 |
| | 2 | 0.32 | 0.952 | 1.000 | 0.583 |
| Lt.7 | 1 | 0.34 | 0.594 | 1.095 | 0.647 |
| | 2 | 0.32 | 0.837 | 1.000 | 0.583 |

C. Biaya

Perhitungan biaya bekisting dihitung dari total biaya material, biaya sewa alat, dan biaya upah pekerja.

- Biaya material

Harga material bekisting multiplek = Rp 330,000/lembar, kayu 6/12 = Rp 68,571/buah, kayu 5/7 = Rp 27,777/buah, paku mur = Rp 56,000/kg, dan minyak bekisting = Rp 2,700/liter. Kebutuhan material bekisting pelat lantai *basement 2* adalah sebagai berikut :

- Perhitungan zona 1

- Material multiplek = 84 lembar
- Material kayu 6/12 = 107 buah.
- Material kayu 5/7 = 88 buah
- Material paku dan mur = 78 kg
- Material minyak bekisting = 67 liter
- Biaya material

$$= (84 \times 330000) + (107 \times 68571) + (88 \times 27777) + (78 \times 56000) + (67 \times 2700)$$

$$= \text{Rp } 42,050,487$$

- Perhitungan zona 2

- Material multiplek = 85 lembar
- Material kayu 6/12 = 109 buah.

- Material kayu 5/7 = 104 buah
- Material paku dan mur = 75 kg
- Material minyak bekisting = 64 liter
- Biaya material
 - = $(85 \times 330000) + (109 \times 68571) + (104 \times 27777) +$
 - $(75 \times 56000) + (64 \times 2700)$
 - = Rp 42,785,974

- Rekapitulasi biaya material

| Lantai | Zona | Biaya |
|--------|--------|------------------|
| B2 | Zona 1 | Rp 42,050,487.30 |
| | Zona 2 | Rp 42,785,974.60 |
| B1 | Zona 1 | Rp 42,050,487.30 |
| | Zona 2 | Rp 42,785,974.60 |
| LG | Zona 1 | Rp 22,748,181.90 |
| | Zona 2 | Rp 22,311,263.81 |
| G | Zona 1 | Rp 78,210,252.38 |
| | Zona 2 | Rp 50,982,020.00 |
| Lt.2 | Zona 1 | Rp 9,380,877.62 |
| | Zona 2 | Rp 23,837,846.19 |
| Lt.3 | Zona 1 | Rp 29,622,812.86 |
| | Zona 2 | Rp 28,693,543.33 |
| Lt.4 | Zona 1 | Rp 98,742,709.52 |
| | Zona 2 | Rp 95,645,144.44 |
| Lt.5 | Zona 1 | Rp 58,489,885.71 |
| | Zona 2 | Rp 83,196,069.84 |
| Lt.6 | Zona 1 | Rp 22,786,520.00 |
| | Zona 2 | Rp 20,196,305.24 |
| Lt.7 | Zona 1 | Rp 22,786,520.00 |
| | Zona 2 | Rp 20,196,305.24 |

- Biaya sewa alat
 - Dalam perhitungan biaya bekisting pelat dibutuhkan alat *main frame* dengan harga sewa Rp 6,500/bulan,

ladder frame dengan harga sewa Rp 5,500/bulan, *cross brace* dengan harga sewa Rp 4,000/bulan, *joint pin* dengan harga sewa Rp 1,000/bulan, *jack base* dengan harga sewa Rp 4,500/bulan dan *u head* dengan harga sewa Rp 4,500/bulan.

Setelah dilakukan analisa dengan *Microsoft Project* diketahui durasi untuk penggunaan alat ini adalah 330 hari = 11 bulan, maka perhitungan biayanya adalah :

- *Main frame*

▪ Jumlah *main frame*

Zona 1 = 1301 buah

Zona 2 = 1272 buah

▪ Biaya = $6,500 \times 11 \times ((1301 + 1272) : 4) = \text{Rp } 45,992,375$

- *Ladder frame*

▪ Jumlah *ladder frame*

Zona 1 = 1301 buah

Zona 2 = 1272 buah

▪ Biaya = $5,500 \times 11 \times ((1301 + 1272) : 4) = \text{Rp } 38,916,625$

- *Cross brace*

▪ Jumlah *cross brace*

Zona 1 = 2084 buah

Zona 2 = 1962 buah

▪ Biaya = $4,000 \times 11 \times ((2084 + 1962) : 4) = \text{Rp } 37,818,000$

- *Joint pin*

▪ Jumlah *joint pin*

Zona 1 = 2602 buah

Zona 2 = 2544 buah

▪ Biaya = $1,000 \times 11 \times ((2602 + 2544) : 4) = \text{Rp } 13,579,500$

- *Jack base*
 - Jumlah *jack base*
 - Zona 1 = 2602 buah
 - Zona 2 = 2544 buah
 - Biaya = $4,500 \times 11 \times ((2602 + 2544) : 4) = \text{Rp } 61,107,750$
- *U head*
 - Jumlah *u head*
 - Zona 1 = 2602 buah
 - Zona 2 = 2544 buah
 - Biaya = $4,500 \times 11 \times ((2602 + 2544) : 4) = \text{Rp } 61,107,750$
- Total biaya sewa alat tiap lantai
 - = $(45,992,375 + 38,916,625 + 37,818,000 + 13,579,500 + 61,107,750 + 61,107,750) : \text{banyak lantai}$
 - = $(45,992,375 + 38,916,625 + 37,818,000 + 13,579,500 + 61,107,750 + 61,107,750) : 11$
 - = Rp 23,502,000
- Biaya Upah pekerja untuk pelat lantai *basement 2*
 - Biaya upah pekerja yaitu :
 - Mandor = Rp 120,000/hari
 - Kepala Tukang = Rp 110,000/hari
 - Tukang = Rp 105,000/hari
 - Pembantu Tukang = Rp 99,000/hari
 - Kebutuhan jumlah pekerja yaitu :
 - 1 mandor
 - 1 kepala tukang
 - 10 tukang
 - 20 pembantu tukang
 - Maka perhitungan upah pekerja sebagai berikut :

- Upah pekerja fabrikasi

$$= (1 \times 120,000 \times 0.711) + (1 \times 110,000 \times 0.711) + (10 \times 105,000 \times 0.711) + (20 \times 99,000 \times 0.711) + (1 \times 120,000 \times 0.677) + (1 \times 110,000 \times 0.677) + (10 \times 105,000 \times 0.677) + (20 \times 99,000 \times 0.677)$$

$$= \text{Rp } 4,524,880$$
- Upah pekerja pemasangan

$$= (1 \times 120,000 \times 0.602) + (1 \times 110,000 \times 0.602) + (10 \times 105,000 \times 0.602) + (20 \times 99,000 \times 0.602) + (1 \times 120,000 \times 0.621) + (1 \times 110,000 \times 0.621) + (10 \times 105,000 \times 0.621) + (20 \times 99,000 \times 0.621)$$

$$= \text{Rp } 3,986,980$$
- Upah pekerja pembongkaran

$$= (1 \times 120,000 \times 0.388) + (1 \times 110,000 \times 0.388) + (10 \times 105,000 \times 0.388) + (20 \times 99,000 \times 0.388) + (1 \times 120,000 \times 0.431) + (1 \times 110,000 \times 0.431) + (10 \times 105,000 \times 0.431) + (20 \times 99,000 \times 0.431)$$

$$= \text{Rp } 2,669,940$$

3. Pekerjaan Pengecoran

A. Analisa Bahan

Untuk pekerjaan pengecoran pelat, menggunakan beton *ready mix* dengan mutu beton K-300. Volume pengecoran pelat yang digunakan adalah volume bersih beton yang didapatkan dari volume pelat dikurangi volume pembesian yang terpasang. Berikut adalah contoh perhitungan pada pelat tipe S6 lantai *basement 2* zona 1 :

- Dimensi pelat = 4.65 x 7.56 m
 - Panjang $l_x = 4.65$ m
 - Panjang $l_y = 7.56$ m
 - Tebal pelat = 0.15 m
 - Volume = $(4.65 \times 7.56 \times 0.15 \times 1) = 5.27 \text{ m}^3$

Berdasarkan hasil perhitungan berat tulangan pembesian pada pelat tipe S6 lantai *basement* 2 zona 1 adalah :

- D13 = 663.96 kg
Maka volume bersih beton yang diperlukan adalah :
- Volume bersih

$$= 5.27 \text{ m}^3 - \left(\frac{663.96}{7850} \times n \right)$$

$$= 5.27 \text{ m}^3 - \left(\frac{663.96}{7850} \times 1 \right)$$

$$= 5.19 \text{ m}^3$$
- Rekapitulasi volume bersih pelat

| Lantai | Zona | Volume Bersih (m ³) |
|--------|--------|---------------------------------|
| B3 | Zona 1 | 373.649 |
| | Zona 2 | 225.342 |
| B2 | Zona 1 | 34.220 |
| | Zona 2 | 32.733 |
| B1 | Zona 1 | 34.220 |
| | Zona 2 | 32.733 |
| LG | Zona 1 | 72.941 |
| | Zona 2 | 58.468 |
| G | Zona 1 | 198.767 |
| | Zona 2 | 123.352 |
| Lt.2 | Zona 1 | 17.962 |
| | Zona 2 | 52.786 |
| Lt.3 | Zona 1 | 65.500 |
| | Zona 2 | 62.351 |
| Lt.4 | Zona 1 | 65.500 |
| | Zona 2 | 62.351 |
| Lt.5 | Zona 1 | 40.377 |
| | Zona 2 | 55.535 |
| Lt.6 | Zona 1 | 47.619 |
| | Zona 2 | 42.295 |

| Lantai | Zona | Volume Bersih (m ³) |
|--------|--------|---------------------------------|
| Lt.7 | Zona 1 | 47.619 |
| | Zona 2 | 42.295 |

B. Durasi

Dalam perhitungan durasi pekerjaan pengecoran pelat ini, dihitung berdasarkan produktifitas alat *concrete pump*. Berikut adalah produktifitas *concrete pump* :

- Spesifikasi alat

Output piston = 80 m³/jam

Kondisi operasi alat = 0,75 (baik)

Faktor cuaca = 1 (cerah)

Faktor keterampilan = 0,75 (cerah)

- Produktifitas *concrete pump*

= 80 x 0.75 x 1 x 0.75 = 45 m³/jam

Total volume bersih didapatkan dari penjumlahan volume balok, pelat, dan tangga dalam rekapitulasi zona 1 lantai *basement 2* adalah 104 m³

- Waktu operasional alat

= $\frac{104}{45}$ = 2.31 jam = 138.603 menit

- Waktu persiapan alat

- Pengaturan posisi = 10 menit

- Pemasangan pompa = 30 menit

- Waktu tunggu = 10 menit

- Pemanasan mesin = 60 menit

- Waktu menuangkan = 10 menit

- Waktu tambah

- Pergantian truk = $\frac{104}{6} \times 5 = 90$ menit

- Uji slump = 90 menit

- Waktu pasca pelaksanaan

- Pembersihan pompa = 10 menit

- Pembongkaran pompa = 30 menit

- Persiapan kembali = 50 menit
- Durasi pengecoran pelat
 - = $138.603 + 10 + 30 + 10 + 10 + 60 + 10 + 90 + 90 + 10 + 30 + 50$
 - = 478.60 menit
 - = 1.140 hari : jumlah item pekerjaan
 - = 1.140 hari : 3
 - = 0.38 hari
- Rekapitulasi durasi pengecoran pelat

| Lantai | Zona | Durasi (hari) |
|--------|--------|---------------|
| B2 | Zona 1 | 0.38 |
| | Zona 2 | 0.29 |
| B1 | Zona 1 | 0.38 |
| | Zona 2 | 0.28 |
| LG | Zona 1 | 0.52 |
| | Zona 2 | 0.38 |
| G | Zona 1 | 0.94 |
| | Zona 2 | 0.61 |
| Lt.2 | Zona 1 | 0.25 |
| | Zona 2 | 0.32 |
| Lt.3 | Zona 1 | 0.43 |
| | Zona 2 | 0.40 |
| Lt.4 | Zona 1 | 0.43 |
| | Zona 2 | 0.40 |
| Lt.5 | Zona 1 | 0.32 |
| | Zona 2 | 0.34 |
| Lt.6 | Zona 1 | 0.41 |
| | Zona 2 | 0.32 |
| Lt.7 | Zona 1 | 0.41 |
| | Zona 2 | 0.32 |

C. Biaya

Perhitungan biaya pengecoran dihitung dari total biaya material, biaya sewa alat, dan biaya upah pekerja.

- Biaya material

Material yang digunakan adalah beton *ready mix* dengan mutu K-300 dengan harga Rp 855,000/m³. Berdasarkan perhitungan volume, didapatkan volume bersih beton pelat lantai *basement 2* yaitu :

- Zona 1

Volume bersih = 34.220 m³

Biaya = (34.220 x 855,000) = Rp 29,258,364

- Zona 2

Volume bersih = 32.733 m³

Biaya = (32.733 x 855,000) = Rp 27,986,997

- Rekapitulasi biaya material

| Lantai | Zona | Harga Total |
|--------|------|-------------------|
| B3 | 1 | Rp 319,469,982.93 |
| | 2 | Rp 192,667,086.21 |
| B2 | 1 | Rp 29,258,364.05 |
| | 2 | Rp 27,986,997.77 |
| B1 | 1 | Rp 29,258,364.05 |
| | 2 | Rp 27,986,997.77 |
| LG | 1 | Rp 62,364,209.41 |
| | 2 | Rp 49,990,124.06 |
| G | 1 | Rp 169,946,137.95 |
| | 2 | Rp 105,466,034.93 |
| 2 | 1 | Rp 15,357,571.47 |
| | 2 | Rp 45,132,180.24 |
| 3 | 1 | Rp 56,002,581.54 |
| | 2 | Rp 53,310,277.11 |

| Lantai | Zona | Harga Total |
|--------|------|------------------|
| 4 | 1 | Rp 56,002,581.54 |
| | 2 | Rp 53,310,277.11 |
| 5 | 1 | Rp 34,522,033.76 |
| | 2 | Rp 47,482,200.97 |
| 6 | 1 | Rp 40,714,413.83 |
| | 2 | Rp 36,161,895.19 |
| 7 | 1 | Rp 40,714,413.83 |
| | 2 | Rp 36,161,895.19 |

- Biaya sewa alat

Dalam perhitungan biaya pengecoran pelat dibutuhkan alat *concrete pump* dengan harga sewa Rp 125,000,000/bulan dan *concrete vibrator* dengan harga sewa Rp 3,600,000/bulan.

Dalam pelaksanaannya alat *concrete pump* dan *concrete vibrator* digunakan selama selesainya pekerjaan pengecoran. Setelah dilakukan analisa dengan *Microsoft Project* diketahui durasi untuk penggunaan alat ini adalah 330 hari = 11 bulan, maka perhitungan biayanya adalah :

- *concrete pump* yang digunakan sejumlah 2 buah dalam dua zona = $125,000,000 \times 2 \times 11 = \text{Rp } 2,750,000,000$

▪ perhitungan tiap pekerjaan = $\frac{2,750,000,000}{10} = \text{Rp } 275,000,000$

▪ perhitungan tiap lantai = $\frac{275,000,000}{11} = \text{Rp } 25,000,000$

- *concrete vibrator* yang digunakan sejumlah 4 buah dalam dua zona = $3,600,000 \times 4 \times 11 = \text{Rp } 158,400,000$

- perhitungan tiap pekerjaan = $\frac{158,400,000}{8} = \text{Rp } 19,800,000$
- perhitungan tiap lantai = $\frac{19,800,000}{11} = \text{Rp } 1,800,000$
- Biaya Upah pekerja pelat lantai *basement 2* :
 Biaya upah pekerja yaitu :
 - Mandor = Rp 120,000/hari
 - Kepala Tukang = Rp 110,000/hari
 - Tukang = Rp 105,000/hari
 - Pembantu Tukang = Rp 99,000/hari
 Kebutuhan jumlah pekerja yaitu :
 - 1 mandor
 - 2 kepala tukang
 - 18 tukang
 - 18 pembantu tukang
 Maka perhitungan upah pekerja sebagai berikut :
 - Upah pekerja
 - = $(1 \times 120,000 \times 0.379) + (2 \times 110,000 \times 0.379) + (18 \times 105,000 \times 0.379) + (18 \times 99,000 \times 0.379) + (1 \times 120,000 \times 0.294) + (2 \times 110,000 \times 0.294) + (18 \times 105,000 \times 0.294) + (18 \times 99,000 \times 0.294)$
 - = Rp 2,700,076

4. Rekapitulasi Durasi dan Biaya

Dalam hal ini rekapitulasi perhitungan durasi didapatkan dari penjumlahan durasi seluruh pekerjaan yang diambil dari durasi 2 zona. Sedangkan untuk rekapitulasi perhitungan biaya didapatkan dari penjumlahan biaya material, biaya sewa alat, dan biaya upah pekerja.

A. Durasi

| Lantai | Durasi |
|------------|---------|
| Basement 3 | 20 hari |

| Lantai | Durasi |
|--------------|---------|
| Basement 2 | 6 hari |
| Basement 1 | 8 hari |
| Lower Gorund | 9 hari |
| Ground | 18 hari |
| Lantai 2 | 8 hari |
| Lantai 3 | 13 hari |
| Lantai 4 | 13 hari |
| Lantai 5 | 9 hari |
| Lantai 6 | 10 hari |
| Lantai 7 | 9 hari |

B. Biaya

| Lantai | Biaya |
|--------------|---------------------|
| Basement 3 | Rp 1,632,390,144.81 |
| Basement 2 | Rp 709,713,506.05 |
| Basement 1 | Rp 714,601,002.05 |
| Lower Gorund | Rp 681,449,247.04 |
| Ground | Rp 873,772,019.29 |
| Lantai 2 | Rp 259,226,403.38 |
| Lantai 3 | Rp 366,056,601.49 |
| Lantai 4 | Rp 502,233,419.27 |
| Lantai 5 | Rp 401,691,417.16 |
| Lantai 6 | Rp 294,833,950.69 |
| Lantai 7 | Rp 293,138,801.09 |

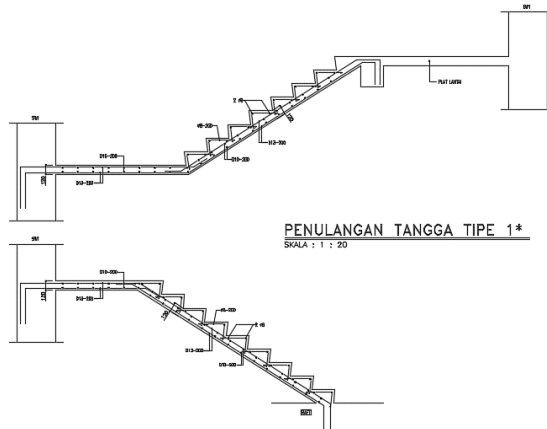
6.11 Pekerjaan Tangga

Pada pekerjaan tangga ini, perhitungan dibagi menjadi beberapa pekerjaan yaitu pembesian, bekisting, dan pengecoran.

1. Pekerjaan Pembesian

A. Analisa Bahan

Dalam perhitungan analisa bahan pada pekerjaan tangga ini digunakan contoh pada tangga tipe 1 as T2.4 lantai *basement* 3 zona 2.



Gambar 6.47 Detail Tulangan Tangga Tipe 1
sumber: PT.PP (Persero), Tbk

- Data detail tangga tipe 1 as T2.4 lantai *basement* 3 zona 2 :
 - Dimensi = 3.64 x 2.81 (m)
 - Tulangan = D10-200 (tul. arah horizontal)
 - D13-200 (tul. arah horizontal)
 - D10-200 (tul. arah vertikal)
 - D13-200 (tul. arah vertikal)
 - Decking = 0.04 m
- Perhitungan tulangan arah horizontal
 - Panjang tulangan D10
 - Panjang sisi a = 1400 mm
 - Panjang sisi b = 1400 mm
 - Panjang sisi c = 3920 mm

- Jumlah tulangan

$$= \left(\left(\frac{\text{sisi a}}{\text{jarak}} + \frac{\text{sisi b}}{\text{jarak}} \right) \times 2 \right) + \frac{\text{sisi c}}{280}$$

$$= \left(\left(\frac{1400}{200} + \frac{1400}{200} \right) \times 2 \right) + \frac{3920}{280}$$

$$= 35 \text{ buah}$$
- Panjang bengkokan = $4 \times D = 4 \times 10 = 40 \text{ mm}$
- Panjang kaitan = $8 \times D = 8 \times 10 = 80 \text{ mm}$
- Panjang total = $((\text{sisi a} + \text{sisi b} + \text{sisi c} + \text{bengkokan} + \text{kaitan}) \times n \text{ tulangan}) : 1000 = ((1400 + 1400 + 3920 + 40 + 80) \times 35) : 1000 = 239.4 \text{ m}$
- Untuk tulangan D10 memiliki berat jenis 0.617 kg/m
- Berat tulangan = $239.4 \times 0.617 = 147.71 \text{ kg}$
- Panjang tulangan D13
 - Panjang sisi a = 2810 mm
 - Jumlah tulangan

$$= \frac{\text{sisi a}}{\text{jarak}}$$

$$= \frac{2810}{200}$$

$$= 15 \text{ buah}$$
 - Panjang bengkokan = $4 \times D = 4 \times 13 = 52 \text{ mm}$
 - Panjang kaitan = $8 \times D = 8 \times 13 = 104 \text{ mm}$
 - Panjang total = $((\text{sisi a} + \text{bengkokan} + \text{kaitan}) \times n \text{ tulangan}) : 1000 = ((2810 + 52 + 104) \times 15) : 1000 = 44.49 \text{ m}$
 - Untuk tulangan D13 memiliki berat jenis 1.04 kg/m
 - Berat tulangan = $44.49 \times 1.04 = 46.27 \text{ kg}$
- Perhitungan tulangan arah vertikal
 - Panjang tulangan D10
 - Panjang sisi a = 2754 mm
 - Panjang sisi b = 2583 mm

- Jumlah tulangan

$$= \left(\frac{\text{sisi a}}{\text{jarak}} + \frac{\text{sisi b}}{\text{jarak}} \right)$$

$$= \left(\frac{2754}{200} + \frac{2583}{200} \right)$$

$$= 27 \text{ buah}$$
- Panjang total = ((sisi a + sisi b) x n tulangan) : 1000

$$= ((2754 + 2583) \times 27) : 1000 = 144.1 \text{ m}$$
- Untuk tulangan D10 memiliki berat jenis 0.617 kg/m
- Berat tulangan = 144.1 x 0.617 = 88.91 kg
- Panjang tulangan D13
 - Panjang sisi a = 2810 mm
 - Panjang sisi b = 2810 mm
 - Jumlah tulangan

$$= \left(\frac{\text{sisi a}}{\text{jarak}} + \frac{\text{sisi b}}{\text{jarak}} \right)$$

$$= \left(\frac{2810}{200} + \frac{2810}{200} \right)$$

$$= 29 \text{ buah}$$
 - Panjang total = ((sisi a + sisi b) x n tulangan) : 1000

$$= ((2810 + 2810) \times 29) : 1000 = 162.98 \text{ m}$$
 - Untuk tulangan D13 memiliki berat jenis 1.04 kg/m
 - Berat tulangan = 162.98 x 1.04 = 169.5 kg
- Rekapitulasi kebutuhan tulangan

| Lantai | Zona | Diameter Tulangan | Berat (Kg) |
|--------|--------|-------------------|------------|
| B3 | Zona 1 | 10 | 374.677 |
| | | 13 | 215.769 |
| | | 16 | 0 |
| | Zona 2 | 10 | 236.619 |
| | | 13 | 1233.527 |

| Lantai | Zona | Diameter Tulangan | Berat (Kg) |
|--------|--------|-------------------|------------|
| | | 16 | 0 |
| B2 | Zona 1 | 10 | 371.261 |
| | | 13 | 215.769 |
| | | 16 | 0 |
| | Zona 2 | 10 | 308.928 |
| | | 13 | 1255.977 |
| | | 16 | 0 |
| B1 | Zona 1 | 10 | 346.838 |
| | | 13 | 215.769 |
| | | 16 | 0 |
| | Zona 2 | 10 | 243.833 |
| | | 13 | 215.769 |
| | | 16 | 0 |
| LG | Zona 1 | 10 | 888.313 |
| | | 13 | 0 |
| | | 16 | 2108.437 |
| | Zona 2 | 10 | 851.59 |
| | | 13 | 0 |
| | | 16 | 2108.437 |
| G | Zona 1 | 10 | 1041.058 |
| | | 13 | 0 |

| Lantai | Zona | Diameter Tulangan | Berat (Kg) |
|--------|--------|-------------------|------------|
| | | | |
| G | Zona 2 | 16 | 2108.437 |
| | | 10 | 836.242 |
| | | 13 | 0 |
| | | 16 | 2108.437 |
| LT.2 | Zona 1 | 10 | 820.561 |
| | | 13 | 0 |
| | | 16 | 2108.437 |
| | Zona 2 | 10 | 682.14 |
| | | 13 | 0 |
| | | 16 | 2108.437 |
| LT.3 | Zona 1 | 10 | 800.785 |
| | | 13 | 0 |
| | | 16 | 2108.437 |
| | Zona 2 | 10 | 681.625 |
| | | 13 | 0 |
| | | 16 | 2108.437 |
| LT.4 | Zona 1 | 10 | 800.785 |
| | | 13 | 0 |
| | | 16 | 2108.437 |
| | Zona 2 | 10 | 1030.228 |
| | | 13 | 0 |
| | | 16 | 2108.437 |
| LT.5 | Zona 1 | 10 | 897.751 |
| | | 13 | 0 |
| | | 16 | 2108.437 |

| Lantai | Zona | Diameter Tulangan | Berat (Kg) |
|--------|--------|-------------------|------------|
| LT.5 | Zona 2 | 10 | 828.265 |
| | | 13 | 0 |
| | | 16 | 2108.437 |
| LT.6 | Zona 1 | 10 | 348.374 |
| | | 13 | 215.769 |
| | | 16 | 0 |
| | Zona 2 | 10 | 272.138 |
| | | 13 | 215.769 |
| | | 16 | 0 |
| LT.7 | Zona 1 | 10 | 359.099 |
| | | 13 | 215.769 |
| | | 16 | 0 |
| | Zona 2 | 10 | 323.114 |
| | | 13 | 215.769 |
| | | 16 | 0 |

B. Durasi

Durasi pembesian dihitung dari total durasi pemotongan, pembengkokan, kaitan, dan pemasangan tulangan.

- Pemotongan tulangan

Durasi pemotongan tulangan menggunakan *bar cutter* tiap 100 buah tulangan adalah 2 jam yang dikerjakan satu orang pekerja dengan durasi normal. Durasi pekerja proyek ini adalah 7 jam kerja dalam satu hari.

Untuk pekerjaan tangga ini didapatkan jumlah potongan tangga lantai *basement* 3 zona 2 sebagai berikut :

- Zona 2

D10 = 62 buah potongan

D13 = 141 buah potongan

D16 = 0 buah potongan

Sehingga setelah diketahui jumlah potongan, maka dapat dihitung durasi pemotongan tulangan yaitu :

- Kebutuhan tenaga kerja yaitu :

1 mandor

2 kepala tukang

18 tukang

18 pembantu tukang

- Produktifitas pekerja = $(1 \times 7) + (2 \times 7) + (18 \times 7) + (18 \times 7) = 264.25$ jam/hari

- Produktifitas alat *bar cutter* = 100 buah dalam 2 jam

- Produktifitas grup = $\frac{264.25}{2} \times 100 \times 0.8 = 10570$ buah potongan/hari

- Durasi grup untuk D10 zona 2 yang sejumlah 62 buah potongan adalah = $\frac{62}{10570} = 0.006$ hari

- Rekapitulasi durasi grup

| Lantai | Zona | Diameter (mm) | Jumlah (batang) | Durasi Grup (hari) | |
|--------|--------|---------------|-----------------|--------------------|-------|
| B3 | Zona 1 | 10 | 78 | 0.007 | |
| | | 13 | 44 | 0.004 | |
| | | 16 | 0 | 0.000 | |
| | Total | | | | 0.012 |
| | Zona 2 | 10 | 62 | 0.006 | |
| | | 13 | 141 | 0.013 | |
| | | 16 | 0 | 0.000 | |
| | Total | | | | 0.019 |

| Lantai | Zona | Diameter (mm) | Jumlah (batang) | Durasi Grup (hari) | |
|--------|--------|---------------|-----------------|--------------------|-------|
| B2 | Zona 1 | 10 | 77 | 0.007 | |
| | | 13 | 44 | 0.004 | |
| | | 16 | 0 | 0.000 | |
| | Total | | | | 0.011 |
| | Zona 2 | 10 | 71 | 0.007 | |
| | | 13 | 142 | 0.013 | |
| | | 16 | 0 | 0.000 | |
| | Total | | | | 0.020 |
| B1 | Zona 1 | 10 | 76 | 0.007 | |
| | | 13 | 44 | 0.004 | |
| | | 16 | 0 | 0.000 | |
| | Total | | | | 0.011 |
| | Zona 2 | 10 | 63 | 0.006 | |
| | | 13 | 44 | 0.004 | |
| | | 16 | 0 | 0.000 | |
| | Total | | | | 0.010 |
| LG | Zona 1 | 10 | 114 | 0.011 | |
| | | 13 | 0 | 0.000 | |
| | | 16 | 132 | 0.012 | |
| | Total | | | | 0.023 |
| | Zona 2 | 10 | 114 | 0.011 | |
| | | 13 | 0 | 0.000 | |
| | | 16 | 132 | 0.012 | |
| | Total | | | | 0.023 |
| G | Zona 1 | 10 | 122 | 0.012 | |
| | | 13 | 0 | 0.000 | |

| Lantai | Zona | Diameter (mm) | Jumlah (batang) | Durasi Grup (hari) |
|--------|--------|---------------|-----------------|--------------------|
| | | G | | 16 |
| | Total | | | 0.024 |
| | Zona 2 | 10 | 113 | 0.011 |
| | | 13 | 0 | 0.000 |
| | | 16 | 132 | 0.012 |
| | Total | | | 0.023 |
| LT.2 | Zona 1 | 10 | 112 | 0.011 |
| | | 13 | 0 | 0.000 |
| | | 16 | 132 | 0.012 |
| | Total | | | 0.023 |
| | Zona 2 | 10 | 105 | 0.010 |
| | | 13 | 0 | 0.000 |
| | | 16 | 132 | 0.012 |
| Total | | | 0.022 | |
| LT.3 | Zona 1 | 10 | 110 | 0.010 |
| | | 13 | 0 | 0.000 |
| | | 16 | 132 | 0.012 |
| | Total | | | 0.023 |
| | Zona 2 | 10 | 105 | 0.010 |
| | | 13 | 0 | 0.000 |
| | | 16 | 132 | 0.012 |
| Total | | | 0.022 | |
| LT.4 | Zona 1 | 10 | 110 | 0.010 |
| | | 13 | 0 | 0.000 |
| | | 16 | 132 | 0.012 |
| | Total | | | 0.023 |

| Lantai | Zona | Diameter | Jumlah (batang) | Durasi Grup (hari) |
|--------|--------|----------|-----------------|--------------------|
| LT.4 | Zona 2 | 10 | 126 | 0.012 |
| | | 13 | 0 | 0.000 |
| | | 16 | 132 | 0.012 |
| | Total | | | 0.024 |
| LT.5 | Zona 1 | 10 | 115 | 0.011 |
| | | 13 | 0 | 0.000 |
| | | 16 | 132 | 0.012 |
| | Total | | | 0.023 |
| | Zona 2 | 10 | 112 | 0.011 |
| | | 13 | 0 | 0.000 |
| | | 16 | 132 | 0.012 |
| Total | | | 0.023 | |
| LT.6 | Zona 1 | 10 | 78 | 0.007 |
| | | 13 | 44 | 0.004 |
| | | 16 | 0 | 0.000 |
| | Total | | | 0.012 |
| | Zona 2 | 10 | 67 | 0.006 |
| | | 13 | 44 | 0.004 |
| | | 16 | 0 | 0.000 |
| Total | | | 0.011 | |
| LT.7 | Zona 1 | 10 | 78 | 0.007 |
| | | 13 | 44 | 0.004 |
| | | 16 | 0 | 0.000 |
| | Total | | | 0.012 |
| | Zona 2 | 10 | 72 | 0.007 |
| 13 | | 44 | 0.004 | |

| Lantai | Zona | Diameter (mm) | Jumlah (batang) | Durasi Grup (hari) |
|--------|--------|---------------|-----------------|--------------------|
| LT.7 | Zona 2 | 16 | 0 | 0.000 |
| | | Total | | 0.011 |

- Pembengkokan tulangan

Durasi untuk perhitungan pembengkokan menggunakan *bar bender* oleh satu orang pekerja adalah 100 buah bengkakan dalam durasi normal. Durasi pekerja proyek ini adalah 7 jam kerja dalam satu hari.

Untuk pekerjaan tangga ini didapatkan jumlah bengkakan tangga lantai *basement* 3 zona 2 sebagai berikut :

- Zona 2

D10 = 124 buah bengkakan

D13 = 282 buah bengkakan

D16 = 0 buah bengkakan

Sehingga setelah diketahui jumlah bengkakan, maka dapat dihitung durasi pembengkokan tulangan yaitu :

- Kebutuhan tenaga kerja yaitu :

1 mandor

2 kepala tukang

18 tukang

18 pembantu tukang

- Produktifitas pekerja = $(1 \times 7) + (2 \times 7) + (18 \times 7) + (18 \times 7) = 264.25$ jam/hari

- Produktifitas alat *bar bender* = 100 buah dalam 1.15 jam (untuk D10)

- Produktifitas grup = $\frac{264.25}{1.15} \times 100 \times 0.8 = 18383$ buah bengkakan/hari

- Durasi grup untuk D10 zona 2 yang sejumlah 124 buah bengkokan adalah $= \frac{124}{18383} = 0.007$ hari
- Rekapitulasi durasi grup

| Lantai | Zona | Diameter (mm) | Jumlah (batang) | Durasi Grup (hari) | |
|--------|--------|---------------|-----------------|--------------------|-------|
| B3 | Zona 1 | 10 | 156 | 0.008 | |
| | | 13 | 88 | 0.005 | |
| | | 16 | 0 | 0.000 | |
| | Total | | | | 0.013 |
| | Zona 2 | 10 | 124 | 0.007 | |
| | | 13 | 282 | 0.015 | |
| | | 16 | 0 | 0.000 | |
| Total | | | | 0.022 | |
| B2 | Zona 1 | 10 | 154 | 0.008 | |
| | | 13 | 88 | 0.005 | |
| | | 16 | 0 | 0.000 | |
| | Total | | | | 0.013 |
| | Zona 2 | 10 | 142 | 0.008 | |
| | | 13 | 284 | 0.015 | |
| | | 16 | 0 | 0.000 | |
| Total | | | | 0.023 | |
| B1 | Zona 1 | 10 | 152 | 0.008 | |
| | | 13 | 88 | 0.005 | |
| | | 16 | 0 | 0.000 | |
| | Total | | | | 0.013 |
| | Zona 2 | 10 | 126 | 0.007 | |
| | | 13 | 88 | 0.005 | |
| | | 16 | 0 | 0.000 | |

| Lantai | Zona | Diameter (mm) | Jumlah (batang) | Durasi Grup (hari) |
|--------|--------|---------------|-----------------|--------------------|
| | Total | | | 0.012 |
| LG | Zona 1 | 10 | 228 | 0.012 |
| | | 13 | 0 | 0.000 |
| | | 16 | 264 | 0.019 |
| | Total | | | 0.031 |
| | Zona 2 | 10 | 228 | 0.012 |
| | | 13 | 0 | 0.000 |
| | | 16 | 264 | 0.019 |
| Total | | | 0.031 | |
| G | Zona 1 | 10 | 244 | 0.013 |
| | | 13 | 0 | 0.000 |
| | | 16 | 264 | 0.019 |
| | Total | | | 0.032 |
| | Zona 2 | 10 | 226 | 0.012 |
| | | 13 | 0 | 0.000 |
| | | 16 | 264 | 0.019 |
| Total | | | 0.031 | |
| LT.2 | Zona 1 | 10 | 224 | 0.012 |
| | | 13 | 0 | 0.000 |
| | | 16 | 264 | 0.019 |
| | Total | | | 0.031 |
| | Zona 2 | 10 | 210 | 0.011 |
| | | 13 | 0 | 0.000 |
| | | 16 | 264 | 0.019 |
| Total | | | 0.030 | |
| LT.3 | Zona 1 | 10 | 220 | 0.012 |

| Lantai | Zona | Diameter (mm) | Jumlah (batang) | Durasi Grup (hari) | |
|--------|--------|---------------|-----------------|--------------------|-------|
| LT.3 | Zona 1 | 13 | 0 | 0.000 | |
| | | 16 | 264 | 0.019 | |
| | | Total | | | 0.031 |
| | Zona 2 | 10 | 210 | 0.011 | |
| | | 13 | 0 | 0.000 | |
| | | 16 | 264 | 0.019 | |
| | | Total | | | 0.030 |
| | LT.4 | Zona 1 | 10 | 220 | 0.012 |
| | | | 13 | 0 | 0.000 |
| 16 | | | 264 | 0.019 | |
| Total | | | 0.031 | | |
| Zona 2 | | 10 | 252 | 0.014 | |
| | | 13 | 0 | 0.000 | |
| | | 16 | 264 | 0.019 | |
| Total | | | 0.032 | | |
| LT.5 | Zona 1 | 10 | 230 | 0.013 | |
| | | 13 | 0 | 0.000 | |
| | | 16 | 264 | 0.019 | |
| | Total | | | 0.031 | |
| | Zona 2 | 10 | 224 | 0.012 | |
| | | 13 | 0 | 0.000 | |
| | | 16 | 264 | 0.019 | |
| | Total | | | 0.031 | |
| LT.6 | Zona 1 | 10 | 156 | 0.008 | |
| | | 13 | 88 | 0.005 | |
| | | 16 | 0 | 0.000 | |

| Lantai | Zona | Diameter (mm) | Jumlah (batang) | Durasi Grup (hari) |
|--------|--------|---------------|-----------------|--------------------|
| LT.6 | Total | | | 0.013 |
| | Zona 2 | 10 | 134 | 0.007 |
| | | 13 | 88 | 0.005 |
| | | 16 | 0 | 0.000 |
| | Total | | | 0.012 |
| LT.7 | Zona 1 | 10 | 156 | 0.008 |
| | | 13 | 88 | 0.005 |
| | | 16 | 0 | 0.000 |
| | Total | | | 0.013 |
| | Zona 2 | 10 | 144 | 0.008 |
| | | 13 | 88 | 0.005 |
| | | 16 | 0 | 0.000 |
| | Total | | | 0.013 |

- Kaitan tulangan

Durasi untuk perhitungan kaitan menggunakan *bar bender* oleh satu orang pekerja adalah 100 buah kaitan dalam durasi normal. Durasi pekerja proyek ini adalah 7 jam kerja dalam satu hari.

Untuk pekerjaan tangga ini didapatkan jumlah kaitan tangga lantai *basement* 3 zona 2 sebagai berikut :

- Zona 2

D10 = 124 buah kaitan

D13 = 282 buah kaitan

D16 = 0 buah kaitan

Sehingga setelah diketahui jumlah kaitan, maka dapat dihitung durasi kaitan tulangan yaitu :

- Kebutuhan tenaga kerja yaitu :
 - 1 mandor
 - 2 kepala tukang
 - 18 tukang
 - 18 pembantu tukang
- Produktifitas pekerja = $(1 \times 7) + (2 \times 7) + (18 \times 7) + (18 \times 7) = 264.25$ jam/hari
- Produktifitas alat *bar bender* = 100 buah dalam 1.85 jam (untuk D10)
- Produktifitas grup = $\frac{264.25}{1.85} \times 100 \times 0.8 = 11427$ buah kaitan/hari
- Durasi grup untuk D10 zona 2 yang sejumlah 124 buah kaitan adalah = $\frac{124}{11427} = 0.011$ hari
- Rekapitulasi durasi grup

| Lantai | Zona | Diameter (mm) | Jumlah (batang) | Durasi Grup (hari) |
|--------|--------|---------------|-----------------|--------------------|
| B3 | Zona 1 | 10 | 156 | 0.014 |
| | | 13 | 88 | 0.008 |
| | | 16 | 0 | 0.000 |
| | Total | | | 0.021 |
| | Zona 2 | 10 | 124 | 0.011 |
| | | 13 | 282 | 0.025 |
| | | 16 | 0 | 0.000 |
| Total | | | 0.036 | |
| B2 | Zona 1 | 10 | 154 | 0.013 |
| | | 13 | 88 | 0.008 |
| | | 16 | 0 | 0.000 |
| | Total | | | 0.021 |
| | Zona 2 | 10 | 142 | 0.012 |

| Lantai | Zona | Diameter (mm) | Jumlah (batang) | Durasi Grup (hari) |
|--------|--------|---------------|-----------------|--------------------|
| B2 | Zona 2 | 13 | 284 | 0.025 |
| | | 16 | 0 | 0.000 |
| | | Total | | 0.037 |
| | | | | |
| B1 | Zona 1 | 10 | 152 | 0.013 |
| | | 13 | 88 | 0.008 |
| | | 16 | 0 | 0.000 |
| | Total | | 0.021 | |
| | Zona 2 | 10 | 126 | 0.011 |
| | | 13 | 88 | 0.008 |
| | | 16 | 0 | 0.000 |
| | Total | | 0.019 | |
| LG | Zona 1 | 10 | 228 | 0.020 |
| | | 13 | 0 | 0.000 |
| | | 16 | 264 | 0.029 |
| | Total | | 0.049 | |
| | Zona 2 | 10 | 228 | 0.020 |
| | | 13 | 0 | 0.000 |
| | | 16 | 264 | 0.029 |
| | Total | | 0.049 | |
| G | Zona 1 | 10 | 244 | 0.021 |
| | | 13 | 0 | 0.000 |
| | | 16 | 264 | 0.029 |
| | Total | | 0.050 | |
| | Zona 2 | 10 | 226 | 0.020 |
| | | 13 | 0 | 0.000 |
| | | 16 | 264 | 0.029 |

| Lantai | Zona | Diameter (mm) | Jumlah (batang) | Durasi Grup (hari) |
|--------|--------|---------------|-----------------|--------------------|
| | Total | | | 0.049 |
| LT.2 | Zona 1 | 10 | 224 | 0.020 |
| | | 13 | 0 | 0.000 |
| | | 16 | 264 | 0.029 |
| | Total | | | 0.048 |
| | Zona 2 | 10 | 210 | 0.018 |
| | | 13 | 0 | 0.000 |
| | | 16 | 264 | 0.029 |
| Total | | | 0.047 | |
| LT.3 | Zona 1 | 10 | 220 | 0.019 |
| | | 13 | 0 | 0.000 |
| | | 16 | 264 | 0.029 |
| | Total | | | 0.048 |
| | Zona 2 | 10 | 210 | 0.018 |
| | | 13 | 0 | 0.000 |
| | | 16 | 264 | 0.029 |
| Total | | | 0.047 | |
| LT.4 | Zona 1 | 10 | 220 | 0.019 |
| | | 13 | 0 | 0.000 |
| | | 16 | 264 | 0.029 |
| | Total | | | 0.048 |
| | Zona 2 | 10 | 252 | 0.022 |
| | | 13 | 0 | 0.000 |
| | | 16 | 264 | 0.029 |
| Total | | | 0.051 | |
| LT.5 | Zona 1 | 10 | 230 | 0.020 |

| Lantai | Zona | Diameter (mm) | Jumlah (batang) | Durasi Grup (hari) | |
|--------|--------|---------------|-----------------|--------------------|-------|
| LT.5 | Zona 1 | 13 | 0 | 0.000 | |
| | | 16 | 264 | 0.029 | |
| | | Total | | | 0.049 |
| | Zona 2 | 10 | 224 | 0.020 | |
| | | 13 | 0 | 0.000 | |
| | | 16 | 264 | 0.029 | |
| | Total | | | 0.048 | |
| | LT.6 | Zona 1 | 10 | 156 | 0.014 |
| | | | 13 | 88 | 0.008 |
| | | | 16 | 0 | 0.000 |
| Total | | | 0.021 | | |
| Zona 2 | | 10 | 134 | 0.012 | |
| | | 13 | 88 | 0.008 | |
| | | 16 | 0 | 0.000 | |
| Total | | | 0.019 | | |
| LT.7 | | Zona 1 | 10 | 156 | 0.014 |
| | | | 13 | 88 | 0.008 |
| | 16 | | 0 | 0.000 | |
| | Total | | | 0.021 | |
| | Zona 2 | 10 | 144 | 0.013 | |
| | | 13 | 88 | 0.008 | |
| | | 16 | 0 | 0.000 | |
| | Total | | | 0.020 | |

- Pemasangan tulangan

Durasi untuk perhitungan pemasangan tulangan oleh satu orang pekerja adalah 100 buah pasang tulangan

dalam durasi normal. Durasi pekerja proyek ini adalah 7 jam kerja dalam satu hari.

Untuk pekerjaan tangga ini didapatkan jumlah memasang tulangan tangga lantai *basement* 3 zona 2 sebagai berikut :

- Zona 2

Panjang tulangan 3m :

D10 = 62 buah

D13 = 141 buah

D16 = 0 buah

Panjang tulangan 3-6 m :

D10 = 0 buah

D13 = 0 buah

D16 = 0 buah

Panjang tulangan 6-9 m :

D10 = 0 buah

D13 = 0 buah

D16 = 0 buah

Sehingga setelah diketahui jumlah pasang tulangan, maka dapat dihitung durasi pasang tulangan yaitu :

- Kebutuhan tenaga kerja yaitu :

1 mandor

2 kepala tukang

18 tukang

18 pembantu tukang

- Produktifitas pekerja = $(1 \times 7) + (2 \times 7) + (18 \times 7) + (18 \times 7) = 264.25$ jam/hari

- Produktifitas pasang = 100 buah dalam 4.75 jam (untuk D10) dengan panjang 3 m

- Produktifitas grup = $\frac{264.25}{4.75} \times 100 \times 0.8 = 4451$ buah pasang/hari

- Durasi grup untuk D10 zona 2 panjang 3 m yang sejumlah 62 buah pasang adalah $= \frac{62}{4451} = 0.014$ hari
- Rekapitulasi durasi grup

| Lantai | Zona | Diameter (mm) | Panjang 3 m | | |
|--------|--------|---------------|-------------|-------------|-------|
| | | | n | Durasi Grup | |
| B3 | Zona 1 | 10 | 78 | 0.018 | |
| | | 13 | 44 | 0.010 | |
| | | 16 | 0 | 0.000 | |
| | Total | | | | 0.027 |
| | Zona 2 | 10 | 62 | 0.014 | |
| | | 13 | 141 | 0.032 | |
| | | 16 | 0 | 0.000 | |
| | Total | | | | 0.046 |
| | B2 | Zona 1 | 10 | 77 | 0.017 |
| | | | 13 | 44 | 0.010 |
| 16 | | | 0 | 0.000 | |
| Total | | | | 0.027 | |
| Zona 2 | | 10 | 71 | 0.016 | |
| | | 13 | 142 | 0.032 | |
| | | 16 | 0 | 0.000 | |
| Total | | | | 0.048 | |
| B1 | | Zona 1 | 10 | 76 | 0.017 |
| | | | 13 | 44 | 0.010 |
| | 16 | | 0 | 0.000 | |
| | Total | | | | 0.027 |
| | Zona 2 | 10 | 63 | 0.014 | |
| | | 13 | 44 | 0.010 | |
| | | 16 | 0 | 0.000 | |

| Lantai | Zona | Diameter (mm) | n | Durasi Grup |
|--------|--------|---------------|-------|-------------|
| | Total | | | 0.024 |
| LG | Zona 1 | 10 | 114 | 0.026 |
| | | 13 | 0 | 0.000 |
| | | 16 | 132 | 0.036 |
| | Total | | | 0.062 |
| | Zona 2 | 10 | 114 | 0.026 |
| | | 13 | 0 | 0.000 |
| | | 16 | 132 | 0.036 |
| | Total | | | 0.062 |
| G | Zona 1 | 10 | 122 | 0.027 |
| | | 13 | 0 | 0.000 |
| | | 16 | 132 | 0.036 |
| | Total | | | 0.063 |
| | Zona 2 | 10 | 113 | 0.025 |
| | | 13 | 0 | 0.000 |
| | | 16 | 132 | 0.036 |
| | Total | | | 0.061 |
| LT.2 | Zona 1 | 10 | 112 | 0.025 |
| | | 13 | 0 | 0.000 |
| | | 16 | 132 | 0.036 |
| | Total | | | 0.061 |
| | Zona 2 | 10 | 105 | 0.024 |
| | | 13 | 0 | 0.000 |
| | | 16 | 132 | 0.036 |
| Total | | | 0.059 | |
| LT.3 | Zona 1 | 10 | 110 | 0.025 |
| | | 13 | 0 | 0.000 |

| Lantai | Zona Zona 1 | Diameter (mm) | n | Durasi Grup |
|--------|----------------|------------------|-------|----------------|
| | | | 16 | 132 |
| LT.3 | Total | | | 0.061 |
| | Zona 2 | 10 | 105 | 0.024 |
| | | 13 | 0 | 0.000 |
| | | 16 | 132 | 0.036 |
| | Total | | | 0.059 |
| LT.4 | Zona 1 | 10 | 110 | 0.025 |
| | | 13 | 0 | 0.000 |
| | | 16 | 132 | 0.036 |
| | Total | | | 0.061 |
| | Zona 2 | 10 | 126 | 0.028 |
| | | 13 | 0 | 0.000 |
| | | 16 | 132 | 0.036 |
| Total | | | 0.064 | |
| LT.5 | Zona 1 | 10 | 115 | 0.026 |
| | | 13 | 0 | 0.000 |
| | | 16 | 132 | 0.036 |
| | Total | | | 0.062 |
| | Zona 2 | 10 | 112 | 0.025 |
| | | 13 | 0 | 0.000 |
| | | 16 | 132 | 0.036 |
| Total | | | 0.061 | |
| LT.6 | Zona 1 | 10 | 78 | 0.018 |
| | | 13 | 44 | 0.010 |
| | | 16 | 0 | 0.000 |
| | Total | | | 0.027 |
| | Zona 2 | 10 | 67 | 0.015 |

| Lantai | Zona | Diameter (mm) | n | Durasi Grup |
|--------|--------|---------------|----|-------------|
| LT.6 | Zona 2 | 13 | 44 | 0.010 |
| | | 16 | 0 | 0.000 |
| | Total | | | 0.025 |
| | | | | |
| LT.7 | Zona 1 | 10 | 78 | 0.018 |
| | | 13 | 44 | 0.010 |
| | | 16 | 0 | 0.000 |
| | Total | | | 0.027 |
| | Zona 2 | 10 | 72 | 0.016 |
| | | 13 | 44 | 0.010 |
| | | 16 | 0 | 0.000 |
| | Total | | | 0.026 |

- Rekapitulasi durasi

Hasil rekapitulasi didapatkan dari penjumlahan durasi pemotongan, pembengkokan, kaitan, dan pemasangan tulangan. Serta terdapat durasi *tower crane* untuk memindahkan hasil fabrikasi ke tempat pemasangan. Durasi *tower crane* akan dijelaskan dalam sub bab pembahasan produktifitas *tower crane*. Durasi fabrikasi didapat dari penjumlahan durasi pemotongan, pembengkokan, dan kaitan tulangan. Sedangkan durasi pemasangan didapat dari penjumlahan durasi pemasangan tulangan dan durasi *tower crane*.

Berikut adalah rekapitulasi durasi fabrikasi dan pemasangan tulangan :

| Lantai | Zona | TC (hari) | T Fabrikasi (hari) | T Pemasangan (hari) |
|--------|------|-----------|--------------------|---------------------|
| B3 | 1 | 0.02 | 0.046 | 0.047 |
| | 2 | 0.05 | 0.077 | 0.096 |
| B2 | 1 | 0.02 | 0.046 | 0.047 |
| | 2 | 0.05 | 0.081 | 0.098 |
| B1 | 1 | 0.02 | 0.045 | 0.047 |
| | 2 | 0.01 | 0.040 | 0.034 |
| LG | 1 | 0.09 | 0.103 | 0.152 |
| | 2 | 0.09 | 0.103 | 0.152 |
| G | 1 | 0.09 | 0.106 | 0.153 |
| | 2 | 0.09 | 0.103 | 0.151 |
| Lt.2 | 1 | 0.09 | 0.102 | 0.151 |
| | 2 | 0.08 | 0.100 | 0.139 |
| Lt.3 | 1 | 0.09 | 0.102 | 0.151 |
| | 2 | 0.09 | 0.100 | 0.149 |
| Lt.4 | 1 | 0.09 | 0.102 | 0.151 |
| | 2 | 0.1 | 0.108 | 0.164 |
| Lt.5 | 1 | 0.09 | 0.103 | 0.152 |
| | 2 | 0.09 | 0.102 | 0.151 |
| Lt.6 | 1 | 0.02 | 0.046 | 0.047 |
| | 2 | 0.02 | 0.042 | 0.045 |
| Lt.7 | 1 | 0.02 | 0.046 | 0.047 |
| | 2 | 0.02 | 0.044 | 0.046 |

C. Biaya

Perhitungan biaya pembesian dihitung dari total biaya material, biaya sewa alat, dan biaya upah pekerja.

- Biaya material

Harga material besi untuk D10 = Rp 5,043/kg, D13 = Rp 8,824/kg, dan D16 = Rp 13,406/kg. Kebutuhan

tulangan tangga lantai *basement* 3 zona 2 adalah sebagai berikut :

- Zona 2

D10 = 236.619 kg

D13 = 1233.527 kg

D16 = 0 kg

Didapatkan biaya material besi yaitu :

- Zona 1 = $(236.619 \times 5043) + (1233.527 \times 8824) + (0 \times 13406) = \text{Rp } 12,078,635$

- Rekapitulasi biaya material

| Lantai | Zona | Biaya |
|--------|--------|------------------|
| B3 | Zona 1 | Rp 3,793,893.38 |
| | Zona 2 | Rp 12,078,635.98 |
| B2 | Zona 1 | Rp 3,776,663.17 |
| | Zona 2 | Rp 12,641,468.55 |
| B1 | Zona 1 | Rp 3,653,474.16 |
| | Zona 2 | Rp 3,133,919.52 |
| LG | Zona 1 | Rp 32,746,967.52 |
| | Zona 2 | Rp 32,561,737.62 |
| G | Zona 1 | Rp 33,517,409.48 |
| | Zona 2 | Rp 32,484,322.70 |
| Lt.2 | Zona 1 | Rp 32,405,228.12 |
| | Zona 2 | Rp 31,707,036.06 |
| Lt.3 | Zona 1 | Rp 32,305,478.47 |
| | Zona 2 | Rp 31,704,438.41 |
| Lt.4 | Zona 1 | Rp 32,305,478.47 |
| | Zona 2 | Rp 33,462,783.23 |
| Lt.5 | Zona 1 | Rp 32,794,572.55 |
| | Zona 2 | Rp 32,444,086.91 |
| Lt.6 | Zona 1 | Rp 3,661,221.71 |
| | Zona 2 | Rp 3,276,689.23 |
| Lt.7 | Zona 1 | Rp 3,715,318.34 |
| | Zona 2 | Rp 3,533,810.90 |

- Biaya sewa alat

Dalam perhitungan biaya pembesian dibutuhkan alat *bar bender* dengan harga sewa Rp 3,500,000/bulan dan *bar cutter* dengan harga sewa Rp 3,500,000/bulan.

Dalam pelaksanaannya alat *bar bender* dan *bar cutter* digunakan selama selesainya pekerjaan fabrikasi. Setelah dilakukan analisa dengan *Microsoft Project* diketahui durasi untuk penggunaan alat ini adalah 123 hari = 5 bulan, maka perhitungan biaya sewa alat untuk balok lantai *basement 2* adalah :

- *bar bender* yang digunakan sejumlah 2 buah dalam dua zona = $3,500,000 \times 2 \times 5 = \text{Rp } 35,000,000$

- perhitungan tiap pekerjaan = $\frac{35,000,000}{10} = \text{Rp } 3,500,000$

- perhitungan tiap lantai = $\frac{3,500,000}{11} = \text{Rp } 318,181$

- *bar cutter* yang digunakan sejumlah 2 buah dalam dua zona = $3,500,000 \times 2 \times 5 = \text{Rp } 35,000,000$

- perhitungan tiap pekerjaan = $\frac{35,000,000}{10} = \text{Rp } 3,500,000$

- perhitungan tiap lantai = $\frac{3,500,000}{11} = \text{Rp } 318,181$

- biaya sewa alat tangga lantai *basement 3* :

= sewa alat *bar bender* + sewa alat *bar cutter*

= Rp 318,181 + Rp 318,181

= Rp 636,362

- Biaya Upah pekerja

Biaya upah pekerja yaitu :

Mandor = Rp 120,000/hari

Kepala Tukang = Rp 110,000/hari

Tukang = Rp 105,000/hari

Pembantu Tukang = Rp 99,000/hari

Kebutuhan jumlah pekerja yaitu :

1 mandor

2 kepala tukang

18 tukang

18 pembantu tukang

Maka perhitungan upah pekerja untuk tangga lantai *basement* 3 sebagai berikut :

- Upah pekerja fabrikasi

$$= (1 \times 120,000 \times 0.05) + (2 \times 110,000 \times 0.05) + (18 \times 105,000 \times 0.05) + (18 \times 99,000 \times 0.05) + (1 \times 120,000 \times 0.08) + (2 \times 110,000 \times 0.08) + (18 \times 105,000 \times 0.08) + (18 \times 99,000 \times 0.08)$$

$$= \text{Rp } 521,560$$

- Upah pekerja pemasangan

$$= (1 \times 120,000 \times 0.05) + (2 \times 110,000 \times 0.05) + (18 \times 105,000 \times 0.05) + (18 \times 99,000 \times 0.05) + (1 \times 120,000 \times 0.1) + (2 \times 110,000 \times 0.1) + (18 \times 105,000 \times 0.1) + (18 \times 99,000 \times 0.1)$$

$$= \text{Rp } 601,800$$

2. Pekerjaan Bekisting

A. Analisa Bahan

Dalam perhitungan analisa bahan pada pekerjaan bekisting tangga ini digunakan contoh pada tangga tipe 1 as T2.4 lantai *basement* 3 zona 2.

- Perhitungan jumlah multiplek tangga tipe 1 as T2.4 lantai *basement* 3 zona 2

- Luas bordes

- Tebal pelat bordes = 0.12 m

- Ln bordes = 1.4 m

- Lebar bordes = 2.81 m

- Luas bordes = $(1.4 \times 2.81) + ((0.12 \times 1.4) \times 2) = 4.270 \text{ m}^2$

- Luas pelat tangga naik

- Tebal pelat tangga = 0.12 m

- Ln tangga = 2.754 m
- Lebar tangga = 1.355 m
- Luas tangga naik = $(2.754 \times 1.355) + ((2.754 \times 0.12) \times 2) + (0.12 \times 1.355) = 4.555 \text{ m}^2$
- Luas pelat tangga turun
 - Tebal pelat tangga = 0.12 m
 - Ln tangga = 2.583 m
 - Lebar tangga = 1.355 m
 - Luas tangga turun = $(2.583 \times 1.355) + ((2.583 \times 0.12) \times 2) + (1.355 \times 0.12) = 4.282 \text{ m}^2$
- Luas anak tangga naik
 - Tinggi injakan = 0.28 m
 - Lebar tanjakan = 1.355 m
 - Jumlah anak tangga = 6
 - Luas anak tangga naik = $((1.355 \times 0.28) \times 2) \times 6 = 4.553 \text{ m}^2$
- Luas anak tangga turun
 - Tinggi injakan = 0.28 m
 - Lebar tanjakan = 1.355 m
 - Jumlah anak tangga = 8
 - Luas anak tangga turun = $((0.28 \times 1.355) \times 2) \times 8 = 6.070 \text{ m}^2$
- Luas total = $4.270 + 4.555 + 4.282 + 4.553 + 6.070 = 23.731 \text{ m}^2$
- Dimensi multiplek = 1.22 x 2.44 m
 - Luas = $1.22 \times 2.44 = 2.98 \text{ m}^2$
- Kebutuhan multiplek = $\frac{\text{luas total}}{\text{luas multiplek}} = \frac{23.731}{2.98} = 8$ lembar
- Kebutuhan kayu meranti 6/12
 - Jarak antar kayu meranti 6/12 = 0.4 m
 - Pelat 1 = $\frac{\text{lebar tangga naik}}{\text{jarak}} = \frac{1.355}{0.4} = 4$ buah

- Pelat 2 = $\frac{\text{lebar tangga turun}}{\text{jarak}} = \frac{1.355}{0.4} = 4$ buah
- Bordes = $\frac{\text{lebar bordes}}{\text{jarak}} = \frac{2.81}{0.4} = 8$ buah
- Kebutuhan kayu 6/12 = 4 + 4 + 8 = 16 buah
- Kebutuhan paku dan mur
 - Koefisien kebutuhan paku untuk tangga = 5
 - Jam kerja tiap luas cetakan = 10 m²
 - Kebutuhan paku = $\frac{\text{luas tangga}}{\text{jam kerja}} \times \text{koefisien} = \frac{23.731}{10} \times 5$
= 11.87 kg
- Kebutuhan minyak bekisting
 - Koefisien kebutuhan minyak untuk tangga = 2.88
 - Jam kerja tiap luas cetakan = 10 m²
 - Kebutuhan minyak = $\left(\frac{\text{luas tangga}}{\text{jam kerja}}\right) \times \text{koefisien} = \frac{23.731}{10} \times 2.88 = 6.82$ liter
- Kebutuhan alat pipa *support*
 - Kebutuhan pipa *support* = (n pelat 1 x 3) + (n pelat 2 x 3) + (n bordes x 3) = (4 x 3) + (4 x 3) + (8 x 3) = 48 buah
- Kebutuhan alat *u head*
 - Kebutuhan *u head* = n pipa *support* = 48 buah
- Rekapitulasi bekisting tangga

| Lantai | Zona | Kebutuhan | Jumlah | Satuan |
|-----------|------|------------------|--------|--------|
| B3 | 1 | Multiplek | 8 | Lembar |
| | | Kayu 6/12 | 16 | Buah |
| | | Kayu 5/7 | 0 | Buah |
| | | Paku, Mur, dll | 12 | Kg |
| | | Minyak bekisting | 7 | Liter |
| | 2 | Multiplek | 17 | Lembar |
| Kayu 6/12 | | 31 | Buah | |

| Lantai | Zona | Kebutuhan | Jumlah | Satuan |
|--------|------|------------------|--------|--------|
| B3 | 2 | Kayu 5/7 | 0 | Buah |
| | | Paku, Mur, dll | 24 | Kg |
| | | Minyak bekisting | 14 | Liter |
| B2 | 1 | Multiplek | 9 | Lembar |
| | | Kayu 6/12 | 16 | Buah |
| | | Kayu 5/7 | 0 | Buah |
| | | Paku, Mur, dll | 13 | Kg |
| | | Minyak bekisting | 8 | Liter |
| | 2 | Multiplek | 18 | Lembar |
| | | Kayu 6/12 | 31 | Buah |
| | | Kayu 5/7 | 0 | Buah |
| | | Paku, Mur, dll | 26 | Kg |
| | | Minyak bekisting | 15 | Liter |
| B1 | 1 | Multiplek | 9 | Lembar |
| | | Kayu 6/12 | 16 | Buah |
| | | Kayu 5/7 | 0 | Buah |
| | | Paku, Mur, dll | 13 | Kg |
| | | Minyak bekisting | 8 | Liter |
| | 2 | Multiplek | 9 | Lembar |
| | | Kayu 6/12 | 16 | Buah |
| | | Kayu 5/7 | 0 | Buah |
| | | Paku, Mur, dll | 13 | Kg |
| | | Minyak bekisting | 8 | Liter |
| LG | 1 | Multiplek | 11 | Lembar |
| | | Kayu 6/12 | 16 | Buah |
| | | Kayu 5/7 | 0 | Buah |
| | | Paku, Mur, dll | 16 | Kg |
| | | Minyak bekisting | 10 | Liter |

| Lantai | Zona | Kebutuhan | Jumlah | Satuan |
|--------|------|------------------|--------|--------|
| LG | 2 | Multiplek | 11 | Lembar |
| | | Kayu 6/12 | 16 | Buah |
| | | Kayu 5/7 | 0 | Buah |
| | | Paku, Mur, dll | 17 | Kg |
| | | Minyak bekisting | 10 | Liter |
| G | 1 | Multiplek | 11 | Lembar |
| | | Kayu 6/12 | 16 | Buah |
| | | Kayu 5/7 | 0 | Buah |
| | | Paku, Mur, dll | 16 | Kg |
| | | Minyak bekisting | 9 | Liter |
| | 2 | Multiplek | 11 | Lembar |
| | | Kayu 6/12 | 16 | Buah |
| | | Kayu 5/7 | 0 | Buah |
| | | Paku, Mur, dll | 16 | Kg |
| | | Minyak bekisting | 9 | Liter |
| LT.2 | 1 | Multiplek | 11 | Lembar |
| | | Kayu 6/12 | 16 | Buah |
| | | Kayu 5/7 | 0 | Buah |
| | | Paku, Mur, dll | 15 | Kg |
| | | Minyak bekisting | 9 | Liter |
| | 2 | Multiplek | 10 | Lembar |
| | | Kayu 6/12 | 16 | Buah |
| | | Kayu 5/7 | 0 | Buah |
| | | Paku, Mur, dll | 15 | Kg |
| | | Minyak bekisting | 9 | Liter |
| LT.3 | 1 | Multiplek | 11 | Lembar |
| | | Kayu 6/12 | 16 | Buah |
| | | Kayu 5/7 | 0 | Buah |

| Lantai | Zona | Kebutuhan | Jumlah | Satuan |
|--------|------|------------------|--------|--------|
| LT.3 | 1 | Paku, Mur, dll | 15 | Kg |
| | | Minyak bekisting | 9 | Liter |
| | 2 | Multiplek | 10 | Lembar |
| | | Kayu 6/12 | 16 | Buah |
| | | Kayu 5/7 | 0 | Buah |
| | | Paku, Mur, dll | 15 | Kg |
| | | Minyak bekisting | 9 | Liter |
| LT.4 | 1 | Multiplek | 11 | Lembar |
| | | Kayu 6/12 | 16 | Buah |
| | | Kayu 5/7 | 0 | Buah |
| | | Paku, Mur, dll | 17 | Kg |
| | | Minyak bekisting | 10 | Liter |
| | 2 | Multiplek | 11 | Lembar |
| | | Kayu 6/12 | 16 | Buah |
| | | Kayu 5/7 | 0 | Buah |
| | | Paku, Mur, dll | 16 | Kg |
| | | Minyak bekisting | 10 | Liter |
| LT.5 | 1 | Multiplek | 11 | Lembar |
| | | Kayu 6/12 | 16 | Buah |
| | | Kayu 5/7 | 0 | Buah |
| | | Paku, Mur, dll | 16 | Kg |
| | | Minyak bekisting | 9 | Liter |
| | 2 | Multiplek | 11 | Lembar |
| | | Kayu 6/12 | 16 | Buah |
| | | Kayu 5/7 | 0 | Buah |
| | | Paku, Mur, dll | 15 | Kg |
| | | Minyak bekisting | 9 | Liter |
| LT.6 | 1 | Multiplek | 9 | Lembar |

| Lantai | Zona | Kebutuhan | Jumlah | Satuan |
|--------|------|------------------|--------|--------|
| LT.6 | 1 | Kayu 6/12 | 16 | Buah |
| | | Kayu 5/7 | 0 | Buah |
| | | Paku, Mur, dll | 13 | Kg |
| | | Minyak bekisting | 8 | Liter |
| | 2 | Multiplek | 9 | Lembar |
| | | Kayu 6/12 | 16 | Buah |
| | | Kayu 5/7 | 0 | Buah |
| | | Paku, Mur, dll | 13 | Kg |
| LT.7 | 1 | Multiplek | 10 | Lembar |
| | | Kayu 6/12 | 16 | Buah |
| | | Kayu 5/7 | 0 | Buah |
| | | Paku, Mur, dll | 14 | Kg |
| | | Minyak bekisting | 8 | Liter |
| | 2 | Multiplek | 10 | Lembar |
| | | Kayu 6/12 | 16 | Buah |
| | | Kayu 5/7 | 0 | Buah |
| | | Paku, Mur, dll | 14 | Kg |
| | | Minyak bekisting | 8 | Liter |

B. Durasi

Durasi bekisting dihitung dari penjumlahan durasi produktifitas pekerja dalam melakukan fabrikasi, pemasangan, dan pembongkaran bekisting. Serta terdapat durasi *tower crane* untuk memindahkan hasil fabrikasi ke tempat pemasangan. Durasi *tower crane* akan dijelaskan dalam sub bab pembahasan produktifitas *tower crane*. Terdapat durasi fabrikasi, durasi pemasangan, dan durasi pembongkaran bekisting. Dimana durasi pemasangan

didapat dari penjumlahan durasi pemasangan bekisting dan durasi *tower crane*. Untuk jam kerja proyek dalam sehari adalah 7 jam. Digunakan perhitungan bekisting pada tangga tipe 1 as T2.4 lantai *basement 3* zona 2

- Luas bekisting tangga tipe 1 as T2.4 lantai *basement 3* zona 2 = 23.731 m²
- Durasi menyetel bekisting
 - Produktifitas pekerja dalam menyetel bekisting :
 - 1 mandor
 - 1 kepala tukang
 - 10 tukang
 - 20 pembantu tukang
 - Produktifitas pekerja = (1x7) + (1x7) + (10x7) + (20x7) = 224 jam/hari
 - Waktu yang diperlukan untuk menyetel bekisting tangga = 9 jam
 - Jam kerja tiap luas cetakan = 10 m²
 - Faktor operator dan mekanik = 0.8
 - Produktifitas menyetel bekisting
 - = $\frac{224}{9} \times 10 \times 0.8 = 199 \text{ m}^2/\text{hari}$
 - Durasi menyetel = $\frac{\text{luas bekisting}}{\text{menyetel}} = \frac{23.731}{199} = 0.119 \text{ hari}$
- Durasi memasang bekisting
 - Produktifitas pekerja dalam memasang bekisting :
 - 1 mandor
 - 1 kepala tukang
 - 10 tukang
 - 20 pembantu tukang
 - Produktifitas pekerja = (1x7) + (1x7) + (10x7) + (20x7) = 224 jam/hari
 - Waktu yang diperlukan untuk memasang bekisting tangga = 6 jam
 - Jam kerja tiap luas cetakan = 10 m²

- Faktor operator dan mekanik = 0.8
- Produktifitas memasang bekisting
 $= \frac{224}{6} \times 10 \times 0.8 = 299 \text{ m}^2/\text{hari}$
- Durasi memasang = $\frac{\text{luas bekisting}}{\text{memasang}} = \frac{23.731}{299} = 0.079 \text{ hari}$
- Durasi membuka dan membersihkan bekisting
 - Produktifitas pekerja dalam membuka dan membersihkan bekisting :
 - 1 mandor
 - 1 kepala tukang
 - 10 tukang
 - 20 pembantu tukang
 - Produktifitas pekerja = $(1 \times 7) + (1 \times 7) + (10 \times 7) + (20 \times 7) = 224 \text{ jam/hari}$
 - Waktu yang diperlukan untuk membuka dan membersihkan bekisting tangga = 4 jam
 - Jam kerja tiap luas cetakan = 10 m^2
 - Faktor operator dan mekanik = 0.8
 - Produktifitas membuka dan membersihkan bekisting
 $= \frac{224}{4} \times 10 \times 0.8 = 448 \text{ m}^2/\text{hari}$
 - Durasi membuka dan membersihkan = $\frac{\text{luas bekisting}}{\text{membuka}} = \frac{23.731}{448} = 0.053 \text{ hari}$
- Durasi reparasi
 - Produktifitas pekerja dalam reparasi bekisting :
 - 1 mandor
 - 1 kepala tukang
 - 10 tukang
 - 20 pembantu tukang
 - Produktifitas pekerja = $(1 \times 7) + (1 \times 7) + (10 \times 7) + (20 \times 7) = 224 \text{ jam/hari}$

- Waktu yang diperlukan untuk reparasi bekisting tangga = 3.5 jam
- Jam kerja tiap luas cetakan = 10 m²
- Faktor operator dan mekanik = 0.8
- Produktifitas reparasi bekisting

$$= \frac{224}{3.5} \times 10 \times 0.8 = 512 \text{ m}^2/\text{hari}$$
- Durasi reparasi = $\frac{\text{luas bekisting}}{\text{reparasi}} = \frac{23.731}{512} = 0.046 \text{ hari}$
- Durasi pengolesan minyak
 - Produktifitas pekerja dalam pengolesan bekisting :
 1 mandor
 1 kepala tukang
 10 tukang
 20 pembantu tukang
 - Produktifitas pekerja = (1x7) + (1x7) + (10x7) + (20x7) = 224 jam/hari
 - Waktu yang diperlukan untuk pengolesan bekisting tangga = 0.5 jam
 - Jam kerja tiap luas cetakan = 10 m²
 - Faktor operator dan mekanik = 0.8
 - Produktifitas pengolesan bekisting

$$= \frac{224}{0.5} \times 10 \times 0.8 = 3584 \text{ m}^2/\text{hari}$$
 - Durasi pengolesan = $\frac{\text{luas bekisting}}{\text{pengolesan}} = \frac{23.731}{3584} = 0.007 \text{ hari}$
- Total durasi fabrikasi
 = durasi menyetel = 0.119 hari
- Total durasi pemasangan
 = durasi memasang + durasi pengolesan
 = 0.079 + 0.007 = 0.086 hari
- Total durasi pembongkaran
 = durasi membuka dan membersihkan = 0.053 hari

- Total durasi reparasi
= durasi reparasi = 0.046 hari
- Rekapitulasi durasi bekisting tangga

| Lantai | Zona | TC (hari) | T Fabrikasi (hari) | T Pemasangan (hari) | T Bongkar (hari) |
|--------|------|--------------|--------------------------|---------------------------|------------------------|
| B3 | 1 | 0.014 | 0.116 | 0.098 | 0.052 |
| | 2 | 0.030 | 0.239 | 0.203 | 0.106 |
| B2 | 1 | 0.014 | 0.128 | 0.106 | 0.057 |
| | 2 | 0.030 | 0.250 | 0.211 | 0.111 |
| B1 | 1 | 0.014 | 0.045 | 0.104 | 0.055 |
| | 2 | 0.014 | 0.093 | 0.104 | 0.056 |
| LG | 1 | 0.014 | 0.050 | 0.128 | 0.070 |
| | 2 | 0.014 | 0.097 | 0.131 | 0.072 |
| G | 1 | 0.014 | 0.048 | 0.125 | 0.068 |
| | 2 | 0.014 | 0.049 | 0.123 | 0.067 |
| LT.2 | 1 | 0.014 | 0.061 | 0.123 | 0.067 |
| | 2 | 0.014 | 0.063 | 0.120 | 0.065 |
| LT.3 | 1 | 0.014 | 0.150 | 0.123 | 0.067 |
| | 2 | 0.015 | 0.147 | 0.121 | 0.065 |
| LT.4 | 1 | 0.014 | 0.162 | 0.131 | 0.072 |
| | 2 | 0.015 | 0.159 | 0.129 | 0.070 |
| LT.5 | 1 | 0.014 | 0.058 | 0.126 | 0.069 |
| | 2 | 0.015 | 0.057 | 0.123 | 0.067 |
| LT.6 | 1 | 0.014 | 0.063 | 0.102 | 0.054 |
| | 2 | 0.015 | 0.062 | 0.104 | 0.055 |
| LT.7 | 1 | 0.014 | 0.061 | 0.113 | 0.061 |
| | 2 | 0.015 | 0.058 | 0.115 | 0.062 |

C. Biaya

Perhitungan biaya bekisting dihitung dari total biaya material, biaya sewa alat, dan biaya upah pekerja.

- Biaya material

Harga material bekisting multiplek = Rp 330,000/lembar, kayu 6/12 = Rp 68,571/buah, kayu 5/7 = Rp 27,777/buah, paku mur = Rp 56,000/kg, dan minyak bekisting = Rp 2,700/liter. Kebutuhan material bekisting tangga lantai *basement* 3 adalah sebagai berikut :

- Perhitungan zona 1

- Material multiplek = 8 lembar
- Material kayu 6/12 = 16 buah.
- Material kayu 5/7 = 0 buah
- Material paku dan mur = 12 kg
- Material minyak bekisting = 7 liter
- Biaya material

$$= (8 \times 330000) + (16 \times 68571) + (0 \times 27777) + (12 \times 56000) + (7 \times 2700)$$

$$= \text{Rp } 4,428,042$$

- Perhitungan zona 2

- Material multiplek = 17 lembar
- Material kayu 6/12 = 31 buah
- Material kayu 5/7 = 0 buah
- Material paku dan mur = 24 kg
- Material minyak bekisting = 14 liter
- Biaya material

$$= (17 \times 330000) + (31 \times 68571) + (0 \times 27777) + (24 \times 56000) + (14 \times 2700)$$

$$= \text{Rp } 9,117,514$$

- Rekapitulasi biaya material

| Lantai | Zona | Biaya |
|--------|--------|-----------------|
| B3 | Zona 1 | Rp 4,428,042.86 |

| Lantai | Zona | Biaya |
|--------|--------|-----------------|
| | Zona 2 | Rp 9,117,514.29 |
| | Zona 1 | Rp 4,816,742.86 |
| B2 | Zona 2 | Rp 9,562,214.29 |
| | Zona 1 | Rp 1,445,022.86 |
| B1 | Zona 2 | Rp 1,445,022.86 |
| | Zona 1 | Rp 1,695,042.86 |
| LG | Zona 2 | Rp 1,711,842.86 |
| | Zona 1 | Rp 1,694,232.86 |
| G | Zona 2 | Rp 1,694,232.86 |
| | Zona 1 | Rp 1,677,432.86 |
| Lt.2 | Zona 2 | Rp 1,578,432.86 |
| | Zona 1 | Rp 5,591,442.86 |
| Lt.3 | Zona 2 | Rp 5,261,442.86 |
| | Zona 1 | Rp 5,706,142.86 |
| Lt.4 | Zona 2 | Rp 5,650,142.86 |
| | Zona 1 | Rp 1,694,232.86 |
| Lt.5 | Zona 2 | Rp 1,677,432.86 |
| | Zona 1 | Rp 1,445,022.86 |
| Lt.6 | Zona 2 | Rp 1,445,022.86 |
| | Zona 1 | Rp 1,560,822.86 |
| Lt.7 | Zona 2 | Rp 1,560,822.86 |

- Biaya sewa alat

Dalam perhitungan biaya bekisting pelat dibutuhkan alat pipa *support* dengan harga sewa Rp 30,000/bulan, dan *u head* dengan harga sewa Rp 4,500/bulan.

Setelah dilakukan analisa dengan *Microsoft Project* diketahui durasi untuk penggunaan alat ini adalah 330 hari = 11 bulan, maka perhitungan biayanya adalah :

- Pipa *support*

- Jumlah pipa *support*

Zona 1 = 528 buah

Zona 2 = 618 buah

- Biaya = $30,000 \times 11 \times ((528 + 618) : 6) = \text{Rp } 63,030,000$
- *U head*
 - Jumlah *u head*
 - Zona 1 = 528 buah
 - Zona 2 = 618 buah
 - Biaya = $4,500 \times 11 \times ((528 + 618) : 4) = \text{Rp } 14,181,750$
- Total biaya sewa alat tiap lantai
 - = $(63,030,000 + 14,181,750) : \text{banyak lantai}$
 - = $(63,030,000 + 14,181,750) : 11$
 - = Rp 7,019,250
- Biaya Upah pekerja untuk tangga lantai *basement 3*
 - Biaya upah pekerja yaitu :
 - Mandor = Rp 120,000/hari
 - Kepala Tukang = Rp 110,000/hari
 - Tukang = Rp 105,000/hari
 - Pembantu Tukang = Rp 99,000/hari
 - Kebutuhan jumlah pekerja yaitu :
 - 1 mandor
 - 1 kepala tukang
 - 10 tukang
 - 20 pembantu tukang
 - Maka perhitungan upah pekerja sebagai berikut :
 - Upah pekerja fabrikasi
 - = $(1 \times 120,000 \times 0.116) + (1 \times 110,000 \times 0.116) + (10 \times 105,000 \times 0.116) + (20 \times 99,000 \times 0.116) + (1 \times 120,000 \times 0.239) + (1 \times 110,000 \times 0.239) + (10 \times 105,000 \times 0.239) + (20 \times 99,000 \times 0.239)$
 - = Rp 1,157,300
 - Upah pekerja pemasangan
 - = $(1 \times 120,000 \times 0.098) + (1 \times 110,000 \times 0.098) + (10 \times 105,000 \times 0.098) + (20 \times 99,000 \times 0.098) + (1 \times 120,000 \times 0.203)$

$$+(1 \times 110,000 \times 0.203) + (10 \times 105,000 \times 0.203) + (20 \times 99,000 \times 0.203)$$

$$= \text{Rp } 981,260$$

- Upah pekerja pembongkaran

$$=(1 \times 120,000 \times 0.052) + (1 \times 110,000 \times 0.052) + (10 \times 105,000 \times 0.052) + (20 \times 99,000 \times 0.052) + (1 \times 120,000 \times 0.106)$$

$$+(1 \times 110,000 \times 0.106) + (10 \times 105,000 \times 0.106) + (20 \times 99,000 \times 0.106)$$

$$= \text{Rp } 515,080$$

3. Pekerjaan Pengecoran

A. Analisa Bahan

Untuk pekerjaan pengecoran tangga, menggunakan beton *ready mix* dengan mutu beton K-250. Volume pengecoran tangga yang digunakan adalah volume bersih beton yang didapatkan dari volume tangga dikurangi volume pembesian yang terpasang. Berikut adalah contoh perhitungan pada tangga tipe 1 as T2.4 lantai *basement* 3 zona 2 :

- Volume tangga tipe 1 as T2.4 lantai *basement* 3 zona 2
 - Volume bordes
 - Tebal pelat bordes = 0.12 m
 - Ln bordes = 1.4 m
 - Lebar bordes = 2.81 m
 - Volume bordes = $0.12 \times 1.4 \times 2.81 = 0.472 \text{ m}^3$
 - Volume pelat tangga naik
 - Tebal pelat tangga = 0.12 m
 - Ln tangga = 2.754 m
 - Lebar tangga = 1.355 m
 - Volume tangga naik = $0.12 \times 2.754 \times 1.355 = 0.448 \text{ m}^3$
 - Volume pelat tangga turun
 - Tebal pelat tangga = 0.12 m

- Ln tangga = 2.583 m
- Lebar tangga = 1.355 m
- Volume tangga turun = $0.12 \times 2.583 \times 1.355 = 0.420 \text{ m}^3$
- Volume anak tangga naik
 - Tinggi injakan = 0.28 m
 - Lebar tanjakan = 1.355 m
 - Jumlah anak tangga = 6
 - Volume anak tangga naik = $(0.28 \times 1.355 \times 0.28) \times 6 = 0.637 \text{ m}^3$
- Volume anak tangga turun
 - Tinggi injakan = 0.28 m
 - Lebar tanjakan = 1.355 m
 - Jumlah anak tangga = 8
 - Volume anak tangga turun = $(0.28 \times 1.355 \times 0.28) \times 8 = 0.850 \text{ m}^3$
- Volume total = $0.472 + 0.448 + 0.420 + 0.637 + 0.850 = 2.827 \text{ m}^3$

Berdasarkan hasil perhitungan berat tulangan pembesian pada tangga tipe 1 as T2.4 lantai *basement* 3 zona 2 adalah :

- D10 = 236.619 kg
- D13 = 215.77 kg

Maka volume bersih beton yang diperlukan adalah :

- Volume bersih
 - = $2.827 \text{ m}^3 - \left(\frac{236.619 + 215.77}{7850} \right)$
 - = 2.769 m^3
- Rekapitulasi volume bersih tangga

| Lantai | Zona | Volume Bersih (m ³) |
|--------|--------|---------------------------------|
| B3 | Zona 1 | 2.644 |
| | Zona 2 | 5.761 |

| Lantai | Zona | Volume Bersih (m ³) |
|--------|--------|---------------------------------|
| B2 | Zona 1 | 2.964 |
| | Zona 2 | 6.014 |
| B1 | Zona 1 | 2.860 |
| | Zona 2 | 2.900 |
| LG | Zona 1 | 4.330 |
| | Zona 2 | 4.439 |
| G | Zona 1 | 4.204 |
| | Zona 2 | 4.131 |
| Lt.2 | Zona 1 | 4.126 |
| | Zona 2 | 4.045 |
| Lt.3 | Zona 1 | 4.128 |
| | Zona 2 | 4.045 |
| Lt.4 | Zona 1 | 4.447 |
| | Zona 2 | 4.319 |
| Lt.5 | Zona 1 | 4.267 |
| | Zona 2 | 4.103 |
| Lt.6 | Zona 1 | 2.772 |
| | Zona 2 | 2.816 |
| Lt.7 | Zona 1 | 3.195 |
| | Zona 2 | 3.236 |

B. Durasi

Dalam perhitungan durasi pekerjaan pengecoran tangga ini, dihitung berdasarkan produktifitas alat *concrete pump*. Berikut adalah produktifitas *concrete pump* :

- Spesifikasi alat
 - Output piston* = 80 m³/jam
 - Kondisi operasi alat = 0,75 (baik)
 - Faktor cuaca = 1 (cerah)
 - Faktor keterampilan = 0,75 (cerah)
- Produktifitas *concrete pump*
 - = 80 x 0,75 x 1 x 0,75 = 45 m³/jam

Total volume bersih didapatkan dari penjumlahan volume balok, pelat, dan tangga dalam rekapitulasi zona 1 lantai *basement* 3 adalah 478 m³

- Waktu operasional alat
 $= \frac{478}{45} = 10.624 \text{ jam} = 637.429 \text{ menit}$
- Waktu persiapan alat
 - Pengaturan posisi = 10 menit
 - Pemasangan pompa = 30 menit
 - Waktu tunggu = 10 menit
 - Pemanasan mesin = 60 menit
 - Waktu menuangkan = 10 menit
- Waktu tambah
 - Pergantian truk = $\frac{478}{6} \times 5 = 400 \text{ menit}$
 - Uji slump = 400 menit
- Waktu pasca pelaksanaan
 - Pembersihan pompa = 10 menit
 - Pembongkaran pompa = 30 menit
 - Persiapan kembali = 50 menit
- Durasi pengecoran tangga
 $= 637.429 + 10 + 30 + 10 + 10 + 60 + 10 + 400 + 400$
 $+ 10 + 30 + 50$
 $= 1597.43 \text{ menit}$
 $= 3.803 \text{ hari : jumlah item pekerjaan}$
 $= 3.803 \text{ hari : 3}$
 $= 1.27 \text{ hari}$
- Rekapitulasi durasi pengecoran tangga

| Lantai | Zona | Durasi (hari) |
|--------|--------|---------------|
| B3 | Zona 1 | 1.27 |
| | Zona 2 | 0.83 |
| B2 | Zona 1 | 0.38 |
| | Zona 2 | 0.29 |

| Lantai | Zona | Durasi (hari) |
|--------|--------|---------------|
| B1 | Zona 1 | 0.38 |
| | Zona 2 | 0.28 |
| LG | Zona 1 | 0.52 |
| | Zona 2 | 0.38 |
| G | Zona 1 | 0.94 |
| | Zona 2 | 0.61 |
| Lt.2 | Zona 1 | 0.25 |
| | Zona 2 | 0.32 |
| Lt.3 | Zona 1 | 0.43 |
| | Zona 2 | 0.40 |
| Lt.4 | Zona 1 | 0.43 |
| | Zona 2 | 0.40 |
| Lt.5 | Zona 1 | 0.32 |
| | Zona 2 | 0.34 |
| Lt.6 | Zona 1 | 0.41 |
| | Zona 2 | 0.32 |
| Lt.7 | Zona 1 | 0.41 |
| | Zona 2 | 0.32 |

C. Biaya

Perhitungan biaya pengecoran dihitung dari total biaya material, biaya sewa alat, dan biaya upah pekerja.

- Biaya material

Material yang digunakan adalah beton *ready mix* dengan mutu K-250 dengan harga Rp 815,000/m³. Berdasarkan perhitungan volume, didapatkan volume bersih beton tangga lantai *basement* 3 yaitu :

- Zona 1

$$\text{Volume bersih} = 2.644 \text{ m}^3$$

$$\text{Biaya} = (2.644 \times 815,000) = \text{Rp } 2,155,209$$

- Zona 2

$$\text{Volume bersih} = 5.761 \text{ m}^3$$

Biaya = $(5.761 \times 815,000) = \text{Rp } 4,694,897$

- Rekapitulasi biaya material

| Lantai | Zona | Harga Total |
|--------|------|-----------------|
| B3 | 1 | Rp 2,155,209.78 |
| | 2 | Rp 4,694,897.50 |
| B2 | 1 | Rp 2,415,301.71 |
| | 2 | Rp 4,901,628.40 |
| B1 | 1 | Rp 2,331,258.24 |
| | 2 | Rp 2,363,420.41 |
| LG | 1 | Rp 3,528,681.31 |
| | 2 | Rp 3,618,189.66 |
| G | 1 | Rp 3,426,244.04 |
| | 2 | Rp 3,366,892.61 |
| 2 | 1 | Rp 3,362,557.35 |
| | 2 | Rp 3,296,312.65 |
| 3 | 1 | Rp 3,364,610.54 |
| | 2 | Rp 3,296,366.20 |
| 4 | 1 | Rp 3,624,347.78 |
| | 2 | Rp 3,519,910.82 |
| 5 | 1 | Rp 3,478,006.85 |
| | 2 | Rp 3,343,867.39 |
| 6 | 1 | Rp 2,258,876.27 |
| | 2 | Rp 2,294,836.33 |
| 7 | 1 | Rp 2,604,079.07 |
| | 2 | Rp 2,637,234.28 |

- Biaya sewa alat

Dalam perhitungan biaya pengecoran tangga dibutuhkan alat *concrete pump* dengan harga sewa Rp

125,000,000/bulan dan *concrete vibrator* dengan harga sewa Rp 3,600,000/bulan.

Dalam pelaksanaannya alat *concrete pump* dan *concrete vibrator* digunakan selama selesainya pekerjaan pengecoran. Setelah dilakukan analisa dengan *Microsoft Project* diketahui durasi untuk penggunaan alat ini adalah 330 hari = 11 bulan, maka perhitungan biayanya adalah :

- *concrete pump* yang digunakan sejumlah 2 buah dalam dua zona = $125,000,000 \times 2 \times 11 = \text{Rp } 2,750,000,000$

▪ perhitungan tiap pekerjaan = $\frac{2,750,000,000}{10} = \text{Rp } 275,000,000$

▪ perhitungan tiap lantai = $\frac{275,000,000}{11} = \text{Rp } 25,000,000$

- *concrete vibrator* yang digunakan sejumlah 4 buah dalam dua zona = $3,600,000 \times 4 \times 11 = \text{Rp } 158,400,000$

▪ perhitungan tiap pekerjaan = $\frac{158,400,000}{8} = \text{Rp } 19,800,000$

▪ perhitungan tiap lantai = $\frac{19,800,000}{11} = \text{Rp } 1,800,000$

- Biaya Upah pekerja tangga lantai *basement 3* :

Biaya upah pekerja yaitu :

Mandor = Rp 120,000/hari

Kepala Tukang = Rp 110,000/hari

Tukang = Rp 105,000/hari

Pembantu Tukang = Rp 99,000/hari

Kebutuhan jumlah pekerja yaitu :

1 mandor

2 kepala tukang

18 tukang

18 pembantu tukang

Maka perhitungan upah pekerja sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 & \text{- Upah pekerja} \\
 & = (1 \times 120,000 \times 1.267) + (2 \times 110,000 \times 1.267) + (18 \times 105,000 \times 1.267) + (18 \times 99,000 \times 1.267) + (1 \times 120,000 \times 0.826) \\
 & \quad + (2 \times 110,000 \times 0.826) + (18 \times 105,000 \times 0.826) + (18 \times 99,000 \times 0.826) \\
 & = \text{Rp } 8,397,116
 \end{aligned}$$

4. Rekapitulasi Durasi dan Biaya

Dalam hal ini rekapitulasi perhitungan durasi didapatkan dari penjumlahan durasi seluruh pekerjaan yang diambil dari durasi 2 zona. Sedangkan untuk rekapitulasi perhitungan biaya didapatkan dari penjumlahan biaya material, biaya sewa alat, dan biaya upah pekerja.

A. Durasi

| Lantai | Durasi |
|--------------|--------|
| Basement 3 | 4 hari |
| Basement 2 | 2 hari |
| Basement 1 | 2 hari |
| Lower Gorund | 2 hari |
| Ground | 3 hari |
| Lantai 2 | 2 hari |
| Lantai 3 | 2 hari |
| Lantai 4 | 3 hari |
| Lantai 5 | 2 hari |
| Lantai 6 | 2 hari |
| Lantai 7 | 2 hari |

B. Biaya

| Lantai | Biaya |
|------------|-------------------|
| Basement 3 | Rp 117,353,537.06 |
| Basement 2 | Rp 113,662,062.24 |

| Lantai | Biaya |
|--------------|-------------------|
| Basement 1 | Rp 88,107,137.32 |
| Lower Gorund | Rp 152,186,597.89 |
| Ground | Rp 154,916,057.81 |
| Lantai 2 | Rp 148,837,747.17 |
| Lantai 3 | Rp 157,933,176.61 |
| Lantai 4 | Rp 160,919,487.28 |
| Lantai 5 | Rp 150,623,334.69 |
| Lantai 6 | Rp 88,394,264.53 |
| Lantai 7 | Rp 89,759,393.97 |

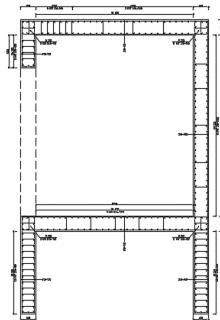
6.12 Pekerjaan Shear Wall

Pada pekerjaan *shear wall* ini, perhitungan dibagi menjadi beberapa pekerjaan yaitu pembesian, bekisting, dan pengecoran.

1. Pekerjaan Pembesian

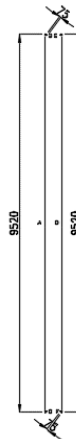
A. Analisa Bahan

Dalam perhitungan analisa bahan pada pekerjaan *shear wall* ini digunakan contoh pada *shear wall* tipe SW 1 lantai *basement 3* zona 2.



Gambar 6.48 Detail Tulangan *Shear Wall* Tipe SW 1
sumber: PT.PP (Persero), Tbk

- Data detail *shear wall* tipe SW 1 lantai *basement* 3 zona 2 :
 - Dimensi = tinggi 3 m
 - Tulangan = 263 D19 (tul. utama)
D16-100 (tul. sengkang)
 - Decking = 0.04 m
- Perhitungan tulangan utama
 - Panjang total tulangan = $263 \times 3 = 789$ m
 - 1 lonjor tulangan = 12 m
 - Kebutuhan tulangan D19 = $\frac{789}{12} = 66$ lonjor
 - Berat tulangan dihitung dengan koefisien berat tulangan dan didapatkan untuk tulangan D19 memiliki berat 2.23 kg/m, maka perhitungannya yaitu $= 789 \times 2.23 = 1759.47$ kg
- Perhitungan tulangan sengkang
 - Panjang tulangan sengkang
 - Sengkang model 1



Gambar 6.49 Detail tulangan sengkang model 1
sumber: PT.PP (Persero), Tbk

Jumlah sengkang = 1 buah

Panjang tulangan

$$\begin{aligned}
 &= ((9520 + 75 + 75 + 9520 + 75 + 75) : 1000) \times n \\
 &= ((9520 + 75 + 75 + 9520 + 75 + 75) : 1000) \times 1 \\
 &= 19.34 \text{ m}
 \end{aligned}$$

▪ Sengkang model 2



Gambar 6.50 Detail tulangan sengkang model 2

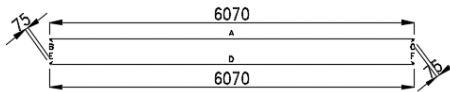
sumber: PT.PP (Persero), Tbk

Jumlah sengkang = 1 buah

Panjang tulangan

$$\begin{aligned}
 &= ((1475 + 75 + 75 + 1475 + 75 + 75) : 1000) \times n \\
 &= ((1475 + 75 + 75 + 1475 + 75 + 75) : 1000) \times 1 \\
 &= 3.25 \text{ m}
 \end{aligned}$$

▪ Sengkang model 3



Gambar 6.51 Detail tulangan sengkang model 3

sumber: PT.PP (Persero), Tbk

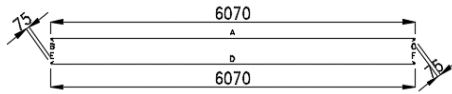
Jumlah sengkang = 1 buah

Panjang tulangan

$$\begin{aligned}
 &= ((6070 + 75 + 75 + 6070 + 75 + 75) : 1000) \times n \\
 &= ((6070 + 75 + 75 + 6070 + 75 + 75) : 1000) \times 1
 \end{aligned}$$

$$= 12.44 \text{ m}$$

▪ Senggang model 4



Gambar 6.52 Detail tulangan sengkang model 4
sumber: PT.PP (Persero), Tbk

Jumlah sengkang = 1 buah

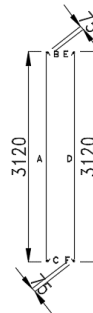
Panjang tulangan

$$= ((6070 + 75 + 75 + 6070 + 75 + 75) : 1000) \times n$$

$$= ((6070 + 75 + 75 + 6070 + 75 + 75) : 1000) \times 1$$

$$= 12.44 \text{ m}$$

▪ Sengkang model 5



Gambar 6.53 Detail tulangan sengkang model 5
sumber: PT.PP (Persero), Tbk

Jumlah sengkang = 1 buah

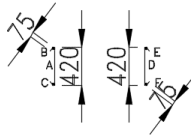
Panjang tulangan

$$= ((3120 + 75 + 75 + 3120 + 75 + 75) : 1000) \times n$$

$$= ((3120 + 75 + 75 + 3120 + 75 + 75) : 1000) \times 1$$

$$= 6.54 \text{ m}$$

▪ Sengkang model 6



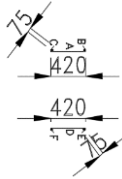
Gambar 6.54 Detail tulangan sengkang model 6
sumber: *PT.PP (Persero), Tbk*

Jumlah sengkang = 18 buah

Panjang tulangan

$$\begin{aligned}
 &= ((420 + 75 + 75 + 420 + 75 + 75) : 1000) \times n \\
 &= ((3120 + 75 + 75 + 3120 + 75 + 75) : 1000) \times 18 \\
 &= 20.52 \text{ m}
 \end{aligned}$$

▪ Sengkang model 7



Gambar 6.55 Detail tulangan sengkang model 7
sumber: *PT.PP (Persero), Tbk*

Jumlah sengkang = 41 buah

Panjang tulangan

$$\begin{aligned}
 &= ((420 + 75 + 75 + 420 + 75 + 75) : 1000) \times n \\
 &= ((3120 + 75 + 75 + 3120 + 75 + 75) : 1000) \times 41 \\
 &= 46.74 \text{ m}
 \end{aligned}$$

▪ Panjang total tulangan sengkang

$$\begin{aligned}
 &= 19.34 + 3.25 + 12.44 + 12.44 + 6.54 + 20.52 + \\
 &\quad 46.74 \\
 &= 121.27 \text{ m}
 \end{aligned}$$

- 1 lonjor tulangan = 12 m
- Kebutuhan tulangan D16 = $\frac{121.27}{12} = 11$ lonjor
- Berat tulangan dihitung dengan koefisien berat tulangan dan didapatkan untuk tulangan D16 memiliki berat 1.58 kg/m, maka perhitungannya yaitu
 $= 121.27 \times 1.58 = 191.61$ kg
- Perhitungan kebutuhan tulangan *shear wall* tipe SW 1 lantai *basement* 3 zona 2
 $= (\text{berat tul. utama} + \text{berat tul. sengkang}) \times n \text{ shear wall}$
 $= (1759.47 \text{ kg} + 191.61 \text{ kg}) \times n \text{ shear wall}$
 $= 1951.08 \text{ kg} \times 1$
 $= 1951.08 \text{ kg}$
- Rekapitulasi kebutuhan tulangan

| Lantai | Zona | Diameter Tulangan | Berat (Kg) |
|--------|--------|-------------------|------------|
| B3 | Zona 1 | 16 | 210.709 |
| | | 19 | 1712.64 |
| | Zona 2 | 16 | 191.607 |
| | | 19 | 1759.47 |
| B2 | Zona 1 | 16 | 210.709 |
| | | 19 | 1712.64 |
| | Zona 2 | 16 | 191.607 |
| | | 19 | 1759.47 |
| B1 | Zona 1 | 16 | 210.709 |
| | | 19 | 1712.64 |
| | Zona 2 | 16 | 191.607 |
| | | 19 | 1759.47 |
| LG | Zona 1 | 16 | 210.709 |
| | | 19 | 2911.488 |

| Lantai | Zona | Diameter Tulangan | Berat (Kg) |
|--------|--------|-------------------|------------|
| LG | Zona 2 | 16 | 191.607 |
| | | 19 | 2991.099 |
| G | Zona 1 | 16 | 210.709 |
| | | 19 | 2854.4 |
| | Zona 2 | 16 | 191.607 |
| | | 19 | 2932.45 |
| LT.2 | Zona 1 | 16 | 210.709 |
| | | 19 | 2854.4 |
| | Zona 2 | 16 | 191.607 |
| | | 19 | 2932.45 |
| LT.3 | Zona 1 | 16 | 210.709 |
| | | 19 | 2854.4 |
| | Zona 2 | 16 | 191.607 |
| | | 19 | 2932.45 |
| LT.4 | Zona 1 | 16 | 210.709 |
| | | 19 | 3425.28 |
| | Zona 2 | 16 | 191.607 |
| | | 19 | 3518.94 |
| LT.5 | Zona 1 | 16 | 210.709 |
| | | 19 | 2626.048 |
| | Zona 2 | 16 | 191.607 |
| | | 19 | 2697.854 |
| LT.6 | Zona 1 | 16 | 118.848 |
| | | 19 | 1940.992 |
| | Zona 2 | 16 | 130.366 |
| | | 19 | 1994.066 |
| LT.7 | Zona 1 | 16 | 118.848 |

| Lantai | Zona | Diameter Tulangan | Berat (Kg) |
|--------|--------|-------------------|------------|
| LT.7 | Zona 1 | 19 | 1940.992 |
| | | 16 | 130.366 |
| | Zona 2 | 19 | 1994.066 |
| | | | |

B. Durasi

Durasi pembesian dihitung dari total durasi pemotongan, pembengkokan, kaitan, dan pemasangan tulangan.

- Pemotongan tulangan

Durasi pemotongan tulangan menggunakan *bar cutter* tiap 100 buah tulangan adalah 2 jam yang dikerjakan satu orang pekerja dengan durasi normal. Durasi pekerja proyek ini adalah 7 jam kerja dalam satu hari.

Untuk pekerjaan *shear wall* ini didapatkan jumlah potongan *shear wall* lantai *basement* 3 sebagai berikut :

- Zona 1

D16 = 66 buah potongan

D19 = 263 buah potongan

- Zona 2

D16 = 82 buah potongan

D19 = 256 buah potongan

Sehingga setelah diketahui jumlah potongan, maka dapat dihitung durasi pemotongan tulangan yaitu :

- Kebutuhan tenaga kerja yaitu :

1 mandor

2 kepala tukang

18 tukang

18 pembantu tukang

- Produktifitas pekerja = $(1 \times 7) + (2 \times 7) + (18 \times 7) + (18 \times 7) = 264.25$ jam/hari
- Produktifitas alat *bar cutter* = 100 buah dalam 2 jam
- Produktifitas grup = $\frac{264.25}{2} \times 100 \times 0.8 = 10570$ buah potongan/hari
- Durasi grup untuk D16 zona 2 yang sejumlah 82 buah potongan adalah = $\frac{82}{10570} = 0.008$ hari
- Rekapitulasi durasi grup

| Lantai | Zona | Diameter (mm) | Jumlah (batang) | Durasi Grup (hari) |
|--------|--------|---------------|-----------------|--------------------|
| B3 | Zona 1 | 16 | 66 | 0.006 |
| | | 19 | 263 | 0.025 |
| | Total | | | 0.031 |
| | Zona 2 | 16 | 82 | 0.008 |
| | | 19 | 256 | 0.024 |
| | Total | | | 0.032 |
| B2 | Zona 1 | 16 | 66 | 0.006 |
| | | 19 | 263 | 0.025 |
| | Total | | | 0.031 |
| | Zona 2 | 16 | 82 | 0.008 |
| | | 19 | 256 | 0.024 |
| | Total | | | 0.032 |
| B1 | Zona 1 | 16 | 66 | 0.006 |
| | | 19 | 263 | 0.025 |
| | Total | | | 0.031 |
| | Zona 2 | 16 | 82 | 0.008 |
| | | 19 | 256 | 0.024 |
| | Total | | | 0.032 |

| Lantai | Zona | Diameter (mm) | Jumlah (batang) | Durasi Grup (hari) |
|--------|--------|---------------|-----------------|--------------------|
| LG | Zona 1 | 16 | 66 | 0.006 |
| | | 19 | 263 | 0.025 |
| | Total | | | 0.031 |
| | Zona 2 | 16 | 82 | 0.008 |
| | | 19 | 256 | 0.024 |
| | Total | | | 0.032 |
| G | Zona 1 | 16 | 66 | 0.006 |
| | | 19 | 263 | 0.025 |
| | Total | | | 0.031 |
| | Zona 2 | 16 | 82 | 0.008 |
| | | 19 | 256 | 0.024 |
| | Total | | | 0.032 |
| LT.2 | Zona 1 | 16 | 66 | 0.006 |
| | | 19 | 263 | 0.025 |
| | Total | | | 0.031 |
| | Zona 2 | 16 | 82 | 0.008 |
| | | 19 | 256 | 0.024 |
| | Total | | | 0.032 |
| LT.3 | Zona 1 | 16 | 66 | 0.006 |
| | | 19 | 263 | 0.025 |
| | Total | | | 0.031 |
| | Zona 2 | 16 | 82 | 0.008 |
| | | 19 | 256 | 0.024 |
| | Total | | | 0.032 |
| LT.4 | Zona 1 | 16 | 66 | 0.006 |
| | | 19 | 263 | 0.025 |

| Lantai | Zona | Diameter (mm) | Jumlah (batang) | Durasi Grup (hari) |
|--------|--------|---------------|-----------------|--------------------|
| LT.4 | Total | | | 0.031 |
| | Zona 2 | 16 | 82 | 0.008 |
| | | 19 | 256 | 0.024 |
| | Total | | | 0.032 |
| LT.5 | Zona 1 | 16 | 66 | 0.006 |
| | | 19 | 263 | 0.025 |
| | Total | | | 0.031 |
| | Zona 2 | 16 | 82 | 0.008 |
| | | 19 | 256 | 0.024 |
| | Total | | | 0.032 |
| LT.6 | Zona 1 | 16 | 32 | 0.003 |
| | | 19 | 263 | 0.025 |
| | Total | | | 0.028 |
| | Zona 2 | 16 | 31 | 0.003 |
| | | 19 | 256 | 0.024 |
| | Total | | | 0.027 |
| LT.7 | Zona 1 | 16 | 32 | 0.003 |
| | | 19 | 263 | 0.025 |
| | Total | | | 0.028 |
| | Zona 2 | 16 | 31 | 0.003 |
| | | 19 | 256 | 0.024 |
| | Total | | | 0.027 |

- Pembengkokan tulangan

Durasi untuk perhitungan pembengkokan menggunakan *bar bender* oleh satu orang pekerja adalah 100 buah bengkakan dalam durasi normal.

Durasi pekerja proyek ini adalah 7 jam kerja dalam satu hari.

Untuk pekerjaan *shear wall* ini didapatkan jumlah bengkokan *shear wall* lantai *basement* 3 sebagai berikut :

- Zona 1

D16 = 0 buah bengkokan

D19 = 0 buah bengkokan

- Zona 2

D16 = 0 buah bengkokan

D19 = 0 buah bengkokan

Sehingga setelah diketahui jumlah bengkokan, maka dapat dihitung durasi pembengkokan tulangan yaitu :

- Kebutuhan tenaga kerja yaitu :

1 mandor

2 kepala tukang

18 tukang

18 pembantu tukang

- Produktifitas pekerja = $(1 \times 7) + (2 \times 7) + (18 \times 7) + (18 \times 7) = 264.25$ jam/hari

- Produktifitas alat *bar bender* = 100 buah dalam 1.5 jam (untuk D16)

- Produktifitas grup = $\frac{264.25}{1.5} \times 100 \times 0.8 = 14093$ buah bengkokan/hari

- Durasi grup untuk D16 zona 2 yang sejumlah 0 buah bengkokan adalah = $\frac{0}{14093} = 0.00$ hari

- Rekapitulasi durasi grup adalah 0 hari karena tidak ada tulangan *shear wall* yang dibengkokan.

- Kaitan tulangan

Durasi untuk perhitungan kaitan menggunakan *bar bender* oleh satu orang pekerja adalah 100 buah kaitan

dalam durasi normal. Durasi pekerja proyek ini adalah 7 jam kerja dalam satu hari.

Untuk pekerjaan *shear wall* ini didapatkan jumlah kaitan *shear wall* lantai *basement 3* sebagai berikut :

- Zona 1

D16 = 256 buah kaitan

D19 = 0 buah kaitan

- Zona 2

D16 = 316 buah kaitan

D19 = 0 buah kaitan

Sehingga setelah diketahui jumlah kaitan, maka dapat dihitung durasi kaitan tulangan yaitu :

- Kebutuhan tenaga kerja yaitu :

1 mandor

2 kepala tukang

18 tukang

18 pembantu tukang

- Produktifitas pekerja = $(1 \times 7) + (2 \times 7) + (18 \times 7) + (18 \times 7) = 264.25$ jam/hari

- Produktifitas alat *bar bender* = 100 buah dalam 2.3 jam (untuk D16)

- Produktifitas grup = $\frac{264.25}{2.3} \times 100 \times 0.8 = 9191$ buah kaitan/hari

- Durasi grup untuk D16 zona 2 yang sejumlah 316 buah kaitan adalah = $\frac{316}{9191} = 0.034$ hari

- Rekapitulasi durasi grup

| Lantai | Zona | Diameter (mm) | Jumlah (batang) | Durasi Grup (hari) |
|--------|--------|---------------|-----------------|--------------------|
| B3 | Zona 1 | 16 | 256 | 0.028 |
| | | 19 | 0 | 0.000 |

| Lantai | Zona | Diameter (mm) | Jumlah (batang) | Durasi Grup (hari) |
|--------|--------|---------------|-----------------|--------------------|
| B3 | Total | | | 0.028 |
| | Zona 2 | 16 | 316 | 0.034 |
| | | 19 | 0 | 0.000 |
| | Total | | | 0.034 |
| B2 | Zona 1 | 16 | 256 | 0.028 |
| | | 19 | 0 | 0.000 |
| | Total | | | 0.028 |
| | Zona 2 | 16 | 316 | 0.034 |
| | | 19 | 0 | 0.000 |
| | Total | | | 0.034 |
| B1 | Zona 1 | 16 | 256 | 0.028 |
| | | 19 | 0 | 0.000 |
| | Total | | | 0.028 |
| | Zona 2 | 16 | 316 | 0.034 |
| | | 19 | 0 | 0.000 |
| | Total | | | 0.034 |
| LG | Zona 1 | 16 | 256 | 0.028 |
| | | 19 | 0 | 0.000 |
| | Total | | | 0.028 |
| | Zona 2 | 16 | 316 | 0.034 |
| | | 19 | 0 | 0.000 |
| | Total | | | 0.034 |
| G | Zona 1 | 16 | 256 | 0.028 |
| | | 19 | 0 | 0.000 |
| | Total | | | 0.028 |
| | Zona 2 | 16 | 316 | 0.034 |

| Lantai | Zona | Diameter (mm) | Jumlah (batang) | Durasi Grup (hari) |
|--------|--------|---------------|-----------------|--------------------|
| G | Zona 2 | 19 | 0 | 0.000 |
| | | Total | | 0.034 |
| | LT.2 | Zona 1 | 16 | 256 |
| 19 | | | 0 | 0.000 |
| Total | | 0.028 | | |
| Zona 2 | | 16 | 316 | 0.034 |
| | | 19 | 0 | 0.000 |
| Total | | 0.034 | | |
| LT.3 | Zona 1 | 16 | 256 | 0.028 |
| | | 19 | 0 | 0.000 |
| | Total | | 0.028 | |
| | Zona 2 | 16 | 316 | 0.034 |
| | | 19 | 0 | 0.000 |
| | Total | | 0.034 | |
| LT.4 | Zona 1 | 16 | 256 | 0.028 |
| | | 19 | 0 | 0.000 |
| | Total | | 0.028 | |
| | Zona 2 | 16 | 316 | 0.034 |
| | | 19 | 0 | 0.000 |
| | Total | | 0.034 | |
| LT.5 | Zona 1 | 16 | 256 | 0.028 |
| | | 19 | 0 | 0.000 |
| | Total | | 0.028 | |
| | Zona 2 | 16 | 316 | 0.034 |
| | | 19 | 0 | 0.000 |
| | Total | | 0.034 | |

| Lantai | Zona | Diameter (mm) | Jumlah (batang) | Durasi Grup (hari) |
|--------|--------|---------------|-----------------|--------------------|
| LT.6 | Zona 1 | 16 | 256 | 0.028 |
| | | 19 | 0 | 0.000 |
| | Total | | | 0.028 |
| | Zona 2 | 16 | 112 | 0.012 |
| | | 19 | 0 | 0.000 |
| | Total | | | 0.012 |
| LT.7 | Zona 1 | 16 | 256 | 0.028 |
| | | 19 | 0 | 0.000 |
| | Total | | | 0.028 |
| | Zona 2 | 16 | 112 | 0.012 |
| | | 19 | 0 | 0.000 |
| | Total | | | 0.012 |

- Pemasangan tulangan

Durasi untuk perhitungan pemasangan tulangan oleh satu orang pekerja adalah 100 buah pasang tulangan dalam durasi normal. Durasi pekerja proyek ini adalah 7 jam kerja dalam satu hari.

Untuk pekerjaan *shear wall* ini didapatkan jumlah memasang tulangan *shear wall* lantai *basement* 3 sebagai berikut :

- Zona 1

Panjang tulangan 3m :

D16 = 59 buah

D19 = 263 buah

Panjang tulangan 3-6 m :

D16 = 2 buah

D19 = 0 buah

Panjang tulangan 6-9 m :

D16 = 5 buah

D19 = 0 buah

- Zona 2

Panjang tulangan 3m :

D16 = 74 buah

D19 = 256 buah

Panjang tulangan 3-6 m :

D16 = 1 buah

D19 = 0 buah

Panjang tulangan 6-9 m :

D16 = 7 buah

D19 = 0 buah

Sehingga setelah diketahui jumlah pasang tulangan, maka dapat dihitung durasi pasang tulangan yaitu :

- Kebutuhan tenaga kerja yaitu :

1 mandor

2 kepala tukang

18 tukang

18 pembantu tukang

- Produktifitas pekerja = $(1 \times 7) + (2 \times 7) + (18 \times 7) + (18 \times 7) = 264.25$ jam/hari

- Produktifitas pasang = 100 buah dalam 5.75 jam (untuk D16) dengan panjang 3 m

- Produktifitas grup = $\frac{264.25}{5.75} \times 100 \times 0.8 = 3677$ buah pasang/hari

- Durasi grup untuk D16 zona 2 panjang 3 m yang sejumlah 74 buah pasang adalah = $\frac{74}{3677} = 0.020$ hari

- Rekapitulasi durasi grup

| Lantai | Zona | Diameter (mm) | Panjang 3 m | |
|--------|--------|------------------|-------------|----------------|
| | | | n | Durasi Grup |
| B3 | Zona 1 | 16 | 59 | 0.016 |
| | | 19 | 263 | 0.072 |
| | Total | | | 0.088 |
| | Zona 2 | 16 | 74 | 0.020 |
| | | 19 | 256 | 0.070 |
| | Total | | | 0.090 |
| B2 | Zona 1 | 16 | 59 | 0.016 |
| | | 19 | 263 | 0.072 |
| | Total | | | 0.088 |
| | Zona 2 | 16 | 74 | 0.020 |
| | | 19 | 256 | 0.070 |
| | Total | | | 0.090 |
| B1 | Zona 1 | 16 | 59 | 0.016 |
| | | 19 | 263 | 0.072 |
| | Total | | | 0.088 |
| | Zona 2 | 16 | 74 | 0.020 |
| | | 19 | 256 | 0.070 |
| | Total | | | 0.090 |
| LG | Zona 1 | 16 | 59 | 0.016 |
| | | 19 | 0 | 0.000 |
| | Total | | | 0.016 |
| | Zona 2 | 16 | 74 | 0.020 |
| | | 19 | 0 | 0.000 |
| | Total | | | 0.020 |
| G | Zona 1 | 16 | 59 | 0.016 |

| Lantai | Zona | Diameter (mm) | n | Durasi Grup |
|--------|--------|---------------|-------|-------------|
| G | Zona 1 | 19 | 0 | 0.000 |
| | | Total | | 0.016 |
| | Zona 2 | 16 | 74 | 0.020 |
| | | 19 | 0 | 0.000 |
| | Total | | | 0.020 |
| LT.2 | Zona 1 | 16 | 59 | 0.016 |
| | | 19 | 0 | 0.000 |
| | Total | | | 0.016 |
| | Zona 2 | 16 | 74 | 0.020 |
| | | 19 | 0 | 0.000 |
| Total | | | 0.020 | |
| LT.3 | Zona 1 | 16 | 59 | 0.016 |
| | | 19 | 0 | 0.000 |
| | Total | | | 0.016 |
| | Zona 2 | 16 | 74 | 0.020 |
| | | 19 | 0 | 0.000 |
| Total | | | 0.020 | |
| LT.4 | Zona 1 | 16 | 59 | 0.016 |
| | | 19 | 0 | 0.000 |
| | Total | | | 0.016 |
| | Zona 2 | 16 | 74 | 0.020 |
| | | 19 | 0 | 0.000 |
| Total | | | 0.020 | |
| LT.5 | Zona 1 | 16 | 59 | 0.016 |
| | | 19 | 0 | 0.000 |
| | Total | | | 0.016 |
| | Zona 2 | 16 | 74 | 0.020 |

| Lantai | Zona | Diameter (mm) | Panjang 3-6 m | |
|--------|--------|------------------|---------------|----------------|
| | | | n | Durasi Grup |
| LT.5 | Zona 2 | 19 | 0 | 0.000 |
| | Total | | | 0.020 |
| | | | | |
| LT.6 | Zona 1 | 16 | 25 | 0.007 |
| | | 19 | 263 | 0.072 |
| | Total | | | 0.078 |
| | Zona 2 | 16 | 23 | 0.006 |
| | | 19 | 256 | 0.070 |
| | Total | | | 0.076 |
| LT.7 | Zona 1 | 16 | 25 | 0.007 |
| | | 19 | 263 | 0.072 |
| | Total | | | 0.078 |
| | Zona 2 | 16 | 23 | 0.006 |
| | | 19 | 256 | 0.070 |
| | Total | | | 0.076 |
| Lantai | Zona | Diameter (mm) | n | Durasi Grup |
| B3 | Zona 1 | 16 | 2 | 0.0007 |
| | | 19 | 0 | 0.0000 |
| | Total | | | 0.0007 |
| | Zona 2 | 16 | 1 | 0.0003 |
| | | 19 | 0 | 0.0000 |
| | Total | | | 0.0003 |
| B2 | Zona 1 | 16 | 2 | 0.0007 |
| | | 19 | 0 | 0.0000 |
| | Total | | | 0.0007 |
| | Zona 2 | 16 | 1 | 0.0003 |

| Lantai | Zona Zona 2 | Diameter (mm) | n | Durasi Grup |
|--------|----------------|------------------|-----|----------------|
| | | B2 | | |
| | Total | | | 0.0003 |
| B1 | Zona 1 | 16 | 2 | 0.0007 |
| | | 19 | 0 | 0.0000 |
| | Total | | | 0.0007 |
| | Zona 2 | 16 | 1 | 0.0003 |
| | | 19 | 0 | 0.0000 |
| | Total | | | 0.0003 |
| LG | Zona 1 | 16 | 2 | 0.0007 |
| | | 19 | 263 | 0.0902 |
| | Total | | | 0.0909 |
| | Zona 2 | 16 | 1 | 0.0003 |
| | | 19 | 256 | 0.0878 |
| | Total | | | 0.0881 |
| G | Zona 1 | 16 | 2 | 0.0007 |
| | | 19 | 263 | 0.0902 |
| | Total | | | 0.0909 |
| | Zona 2 | 16 | 1 | 0.0003 |
| | | 19 | 256 | 0.0878 |
| | Total | | | 0.0881 |
| LT.2 | Zona 1 | 16 | 2 | 0.0007 |
| | | 19 | 263 | 0.0902 |
| | Total | | | 0.0909 |
| | Zona 2 | 16 | 1 | 0.0003 |
| | | 19 | 256 | 0.0878 |
| | Total | | | 0.0881 |
| LT.3 | Zona 1 | 16 | 2 | 0.0007 |

| Lantai | Zona Zona 1 | Diameter (mm) | n | Durasi Grup |
|--------|----------------|------------------|-----|----------------|
| | | | 19 | 263 |
| LT.3 | Total | | | 0.0909 |
| | Zona 2 | 16 | 1 | 0.0003 |
| | | 19 | 256 | 0.0878 |
| | Total | | | 0.0881 |
| LT.4 | Zona 1 | 16 | 2 | 0.0007 |
| | | 19 | 263 | 0.0902 |
| | Total | | | 0.0909 |
| | Zona 2 | 16 | 1 | 0.0003 |
| | | 19 | 256 | 0.0878 |
| | Total | | | 0.0881 |
| LT.5 | Zona 1 | 16 | 2 | 0.0007 |
| | | 19 | 263 | 0.0902 |
| | Total | | | 0.0909 |
| | Zona 2 | 16 | 1 | 0.0003 |
| | | 19 | 256 | 0.0878 |
| | Total | | | 0.0881 |
| LT.6 | Zona 1 | 16 | 2 | 0.0007 |
| | | 19 | 0 | 0.0000 |
| | Total | | | 0.0007 |
| | Zona 2 | 16 | 1 | 0.0003 |
| | | 19 | 0 | 0.0000 |
| | Total | | | 0.0003 |
| LT.7 | Zona 1 | 16 | 2 | 0.0007 |
| | | 19 | 0 | 0.0000 |
| | Total | | | 0.0007 |
| | Zona 2 | 16 | 1 | 0.0003 |

| Lantai LT.7 | Zona Zona 2 | Diameter (mm) | n | Durasi Grup |
|----------------|----------------|------------------|--------------|----------------|
| | | 19 | 0 | 0.0000 |
| Total | | | | 0.0003 |
| Lantai | Zona | Diameter (mm) | Panjang 6-9m | |
| | | | n | Durasi Grup |
| B3 | Zona 1 | 16 | 5 | 0.002 |
| | | 19 | 0 | 0.000 |
| | Total | | | 0.002 |
| | Zona 2 | 16 | 7 | 0.003 |
| | | 19 | 0 | 0.000 |
| | Total | | | 0.003 |
| B2 | Zona 1 | 16 | 5 | 0.002 |
| | | 19 | 0 | 0.000 |
| | Total | | | 0.002 |
| | Zona 2 | 16 | 7 | 0.003 |
| | | 19 | 0 | 0.000 |
| | Total | | | 0.003 |
| B1 | Zona 1 | 16 | 5 | 0.002 |
| | | 19 | 0 | 0.000 |
| | Total | | | 0.002 |
| | Zona 2 | 16 | 7 | 0.003 |
| | | 19 | 0 | 0.000 |
| | Total | | | 0.003 |
| LG | Zona 1 | 16 | 5 | 0.002 |
| | | 19 | 0 | 0.000 |
| | Total | | | 0.002 |
| | Zona 2 | 16 | 7 | 0.003 |
| | | 19 | 0 | 0.000 |

| Lantai | Zona | Diameter (mm) | n | Durasi Grup |
|--------|--------|---------------|---|-------------|
| | Total | | | 0.003 |
| G | Zona 1 | 16 | 5 | 0.002 |
| | | 19 | 0 | 0.000 |
| | Total | | | 0.002 |
| | Zona 2 | 16 | 7 | 0.003 |
| | | 19 | 0 | 0.000 |
| | Total | | | 0.003 |
| LT.2 | Zona 1 | 16 | 5 | 0.002 |
| | | 19 | 0 | 0.000 |
| | Total | | | 0.002 |
| | Zona 2 | 16 | 7 | 0.003 |
| | | 19 | 0 | 0.000 |
| | Total | | | 0.003 |
| LT.3 | Zona 1 | 16 | 5 | 0.002 |
| | | 19 | 0 | 0.000 |
| | Total | | | 0.002 |
| | Zona 2 | 16 | 7 | 0.003 |
| | | 19 | 0 | 0.000 |
| | Total | | | 0.003 |
| LT.4 | Zona 1 | 16 | 5 | 0.002 |
| | | 19 | 0 | 0.000 |
| | Total | | | 0.002 |
| | Zona 2 | 16 | 7 | 0.003 |
| | | 19 | 0 | 0.000 |
| | Total | | | 0.003 |
| LT.5 | Zona 1 | 16 | 5 | 0.002 |
| | | 19 | 0 | 0.000 |

| Lantai | Zona | Diameter (mm) | n | Durasi Grup |
|--------|--------|---------------|---|-------------|
| LT.5 | Total | | | 0.002 |
| | Zona 2 | 16 | 7 | 0.003 |
| | | 19 | 0 | 0.000 |
| | Total | | | 0.003 |
| LT.6 | Zona 1 | 16 | 5 | 0.002 |
| | | 19 | 0 | 0.000 |
| | Total | | | 0.002 |
| | Zona 2 | 16 | 7 | 0.003 |
| | | 19 | 0 | 0.000 |
| | Total | | | 0.003 |
| LT.7 | Zona 1 | 16 | 5 | 0.002 |
| | | 19 | 0 | 0.000 |
| | Total | | | 0.002 |
| | Zona 2 | 16 | 7 | 0.003 |
| | | 19 | 0 | 0.000 |
| | Total | | | 0.003 |

- Rekapitulasi durasi

Hasil rekapitulasi didapatkan dari penjumlahan durasi pemotongan, pembengkokan, kaitan, dan pemasangan tulangan. Serta terdapat durasi *tower crane* untuk memindahkan hasil fabrikasi ke tempat pemasangan. Durasi *tower crane* akan dijelaskan dalam sub bab pembahasan produktifitas *tower crane*. Durasi fabrikasi didapat dari penjumlahan durasi pemotongan, pembengkokan, dan kaitan tulangan. Sedangkan durasi pemasangan didapat dari penjumlahan durasi pemasangan tulangan dan durasi *tower crane*.

Berikut adalah rekapitulasi durasi fabrikasi dan pemasangan tulangan :

| Lantai | Zona | TC (hari) | T Fabrikasi (hari) | T Pemasangan (hari) |
|--------|------|--------------|-----------------------|---------------------------|
| B3 | 1 | 0.06 | 0.059 | 0.150 |
| | 2 | 0.06 | 0.066 | 0.153 |
| B2 | 1 | 0.06 | 0.059 | 0.150 |
| | 2 | 0.06 | 0.066 | 0.153 |
| B1 | 1 | 0.06 | 0.059 | 0.150 |
| | 2 | 0.06 | 0.066 | 0.153 |
| LG | 1 | 0.09 | 0.059 | 0.199 |
| | 2 | 0.09 | 0.066 | 0.201 |
| G | 1 | 0.09 | 0.059 | 0.199 |
| | 2 | 0.09 | 0.066 | 0.201 |
| Lt.2 | 1 | 0.09 | 0.059 | 0.199 |
| | 2 | 0.10 | 0.066 | 0.211 |
| Lt.3 | 1 | 0.09 | 0.059 | 0.199 |
| | 2 | 0.10 | 0.066 | 0.211 |
| Lt.4 | 1 | 0.11 | 0.059 | 0.219 |
| | 2 | 0.12 | 0.066 | 0.231 |
| Lt.5 | 1 | 0.08 | 0.059 | 0.189 |
| | 2 | 0.09 | 0.066 | 0.201 |
| Lt.6 | 1 | 0.06 | 0.056 | 0.141 |
| | 2 | 0.07 | 0.039 | 0.149 |
| Lt.7 | 1 | 0.06 | 0.056 | 0.141 |
| | 2 | 0.07 | 0.039 | 0.149 |

C. Biaya

Perhitungan biaya pembesian dihitung dari total biaya material, biaya sewa alat, dan biaya upah pekerja.

- Biaya material

Harga material besi untuk D16 = Rp 13,406/kg, dan D19 = Rp 18,921/kg. Kebutuhan tulangan *shear wall* lantai *basement* 3 adalah sebagai berikut :

- Zona 1

D16 = 210.709 kg

D19 = 1712.64 kg

- Zona 2

D16 = 191.607 kg

D19 = 1759.47 kg

Didapatkan biaya material besi yaitu :

- Zona 1 = $(210.709 \times 13406) + (1712.64 \times 18921) = \text{Rp } 35,230,631$

- Zona 2 = $(191.607 \times 13406) + (1759.47 \times 18921) = \text{Rp } 35,860,640$

- Rekapitulasi biaya material

| Lantai | Zona | Biaya |
|--------|--------|------------------|
| B3 | Zona 1 | Rp 35,230,631.46 |
| | Zona 2 | Rp 35,860,640.50 |
| B2 | Zona 1 | Rp 35,230,631.46 |
| | Zona 2 | Rp 35,860,640.50 |
| B1 | Zona 1 | Rp 35,230,631.46 |
| | Zona 2 | Rp 35,860,640.50 |
| LG | Zona 1 | Rp 57,914,693.83 |
| | Zona 2 | Rp 59,164,970.21 |
| G | Zona 1 | Rp 56,834,500.39 |
| | Zona 2 | Rp 58,055,240.22 |
| Lt.2 | Zona 1 | Rp 56,834,500.39 |
| | Zona 2 | Rp 58,055,240.22 |
| Lt.3 | Zona 1 | Rp 56,834,500.39 |
| | Zona 2 | Rp 58,055,240.22 |
| Lt.4 | Zona 1 | Rp 67,636,434.85 |

| Lantai | Zona | Biaya |
|--------|--------|------------------|
| | Zona 2 | Rp 69,152,540.08 |
| Lt.5 | Zona 1 | Rp 52,513,726.60 |
| | Zona 2 | Rp 53,616,320.28 |
| Lt.6 | Zona 1 | Rp 38,319,889.12 |
| | Zona 2 | Rp 39,478,545.23 |
| Lt.7 | Zona 1 | Rp 38,319,889.12 |
| | Zona 2 | Rp 39,478,545.23 |

- Biaya sewa alat

Dalam perhitungan biaya pembesian dibutuhkan alat *bar bender* dengan harga sewa Rp 3,500,000/bulan dan *bar cutter* dengan harga sewa Rp 3,500,000/bulan.

Dalam pelaksanaannya alat *bar bender* dan *bar cutter* digunakan selama selesainya pekerjaan fabrikasi. Setelah dilakukan analisa dengan *Microsoft Project* diketahui durasi untuk penggunaan alat ini adalah 123 hari = 5 bulan, maka perhitungan biaya sewa alat untuk *shear wall* lantai *basement* 3 adalah :

- *bar bender* yang digunakan sejumlah 2 buah dalam dua zona = $3,500,000 \times 2 \times 5 = \text{Rp } 35,000,000$

▪ perhitungan tiap pekerjaan = $\frac{35,000,000}{10} = \text{Rp } 3,500,000$

▪ perhitungan tiap lantai = $\frac{3,500,000}{11} = \text{Rp } 318,181$

- *bar cutter* yang digunakan sejumlah 2 buah dalam dua zona = $3,500,000 \times 2 \times 5 = \text{Rp } 35,000,000$

▪ perhitungan tiap pekerjaan = $\frac{35,000,000}{10} = \text{Rp } 3,500,000$

▪ perhitungan tiap lantai = $\frac{3,500,000}{11} = \text{Rp } 318,181$

- biaya sewa alat *shear wall* lantai *basement* 3 :
= sewa alat *bar bender* + sewa alat *bar cutter*

$$= \text{Rp } 318,181 + \text{Rp } 318,181$$

$$= \text{Rp } 636,362$$

- Biaya Upah pekerja

Biaya upah pekerja yaitu :

Mandor = Rp 120,000/hari

Kepala Tukang = Rp 110,000/hari

Tukang = Rp 105,000/hari

Pembantu Tukang = Rp 99,000/hari

Kebutuhan jumlah pekerja yaitu :

1 mandor

2 kepala tukang

18 tukang

18 pembantu tukang

Maka perhitungan upah pekerja untuk *shear wall* lantai *basement* 3 sebagai berikut :

- Upah pekerja fabrikasi

$$= (1 \times 120,000 \times 0.06) + (2 \times 110,000 \times 0.06) + (18 \times 105,000 \times 0.06) + (18 \times 99,000 \times 0.06) + (1 \times 120,000 \times 0.07) + (2 \times 110,000 \times 0.07) + (18 \times 105,000 \times 0.07) + (18 \times 99,000 \times 0.07)$$

$$= \text{Rp } 521,560$$

- Upah pekerja pemasangan

$$= (1 \times 120,000 \times 0.15) + (2 \times 110,000 \times 0.15) + (18 \times 105,000 \times 0.15) + (18 \times 99,000 \times 0.15) + (1 \times 120,000 \times 0.15) + (2 \times 110,000 \times 0.15) + (18 \times 105,000 \times 0.15) + (18 \times 99,000 \times 0.15)$$

$$= \text{Rp } 1,203,600$$

2. Pekerjaan Bekisting

A. Analisa Bahan

Dalam perhitungan analisa bahan pada pekerjaan bekisting *shear wall* ini digunakan contoh pada *shear wall* tipe SW 1 lantai *basement* 3 zona 2.

- Perhitungan jumlah multiplek *shear wall* tipe SW 1 lantai *basement* 3 zona 2
 - Tinggi *shear wall* = 3 m
 - Dimensi multiplek = 1.22 x 2.44 m
 - Luas = 1.22 x 2.44 = 2.98 m²
 - Volume *shear wall* detail 1
 - Panjang = 0.5 m
 - Lebar = 9.6 m
 - Tinggi = 3 m
 - Volume = ((0.5 + 9.6) x 2 x 3) – ((0.5 x 3) x 2) = 57.6 m³
 - Kebutuhan bekisting = $\frac{\text{luas detail 1}}{\text{luas multiplek}} = \frac{57.6}{2.98} = 20$ lembar
 - Volume *shear wall* detail 2
 - Panjang = 0.5 m
 - Lebar = 1.555 m
 - Tinggi = 3 m
 - Volume = ((0.5 + 1.555) x 2 x 3) – (0.5 x 3) = 10.83 m³
 - Kebutuhan bekisting = $\frac{\text{luas detail 2}}{\text{luas multiplek}} = \frac{10.83}{2.98} = 4$ lembar
 - Volume *shear wall* detail 3
 - Panjang = 5.15 m
 - Lebar = 0.5 m
 - Tinggi = 3 m
 - Volume = ((5.15 + 0.5) x 2 x 3) – ((0.5 x 3) x 2) = 30.9 m³
 - Kebutuhan bekisting = $\frac{\text{luas detail 3}}{\text{luas multiplek}} = \frac{30.9}{2.98} = 11$ lembar
 - Volume *shear wall* detail 4
 - Panjang = 5.15 m

- Lebar = 0.5 m
- Tinggi = 3 m
- Volume = $((5.15 + 0.5) \times 2 \times 3) - ((0.5 \times 3) \times 2) = 30.9 \text{ m}^2$
- Kebutuhan bekisting = $\frac{\text{luas detail 4}}{\text{luas multiplek}} = \frac{30.9}{2.98} = 11$ lembar
- Volume *shear wall* detail 5
 - Panjang = 0.5 m
 - Lebar = 3.2 m
 - Tinggi = 3 m
 - Volume = $((0.5 + 3.2) \times 2 \times 3) - (0.5 \times 3) = 20.7 \text{ m}^2$
 - Kebutuhan bekisting = $\frac{\text{luas detail 5}}{\text{luas multiplek}} = \frac{20.7}{2.98} = 7$ lembar
- Kebutuhan total multiplek *shear wall* tipe SW 1 lantai *basement* 3 zona 2 = $20 + 4 + 11 + 11 + 7 = 53$ lembar
- Kebutuhan kayu meranti 6/12
 - 1 set kayu meranti 6/12 membutuhkan sabuk = 2 buah
 - Panjang = 0.5 m
 - Lebar = 9.6 m
 - Tinggi = 3 m
 - Panjang sabuk = $(0.5 + 9.6) \times 2 \times 2 = 40.4 \text{ m}$
 - Dibutuhkan dalam 1 *shear wall* = 5 set
 - Kebutuhan kayu meranti 6/12 = $\frac{\text{panjang sabuk}}{4} \times n$ set
 - = $\frac{40.4}{4} \times 5 = 55$ buah
- Kebutuhan kayu meranti 5/7
 - Panjang kayu meranti = tinggi *shear wall* = 3 m
 - Kebutuhan kayu meranti 5/7 tiap sisi = 3 buah
 - Jumlah kebutuhan
 - = $\frac{\text{panjang kayu meranti}}{4} \times n \times 4$
 - = $\frac{3}{4} \times (3 \times 4)$

$$= 1 \times (12)$$

$$= 12 \text{ buah}$$

- Kebutuhan paku dan mur
 - Koefisien kebutuhan paku untuk *shear wall* = 3.87
 - Jam kerja tiap luas cetakan = 10 m²
 - Kebutuhan paku = $\left(\frac{\text{volume } shear \text{ wall}}{\text{jam kerja}}\right) \times \text{koefisien} = \frac{57.6}{10} \times 3.87 = 22.26 \text{ kg}$
- Kebutuhan minyak bekisting
 - Koefisien kebutuhan minyak untuk *shear wall* = 2.88
 - Jam kerja tiap luas cetakan = 10 m²
 - Kebutuhan minyak = $\left(\frac{\text{volume } shear \text{ wall}}{\text{jam kerja}}\right) \times \text{koefisien} = \frac{57.6}{10} \times 2.88 = 16.56 \text{ liter}$
- Kebutuhan alat pipa *support*
 - Untuk *shear wall* membutuhkan = 8 buah pipa *support*
 - Kebutuhan pipa *support* = 8 buah
- Kebutuhan alat *kickers*
 - Untuk *shear wall* membutuhkan = 8 buah *kickers*
 - Kebutuhan *kickers* = 8 buah
- Kebutuhan alat *wingnut tie rod*
 - Kebutuhan *wingnut tie rod* = (n pipa *support*) x 2 = 8 x 2 = 16 buah
- Rekapitulasi bekisting *shear wall*

| Lantai | Zona | Kebutuhan | Jumlah | Satuan |
|--------|------|------------------|--------|--------|
| B3 | 1 | Multiplek | 53 | Lembar |
| | | Kayu 6/12 | 145 | Buah |
| | | Kayu 5/7 | 60 | Buah |
| | | Paku, Mur, dll | 57 | Kg |
| | | Minyak bekisting | 42 | Liter |

| Lantai | Zona | Kebutuhan | Jumlah | Satuan |
|--------|------|------------------|--------|--------|
| B3 | 2 | Multiplek | 51 | Lembar |
| | | Kayu 6/12 | 150 | Buah |
| | | Kayu 5/7 | 60 | Buah |
| | | Paku, Mur, dll | 59 | Kg |
| | | Minyak bekisting | 44 | Liter |
| B2 | 1 | Multiplek | 53 | Lembar |
| | | Kayu 6/12 | 145 | Buah |
| | | Kayu 5/7 | 60 | Buah |
| | | Paku, Mur, dll | 57 | Kg |
| | | Minyak bekisting | 42 | Liter |
| | 2 | Multiplek | 51 | Lembar |
| | | Kayu 6/12 | 150 | Buah |
| | | Kayu 5/7 | 60 | Buah |
| | | Paku, Mur, dll | 59 | Kg |
| | | Minyak bekisting | 44 | Liter |
| B1 | 1 | Multiplek | 53 | Lembar |
| | | Kayu 6/12 | 145 | Buah |
| | | Kayu 5/7 | 60 | Buah |
| | | Paku, Mur, dll | 57 | Kg |
| | | Minyak bekisting | 42 | Liter |
| | 2 | Multiplek | 51 | Lembar |
| | | Kayu 6/12 | 150 | Buah |
| | | Kayu 5/7 | 60 | Buah |
| | | Paku, Mur, dll | 59 | Kg |
| | | Minyak bekisting | 44 | Liter |
| LG | 1 | Multiplek | 92 | Lembar |
| | | Kayu 6/12 | 145 | Buah |
| | | Kayu 5/7 | 120 | Buah |

| Lantai | Zona | Kebutuhan | Jumlah | Satuan | |
|------------------|------|------------------|-----------|--------|--------|
| LG | 1 | Paku, Mur, dll | 98 | Kg | |
| | | Minyak bekisting | 73 | Liter | |
| | | Multiplek | 88 | Lembar | |
| | 2 | Kayu 6/12 | 150 | Buah | |
| | | Kayu 5/7 | 120 | Buah | |
| | | Paku, Mur, dll | 103 | Kg | |
| | | Minyak bekisting | 77 | Liter | |
| | | Multiplek | 88 | Lembar | |
| | G | 1 | Multiplek | 88 | Lembar |
| | | | Kayu 6/12 | 145 | Buah |
| Kayu 5/7 | | | 120 | Buah | |
| Paku, Mur, dll | | | 96 | Kg | |
| Minyak bekisting | | | 72 | Liter | |
| 2 | | Multiplek | 85 | Lembar | |
| | | Kayu 6/12 | 150 | Buah | |
| | | Kayu 5/7 | 120 | Buah | |
| | | Paku, Mur, dll | 101 | Kg | |
| | | Minyak bekisting | 75 | Liter | |
| LT.2 | 1 | Multiplek | 88 | Lembar | |
| | | Kayu 6/12 | 145 | Buah | |
| | | Kayu 5/7 | 120 | Buah | |
| | | Paku, Mur, dll | 96 | Kg | |
| | | Minyak bekisting | 72 | Liter | |
| | 2 | Multiplek | 85 | Lembar | |
| | | Kayu 6/12 | 150 | Buah | |
| | | Kayu 5/7 | 120 | Buah | |
| | | Paku, Mur, dll | 101 | Kg | |
| | | Minyak bekisting | 75 | Liter | |
| LT.3 | 1 | Multiplek | 88 | Lembar | |

| Lantai | Zona | Kebutuhan | Jumlah | Satuan |
|------------------|------|------------------|-----------|--------|
| LT.3 | 1 | Kayu 6/12 | 145 | Buah |
| | | Kayu 5/7 | 120 | Buah |
| | | Paku, Mur, dll | 96 | Kg |
| | | Minyak bekisting | 72 | Liter |
| | 2 | Multiplek | 85 | Lembar |
| | | Kayu 6/12 | 150 | Buah |
| | | Kayu 5/7 | 120 | Buah |
| | | Paku, Mur, dll | 101 | Kg |
| | | Minyak bekisting | 75 | Liter |
| | LT.4 | 1 | Multiplek | 107 |
| Kayu 6/12 | | | 145 | Buah |
| Kayu 5/7 | | | 120 | Buah |
| Paku, Mur, dll | | | 116 | Kg |
| Minyak bekisting | | | 86 | Liter |
| 2 | | Multiplek | 103 | Lembar |
| | | Kayu 6/12 | 150 | Buah |
| | | Kayu 5/7 | 120 | Buah |
| | | Paku, Mur, dll | 122 | Kg |
| | | Minyak bekisting | 91 | Liter |
| LT.5 | 1 | Multiplek | 82 | Lembar |
| | | Kayu 6/12 | 145 | Buah |
| | | Kayu 5/7 | 120 | Buah |
| | | Paku, Mur, dll | 88 | Kg |
| | | Minyak bekisting | 66 | Liter |
| | 2 | Multiplek | 80 | Lembar |
| | | Kayu 6/12 | 150 | Buah |
| | | Kayu 5/7 | 120 | Buah |
| | | Paku, Mur, dll | 92 | Kg |

| Lantai | Zona | Kebutuhan | Jumlah | Satuan |
|--------|------|------------------|--------|--------|
| LT.5 | 2 | Minyak bekisting | 69 | Liter |
| | | Multiplek | 60 | Lembar |
| LT.6 | 1 | Kayu 6/12 | 145 | Buah |
| | | Kayu 5/7 | 60 | Buah |
| | | Paku, Mur, dll | 64 | Kg |
| | | Minyak bekisting | 48 | Liter |
| | | Multiplek | 58 | Lembar |
| | 2 | Kayu 6/12 | 150 | Buah |
| | | Kayu 5/7 | 60 | Buah |
| | | Paku, Mur, dll | 67 | Kg |
| | | Minyak bekisting | 50 | Liter |
| | | Multiplek | 60 | Lembar |
| LT.7 | 1 | Kayu 6/12 | 145 | Buah |
| | | Kayu 5/7 | 60 | Buah |
| | | Paku, Mur, dll | 64 | Kg |
| | | Minyak bekisting | 48 | Liter |
| | | Multiplek | 58 | Lembar |
| | 2 | Kayu 6/12 | 150 | Buah |
| | | Kayu 5/7 | 60 | Buah |
| | | Paku, Mur, dll | 67 | Kg |
| | | Minyak bekisting | 50 | Liter |
| | | Multiplek | 60 | Lembar |

B. Durasi

Durasi bekisting dihitung dari penjumlahan durasi produktifitas pekerja dalam melakukan fabrikasi, pemasangan, dan pembongkaran bekisting. Serta terdapat durasi *tower crane* untuk memindahkan hasil fabrikasi ke tempat pemasangan. Durasi *tower crane* akan dijelaskan dalam sub bab pembahasan produktifitas *tower crane*.

Terdapat durasi fabrikasi, durasi pemasangan, dan durasi pembongkaran bekisting. Dimana durasi pemasangan didapat dari penjumlahan durasi pemasangan bekisting dan durasi *tower crane*. Untuk jam kerja proyek dalam sehari adalah 7 jam. Digunakan perhitungan bekisting pada *shear wall* tipe SW 1 lantai *basement* 3 zona 2

- Luas bekisting *shear wall* tipe SW 1 lantai *basement* 3 zona 2 = 57.6 m²
- Durasi menyetel bekisting
 - Produktifitas pekerja dalam menyetel bekisting :
 - 1 mandor
 - 1 kepala tukang
 - 10 tukang
 - 20 pembantu tukang
 - Produktifitas pekerja = (1x7) + (1x7) + (10x7) + (20x7) = 224 jam/hari
 - Waktu yang diperlukan untuk menyetel bekisting *shear wall* = 6 jam
 - Jam kerja tiap luas cetakan = 10 m²
 - Faktor operator dan mekanik = 0.8
 - Produktifitas menyetel bekisting
 - = $\frac{224}{6} \times 10 \times 0.8 = 299 \text{ m}^2/\text{hari}$
 - Durasi menyetel = $\frac{\text{luas bekisting}}{\text{menyetel}} = \frac{57.6}{299} = 0.193 \text{ hari}$
- Durasi memasang bekisting
 - Produktifitas pekerja dalam memasang bekisting :
 - 1 mandor
 - 1 kepala tukang
 - 10 tukang
 - 20 pembantu tukang
 - Produktifitas pekerja = (1x7) + (1x7) + (10x7) + (20x7) = 224 jam/hari

- Waktu yang diperlukan untuk memasang bekisting *shear wall* = 5 jam
- Jam kerja tiap luas cetakan = 10 m²
- Faktor operator dan mekanik = 0.8
- Produktifitas memasang bekisting

$$= \frac{224}{5} \times 10 \times 0.8 = 358 \text{ m}^2/\text{hari}$$
- Durasi memasang = $\frac{\text{luas bekisting}}{\text{memasang}} = \frac{57.6}{358} = 0.161 \text{ hari}$
- Durasi membuka dan membersihkan bekisting
 - Produktifitas pekerja dalam membuka dan membersihkan bekisting :
 - 1 mandor
 - 1 kepala tukang
 - 10 tukang
 - 20 pembantu tukang
 - Produktifitas pekerja = (1x7) + (1x7) + (10x7) + (20x7) = 224 jam/hari
 - Waktu yang diperlukan untuk membuka dan membersihkan bekisting *shear wall* = 3.5 jam
 - Jam kerja tiap luas cetakan = 10 m²
 - Faktor operator dan mekanik = 0.8
 - Produktifitas membuka dan membersihkan bekisting

$$= \frac{224}{3.5} \times 10 \times 0.8 = 512 \text{ m}^2/\text{hari}$$
 - Durasi membuka dan membersihkan = $\frac{\text{luas bekisting}}{\text{membuka}} = \frac{57.6}{512} = 0.113 \text{ hari}$
- Durasi reparasi
 - Produktifitas pekerja dalam reparasi bekisting :
 - 1 mandor
 - 1 kepala tukang
 - 10 tukang
 - 20 pembantu tukang

- Produktifitas pekerja = $(1 \times 7) + (1 \times 7) + (10 \times 7) + (20 \times 7) = 224$ jam/hari
- Waktu yang diperlukan untuk reparasi bekisting *shear wall* = 3.5 jam
- Jam kerja tiap luas cetakan = 10 m^2
- Faktor operator dan mekanik = 0.8
- Produktifitas reparasi bekisting
 $= \frac{224}{3.5} \times 10 \times 0.8 = 512 \text{ m}^2/\text{hari}$
- Durasi reparasi = $\frac{\text{luas bekisting}}{\text{reparasi}} = \frac{57.6}{512} = 0.113$ hari
- Durasi pengolesan minyak
 - Produktifitas pekerja dalam pengolesan bekisting :
 - 1 mandor
 - 1 kepala tukang
 - 10 tukang
 - 20 pembantu tukang
 - Produktifitas pekerja = $(1 \times 7) + (1 \times 7) + (10 \times 7) + (20 \times 7) = 224$ jam/hari
 - Waktu yang diperlukan untuk pengolesan bekisting *shear wall* = 0.5 jam
 - Jam kerja tiap luas cetakan = 10 m^2
 - Faktor operator dan mekanik = 0.8
 - Produktifitas pengolesan bekisting
 $= \frac{224}{0.5} \times 10 \times 0.8 = 3584 \text{ m}^2/\text{hari}$
 - Durasi pengolesan = $\frac{\text{luas bekisting}}{\text{pengolesan}} = \frac{57.6}{3584} = 0.016$ hari
- Total durasi fabrikasi
 $= \text{durasi menyetel} = 0.193$ hari
- Total durasi pemasangan
 $= \text{durasi memasang} + \text{durasi pengolesan}$
 $= 0.161 + 0.016 = 0.177$ hari

- Total durasi pembongkaran
= durasi membuka dan membersihkan = 0.113 hari
- Total durasi reparasi
= durasi reparasi = 0.113 hari
- Rekapitulasi durasi bekisting *shear wall*

| Lantai | Zona | TC (hari) | T Fabrikasi (hari) | T Pemasangan (hari) | T Bongkar (hari) |
|--------|------|-----------|--------------------|---------------------|------------------|
| B3 | 1 | 0.06 | 0.505 | 0.522 | 0.295 |
| | 2 | 0.07 | 0.485 | 0.511 | 0.283 |
| B2 | 1 | 0.06 | 0.505 | 0.522 | 0.295 |
| | 2 | 0.07 | 0.485 | 0.511 | 0.283 |
| B1 | 1 | 0.06 | 0.295 | 0.522 | 0.295 |
| | 2 | 0.06 | 0.283 | 0.506 | 0.283 |
| LG | 1 | 0.10 | 0.295 | 0.911 | 0.518 |
| | 2 | 0.10 | 0.283 | 0.878 | 0.493 |
| G | 1 | 0.10 | 0.295 | 0.892 | 0.507 |
| | 2 | 0.10 | 0.283 | 0.858 | 0.483 |
| Lt.2 | 1 | 0.10 | 0.518 | 0.892 | 0.507 |
| | 2 | 0.11 | 0.493 | 0.866 | 0.483 |
| Lt.3 | 1 | 0.10 | 0.869 | 0.892 | 0.507 |
| | 2 | 0.11 | 0.829 | 0.866 | 0.483 |
| Lt.4 | 1 | 0.11 | 1.051 | 1.077 | 0.613 |
| | 2 | 0.13 | 1.000 | 1.045 | 0.584 |
| Lt.5 | 1 | 0.09 | 0.507 | 0.820 | 0.465 |
| | 2 | 0.10 | 0.483 | 0.796 | 0.443 |
| Lt.6 | 1 | 0.07 | 0.613 | 0.596 | 0.337 |
| | 2 | 0.07 | 0.584 | 0.582 | 0.323 |
| Lt.7 | 1 | 0.07 | 0.465 | 0.596 | 0.337 |
| | 2 | 0.07 | 0.443 | 0.582 | 0.323 |

C. Biaya

Perhitungan biaya bekisting dihitung dari total biaya material, biaya sewa alat, dan biaya upah pekerja.

- Biaya material

Harga material bekisting multiplek = Rp 330,000/lembar, kayu 6/12 = Rp 68,571/buah, kayu 5/7 = Rp 27,777/buah, paku mur = Rp 56,000/kg, dan minyak bekisting = Rp 2,700/liter. Kebutuhan material bekisting *shear wall* lantai *basement* 3 adalah sebagai berikut :

- Perhitungan zona 1

- Material multiplek = 53 lembar

- Material kayu 6/12 = 145 buah.

- Material kayu 5/7 = 60 buah

- Material paku dan mur = 57 kg

- Material minyak bekisting = 42 liter

- Biaya material

$$= (53 \times 330000) + (145 \times 68571) + (60 \times 27777) + (57 \times 56000) + (42 \times 2700)$$

$$= \text{Rp } 32,404,923$$

- Perhitunga zona 2

- Material multiplek = 51 lembar

- Material kayu 6/12 = 150 buah.

- Material kayu 5/7 = 60 buah

- Material paku dan mur = 59 kg

- Material minyak bekisting = 44 liter

- Biaya material

$$= (51 \times 330000) + (150 \times 68571) + (60 \times 27777) + (59 \times 56000) + (44 \times 2700)$$

$$= \text{Rp } 32,205,180$$

- Rekapitulasi biaya material

| Lantai | Zona | Biaya |
|--------|--------|------------------|
| B3 | Zona 1 | Rp 32,404,923.81 |

| Lantai | Zona | Biaya |
|--------|--------|------------------|
| | Zona 2 | Rp 32,205,180.95 |
| | Zona 1 | Rp 32,404,923.81 |
| B2 | Zona 2 | Rp 32,205,180.95 |
| | Zona 1 | Rp 9,721,477.14 |
| B1 | Zona 2 | Rp 9,661,554.29 |
| | Zona 1 | Rp 14,796,387.14 |
| LG | Zona 2 | Rp 14,590,484.29 |
| | Zona 1 | Rp 14,365,977.14 |
| G | Zona 2 | Rp 14,258,264.29 |
| | Zona 1 | Rp 14,365,977.14 |
| Lt.2 | Zona 2 | Rp 14,258,264.29 |
| | Zona 1 | Rp 47,886,590.48 |
| Lt.3 | Zona 2 | Rp 47,527,547.62 |
| | Zona 1 | Rp 55,314,390.48 |
| Lt.4 | Zona 2 | Rp 54,686,747.62 |
| | Zona 1 | Rp 13,632,717.14 |
| Lt.5 | Zona 2 | Rp 13,607,204.29 |
| | Zona 1 | Rp 10,536,937.14 |
| Lt.6 | Zona 2 | Rp 10,493,814.29 |
| | Zona 1 | Rp 10,536,937.14 |
| Lt.7 | Zona 2 | Rp 10,493,814.29 |

- Biaya sewa alat

Dalam perhitungan biaya bekisting *shear wall* dibutuhkan alat pipa *support* dengan harga sewa Rp 30,000/bulan, *kickers* dengan harga sewa Rp 30,000/bulan, dan *wingnut tie rod* dengan harga sewa Rp 23,000/bulan.

Setelah dilakukan analisa dengan *Microsoft Project* diketahui durasi untuk penggunaan alat ini adalah 330 hari = 11 bulan, maka perhitungan biayanya adalah :

- Pipa *support*

- Jumlah pipa *support*

Zona 1 = 240 buah

Zona 2 = 240 buah

$$\begin{aligned} \blacksquare \text{Biaya} &= 30,000 \times 11 \times ((240 + 240) : 6) = \text{Rp} \\ &26,400,000 \end{aligned}$$

- *Kickers*

▪ Jumlah *kickers*

Zona 1 = 240 buah

Zona 2 = 240 buah

$$\begin{aligned} \blacksquare \text{Biaya} &= 30,000 \times 11 \times ((240 + 240) : 6) = \text{Rp} \\ &26,400,000 \end{aligned}$$

- *Wingnut tie rod*

▪ Jumlah *wingnut tie rod*

Zona 1 = 480 buah

Zona 2 = 480 buah

$$\begin{aligned} \blacksquare \text{Biaya} &= 23,000 \times 11 \times ((480 + 480) : 3) = \text{Rp} \\ &80,960,000 \end{aligned}$$

- Total biaya sewa alat tiap lantai

$$= (26,400,000 + 26,400,000 + 80,960,000) : \text{banyak lantai}$$

$$= (26,400,000 + 26,400,000 + 80,960,000) : 11$$

$$= \text{Rp } 12,160,000$$

- Biaya Upah pekerja untuk *shear wall* lantai *basement 3*

Biaya upah pekerja yaitu :

Mandor = Rp 120,000/hari

Kepala Tukang = Rp 110,000/hari

Tukang = Rp 105,000/hari

Pembantu Tukang = Rp 99,000/hari

Kebutuhan jumlah pekerja yaitu :

1 mandor

1 kepala tukang

10 tukang

20 pembantu tukang

Maka perhitungan upah pekerja sebagai berikut :

- Upah pekerja fabrikasi

$$= (1 \times 120,000 \times 0.505) + (1 \times 110,000 \times 0.505) + (10 \times 105,000 \times 0.505) + (20 \times 99,000 \times 0.505) + (1 \times 120,000 \times 0.485) + (1 \times 110,000 \times 0.485) + (10 \times 105,000 \times 0.485) + (20 \times 99,000 \times 0.485)$$

$$= \text{Rp } 3,227,400$$
- Upah pekerja pemasangan

$$= (1 \times 120,000 \times 0.522) + (1 \times 110,000 \times 0.522) + (10 \times 105,000 \times 0.522) + (20 \times 99,000 \times 0.522) + (1 \times 120,000 \times 0.511) + (1 \times 110,000 \times 0.511) + (10 \times 105,000 \times 0.511) + (20 \times 99,000 \times 0.511)$$

$$= \text{Rp } 3,367,580$$
- Upah pekerja pembongkaran

$$= (1 \times 120,000 \times 0.295) + (1 \times 110,000 \times 0.295) + (10 \times 105,000 \times 0.295) + (20 \times 99,000 \times 0.295) + (1 \times 120,000 \times 0.283) + (1 \times 110,000 \times 0.283) + (10 \times 105,000 \times 0.283) + (20 \times 99,000 \times 0.283)$$

$$= \text{Rp } 1,884,280$$

3. Pekerjaan Pengecoran

A. Analisa Bahan

Untuk pekerjaan pengecoran *shear wall*, menggunakan beton *ready mix* dengan mutu beton K-600 dan K-500. Volume pengecoran *shear wall* yang digunakan adalah volume bersih beton yang didapatkan dari volume *shear wall* dikurangi volume pembesian yang terpasang. Berikut adalah contoh perhitungan pada *shear wall* tipe SW1 lantai *basement 3* zona 2 :

- Dimensi *shear wall* = 0.5 x 9.6 m, dengan tinggi 3 m
 - Volume = (0.5 x 9.6 x 3) = 14.4 m³

Berdasarkan hasil perhitungan berat tulangan pembesian pada *shear wall* tipe SW1 lantai *basement 3* zona 2 adalah :

- D16 = 30.557 kg

- D19 = 689.07 kg

Maka volume bersih beton yang diperlukan adalah :

- Volume bersih

$$= 14.4 \text{ m}^3 - \left(\frac{30.557 + 689.07}{7850} \right)$$

$$= 14.31 \text{ m}^3$$

- Rekapitulasi volume bersih *shear wall*

| Lantai | Zona | Volume Bersih (m ³) |
|--------|--------|---------------------------------|
| B3 | Zona 1 | 36.747 |
| | Zona 2 | 34.497 |
| B2 | Zona 1 | 36.747 |
| | Zona 2 | 34.497 |
| B1 | Zona 1 | 36.747 |
| | Zona 2 | 34.497 |
| LG | Zona 1 | 62.478 |
| | Zona 2 | 58.652 |
| G | Zona 1 | 61.253 |
| | Zona 2 | 57.502 |
| Lt.2 | Zona 1 | 61.253 |
| | Zona 2 | 57.502 |
| Lt.3 | Zona 1 | 61.253 |
| | Zona 2 | 57.502 |
| Lt.4 | Zona 1 | 73.506 |
| | Zona 2 | 69.004 |
| Lt.5 | Zona 1 | 56.352 |
| | Zona 2 | 52.901 |
| Lt.6 | Zona 1 | 41.649 |
| | Zona 2 | 39.098 |
| Lt.7 | Zona 1 | 41.649 |
| | Zona 2 | 39.098 |

B. Durasi

Dalam perhitungan durasi pekerjaan pengecoran *shear wall* ini, dihitung berdasarkan produktifitas alat *tower crane* dalam pengangkutan material cor menggunakan *concrete bucket*. Produktifitas alat *tower crane* akan dijelaskan dalam sub bab pembahasan alat *tower crane*. Berikut adalah durasi pengecoran *shear wall* tipe SW1 lantai *basement* 3 zona 2 :

- Durasi pengecoran
 - Volume pengecoran *shear wall* tipe SW1 lantai *basement* 3 zona 2 = 36.74 m³
 - Produksi per siklus *concrete bucket* = 1 m³
 - *Cycle time* = 15 menit
 - Produksi = (produksi siklus x ($\frac{60}{CT}$) x 0.75) = (1 x ($\frac{60}{15}$) x 0.75) = 3 m³/jam
 - Waktu pelaksanaan = $\frac{36.74}{3} = 12.25$ jam = 1.75 hari
- Rekapitulasi durasi pengecoran *shear wall*

| Lantai | Zona | Durasi (hari) |
|--------|--------|---------------|
| B3 | Zona 1 | 1.53 |
| | Zona 2 | 1.75 |
| B2 | Zona 1 | 1.53 |
| | Zona 2 | 1.75 |
| B1 | Zona 1 | 1.53 |
| | Zona 2 | 1.75 |
| LG | Zona 1 | 2.61 |
| | Zona 2 | 2.78 |
| G | Zona 1 | 2.56 |
| | Zona 2 | 2.92 |
| Lt.2 | Zona 1 | 2.56 |
| | Zona 2 | 2.92 |
| Lt.3 | Zona 1 | 2.56 |

| Lantai | Zona | Durasi (hari) |
|--------|--------|---------------|
| | Zona 2 | 2.92 |
| | Zona 1 | 3.07 |
| Lt.4 | Zona 2 | 3.50 |
| | Zona 1 | 2.35 |
| Lt.5 | Zona 2 | 2.68 |
| | Zona 1 | 1.74 |
| Lt.6 | Zona 2 | 1.98 |
| | Zona 1 | 1.74 |
| Lt.7 | Zona 2 | 1.98 |
| | Zona 1 | |

C. Biaya

Perhitungan biaya pengecoran dihitung dari total biaya material, biaya sewa alat, dan biaya upah pekerja.

- Biaya material

Material yang digunakan adalah beton *ready mix* dengan mutu K-600 dengan harga Rp 1,200,000/m³ dan mutu K-500 dengan harga Rp 1,040,000/m³. Berdasarkan perhitungan volume, didapatkan volume bersih beton *shear wall* lantai *basement* 3 yaitu :

- Zona 1

$$\text{Volume bersih} = 36.747 \text{ m}^3$$

$$\text{Biaya} = (36.747 \times 1,200,000) = \text{Rp } 44,096,991$$

- Zona 2

$$\text{Volume bersih} = 34.497 \text{ m}^3$$

$$\text{Biaya} = (34.497 \times 1,200,000) = \text{Rp } 41,396,360$$

- Rekapitulasi biaya material

| Lantai | Zona | Harga Total |
|--------|------|------------------|
| B3 | 1 | Rp 44,096,991.47 |
| | 2 | Rp 41,396,360.25 |
| B2 | 1 | Rp 44,096,991.47 |
| | 2 | Rp 41,396,360.25 |

| Lantai | Zona | Harga Total |
|--------|------|------------------|
| B1 | 1 | Rp 44,096,991.47 |
| | 2 | Rp 41,396,360.25 |
| LG | 1 | Rp 74,974,016.97 |
| | 2 | Rp 70,382,096.87 |
| G | 1 | Rp 63,703,191.44 |
| | 2 | Rp 59,801,580.54 |
| 2 | 1 | Rp 63,703,191.44 |
| | 2 | Rp 59,801,580.54 |
| 3 | 1 | Rp 63,703,191.44 |
| | 2 | Rp 59,801,580.54 |
| 4 | 1 | Rp 76,446,090.85 |
| | 2 | Rp 71,763,948.03 |
| 5 | 1 | Rp 58,606,031.67 |
| | 2 | Rp 55,016,633.54 |
| 6 | 1 | Rp 43,314,552.37 |
| | 2 | Rp 40,661,792.55 |
| 7 | 1 | Rp 43,314,552.37 |
| | 2 | Rp 40,661,792.55 |

- Biaya sewa alat

Dalam perhitungan biaya pengecoran *shear wall* dibutuhkan alat *concrete vibrator* dengan harga sewa Rp 3,600,000/bulan dan *concrete bucket* dengan harga sewa Rp 3,000,000/bulan.

Dalam pelaksanaannya alat *concrete vibrator* dan *concrete bucket* digunakan selama selesainya pekerjaan pengecoran. Setelah dilakukan analisa dengan *Microsoft Project* diketahui durasi untuk penggunaan

alat ini adalah 330 hari = 11 bulan, maka perhitungan biayanya adalah :

- *concrete vibrator* yang digunakan sejumlah 4 buah dalam dua zona = $3,600,000 \times 4 \times 11 = \text{Rp } 158,400,000$

▪ perhitungan tiap pekerjaan = $\frac{158,400,000}{8} = \text{Rp } 19,800,000$

▪ perhitungan tiap lantai = $\frac{19,800,000}{11} = \text{Rp } 1,800,000$

- *concrete bucket* yang digunakan sejumlah 2 buah dalam dua zona = $3,000,000 \times 2 \times 11 = \text{Rp } 66,000,000$

▪ perhitungan tiap pekerjaan = $\frac{66,000,000}{2} = \text{Rp } 33,000,000$

▪ perhitungan tiap lantai = $\frac{33,000,000}{11} = \text{Rp } 3,000,000$

- Biaya Upah pekerja *shear wall* lantai *basement 3* :

Biaya upah pekerja yaitu :

Mandor = Rp 120,000/hari

Kepala Tukang = Rp 110,000/hari

Tukang = Rp 105,000/hari

Pembantu Tukang = Rp 99,000/hari

Kebutuhan jumlah pekerja yaitu :

1 mandor

2 kepala tukang

18 tukang

18 pembantu tukang

Maka perhitungan upah pekerja sebagai berikut :

- Upah pekerja

$$= (1 \times 120,000 \times 1.53) + (2 \times 110,000 \times 1.53) + (18 \times 105,000 \times 1.53) + (18 \times 99,000 \times 1.53) + (1 \times 120,000 \times 1.75) + (2 \times 110,000 \times 1.75) + (18 \times 105,000 \times 1.75) + (18 \times 99,000 \times 1.75)$$

$$= \text{Rp } 13,159,360$$

4. Rekapitulasi Durasi dan Biaya

Dalam hal ini rekapitulasi perhitungan durasi didapatkan dari penjumlahan durasi seluruh pekerjaan yang diambil dari durasi 2 zona. Sedangkan untuk rekapitulasi perhitungan biaya didapatkan dari penjumlahan biaya material, biaya sewa alat, dan biaya upah pekerja.

A. Durasi

| Lantai | Durasi |
|--------------|---------|
| Basement 3 | 7 hari |
| Basement 2 | 7 hari |
| Basement 1 | 6 hari |
| Lower Gorund | 10 hari |
| Ground | 10 hari |
| Lantai 2 | 10 hari |
| Lantai 3 | 11 hari |
| Lantai 4 | 13 hari |
| Lantai 5 | 10 hari |
| Lantai 6 | 8 hari |
| Lantai 7 | 7 hari |

B. Biaya

| Lantai | Biaya |
|--------------|-------------------|
| Basement 3 | Rp 329,751,235.72 |
| Basement 2 | Rp 329,751,235.72 |
| Basement 1 | Rp 283,164,742.39 |
| Lower Gorund | Rp 411,778,696.58 |
| Ground | Rp 387,140,281.28 |
| Lantai 2 | Rp 388,618,061.28 |
| Lantai 3 | Rp 457,647,577.95 |
| Lantai 4 | Rp 526,384,879.17 |
| Lantai 5 | Rp 365,907,600.79 |
| Lantai 6 | Rp 294,381,677.97 |
| Lantai 7 | Rp 293,439,537.97 |

6.13 Perhitungan Tower Crane

Pada perhitungan *tower crane* ini, perhitungan dibagi menjadi beberapa pekerjaan yaitu produktifitas *tower crane* dan biaya *tower crane*.

A. Produktifitas Tower Crane

Dalam hal ini, yang harus dilakukan pertama kali adalah pemilihan *tower crane*. Saat pemilihan *tower crane* didasarkan pada beban maksimum dan radius terjauh yang akan dijangkau.

Perhitungan produktivitas bergantung pada *cycle time* atau waktu siklus *tower crane*. Untuk menghitung *cycle time* diperlukan data spesifikasi *tower crane* seperti berikut.

Tabel 6.47: Data *Tower Crane*

| TOWER CRANE | |
|--------------------------|-------------|
| Beban Maksimum | 4.25 t |
| Panjang Jib | 60 m |
| <i>Kecepatan Pergi</i> | |
| Hoisting | 80 m/menit |
| Slewing | 252 °/menit |
| Trolley | 60 m/menit |
| Landing | 56 m/menit |
| <i>Kecepatan kembali</i> | |
| Hoisting | 116 m/menit |
| Slewing | 252 °/menit |
| Trolley | 100 m/menit |
| Landing | 116 m/menit |

Untuk *bucket* yang digunakan menggunakan kapasitas 1 m³, maka beban beton pada *bucket* akan dijelaskan pada perhitungan berikut ini :

Beban beton = $1 \text{ m}^3 \times 2400 \text{ kg/m}^3 = 2400 \text{ kg} = 2.4 \text{ ton}$

Dalam hal lain ditentukan juga produksi per siklus dari *tower crane*, baik untuk pekerjaan pengecoran maupun pengangkatan material.

Tabel 6.48: Produksi Per Siklus Tower Crane

| Pekerjaan | Produksi | Satuan |
|-----------------------|----------|----------------|
| Pengecoran | 1 | m ³ |
| Pengangkatan Material | | |
| - Tulangan | 1500 | kg |
| - Bekisting | 1500 | kg |
| - Scaffolding | 1500 | kg |
| - Pipe Support | 1500 | kg |

Perhitungan waktu siklus *tower crane* akan digunakan contoh perhitungan pada pengecoran kolom tipe K2 as MA' lantai basement 3 zona 1.

- Penentuan Posisi

Menentukan posisi kordinat *tower crane*, kolom ditinjau, dan *truck mixer*.

Koordinat X

- Tower Crane (X_{tc}) = 152.291
- Kolom (X_{K2-1}) = 128.368
- Truck mixer (X_{TM}) = 180.818

Koordinat Y

- Tower Crane (Y_{tc}) = 136.517
- Kolom (Y_{K2-1}) = 121.012
- Truck mixer (Y_{TM}) = 143.997

- Jarak segmen ditinjau terhadap *Tower Crane*

$$\begin{aligned}
 D_1 &= \sqrt{(Y_{tc} - Y_{ab})^2 + (X_{ab} - X_{tc})^2} \\
 &= 28.509 \text{ m}
 \end{aligned}$$

- Jarak *truck mixer* terhadap *Tower Crane*

$$\begin{aligned} D_2 &= \sqrt{(Y_{tc} - Y_{tj})^2 + (X_{tj} - X_{tc})^2} \\ &= 29.491 \text{ m} \end{aligned}$$

- Jarak *trolley*

$$d = D_2 - D_1 = 29.491 - 28.509 = 0.983 \text{ m}$$

- Sudut *slewing*

$$a = \tan^{-1} \left(\frac{Y_{tc} - Y_k}{X_k - X_{tc}} \right) = 32.948^\circ$$

Dari data-data diatas maka dapat dicari waktu angkat dan waktu kembali siklus *tower crane* sebagai berikut ini :

- Waktu angkat

- *Hoisting*

$$v = 80 \text{ m/menit}$$

$$h = \text{tinggi tambahan} = 5 \text{ m}$$

$$t = \frac{5}{80} = 0.625 \text{ menit}$$

- *Slewing*

$$v = 252^\circ/\text{menit}$$

$$a = 32.948^\circ$$

$$t = \frac{32.948}{252} = 0.131 \text{ menit}$$

- *Trolley*

$$v = 60 \text{ m/menit}$$

$$d = 0.983 \text{ m}$$

$$t = \frac{0.983}{60} = 0.01638 \text{ menit}$$

- *Landing*

$$v = 56 \text{ m/menit}$$

$$h = \text{tinggi lantai} + \text{tinggi tambahan} = 19.1 \text{ m}$$

$$t = \frac{19.1}{56} = 0.341 \text{ menit}$$

- Total waktu angkat = *hoisting* + *slewing* + *trolley* + *landing* = 0.625 + 0.131 + 0.01638 + 0.341 = 0.29 menit

- Waktu kembali
 - *Hoisting*
 - v = 116 m/menit
 - h = tinggi lantai + tinggi tambahan = 19.1 m
 - t = $\frac{19.1}{116} = 0.165$ menit
 - *Slewing*
 - v = 252 °/menit
 - a = 32.948°
 - t = $\frac{32.948}{252} = 0.131$ menit
 - *Trolley*
 - v = 100 m/menit
 - d = 0.983 m
 - t = $\frac{0.983}{100} = 0.0098$ menit
 - *Landing*
 - v = 116 m/menit
 - h = tinggi tambahan = 5 m
 - t = $\frac{5}{116} = 0.0431$ menit
 - Total waktu kembali = *hoisting* + *slewing* + *trolley* + *landing* = 0.165 + 0.131 + 0.0098 + 0.0431 = 0.09 menit
- Waktu bongkar dan muat
 - Waktu muat = waktu untuk memuat beton *ready mix* dari *truck mixer* untuk dituangkan ke *bucket* = 5 menit
 - Waktu bongkar = waktu untuk membongkar beton *ready mix* dari *bucket* ke segmen yang akan di cor = 7 menit
- *Cycle Time*

CT = waktu muat + waktu angkat + waktu bongkar + waktu kembali = 0.029 + 0.09 + 5 + 7 = 12.38 menit
- Durasi pelaksanaan pengecoran
 - Kolom yang ditinjau volumenya adalah 1.431 m³
 - Produksi *bucket* per siklus = 1 m³
 - Produksi per jam

$$= \text{siklus bucket} \times \frac{60}{\text{CT}} \times 0.75$$

$$= 1 \times \frac{60}{12.38} \times 0.75$$

$$= 3.214 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$\text{- Waktu pelaksanaan} = \frac{\text{volume}}{\text{produksi per jam}} = \frac{1.431}{3.214} = 0.45 \text{ jam} = 0.06 \text{ hari}$$

B. Biaya Tower Crane

Dalam perhitungan biaya *tower crane*, didapatkan data harga sebagai berikut :

Sewa = Rp 308,000,000/bulan

Operator TC = Rp 16,000,000/bulan

Genset (200 Kva) = Rp 10,500,000/bulan

Solar = Rp 5,150/liter

Sewa TC dilakukan per bulan, setelah dilakukan analisa durasi proyek didapatkan durasinya adalah 11 bulan. Maka, biaya sewa *tower crane* sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Sewa Tower Crane} &= 11 \text{ bulan} \times \text{Rp } 308,000,000 \\ &= \text{Rp } 3,388,000,000 \end{aligned}$$

Dalam TC terdapat operator yang bekerja selama 7 jam dalam sehari. Maka, biaya operator tower crane sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Operator Tower Crane} &= 11 \text{ bulan} \times \text{Rp } 16,000,000 \\ &= \text{Rp } 176,000,000 \end{aligned}$$

Genset yang digunakan mempunyai kapasitas 200 Kva. Biaya genset dan bahan bakar yang digunakan adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Sewa Genset} &= 11 \text{ bulan} \times \text{Rp } 16,000,000 \\ &= \text{Rp } 115,000,000 \end{aligned}$$

Kebutuhan bahan bakar = 26.56 liter/jam

$$\begin{aligned} \text{Biaya bahan bakar} &= 24 \times 40 \times 26.56 \text{ liter/jam} \times \text{Rp } 5,150 \\ &= \text{Rp } 131,312,640 \end{aligned}$$

Dari perhitungan biaya tersebut maka dapat diperoleh harga total sewa *tower crane* sebagai berikut :

$$\begin{aligned}\text{Total biaya TC} &= \text{biaya sewa TC} + \text{biaya operator} + \text{biaya} \\ &\quad \text{genset} + \text{biaya bahan bakar} \\ &= \text{Rp } 3,810,812,640\end{aligned}$$

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB VII
HASIL PEMBAHASAN

7.1 Rekapitulasi Durasi, dan Biaya

| Item Pekerjaan | Durasi (hari) | Biaya |
|---------------------------------|---------------|-------------------|
| Pekerjaan Struktur Bawah | | |
| Pekerjaan Retaining Wall | 46 | Rp 24,231,365,562 |
| Pekerjaan Galian | 16 | Rp 5,240,000,000 |
| Pekerjaan Urugan Pasir | 9 | Rp 619,426,505 |
| Pekerjaan Lantai Kerja | 5 | Rp 153,316,439 |
| Pekerjaan Bore Pile | 71 | Rp 43,322,833,433 |
| Pekerjaan Raff Foundation | 38 | Rp 69,329,846,178 |
| Pekerjaan Pile Cap | 19 | Rp 5,241,720,305 |
| Pekerjaan Sloof | 15 | Rp 2,816,863,838 |
| Pekerjaan Struktur Atas | | |
| Lantai B3 | | |
| Pekerjaan Kolom | 25 | Rp 1,967,824,533 |
| Pekerjaan Pelat | 20 | Rp 1,632,390,145 |
| Pekerjaan Tangga | 4 | Rp 117,353,537 |
| Pekerjaan Shear Wall | 7 | Rp 329,751,236 |
| Lantai B2 | | |
| Pekerjaan Kolom | 25 | Rp 1,967,664,053 |
| Pekerjaan Balok | 11 | Rp 824,379,552 |
| Pekerjaan Pelat | 6 | Rp 709,713,506 |
| Pekerjaan Tangga | 2 | Rp 113,662,062 |
| Pekerjaan Shear Wall | 7 | Rp 329,751,236 |
| Lantai B1 | | |
| Pekerjaan Kolom | 24 | Rp 1,810,980,213 |

| Lantai B1 | | | |
|----------------------|----|----|---------------|
| Pekerjaan Balok | 11 | Rp | 824,331,408 |
| Pekerjaan Pelat | 8 | Rp | 714,601,002 |
| Pekerjaan Tangga | 2 | Rp | 88,107,137 |
| Pekerjaan Shear Wall | 6 | Rp | 283,164,742 |
| Lantai LG | | | |
| Pekerjaan Kolom | 33 | Rp | 2,619,333,567 |
| Pekerjaan Balok | 13 | Rp | 984,159,075 |
| Pekerjaan Pelat | 9 | Rp | 681,449,247 |
| Pekerjaan Tangga | 2 | Rp | 152,186,598 |
| Pekerjaan Shear Wall | 10 | Rp | 411,778,697 |
| Lantai G | | | |
| Pekerjaan Kolom | 33 | Rp | 2,528,537,989 |
| Pekerjaan Balok | 20 | Rp | 1,629,785,979 |
| Pekerjaan Pelat | 18 | Rp | 873,772,019 |
| Pekerjaan Tangga | 3 | Rp | 154,916,058 |
| Pekerjaan Shear Wall | 10 | Rp | 387,140,281 |
| Lantai 2 | | | |
| Pekerjaan Kolom | 23 | Rp | 1,462,761,874 |
| Pekerjaan Balok | 9 | Rp | 726,804,423 |
| Pekerjaan Pelat | 8 | Rp | 259,226,403 |
| Pekerjaan Tangga | 2 | Rp | 148,837,747 |
| Pekerjaan Shear Wall | 10 | Rp | 388,618,061 |
| Lantai 3 | | | |
| Pekerjaan Kolom | 23 | Rp | 1,568,321,661 |
| Pekerjaan Balok | 15 | Rp | 1,161,103,549 |
| Pekerjaan Pelat | 13 | Rp | 366,056,601 |
| Pekerjaan Tangga | 2 | Rp | 157,933,177 |
| Pekerjaan Shear Wall | 11 | Rp | 457,647,578 |

| Lantai 4 | | |
|----------------------|----|------------------|
| Pekerjaan Kolom | 27 | Rp 1,788,899,909 |
| Pekerjaan Balok | 15 | Rp 1,301,791,539 |
| Pekerjaan Pelat | 13 | Rp 502,233,419 |
| Pekerjaan Tangga | 3 | Rp 160,919,487 |
| Pekerjaan Shear Wall | 13 | Rp 526,384,879 |
| Lantai 5 | | |
| Pekerjaan Kolom | 20 | Rp 1,379,617,535 |
| Pekerjaan Balok | 11 | Rp 938,840,087 |
| Pekerjaan Pelat | 9 | Rp 401,691,417 |
| Pekerjaan Tangga | 2 | Rp 150,623,335 |
| Pekerjaan Shear Wall | 10 | Rp 365,907,601 |
| Lantai 6 | | |
| Pekerjaan Kolom | 14 | Rp 1,057,917,222 |
| Pekerjaan Balok | 13 | Rp 1,072,530,230 |
| Pekerjaan Pelat | 10 | Rp 294,833,951 |
| Pekerjaan Tangga | 2 | Rp 88,394,265 |
| Pekerjaan Shear Wall | 8 | Rp 294,381,678 |
| Lantai 7 | | |
| Pekerjaan Kolom | 14 | Rp 1,056,690,202 |
| Pekerjaan Balok | 12 | Rp 1,070,681,860 |
| Pekerjaan Pelat | 9 | Rp 293,138,801 |
| Pekerjaan Tangga | 2 | Rp 89,759,394 |
| Pekerjaan Shear Wall | 7 | Rp 293,439,538 |

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB VIII

PENUTUP

8.1 Kesimpulan

Dari analisa dan pembahasan laporan tugas akhir terapan ini didapatkan kesimpulan sebagai berikut :

1. Biaya pelaksanaan yang dibutuhkan Proyek pembangunan Apartemen Caspian *Grand Sungkono Lagoon* yang berlokasi di Jalan KH. Abdul Wahab, Siamin Blok RA Kota Surabaya adalah sebesar Rp 192,918,093,560
2. Waktu pelaksanaan yang dibutuhkan yaitu 329 hari yang dimulai dari tanggal 1 Agustus 2016 sampai dengan 25 Juni 2017 dengan hari pelaksanaan senin sampai dengan sabtu serta penggunaan jam kerja 1 hari selama 7 jam, mulai dari jam 08.00 – jam 16.00.

8.2 Saran

Dari pekerjaan yang telah dilakukan, didapatkan saran yang diharapkan akan dapat digunakan oleh pembaca untuk menyempurnakan pekerjaan dikemudian hari. Berikut ini adalah saran yang didasarkan dari proses kerja yang telah dilakukan :

1. Perlu diperhatikan lagi dalam pembulatan nilai untuk meminimalisir selisih nilai total.
2. Sebaiknya dalam menghitung biaya dan waktu pelaksanaan harus didasarkan pada kondisi nyata di lapangan.

DAFTAR ACUAN

- Badan Standarisasi Nasional, 2017, *SNI 2052 : 2017 Tentang Baja Tulangan Beton*, Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional, 2013, *SNI 2847-2013 Tentang Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung*, Jakarta
- Badan Standarisasi Nasional, 2011, *SNI 03-1974-2011 Tentang Cara Uji Kuat Tekan Beton dengan Benda Uji Silinder*, Jakarta
- Badan Standarisasi Nasional, 1991, *SNI 07-2529-1991 Tentang Pengujian Kuat Tarik Baja Beton*
- Direktorat Djenderal Tjipta Karya, 1971, *Peraturan Beton Bertulang Indonesia (PBI) 1971*
- Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No.11/PRT/M/2013, *Tentang Pedoman Analisis Harga Satuan Pekerjaan Bidang Pekerjaan Umum*.
- Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No.05/PRT/M/2014. *Pedoman Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja (SMK3) Konstruksi Bangunan Pekerjaan Umum*.
- Rochmandi, 1987, *Kapasitas dan Produksi Alat-Alat Berat*, Semarang: Badan penerbit Pekerjaan Umum.
- Rochmanhadi, 1985. *Perhitungan Biaya Pelaksanaan Pekerjaan dengan Menggunakan Alat-Alat Berat*.
- Sastraatmadja, A. Soedrajat, 1984, *Analisa Anggaran Biaya Pelaksanaan (cara modern)*, Bandung: Nova.

Sastraatmadja, A. Soedrajat, 1984, *Analisa Anggaran Biaya Pelaksanaan (cara modern) Lanjutan*, Bandung: Nova.

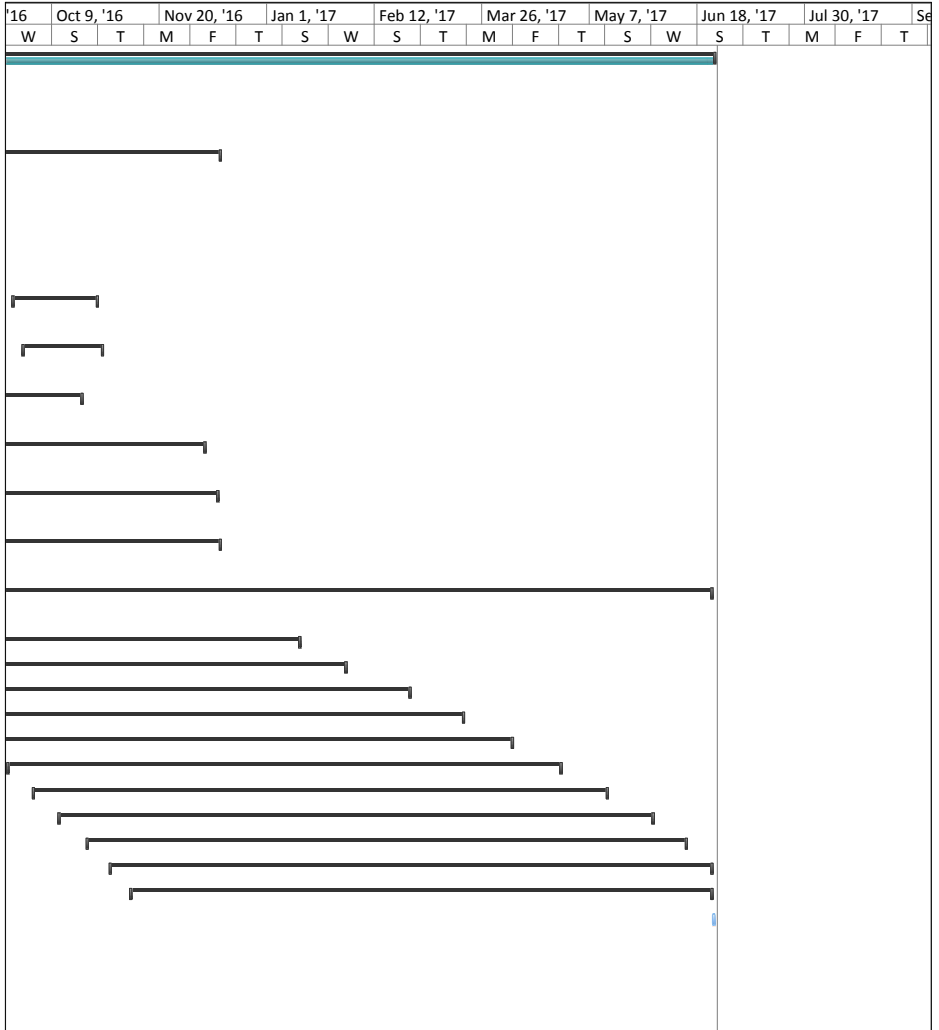
“Halaman ini sengaja dikosongkan”

LAMPIRAN

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

| ID | Task Mode | Task Name | Duration | Start | Finish | Jul 17, '16 | | | | | Aug 28, '16 | | | | | | | | | |
|------|-----------|----------------------------------|--------------------|---------------------|---------------------|-------------|---|---|---|---|-------------|---|---|---|---|--|--|--|--|--|
| | | | | | | M | F | T | S | S | S | S | S | S | S | | | | | |
| 1 | | Project Caspian Apartment | 282.57 days | Mon 8/1/16 | Sun 6/25/17 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | | Start | 1 day | Mon 8/1/16 | Mon 8/1/16 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | | Pekerjaan Struktur Bawah | 114.66 days | Tue 8/2/16 | Tue 12/13/16 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | | Pekerjaan Retaining Wall | 28.59 days | Tue 8/2/16 | Sat 9/3/16 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 18 | | Pekerjaan Galian | 27.31 days | Sat 8/13/16 | Wed 9/14/16 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 21 | | Pekerjaan Urugan Pasir | 27.68 days | Fri 9/23/16 | Wed 10/26/16 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 24 | | Pekerjaan Lantai Kerja | 26.89 days | Tue 9/27/16 | Fri 10/28/16 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 27 | | Pekerjaan Bore Pile | 66.94 days | Wed 8/3/16 | Thu 10/20/16 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 41 | | Pekerjaan Raff Foundation | 102.47 days | Tue 8/9/16 | Wed 12/7/16 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 55 | | Pekerjaan Pile Cap | 105.16 days | Thu 8/11/16 | Mon 12/12/16 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 69 | | Pekerjaan Sloof | 105.7 days | Thu 8/11/16 | Tue 12/13/16 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 83 | | Pekerjaan Struktur Atas | 269.31 days | Sat 8/13/16 | Fri 6/23/17 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 84 | | Lantai B3 | 131.94 days | Sat 8/13/16 | Fri 1/13/17 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 159 | | Lantai B2 | 142.13 days | Thu 8/18/16 | Tue 1/31/17 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 265 | | Lantai B1 | 158.77 days | Thu 8/25/16 | Sat 2/25/17 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 371 | | Lantai LG | 169.86 days | Thu 9/1/16 | Sat 3/18/17 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 477 | | Lantai G | 178.22 days | Sat 9/10/16 | Thu 4/6/17 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 583 | | Lantai 2 | 185.07 days | Wed 9/21/16 | Tue 4/25/17 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 689 | | Lantai 3 | 191.91 days | Sat 10/1/16 | Sat 5/13/17 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 795 | | Lantai 4 | 198.75 days | Tue 10/11/16 | Wed 5/31/17 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 901 | | Lantai 5 | 200.77 days | Sat 10/22/16 | Tue 6/13/17 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1007 | | Lantai 6 | 201.73 days | Mon 10/31/16 | Fri 6/23/17 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1113 | | Lantai 7 | 194.63 days | Tue 11/8/16 | Fri 6/23/17 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1219 | | Finish | 1 day | Fri 6/23/17 | Sat 6/24/17 | | | | | | | | | | | | | | | |

| | | | | |
|--|--------------------|--|-----------------------|--|
| Project: Project Caspian Apartmen Date: Sat 6/29/19 | Task | | Manual Task | |
| | Split | | Duration-only | |
| | Milestone | | Manual Summary Rollup | |
| | Summary | | Manual Summary | |
| | Project Summary | | Start-only | |
| | External Tasks | | Finish-only | |
| | External Milestone | | Deadline | |
| | Inactive Task | | Progress | |
| | Inactive Milestone | | Manual Progress | |
| | Inactive Summary | | | |



| | | | | |
|--|--------------------|--|-----------------------|--|
| Project: Project Caspian Apartmen Date: Sat 6/29/19 | Task | | Manual Task | |
| | Split | | Duration-only | |
| | Milestone | | Manual Summary Rollup | |
| | Summary | | Manual Summary | |
| | Project Summary | | Start-only | |
| | External Tasks | | Finish-only | |
| | External Milestone | | Deadline | |
| | Inactive Task | | Progress | |
| | Inactive Milestone | | Manual Progress | |
| | Inactive Summary | | | |

BIODATA PENULIS



Penulis bernama Muhammad Arifian Amirudin, lahir di Surabaya, 5 Januari 1997, merupakan anak kedua dari tiga bersaudara. Penulis menempuh pendidikan formal antara lain di SDN Manukan Kulon III Surabaya, SMP Negeri 26 Surabaya, dan SMA Negeri 9 Surabaya. Setelah lulus SMA pada tahun 2015 melanjutkan ke perguruan tinggi dengan mengikuti SMITS di tahun tersebut dan diterima di program

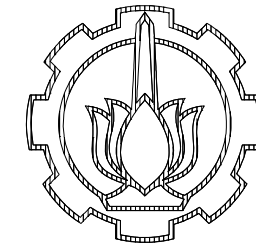
Diploma 4 Teknik Infrastruktur Sipil Fakultas Vokasi Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya dengan NRP 10111510000006. Selama menjadi mahasiswa, penulis aktif dalam lingkup kampus dengan mengikuti beberapa kegiatan, diantaranya adalah Organisasi Himpunan Mahasiswa Diploma Sipil (HMDS), Pelatihan Ketrampilan Manajemen Mahasiswa Tingkat Dasar (LKMM TD), serta aktif dalam kepanitiaan di tingkat jurusan, fakultas maupun institut. Untuk menyelesaikan studi Sarjana Teknik Infrastruktur Sipil penulis mengambil Analisa Perhitungan Tugas Akhir Terapan dengan Judul : “***Perhitungan Anggaran Biaya Dan Waktu Pelaksanaan Pada Proyek Pembangunan Apartemen Caspian, Superblok Grand Sungkono Lagoon – Kota Surabaya***”. Penulis sempat mengikuti kerja praktek dalam proyek pembangunan Ciputra World Surabaya Phase 3 Kota Surabaya di Owner yaitu PT. Win Win Realty Centre Surabaya.

DAFTAR GAMBAR TUGAS AKHIR TERAPAN
PROYEK PEMBANGUNAN APARTEMEN CASPIAN, SUPERBLOK
GRAND SUNGKONO LAGOON - KOTA SURABAYA

| NAMA GAMBAR | NO GBR |
|---------------------------|--------|
| DENAH PONDASI CASPIAN | 1 |
| DENAH LANTAI BASEMENT 2 | 2 |
| DENAH LANTAI BASEMENT 1 | 3 |
| DENAH LANTAI LOWER GROUND | 4 |
| DENAH LANTAI GROUND | 5 |
| DENAH LANTAI 2 | 6 |
| DENAH LANTAI 3 | 7 |
| DENAH LANTAI 4 | 8 |
| DENAH LANTAI 5 | 9 |
| DENAH LANTAI 6 | 10 |
| DENAH LANTAI 7 | 11 |

| NAMA GAMBAR | NO GBR |
|------------------------------------|---------------|
| DETAIL PONDASI BORED PILE | 1 2 |
| DETAIL PILE CAP (LEMBAR 1) | 1 3 |
| DETAIL PILE CAP (LEMBAR 2) | 1 4 |
| DETAIL PILE CAP (LEMBAR 3) | 1 5 |
| DETAIL PONDASI RAFT | 1 6 |
| DETAIL PENULANGAN KOLOM (LEMBAR 1) | 1 7 |
| DETAIL PENULANGAN KOLOM (LEMBAR 2) | 1 8 |
| DETAIL PENULANGAN KOLOM (LEMBAR 3) | 1 9 |
| DETAIL SHEAR WALL (LEMBAR 1) | 2 0 |
| DETAIL SHEAR WALL (LEMBAR 2) | 2 1 |
| DETAIL PENULANGAN TIE BEAM | 2 2 |

| NAMA GAMBAR | NO GBR |
|-------------------------------------|---------------|
| DETAIL PENULANGAN BALOK (LEMBAR 1) | 23 |
| DETAIL PENULANGAN BALOK (LEMBAR 2) | 24 |
| DETAIL PENULANGAN BALOK (LEMBAR 3) | 25 |
| DETAIL PENULANGAN BALOK (LEMBAR 4) | 26 |
| DETAIL PENULANGAN PELAT | 27 |
| DETAIL PENULANGAN TANGGA (LEMBAR 1) | 28 |
| DETAIL PENULANGAN TANGGA (LEMBAR 2) | 29 |
| DETAIL PENULANGAN TANGGA (LEMBAR 3) | 30 |
| DETAIL PENULANGAN TANGGA (LEMBAR 4) | 31 |
| MANAJEMEN SITE PLAN | 32 |
| SLEWING TOWER CRANE | 33 |



PROGRAM STUDI D-IV DEPARTEMEN
TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA

TUGAS AKHIR TERAPAN

JUDUL

PERHITUNGAN ANGGARAN BIAYA
DAN WAKTU PELAKSANAAN PADA
PROYEK PEMBANGUNAN APARTEMEN
CASPIAN, SUPERBLOK GRAND
SUNGKONO LAGOON - KOTA
SURABAYA

OBJEK STUDI

APARTEMEN CASPIAN SURABAYA

LOKASI

Jl. KH ABDUL WAHAB SIAMIN BLOK
RA SURABAYA

NAMA MAHASISWA

MUHAMMAD ARIFIAN AMIRUDIN
NRP 1011151000006

DOSEN PEMBIMBING

Ir. SUKOBAR, M.T.
NIP 19571201 198601 1 002

JUDUL GAMBAR

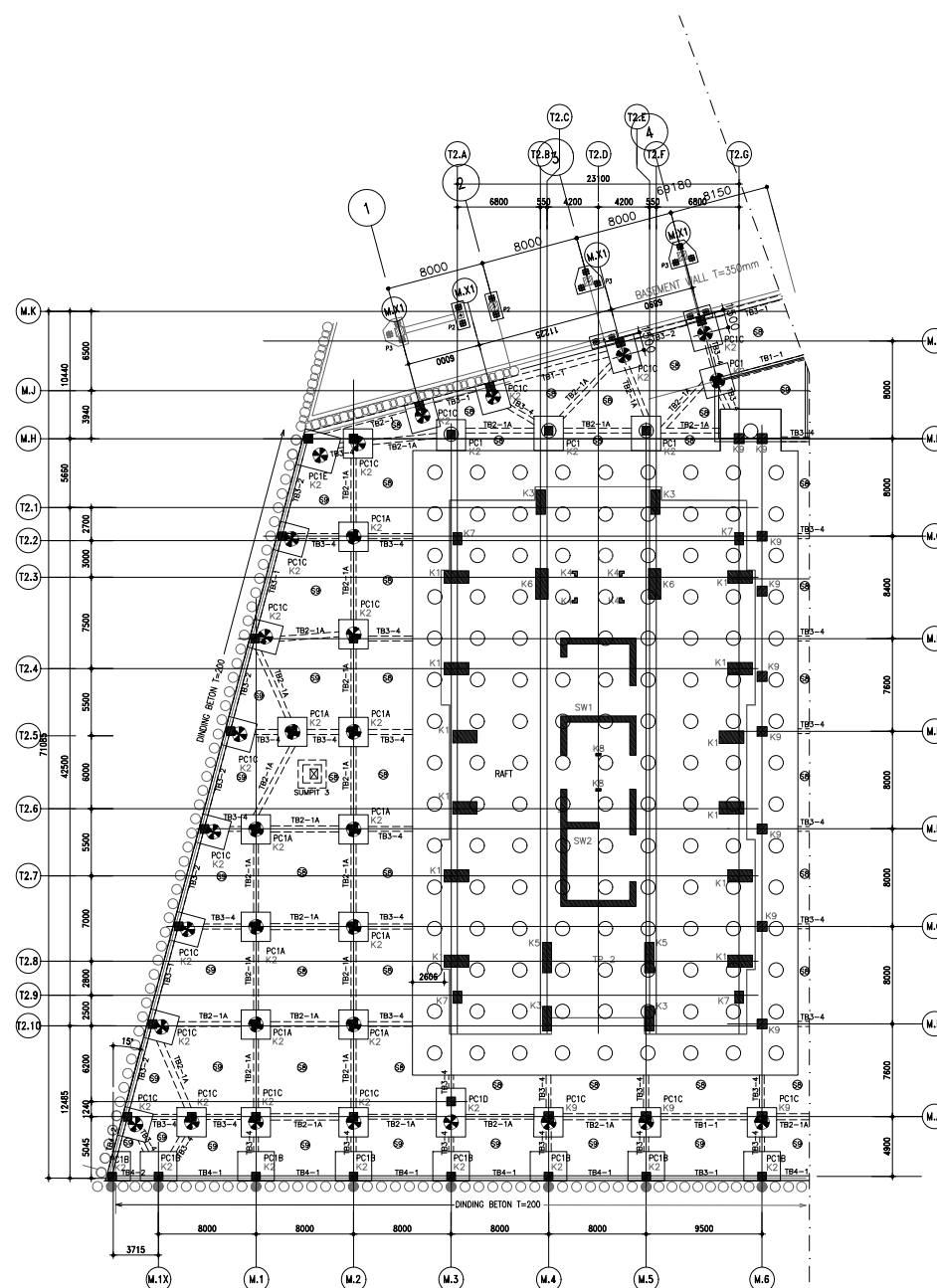
DENAH PONDASI CASPIAN

NO GBR

1

JUMLAH GBR

33



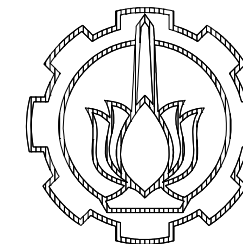
DENAH PONDASI CASPIAN
SCALE 1 : 250

| PLAT | TEBAL |
|------|-------|
| S1 | 120 |
| S2 | 120 |
| S3 | 150 |
| S4 | 150 |
| S5 | 150 |
| S6 | 150 |
| S7 | 200 |
| S8 | 400 |
| S9 | 400 |
| S10 | 500 |

| BALOK | DIMENSI |
|--------------|------------|
| G1/B1/CL1 | 400 X 800 |
| G2/B2/CL2 | 400 X 700 |
| G3/B3/CL3 | 300 X 700 |
| G4/B4/CL4 | 300 X 600 |
| G5/B5/CL5 | 300 X 400 |
| G6/B6/CL6 | 200 X 400 |
| G7/B7/CL7 | 500 X 700 |
| G8/B8/CL8 | 400 X 900 |
| G9/B9/CL9 | 500 X 1000 |
| G10/B10/CL10 | 800 X 1600 |
| G11/B11/CL11 | 300 X 500 |
| G12/B12/CL12 | 400 X 600 |
| G13/B13/CL13 | 300 X 1050 |
| G14/B14/CL14 | 400 X 1300 |
| G15/B15/CL15 | 400 X 1450 |
| G16/B16/CL16 | 400 X 2050 |
| G17/B17/CL17 | 1000 X 600 |
| G18/B18/CL18 | 700 X 600 |
| G19/B19/CL19 | 500 X 600 |

| LANTAI | K1 | K2 | K3 | K4 | K5 | K6 | K7 | K8 | K9 | K10 | K11 | K12 |
|------------------------|-------------|-----------|------------|-------------|------------|-------------|------------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|
| LANTAI B3 – LANTAI 6 | 1000 x 2000 | 700 x 700 | 750 x 2000 | 200x400x400 | 750 x 2500 | 1000 x 2500 | 700 x 1000 | 200 x 400 | 800 x 800 | – | – | – |
| LANTAI 6 – LANTAI ATAP | 750 x 2000 | 700 x 700 | 650 x 2000 | 200x400x400 | 750 x 2500 | 800 x 2500 | 700 x 1000 | 200 x 400 | 800 x 800 | 500 x 500 | 750 x 1500 | 750 x 1300 |

| WALL | TEBAL |
|------|-------|
| SW1 | 500 |
| SW2 | 500 |



PROGRAM STUDI D-IV DEPARTEMEN
TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA

TUGAS AKHIR TERAPAN

JUDUL

PERHITUNGAN ANGGARAN BIAYA
DAN WAKTU PELAKSANAAN PADA
PROYEK PEMBANGUNAN APARTEMEN
CASPIAN, SUPERBLOK GRAND
SUNGKONO LAGOON - KOTA
SURABAYA

OBJEK STUDI

APARTEMEN CASPIAN SURABAYA

LOKASI

Jl. KH ABDUL WAHAB SIAMIN BLOK
RA SURABAYA

NAMA MAHASISWA

MUHAMMAD ARIFIAN AMIRUDIN
NRP 1011151000006

DOSEN PEMBIMBING

Ir. SUKOBAR, M.T.
NIP 19571201 198601 1 002

JUDUL GAMBAR

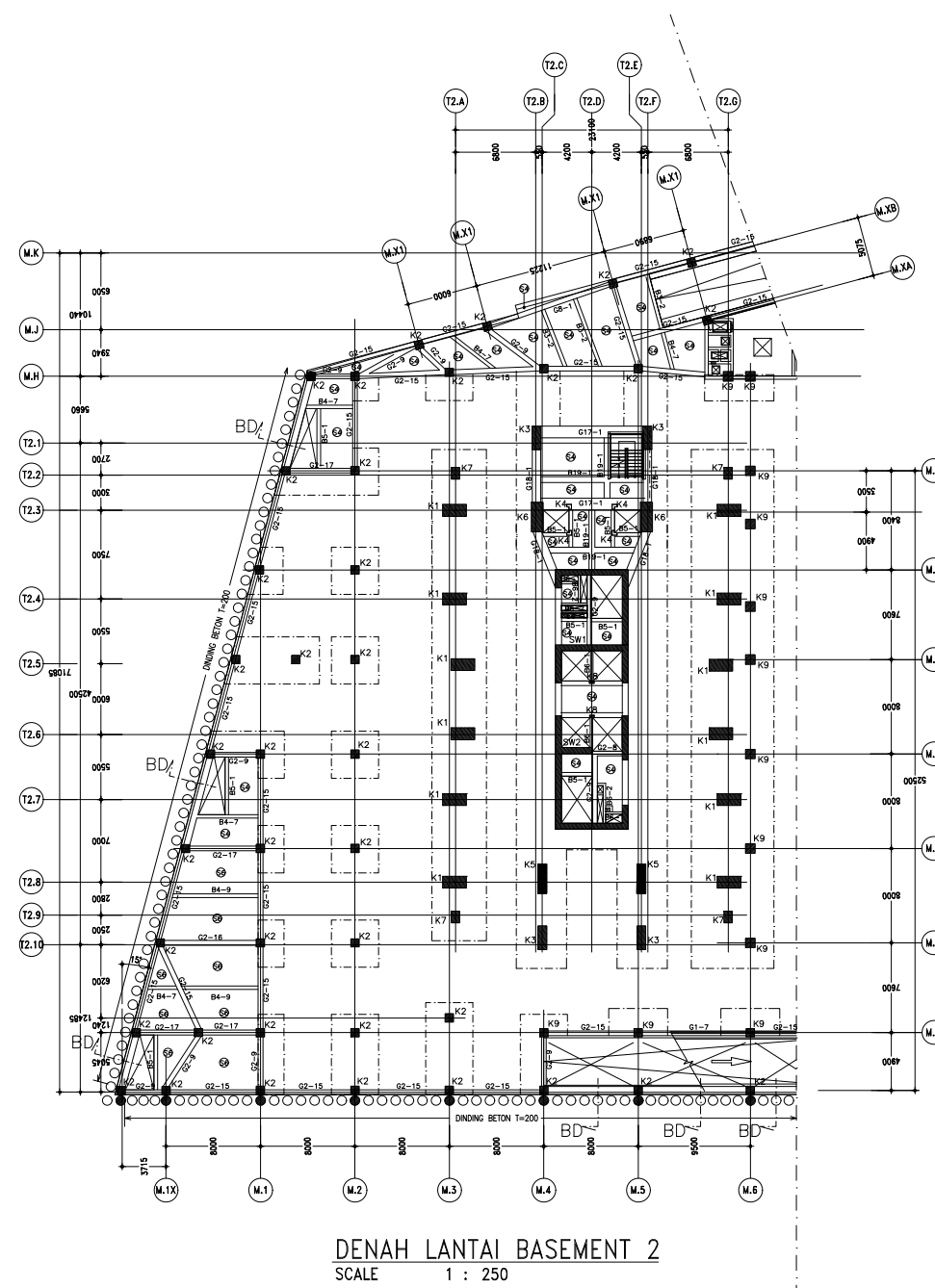
DENAH LANTAI BASEMENT 2

NO GBR

2

JUMLAH GBR

33



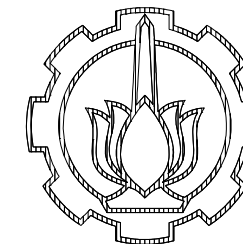
DENAH LANTAI BASEMENT 2
SCALE 1 : 250

| PLAT | TEBAL |
|------|-------|
| S1 | 120 |
| S2 | 120 |
| S3 | 150 |
| S4 | 150 |
| S5 | 150 |
| S6 | 150 |
| S7 | 200 |
| S8 | 400 |
| S9 | 400 |
| S10 | 500 |

| BALOK | DIMENSI |
|--------------|------------|
| G1/B1/CL1 | 400 X 800 |
| G2/B2/CL2 | 400 X 700 |
| G3/B3/CL3 | 300 X 700 |
| G4/B4/CL4 | 300 X 600 |
| G5/B5/CL5 | 300 X 400 |
| G6/B6/CL6 | 200 X 400 |
| G7/B7/CL7 | 500 X 700 |
| G8/B8/CL8 | 400 X 900 |
| G9/B9/CL9 | 500 X 1000 |
| G10/B10/CL10 | 800 X 1600 |
| G11/B11/CL11 | 300 X 500 |
| G12/B12/CL12 | 400 X 600 |
| G13/B13/CL13 | 300 X 1050 |
| G14/B14/CL14 | 400 X 1300 |
| G15/B15/CL15 | 400 X 1450 |
| G16/B16/CL16 | 400 X 2050 |
| G17/B17/CL17 | 1000 X 600 |
| G18/B18/CL18 | 700 X 600 |
| G19/B19/CL19 | 500 X 600 |

| LANTAI | K1 | K2 | K3 | K4 | K5 | K6 | K7 | K8 | K9 | K10 | K11 | K12 |
|------------------------|-------------|-----------|------------|-------------|------------|-------------|------------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|
| LANTAI B3 – LANTAI 6 | 1000 x 2000 | 700 x 700 | 750 x 2000 | 200x400x400 | 750 x 2500 | 1000 x 2500 | 700 x 1000 | 200 x 400 | 800 x 800 | – | – | – |
| LANTAI 6 – LANTAI ATAP | 750 x 2000 | 700 x 700 | 650 x 2000 | 200x400x400 | 750 x 2500 | 800 x 2500 | 700 x 1000 | 200 x 400 | 800 x 800 | 500 x 500 | 750 x 1500 | 750 x 1300 |

| WALL | TEBAL |
|------|-------|
| SW1 | 500 |
| SW2 | 500 |



PROGRAM STUDI D-IV DEPARTEMEN
TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA

TUGAS AKHIR TERAPAN

JUDUL

PERHITUNGAN ANGGARAN BIAYA
DAN WAKTU PELAKSANAAN PADA
PROYEK PEMBANGUNAN APARTEMEN
CASPIAN, SUPERBLOK GRAND
SUNGKONO LAGOON - KOTA
SURABAYA

OBJEK STUDI

APARTEMEN CASPIAN SURABAYA

LOKASI

Jl. KH ABDUL WAHAB SIAMIN BLOK
RA SURABAYA

NAMA MAHASISWA

MUHAMMAD ARIFIAN AMIRUDIN
NRP 1011151000006

DOSEN PEMBIMBING

Ir. SUKOBAR, M.T.
NIP 19571201 198601 1 002

JUDUL GAMBAR

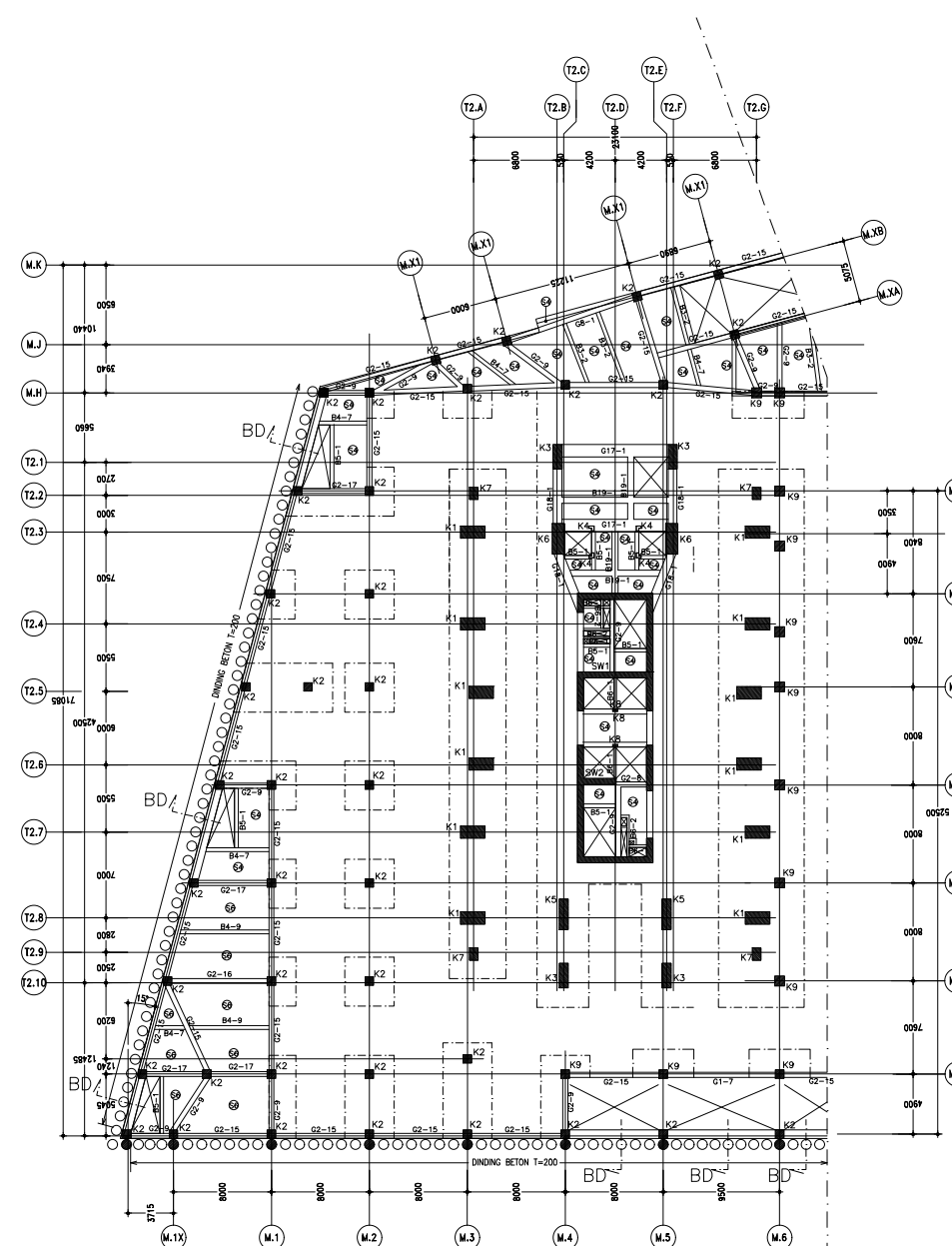
DENAH LANTAI BASEMENT 1

NO GBR

3

JUMLAH GBR

33



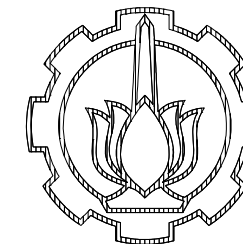
DENAH LANTAI BASEMENT 1
SCALE 1 : 250

| PLAT | TEBAL |
|------|-------|
| S1 | 120 |
| S2 | 120 |
| S3 | 150 |
| S4 | 150 |
| S5 | 150 |
| S6 | 150 |
| S7 | 200 |
| S8 | 400 |
| S9 | 400 |
| S10 | 500 |

| BALOK | DIMENSI |
|--------------|------------|
| G1/B1/CL1 | 400 X 800 |
| G2/B2/CL2 | 400 X 700 |
| G3/B3/CL3 | 300 X 700 |
| G4/B4/CL4 | 300 X 600 |
| G5/B5/CL5 | 300 X 400 |
| G6/B6/CL6 | 200 X 400 |
| G7/B7/CL7 | 500 X 700 |
| G8/B8/CL8 | 400 X 900 |
| G9/B9/CL9 | 500 X 1000 |
| G10/B10/CL10 | 800 X 1600 |
| G11/B11/CL11 | 300 X 500 |
| G12/B12/CL12 | 400 X 600 |
| G13/B13/CL13 | 300 X 1050 |
| G14/B14/CL14 | 400 X 1300 |
| G15/B15/CL15 | 400 X 1450 |
| G16/B16/CL16 | 400 X 2050 |
| G17/B17/CL17 | 1000 X 600 |
| G18/B18/CL18 | 700 X 600 |
| G19/B19/CL19 | 500 X 600 |

| LANTAI | K1 | K2 | K3 | K4 | K5 | K6 | K7 | K8 | K9 | K10 | K11 | K12 |
|------------------------|-------------|-----------|------------|-------------|------------|-------------|------------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|
| LANTAI B3 – LANTAI 6 | 1000 x 2000 | 700 x 700 | 750 x 2000 | 200x400x400 | 750 x 2500 | 1000 x 2500 | 700 x 1000 | 200 x 400 | 800 x 800 | – | – | – |
| LANTAI 6 – LANTAI ATAP | 750 x 2000 | 700 x 700 | 650 x 2000 | 200x400x400 | 750 x 2500 | 800 x 2500 | 700 x 1000 | 200 x 400 | 800 x 800 | 500 x 500 | 750 x 1500 | 750 x 1300 |

| WALL | TEBAL |
|------|-------|
| SW1 | 500 |
| SW2 | 500 |



PROGRAM STUDI D-IV DEPARTEMEN
TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA

TUGAS AKHIR TERAPAN

JUDUL

PERHITUNGAN ANGGARAN BIAYA
DAN WAKTU PELAKSANAAN PADA
PROYEK PEMBANGUNAN APARTEMEN
CASPIAN, SUPERBLOK GRAND
SUNGKONO LAGOON - KOTA
SURABAYA

OBJEK STUDI

APARTEMEN CASPIAN SURABAYA

LOKASI

Jl. KH ABDUL WAHAB SIAMIN BLOK
RA SURABAYA

NAMA MAHASISWA

MUHAMMAD ARIFIAN AMIRUDIN
NRP 1011151000006

DOSEN PEMBIMBING

Ir. SUKOBAR, M.T.
NIP 19571201 198601 1 002

JUDUL GAMBAR

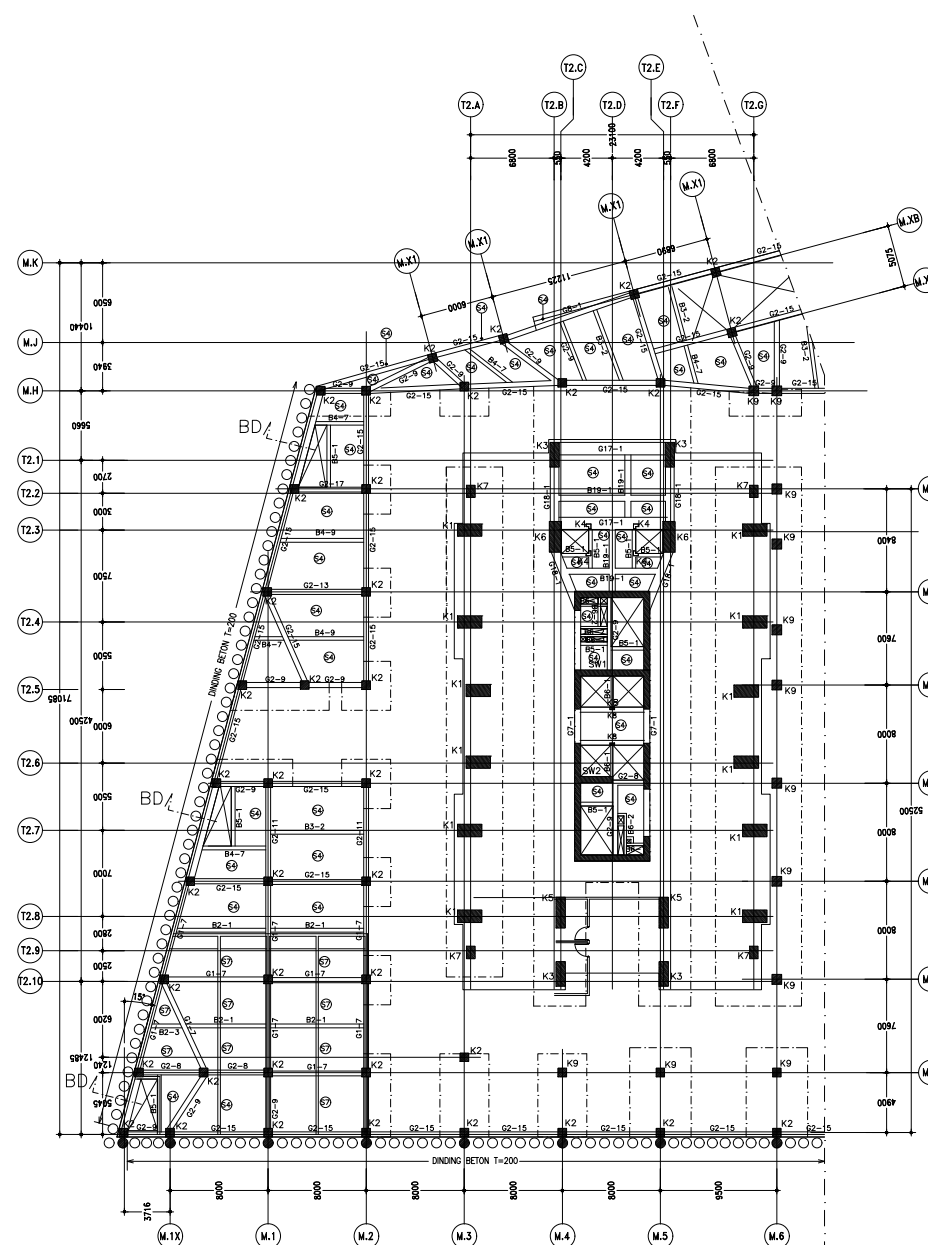
DENAH LANTAI LOWER GROUND

NO GBR

4

JUMLAH GBR

33



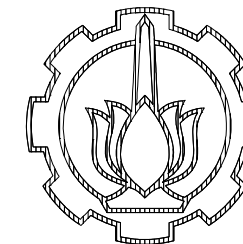
DENAH LANTAI LOWER GROUND
SCALE 1 : 250

| PLAT | TEBAL |
|------|-------|
| S1 | 120 |
| S2 | 120 |
| S3 | 150 |
| S4 | 150 |
| S5 | 150 |
| S6 | 150 |
| S7 | 200 |
| S8 | 400 |
| S9 | 400 |
| S10 | 500 |

| BALOK | DIMENSI |
|--------------|------------|
| G1/B1/CL1 | 400 X 800 |
| G2/B2/CL2 | 400 X 700 |
| G3/B3/CL3 | 300 X 700 |
| G4/B4/CL4 | 300 X 600 |
| G5/B5/CL5 | 300 X 400 |
| G6/B6/CL6 | 200 X 400 |
| G7/B7/CL7 | 500 X 700 |
| G8/B8/CL8 | 400 X 900 |
| G9/B9/CL9 | 500 X 1000 |
| G10/B10/CL10 | 800 X 1600 |
| G11/B11/CL11 | 300 X 500 |
| G12/B12/CL12 | 400 X 600 |
| G13/B13/CL13 | 300 X 1050 |
| G14/B14/CL14 | 400 X 1300 |
| G15/B15/CL15 | 400 X 1450 |
| G16/B16/CL16 | 400 X 2050 |
| G17/B17/CL17 | 1000 X 600 |
| G18/B18/CL18 | 700 X 600 |
| G19/B19/CL19 | 500 X 600 |

| LANTAI | K1 | K2 | K3 | K4 | K5 | K6 | K7 | K8 | K9 | K10 | K11 | K12 |
|------------------------|-------------|-----------|------------|-------------|------------|-------------|------------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|
| LANTAI B3 – LANTAI 6 | 1000 x 2000 | 700 x 700 | 750 x 2000 | 200x400x400 | 750 x 2500 | 1000 x 2500 | 700 x 1000 | 200 x 400 | 800 x 800 | – | – | – |
| LANTAI 6 – LANTAI ATAP | 750 x 2000 | 700 x 700 | 650 x 2000 | 200x400x400 | 750 x 2500 | 800 x 2500 | 700 x 1000 | 200 x 400 | 800 x 800 | 500 x 500 | 750 x 1500 | 750 x 1300 |

| WALL | TEBAL |
|------|-------|
| SW1 | 500 |
| SW2 | 500 |



PROGRAM STUDI D-IV DEPARTEMEN
TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA

TUGAS AKHIR TERAPAN

JUDUL

PERHITUNGAN ANGGARAN BIAYA
DAN WAKTU PELAKSANAAN PADA
PROYEK PEMBANGUNAN APARTEMEN
CASPIAN, SUPERBLOK GRAND
SUNGKONO LAGOON - KOTA
SURABAYA

OBJEK STUDI

APARTEMEN CASPIAN SURABAYA

LOKASI

Jl. KH ABDUL WAHAB SIAMIN BLOK
RA SURABAYA

NAMA MAHASISWA

MUHAMMAD ARIFIAN AMIRUDIN
NRP 1011151000006

DOSEN PEMBIMBING

Ir. SUKOBAR, M.T.
NIP 19571201 198601 1 002

JUDUL GAMBAR

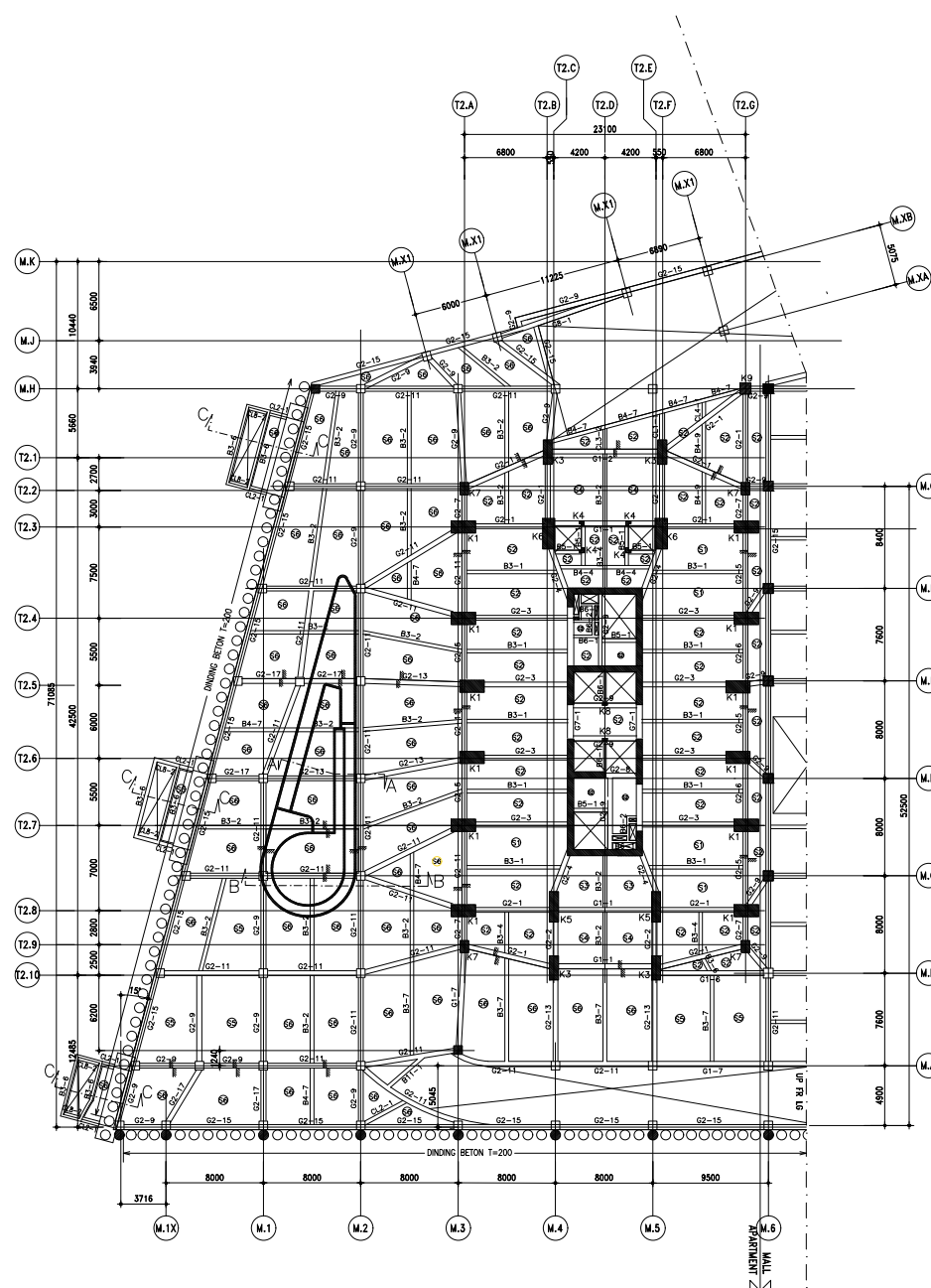
DENAH LANTAI GROUND

NO GBR

5

JUMLAH GBR

33



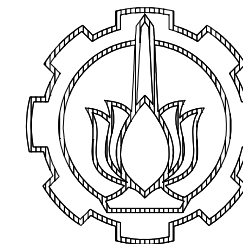
DENAH LANTAI GROUND
SCALE 1 : 250

| PLAT | TEBAL |
|------|-------|
| S1 | 120 |
| S2 | 120 |
| S3 | 150 |
| S4 | 150 |
| S5 | 150 |
| S6 | 150 |
| S7 | 200 |
| S8 | 400 |
| S9 | 400 |
| S10 | 500 |

| BALOK | DIMENSI |
|--------------|------------|
| G1/B1/CL1 | 400 X 800 |
| G2/B2/CL2 | 400 X 700 |
| G3/B3/CL3 | 300 X 700 |
| G4/B4/CL4 | 300 X 600 |
| G5/B5/CL5 | 300 X 400 |
| G6/B6/CL6 | 200 X 400 |
| G7/B7/CL7 | 500 X 700 |
| G8/B8/CL8 | 400 X 900 |
| G9/B9/CL9 | 500 X 1000 |
| G10/B10/CL10 | 800 X 1600 |
| G11/B11/CL11 | 300 X 500 |
| G12/B12/CL12 | 400 X 600 |
| G13/B13/CL13 | 300 X 1050 |
| G14/B14/CL14 | 400 X 1300 |
| G15/B15/CL15 | 400 X 1450 |
| G16/B16/CL16 | 400 X 2050 |
| G17/B17/CL17 | 1000 X 600 |
| G18/B18/CL18 | 700 X 600 |
| G19/B19/CL19 | 500 X 600 |

| LANTAI | K1 | K2 | K3 | K4 | K5 | K6 | K7 | K8 | K9 | K10 | K11 | K12 |
|------------------------|-------------|-----------|------------|-------------|------------|-------------|------------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|
| LANTAI B3 – LANTAI 6 | 1000 x 2000 | 700 x 700 | 750 x 2000 | 200x400x400 | 750 x 2500 | 1000 x 2500 | 700 x 1000 | 200 x 400 | 800 x 800 | – | – | – |
| LANTAI 6 – LANTAI ATAP | 750 x 2000 | 700 x 700 | 650 x 2000 | 200x400x400 | 750 x 2500 | 800 x 2500 | 700 x 1000 | 200 x 400 | 800 x 800 | 500 x 500 | 750 x 1500 | 750 x 1300 |

| WALL | TEBAL |
|------|-------|
| SW1 | 500 |
| SW2 | 500 |



PROGRAM STUDI D-IV DEPARTEMEN
TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA

TUGAS AKHIR TERAPAN

JUDUL

PERHITUNGAN ANGGARAN BIAYA
DAN WAKTU PELAKSANAAN PADA
PROYEK PEMBANGUNAN APARTEMEN
CASPIAN, SUPERBLOK GRAND
SUNGKONO LAGOON - KOTA
SURABAYA

OBJEK STUDI

APARTEMEN CASPIAN SURABAYA

LOKASI

Jl. KH ABDUL WAHAB SIAMIN BLOK
RA SURABAYA

NAMA MAHASISWA

MUHAMMAD ARIFIAN AMIRUDIN
NRP 1011151000006

DOSEN PEMBIMBING

Ir. SUKOBAR, M.T.
NIP 19571201 198601 1 002

JUDUL GAMBAR

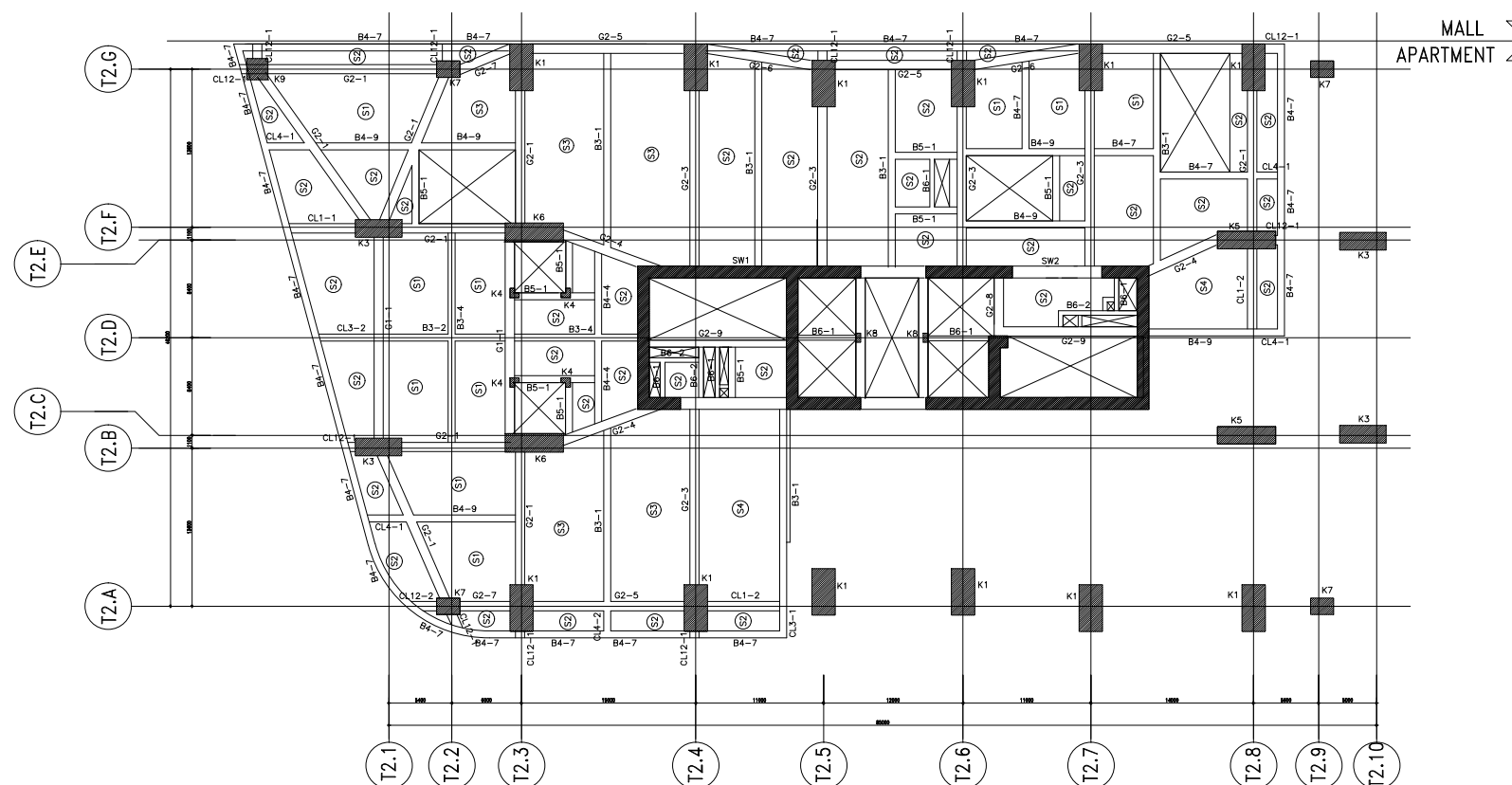
DENAH LANTAI 2

NO GBR

6

JUMLAH GBR

33



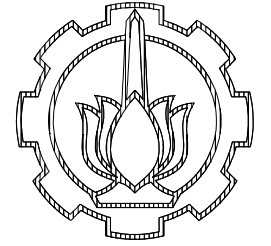
DENAH LANTAI 2
SCALE 1 : 200

| LANTAI | K1 | K2 | K3 | K4 | K5 | K6 | K7 | K8 | K9 | K10 | K11 | K12 |
|------------------------|-------------|-----------|------------|-------------|------------|-------------|------------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|
| LANTAI B3 – LANTAI 6 | 1000 x 2000 | 700 x 700 | 750 x 2000 | 200x400x400 | 750 x 2500 | 1000 x 2500 | 700 x 1000 | 200 x 400 | 800 x 800 | – | – | – |
| LANTAI 6 – LANTAI ATAP | 750 x 2000 | 700 x 700 | 650 x 2000 | 200x400x400 | 750 x 2500 | 800 x 2500 | 700 x 1000 | 200 x 400 | 800 x 800 | 500 x 500 | 750 x 1500 | 750 x 1300 |

| PLAT | TEBAL |
|------|-------|
| S1 | 120 |
| S2 | 120 |
| S3 | 150 |
| S4 | 150 |
| S5 | 150 |
| S6 | 150 |
| S7 | 200 |
| S8 | 400 |
| S9 | 400 |
| S10 | 500 |

| BALOK | DIMENSI |
|--------------|------------|
| G1/B1/CL1 | 400 X 800 |
| G2/B2/CL2 | 400 X 700 |
| G3/B3/CL3 | 300 X 700 |
| G4/B4/CL4 | 300 X 600 |
| G5/B5/CL5 | 300 X 400 |
| G6/B6/CL6 | 200 X 400 |
| G7/B7/CL7 | 500 X 700 |
| G8/B8/CL8 | 400 X 900 |
| G9/B9/CL9 | 500 X 1000 |
| G10/B10/CL10 | 800 X 1600 |
| G11/B11/CL11 | 300 X 500 |
| G12/B12/CL12 | 400 X 600 |
| G13/B13/CL13 | 300 X 1050 |
| G14/B14/CL14 | 400 X 1300 |
| G15/B15/CL15 | 400 X 1450 |
| G16/B16/CL16 | 400 X 2050 |
| G17/B17/CL17 | 1000 X 600 |
| G18/B18/CL18 | 700 X 600 |
| G19/B19/CL19 | 500 X 600 |

| WALL | TEBAL |
|------|-------|
| SW1 | 500 |
| SW2 | 500 |



PROGRAM STUDI D-IV DEPARTEMEN
TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA

TUGAS AKHIR TERAPAN

JUDUL

PERHITUNGAN ANGGARAN BIAYA
DAN WAKTU PELAKSANAAN PADA
PROYEK PEMBANGUNAN APARTEMEN
CASPIAN, SUPERBLOK GRAND
SUNGKONO LAGOON - KOTA
SURABAYA

OBJEK STUDI

APARTEMEN CASPIAN SURABAYA

LOKASI

Jl. KH ABDUL WAHAB SIAMIN BLOK
RA SURABAYA

NAMA MAHASISWA

MUHAMMAD ARIFIAN AMIRUDIN
NRP 1011151000006

DOSEN PEMBIMBING

Ir. SUKOBAR, M.T.
NIP 19571201 198601 1 002

JUDUL GAMBAR

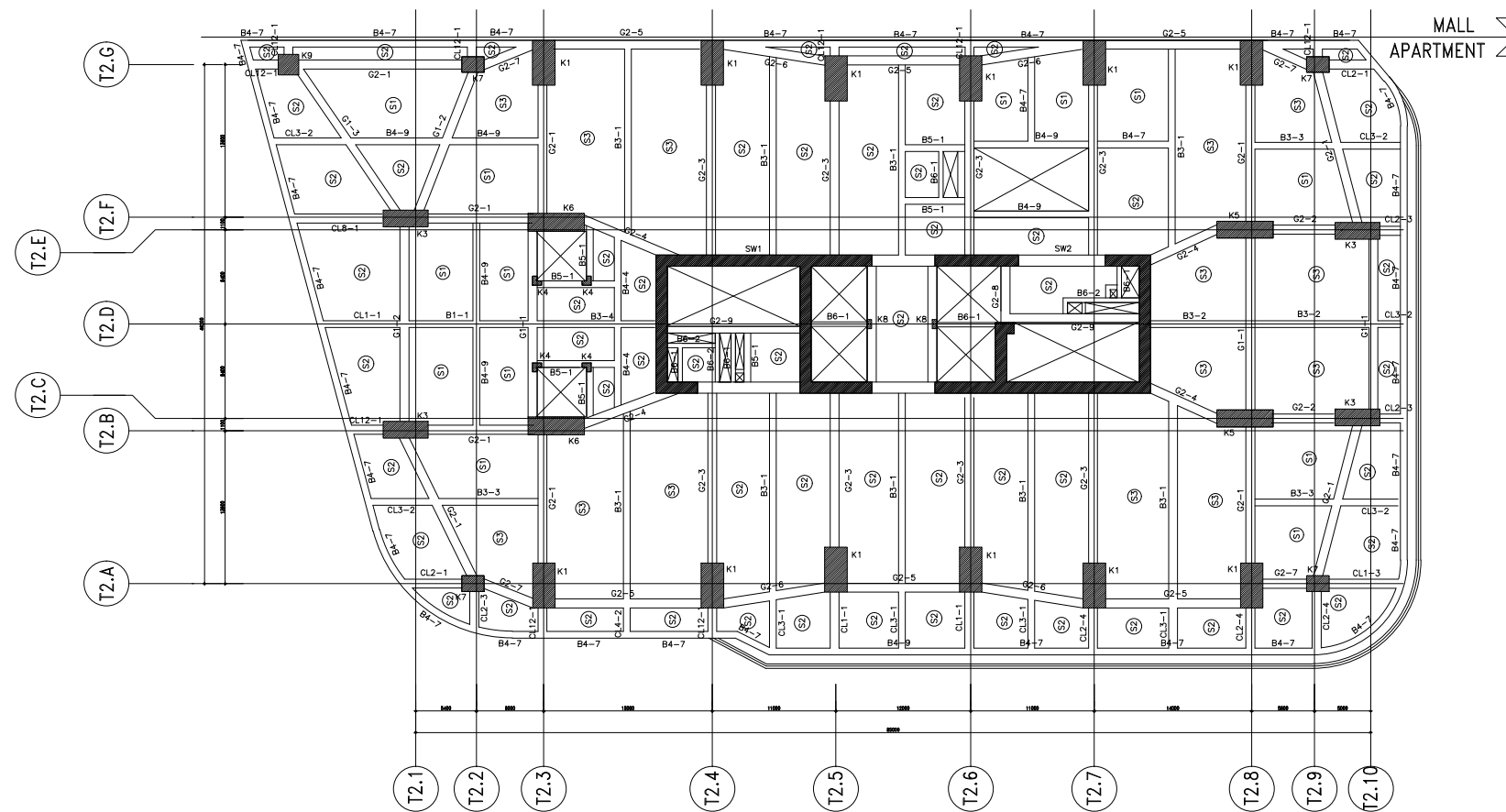
DENAH LANTAI 3

NO GBR

7

JUMLAH GBR

33



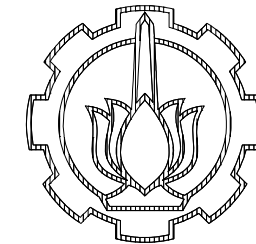
DENAH LANTAI 3
SCALE 1 : 200

| PLAT | TEBAL |
|------|-------|
| S1 | 120 |
| S2 | 120 |
| S3 | 150 |
| S4 | 150 |
| S5 | 150 |
| S6 | 150 |
| S7 | 200 |
| S8 | 400 |
| S9 | 400 |
| S10 | 500 |

| BALOK | DIMENSI |
|--------------|------------|
| G1/B1/CL1 | 400 X 800 |
| G2/B2/CL2 | 400 X 700 |
| G3/B3/CL3 | 300 X 700 |
| G4/B4/CL4 | 300 X 600 |
| G5/B5/CL5 | 300 X 400 |
| G6/B6/CL6 | 200 X 400 |
| G7/B7/CL7 | 500 X 700 |
| G8/B8/CL8 | 400 X 900 |
| G9/B9/CL9 | 500 X 1000 |
| G10/B10/CL10 | 800 X 1600 |
| G11/B11/CL11 | 300 X 500 |
| G12/B12/CL12 | 400 X 600 |
| G13/B13/CL13 | 300 X 1050 |
| G14/B14/CL14 | 400 X 1300 |
| G15/B15/CL15 | 400 X 1450 |
| G16/B16/CL16 | 400 X 2050 |
| G17/B17/CL17 | 1000 X 600 |
| G18/B18/CL18 | 700 X 600 |
| G19/B19/CL19 | 500 X 600 |

| LANTAI | K1 | K2 | K3 | K4 | K5 | K6 | K7 | K8 | K9 | K10 | K11 | K12 |
|------------------------|-------------|-----------|------------|-------------|------------|-------------|------------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|
| LANTAI B3 – LANTAI 6 | 1000 x 2000 | 700 x 700 | 750 x 2000 | 200x400x400 | 750 x 2500 | 1000 x 2500 | 700 x 1000 | 200 x 400 | 800 x 800 | – | – | – |
| LANTAI 6 – LANTAI ATAP | 750 x 2000 | 700 x 700 | 650 x 2000 | 200x400x400 | 750 x 2500 | 800 x 2500 | 700 x 1000 | 200 x 400 | 800 x 800 | 500 x 500 | 750 x 1500 | 750 x 1300 |

| WALL | TEBAL |
|------|-------|
| SW1 | 500 |
| SW2 | 500 |



PROGRAM STUDI D-IV DEPARTEMEN
TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA

TUGAS AKHIR TERAPAN

JUDUL

PERHITUNGAN ANGGARAN BIAYA
DAN WAKTU PELAKSANAAN PADA
PROYEK PEMBANGUNAN APARTEMEN
CASPIAN, SUPERBLOK GRAND
SUNGKONO LAGOON - KOTA
SURABAYA

OBJEK STUDI

APARTEMEN CASPIAN SURABAYA

LOKASI

Jl. KH ABDUL WAHAB SIAMIN BLOK
RA SURABAYA

NAMA MAHASISWA

MUHAMMAD ARIFIAN AMIRUDIN
NRP 1011151000006

DOSEN PEMBIMBING

Ir. SUKOBAR, M.T.
NIP 19571201 198601 1 002

JUDUL GAMBAR

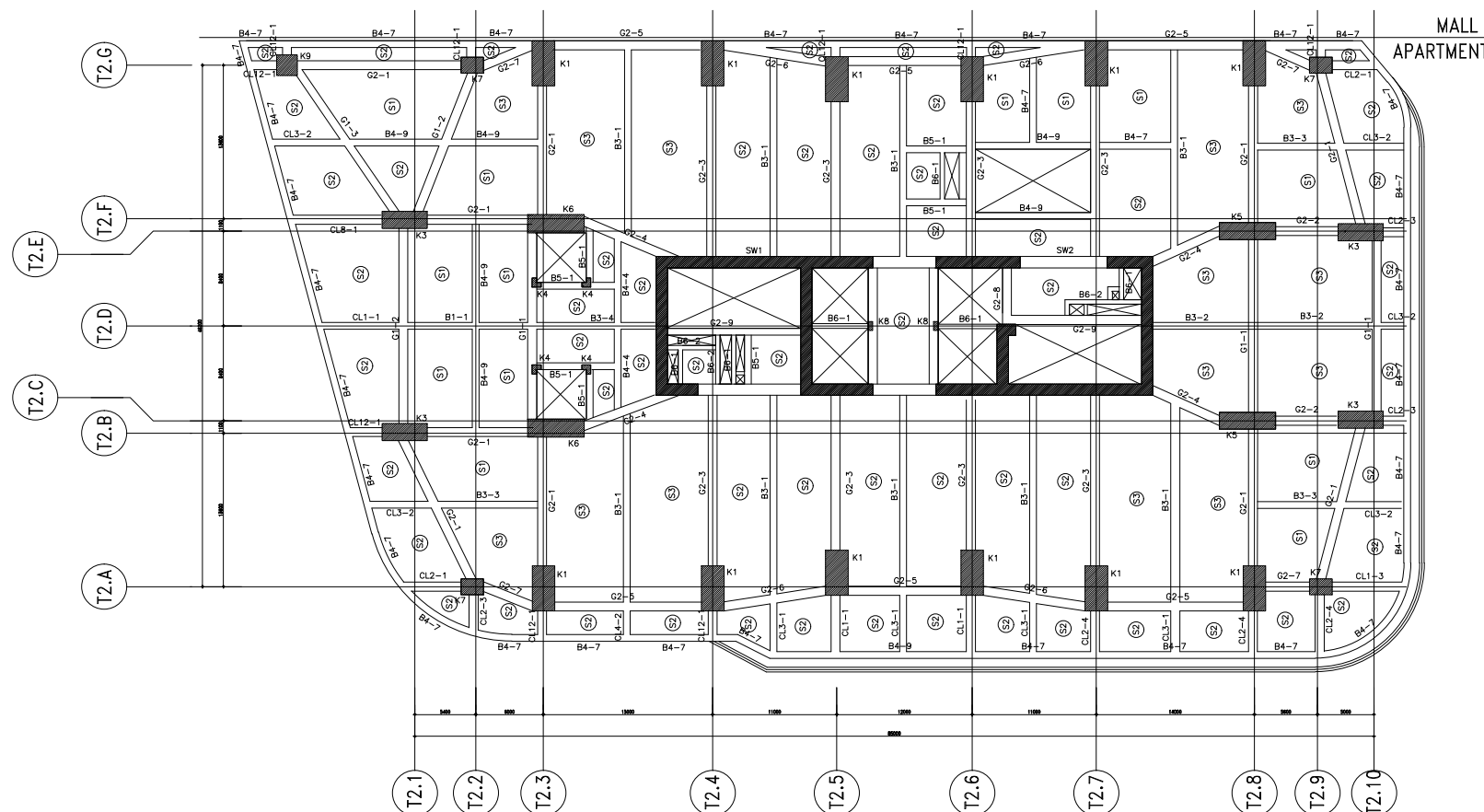
DENAH LANTAI 4

NO GBR

8

JUMLAH GBR

33



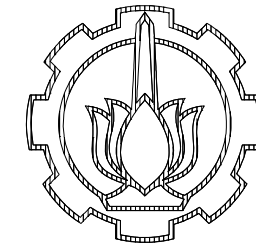
DENAH LANTAI 4
SCALE 1 : 200

| PLAT | TEBAL |
|------|-------|
| S1 | 120 |
| S2 | 120 |
| S3 | 150 |
| S4 | 150 |
| S5 | 150 |
| S6 | 150 |
| S7 | 200 |
| S8 | 400 |
| S9 | 400 |
| S10 | 500 |

| BALOK | DIMENSI |
|--------------|------------|
| G1/B1/CL1 | 400 X 800 |
| G2/B2/CL2 | 400 X 700 |
| G3/B3/CL3 | 300 X 700 |
| G4/B4/CL4 | 300 X 600 |
| G5/B5/CL5 | 300 X 400 |
| G6/B6/CL6 | 200 X 400 |
| G7/B7/CL7 | 500 X 700 |
| G8/B8/CL8 | 400 X 900 |
| G9/B9/CL9 | 500 X 1000 |
| G10/B10/CL10 | 800 X 1600 |
| G11/B11/CL11 | 300 X 500 |
| G12/B12/CL12 | 400 X 600 |
| G13/B13/CL13 | 300 X 1050 |
| G14/B14/CL14 | 400 X 1300 |
| G15/B15/CL15 | 400 X 1450 |
| G16/B16/CL16 | 400 X 2050 |
| G17/B17/CL17 | 1000 X 600 |
| G18/B18/CL18 | 700 X 600 |
| G19/B19/CL19 | 500 X 600 |

| LANTAI | K1 | K2 | K3 | K4 | K5 | K6 | K7 | K8 | K9 | K10 | K11 | K12 |
|------------------------|-------------|-----------|------------|-------------|------------|-------------|------------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|
| LANTAI B3 – LANTAI 6 | 1000 x 2000 | 700 x 700 | 750 x 2000 | 200x400x400 | 750 x 2500 | 1000 x 2500 | 700 x 1000 | 200 x 400 | 800 x 800 | – | – | – |
| LANTAI 6 – LANTAI ATAP | 750 x 2000 | 700 x 700 | 650 x 2000 | 200x400x400 | 750 x 2500 | 800 x 2500 | 700 x 1000 | 200 x 400 | 800 x 800 | 500 x 500 | 750 x 1500 | 750 x 1300 |

| WALL | TEBAL |
|------|-------|
| SW1 | 500 |
| SW2 | 500 |



PROGRAM STUDI D-IV DEPARTEMEN
TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA

TUGAS AKHIR TERAPAN

JUDUL

PERHITUNGAN ANGGARAN BIAYA
DAN WAKTU PELAKSANAAN PADA
PROYEK PEMBANGUNAN APARTEMEN
CASPIAN, SUPERBLOK GRAND
SUNGKONO LAAGOON - KOTA
SURABAYA

OBJEK STUDI

APARTEMEN CASPIAN SURABAYA

LOKASI

Jl. KH ABDUL WAHAB SIAMIN BLOK
RA SURABAYA

NAMA MAHASISWA

MUHAMMAD ARIFIAN AMIRUDIN
NRP 1011151000006

DOSEN PEMBIMBING

Ir. SUKOBAR, M.T.
NIP 19571201 198601 1 002

JUDUL GAMBAR

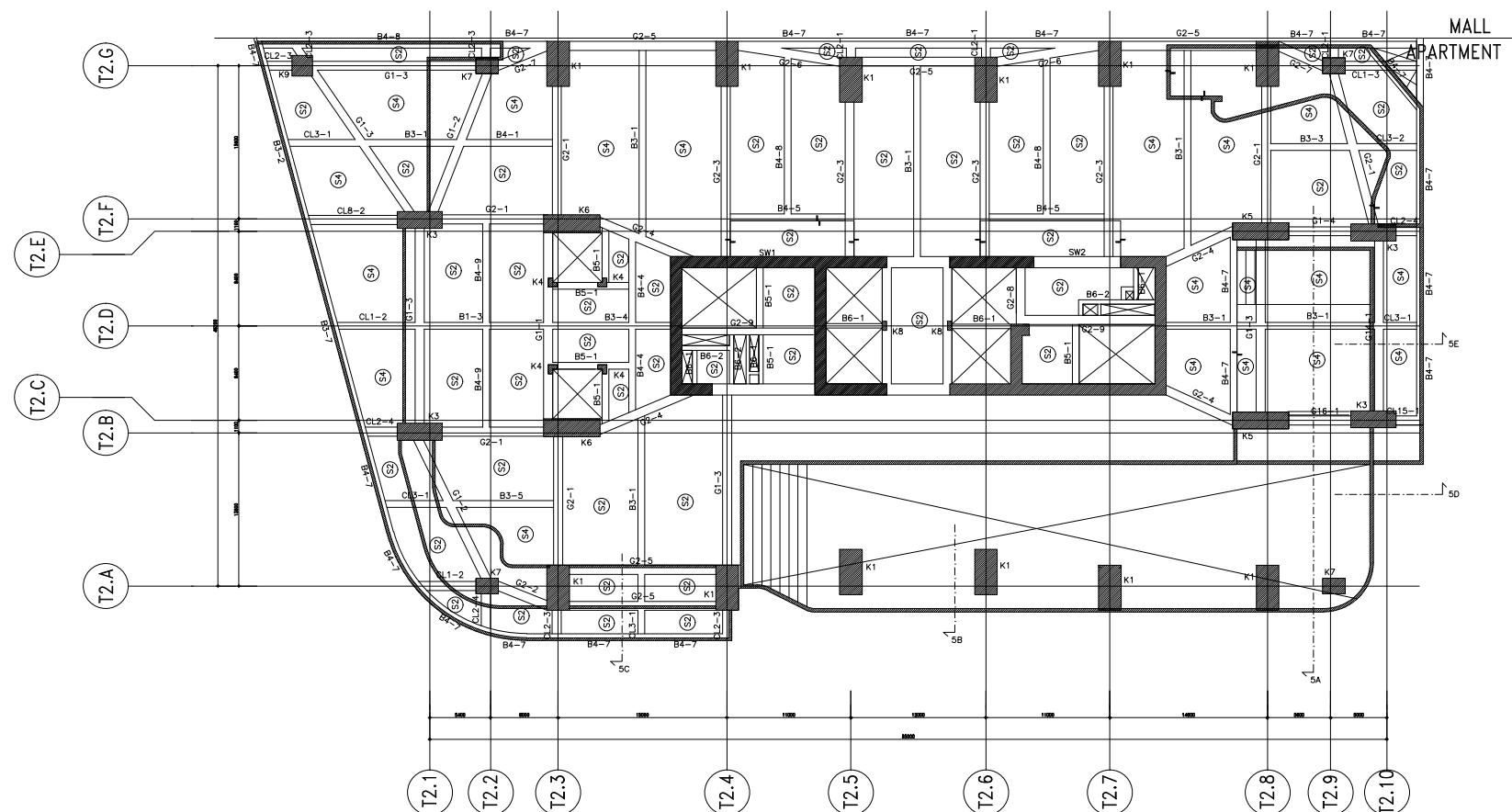
DENAH LANTAI 5

NO GBR

9

JUMLAH GBR

33



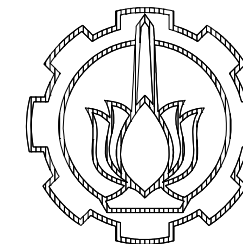
DENAH LANTAI 5
SCALE 1 : 200

| PLAT | TEBAL |
|------|-------|
| S1 | 120 |
| S2 | 120 |
| S3 | 150 |
| S4 | 150 |
| S5 | 150 |
| S6 | 150 |
| S7 | 200 |
| S8 | 400 |
| S9 | 400 |
| S10 | 500 |

| BALOK | DIMENSI |
|--------------|------------|
| G1/B1/CL1 | 400 X 800 |
| G2/B2/CL2 | 400 X 700 |
| G3/B3/CL3 | 300 X 700 |
| G4/B4/CL4 | 300 X 600 |
| G5/B5/CL5 | 300 X 400 |
| G6/B6/CL6 | 200 X 400 |
| G7/B7/CL7 | 500 X 700 |
| G8/B8/CL8 | 400 X 900 |
| G9/B9/CL9 | 500 X 1000 |
| G10/B10/CL10 | 800 X 1600 |
| G11/B11/CL11 | 300 X 500 |
| G12/B12/CL12 | 400 X 600 |
| G13/B13/CL13 | 300 X 1050 |
| G14/B14/CL14 | 400 X 1300 |
| G15/B15/CL15 | 400 X 1450 |
| G16/B16/CL16 | 400 X 2050 |
| G17/B17/CL17 | 1000 X 600 |
| G18/B18/CL18 | 700 X 600 |
| G19/B19/CL19 | 500 X 600 |

| LANTAI | K1 | K2 | K3 | K4 | K5 | K6 | K7 | K8 | K9 | K10 | K11 | K12 |
|------------------------|-------------|-----------|------------|-------------|------------|-------------|------------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|
| LANTAI B3 – LANTAI 6 | 1000 x 2000 | 700 x 700 | 750 x 2000 | 200x400x400 | 750 x 2500 | 1000 x 2500 | 700 x 1000 | 200 x 400 | 800 x 800 | – | – | – |
| LANTAI 6 – LANTAI ATAP | 750 x 2000 | 700 x 700 | 650 x 2000 | 200x400x400 | 750 x 2500 | 800 x 2500 | 700 x 1000 | 200 x 400 | 800 x 800 | 500 x 500 | 750 x 1500 | 750 x 1300 |

| WALL | TEBAL |
|------|-------|
| SW1 | 500 |
| SW2 | 500 |



PROGRAM STUDI D-IV DEPARTEMEN
TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA

TUGAS AKHIR TERAPAN

JUDUL

PERHITUNGAN ANGGARAN BIAYA
DAN WAKTU PELAKSANAAN PADA
PROYEK PEMBANGUNAN APARTEMEN
CASPIAN, SUPERBLOK GRAND
SUNGKONO LAGOON - KOTA
SURABAYA

OBJEK STUDI

APARTEMEN CASPIAN SURABAYA

LOKASI

Jl. KH ABDUL WAHAB SIAMIN BLOK
RA SURABAYA

NAMA MAHASISWA

MUHAMMAD ARIFIAN AMIRUDIN
NRP 1011151000006

DOSEN PEMBIMBING

Ir. SUKOBAR, M.T.
NIP 19571201 198601 1 002

JUDUL GAMBAR

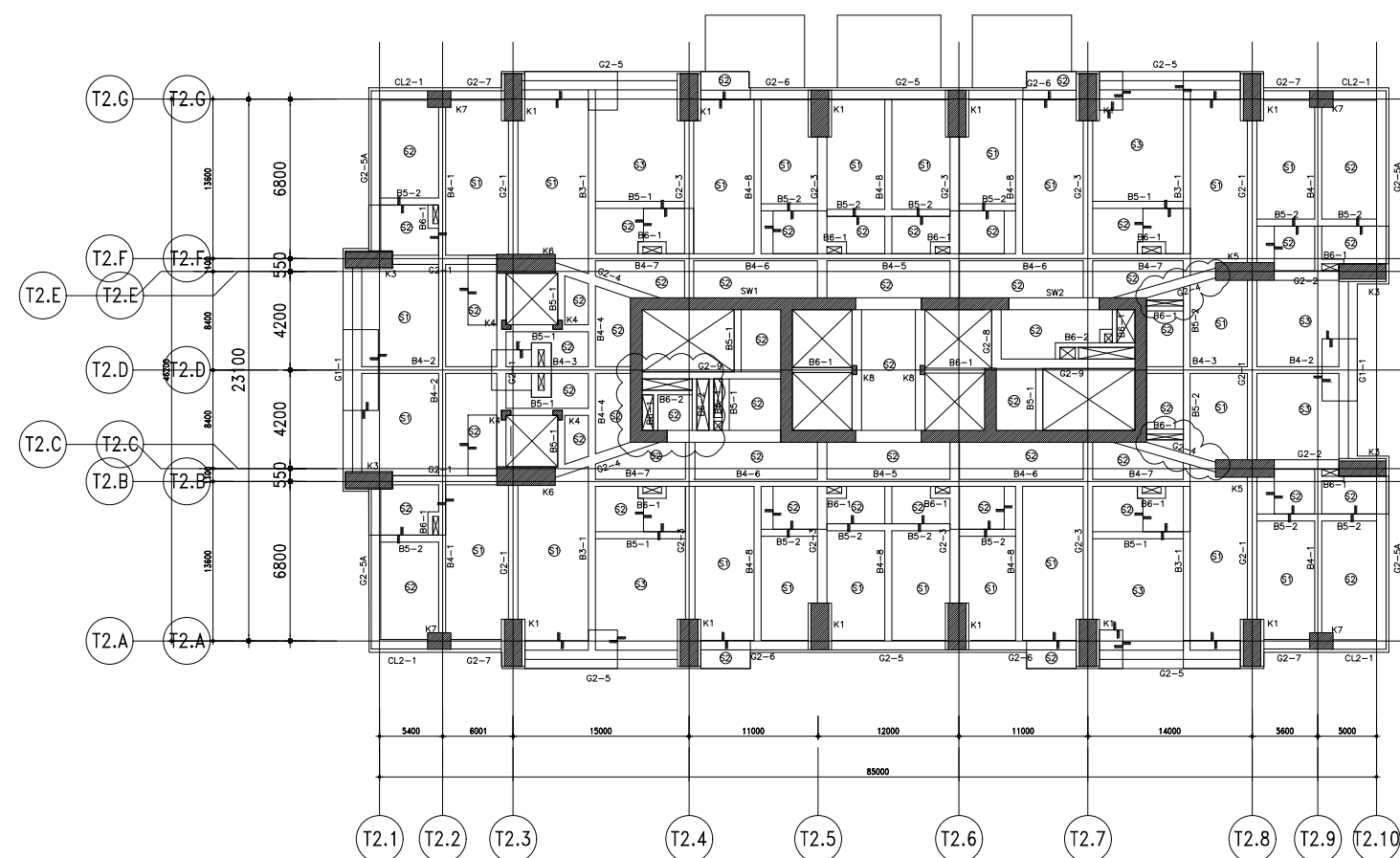
DENAH LANTAI 6

NO GBR

10

JUMLAH GBR

33



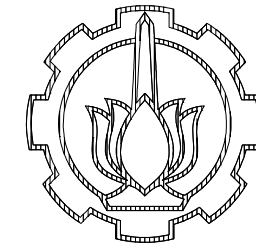
DENAH LANTAI 6
SCALE 1 : 200

| PLAT | TEBAL |
|------|-------|
| S1 | 120 |
| S2 | 120 |
| S3 | 150 |
| S4 | 150 |
| S5 | 150 |
| S6 | 150 |
| S7 | 200 |
| S8 | 400 |
| S9 | 400 |
| S10 | 500 |

| BALOK | DIMENSI |
|--------------|------------|
| G1/B1/CL1 | 400 X 800 |
| G2/B2/CL2 | 400 X 700 |
| G3/B3/CL3 | 300 X 700 |
| G4/B4/CL4 | 300 X 600 |
| G5/B5/CL5 | 300 X 400 |
| G6/B6/CL6 | 200 X 400 |
| G7/B7/CL7 | 500 X 700 |
| G8/B8/CL8 | 400 X 900 |
| G9/B9/CL9 | 500 X 1000 |
| G10/B10/CL10 | 800 X 1600 |
| G11/B11/CL11 | 300 X 500 |
| G12/B12/CL12 | 400 X 600 |
| G13/B13/CL13 | 300 X 1050 |
| G14/B14/CL14 | 400 X 1300 |
| G15/B15/CL15 | 400 X 1450 |
| G16/B16/CL16 | 400 X 2050 |
| G17/B17/CL17 | 1000 X 600 |
| G18/B18/CL18 | 700 X 600 |
| G19/B19/CL19 | 500 X 600 |

| LANTAI | K1 | K2 | K3 | K4 | K5 | K6 | K7 | K8 | K9 | K10 | K11 | K12 |
|------------------------|-------------|-----------|------------|-------------|------------|-------------|------------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|
| LANTAI B3 – LANTAI 6 | 1000 x 2000 | 700 x 700 | 750 x 2000 | 200x400x400 | 750 x 2500 | 1000 x 2500 | 700 x 1000 | 200 x 400 | 800 x 800 | – | – | – |
| LANTAI 6 – LANTAI ATAP | 750 x 2000 | 700 x 700 | 650 x 2000 | 200x400x400 | 750 x 2500 | 800 x 2500 | 700 x 1000 | 200 x 400 | 800 x 800 | 500 x 500 | 750 x 1500 | 750 x 1300 |

| WALL | TEBAL |
|------|-------|
| SW1 | 500 |
| SW2 | 500 |



PROGRAM STUDI D-IV DEPARTEMEN
TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA

TUGAS AKHIR TERAPAN

JUDUL

PERHITUNGAN ANGGARAN BIAYA
DAN WAKTU PELAKSANAAN PADA
PROYEK PEMBANGUNAN APARTEMEN
CASPIAN, SUPERBLOK GRAND
SUNGKONO LAGOON - KOTA
SURABAYA

OBJEK STUDI

APARTEMEN CASPIAN SURABAYA

LOKASI

Jl. KH ABDUL WAHAB SIAMIN BLOK
RA SURABAYA

NAMA MAHASISWA

MUHAMMAD ARIFIAN AMIRUDIN
NRP 1011151000006

DOSEN PEMBIMBING

Ir. SUKOBAR, M.T.
NIP 19571201 198601 1 002

JUDUL GAMBAR

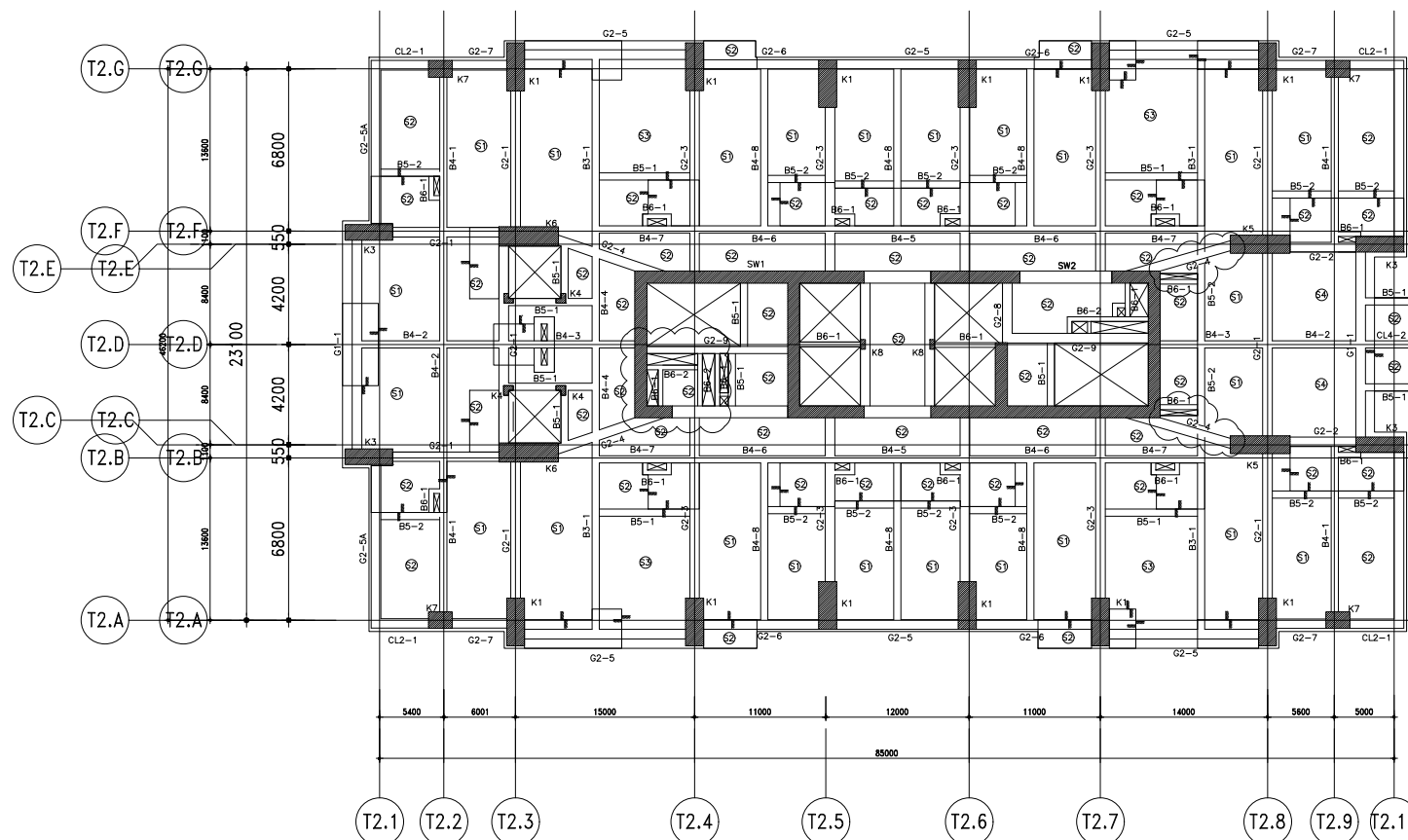
DENAH LANTAI 7

NO GBR

11

JUMLAH GBR

33



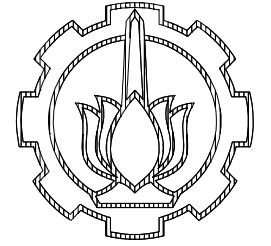
DENAH LANTAI 7
SCALE 1 : 200

| LANTAI | K1 | K2 | K3 | K4 | K5 | K6 | K7 | K8 | K9 | K10 | K11 | K12 |
|------------------------|-------------|-----------|------------|-------------|------------|-------------|------------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|
| LANTAI B3 – LANTAI 6 | 1000 x 2000 | 700 x 700 | 750 x 2000 | 200x400x400 | 750 x 2500 | 1000 x 2500 | 700 x 1000 | 200 x 400 | 800 x 800 | – | – | – |
| LANTAI 6 – LANTAI ATAP | 750 x 2000 | 700 x 700 | 650 x 2000 | 200x400x400 | 750 x 2500 | 800 x 2500 | 700 x 1000 | 200 x 400 | 800 x 800 | 500 x 500 | 750 x 1500 | 750 x 1300 |

| PLAT | TEBAL |
|------|-------|
| S1 | 120 |
| S2 | 120 |
| S3 | 150 |
| S4 | 150 |
| S5 | 150 |
| S6 | 150 |
| S7 | 200 |
| S8 | 400 |
| S9 | 400 |
| S10 | 500 |

| BALOK | DIMENSI |
|--------------|------------|
| G1/B1/CL1 | 400 X 800 |
| G2/B2/CL2 | 400 X 700 |
| G3/B3/CL3 | 300 X 700 |
| G4/B4/CL4 | 300 X 600 |
| G5/B5/CL5 | 300 X 400 |
| G6/B6/CL6 | 200 X 400 |
| G7/B7/CL7 | 500 X 700 |
| G8/B8/CL8 | 400 X 900 |
| G9/B9/CL9 | 500 X 1000 |
| G10/B10/CL10 | 800 X 1600 |
| G11/B11/CL11 | 300 X 500 |
| G12/B12/CL12 | 400 X 600 |
| G13/B13/CL13 | 300 X 1050 |
| G14/B14/CL14 | 400 X 1300 |
| G15/B15/CL15 | 400 X 1450 |
| G16/B16/CL16 | 400 X 2050 |
| G17/B17/CL17 | 1000 X 600 |
| G18/B18/CL18 | 700 X 600 |
| G19/B19/CL19 | 500 X 600 |

| WALL | TEBAL |
|------|-------|
| SW1 | 500 |
| SW2 | 500 |



PROGRAM STUDI D-IV DEPARTEMEN
TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA

TUGAS AKHIR TERAPAN

JUDUL

PERHITUNGAN ANGGARAN BIAYA
DAN WAKTU PELAKSANAAN PADA
PROYEK PEMBANGUNAN APARTEMEN
CASPIAN, SUPERBLOK GRAND
SUNGKONO LAGOON - KOTA
SURABAYA

OBJEK STUDI

APARTEMEN CASPIAN SURABAYA

LOKASI

Jl. KH ABDUL WAHAB SIAMIN BLOK
RA SURABAYA

NAMA MAHASISWA

MUHAMMAD ARIFIAN AMIRUDIN
NRP 1011151000006

DOSEN PEMBIMBING

Ir. SUKOBAR, M.T.
NIP 19571201 198601 1 002

JUDUL GAMBAR

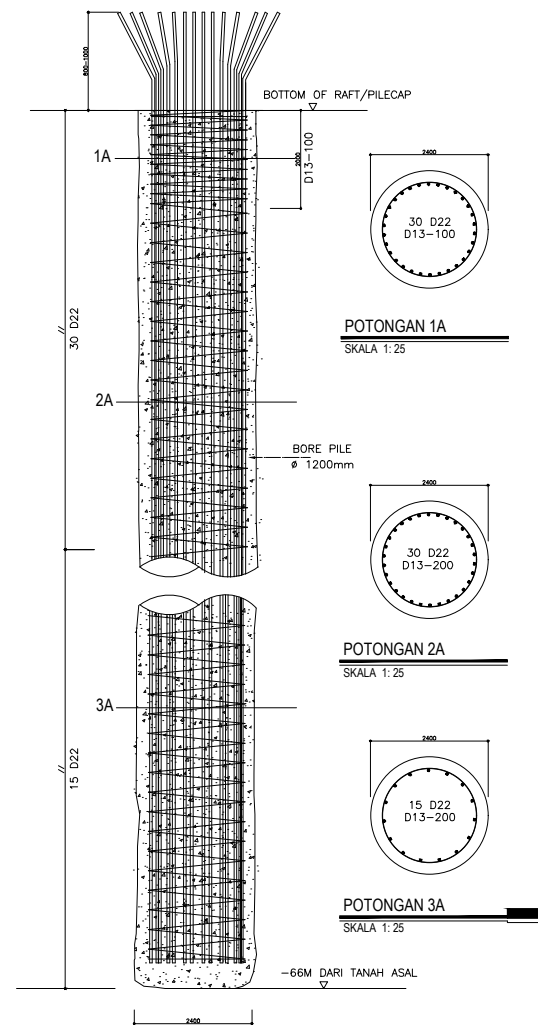
DETAIL PONDASI BORED PILE

NO GBR

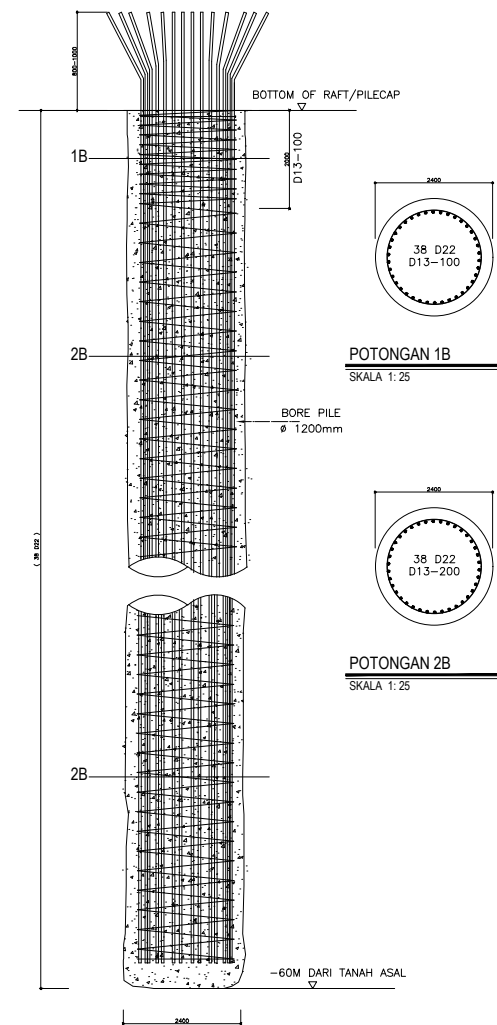
JUMLAH GBR

12

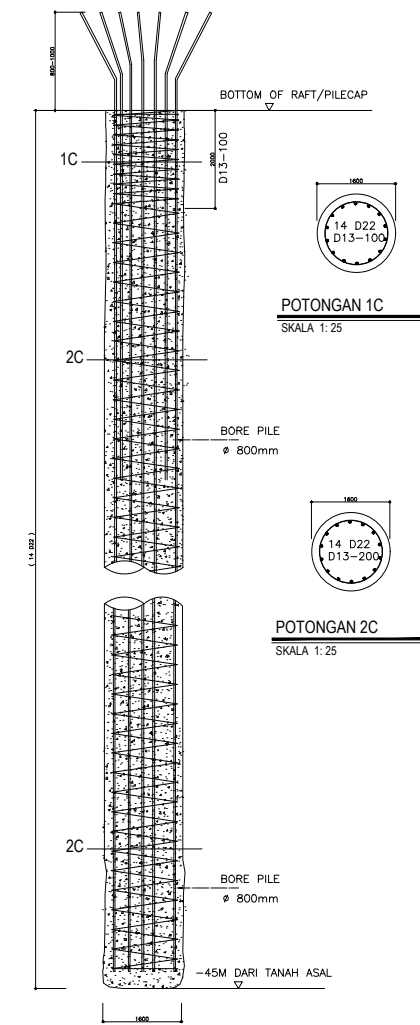
33



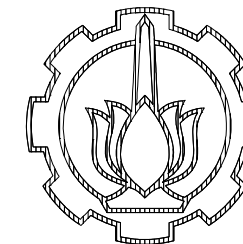
DETAIL BOREPILE Ø1200mm KEDALAMAN -66M
SKALA 1:50



DETAIL BOREPILE Ø1200mm KEDALAMAN -60M
SKALA 1:50



DETAIL BOREPILE Ø800mm KEDALAMAN -45M
SKALA 1:50



PROGRAM STUDI D-IV DEPARTEMEN
TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA

TUGAS AKHIR TERAPAN

JUDUL

PERHITUNGAN ANGGARAN BIAYA
DAN WAKTU PELAKSANAAN PADA
PROYEK PEMBANGUNAN APARTEMEN
CASPIAN, SUPERBLOK GRAND
SUNGKONO LAGOON - KOTA
SURABAYA

OBJEK STUDI

APARTEMEN CASPIAN SURABAYA

LOKASI

Jl. KH ABDUL WAHAB SIAMIN BLOK
RA SURABAYA

NAMA MAHASISWA

MUHAMMAD ARIFIAN AMIRUDIN
NRP 1011151000006

DOSEN PEMBIMBING

Ir. SUKOBAR, M.T.
NIP 19571201 198601 1 002

JUDUL GAMBAR

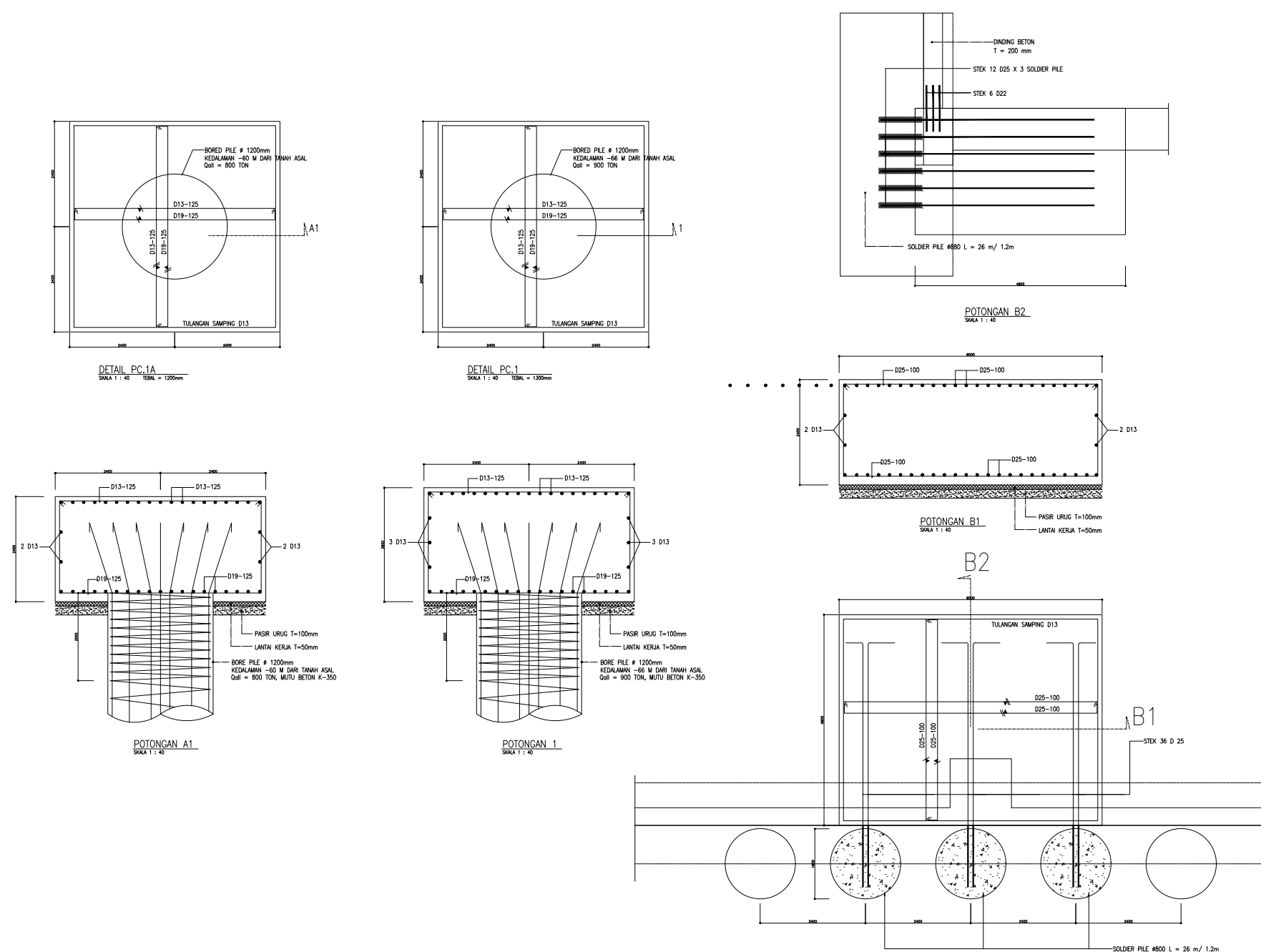
DETAIL PILE CAP (LEMBAR 1)

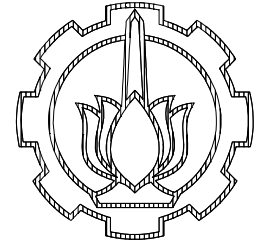
NO GBR

13

JUMLAH GBR

33





PROGRAM STUDI D-IV DEPARTEMEN
TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA

TUGAS AKHIR TERAPAN

JUDUL

PERHITUNGAN ANGGARAN BIAYA
DAN WAKTU PELAKSANAAN PADA
PROYEK PEMBANGUNAN APARTEMEN
CASPIAN, SUPERBLOK GRAND
SUNGKONO LAGOON - KOTA
SURABAYA

OBJEK STUDI

APARTEMEN CASPIAN SURABAYA

LOKASI

Jl. KH ABDUL WAHAB SIAMIN BLOK
RA SURABAYA

NAMA MAHASISWA

MUHAMMAD ARIFIAN AMIRUDIN
NRP 1011151000006

DOSEN PEMBIMBING

Ir. SUKOBAR, M.T.
NIP 19571201 198601 1 002

JUDUL GAMBAR

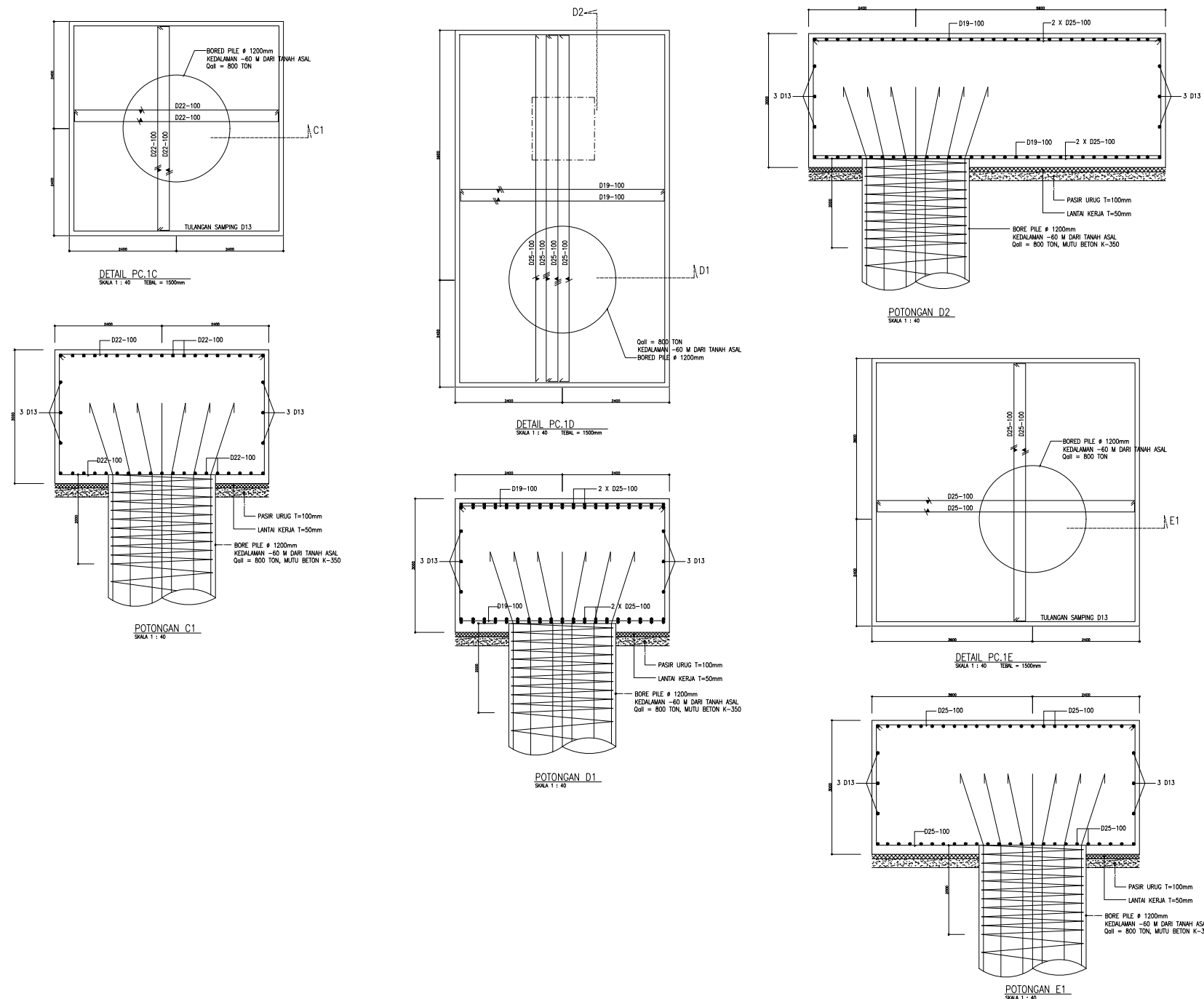
DETAIL PILE CAP (LEMBAR 2)

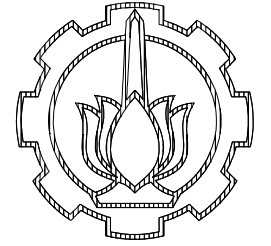
NO GBR

14

JUMLAH GBR

33





PROGRAM STUDI D-IV DEPARTEMEN
TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA

TUGAS AKHIR TERAPAN

JUDUL

PERHITUNGAN ANGGARAN BIAYA
DAN WAKTU PELAKSANAAN PADA
PROYEK PEMBANGUNAN APARTEMEN
CASPIAN, SUPERBLOK GRAND
SUNGKONO LAGOON - KOTA
SURABAYA

OBJEK STUDI

APARTEMEN CASPIAN SURABAYA

LOKASI

Jl. KH ABDUL WAHAB SIAMIN BLOK
RA SURABAYA

NAMA MAHASISWA

MUHAMMAD ARIFIAN AMIRUDIN
NRP 1011151000006

DOSEN PEMBIMBING

Ir. SUKOBAR, M.T.
NIP 19571201 198601 1 002

JUDUL GAMBAR

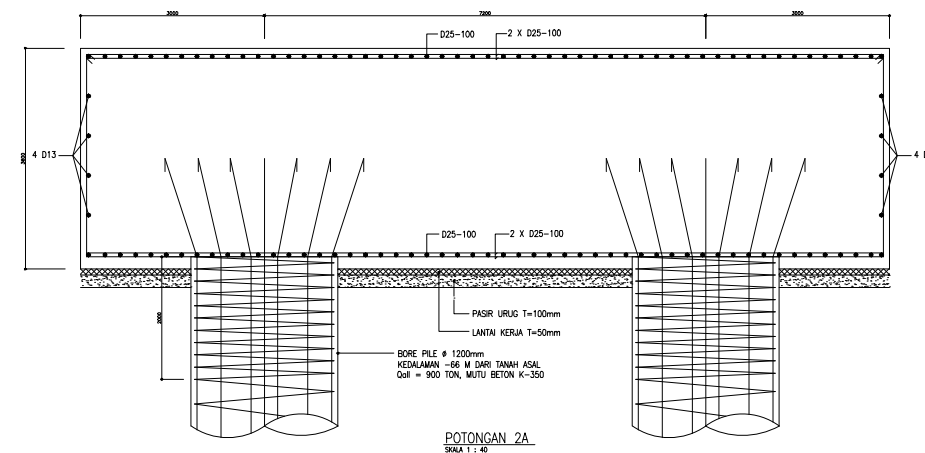
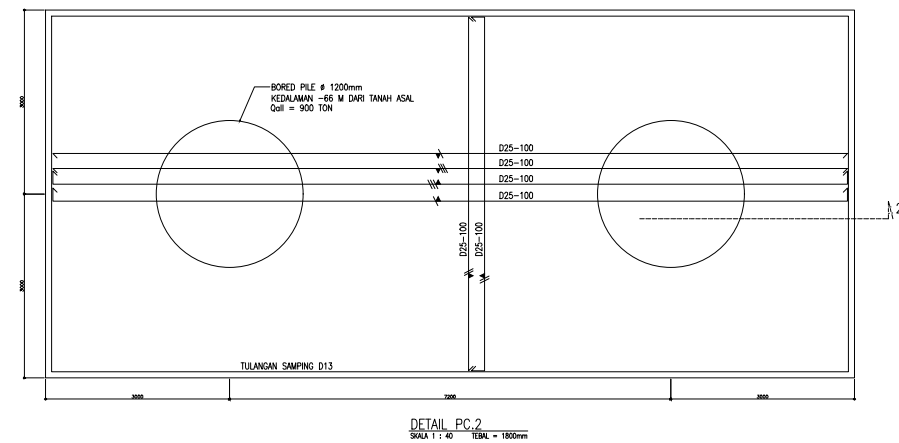
DETAIL PILE CAP (LEMBAR 3)

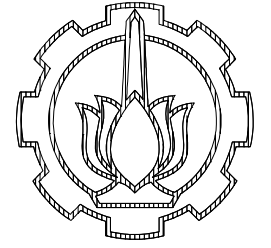
NO GBR

15

JUMLAH GBR

33





PROGRAM STUDI D-IV DEPARTEMEN
TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA

TUGAS AKHIR TERAPAN

JUDUL

PERHITUNGAN ANGGARAN BIAYA
DAN WAKTU PELAKSANAAN PADA
PROYEK PEMBANGUNAN APARTEMEN
CASPIAN, SUPERBLOK GRAND
SUNGKONO LAGOON - KOTA
SURABAYA

OBJEK STUDI

APARTEMEN CASPIAN SURABAYA

LOKASI

Jl. KH ABDUL WAHAB SIAMIN BLOK
RA SURABAYA

NAMA MAHASISWA

MUHAMMAD ARIFIAN AMIRUDIN
NRP 1011151000006

DOSEN PEMBIMBING

Ir. SUKOBAR, M.T.
NIP 19571201 198601 1 002

JUDUL GAMBAR

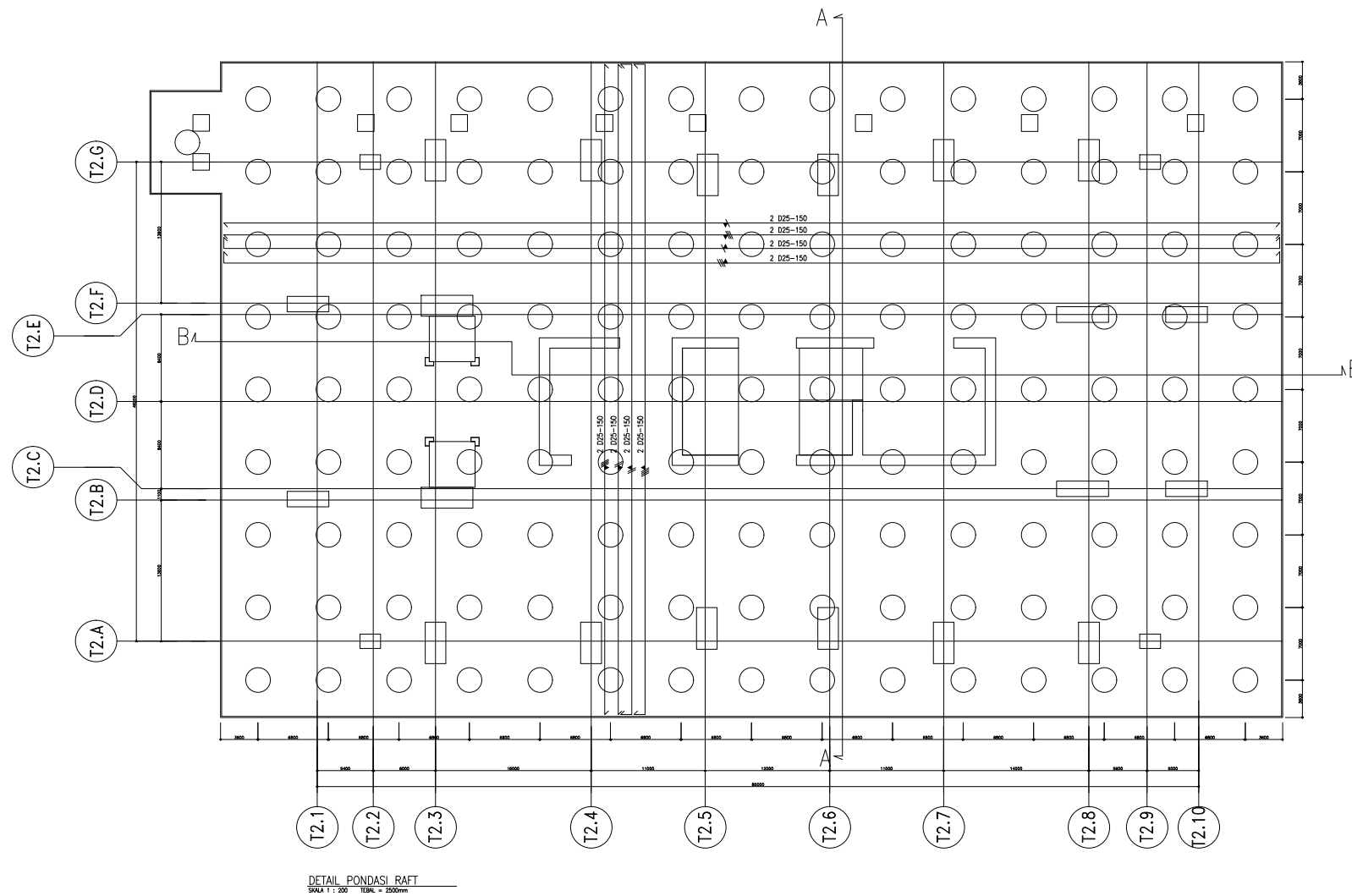
DETAIL PONDASI RAFT

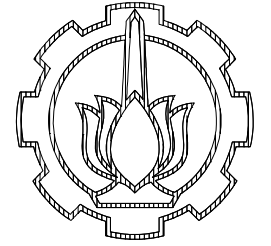
NO GBR

16

JUMLAH GBR

33





PROGRAM STUDI D-IV DEPARTEMEN
TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA

TUGAS AKHIR TERAPAN

JUDUL

PERHITUNGAN ANGGARAN BIAYA
DAN WAKTU PELAKSANAAN PADA
PROYEK PEMBANGUNAN APARTEMEN
CASPIAN, SUPERBLOK GRAND
SUNGKONO LAGOON - KOTA
SURABAYA

OBJEK STUDI

APARTEMEN CASPIAN SURABAYA

LOKASI

Jl. KH ABDUL WAHAB SIAMIN BLOK
RA SURABAYA

NAMA MAHASISWA

MUHAMMAD ARIFIAN AMIRUDIN
NRP 1011151000006

DOSEN PEMBIMBING

Ir. SUKOBAR, M.T.
NIP 19571201 198601 1 002

JUDUL GAMBAR

DETAIL PENULANGAN KOLOM
(LEMBAR 1)

NO GBR

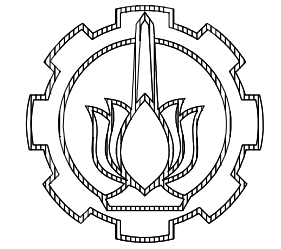
17

JUMLAH GBR

33

| KOLOM LEVEL | K1 | KOLOM LEVEL | K1 | KOLOM LEVEL | K1 |
|----------------|--------------------------------|----------------|----------------------------------|----------------|----------------------------------|
| LANTAI 10 | | LANTAI 23 | | LANTAI 48 | |
| LANTAI 6 | | LANTAI 19 | | LANTAI 23 | |
| DIMENSI | 750 x 2000 | DIMENSI | 750 x 2000 | DIMENSI | 750 x 2000 |
| TULANGAN UTAMA | 38 D25 | TULANGAN UTAMA | 38 D25 | TULANGAN UTAMA | 38 D25 |
| SENGKANG | D10-100 + KAIT 6 D10-100 | SENGKANG | D10-100 + KAIT 6 D10-100 | SENGKANG | D10-100 + KAIT 6 D10-100 |
| MUTU | K-500 (f _c '=42MPa) | MUTU | K-350 (f _c '=29MPa) | MUTU | K-300 (f _c '=25MPa) |
| LANTAI 6 | | LANTAI 19 | | LANTAI 14 | |
| LT GROUND | | LANTAI 14 | | LANTAI 10 | |
| DIMENSI | 1000 x 2000 | DIMENSI | 750 x 2000 | LANTAI 10 | |
| TULANGAN UTAMA | 42 D25 | TULANGAN UTAMA | 38 D25 | DIMENSI | 750 x 2000 |
| SENGKANG | D10-100 + KAIT 7 D10-100 | SENGKANG | D10-100 + KAIT 6 D10-100 | TULANGAN UTAMA | 38 D25 |
| MUTU | K-500 (f _c '=42MPa) | MUTU | K-400 (f _c '=33,5MPa) | SENGKANG | D10-100 + KAIT 6 D10-100 |
| LT BASEMENT 3 | | LANTAI 10 | | MUTU | K-450 (f _c '=37,5MPa) |
| DIMENSI | 1000 x 2000 | LANTAI 10 | | DIMENSI | 750 x 2000 |
| TULANGAN UTAMA | 42 D25 | LANTAI 10 | | TULANGAN UTAMA | 38 D25 |
| SENGKANG | D10-100 + KAIT 7 D10-100 | LANTAI 10 | | SENGKANG | D10-100 + KAIT 6 D10-100 |
| MUTU | K-600 (f _c '=50MPa) | LANTAI 10 | | MUTU | K-450 (f _c '=37,5MPa) |

| KOLOM LEVEL | K3 | KOLOM LEVEL | K3 | KOLOM LEVEL | K3 |
|----------------|--------------------------------|----------------|----------------------------------|----------------|----------------------------------|
| LANTAI 10 | | LANTAI 23 | | LANTAI ATAP | |
| LANTAI 6 | | LANTAI 19 | | LANTAI 23 | |
| DIMENSI | 650 x 2000 | DIMENSI | 650 x 2000 | DIMENSI | 650 x 2000 |
| TULANGAN UTAMA | 34 D25 | TULANGAN UTAMA | 34 D25 | TULANGAN UTAMA | 34 D25 |
| SENGKANG | D10-100 + KAIT 6 D10-100 | SENGKANG | D10-100 + KAIT 6 D10-100 | SENGKANG | D10-100 + KAIT 6 D10-100 |
| MUTU | K-500 (f _c '=42MPa) | MUTU | K-350 (f _c '=29MPa) | MUTU | K-300 (f _c '=25MPa) |
| LANTAI 6 | | LANTAI 19 | | LANTAI 23 | |
| LT GROUND | | LANTAI 14 | | LANTAI 23 | |
| DIMENSI | 750 x 2000 | DIMENSI | 650 x 2000 | LANTAI 23 | |
| TULANGAN UTAMA | 38 D25 | TULANGAN UTAMA | 34 D25 | DIMENSI | 650 x 2000 |
| SENGKANG | D10-100 + KAIT 6 D10-100 | SENGKANG | D10-100 + KAIT 6 D10-100 | TULANGAN UTAMA | 34 D25 |
| MUTU | K-500 (f _c '=42MPa) | MUTU | K-400 (f _c '=33,5MPa) | SENGKANG | D10-100 + KAIT 6 D10-100 |
| LT BASEMENT 3 | | LANTAI 14 | | MUTU | K-450 (f _c '=37,5MPa) |
| DIMENSI | 750 x 2000 | LANTAI 14 | | DIMENSI | 650 x 2000 |
| TULANGAN UTAMA | 38 D25 | LANTAI 14 | | TULANGAN UTAMA | 34 D25 |
| SENGKANG | D10-100 + KAIT 6 D10-100 | LANTAI 14 | | SENGKANG | D10-100 + KAIT 6 D10-100 |
| MUTU | K-600 (f _c '=50MPa) | LANTAI 14 | | MUTU | K-450 (f _c '=37,5MPa) |



PROGRAM STUDI D-IV DEPARTEMEN
TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA

TUGAS AKHIR TERAPAN

JUDUL

PERHITUNGAN ANGGARAN BIAYA
DAN WAKTU PELAKSANAAN PADA
PROYEK PEMBANGUNAN APARTEMEN
CASPIAN, SUPERBLOK GRAND
SUNGKONO LAGOON - KOTA
SURABAYA

OBJEK STUDI

APARTEMEN CASPIAN SURABAYA

LOKASI

Jl. KH ABDUL WAHAB SIAMIN BLOK
RA SURABAYA

NAMA MAHASISWA

MUHAMMAD ARIFIAN AMIRUDIN
NRP 1011151000006

DOSEN PEMBIMBING

Ir. SUKOBAR, M.T.
NIP 19571201 198601 1 002

JUDUL GAMBAR

DETAIL PENULANGAN KOLOM
(LEMBAR 2)

NO GBR

18

JUMLAH GBR

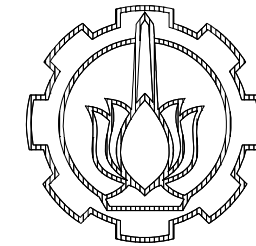
33

| KOLOM LEVEL | K7 | KOLOM LEVEL | K7 |
|----------------------------|----------------------------------|--------------------------|----------------------------------|
| LANTAI 14 LANTAI 10 | | LANTAI ATAP LANTAI 23 | |
| DIMENSI | 700 x 1000 | DIMENSI | 700 x 1000 |
| TULANGAN UTAMA | 24 D25 | TULANGAN UTAMA | 24 D25 |
| SENGKANG | D10-100 + KAIT 3 D10-100 | SENGKANG | D10-100 + KAIT 3 D10-100 |
| MUTU | K-450 (f _c '=37,5MPa) | MUTU | K-300 (f _c '=25MPa) |
| LANTAI 10 LANTAI 6 | | LANTAI 23 LANTAI 19 | |
| DIMENSI | 700 x 1000 | DIMENSI | 700 x 1000 |
| TULANGAN UTAMA | 24 D25 | TULANGAN UTAMA | 24 D25 |
| SENGKANG | D10-100 + KAIT 3 D10-100 | SENGKANG | D10-100 + KAIT 3 D10-100 |
| MUTU | K-500 (f _c '=42MPa) | MUTU | K-350 (f _c '=29MPa) |
| LANTAI 6 LT GROUND | | LANTAI 19 LANTAI 14 | |
| DIMENSI | 700 x 1000 | DIMENSI | 700 x 1000 |
| TULANGAN UTAMA | 24 D25 | TULANGAN UTAMA | 24 D25 |
| SENGKANG | D10-100 + KAIT 3 D10-100 | SENGKANG | D10-100 + KAIT 3 D10-100 |
| MUTU | K-500 (f _c '=42MPa) | MUTU | K-400 (f _c '=33,5MPa) |
| LT GROUND LT BASEMENT 3 | | | |
| DIMENSI | 700 x 1000 | | |
| TULANGAN UTAMA | 24 D25 | | |
| SENGKANG | D10-100 + KAIT 3 D10-100 | | |
| MUTU | K-600 (f _c '=50MPa) | | |

| KOLOM LEVEL | K6 | KOLOM LEVEL | K6 | KOLOM LEVEL | K6 |
|----------------------------|--------------------------------|------------------------|----------------------------------|--------------------------|--------------------------------|
| LANTAI 10 LANTAI 6 | | LANTAI 23 LANTAI 19 | | LANTAI ATAP LANTAI 23 | |
| DIMENSI | 800 x 2500 | DIMENSI | 800 x 2500 | DIMENSI | 800 x 2500 |
| TULANGAN UTAMA | 48 D25 | TULANGAN UTAMA | 48 D25 | TULANGAN UTAMA | 48 D25 |
| SENGKANG | D10-100 + KAIT 8 D10-100 | SENGKANG | D10-100 + KAIT 8 D10-100 | SENGKANG | D10-100 + KAIT 8 D10-100 |
| MUTU | K-500 (f _c '=42MPa) | MUTU | K-350 (f _c '=29MPa) | MUTU | K-300 (f _c '=25MPa) |
| LANTAI 6 LT GROUND | | LANTAI 19 LANTAI 14 | | | |
| DIMENSI | 1000 x 2500 | DIMENSI | 800 x 2500 | | |
| TULANGAN UTAMA | 52 D25 | TULANGAN UTAMA | 48 D25 | | |
| SENGKANG | D10-100 + KAIT 8 D10-100 | SENGKANG | D10-100 + KAIT 8 D10-100 | | |
| MUTU | K-500 (f _c '=42MPa) | MUTU | K-400 (f _c '=33,5MPa) | | |
| LT GROUND LT BASEMENT 3 | | LANTAI 14 LANTAI 10 | | | |
| DIMENSI | 1000 x 2500 | DIMENSI | 800 x 2500 | | |
| TULANGAN UTAMA | 52 D25 | TULANGAN UTAMA | 48 D25 | | |
| SENGKANG | D10-100 + KAIT 8 D10-100 | SENGKANG | D10-100 + KAIT 8 D10-100 | | |
| MUTU | K-600 (f _c '=50MPa) | MUTU | K-450 (f _c '=37,5MPa) | | |

| KOLOM LEVEL | K11 |
|--------------------------|--------------------------------|
| LANTAI ATAP LANTAI 4B | |
| DIMENSI | 750 x 1500 |
| TULANGAN UTAMA | 24 D25 |
| SENGKANG | D10-100 + KAIT 4 D10-100 |
| MUTU | K-300 (f _c '=25MPa) |

| KOLOM LEVEL | K12 |
|--------------------------|--------------------------------|
| LANTAI ATAP LANTAI 4B | |
| DIMENSI | 750 x 1300 |
| TULANGAN UTAMA | 24 D25 |
| SENGKANG | D10-100 + KAIT 4 D10-100 |
| MUTU | K-300 (f _c '=25MPa) |



PROGRAM STUDI D-IV DEPARTEMEN
TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA

TUGAS AKHIR TERAPAN

JUDUL

PERHITUNGAN ANGGARAN BIAYA
DAN WAKTU PELAKSANAAN PADA
PROYEK PEMBANGUNAN APARTEMEN
CASPIAN, SUPERBLOK GRAND
SUNGKONO LAGOON - KOTA
SURABAYA

OBJEK STUDI

APARTEMEN CASPIAN SURABAYA

LOKASI

Jl. KH ABDUL WAHAB SIAMIN BLOK
RA SURABAYA

NAMA MAHASISWA

MUHAMMAD ARIFIAN AMIRUDIN
NRP 1011151000006

DOSEN PEMBIMBING

Ir. SUKOBAR, M.T.
NIP 19571201 198601 1 002

JUDUL GAMBAR

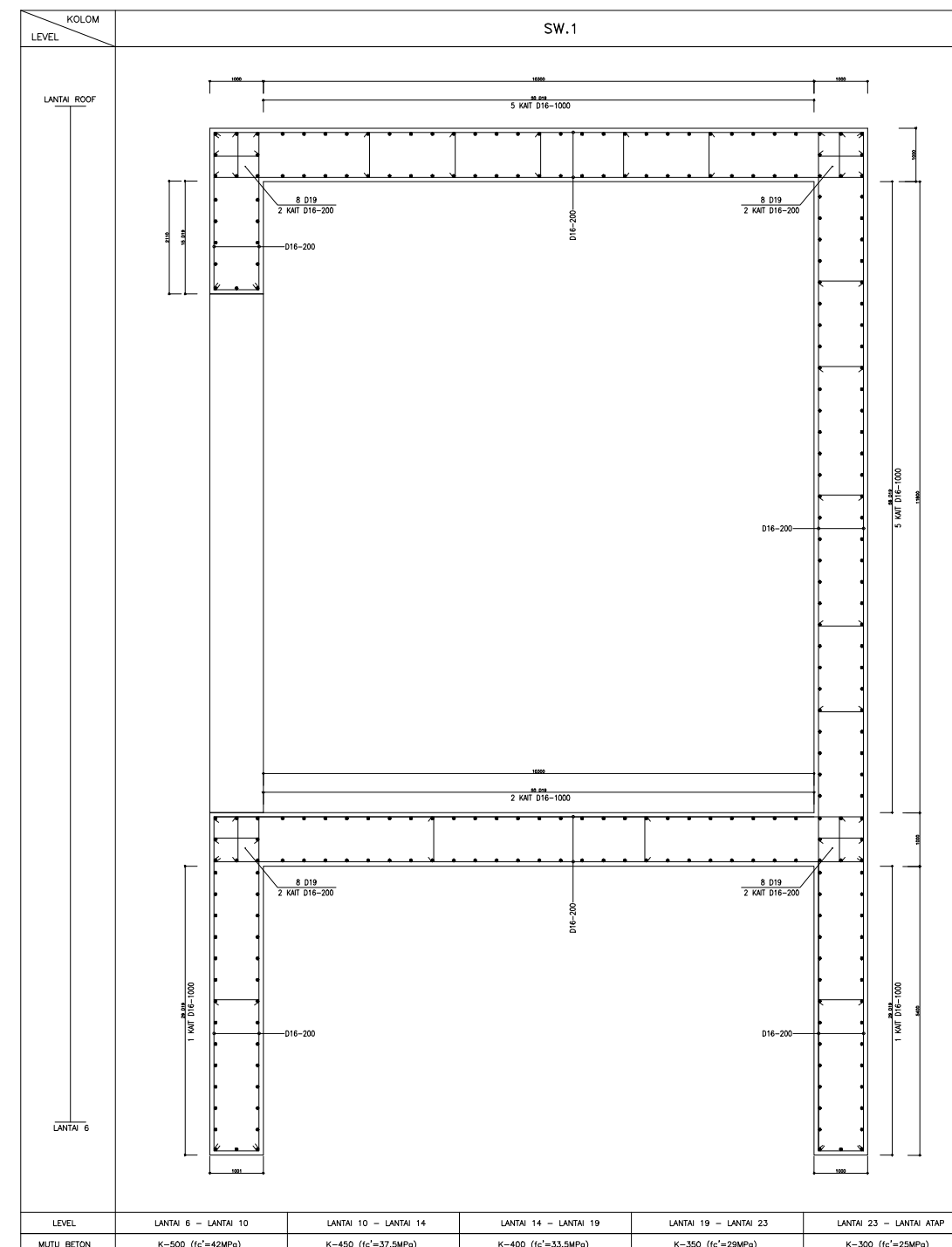
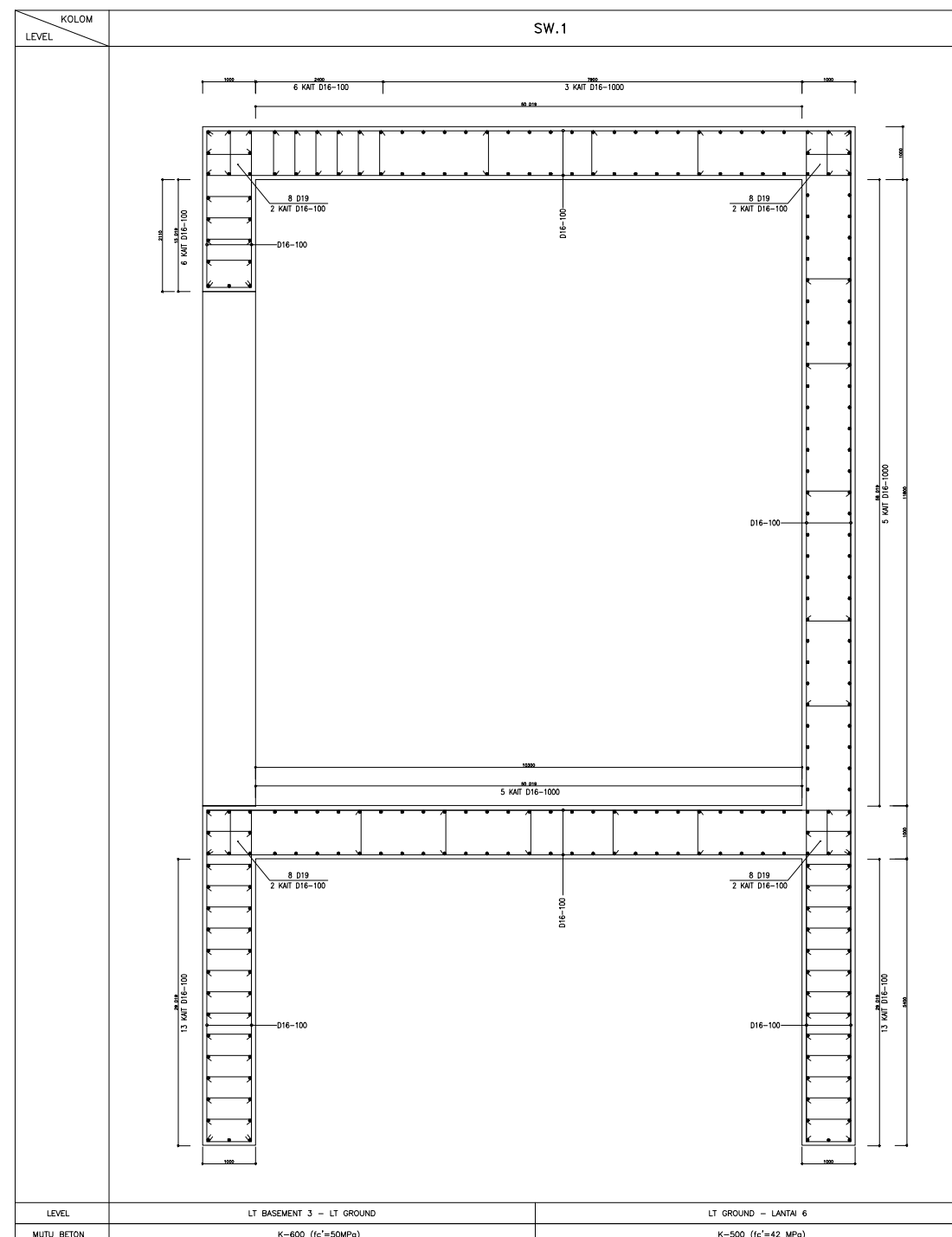
DETAIL SHEAR WALL (LEMBAR 1)

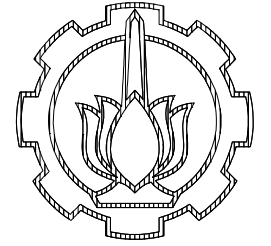
NO GBR

20

JUMLAH GBR

33





PROGRAM STUDI D-IV DEPARTEMEN
TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA

TUGAS AKHIR TERAPAN

JUDUL

PERHITUNGAN ANGGARAN BIAYA
DAN WAKTU PELAKSANAAN PADA
PROYEK PEMBANGUNAN APARTEMEN
CASPIAN, SUPERBLOK GRAND
SUNGKONO LAGOON - KOTA
SURABAYA

OBJEK STUDI

APARTEMEN CASPIAN SURABAYA

LOKASI

Jl. KH ABDUL WAHAB SIAMIN BLOK
RA SURABAYA

NAMA MAHASISWA

MUHAMMAD ARIFIAN AMIRUDIN
NRP 1011151000006

DOSEN PEMBIMBING

Ir. SUKOBAR, M.T.
NIP 19571201 198601 1 002

JUDUL GAMBAR

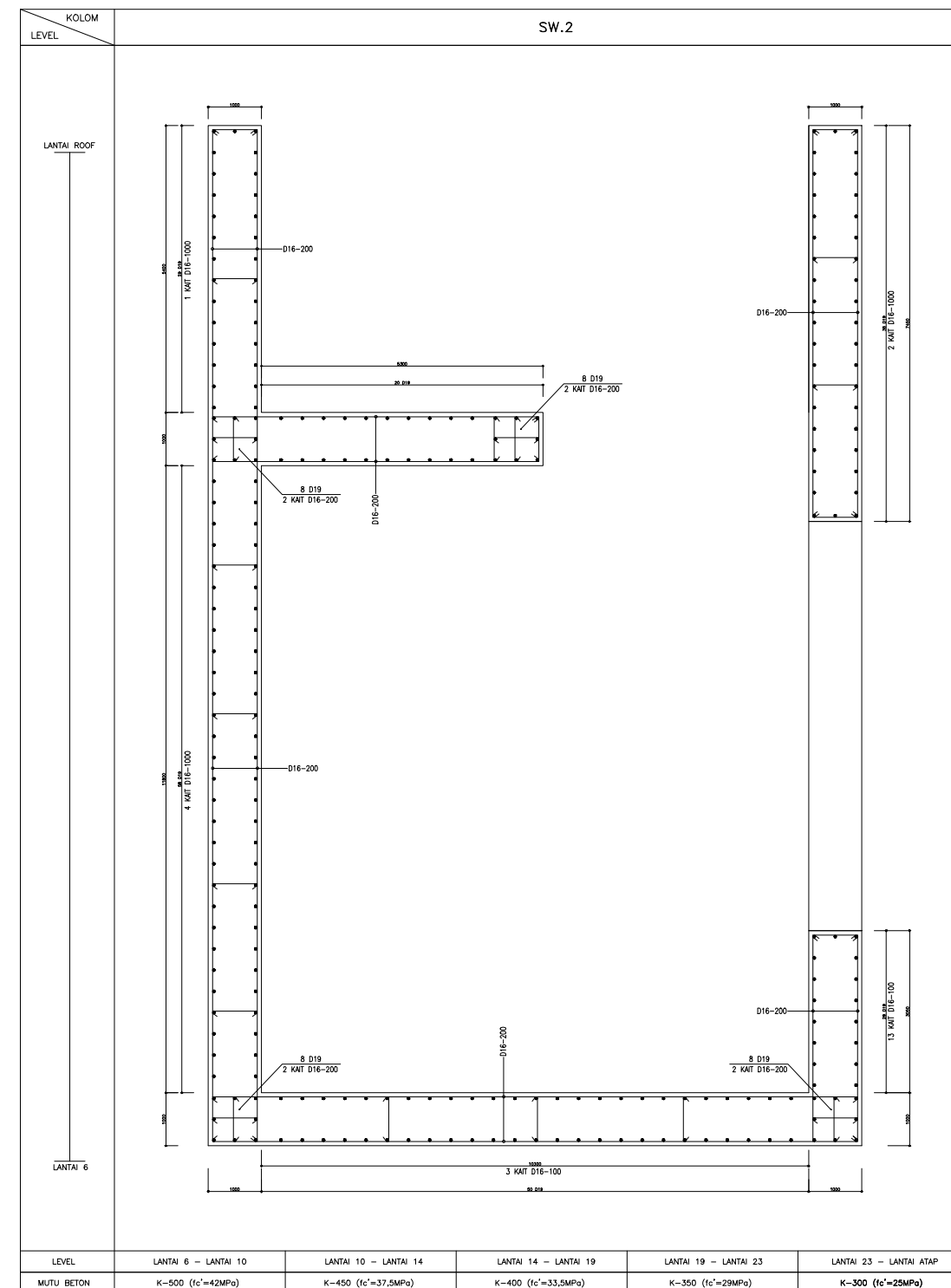
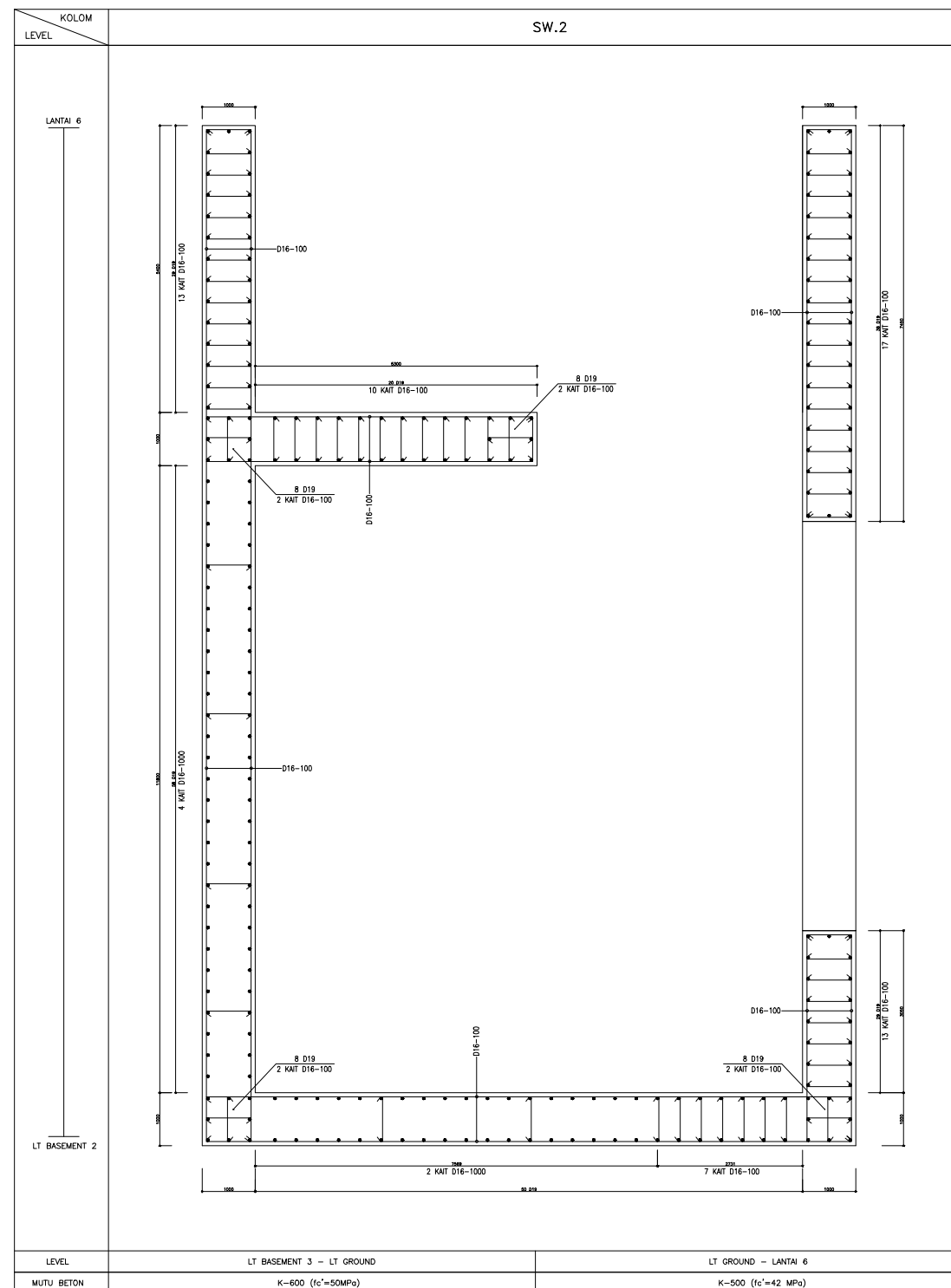
DETAIL SHEAR WALL (LEMBAR 2)

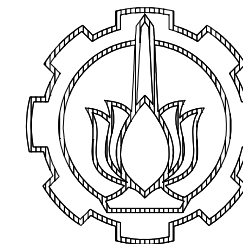
NO GBR

21

JUMLAH GBR

33





PROGRAM STUDI D-IV DEPARTEMEN
TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA

TUGAS AKHIR TERAPAN

JUDUL

PERHITUNGAN ANGGARAN BIAYA
DAN WAKTU PELAKSANAAN PADA
PROYEK PEMBANGUNAN APARTEMEN
CASPIAN, SUPERBLOK GRAND
SUNGKONO LAGOON - KOTA
SURABAYA

OBJEK STUDI

APARTEMEN CASPIAN SURABAYA

LOKASI

Jl. KH ABDUL WAHAB SIAMIN BLOK
RA SURABAYA

NAMA MAHASISWA

MUHAMMAD ARIFIAN AMIRUDIN
NRP 1011151000006

DOSEN PEMBIMBING

Ir. SUKOBAR, M.T.
NIP 19571201 198601 1 002

JUDUL GAMBAR

DETAIL PENULANGAN TIE BEAM

NO GBR

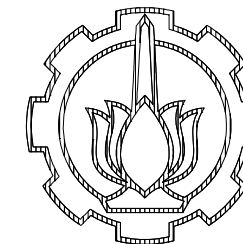
22

JUMLAH GBR

33

| TIPE BALOK | TB1-1 | | TB2-1 | | TB2-1A | | TB3-1 | | TB3-2 | | TB3-3 | | TB3-4 | |
|-------------------|------------|------------|-----------|-----------|-------------------|-------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-------------------|-------------------|
| | TUMPUAN | LAPANGAN | TUMPUAN | LAPANGAN | TUMPUAN | LAPANGAN | TUMPUAN | LAPANGAN | TUMPUAN | LAPANGAN | TUMPUAN | LAPANGAN | TUMPUAN | LAPANGAN |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| DIMENSI | 500 X 1200 | 500 X 1200 | 500 X 900 | 500 X 900 | 500 X 900 | 500 X 900 | 400 X 800 | 400 X 800 | 400 X 800 | 400 X 800 | 400 X 800 | 400 X 800 | 400 X 800 | 400 X 800 |
| TULANGAN ATAS | 7 D 25 | 14 D 25 | 6 D 25 | 12 D 25 | 6 D 25 | 12 D 25 | 4 D 25 | 8 D 25 | 4 D 25 | 7 D 25 | 5 D 25 | 10 D 25 | 6 D 25 | 6 D 25 |
| TULANGAN SAMPIING | 6 D 13 | 6 D 13 | 4 D 13 | 4 D 13 | 4D10+2KAT D10-150 | 4D10+2KAT D10-150 | 4 D 10 | 4 D 10 | 4 D 10 | 4 D 10 | 4 D 10 | 4 D 10 | 2D10+1KAT D10-100 | 2D10+1KAT D10-100 |
| TULANGAN BAWAH | 14 D 25 | 7 D 25 | 12 D 25 | 6 D 25 | 12 D 25 | 6 D 25 | 8 D 25 | 4 D 25 | 7 D 25 | 4 D 25 | 10 D 25 | 5 D 25 | 6 D 25 | 6 D 25 |
| SENGKANG | 4 D13-100 | D13-200 | 4 D13-100 | D13-200 | 4 D13-100 | D13-150 | 3 D10-100 | D10-200 | 3 D10-100 | D10-200 | 3 D13-100 | D13-200 | D13-100 | D13-150 |

| TIPE BALOK | TB4-1 | | TB4-2 | | TB4-3 | | TB4-4 | | TB5-1 | | TB6-1 | | TB7-1 | |
|-------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | TUMPUAN | LAPANGAN | TUMPUAN | LAPANGAN | TUMPUAN | LAPANGAN | TUMPUAN | LAPANGAN | TUMPUAN | LAPANGAN | TUMPUAN | LAPANGAN | TUMPUAN | LAPANGAN |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| DIMENSI | 400 X 700 | 400 X 700 | 400 X 700 | 400 X 700 | 400 X 700 | 400 X 700 | 400 X 700 | 400 X 700 | 300 X 700 | 300 X 700 | 300 X 600 | 300 X 600 | 300 X 500 | 300 X 500 |
| TULANGAN ATAS | 4 D 25 | 7 D 25 | 3 D 25 | 3 D 25 | 4 D 25 | 8 D 25 | 4 D 25 | 4 D 25 | 3 D 25 | 3 D 25 | 3 D 19 | 3 D 19 | 3 D 16 | 3 D 16 |
| TULANGAN SAMPIING | 2 D 10 | 2 D 10 | 2 D 10 | 2 D 10 | 2 D 10 | 2 D 10 | 2 D 10 | 2 D 10 | 2 D 10 | 2 D 10 | 2 D 10 | 2 D 10 | 2 D 10 | 2 D 10 |
| TULANGAN BAWAH | 7 D 25 | 4 D 25 | 3 D 25 | 3 D 25 | 8 D 25 | 4 D 25 | 4 D 25 | 4 D 25 | 3 D 25 | 3 D 25 | 3 D 19 | 3 D 19 | 3 D 16 | 3 D 16 |
| SENGKANG | 3 D10-100 | D10-200 | 3 D10-100 | 3 D10-100 | 3 D13-100 | D13-200 | 3 D10-100 | D10-200 | D10-100 | D10-200 | D10-200 | D10-200 | D10-200 | D10-200 |



PROGRAM STUDI D-IV DEPARTEMEN
TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA

TUGAS AKHIR TERAPAN

JUDUL

PERHITUNGAN ANGGARAN BIAYA
DAN WAKTU PELAKSANAAN PADA
PROYEK PEMBANGUNAN APARTEMEN
CASPIAN, SUPERBLOK GRAND
SUNGKONO LAGOON - KOTA
SURABAYA

OBJEK STUDI

APARTEMEN CASPIAN SURABAYA

LOKASI

Jl. KH ABDUL WAHAB SIAMIN BLOK
RA SURABAYA

NAMA MAHASISWA

MUHAMMAD ARIFIAN AMIRUDIN
NRP 1011151000006

DOSEN PEMBIMBING

Ir. SUKOBAR, M.T.
NIP 19571201 198601 1 002

JUDUL GAMBAR

DETAIL PENULANGAN BALOK
(LEMBAR 1)

NO GBR

23

JUMLAH GBR

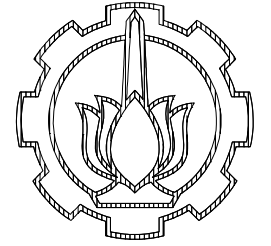
33

| TIPE BALOK | G1-1 | | G1-2 | | G1-3 | | G1-4 | | G1-5 | | G1-6 | | G1-7 | |
|-------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | TUMPUAN | LAPANGAN | TUMPUAN | LAPANGAN | TUMPUAN | LAPANGAN | TUMPUAN | LAPANGAN | TUMPUAN | LAPANGAN | TUMPUAN | LAPANGAN | TUMPUAN | LAPANGAN |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| DIMENSI | 400 X 800 | 400 X 800 | 400 X 800 | 400 X 800 | 400 X 800 | 400 X 800 | 400 X 800 | 400 X 800 | 400 X 800 | 400 X 800 | 400 X 800 | 400 X 800 | 400 X 800 | 400 X 800 |
| TULANGAN ATAS | 10 D 25 | 5 D 25 | 10 D 25 | 4 D 25 | 10 D 25 | 4 D 25 | 10 D 25 | 10 D 25 | 7 D 19 | 4 D 19 | 8 D 19 | 4 D 19 | 8 D 22 | 4 D 22 |
| TULANGAN SAMPIING | 4 D 10 | 4 D 10 | 4 D 10 | 4 D 10 | 4 D 10 | 4 D 10 | 4 D 10 | 4 D 10 | 4 D 10 | 4 D 10 | 4 D 10 | 4 D 10 | 4 D 10 | 4 D 10 |
| TULANGAN BAWAH | 5 D 25 | 5 D 25 | 5 D 25 | 7 D 25 | 5 D 25 | 8 D 25 | 10 D 25 | 10 D 25 | 4 D 19 | 7 D 19 | 4 D 19 | 8 D 19 | 4 D 22 | 8 D 22 |
| SENGKANG | 3 D10-100 | D10-200 | 4 D10-100 | D10-200 | 4 D10-100 | D10-200 | 4 D10-100 | 4 D10-100 | 3 D10-100 | D10-200 | 3 D10-100 | D10-200 | 4 D10-100 | D10-200 |

| TIPE BALOK | G2-1 | | G2-2 | | G2-3 | | G2-4 | | G2-5 | | G2-5A | | G2-6 | |
|-------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | TUMPUAN | LAPANGAN | TUMPUAN | LAPANGAN | TUMPUAN | LAPANGAN | TUMPUAN | LAPANGAN | TUMPUAN | LAPANGAN | TUMPUAN | LAPANGAN | TUMPUAN | LAPANGAN |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| DIMENSI | 400 X 700 | 400 X 700 | 400 X 700 | 400 X 700 | 400 X 700 | 400 X 700 | 400 X 700 | 400 X 700 | 400 X 700 | 400 X 700 | 400 X 700 | 400 X 700 | 400 X 700 | 400 X 700 |
| TULANGAN ATAS | 10 D 25 | 5 D 25 | 6 D 25 | 6 D 25 | 9 D 25 | 3 D 25 | 12 D 25 | 12 D 25 | 8 D 22 | 4 D 22 | 8 D 22 | 4 D 22 | 7 D 22 | 4 D 22 |
| TULANGAN SAMPIING | 2 D 10 | 4 D 10 | 2 D 10 | 4 D 10 | 2 D 10 | 4 D 10 | 2 D 10 | 4 D 10 | 2 D 10 | 2 D 10 | 2 D 10 | 2 D 10 | 2 D 10 | 2 D 10 |
| TULANGAN BAWAH | 5 D 25 | 5 D 25 | 3 D 25 | 3 D 25 | 5 D 25 | 6 D 25 | 12 D 25 | 12 D 25 | 4 D 22 | 4 D 22 | 4 D 22 | 4 D 22 | 4 D 22 | 4 D 22 |
| SENGKANG | 3 D10-100 | D10-200 | 3 D10-100 | D10-200 | 3 D10-100 | D10-200 | 4 D10-100 | 4 D10-100 | 3 D10-100 | D10-200 | D10-200 | D10-200 | 3 D10-100 | D10-200 |

| TIPE BALOK | G2-7 | | G2-8 | | G2-9 | | G2-10 | | G2-11 | | G2-12 | | G2-13 | |
|-------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | TUMPUAN | LAPANGAN | TUMPUAN | LAPANGAN | TUMPUAN | LAPANGAN | TUMPUAN | LAPANGAN | TUMPUAN | LAPANGAN | TUMPUAN | LAPANGAN | TUMPUAN | LAPANGAN |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| DIMENSI | 400 X 700 | 400 X 700 | 400 X 700 | 400 X 700 | 400 X 700 | 400 X 700 | 400 X 700 | 400 X 700 | 400 X 700 | 400 X 700 | 400 X 700 | 400 X 700 | 400 X 700 | 400 X 700 |
| TULANGAN ATAS | 7 D 22 | 7 D 22 | 6 D 22 | 6 D 22 | 4 D 22 | 4 D 22 | 8 D 25 | 3 D 25 | 8 D 22 | 4 D 22 | 7 D 22 | 4 D 22 | 7 D 19 | 3 D 19 |
| TULANGAN SAMPIING | 2 D 10 | 2 D 10 | 2 D 10 | 2 D 10 | 2 D 10 | 2 D 10 | 2 D 10 | 2 D 10 | 2 D 10 | 2 D 10 | 2 D 10 | 2 D 10 | 2 D 10 | 2 D 10 |
| TULANGAN BAWAH | 5 D 22 | 5 D 22 | 6 D 22 | 6 D 22 | 4 D 22 | 4 D 22 | 4 D 25 | 6 D 25 | 4 D 22 | 4 D 22 | 8 D 22 | 4 D 22 | 4 D 19 | 6 D 19 |
| SENGKANG | 4 D10-100 | 4 D10-100 | 4 D10-100 | 4 D10-100 | D10-100 | D10-200 | 4 D10-100 | D10-200 | 4 D10-100 | D10-200 | 3 D10-100 | D10-200 | 3 D10-100 | D10-200 |

| TIPE BALOK | G2-14 | | G2-15 | | G2-16 | | G2-17 | | G7-1 | |
|-------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | TUMPUAN | LAPANGAN | TUMPUAN | LAPANGAN | TUMPUAN | LAPANGAN | TUMPUAN | LAPANGAN | TUMPUAN | LAPANGAN |
| | | | | | | | | | | |
| DIMENSI | 400 X 700 | 400 X 700 | 400 X 700 | 400 X 700 | 400 X 700 | 400 X 700 | 400 X 700 | 400 X 700 | 500 X 700 | 500 X 700 |
| TULANGAN ATAS | 6 D 19 | 3 D 19 | 5 D 22 | 3 D 22 | 5 D 19 | 3 D 19 | 4 D 19 | 3 D 19 | 12 D 25 | 12 D 25 |
| TULANGAN SAMPIING | 2 D 10 | 2 D 10 | 2 D 10 | 2 D 10 | 2 D 10 | 2 D 10 | 2 D 10 | 2 D 10 | 2 D 10 | 2 D 10 |
| TULANGAN BAWAH | 3 D 19 | 4 D 19 | 3 D 22 | 5 D 22 | 3 D 19 | 5 D 19 | 3 D 19 | 4 D 19 | 12 D 25 | 12 D 25 |
| SENGKANG | 3 D10-100 | D10-200 | 3 D10-100 | D10-200 | D10-100 | D10-200 | D10-100 | D10-200 | 4 D13-100 | 4 D13-100 |



PROGRAM STUDI D-IV DEPARTEMEN
TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA

TUGAS AKHIR TERAPAN

JUDUL

PERHITUNGAN ANGGARAN BIAYA
DAN WAKTU PELAKSANAAN PADA
PROYEK PEMBANGUNAN APARTEMEN
CASPIAN, SUPERBLOK GRAND
SUNGKONO LAGOON - KOTA
SURABAYA

OBJEK STUDI

APARTEMEN CASPIAN SURABAYA

LOKASI

Jl. KH ABDUL WAHAB SIAMIN BLOK
RA SURABAYA

NAMA MAHASISWA

MUHAMMAD ARIFIAN AMIRUDIN
NRP 1011151000006

DOSEN PEMBIMBING

Ir. SUKOBAR, M.T.
NIP 19571201 198601 1 002

JUDUL GAMBAR

DETAIL PENULANGAN BALOK
(LEMBAR 3)

NO GBR

25

JUMLAH GBR

33

| TIPE BALOK | CL1-1 | | CL1-2 | | CL1-3 | | CL1-4 | | CL2-1 | | CL2-2 | | CL2-3 | |
|------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | TUMPUAN | LAPANGAN | TUMPUAN | LAPANGAN | TUMPUAN | LAPANGAN | TUMPUAN | LAPANGAN | TUMPUAN | LAPANGAN | TUMPUAN | LAPANGAN | TUMPUAN | LAPANGAN |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| DIMENSI | 400 X 800 | 400 X 800 | 400 X 800 | 400 X 800 | 400 X 800 | 400 X 800 | 400 X 800 | 400 X 800 | 400 X 700 | 400 X 700 | 400 X 700 | 400 X 700 | 400 X 700 | 400 X 700 |
| TULANGAN ATAS | 8 D 25 | 8 D 25 | 10 D 25 | 10 D 25 | 8 D 22 | 8 D 22 | 6 D 25 | 6 D 25 | 8 D 22 | 8 D 22 | 6 D 22 | 6 D 22 | 6 D 25 | 6 D 25 |
| TULANGAN SAMPING | 4 D 10 | 4 D 10 | 4 D 10 | 4 D 10 | 4 D 10 | 4 D 10 | 4 D 10 | 4 D 10 | 2 D 10 | 2 D 10 | 2 D 10 | 2 D 10 | 2 D 10 | 2 D 10 |
| TULANGAN BAWAH | 4 D 25 | 4 D 25 | 5 D 25 | 5 D 25 | 4 D 22 | 4 D 22 | 3 D 25 | 3 D 25 | 4 D 22 | 4 D 22 | 3 D 22 | 3 D 22 | 3 D 25 | 3 D 25 |
| SENGKANG | D10-100 | D10-100 | D10-100 | D10-100 | D10-100 | D10-100 | D10-100 | D10-100 | D10-100 | D10-100 | D10-100 | D10-100 | D10-100 | D10-100 |

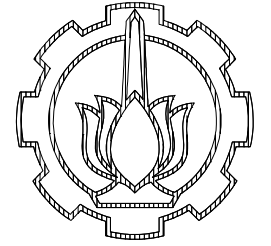
| TIPE BALOK | CL2-4 | | CL3-1 | | CL3-2 | | CL4-1 | | CL4-2 | |
|------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | TUMPUAN | LAPANGAN | TUMPUAN | LAPANGAN | TUMPUAN | LAPANGAN | TUMPUAN | LAPANGAN | TUMPUAN | LAPANGAN |
| | | | | | | | | | | |
| DIMENSI | 400 X 700 | 400 X 700 | 300 X 700 | 300 X 700 | 300 X 700 | 300 X 700 | 300 X 600 | 300 X 600 | 300 X 600 | 300 X 600 |
| TULANGAN ATAS | 8 D 25 | 8 D 25 | 8 D 22 | 8 D 22 | 8 D 19 | 8 D 19 | 6 D 19 | 6 D 19 | 6 D 22 | 6 D 22 |
| TULANGAN SAMPING | 2 D 10 | 2 D 10 | 2 D 10 | 2 D 10 | 2 D 10 | 2 D 10 | 2 D 10 | 2 D 10 | 2 D 10 | 2 D 10 |
| TULANGAN BAWAH | 4 D 25 | 4 D 25 | 4 D 22 | 4 D 22 | 4 D 19 | 4 D 19 | 3 D 19 | 3 D 19 | 4 D 22 | 4 D 22 |
| SENGKANG | D10-100 | D10-100 | D10-100 | D10-100 | D10-100 | D10-100 | D10-150 | D10-150 | D10-100 | D10-100 |

| TIPE BALOK | G11-1 | | G11-2 | | G11-3 | | B11-1 | | B11-2 | |
|------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | TUMPUAN | LAPANGAN | TUMPUAN | LAPANGAN | TUMPUAN | LAPANGAN | TUMPUAN | LAPANGAN | TUMPUAN | LAPANGAN |
| | | | | | | | | | | |
| DIMENSI | 300 X 500 | 300 X 500 | 300 X 500 | 300 X 500 | 300 X 500 | 300 X 500 | 300 X 500 | 300 X 500 | 300 X 500 | 300 X 500 |
| TULANGAN ATAS | 4 D 19 | 3 D 19 | 3 D 19 | 3 D 19 | 5 D 19 | 3 D 19 | 3 D 19 | 3 D 19 | 4 D 19 | 3 D 19 |
| TULANGAN SAMPING | 2 D 10 | 2 D 10 | 2 D 10 | 2 D 10 | 2 D 10 | 2 D 10 | 2 D 10 | 2 D 10 | 2 D 10 | 2 D 10 |
| TULANGAN BAWAH | 3 D 19 | 4 D 19 | 3 D 19 | 3 D 19 | 3 D 19 | 5 D 19 | 3 D 19 | 3 D 19 | 2 D 19 | 5 D 19 |
| SENGKANG | D10-100 | D10-200 | D10-100 | D10-100 | D10-100 | D10-200 | D10-200 | D10-200 | D10-200 | D10-200 |

| TIPE BALOK | G13-1 | | G13-2 | | G2-19 | | G2-18 | | TUMPUAN |
|------------------|------------|------------|------------|------------|-----------|-----------|------------|------------|-----------|
| | TUMPUAN | LAPANGAN | TUMPUAN | LAPANGAN | TUMPUAN | LAPANGAN | TUMPUAN | LAPANGAN | |
| | | | | | | | | | |
| DIMENSI | 300 X 1050 | 300 X 1050 | 300 X 1050 | 300 X 1050 | 400 X 700 | 400 X 700 | 400 X 1050 | 400 X 1050 | 400 X 700 |
| TULANGAN ATAS | 6 D 25 | 6 D 25 | 6 D 25 | 6 D 25 | 6 D 25 | 6 D 25 | 10 D 25 | 5 D 25 | 10 D 25 |
| TULANGAN SAMPING | 8 D 10 | 8 D 10 | 8 D 10 | 8 D 10 | 2 D 10 | 2 D 10 | 2 D 10 | 2 D 10 | 2 D 10 |
| TULANGAN BAWAH | 6 D 25 | 6 D 25 | 6 D 25 | 6 D 25 | 6 D 25 | 6 D 25 | 5 D 25 | 5 D 25 | 5 D 25 |
| SENGKANG | D10-150 | D10-150 | 3 D10-100 | 3 D10-100 | 3 D10-100 | D10-200 | 3 D10-100 | D10-200 | 4 D10-100 |

KIRI

KANAN



PROGRAM STUDI D-IV DEPARTEMEN
TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA

TUGAS AKHIR TERAPAN

JUDUL

PERHITUNGAN ANGGARAN BIAYA
DAN WAKTU PELAKSANAAN PADA
PROYEK PEMBANGUNAN APARTEMEN
CASPIAN, SUPERBLOK GRAND
SUNGKONO LAGOON - KOTA
SURABAYA

OBJEK STUDI

APARTEMEN CASPIAN SURABAYA

LOKASI

Jl. KH ABDUL WAHAB SIAMIN BLOK
RA SURABAYA

NAMA MAHASISWA

MUHAMMAD ARIFIAN AMIRUDIN
NRP 1011151000006

DOSEN PEMBIMBING

Ir. SUKOBAR, M.T.
NIP 19571201 198601 1 002

JUDUL GAMBAR

DETAIL PENULANGAN BALOK
(LEMBAR 4)

NO GBR

26

JUMLAH GBR

33

| TIPE BALOK | G8-1 | | CL8-1 | | CL8-2 | |
|-------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | TUMPUAN | LAPANGAN | TUMPUAN | LAPANGAN | TUMPUAN | LAPANGAN |
| | | | | | | |
| DIMENSI | 400 X 900 | 400 X 900 | 400 X 900 | 400 X 900 | 400 X 900 | 400 X 900 |
| TULANGAN ATAS | 8 D 22 | 4 D 22 | 10 D 25 | 10 D 25 | 12 D 25 | 12 D 25 |
| TULANGAN SAMPIING | 4 D 10 | 4 D 10 | 4 D 10 | 4 D 10 | 4 D 10 | 4 D 10 |
| TULANGAN BAWAH | 4 D 22 | 8 D 22 | 5 D 25 | 5 D 25 | 6 D 25 | 6 D 25 |
| SENGKANG | 4 D10-100 | D10-200 | D10-100 | D10-100 | 3 D10-100 | 3 D10-100 |

| TIPE BALOK | CL12-1 | | CL12-2 | |
|-------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | TUMPUAN | LAPANGAN | TUMPUAN | LAPANGAN |
| | | | | |
| DIMENSI | 400 X 600 | 400 X 600 | 400 X 600 | 400 X 600 |
| TULANGAN ATAS | 6 D 25 | 6 D 25 | 6 D 22 | 6 D 22 |
| TULANGAN SAMPIING | 4 D 10 | 4 D 10 | 4 D 10 | 4 D 10 |
| TULANGAN BAWAH | 3 D 25 | 3 D 25 | 3 D 22 | 3 D 22 |
| SENGKANG | D10-100 | D10-100 | D10-100 | D10-100 |

| TIPE BALOK POSISI | CL15-1 | |
|-------------------|------------|------------|
| | TUMPUAN | LAPANGAN |
| | | |
| DIMENSI | 400 x 1450 | 400 x 1450 |
| TULANGAN ATAS | 8 D25 | 8 D25 |
| TULANGAN SAMPIING | 6 D10 | 6 D10 |
| TULANGAN BAWAH | 4 D25 | 4 D25 |
| SENGKANG | D10-100 | D10-100 |

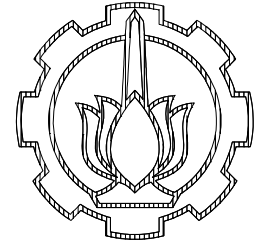
| TIPE BALOK POSISI | G14-1 | | G15-1 | | G15-2 | | G15-3 | |
|-------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| | TUMPUAN | LAPANGAN | TUMPUAN | LAPANGAN | TUMPUAN | LAPANGAN | TUMPUAN | LAPANGAN |
| | | | | | | | | |
| DIMENSI | 400 x 1300 | 400 x 1300 | 400 x 1450 | 400 x 1450 | 400 x 1450 | 400 x 1450 | 400 x 1450 | 400 x 1450 |
| TULANGAN ATAS | 10 D25 | 5 D25 | 9 D25 | 5 D25 | 7 D25 | 4 D25 | 8 D25 | 8 D25 |
| TULANGAN SAMPIING | 6 D10 | 6 D10 | 6 D10 | 6 D10 | 6 D10 | 6 D10 | 6 D10 | 6 D10 |
| TULANGAN BAWAH | 5 D25 | 10 D25 | 5 D25 | 9 D25 | 4 D25 | 7 D25 | 8 D25 | 8 D25 |
| SENGKANG | 3 D10-100 | D10-200 | 4 D10-100 | D10-200 | 4 D10-100 | D10-200 | 4 D10-100 | 4 D10-100 |

| TIPE BALOK POSISI | G16-1 | |
|-------------------|------------|------------|
| | TUMPUAN | LAPANGAN |
| | | |
| DIMENSI | 400 x 2050 | 400 x 2050 |
| TULANGAN ATAS | 8 D25 | 8 D25 |
| TULANGAN SAMPIING | 10 D10 | 10 D10 |
| TULANGAN BAWAH | 8 D25 | 8 D25 |
| SENGKANG | 4 D10-100 | 4 D10-100 |

| TIPE BALOK POSISI | B1-3 | |
|-------------------|-----------|-----------|
| | TUMPUAN | LAPANGAN |
| | | |
| DIMENSI | 400 x 800 | 400 x 900 |
| TULANGAN ATAS | 10 D25 | 5 D25 |
| TULANGAN SAMPIING | 4 D10 | 4 D10 |
| TULANGAN BAWAH | 5 D25 | 5 D25 |
| SENGKANG | D10-100 | D10-200 |

| TIPE BALOK POSISI | B15-1 | | B15-2 | |
|-------------------|------------|------------|------------|------------|
| | TUMPUAN | LAPANGAN | TUMPUAN | LAPANGAN |
| | | | | |
| DIMENSI | 400 x 1450 | 400 x 1450 | 400 x 1450 | 400 x 1450 |
| TULANGAN ATAS | 4 D25 | 4 D25 | 6 D25 | 3 D25 |
| TULANGAN SAMPIING | 6 D10 | 6 D10 | 6 D10 | 6 D10 |
| TULANGAN BAWAH | 4 D25 | 4 D25 | 3 D25 | 6 D25 |
| SENGKANG | D10-200 | D10-200 | D10-100 | D10-200 |

| TIPE BALOK | G17-1 | | G18-1 | | B19-1 | |
|-------------------|------------|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | TUMPUAN | LAPANGAN | TUMPUAN | LAPANGAN | TUMPUAN | LAPANGAN |
| | | | | | | |
| DIMENSI | 1000 X 600 | 1000 X 600 | 700 X 600 | 700 X 600 | 500 X 600 | 500 X 600 |
| TULANGAN ATAS | 13 D 25 | 7 D 25 | 11 D 25 | 6 D 25 | 7 D 19 | 3 D 19 |
| TULANGAN SAMPIING | 2 D 10 | 2 D 10 | 2 D 10 | 2 D 10 | 2 D 10 | 2 D 10 |
| TULANGAN BAWAH | 7 D 25 | 7 D 25 | 6 D 25 | 6 D 25 | 4 D 19 | 5 D 19 |
| SENGKANG | 4 D10-100 | D10-100 | 4 D10-100 | D10-200 | 3 D10-100 | D10-200 |



PROGRAM STUDI D-IV DEPARTEMEN
TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA

TUGAS AKHIR TERAPAN

JUDUL

PERHITUNGAN ANGGARAN BIAYA
DAN WAKTU PELAKSANAAN PADA
PROYEK PEMBANGUNAN APARTEMEN
CASPIAN, SUPERBLOK GRAND
SUNGKONO LAGOON - KOTA
SURABAYA

OBJEK STUDI

APARTEMEN CASPIAN SURABAYA

LOKASI

Jl. KH ABDUL WAHAB SIAMIN BLOK
RA SURABAYA

NAMA MAHASISWA

MUHAMMAD ARIFIAN AMIRUDIN
NRP 1011151000006

DOSEN PEMBIMBING

Ir. SUKOBAR, M.T.
NIP 19571201 198601 1 002

JUDUL GAMBAR

DETAIL PENULANGAN PELAT

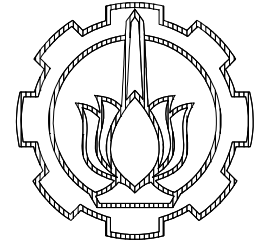
NO GBR

27

JUMLAH GBR

33

| | | | |
|--|---|--|--|
| <p>PLAT S1</p> <p>TEBAL = 120 mm</p> <p>LX < LY TIDAK SKALA</p> | <p>PLAT S2</p> <p>TEBAL = 120 mm</p> <p>LX < LY TIDAK SKALA</p> | <p>PLAT S3</p> <p>TEBAL = 150 mm</p> <p>LX < LY TIDAK SKALA</p> | <p>PLAT S4</p> <p>TEBAL = 150 mm</p> <p>LX < LY TIDAK SKALA</p> |
| <p>PLAT S5</p> <p>TEBAL = 150 mm</p> <p>LX < LY TIDAK SKALA</p> | <p>PLAT S6</p> <p>TEBAL = 150 mm</p> <p>LX < LY TIDAK SKALA</p> | <p>PLAT S7</p> <p>TEBAL = 200 mm</p> <p>LX < LY TIDAK SKALA</p> | <p>PLAT S8</p> <p>TEBAL = 400 mm</p> <p>LX < LY TIDAK SKALA</p> |
| <p>PLAT S9</p> <p>TEBAL = 400 mm</p> <p>LX < LY TIDAK SKALA</p> | <p>PLAT S10</p> <p>TEBAL = 500 mm</p> <p>LX < LY TIDAK SKALA</p> | | |



PROGRAM STUDI D-IV DEPARTEMEN
TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA

TUGAS AKHIR TERAPAN

JUDUL

PERHITUNGAN ANGGARAN BIAYA
DAN WAKTU PELAKSANAAN PADA
PROYEK PEMBANGUNAN APARTEMEN
CASPIAN, SUPERBLOK GRAND
SUNGKONO LAGOON - KOTA
SURABAYA

OBJEK STUDI

APARTEMEN CASPIAN SURABAYA

LOKASI

Jl. KH ABDUL WAHAB SIAMIN BLOK
RA SURABAYA

NAMA MAHASISWA

MUHAMMAD ARIFIAN AMIRUDIN
NRP 1011151000006

DOSEN PEMBIMBING

Ir. SUKOBAR, M.T.
NIP 19571201 198601 1 002

JUDUL GAMBAR

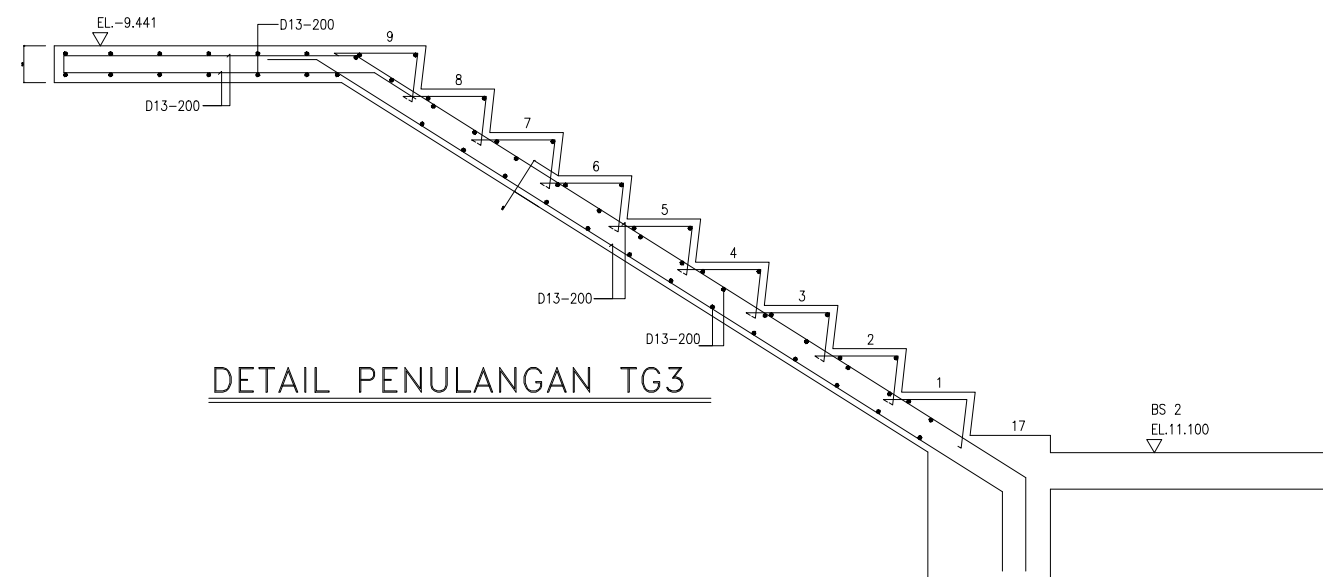
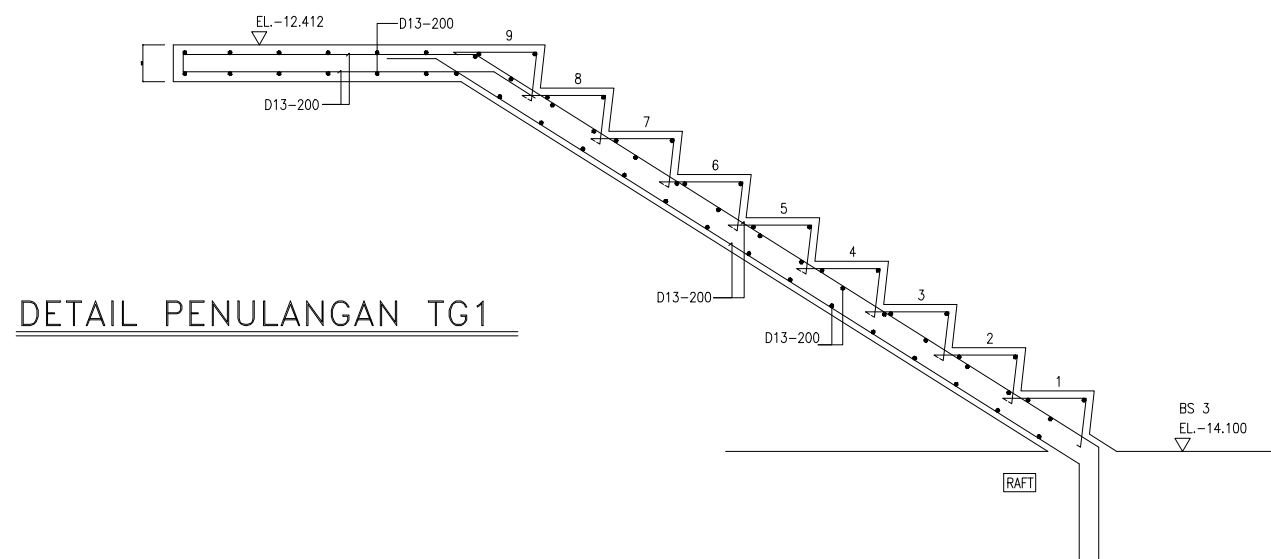
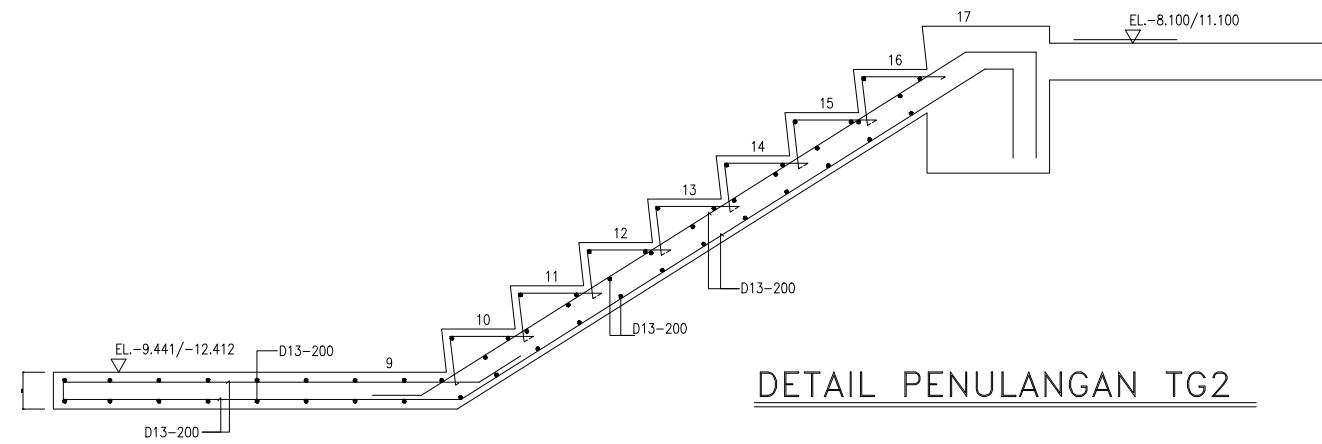
DETAIL PENULANGAN TANGGA
(LEMBAR 1)

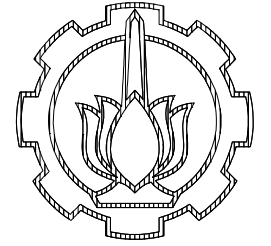
NO GBR

28

JUMLAH GBR

33





PROGRAM STUDI D-IV DEPARTEMEN
TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA

TUGAS AKHIR TERAPAN

JUDUL

PERHITUNGAN ANGGARAN BIAYA
DAN WAKTU PELAKSANAAN PADA
PROYEK PEMBANGUNAN APARTEMEN
CASPIAN, SUPERBLOK GRAND
SUNGKONO LAGOON - KOTA
SURABAYA

OBJEK STUDI

APARTEMEN CASPIAN SURABAYA

LOKASI

Jl. KH ABDUL WAHAB SIAMIN BLOK
RA SURABAYA

NAMA MAHASISWA

MUHAMMAD ARIFIAN AMIRUDIN
NRP 1011151000006

DOSEN PEMBIMBING

Ir. SUKOBAR, M.T.
NIP 19571201 198601 1 002

JUDUL GAMBAR

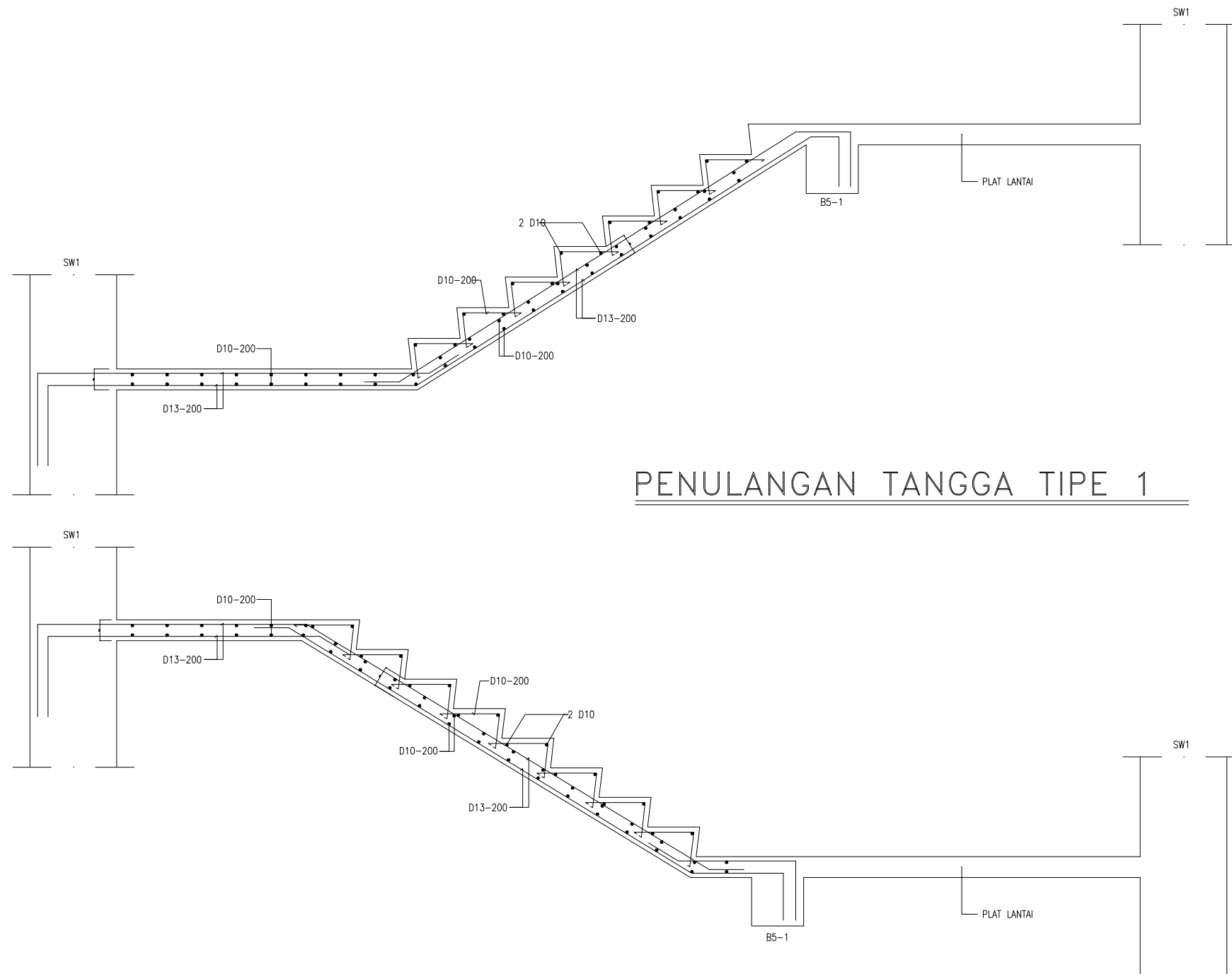
DETAIL PENULANGAN TANGGA
(LEMBAR 2)

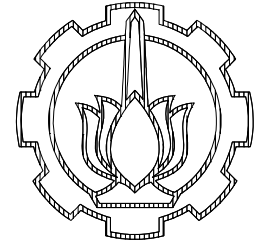
NO GBR

29

JUMLAH GBR

33





PROGRAM STUDI D-IV DEPARTEMEN
TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA

TUGAS AKHIR TERAPAN

JUDUL

PERHITUNGAN ANGGARAN BIAYA
DAN WAKTU PELAKSANAAN PADA
PROYEK PEMBANGUNAN APARTEMEN
CASPIAN, SUPERBLOK GRAND
SUNGKONO LAGOON - KOTA
SURABAYA

OBJEK STUDI

APARTEMEN CASPIAN SURABAYA

LOKASI

Jl. KH ABDUL WAHAB SIAMIN BLOK
RA SURABAYA

NAMA MAHASISWA

MUHAMMAD ARIFIAN AMIRUDIN
NRP 1011151000006

DOSEN PEMBIMBING

Ir. SUKOBAR, M.T.
NIP 19571201 198601 1 002

JUDUL GAMBAR

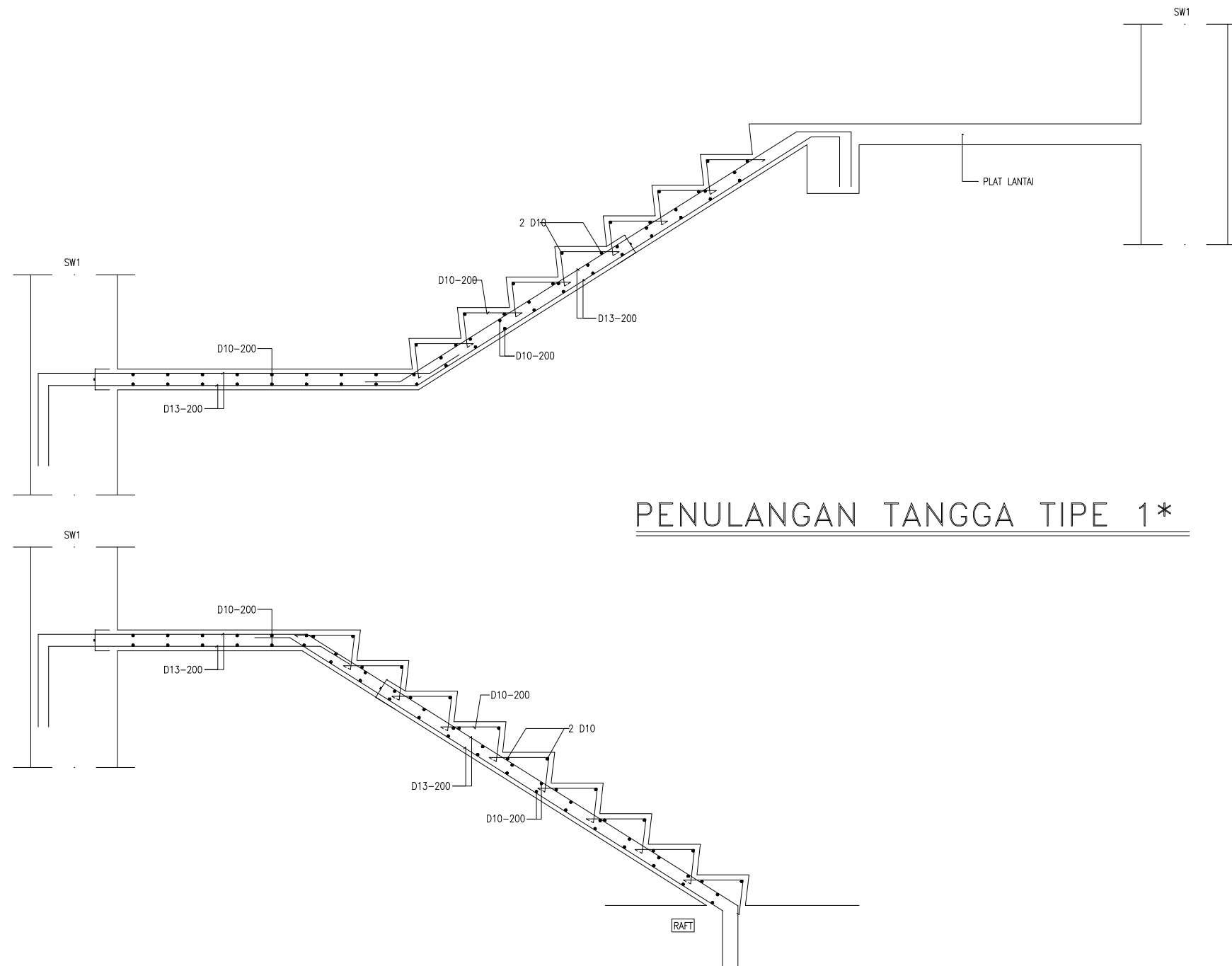
DETAIL PENULANGAN TANGGA
(LEMBAR 3)

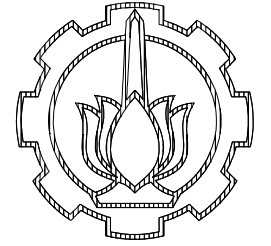
NO GBR

30

JUMLAH GBR

33





PROGRAM STUDI D-IV DEPARTEMEN
TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA

TUGAS AKHIR TERAPAN

JUDUL

PERHITUNGAN ANGGARAN BIAYA
DAN WAKTU PELAKSANAAN PADA
PROYEK PEMBANGUNAN APARTEMEN
CASPIAN, SUPERBLOK GRAND
SUNGKONO LAGOON - KOTA
SURABAYA

OBJEK STUDI

APARTEMEN CASPIAN SURABAYA

LOKASI

Jl. KH ABDUL WAHAB SIAMIN BLOK
RA SURABAYA

NAMA MAHASISWA

MUHAMMAD ARIFIAN AMIRUDIN
NRP 1011151000006

DOSEN PEMBIMBING

Ir. SUKOBAR, M.T.
NIP 19571201 198601 1 002

JUDUL GAMBAR

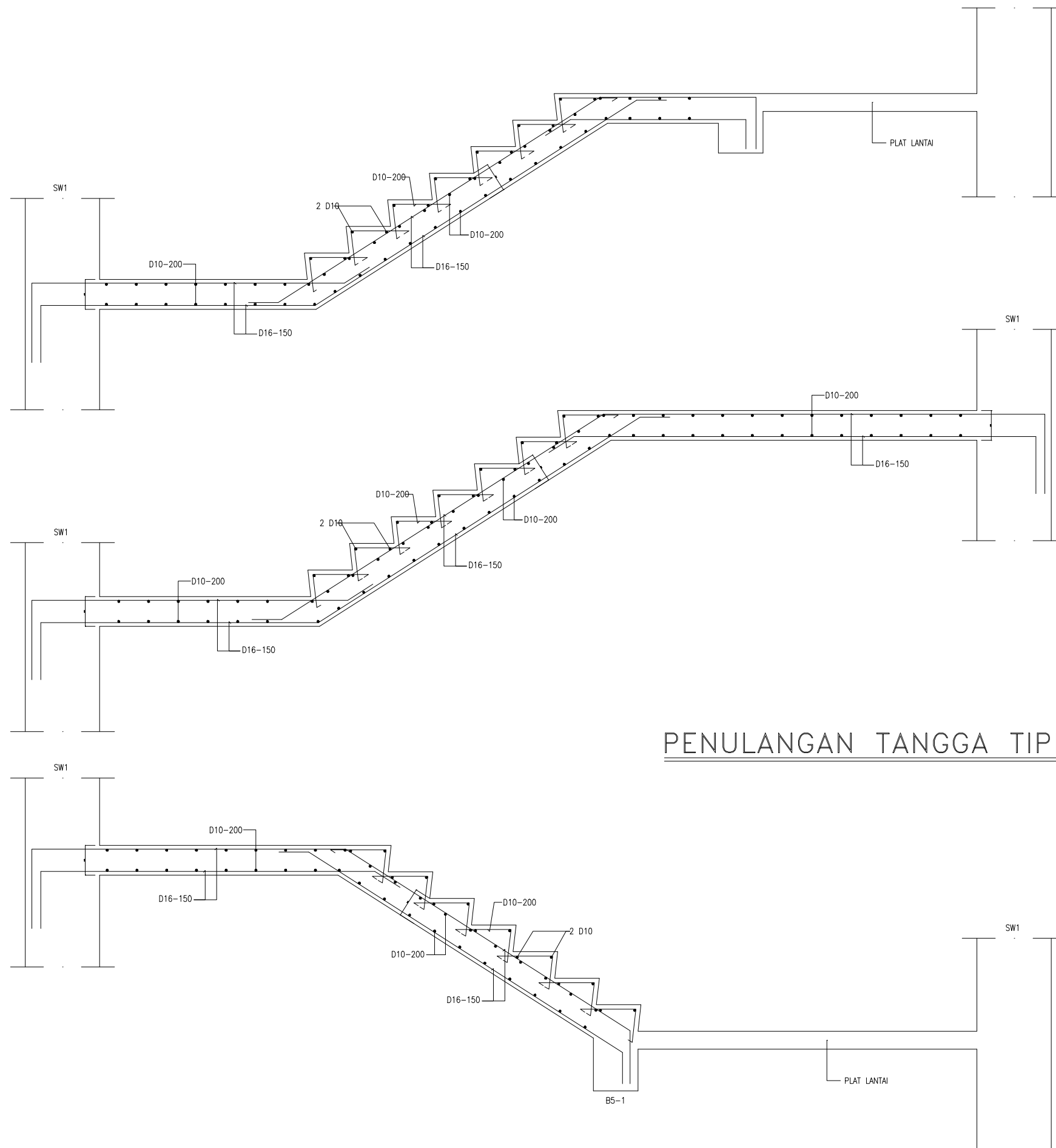
DETAIL PENULANGAN TANGGA
(LEMBAR 4)

NO GBR

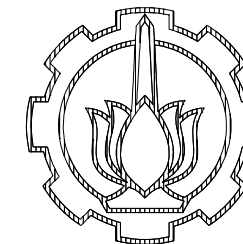
31

JUMLAH GBR

33



PENULANGAN TANGGA TIPE 2



PROGRAM STUDI D-IV DEPARTEMEN
TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA

TUGAS AKHIR TERAPAN

JUDUL

PERHITUNGAN ANGGARAN BIAYA
DAN WAKTU PELAKSANAAN PADA
PROYEK PEMBANGUNAN APARTEMEN
CASPIAN, SUPERBLOK GRAND
SUNGKONO LAGOON - KOTA
SURABAYA

OBJEK STUDI

APARTEMEN CASPIAN SURABAYA

LOKASI

Jl. KH ABDUL WAHAB SIAMIN BLOK
RA SURABAYA

NAMA MAHASISWA

MUHAMMAD ARIFIAN AMIRUDIN
NRP 1011151000006

DOSEN PEMBIMBING

Ir. SUKOBAR, M.T.
NIP 19571201 198601 1 002

JUDUL GAMBAR

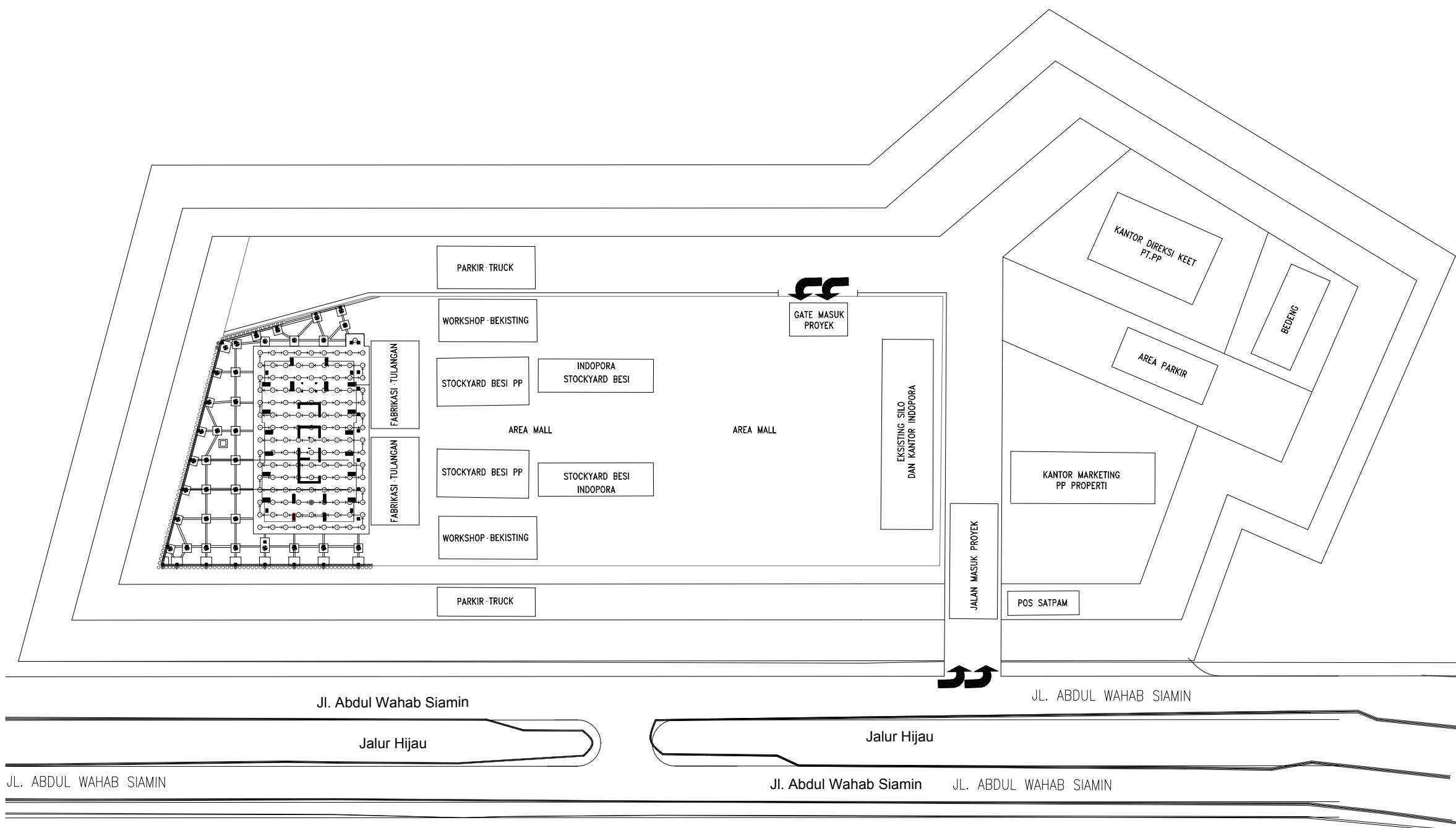
MANAJEMEN SITE PLAN

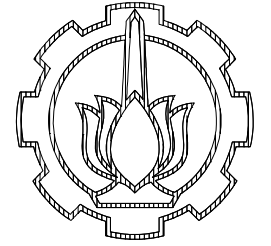
NO GBR

32

JUMLAH GBR

33





PROGRAM STUDI D-IV DEPARTEMEN
TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA

TUGAS AKHIR TERAPAN

JUDUL

PERHITUNGAN ANGGARAN BIAYA
DAN WAKTU PELAKSANAAN PADA
PROYEK PEMBANGUNAN APARTEMEN
CASPIAN, SUPERBLOK GRAND
SUNGKONO LAGOON - KOTA
SURABAYA

OBJEK STUDI

APARTEMEN CASPIAN SURABAYA

LOKASI

Jl. KH ABDUL WAHAB SIAMIN BLOK
RA SURABAYA

NAMA MAHASISWA

MUHAMMAD ARIFIAN AMIRUDIN
NRP 1011151000006

DOSEN PEMBIMBING

Ir. SUKOBAR, M.T.
NIP 19571201 198601 1 002

JUDUL GAMBAR

SLEWING TOWER CRANE

NO GBR

JUMLAH GBR

33

33

