PROYEK AKHIR – VC 191845

PERHITUNGAN WAKTU DAN RENCANA ANGGARAN BIAYA PELAKSANAAN PADA GEDUNG DPRD SURABAYA DENGAN METODE *HALF SLAB*

MAULIDIANA EKA FITRI
NRP. 10111910015035

Dosen Pembimbing
Ir. Sukobar, ST. MT
NIP. 19571201 198601 1 002

PROGRAM STUDI TEKNOLOGI REKAYASA PENGELOLAAN
DAN PEMELIHARAAN BANGUNAN SIPIL
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA 2021

PROYEK AKHIR – VC 191845

PERHITUNGAN WAKTU DAN RENCANA ANGGARAN BIAYA PELAKSANAAN PADA GEDUNG DPRD SURABAYA DENGAN METODE *HALF SLAB*

MAULIDIANA EKA FITRI
NRP. 10111910015035

DOSEN PEMBIMBING
IR. SUKOBAR, ST. MT
NIP. 19571201 198601 1 002

PROGRAM STUDI TEKNOLOGI REKAYASA PENGELOLAAN
DAN PEMELIHARAAN BANGUNAN SIPIL
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA 2021

FINAL PROJECT – VC 191845

TIME AND COST ESTIMATION USING HALF SLAB PRECAST IMPLEMENTATION METHOD ON DPRD SURABAYA

MAULIDIANA EKA FITRI
NRP. 10111910015035

LECTURE
IR. SUKOBAR, ST. MT
NIP. 19571201 198601 1 002

CIVIL BUILDING MANAGEMENT AND MAINTENANCE ENGINEERING TECHNOLOGY
DEPARTMENT OF CIVIL INFRASTRUCTURE ENGINEERING
FACULTY OF VOCATION
SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF TECHNOLOGY
SURABAYA 2021

LEMBAR PENGESAHAN

PERHITUNGAN WAKTU DAN RENCANA ANGGARAN BIAYA PELAKSANAAN PADA GEDUNG DPRD SURABAYA DENGAN METODE *HALF SLAB*

PROYEK AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar
Sarjana Sains Terapan
Pada
Program Studi Teknologi Rekayasa Pengelolaan Dan Pemeliharaan
Bangunan Sipil
Departemen Teknik Infrastruktur Sipil
Fakultas Vokasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya, 01 Maret 2021
Oleh:

MAHASISWA

MAULIDIANA EKA FITRI
NRP. 10111910015035

Disetujui oleh,
Dosen Pembimbing Tugas Akhir

KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER FAKULTAS VOKASI DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL

Ir. Sukobar, ST. MT
NIP. 19571201 198601 1 002

"Halaman ini sengaja dikosongkan"

KEMENTRIAN 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 : Maulidiana Eka Fitri
NRP : 10111910015035
Judul Tugas Akhir : Perhitungan Waktu dan Rencana Anggaran Biaya Pelaksanaan pada Gedung DPRD Surabaya dengan Metode Half Slab
Dosen Pembimbing : Ir. Sukobar, ST. MT

No	Tanggal	Tugas/Materi yang dibahas	Tanda tangan	Keterangan		
1.	12 Oktober 2020	a) Membuat layout side				
		management				
		b) Membuat metode pelaksa-		B	C	K
		naan dan network planning		☐	☐	☐
2.	26 Okt 2020	a) Memperbaiki network planning				
		b) Melanjutkan menghitung		B	C	K
		volume pekerjaan		☐	☐	☐
	10 Nov 2020	c) Volume dan biaya dari proyek				
		hanya untuk pembanding				
		saja		B	C	K
3.	26 Nov 2020	a) Menentukan jumlah pekerja		☐	☐	☐
		dengan koefisien HSPK dan				
		Permen PU lalu dibandingkan				
				B	C	K
4.	4 Des 2020	a) Menghitung durasi		☐	☐	☐
		b) Durasi disertai pengangka-				
		tan dengan TC jika perlu.				
		(angkat bekisting & besi)		B	C	K
				☐	☐	☐

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

"Halaman ini sengaja dikosongkan"

KEMENTRIAN 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 : Maulidiana Eka Fitri
NRP : 10111910015035
Judul Tugas Akhir : Perhitungan Waktu dan Rencana Anggaran Biaya Pelaksanaan pada Gedung DPRD Surabaya dengan Metode Half Slab.
Dosen Pembimbing : Ir. Sukobar, ST. MT

No	Tanggal	Tugas/Materi yang dibahas	Tanda tangan	Keterangan		
5.	18 Des 2020	a) Durasi bekisting dijadikan satu dengan durasi bekisting dimulai saat bekisting dipasang.		B	C	K
6.	30 Des 2020	a) Harga bahan dan sewa alat menggunakan harga survey b) Cor menggunakan concrete pump tidak perlu meninjau jarak dan ketinggian.		B	C	K
7.	29 Jan 2021	a) Selisih total biaya yang dihitung dengan pembanding (biaya proyek) sebaiknya tidak lebih dari 10%.		B	C	K
				B	C	K

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

"Halaman ini sengaja dikosongkan"

PERHITUNGAN WAKTU DAN RENCANA ANGGARAN BIAYA PELAKSANAAN PADA GEDUNG DPRD SURABAYA DENGAN METODE *HALF SLAB*

Nama Mahasiswa	**: Maulidiana Eka Fitri**
NRP	**: 10111910015035**
Jurusan	**:Program Studi Teknologi Rekayasa Pengelolaan dan Pemeliharaan Bangunan Sipil**
Dosen Pembimbing	**: Ir. Sukobar, ST. MT**

ABSTRAK

Metode pelaksanaan pembangunan infrastruktur sipil semakin beragam pilihannya. Salah satu metode yang banyak digunakan pada pembangunan akhir-akhir ini yaitu system pracetak. Sistem pracetak memiliki proses yang berbeda dengan sistem konvensional, system konvensional seluruh prosesnya dilakukan di lokasi proyek sedangkan system pracetak proses produksi dilakukan di tempat khusus kemudian dibawa ke lokasi pembangunan untuk dilakukan pemasangan (ereksi). Kedua metode tersebut memiliki kelebihan dan kekurangan masing-masing. Metode konvensional cenderung membutuhkan cetakan bekisting yang lebih banyak, sehingga jumlah pekerja dan waktu pengerjaan akan lebih lama disbanding metode pracetak.

Proyek akhir ini akan membandingkan waktu dan biaya dari metode konvensional dan pracetak. Data analisa yang digunakan untuk membandingkan dua system ini adalah data sekunder berupa RAB, penjadwalan, gambar pelaksanaan dan peralatan kerja. Perencanaan waktu menggunakan CPM dan perencanaan biaya menggunakan analisa lapangan, PermenPU 2016 dan Buku Soedrajat, S. A.

Setelah melakukan analisa perbandingan dari dua meetode tersebut didapatkan hasil untuk metode pracetak dapat diselesaikan dalam

waktu 258 hari dengan kebutuhan biaya sebesar Rp. 11.761.246.551,00 sedangkan dengan metode konvensional dapat diselesaikan dalam waktu 290 hari dengan biaya Rp13.389.630.146,00.

Kata kunci : Metode, Pracetak, Metode Konvensional, Metode Pracetak, Perbandingan Waktu dan Biaya

TIME AND COST ESTIMATION USING HALF SLAB PRECAST IMPLEMENTATION METHOD ON DPRD SURABAYA

Student's Name : **Maulidiana Eka Fitri**
NRP : **10111910015035**
Department : **Program Studi Teknologi Rekayasa Pengelolaan dan Pemeliharaan Bangunan Sipil**
Counselor Lecturer : **Ir. Sukobar, ST. MT**

ABSTRACT

Civil infrastructure construction method has a variety of options. One of the method used lately is precast method. Precast method has a different process from convensional one, all the process of convensional method is carried out at the site project, while the precast method production process is carried out in different place and then brought to the site projet for erection. Both of the methods have their own strength and weaknesses. Convensional method tends to require more formwork molds, that can increase the number of workers and working time will be longer than precast method.

This fnal project will compare time and cost of the construction bertween conventional and precast method. Data analysis that is use to compare between two methods is secondary data include Real Estimate of Cost, scheduling, DED and equipments. Time palnning of this project using CPM method and cost planning using field analysis, PermenPU 2016 and Soedrajat, S. A's book.

After analyzing the comparison of two methods, the result for precast method takes 265 days of execution time and need Rp11.776.055.637,00 of cost while convensional method need 290 to end up the contruction at a cost of Rp13.389.630.146,00.

Keyword : Method, Precast, Conventional Method, Precast Method, Comparison of time and costs.

KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan Alhamdulillah segala puji dan syukur dipanjatkan atas kehadirat Allah SWT, berkat rahmat dan hidayah-Nya penyusunan proyek akhir berjudul "**PERHITUNGAN WAKTU DAN RENCANA ANGGARAN BIAYA PELAKSANAAN PADA GEDUNG DPRD SURABAYA DENGAN METODE *HALF SLAB*"** dapat diselesaikan guna memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan Lanjut Jenjang Program Studi Teknologi Rekayasa Pengelolaan dan Pemeliharaan Bangunan Sipil Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Perjalanan panjang telah penulis lalui dalam menyusun proyek akhir ini dan tidak terlepas dari bantuan dan dukungan berbagai pihak, maka pada kesempatan ini penulis akan menghaturkan terima kasih kepada pihak-pihak tersebut, diantaranya:

1. Tuhan Yang Maha Esa
2. Bapak Mohamad Khoiri, ST., M.T., Ph.D. selaku kepala Departemen Teknik Infrastruktur Sipil
3. Bapak Ir. Sukobar, ST. MT selaku dosen pembimbing, terima kasih atas ilmu yang diberikan selama penyusunan proyek akhir ini dan selama perkuliahan berlangsung
4. Orang tua serta keluarga yang telah memberi dukungan moril dan materil dan doa yang selalu menyertai selama penyusunan proyek akhir ini

Saya menyadari bahwa tidak ada kata sempurna unutk sebuah karya manusia termasuk dalam penulisan proyek akhir ini tentu terdapat beberapa kekurangan dan besar harapan penulis akan kritik dan saran.

Surabaya, Maret 2021

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAHN i
ABSTRAK vii
ABSTRACT ix
KATA PENGANTAR xi
DAFTAR ISI xii
DAFTAR GAMBAR xvi
DAFTAR TABEL xvii
BAB I PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 2
1.3 Batasan Masalah 2
1.4 Tujuan 4
1.5 Manfaat 4
BAB II TINJAUAN PUSATAKA 5
2.1 Tinjauan Umum 5
2.2 Item Pekerjaan 5
2.2.1. Pekerjaan Pembesian 5
2.2.2. Pekerjaan Bekisting 10
2.2.3. Pekerjaan Pengecoran 12
2.3 Kebutuhan Sumber Daya 15
2.3.1. Tenaga Kerja 15

2.3.2. Alat Berat.....18
2.4 Pekerjaan Pelat *Precast* 20
2.4.1. Perhitungan Kebutuhan Tulangan *Half Slab Precast* 20
2.4.2. Tahap Pembuatan atau Fabrikasi 28
2.4.3. Tahap Penumpukan 29
2.4.4. Tahap Pemasangan dan Pengangkatan 29
2.4.5. Tahap Pengecoran *Overtopping* 30
2.5 Penjadwalan.....30
2.6 Analisa Harga 33
2.7 Pengendalian Mutu 33
2.8 Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3).....39
2.8.1. Indikator yang Mempengaruhi Kesehaan dan Keselamatan Kerja 39
2.8.2. Alat Pelindung Diri di tempat Kerja.....39
BAB III METODOLOGI 45
3.1 Uraian Umum 45
3.2 Metodologi 45
3.3 *Flow Chart*.....47
BAB IV DATA PROYEK.....51
4.1. Data Umum Bangunan 51
4.2. Data Fisik Bangunan 52
4.2.1. *Bor Pile*.....52
4.1.1. *Injection Pile* 52

4.1.2. *Raft Foundation* 52
4.1.3. *Retaining Wall* 53
4.1.4. Kolom 53
4.1.5. Balok 54
4.1.6. Tangga 58
4.1.7. Pelat 58
4.2. Rekapitulasi Volume 59
BAB V ANALISA DATA 75
5.1 Metode Pelaksanaan 75
5.1.1. Pekerjaan Galian dan Urugan 75
5.1.2. Pekerjaan Pemancangan 75
5.1.3. Pekerjaan *Raft Foundation* 76
5.1.4. Pekerjaan *Retaining Wall* 78
5.1.5. Pekerjaan Kolom 79
5.1.6. Pekerjaan Balok 80
5.1.7. Pekerjaan Tangga 81
5.1.8. Pekerjaan Pelat *Half Slab Precast* 82
5.2 Perhitungan Struktur Bawah 83
5.2.1. Perkerjaan Galian dan Urugan 83
5.2.2. Pekerjaan *Bor Pile* 86
5.2.3. Pekerjaan *Injection Pile* 88
5.2.4. Pekerjaan *Retaining Wall* 91
5.2.5. Pekerjaan *Raft Foundation* 106

5.3 Perhitungan Struktur Atas 122
5.3.1. Pekerjaan Kolom Basement..... 122
5.3.2. Pekerjaan Balok Lantai 1..... 140
5.3.3. Pekerjaan Tangga Basement..... 157
5.3.4. Pekerjaan Overtopping Pelat Precast..... 173
5.3.5. Pekerjaan Bordes Tangga *Basement*..... 185
5.4 Perhitungan *Half Slab Precast* 201
5.4.1. Design *Half Slab Precast* 201
5.4.2. Perhitungan *Overtopping*..... 250
BAB VI ANALISA WAKTU DAN BIAYA 257
6.1 Analisa Waktu Pelaksanaan..... 257
6.2 Analisa Rencana Anggaran Biaya Pelaksanaan 257
BAB VII KESIMPULAN DAN SARAN 259
7.1 Kesimpulan..... 259
DAFTAR PUSTAKA..... xiv
BIODATA PENULIS..... xvi
LAMPIRAN xvii

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Panjang Penyaluran Tulangan 7
Gambar 2. 2 Panjang Sambungan Lewatan..... 7
Gambar 2. 3 *Concrete Pump* Model Ipf90-5n21..... 18
Gambar 2. 4 *Tower Crane Potain* 19
Gambar 2. 5 *Slump Test* 34
Gambar 2. 6 Uji Tarik Baja..... 38
Gambar 2. 7 *Safety Helmet*..... 40
Gambar 2. 8 *Protective Goggles* 40
Gambar 2. 9 *Glove* 41
Gambar 2. 10 *Body Harness* 41
Gambar 2. 11 Safety Shoes 42

Gambar 3. 1 Flow Chart Proyek Akhir 47
Gambar 3. 2 Flow Chart Half Slab Precast 50

Gambar 4. 1 Lokasi Pembangunan..... 51

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Jam Kerja Buruh Yang Dipergunakan Untuk Membuat 100 Bengkokan Dan Kaitan 8
Tabel 2. 2 Jam Kerja Buruh Yang Dibutuhkan Untuk Memasang 100 Buah Batang Tulangan 9
Tabel 2. 3 Keperluan Jam Kerja Buruh Untuk Pekerjaan Cetakan Beton 11

Tabel 4. 1 Data Bor Pile 52
Tabel 4. 2 Data Injention Pile 52
Tabel 4. 3 Data Raft Foundation 52
Tabel 4. 4 Data Retaining Wall 53
Tabel 4. 5 Data Kolom 53
Tabel 4. 6 Data Balok 54
Tabel 4. 7 Data Tangga 58
Tabel 4. 8 Data Pelat 58
Tabel 4. 9 Rekapitulasi Volume Pekerjaan 59

Tabel 5. 1 Faktor Efisiensi 94
Tabel 5. 2 Tabel Kecepatan Tower Crane 94

Tabel 7. 1 Perbandingan Waktu Dan Biaya 259

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Proyek pembangunan gedung DPRD SURABAYA milik Pemerintah Kota Surabaya dilaksanakan oleh PT. Tiara Multi Teknik sebagai kontraktor utama. Gedung DPRD SURABAYA memiliki 8 lantai dan 1 basement. Pekerjaan plat lantai pada gedung DPRD Surabaya menggunakan metode *cast in situ*. Pada proyek akhir ini pekerjaan pelat lantai gedung DPRD Surabaya dimodifikasi dengan metode *half slab*. Metode *half slab* digunakan karena dianggap memiliki beberapa kelebihan dibandingkan metode cor konvensional. Salah satu kelebihannya yaitu mengurangi penggunaan bekisting dan mempercepat waktu pelaksanaan. Proyek Akhir ini membahas Rencana Anggaran Biaya Pelaksanaan (RAP) serta penjadwalan waktu proyek DPRD SURABAYA yang terdiri dari 9 lantai. Perhitungan waktu dan rencana anggaran biaya pelaksanaan proyek ini hanya meninjau pada pekerjaan struktur utama gedung yang meliputi pekerjaan balok, tangga, kolom dan plat tanpa memperhatikan aspek arsitektur.

Perhitungan pelaksanaan penjadwalan dilakukan dengan menyusun metode jaringan kerja menggunakan

Critical Path Method (CPM) karena dengan metode CPM pekerjaan semu atau *dummy* akan terlihat dan lebih detail dibandingkan dengan metode *Precedence DIagram Method (PDM)*. Kemudian diolah dengan bantuan Microsoft project dengan output lintasan kritis serta waktu dan RAP sebagai pembanding dengan perhitungan manual.

Setelah didapatkan Rencana Anggaran Biaya Pelaksanaan (RAP) dan durasi total proyek akan dibandingkan dengan biaya dan durasi dari perhitungan konsultan perencana proyek pembangunan Gedung DPRD Surabaya.

1.2 Rumusan Masalah

Dalam penyusunan Tugas Akhir Terapan ini, terdapat beberapa rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana penyusunan metode pelaksanaan pekerjaan pada proyek DPRD SURABAYA dengan menggunakan metode *half slab*?
2. Berapa rencana anggaran biaya pelaksanaan (RAP) pembangunan DPRD SURABAYA dengan menggunakan metode *half slab?*
3. Berapa total durasi pembangunan DPRD SURABAYA dengan menggunakan metode *half slab?*
4. Bagaimana perbandingan biaya dan waktu pembangunan gedung DPRD Surabaya menggunakan metode konvensional dengan metode *half slab?*

1.3 Batasan Masalah

Dalam penyusunan Tugas Akhir Terapan ini, terdapat beberapa batasan masalah sebagai berikut:

1. Tugas akhir terapan ini hanya meninjau rencana biaya pelaksanaan dan penjadwalan struktur yang sesuai metode pelaksanaan dilapangan dan tidak meninjau perhitungan arsitektur.

2. Penggunaan metode precast hanya digunakan pada struktur pelat saja.
3. Pemasangan pelat precast dilakukan ketika kolom sudah di cor.
4. Tidak menghitung biaya K3
5. Penggunaan bantuan *Building Information Modelling (BIM)* hanya untuk menghitung komponen *half slab precast* tidak untuk seluruh gedung.

1.4 Tujuan

Dalam penyusunan Tugas Akhir Terapan ini, terdapat beberapa tujuan sebagai berikut:

1. Mengetahui metode pelaksanaan pekerjaan pada proyek DPRD SURABAYA dengan menggunakan metode *half slab.*
2. Mengetahui rencana anggaran biaya pelaksanaan (RAP) proyek DPRD SURABAYA dengan menggunakan metode *half slab.*
3. Mengetahui waktu total pelaksanaan proyek DPRD SURABAYA dengan menggunakan metode *half slab.*
4. Mengetahui perbandingan biaya dan waktu pembangunan gedung DPRD Surabaya menggunakan metode konvensional dengan metode *half slab.*

1.5 Manfaat

Manfaat dari pengerjaan proposal proyek akhir ini adalah perencanaan metode pelaksanaan menggunakan system precast half slab tersebut dapat dipertimbangkan pada pelaksanaan proyek untuk mempercepat waktu pelaksanaan pekerjaan pelat sehingga tidak perlu menunggu umur beton hingga 28 hari.

BAB II
TINJAUAN PUSATAKA

2.1 Tinjauan Umum

Bab ini membahas teori – teori yang digunakan untuk perencanaan anggaran biaya dan penjadwalan dalam pembangunan struktur Gedung DPRD SURABAYA, yang meliputi struktur pondasi, balok, kolom, dan pelat dengan metode *half slab precast* serta pekerjaan galian dan urugan pada lantai dasar sampai lantai 9. Proyek akhir ini tidak menghitung waktu dan biaya pelaksanaan pekerjaan arsitektur dan *MEP*.

2.2 Item Pekerjaan

Sebuah pekerjaan pembangunan gedung tentu diperlukan penyusunan item-item pekerjaan, sama halnya dengan pembangunan DPRD SURABAYA, diperlukan penyusunan item-item pekerjaan secara runtut agar memudahkan dalam pelaksanaannya. Item pekerjaan yang dibahas terkait dengan struktur pada rumusan masalah. Berikut ini adalah item – item pekerjaan yang disusun dari pekerjaan struktur :

2.2.1. Pekerjaan Pembesian

Pembesian pada elemen struktur gedung beton bertulang dihitung berdasarkan beratnya dalam satuan Kg atau dalam satuan Ton. Perhitungan volume pembesian perlu diperhatikan juga untuk pekerjaan pembengkokan tulangan, panjang kait tulangan serta pemotongan besi tulangan yang akan digunakan. Pekerjaan pembesian meliputi penulangan balok, kolom dan pelat.

1. Perhitungan Volume

Pada perhitungan volume kebutuhan besi, perhitungannya menyangkut tentang panjang penjangkaran atau penambatan, bengkokan, kaitan, dan

panjang dari besi tersebut. Dalam menentukan panjang penjangkaran atau penambatan, panjang bengkokan, dan panjang kaitan, menggunakan data yang terdapat pada gambar struktur DPRD SURABAYA. Perhitungan volume pembesian dapat dirumuskan sebagai berikut:

F = A+B+C+D+E

Keterangan:

- F = Panjang total tulangan (meter)
- A = Panjang tulangan terpendek
- B = Panjang tulangan terpanjang
- C = Panjang kaitan
- D = Panjang kaitan tambahan
- E = Panjang bengkokan

Setelah perhitungan panjang tulangan dalam satuan meter maka akan dikonversikan menjadi volume kebutuhan tulangan besi dengan rumus sebagai berikut:

1. Volume besi dalam Kg
   Volume = P x W
2. Volume besi dalam batang
   Volume = $\frac{p}{12\ meter/batang}$

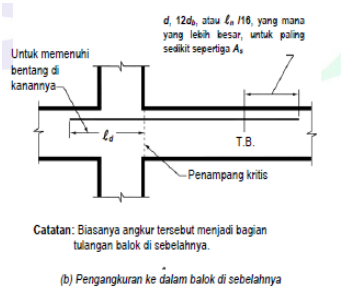
Keterangan:

- W atau berat (Kg/m) yang digunakan sesuai pada tabel.
- P = total panjang (m)

Perhitungan volume tulangan juga harus memperhitungkan panjang penyaluran dan sambungan lewatan pada tulangan utama. Panjang penyaluran dan sambungan lewatan diatur pada SNI 2847-2019 sebagai berikut:

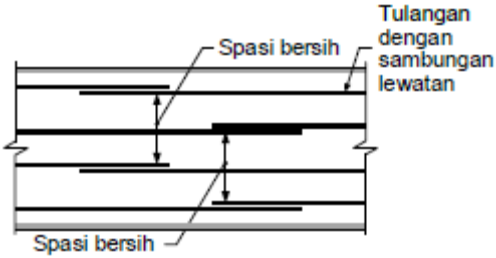
1. Panjang penyaluran
   - Panjang penyaluran tengah balok sepanjang 12db

- Panjang penyaluran luar balok sepanjang 8db
- Panjang penyaluran kolom sepanjang 300 mm



Gambar 2. 1 Panjang Penyaluran Tulangan

2. Sambungan lewatan
   - Sambungan lewatan untuk balok atau komponen lentur sepanjang minimal 150 mm (SNI 2847-2019 Pasal 25.5.1.3)



Gambar 2. 2 Panjang Sambungan Lewatan

2. Perhitungan Kapasitas Prosuksi

Tabel 2. 1 Jam Kerja Buruh Yang Dipergunakan Untuk Membuat 100 Bengkokan Dan Kaitan

Ukuran Besi Beton	**Dengan Tangan**		**Dengan Mesin**	
	Bengkokan (Jam)	**Kait (Jam)**	**Bengkokan (Jam)**	**Kait (Jam)**
<12mm	2-4	3-6	0,8-1,5	1,2-2,5
16 mm	2,5-5	4-8	1-2	1,6-3
19 mm				
22 mm				
25 mm	3-6	5-10	1,2-2,5	2-4
28.5 mm				
31,75 mm	4-7	6-12	1,5-3	2,5-5

Sumber: Soedrajat. (1984). *Analisa (cara modern) Anggaran Biaya Pelaksanaan.* Bandung:Nova. Halaman 91.

Dengan data dari tabel diatas dapat dihitung Kapasitas Produksi untuk pembuatan bengkokan dan kaitan sebagai berikut :

$$\frac{jam\ kerja\ buruh\ total\ per\ hari}{jam\ kerja\ buruh}\ x\ 100\ buah$$

Tabel 2. 2 Jam Kerja Buruh Yang Dibutuhkan Untuk Memasang 100 Buah Batang Tulangan

Ukuran Besi Beton	**Panjang batang tulangan (m)**			
	Dibawah 3	**3-6**	**6-9**	**Rata-rata**
	(m)	**(m)**	**(m)**	**(m)**
<12mm	3.5 – 6	5 – 7	6 – 8	5.92
16 mm	4.5 – 7	6 – 8.5	7 – 9.5	7.08
19 mm				
22 mm				
25 mm	5.5 – 8	7 – 10	8.5 – 11.5	7.08
28.5 mm				
31,75 mm	6.5 – 9	8 – 12	10 – 14	19.83

Sumber: Soedrajat. (1984). *Analisa (cara modern) Anggaran Biaya Pelaksanaan.* Bandung:Nova. Halaman 92.

Dengan data dari tabel diatas dapat dihitung Kapasitas Produksi untuk pembuatan bengkokan dan kaitan sebagai berikut :

$$\frac{jam\ kerja\ buruh\ total\ per\ hari}{jam\ kerja\ buruh}\ x\ 100\ buah$$

Waktu yang dibutuhkan untuk pemotongan besi beton untuk 100 batang tulangan antara 1 sampai 3 jam tergantung dari diameternya, alat-alat potongnya, dan keterampilan buruhnya. Waktu pemotongan diambil nilai rata-rata yaitu 2 jam/100 buah. Maka kapasitas produksi (Q) untuk satukali pemotongan adalah:

$$\frac{jam\ kerja\ buruh\ total\ per\ hari}{jam\ kerja\ buruh}\ x\ 100\ buah$$

3. Durasi

Durasi pembesian ditentukan oleh tenaga kerja yang digunakan untuk membuat bengkokan, kaitan,

potongan dan pemasangan. Durasi pembesian diperhitungkan dengan rumus :

$$Durasi = \frac{Jumlah\ tulangan}{Kapasitas\ produksi}$$

2.2.2. Pekerjaan Bekisting

Pekerjaan bekisting adalah pekerjaan pembuat cetakan beton segar yang sesuai dengan bentuk dan dimensi yang berada pada gambar rencana. Bekisting dengan bahan kayu sering digunakan untuk pekerjaan bekisting pada balok, kolom, dan pelat.

1. Volume

Perhitungan volume bekisting kayu meliputi luasan bekisting dan kebutuhan bahan untuk bekisting kayu tersebut. Perhitungan luasan bekisting kayu dijelaskan sebagai berikut:

a) Kolom

Untuk bekisting kolom, daerah yang akan yang dibekisting yaitu keempat sisinya yang terdiri dari sisi depan (a), sisi belakang (b), sisi samping kanan (c) dan samping kiri (d)

Luas = (t_k x (a + b + c + d))

Keterangan:

t_k = tinggi kolom

a, b, c, d = lebar kolom

b) Balok

Pada bekisting balok, terdapat tiga sisi daerah yang akan dibuat untuk bekisting yaitu sisi samping kanan(a), sisi samping kiri (b), dan sisi bagian bawah balok (c).

Luas= [p_b x (h_b – t) x 2] + (b_b x p_b)

Keterangan:

p_b = panjang balok

h_b = tinggi balok
b_b = lebar balok
t = tebal plat

c) Pelat Lantai

Daerah pelat yang dibekisting yaitu sisi depan (a), belakang (b), samping kanan (c), samping kiri (d) dan bagian bawah.

Luas = (t_p x (a + b + c + d)) + (a x b)

Keterangan:

t_p = tinggi pelat

a, b, c, d = lebar pelat

2. Kapasitas Produksi

Tabel 2. 3 Keperluan Jam Kerja Buruh Untuk Pekerjaan Cetakan Beton

Jenis Cetakan Kayu	Jam Kerja tiap Luas Cetakan 10 m^2			
	Menyetel	Memasang	Membuka dan Membersihkan	Reparasi
	(jam)	(jam)	(jam)	(jam)
Pondasi/Pangkal Jembatan	3-7	2-4	2-4	2 sampai 5 jam
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	3.5	
Balok - balok	6-10	3-4	2-5	
Tangga-tangga	6-12	4-8	3-5	
Sudut-sudut tiang/balok berukir *	5-11	3-9	3-5	
Ambang jendela atau lintel *	5 – 10	3 – 6	3 – 5	

Sumber: Soedrajat. (1984). *Analisa (cara modern) Anggaran Biaya Pelaksanaan.* Bandung:Nova. Tabel 5-2. Halaman 86

Dengan data dari tabel diatas didapatkan Kapasitas Produksi untuk pekerjaan bekisting pada tiap item pekerjaan.

3. Durasi

Durasi pekerjaan bekisting ditentukan oleh tenaga kerja yang digunakan untuk membuat bekisting balok, bekisting kolom, dan bekisting pelat. Durasi pekerjaan bekisting diperhitungkan dengan rumus :

$$Durasi = \frac{Jam\ kerja\ total\ pekerja}{Kapasitas\ produksi}$$

2.2.3. Pekerjaan Pengecoran

Pekerjaan pengecoran pada proyek ini, beton yang digunakan ialah beton ready mix yang dipesan dari pabrik. Pada pengecoran kolom terdiri dari 2 bagian yaitu pekerjaan pengecoran dan pengangkatan oleh tower crane.

1. Volume

- Pengecoran Kolom

  Volume = Panjang x Lebar x Tinggi

- Pengecoran Balok

  Volume = (b x h x panjang balok) – volume besi balok

  Keterangan:
  b= lebar balok
  h= tinggi balok

- Pengecoran Plat

Volume= luas area x tebal plat

2. Kapasitas Produksi

Kapasitas produksi untuk pekerjaan pengecoran menggunakan concrete pump serta bucket cor. Berikut ini akan dijelaskan menghitung kapasitas produksi dari concrete pump.

- Ek (Efisiensi Kerja) terdiri dari:
- Faktor cuaca
  Kondisi
  Kondisi = Terang, panas, berdebu
  Nilai = 0,90
- Faktor operator dan mekanik
  Kondisi = Terampil
  Nilai = 0,80

- Faktor operasi alat dan pemeliharaan mesin
  Kondisi = Baik
  Nilai = 0,85

Selain itu dibutuhkan tuck mixer untuk mengangkut beton untuk pengecoran. Banyaknya truck mixer yang diperlukan dihitung sebagai berikut:

$$n = \frac{Volume\ beton\ yang\ dibutuhkan\ (m^3)}{Kapasitas\ Truck\ Mixer\ (m^3)}$$

3. Durasi

Durasi pekerjaan pengecoran tidak hanya pada kapasitas produksi concrete pump saat menyalurkan beton, tetapi juga terdiri dari 4 (empat) tahapan yaitu:

- Waktu persiapan
  - Pengaturan posisi truck mixer dan concrete pump = 10 menit
  - Pemasangan pompa = 30 menit
  - Waktu tunggu (idle) pompa = 10 menit
  - Total waktu persiapan = 50 menit
- Waktu tambahan persiapan
  - Pergantian truck mixer

$$Jumlah\ truck\ mixer\ x\ 10\frac{menit}{truck\ mixer}$$

  - Waktu pengujian slump

$$Jumlah\ truck\ mixer\ x\ 5\frac{menit}{truck\ mixer}$$

- Waktu operasional pengecoran

$$\frac{Volume\ pengecoran\ (m^3)}{Kapasitas\ produksi\ CP\ (m^3/jam)}$$

- Waktu pasca pelaksanaan

  Waktu pasca pelasanaan pengecoran terdiri dari:
  - Pembersihan pompa = 10 menit
  - Pembongkaran pompa = 30 menit
  - Persiapan kembali = 10 menit
  - Total waktu pasca pelaksanaan= 50 menit
  - Maka total durasi pengecoran adalah:

$$Total\ waktu = Persiapan + Persiapan\ tambahan + Pengecoran + Pasca\ pelaksanaan$$

2.3 Kebutuhan Sumber Daya

2.3.1. Tenaga Kerja

4.4.2.1 Pekerjaan Pembesian

Jumlah tenaga kerja yang dipakai berbeda-beda pada setiap pengerjaan struktur. Untuk kebutuhan tenaga kerja dalam pelaksanaan pekerjaan pembesian, yaitu jumlah pekerja, jumlah grup, total jam kerja dalam 1 hari, menggunakan koefisien dari AHS PermenPU 28-2016.

- Mandor :

$$\frac{koefisien\ mandor\ AHS\ 2016}{koefisien\ mandor\ AHS\ 2016}$$

- Tukang :

$$\frac{koefiien\ tukang\ \ AHS\ 2016}{koefisien\ mandor\ \ AHS\ 2016}$$

- Pembantu tukang :

$$\frac{koefisien\ pembantu\ tukang\ AHS\ 2016}{koefisien\ mandor\ AHS\ 2016}$$

Jumlah pekerja yang dihasilkan merupakan jumlah pekerja maksimal yang diperbolehkan.

Setiap item pekerjaan balok, kolom, dan pelat memiliki koefisien yang sama, sebagai berikut :

- Mandor : 0,004
- Tukang : 0,07
- Pembantu Tukang : 0,07

4.4.2.2 Pekerjaan Bekisting

Jumlah tenaga kerja yang dipakai berbeda-beda pada setiap pengerjaan struktur. Untuk kebutuhan tenaga kerja dalam pelaksanaan pekerjaan bekisting, yaitu jumlah pekerja, jumlah

grup, total jam kerja dalam 1 hari, menggunakan koefisien dari AHS PermenPU 28-2016.

- Mandor :
$$\frac{koefisien\ mandor\ AHS\ 2016}{koefisien\ mandor\ AHS\ 2016}$$
- Tukang :
$$\frac{koefiien\ tukang\ \ AHS\ 2016}{koefisien\ mandor\ \ AHS\ 2016}$$
- Pembantu tukang :
$$\frac{koefisien\ pembantu\ tukang\ AHS\ 2016}{koefisien\ mandor\ AHS\ 2016}$$

Jumlah pekerja yang dihasilkan merupakan jumlah pekerja maksimal yang diperbolehkan.

Koefisien untuk tiap item pekerjaan :

a) Balok
   - Mandor : 0,033
   - Tukang : 0,33
   - Pembantu Tukang : 0,66

b) Kolom
   - Mandor : 0,033
   - Tukang : 0,33
   - Pembantu Tukang : 0,66

c) Tangga
   - Mandor : 0,033
   - Tukang : 0,33
   - Pembantu Tukang : 0,66

d) Tangga
   - Mandor : 0,033
   - Tukang : 0,33
   - Pembantu Tukang : 0,66

e) Dinding
   - Mandor : 0,033
   - Tukang : 0,33
   - Pembantu Tukang : 0,66

f) Pondasi
- Mandor : 0,026
- Tukang : 0,26
- Pembantu Tukang : 0,52

4.4.2.3 Pekerjaan Pengecoran

Jumlah tenaga kerja yang dipakai berbeda-beda pada setiap pengerjaan struktur. Untuk kebutuhan tenaga kerja dalam pelaksanaan pekerjaan pengecoran, yaitu jumlah pekerja, jumlah grup, total jam kerja dalam 1 hari, menggunakan koefisien dari AHS PermenPU 28-2016.

- Mandor :
- $\frac{koefisien\ mandor\ AHS\ 2016}{koefisien\ mandor\ AHS\ 2016}$
- Tukang :
- $\frac{koefiien\ tukang\ \ AHS\ 2016}{koefisien\ mandor\ \ AHS\ 2016}$
- Pembantu tukang :

$$\frac{koefisien\ pembantu\ tukang\ AHS\ 2016}{koefisien\ mandor\ AHS\ 2016}$$

Jumlah pekerja yang dihasilkan merupakan jumlah pekerja maksimal yang diperbolehkan.

Koefisien untuk tiap item pekerjaan :

a) Balok
- Mandor : 0,073
- Tukang : 0,242
- Pembantu Tukang : 0,061

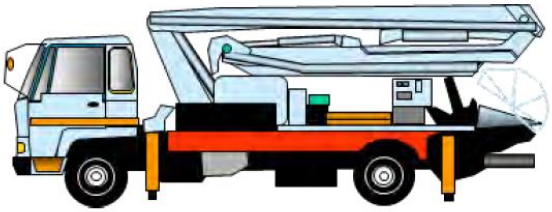
b) Kolom
- Mandor : 0,073
- Tukang : 0,213
- Pembantu Tukang : 0,061

c) Pelat
- Mandor : 0,073
- Tukang : 0,244
- Pembantu Tukang : 0,064

2.3.2. Alat Berat

2.3.2.1 Concrete Pump

Dalam pengerjaan proyek ini menggunakan concrete pump yang dinilai efisien dalam pengecoran balok dan pelat. Dengan output concrete pump sebesar 90 m^3/jam.



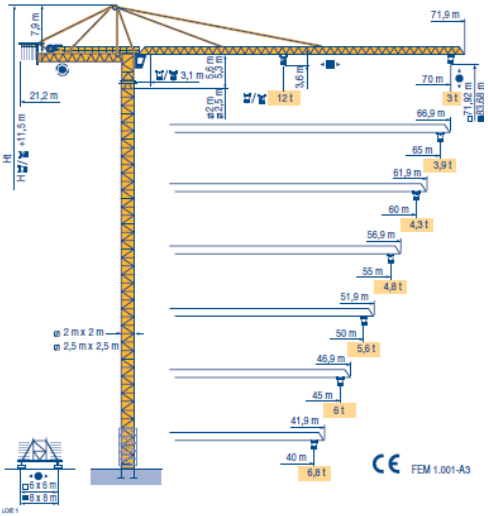
Gambar 2. 3 *Concrete Pump* Model Ipf90-5n21

2.3.2.2 Truck Mixer

Truck mixer yang dipilih dalam pengerjaan pengecoran balok, kolom, dan pelat ialah kapastitas 8 m^3

2.3.2.3 Tower Crane

Dalam pengerjaan pekerjaan pengecoran kolom menggunakan tower crane yang dinilai tepat menjangkau tinggi kolom.



Gambar 2. 4 *Tower Crane Potain*

2.4 Pekerjaan Pelat *Precast*

2.4.1. Perhitungan Kebutuhan Tulangan *Half Slab Precast*

1. Kondisi Saat Pengangkatan

a. Perhitungan Momen Akibat Pengangkatan

$$Mx = 0{,}0107\ x\ qu\ x\ a^2 x\ b$$

$$My = 0{,}0107\ x\ qu\ x\ a\ x\ b^2$$

b. Perhitungan Kebutuhan Tulangan

Luas tulangan perlu:

$$\rho = \frac{1}{m}(1 - \sqrt{1 - \frac{2m\ x\ Rn}{Fy}}$$

Kontrol SNI 2847-2013 Pasal 10.5.1 harus tersedia dan tidak boleh kurang dari:

$$Av\min = \frac{0{,}25\ \sqrt{Fc'}}{Fy} x\ bw\ x\ dx = \frac{1{,}4\ x\ bw\ x\ dx}{Fy}$$

Luas tulangan maksimum sesuai dengan SNI 2847-2013 disediakan dan tidah lebih besar dari:

$$\rho b = 0{,}75\ x \left(\frac{085\ x\ \beta\ Fc'}{Fy}\right) x \left(\frac{600}{600 + Fy}\right)$$

Syarat luas tulangan perlu:

$Avmin < Avperlu < Avmax$

Perhitungan jarak tulangan:

$$Sperlu = \frac{0{,}25\ x\ \lambda\ x\ \theta^2}{Asperlu}$$

Syarat jarak maksimal:

$Smax \leq 3h\ atau\ 450\ mm$ (SNI 2847-2013 Pasal 10.5.4)
As pasang > As perlu

c. Perhitungan Kontrol Faktor Reduksi
Tinggi blok tegangan persegi ekivalen:
$$a = \frac{As\ pasang\ x\ Fy}{0{,}85\ x\ Fc' x\ b}$$
Jarak dari serat ke sumbu netral
$$\beta = 0{,}85\ ;\ c = \frac{a}{\beta}$$
$$dx = hdecking - \left(\frac{1}{2} drencana\right)$$
Regangan Tarik:
$$\varepsilon t = \left(0{,}003\ x \frac{dx}{c}\right) - 1$$
Sehingga:
$$\varphi Mn = \varphi\ x\ Aspasang\ x\ Fy\ x\ (dx - 0{,}5a)$$
Syarat:
$\varphi Mn > Mu$

d. Perhitungan Faktor terhadap Geser
$$Vu = qu\ \left(\frac{lx}{2} - \frac{dx}{1000}\right)$$
$$\emptyset Vc = \emptyset(0{,}17\ x\ \lambda\ \sqrt{Fc'} x\ b\ x\ dx$$

e. Perhitungan Kontrol Retak
Kontrol retak ditinjau menurut SNI 2847-2013 Pasal 9.5.2.3 momen batas retak yang terjadi pada pelat saat beton berumur 7 hari:
$f'c = 0{,}7\ x\ fc'$
$$fr = 0{,}62\ x\ \lambda\ x\ \sqrt{f'c}\ ;\ \lambda = 1\ (untuk\ beton\ normal$$
$$I = \frac{1}{12} x\ b\ x\ h^3$$

$$Mcr = \frac{fr\ x\ ig}{c}$$

Syarat: $Mcr > Mu$

f. Perhitungan Kontrol Tegangan Akibat Pengangkatan

Kontrol ini mengacu pada metode pengangkatan pelat di PCI Handbook Design edisi ke-6. Diasumsikan pelat pracetak diangkat setelah berumur 3 hari. Tegangan ditahan oleh *b* yang merupakan nilai terkecil dari *a/2, b/2* atau *15t.*

$$\sigma \max = \frac{Mu\ x\ c}{I}\ x\ \frac{P}{b\ x\ t} < fr = 0{,}52\ x\ \lambda\ x\ \sqrt{Fc'}$$

g. Perhitungan Dimensi Angkur

$$D = \sqrt{\frac{4p}{\pi\ x\ fy}}$$

h. Perhitungan Kontrol Lendutan

Mengacu pada SNI 2847-2013 batasan untuk lendutan adalah L/240, sehingga:

$$\Delta t = \frac{5\ x\ q\ x\ l^4}{384\ x\ Ec\ x\ le} < \frac{L}{240}$$

2. Kondisi Sebelum Komposit

Menentukan tinggi efektif

$$dx = h - dcover - \frac{1}{2} dia.tul.lentur$$

Momen maksimum:

$$Mu = \frac{1}{8} qu \left(\frac{L}{2}\right)^2$$

Nilai kuat nominal”

$$Rn = \frac{Mu}{\emptyset\ x\ b\ x\ dx^2}$$

Nilai *m*:

$$m = \frac{fy}{0{,}85\ x\ fc'}$$

Rasio tulangan:

$$\rho perlu = \frac{1}{m}(1 - \sqrt{1 - \frac{2m\ x\ Rn}{Fy}}$$

$$\rho \min = 0{,}002\ (SNI\ 2847 - 2013\ Pasal\ 7.12.2.1)$$

Nilai rasio tulangan maksimum dihitung bedasarkan syarat bahwa regangan Tarik netto minimum yang boleh terjadi adalah sebesar 0,004 untuk memastikan terjadinya keruntuhan struktur yang bersifat daktail.

$$\varepsilon t = \left(0{,}003\ x \frac{dx}{c}\right) - 1 = 0{,}003\ x\ \left(\frac{0{,}85\ x\ fc'x\ \beta 1}{\rho \max x\ fy} - 1\right)$$

Syarat:

$$\rho \min < \ \rho\ perlu < \ \rho\ mx$$

Kebutuhan Tulangan:

$$As = \ \rho\ perlu\ x\ b\ x\ dx$$

Syarat:

$$s\ \leq 3h\ atau\ 450\ mm$$

$$s\ \leq 2(80) atau\ 450\ mm$$

$$s\ \leq 240\ mm\ atau\ 450\ mm$$

(SNI 2847-2013 Pasal 10.5.4)

Kontrol faktor reduksi:

Tinggi blok tegangan persegi ekivalen:

$$a = \frac{As\ pasang\ x\ Fy}{0{,}85\ x\ Fc'x\ b}$$

Jarak dari serat ke sumbu netral

$$\beta = 0{,}85\ ;\ c = \frac{a}{\beta}$$

$$dx = hdecking - \left(\frac{1}{2} drencana\right)$$

Regangan Tarik:

$$\varepsilon t = \left(0{,}003\ x \frac{dx}{c}\right) - 1$$

Sehingga:

$$\varphi Mn = \varphi\ x\ Aspasang\ x\ Fy\ x\ (dx - 0{,}5a)$$

Syarat:

$$\varphi Mn > Mu$$

Kontrol terhadap persyaratan geser:

$$Vu = qu\ \left(\frac{lx}{2} - \frac{dx}{1000}\right)$$

$$\emptyset Vc = \emptyset(0{,}17\ x\ \lambda\ \sqrt{Fc'}x\ b\ x\ dx$$

Perhitungan Kontrol Retak:

Kontrol retak ditinjau menurut SNI 2847-2013 Pasal 9.5.2.3 momen batas retak yang terjadi pada pelat saat beton berumur 7 hari:

$$f'c = 0{,}7\ x\ fc'$$

$$fr = 0{,}62\ x\ \lambda\ x\ \sqrt{f'c}\ ;\ \lambda = 1\ (untuk\ beton\ normal$$

$$I = \frac{1}{12} x\ b\ x\ h^3$$

$$Mcr = \frac{fr\ x\ ig}{c}$$

Syarat: $Mcr > Mu$

Perhitunagn Kontrol Lendutan:

5666 5bg $\Delta t = \frac{5\ x\ q\ x\ L^4}{384\ x\ Ec\ x\ Le} < \frac{L}{240}$

3. **Kondisi Sesudah Komposit**

Perhitungan kebutuhan tulangan

Menentukan tinggi efektif (*dx*)

$$dx = h - cover - \frac{1}{2} dia.tul.lentur$$

Menentukan momen maksimum

$$Mu = \frac{1}{8} qu \left(\frac{L}{2}\right)^2$$

Menentukan kuat nominal (*Rn*)

$$Rn = \frac{Mu}{\emptyset\ x\ b\ x\ dx^2}$$

Menentukan *m*

$$m = \frac{fy}{0{,}85\ x\ fc'}$$

Menentukan rasio tulangan

$$\rho perlu = \frac{1}{m}(1 - \sqrt{1 - \frac{2m\ x\ Rn}{Fy}}$$

ρ min $= 0{,}002\ (SNI\ 2847 - 2013\ Pasal\ 7.12.2.1)$

Nilai rasio tulangan maksimum dihitung bedasarkan syarat bahwa regangan Tarik netto minimum yang boleh terjadi adalah sebesar 0,004 untuk memastikan terjadinya keruntuhan struktur yang bersifat daktail.

$$\varepsilon t = \left(0{,}003\ x \frac{dx}{c}\right) - 1 = 0{,}003\ x\ \left(\frac{0{,}85\ x\ fc'x\ \beta 1}{\rho \max x\ fy} - 1\right)$$

Syarat:

$\rho \min < \ \rho\ perlu < \ \rho\ mx$

Kebutuhan Tulangan:

$As = \ \rho\ perlu\ x\ b\ x\ dx$

Syarat:

$s\ \leq 3h\ atau\ 450\ mm$

$s\ \leq 2(80) atau\ 450\ mm$

$s\ \leq 240\ mm\ atau\ 450\ mm$

(SNI 2847-2013 Pasal 10.5.4)

Kontrol faktor reduksi:

Tinggi blok tegangan persegi ekivalen:

$$a = \frac{As\ pasang\ x\ Fy}{0{,}85\ x\ Fc'x\ b}$$

Jarak dari serat ke sumbu netral

$$\beta = 0{,}85\ ;\ c = \frac{a}{\beta}$$

$$dx = hdecking - \left(\frac{1}{2} drencana\right)$$

Regangan Tarik:

$$\varepsilon t = \left(0{,}003\ x \frac{dx}{c}\right) - 1$$

Sehingga:

$$\varphi Mn = \ \varphi\ x\ Aspasang\ x\ Fy\ x\ (dx - 0{,}5a)$$

Syarat:

$\varphi Mn > Mu$

Kontrol terhadap persyaratan geser:

$Vu = qu\left(\frac{lx}{2} - \frac{dx}{1000}\right)$

$\emptyset Vc = \emptyset(0{,}17\ x\ \lambda\ \sqrt{Fc'}x\ b\ x\ dx$

Perhitungan Kontrol Retak:

Kontrol retak ditinjau menurut SNI 2847-2013 Pasal 9.5.2.3 momen batas retak yang terjadi pada pelat saat beton berumur 7 hari:

$f'c = 0{,}7\ x\ fc'$

$fr = 0{,}62\ x\ \lambda\ x\ \sqrt{f'c}\ ;\ \lambda = 1\ (untuk\ beton\ normal$

$I = \frac{1}{12} x\ b\ x\ h^3$

$Mcr = \frac{fr\ x\ ig}{c}$

Syarat: $Mcr > Mu$

Perhitunagn Kontrol Lendutan:

5666 5bg $\Delta t = \frac{5\ x\ q\ x\ L^4}{384\ x\ Ec\ x\ Le} < \frac{L}{240}$

Perencanaan Shear Connector

Perhitungan Geser Nominal

- Berdasarkan SNI 2847-2013 Pasal 21.11.6 tebal pelat sebagai diafragma pada ofetopping tidak boleh kurang dari 50 mm.
- Berdasarkan SNI 2847-2013 Pasal 21.11.9.1 *Vn* diafragma struktur tidak boleh lebih dari:

$\rho t = 0{,}0025\ (SNI\ 2847 - 2013\ Pasal\ 11.9.9.2)$

$Vn = Acv\ (0{,}17\ x\ \lambda\ x\ \sqrt{fc'} + \rho t\ x\ fy$

- Berdasarkan SNI 2847-2013 Pasal 21.11.9.2 *Vn* diafragma struktur tidak boleh lebih dari:
  $Vn = 0{,}66\ x\ Acv\ x\ \sqrt{fc'}$
- Berdasarkan SNI 2847-2013 Pasal 21.11.9.3 *Vn* diafragma struktur tidak boleh lebih dari:
  $\mu = 1{,}0\ \lambda$ (SNI 2847-2013 Pasal 11.6.4.3 dengan permukaan yang sengaja dikasarkan)
  $Vn = Avf\ x\ \mu\ x\ fy$
  Vn yang dipakai adalah yang terkecil dari persyaratan diatas.
  Perhitungan kebutuhan *Shear connector*
  Berdasarkan SNI 2847-2013 Pasal 11.4.6.1, apabila Vu > ØVc, maka dapat digunakan luas geser minimum (Av min)
  Digunakan Av min dengan jarak:
  Syarat:
  S ≤ 4 x dimensi terkecil atau 600 mm (SNI 2847-2013 Pasal 10.5.4)
  $$Avmin = 0{,}062\ \sqrt{fc'}\ \frac{bw\ x\ s}{fyt}$$
  Tetapi tidak boleh kurang dari: $\frac{0{,}35\ x\ bw\ x\ s}{fyt}$
  Luas tulangan
  $As = 0{,}25\ x\ \pi\ x\ dia.tul^2$
  $Jumlah\ kaki\ dibutuhkan$
  $$n = \frac{Avmin}{As}$$

2.4.2. Tahap Pembuatan atau Fabrikasi

Tahap pembuatan dan fabrikasi half slab precast dilaksanakan pada pabrik pembuatan precast. Selanjutnya setelah half slab precast sudah siap untuk dipasang, akan dikirim ke lokasi proyek pembangunan.

2.4.3. Tahap Penumpukan

Tahap penumpukan plat precast perlu diperhitungkan jumlah tumpukannya agar tidak terjadi kerusakan pada pelat precast akibat terlalu banyak jumlah tumpukannya. Penumpukan pelat precast juga dilakukan guna menunggu waktu pemasangan oleh tower crane selagi pelat precast yang lain sedang dipasang. Berikut perhitungan control penumpukan pelat precast yang mengacu pada Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung (SNI 2847-2013):

1. Hitung berat beton precast sesuai dengan rencana, yaitu volume beton bertulang (m^3) x Berat Jenis beton bertulang (2400 Kg/m^3).
2. Merencanakan jumlah tumpukan beton precast.
3. Hitung berat total tumpukan dari beton precast tersebut, yaitu berat beton precast (Kg) x jumlah rencana tumpukan beton precast.
4. Merencanakan penyangga tumpukan beton precast yang menggunakan balok kayu dan hitung luas dari balok kayu tersebut.
5. Hitung control penumpukan beton precast yang harus kurah dari $\sigma beton = 4700\sqrt{fc'}$ yang digunakan adalah nilai tegangan beton pada saat umur beton mencapai 4 hari, yaitu 0,46 x fc'.
6. Kontrol tumpukan beton precast = $\frac{Berat\ total\ tumpukan}{luas\ balok\ kayu}$

2.4.4. Tahap Pemasangan dan Pengangkatan

Tahap pemasangan half slab precast dibantu oleh tower crane untuk mengangkat dari tempat penumpukan ke titik pemasangan pelat. Tahap pemasangan half slab precast dilakukan oleh teknisi

dari pabrik pembuat precast dan dibantu oeh pekerja dari proyek.

2.4.5. Tahap Pengecoran *Overtopping*

Tahap pengecoran overtopping half slab precast dimlai dari fabrikasi tulangan overtopping lalu dilanjutkan dengan pemasngan tulangan kemudian dilakukan pengecoran overtopping.

2.5 Penjadwalan

Penjadwalan proyek merupakan salah satu elemen hasil perencanaan, yang dapat memberikan informasi tentang jadwal rencana dan kemajuan proyek dalam hal kinerja sumber daya berupa biaya, tenaga kerja, peralatan dan material serta rencana durasi proyek. Penjadwalan untuk mendapatkan waktu menggunakan metode Network Planning yang akan dibantu dengan software MS. Project 2016. Penjadwalan meliputi tenaga kerja, alat, dan waktu.

1. *Network Planning*

   Tahapan penyusunan metode konstruksi dengan *Network Planning* sebagai berikut :

   - Menentukan jenis kegiatan atau item pekerjaan
   - Menentukan urutan item pekerjaan atau jenis kegiatan (hubungan keterkaitan antar jenis kegiatan).
   - Menggambar diagram jaringan kerja.
   - Estimasi waktu penyelesaian tiap aktivitas.
   - Identifikasi jalur kritis.

   Metode konstruksi perlu dikontrol untuk mendapatkan jadwal proyek yang paling ekonomis. Cara mengontrol metode konstruksi dengan bantuan Network Planning sebagai berikut :

   - Mengecek hasil *Network Planning*

- Memperbarui diagram *Network Planning*

Pada metode penjadwalan terdapat beberapa metode untuk menyusun suatu pekerjaan proyek. Diantaranya *Critical Path Method (CPM), Precedence Diagram Method (PDM), dan Project Evaluation and review Technique (PERT).*

Metode CPM dikenal dengan adanya jalur kritis, yaitu jalur yang memiliki rangkaian komponen-komponen kegiatan dengan total jumlah waktu terlama dan menunjukkan kurun waktu penyelesaian proyek yang tercepat. Jadi, jalur kritis terdiri dari kegiatan pertama sampai pada kegiatan terakhir proyek. Jalur kritis penting bagi pelaksana proyek, karena pada kalur ini terletak kegiatan-kegiatan yang bila pelaksanannya terlambat akan menyebabkan keterlambatan proyek secara keseluruhan. Metode CPM memiliki kelebihan dibandingkan dengan PDM dan PERT yaitu CPM menampilkan secara detil pekerjaan dummy atau pekerjaan semu yang tidak terdapat pada PDM dan PERT, sehingga pada PDM dan PERT terihat lebih sederhana secara visual.

2. *Bar Chart*

Tahapan penyusunan metode konstruksi dengan *Bar Chart* sebagai berikut :

- Menentukan item pekerjaan atau jenis kegiatan yang akan dijadwalkan pelaksanaannya yang setiap item pekerjaan memiliki ketergantungan dengan yang lain.
- Menentukan simbol untuk tiap item pekerjaan yang telah disusun
- Menentukan waktu pekerjaan awal dimulai dan waktu pekerjaan akhir selesai dikerjakan
- Mengisi kurun waktu pelaksanaan untuk setiap item pekerjaan.

Metode konstruksi perlu dikontrol untuk mendapatkan jadwal proyek yang paling ekonomis. Cara mengontrol metode konstruksi dengan bantuan *Bar Chart* sebagai berikut :

- Mengecek hasil *Bar Chart* berupa durasi serta kurun waktu setiap pekerjaan.

3. *Kurva S*

Tahapan penyusunan metode konstruksi dengan *Kurva S* sebagai berikut :

- Menentukan item pekerjaan atau jenis kegiatan yang sesuai dengan *Bar Chart*
- Mengisi kurun waktu pelaksanaan untuk setiap item pekerjaan.
- Menghitung pembobotan setiap jenis kegiatan atau item pekerjaan.
- Menjumlah pembobotan semua item pekerjaan pada waktu yang sama.
- Menjulah pembobotan setiap item pekerjaan pada waktu yang sama dengan hari berikutnya
- Membuat diagram linier dengan pembobotan yang dijumlah secara komulatif.

Metode konstruksi perlu dikontrol untuk mendapatkan jadwal proyek yang paling ekonomis. Cara mengontrol metode konstruksi dengan bantuan *Kurva S* sebagai berikut:

- Mengecek hasil *Kurva S* berupa diagram linier dan pembobotan item pekerjaan.

2.6 Analisa Harga

Pada sebuah pembangunan infrastruktur sipil dibutuhkan harga bahan, upah pekerja dan sewa peralatan berat yang mendukung berjalannya pembangunan. Perhitungan tersebut dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

1. Harga Bahan

$$Biaya = Volume\ x\ Harga\ Satuan\ Material$$

2. Upah Pekerja

$$Biaya = Jumlah\ Pekerja\ x\ Durasi\ x\ Harga\ Upah$$

3. Sewa Alat Berat

$$Biaya = Jumlah\ alat\ x\ Durasi\ x\ Harga\ Sewa$$

Setelah perhitungan biaya selesai, maka harga satuan biaya pelaksanaan dapat diketahui. Harga satuan diperoleh dari volume total tiap pekerjaan dan harga total pelaksanaan tiap pekerjaan. Rumus menghitung harga satuan sebagai berikut:

Harga total = Volume x AHSP

2.7 Pengendalian Mutu

Pengendalian mutu merupakan bagian dari manajemen mutu difokuskan pada pemenuhan persyaratan seperti monitoring, mengurangi permasalahan dan penyimpangan yang teridentifikasi. Manajemen Mutu itu sendiri merupakan kegiatan terkoordinasi untuk mengarahkan dan mengendalikan organisasi dalam hal mutu (Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 09 tahun 2009).

1. Pengendalian Material yang Datang

   Pengendalian materiang yang datang adalah upaya untuk mendapatkan material yang sesuai dengan spesifikasi teknis yang disyaratkan. Setelah dilakukan inspeksi hanya material - material yang memenuhi syarat yang akan berada di lokasi proyek, sedangkan yang tidak memenuhi syarat dikembalikan atau ditukar.

2. Pemeriksaan Mutu Beton

   A. *Slump Test*

   Pemeriksaan mutu beton cair di lapangan dapat dilakukan dengan cara *slump test*. *Slump test* dilakukan untuk mengetahui kekentalan dari adukan beton yang akan dicor. Ada tiga macam kemungkinan yang dapat terjadi pada saat pengujian beton dengan cara slump test, yaitu :

   1. *True slump* (baik) adalah apabila tinggi slump ≥ 2/3 tinggi cetakan *slump*
   2. *Shear slump* (buruk) adalah apabila tinggi slump ½ tinggi cetakan *slump*
   3. *Collapse slump* (sangat buruk) adalah apabila tinggi slump 1/3 tinggi cetakan *slump*.

Gambar 2. 5 *Slump Test*

Tahap - tahap pelaksanaan *slump test* secara singkat adalah sebagai berikut:

1. Adukan beton untuk pengujian *slump test* harus diambil langsung dari mesin pencampur dengan menggunakan alat lain yang tidak menyerap air. Bila dianggap perlu adukan beton diaduk lagi sebelum dilakukan pengujian.
2. Siapkan kerucut terpancung dengan diameter atas 10 cm, diameter bawah 20 cm dan tingginya 30 cm. Kemudian diletakkan pada pelat atau bidang yang datar dan tidak menyerap air.
3. Cetakan diisi sampai penuh dengan adukan beton dalam 3 lapis. Setiap lapisan berisi kira-kira 1/3 isi cetakan. Tiap lapis dipadatkan dengan tongkat pemadat yang berukuran panjag 60 cm dan diameter 16 mm sebanyak 25 kali tusukan secara merata.
4. Setelah cetakan diisi penuh maka bidang atasnya diratakan kemudian dibiarkan selama ½ menit dan dalam jangka waktu itu semua adukan beton yang jatuh disekitar kerucut harus dibersihkan.
5. Kemudian cetakan diangkat perlahan-lahan tegak lurus keatas. Balikkan cetakan dan diletakkan perlahan-lahan disamping benda uji.
6. Ukurlah nilai *slump* yang terjadi dengan menentukan perbedaan tinggi cetakan dengan tinggi rata-rata benda uji.

B. Tes Kuat Tekan Beton

Tahap - tahap pelaksanaan uji kuat tekan beton secara singkat adalah sebagai berikut:

1. Adukan beton yang akan di tes diambil dari hasil slump test.
2. Isilah cetakan beton silinder 15 x 30 cm dengan adukan beton terdiri dari 3 lapis. Setiap lapisan dipadatkan dengan tongkat pemadat sebanyak 25 kali tusukan secara merata.
3. Setelah dilakukan pemadatan, ketukkan isi cetakan perlahanlahan sampai rongga bekas tusukan tertutup. Ratakan permukaan beton dan biarkan beton dalam cetakan selama 24 jam dan letakkan pada tempat yang bebas dari getaran.
4. Setelah 24 jam bukalah cetakan dan beton direndam dalam air untuk memenuhi persyaratan perawatan beton selama waktu yang dikehendaki.
5. Ambillah beton yang akan diuji kekuatannya dari bak perendam kemudian bersihkan dari kotoran yang menempel dengan kain.
6. Lapislah permukaan atas dan bawah benda uji dengan dengan mortal belerang, agar didapat permukaan yang rata.
7. Kemudian letakkan benda uji pada mesin tekan secara sentris.
8. Jalankan mesin tekan dengan penambahan beban konstan berkisar antara 2-4 kg/cm2 per detik,
9. Lakukan pembebanan sampai benda uji menjadi hancur dan catatlah beban

maksimum yang terjadi selama pemeriksaan benda uji.
10. Pengetesan benda uji dilakukan pada umur 3,7,14 dan 28 hari. Untuk beton yang berumur dibawah 28 hari harus dilakukan konversi terhadap kekuatan 28 hari.

Pemeriksaan karakteristik mutu beton yang dihasilkan dapat dilakukan dengan cara uji tekan beton apakah sesuai dengan yang direncanakan. Jika terjadi penyimpangan pada beton yang dipesan (misalnya kekuatan beton yang diberikan tidak sesuai dengan yang dipesan), maka harus dilakukan langkah - langkah antisipasi seperti :

1. Pembongkaran pada struktur bangunan yang telah di cor.
2. Pemberian ganti rugi terhadap pihak kontraktor (dalam hal ini, perlu dilakukan negosiasi dengan pihak pemasok Pioneer Beton).
3. Jika beton yang telah di cor berada pada bagian non struktural, maka langkah pembongkaran dapat diabaikan, dan diatasi kerusakan dengan langkah perkuatan di bagian yang mampu menyangga bagian tersebut.

3. Pemeriksaan Mutu Baja Beton

Mutu baja tulangan yang baik harus memenuhi syarat-syarat sebagai berikut:

1. Bebas dari kotoran-kotoran, lapisan minyak, karat, dan tidak retak atau mengelupas.
2. Mempunyai penampang yang sama rata.
3. Ukuran disesuaikan dengan *shop drawing*.
4. Untuk tempat penyimpan sebaiknya diberi bantalan kayu dan tempat yang kering untuk menghindari karat.

Berikut merupakan tahapan pengendalian mutu untuk baja beton:

1. Setelah barang datang diukur jumlah dan diameter
2. Pengambilan sample untuk dilakukan tes tarik baja pada instansi yang telah ditunjuk.

Gambar 2. 6 Uji Tarik Baja

2.8 Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3)

2.8.1. Indikator yang Mempengaruhi Kesehaan dan Keselamatan Kerja

Menurut Wieke Y.C. dkk (2012:85), bahwa budaya keselamatan dan kesehatan kerja dapat terbentuk dari beberapa indikator, yaitu sebagai berikut:

1. Variabel pertama komitmen manager terhadap pekerja.
2. Peraturan dan prosedur K3 ialah aturan dan petunjuk yang ditetapkan dalam manajemen K3.
3. Komunikasi Pekerja ialah adanya penyampaian informasi atau pesan.
4. Kompetensi pekerja, ialah kemampuan yang di miliki pekerja.
5. Lingkungan kerja,
6. Keterlibatan pekerja dalam K3.

2.8.2. Alat Pelindung Diri di tempat Kerja

1. *Helm Safety*

   Topi pengaman (*helmet*) harus dipakai oleh tenaga kerja yang mungkin tertimpa pada kepala oleh benda jatuh atau melayang atau benda-benda lain yang bergerak. Topi pengaman harus cukup keras dan kokoh, tetapi ringan. Bahan plastik dengan lapisan kain terbukti sangat cocok untuk keperluan ini.

Gambar 2. 7 *Safety Helmet*

2. Kacamata

   Alat pelindung muka dan mata berfungsi untuk melindungi muka dan mata dari:

   · lemparan benda-benda kecil
   · lemparan benda-benda panas
   · pengaruh cahaya
   · pengaruh radiasi tertentu

   Kaca Mata Pelindung (*Protective Goggles*) untuk melindungi mata dari percikan logam cair, percikan bahan kimia, serta kacamata pelindung untuk pekerjaan menggerinda dan pekerjaan berdebu.

Gambar 2. 8 *Protective Goggles*

3. Sarung Tangan

Sarung tangan (*glove*), Alat ini berguna untuk melindungi tangan dari benda-benda tajam dan mencegah cidera saat sedang kerja.

Gambar 2. 9 *Glove*

4. *Body Harness*

Fungsi utama tali penganman ini adalah menjaga seorang pekerja dari kecelakaan kerja pada saat bekerja, misalnya saja kegiatan *erection* baja pada bangunan tower.

Gambar 2. 10 *Body Harness*

5. *Safety Shoes*

Sepatu karet atau sepatu boot atau *safety shoes*. Merupakan sebuah APD yang berfungsi sebagai alat pengaman pada tempat yang berlumpur atau becek atau mencegah kecelakaan fatal yang menimpan kaki. Kebanyakan dari sepatu ini ada lapisan khusus seperti metal untuk melindungi kaki dari benda tajam atau berat, benda panas, cairan kimia dan lain-lain.

Gambar 2. 11 Safety Shoes

Pengelolaan Kondisi Darurat

Berdasarkan Tabel dapat diketahui bahwa tingkat penerapan K3 pada aspek pengelolaan kondisi darurat adalah antara 50% sampai dengan 100%. Alasan beberapa proyek yang tidak ada informasi jalur evakuasi jika terjadi keadaan darurat diantaranya adalah: kondisi proyek yang berada di area terbuka sehingga mudah dilakukan evakuasi jika ada kondisi darurat. Informasi pada umumnya tersedia di pos jaga atau ada briefing minimal satu kali seminggu.

Pekerjaan Struktur, Perancah, Tangga

Berdasarkan Tabel dapat diketahui bahwa tingkat penerapan K3 pada aspek Pekerjaan Struktur, Perancah, Tangga adalah antara 50% sampai dengan 90%. Alasan belum banyak diterapkan diantaranya adalah: tidak ada risiko

pada bangunan rawan roboh, pekerjaan di ketinggian lebih dari 2 meter belum dianggap berisiko, prefrensi risiko yang berbeda.

"Halaman ini sengaja dikosongkan"

BAB III
METODOLOGI

3.1 Uraian Umum

Bab ini membahas cara atau perhitungan mengenai urutan kegiatan yang telah disusun untuk mendapatkan hasil akhir yaitu berupa Analisa hasil. Tahapan unruk memulai perhitungan dimulai dari peumusan masalah, menganalisa masalah, hingga pembuatan penjadwalan. Tahapan-tahapan metodologi dalam tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Perumusan masalah
2. Pengumpulan data
3. Pengolahan data
4. Kesimpulan

3.2 Metodologi

1. Perumusan Masalah
   Mengidentifikasi masalah dengan cara menganalisa gambar kerja dari proyek terkait untuk mendapatkan rumusan masalah yang berupa merencanakan anggaran biaya dan penjadwalan struktur balok, kolom, dan pelat.
2. Pengumpulan Data
   Data yang digunakan untuk menunjang rumusan masalah dalam penyusunan tugas akhir terapan ini berupa data sekunder. Dimana data sekunder merupakan data pendukung untuk penyelesaian dari rumusan masalah. Data sekunder yang digunakan, sebagai berikut :
   a. Gambar kerja
   b. Daftar item pekerjaan
   c. Rencana Kerja dan Syarat – syarat (RKS)
   d. Daftar Harga Satuan resmi
3. Pengolahan Data
   Melakukan pengolahan data setelah data terkumpul dengan metode analisa. Dalam pengolahan data, terdapat langkah-langkah sebagai berikut:

a. Penyusunan item pekerjaan

- Pekerjaan Kolom
- Pekerjaan Balok
- Pekerjaan Pelat

b. Menghitung volume pekerjaan
Volume item pekerjaan struktur dihitung untuk menentukan anggaran biaya dan waktu penjadwalan.

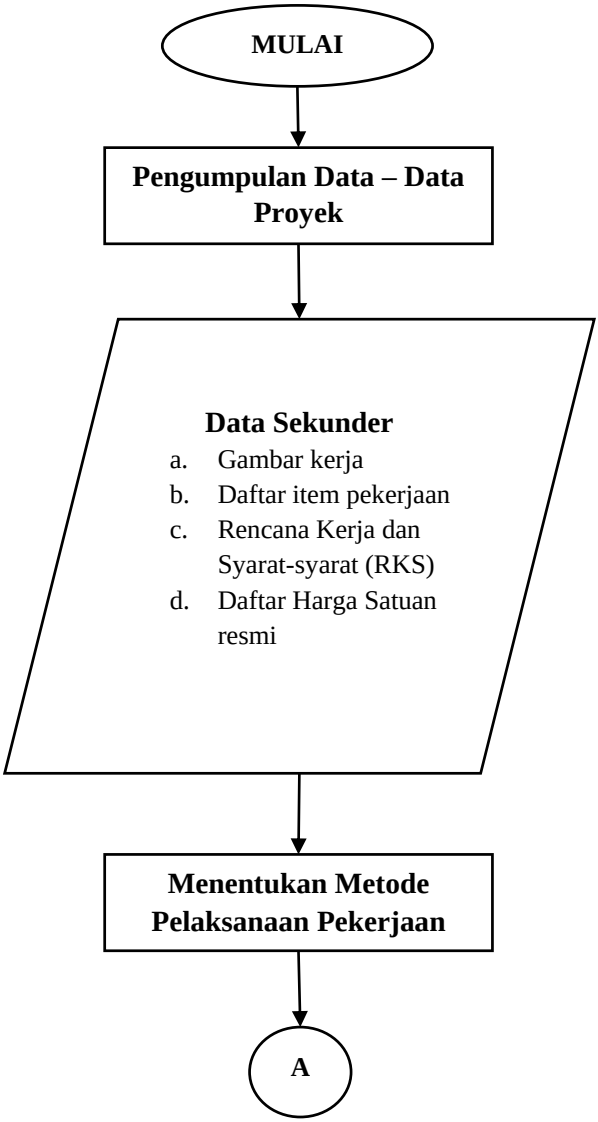
c. Melakukan analisa rencana anggaran biaya dengan tahapan sebagai berikut:
- Menentukan metode pelaksanaan
- Menyusun Network Planning
- Menghitung durasi
- Menghitung rencana anggaran biaya
- Rekapitulasi rencana anggaran biaya dan durasi

d. Melakukan analisa penjadwalan
Dalam melakukan analisa penjadwalan pelaksanaan Proyek Pembangunan Living Plaza Kota Harapan Indah Bekasi menggunakan *Bar Chart* dan metode CPM (*Critical Path Method*) yang kemudian akan didapat lintasan kritis menggunakan MS. Project. Berikut ini langkah – langkah untuk menganalisa penjadwalan :
- Menginput durasi yang telah didapat pada Network Planning
- Menghitungan bobot pekerjaan tiap item pekerjaan
- Membuat Bar Chart dan Kurva S

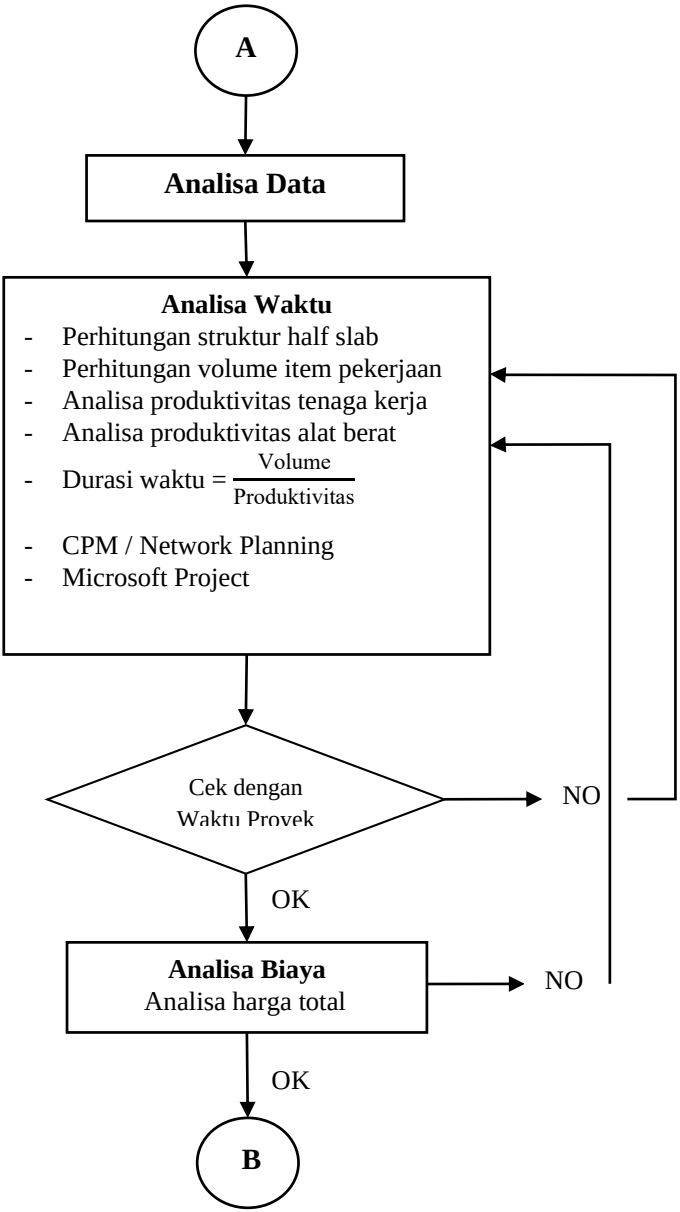
4. Kesimpulan
Hasil dari metode analisa ini akan didapat biaya total yang dibutuhkan untuk pelaksanaan proyek serta waktu total untuk menyelesaikan pelaksanaan proyek pembangunan struktur gedung Living Plaza Kota Harapan Indah Bekasi berupa balok, kolom dan pelat.

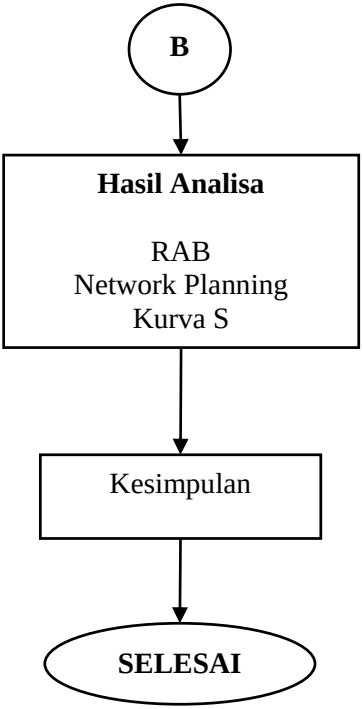
3.3 *Flow Chart*

1. Flow Chart Pengerjaan Proyek Akhir

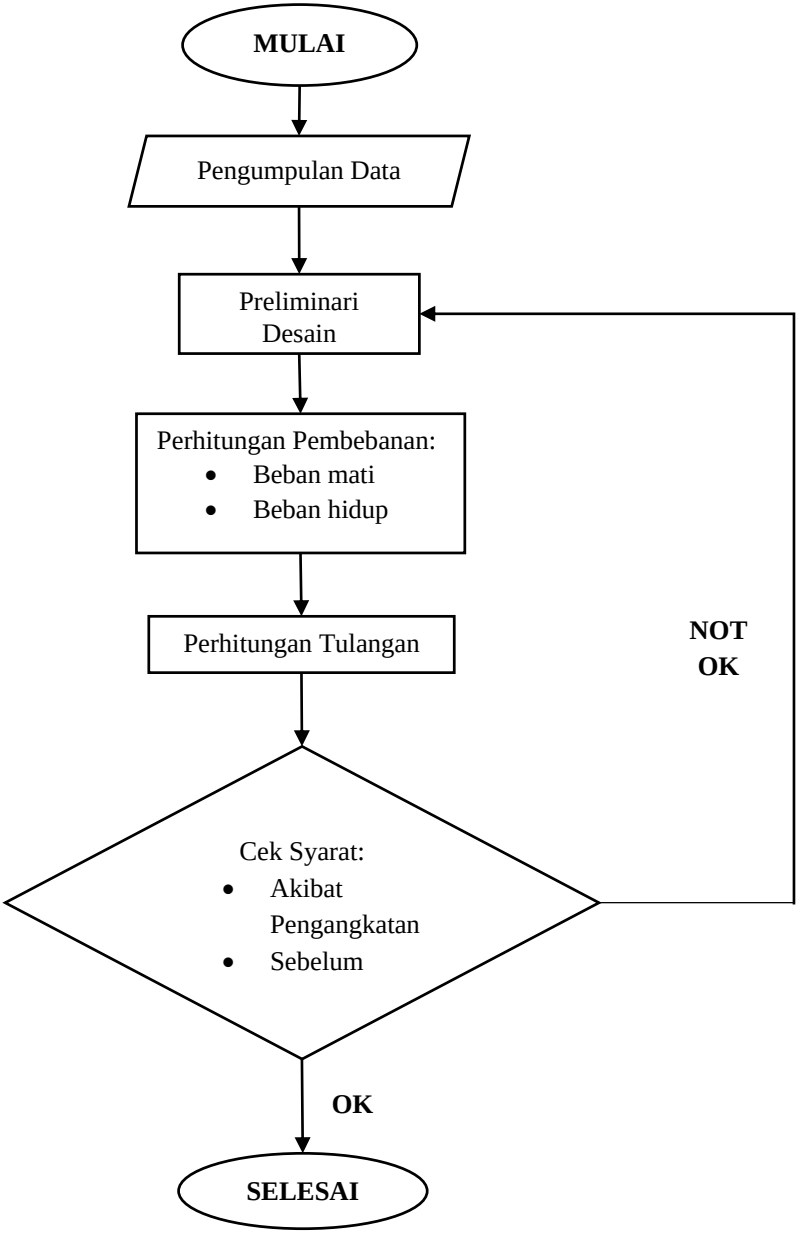


Gambar 3. 1 Flow Chart Proyek Akhir


A
Analisa Data
Analisa Waktu
- Perhitungan struktur half slab
- Perhitungan volume item pekerjaan
- Analisa produktivitas tenaga kerja
- Analisa produktivitas alat berat
- Durasi waktu = Volume / Produktivitas
- CPM / Network Planning
- Microsoft Project
Cek dengan
Waktu Proyek
NO
OK
Analisa Biaya
Analisa harga total
NO
OK
B


B
Hasil Analisa
RAB
Network Planning
Kurva S
Kesimpulan
SELESAI

2. Flow Chart Perhitungan *Half Slab*



Gambar 3. 7 Flow Chart Half Slab Precast

BAB IV
DATA PROYEK

4.1. Data Umum Bangunan

Nama Proyek :Gedung Dewan Perwakilan Rakyat Daerah Kota Surabaya

Lokasi Proyek :Jalan Pemuda No.15, Kecamatan Genteng, Kota Surabaya, Jawa Timur

Jumlah Lantai : 9

Pemilik Proyek: Pemerintah Kota Surabaya

Konsultan MK : PT. BANGUN SEJARAH PRIMA

Kontraktor : PT. TIARA MULTI TEKNIK

Mutu beton : 35 MPa

Gambar 4. 2 Lokasi Pembangunan

4.2. Data Fisik Bangunan

4.2.1. *Bor Pile*

Tabel 4. 1 Data Bor Pile

Diameter	80	cm
Kedalaman	27	m
Jumlah titik	72	titik
Jarak vertikal	4	m
Jarak horisontal	2.7	m

4.1.1. *Injection Pile*

Tabel 4. 2 Data Injention Pile

Jumlah titik TP	132	titik
Diameter	60	cm
Kedalaman	12	m

4.1.2. *Raft Foundation*

Tabel 4. 3 Data Raft Foundation

Tipe	Dimensi		Tebal (mm)	Jumlah
	B (mm)	H (mm)		
A	8000	8000	1100	7
	6828	8000	1100	1
A'	8000	8000	1100	1

4.1.3. *Retaining Wall*

Tabel 4. 4 Data Retaining Wall

Tebal (m)	Tinggi (m)	Panjang (m)
0.2	4	104.9

4.1.4. Kolom

Tabel 4. 5 Data Kolom

Lokasi	Tipe	Jumlah	Panjang (mm)	Dimensi	
				B (mm)	H (mm)
Basement	K1	17	4000	800	800
	K2	5	4000	300	800
	K4	3	4000	200	200
Lantai 1	K1	17	4000	800	800
	K2	5	4000	300	800
	K4	5	4000	200	200
Lantai 2	K1	15	4000	800	800
	K2	5	4000	300	800
	K4	5	4000	200	200
Lantai 3	K1	15	4000	800	800
	K2	5	4000	300	800
	K4	5	4000	200	200
Lantai 4	K1	15	4000	800	800
	K2	5	4000	300	800
	K4	5	4000	200	200
Lantai 5	K1	15	4000	800	800
	K2	5	4000	300	800
	K4	5	4000	200	200

Lokasi	Tipe	Jumlah	Panjang (mm)	Dimensi	
				B (mm)	H (mm)
Lantai 6	K1	15	4000	800	800
	K2	5	4000	300	800
	K4	5	4000	200	200
Lantai 7	K1	15	4000	800	800
	K2	5	4000	300	800
	K4	5	4000	200	200
Lantai 8	K1	6	3150	800	800
	K2	5	3150	300	800
	K4	2	3150	200	200

4.1.5. Balok

Tabel 4. 6 Data Balok

Lokasi	Tipe	Panjang (mm)	Jumlah	Dimensi	
				B (mm)	H (mm)
Lantai 1	B2	7200	23	300	700
		1700	3	300	700
		6024	2	300	700
	B3	7200	17	250	500
		6024	2	250	500
		1700	2	250	500
		2550	2	250	500
		2150	1	250	500
		3000	2	250	500
	B4	7200	2	200	400
	BS	2850	1	120	300

Lokasi	Tipe	Panjang (mm)	Jumlah	Dimensi	
				B (mm)	H (mm)
Lantai 2	B2	8000	23	300	700
		1000	14	300	700
		6024	2	300	700
		2000	3	300	700
	B3	7200	17	250	500
		6024	2	250	500
		2999	2	250	500
		2850	2	250	500
		2150	1	250	500
		3000	2	250	500
	B4	8900	12	200	400
		2000	2	200	400
		6024	2	200	400
	BS	2850	1	120	300
Lantai 3	B2	7200	22	300	700
		2000	3	300	700
		900	14	300	700
		1700	2	300	700
	B3	7200	17	250	500
		3000	2	250	500
		2150	1	250	500
		2850	2	250	500
		900	11	250	500
		2000	2	250	500
		1700	1	250	500

	B4	8900	12	200	400
		2000	2	200	400
	BS	2850	2	120	300
Lantai 4	B2	7200	22	300	700
	B3	7200	17	250	500
		2850	2	250	500
		3000	2	250	500
	B3	2150	1	250	500
		4000	1	250	500
	BS	2850	2	120	300
Lantai 5	B2	7200	22	300	700
	B3	7200	17	250	500
		2850	2	250	500
		3000	2	250	500
		2150	1	250	500
		4000	1	250	500
	BS	2850	2	120	300
Lantai 6	B2	7200	22	300	700
	B3	7200	17	250	500
		2850	2	250	500
		3000	2	250	500
		2150	1	250	500
		4000	1	250	500
	BS	2850	2	120	300
Lantai 7	B2	7200	22	300	700
		2000	3	300	700
		900	14	300	700
		1700	2	300	700

	B3	7200	17	250	500
		3000	2	250	500
		2150	1	250	500
		2850	2	250	500
		900	11	250	500
		2000	2	250	500
		1700	1	250	500
	B4	8900	12	200	400
		2000	2	200	400
	BS	2850	2	120	300
Lantai 8	B2	7200	22	300	700
		1800	3	300	700
		900	14	300	700
		1700	2	300	700
	B3	7200	17	250	500
		3000	2	250	500
		2150	1	250	500
		2850	2	250	500
		900	11	250	500
		2000	2	250	500
		1700	1	250	500
	B4	8900	12	200	400
		2000	2	200	400
	BS	2850	2	120	300
Lantai Atap	B2	7200	7	300	700
	B3	7200	4	250	500

4.1.6. Tangga

Tabel 4. 7 Data Tangga

Tipe tangga	Jml	Panjang (m)	Lebar (m)
1	8	5.06	4.34
2	8	4.4	3

4.1.7. Pelat

Tabel 4. 8 Data Pelat

Tipe	Ly (mm)	Lx (mm)	Tebal (mm)	Jml
PA	2000	2000	40	20
PB	2000	3412	40	4
PC	2000	2850	40	2
PD	2550	2850	40	2
PE	2900	2850	40	1
PF	2550	2700	40	2
PG	2900	2700	40	1
PH	1900	2450	40	2
PI	2900	2450	40	1
PJ	2550	2150	40	2
PK	2900	2150	40	1
PL	1900	2850	40	2
PM	1900	2900	40	2

4.2. Rekapitulasi Volume

Tabel 4. 9 Rekapitulasi Volume Pekerjaan

No	Pekerjaan	Volume	Satuan
I	Pekerjaan Persiapan		
1	Pemasangan Bouwplank	17	titik
2	Pagar pengaman proyek	99	m'
II	Pekerjaan Tanah		
1	Galian dan pembuangan tanah menggunakan alat berat	2577	m^3
2	Dewatering	1	unit
III	Pekerjaan Basement		
1	Pemancangan bor pile	798.31	m^3
2	Tiang pancang injection pile + preboring dia 60cm kedalaman 12m fc' 42 mpa	1504.8	m'
3	Pemotongan / kupasan tiang pancang	132	bh
4	Beton raft foundation tebal 110 cm fc' 35 mpa	623.29	m^3
5	Beton retaining wall tebal 20 cm fc' 35 mpa	83.88	m^3
6	Beton kolom K1 80x80 cm fc' 35 mpa	43.52	m^3
7	Beton kolom K2 30x80 cm fc' 35 mpa	4.80	m^3
8	Beton kolom K4 20x20 cm fc' 35 mpa	0.48	m^3
9	Beton Plat tangga tebal 15 cm fc' 35 mpa	2.57	m^3
10	Beton anak tangga	4.41	m^3
11	Beton plat bordes	1.76	m^3
12	Beton Balok bordes tangga	0.875	m^3

No	Pekerjaan	Volume	Satuan
13	Tulangan raft foundation	97460.31	Kg
14	Tulangan retaining wall	5513.954	Kg
15	Tulangan kolom K1 80x80	10103.82	Kg
16	Tulangan kolom K2 30x80	1413.10	Kg
17	Tulangan kolom K4 20x20	136.43	Kg
18	Tulangan plat tangga	685.60	Kg
19	Tulangan anak tangga	120.35	Kg
20	Tulangan balok bordes	580.4578	Kg
21	Bekisting raft foundation	314.22	m^2
22	Bekisting retaining wall	838.85	m^2
23	Bekisting kolom K1	217.60	m^2
24	Bekisting kolom K2	44.00	m^2
25	Bekisting kolom K4	9.60	m^2
26	Bekisting tangga	152.468	m^2
27	Bekisting balok bordes	10.5	m^2
28	Bekisting bordes	12.64	m^2
29	Tulangan bordes	19.48	kg
30	Beton bordes	1.76	m^3
IV	Lantai 1		
1	Beton kolom K1 80x80 cm fc' 35 mpa	43.52	m^3
2	Beton kolom K2 30x80 cm fc' 35 mpa	4.80	m^3
3	Beton kolom K4 20x20 cm fc' 35 mpa	0.80	m^3
4	Beton balok B2 30/70 cm fc' 35 mpa	38.38	m^3
5	Beton balok B3 25/50 cm fc' 35 mpa	18.89	m^3
6	Beton balok B4 20/40 cm fc' 35 mpa	1.15	m^3
7	Beton balok BS 20/30 cm fc' 35 mpa	0.10	m^3

No	Pekerjaan	Volume	Satuan
8	Beton Plat tangga tebal 15 cm fc' 35 mpa	2.57	m^3
9	Beton anak tangga	4.41	m^3
10	Beton plat bordes	1.76	m^3
11	Beton Balok bordes tangga	0.875	m^3
12	Tulangan kolom K1 80x80	10103.82	Kg
13	Tulangan kolom K2 30x80	1462.43	Kg
14	Tulangan kolom K4 20x20	227.38	Kg
15	Tulangan balok B2 30/70 cm fc' 35 mpa	14604.12	Kg
16	Tulangan balok B3 25/50 cm fc' 35 mpa	5150.98	Kg
17	Tulangan balok B4 20/40 cm fc' 35 mpa	399.57	Kg
18	Tulangan balok BS 20/30 cm fc' 35 mpa	21.18	Kg
19	Tulangan plat tangga	685.60	Kg
20	Tulangan anak tangga	120.35	Kg
21	Tulangan balok bordes	580.4578	Kg
22	Bekisting kolom K1	217.60	m^2
23	Bekisting kolom K2	44.00	m^2
24	Bekisting kolom K4	16.00	m^2
25	Bekisting balok B2 30/70 cm fc' 35 mpa	365.50	m^2
26	Bekisting balok B3 25/50 cm fc' 35 mpa	226.65	m^2
27	Bekisting balok B4 20/40 cm fc' 35 mpa	17.28	m^2
28	Bekisting balok BS 20/30 cm fc' 35 mpa	2.39	m^2
29	Bekisting tangga	152.468	m^2

No	Pekerjaan	Volume	Satuan
30	Bekisting balok bordes	10.5	m²
31	Bekisting bordes	12.64	m²
32	Beton overtopping precast	8.74	m³
33	Tulangan overtopping precast	1649.13	Kg
34	Tulangan bordes	19.48	kg
30	Beton bordes	1.76	m³
V	Lantai 2		
1	Beton kolom K1 80x80 cm fc' 35 mpa	38.40	m³
2	Beton kolom K2 30x80 cm fc' 35 mpa	4.80	m³
3	Beton kolom K4 20x20 cm fc' 35 mpa	0.80	m³
4	Beton balok B2 30/70 cm fc' 35 mpa	45.37	m³
5	Beton balok B3 25/50 cm fc' 35 mpa	19.29	m³
6	Beton balok B4 20/40 cm fc' 35 mpa	9.83	m³
7	Beton balok BS 20/30 cm fc' 35 mpa	0.10	m³
8	Beton Plat tangga tebal 15 cm fc' 35 mpa	2.57	m³
9	Beton anak tangga	4.41	m³
10	Beton plat bordes	1.76	m³
11	Beton Balok bordes tangga	0.875	m³
12	Tulangan kolom K1 80x80	8915.13	Kg
13	Tulangan kolom K2 30x80	1462.43	Kg
14	Tulangan kolom K4 20x20	227.38	Kg
15	Tulangan balok B2 30/70 cm fc' 35 mpa	17276.34	Kg
16	Tulangan balok B3 25/50 cm fc' 35 mpa	5251.98	Kg
17	Tulangan balok B4 20/40 cm fc' 35 mpa	3404.77	Kg

No	Pekerjaan	Volume	Satuan
18	Tulangan balok BS 20/30 cm fc' 35 mpa	21.18	Kg
19	Tulangan plat tangga	685.60	Kg
20	Tulangan anak tangga	120.35	Kg
21	Tulangan balok bordes	580.4578	Kg
22	Bekisting kolom K1	192.0	m^2
23	Bekisting kolom K2	44.0	m^2
24	Bekisting kolom K4	16.0	m^2
25	Bekisting balok B2 30/70 cm fc' 35 mpa	432.10	m^2
26	Bekisting balok B3 25/50 cm fc' 35 mpa	231.44	m^2
27	Bekisting balok B4 20/40 cm fc' 35 mpa	147.42	m^2
28	Bekisting balok BS 20/30 cm fc' 35 mpa	2.39	m^2
29	Bekisting tangga	152.468	m^2
30	Bekisting balok bordes	10.5	m^2
31	Bekisting bordes	12.64	m^2
32	Beton overtopping precast	8.74	m^3
33	Tulangan overtopping precast	1649.13	Kg
34	Tulangan bordes	19.48	kg
30	Beton bordes	1.76	m^3
VI	Lantai 3		
1	Beton kolom K1 80x80 cm fc' 35 mpa	38.40	m^3
2	Beton kolom K2 30x80 cm fc' 35 mpa	4.80	m^3
3	Beton kolom K4 20x20 cm fc' 35 mpa	0.80	m^3
4	Beton balok B2 30/70 cm fc' 35 mpa	37.88	m^3

No	Pekerjaan	Volume	Satuan
5	Beton balok B3 25/50 cm fc' 35 mpa	18.98	m^3
6	Beton balok B4 20/40 cm fc' 35 mpa	8.86	m^3
7	Beton balok BS 20/30 cm fc' 35 mpa	0.21	m^3
8	Beton Plat tangga tebal 15 cm fc' 35 mpa	2.57	m^3
9	Beton anak tangga	4.41	m^3
10	Beton plat bordes	1.76	m^3
11	Beton Balok bordes tangga	0.875	m^3
12	Tulangan kolom K1 80x80	8915.13	Kg
13	Tulangan kolom K2 30x80	1462.43	Kg
14	Tulangan kolom K4 20x20	227.38	Kg
15	Tulangan balok B2 30/70 cm fc' 35 mpa	14432.75	Kg
16	Tulangan balok B3 25/50 cm fc' 35 mpa	5171.42	Kg
17	Tulangan balok B4 20/40 cm fc' 35 mpa	3070.51	Kg
18	Tulangan balok BS 20/30 cm fc' 35 mpa	42.03	Kg
19	Tulangan plat tangga	685.60	Kg
20	Tulangan anak tangga	120.35	Kg
21	Tulangan balok bordes	580.4578	Kg
22	Bekisting kolom K1	192.0	m^2
23	Bekisting kolom K2	44.0	m^2
24	Bekisting kolom K4	16.0	m^2
25	Bekisting balok B2 30/70 cm fc' 35 mpa	360.80	m^2
26	Bekisting balok B3 25/50 cm fc' 35 mpa	227.78	m^2

No	Pekerjaan	Volume	Satuan
27	Bekisting balok B4 20/40 cm fc' 35 mpa	132.96	m²
28	Bekisting balok BS 20/30 cm fc' 35 mpa	4.79	m²
29	Bekisting tangga	152.468	m²
30	Bekisting balok bordes	10.5	m²
31	Bekisting bordes	12.64	m²
32	Beton overtopping precast	8.74	m³
33	Tulangan overtopping precast	1649.13	Kg
34	Tulangan bordes	19.48	kg
30	Beton bordes	1.76	m³
VII	Lantai 4		
1	Beton kolom K1 80x80 cm fc' 35 mpa	38.40	m³
2	Beton kolom K2 30x80 cm fc' 35 mpa	4.80	m³
3	Beton kolom K4 20x20 cm fc' 35 mpa	0.80	m³
4	Beton balok B2 30/70 cm fc' 35 mpa	33.26	m³
5	Beton balok B3 25/50 cm fc' 35 mpa	17.53	m³
6	Beton balok B4 20/40 cm fc' 35 mpa	0.00	m³
7	Beton balok BS 20/30 cm fc' 35 mpa	0.21	m³
8	Beton Plat tangga tebal 15 cm fc' 35 mpa	2.57	m³
9	Beton anak tangga	4.41	m³
10	Beton plat bordes	1.76	m³
11	Beton Balok bordes tangga	0.875	m³
12	Tulangan kolom K1 80x80	8915.13	Kg
13	Tulangan kolom K2 30x80	1462.43	Kg
14	Tulangan kolom K4 20x20	227.38	Kg

No	Pekerjaan	Volume	Satuan
15	Tulangan balok B2 30/70 cm fc' 35 mpa	12655.05	Kg
16	Tulangan balok B3 25/50 cm fc' 35 mpa	4773.36	Kg
17	Tulangan balok B4 20/40 cm fc' 35 mpa	0.00	Kg
18	Tulangan balok BS 20/30 cm fc' 35 mpa	42.03	Kg
19	Tulangan plat tangga	685.60	Kg
20	Tulangan anak tangga	120.35	Kg
21	Tulangan balok bordes	580.4578	Kg
22	Bekisting kolom K1	192.0	m^2
23	Bekisting kolom K2	44.0	m^2
24	Bekisting kolom K4	16.0	m^2
25	Bekisting balok B2 30/70 cm fc' 35 mpa	316.80	m^2
26	Bekisting balok B3 25/50 cm fc' 35 mpa	210.38	m^2
27	Bekisting balok B4 20/40 cm fc' 35 mpa	0.00	m^2
28	Bekisting balok BS 20/30 cm fc' 35 mpa	4.79	m^2
29	Bekisting tangga	152.468	m^2
30	Bekisting balok bordes	10.5	m^2
31	Bekisting bordes	12.64	m^2
32	Beton overtopping precast	8.74	m^3
33	Tulangan overtopping precast	1649.13	Kg
34	Tulangan bordes	19.48	kg
30	Beton bordes	1.76	m^3

No	Pekerjaan	Volume	Satuan
VIII	Lantai 5		
1	Beton kolom K1 80x80 cm fc' 35 mpa	38.40	m^3
2	Beton kolom K2 30x80 cm fc' 35 mpa	4.80	m^3
3	Beton kolom K4 20x20 cm fc' 35 mpa	0.80	m^3
4	Beton balok B2 30/70 cm fc' 35 mpa	33.26	m^3
5	Beton balok B3 25/50 cm fc' 35 mpa	17.53	m^3
6	Beton balok B4 20/40 cm fc' 35 mpa	0.00	m^3
7	Beton balok BS 20/30 cm fc' 35 mpa	0.21	m^3
8	Beton Plat tangga tebal 15 cm fc' 35 mpa	2.57	m^3
9	Beton anak tangga	4.41	m^3
10	Beton plat bordes	1.76	m^3
11	Beton Balok bordes tangga	0.875	m^3
12	Tulangan kolom K1 80x80	8915.13	Kg
13	Tulangan kolom K2 30x80	1462.43	Kg
14	Tulangan kolom K4 20x20	227.38	Kg
15	Tulangan balok B2 30/70 cm fc' 35 mpa	12655.05	Kg
16	Tulangan balok B3 25/50 cm fc' 35 mpa	4773.36	Kg
17	Tulangan balok B4 20/40 cm fc' 35 mpa	0.00	Kg
18	Tulangan balok BS 20/30 cm fc' 35 mpa	170.51	Kg
19	Tulangan plat tangga	685.60	Kg
20	Tulangan anak tangga	120.35	Kg
21	Tulangan balok bordes	580.4578	Kg
22	Bekisting kolom K1	192.0	m^2
23	Bekisting kolom K2	44.0	m^2

No	Pekerjaan	Volume	Satuan
24	Bekisting kolom K4	16.0	m²
25	Bekisting balok B2 30/70 cm fc' 35 mpa	316.80	m²
26	Bekisting balok B3 25/50 cm fc' 35 mpa	210.38	m²
27	Bekisting balok B4 20/40 cm fc' 35 mpa	0.00	m²
28	Bekisting balok BS 20/30 cm fc' 35 mpa	4.79	m²
29	Bekisting tangga	152.468	m²
30	Bekisting balok bordes	10.5	m²
31	Bekisting bordes	12.64	m²
32	Beton overtopping precast	8.74	m³
33	Tulangan overtopping precast	1649.13	Kg
34	Tulangan bordes	19.48	kg
30	Beton bordes	1.76	m³
IX	Lantai 6		
1	Beton kolom K1 80x80 cm fc' 35 mpa	38.40	m³
2	Beton kolom K2 30x80 cm fc' 35 mpa	4.80	m³
3	Beton kolom K4 20x20 cm fc' 35 mpa	0.80	m³
4	Beton balok B2 30/70 cm fc' 35 mpa	33.26	m³
5	Beton balok B3 25/50 cm fc' 35 mpa	17.53	m³
6	Beton balok B4 20/40 cm fc' 35 mpa	0.00	m³
7	Beton balok BS 20/30 cm fc' 35 mpa	0.21	m³
8	Beton Plat tangga tebal 15 cm fc' 35 mpa	2.57	m³
9	Beton anak tangga	4.41	m³
10	Beton plat bordes	1.76	m³

No	Pekerjaan	Volume	Satuan
11	Beton Balok bordes tangga	0.875	m^3
12	Tulangan kolom K1 80x80	8915.13	Kg
13	Tulangan kolom K2 30x80	1462.43	Kg
14	Tulangan kolom K4 20x20	227.38	Kg
15	Tulangan balok B2 30/70 cm fc' 35 mpa	12655.05	Kg
16	Tulangan balok B3 25/50 cm fc' 35 mpa	4773.36	Kg
17	Tulangan balok B4 20/40 cm fc' 35 mpa	0.00	Kg
18	Tulangan balok BS 20/30 cm fc' 35 mpa	170.51	Kg
19	Tulangan plat tangga	685.60	Kg
20	Tulangan anak tangga	120.35	Kg
21	Tulangan balok bordes	580.4578	Kg
22	Bekisting kolom K1	192.0	m^2
23	Bekisting kolom K2	44.0	m^2
24	Bekisting kolom K4	16.0	m^2
25	Bekisting balok B2 30/70 cm fc' 35 mpa	316.80	m^2
26	Bekisting balok B3 25/50 cm fc' 35 mpa	210.38	m^2
27	Bekisting balok B4 20/40 cm fc' 35 mpa	0.00	m^2
28	Bekisting balok BS 20/30 cm fc' 35 mpa	4.79	m^2
29	Bekisting tangga	152.468	m^2
30	Bekisting balok bordes	10.5	m^2
31	Bekisting bordes	12.64	m^2
32	Beton overtopping precast	8.74	m^3

No	Pekerjaan	Volume	Satuan
33	Tulangan overtopping precast	1649.13	Kg
34	Tulangan bordes	19.48	kg
30	Beton bordes	1.76	m^3
X	Lantai 7		
1	Beton kolom K1 80x80 cm fc' 35 mpa	38.40	m^3
2	Beton kolom K2 30x80 cm fc' 35 mpa	4.80	m^3
3	Beton kolom K4 20x20 cm fc' 35 mpa	0.80	m^3
4	Beton balok B2 30/70 cm fc' 35 mpa	37.88	m^3
5	Beton balok B3 25/50 cm fc' 35 mpa	18.98	m^3
6	Beton balok B4 20/40 cm fc' 35 mpa	8.86	m^3
7	Beton balok BS 20/30 cm fc' 35 mpa	0.21	m^3
8	Beton Plat tangga tebal 15 cm fc' 35 mpa	2.57	m^3
9	Beton anak tangga	4.41	m^3
10	Beton plat bordes	1.76	m^3
11	Beton Balok bordes tangga	0.875	m^3
12	Tulangan kolom K1 80x80	8915.13	Kg
13	Tulangan kolom K2 30x80	1462.43	Kg
14	Tulangan kolom K4 20x20	227.38	Kg
15	Tulangan balok B2 30/70 cm fc' 35 mpa	14432.75	Kg
16	Tulangan balok B3 25/50 cm fc' 35 mpa	5171.42	Kg
17	Tulangan balok B4 20/40 cm fc' 35 mpa	3070.51	Kg
18	Tulangan balok BS 20/30 cm fc' 35 mpa	42.03	Kg
19	Tulangan plat tangga	685.60	Kg

No	Pekerjaan	Volume	Satuan
20	Tulangan anak tangga	120.35	Kg
21	Tulangan balok bordes	580.4578	Kg
22	Bekisting kolom K1	192.0	m²
23	Bekisting kolom K2	44.0	m²
24	Bekisting kolom K4	16.0	m²
25	Bekisting balok B2 30/70 cm fc' 35 mpa	360.80	m²
26	Bekisting balok B3 25/50 cm fc' 35 mpa	227.78	m²
27	Bekisting balok B4 20/40 cm fc' 35 mpa	132.96	m²
28	Bekisting balok BS 20/30 cm fc' 35 mpa	4.79	m²
29	Bekisting tangga	152.468	m²
30	Bekisting balok bordes	10.5	m²
31	Bekisting bordes	12.64	m²
32	Beton overtopping precast	8.74	m³
33	Tulangan overtopping precast	1649.13	Kg
34	Tulangan bordes	19.48	kg
30	Beton bordes	1.76	m³
XI	Lantai 8		
1	Beton kolom K1 80x80 cm fc' 35 mpa	12.10	m³
2	Beton kolom K2 30x80 cm fc' 35 mpa	3.78	m³
3	Beton kolom K4 20x20 cm fc' 35 mpa	0.25	m³
4	Beton balok B2 30/70 cm fc' 35 mpa	37.76	m³
5	Beton balok B3 25/50 cm fc' 35 mpa	18.98	m³
6	Beton balok B4 20/40 cm fc' 35 mpa	8.86	m³
7	Beton balok BS 20/30 cm fc' 35 mpa	0.21	m³

No	Pekerjaan	Volume	Satuan
8	Beton Plat tangga tebal 15 cm fc' 35 mpa	2.57	m^3
9	Beton anak tangga	4.41	m^3
10	Beton plat bordes	1.76	m^3
11	Beton Balok bordes tangga	0.875	m^3
12	Tulangan kolom K1 80x80	2808.27	Kg
13	Tulangan kolom K2 30x80	1204.07	Kg
14	Tulangan kolom K4 20x20	71.62	Kg
15	Tulangan balok B2 30/70 cm fc' 35 mpa	14384.92	Kg
16	Tulangan balok B3 25/50 cm fc' 35 mpa	5171.42	Kg
17	Tulangan balok B4 20/40 cm fc' 35 mpa	3070.51	Kg
18	Tulangan balok BS 20/30 cm fc' 35 mpa	42.03	Kg
19	Tulangan plat tangga	685.60	Kg
20	Tulangan anak tangga	120.35	Kg
21	Tulangan balok bordes	580.4578	Kg
22	Bekisting kolom K1	60.5	m^2
23	Bekisting kolom K2	34.7	m^2
24	Bekisting kolom K4	5.0	m^2
25	Bekisting balok B2 30/70 cm fc' 35 mpa	359.60	m^2
26	Bekisting balok B3 25/50 cm fc' 35 mpa	227.78	m^2
27	Bekisting balok B4 20/40 cm fc' 35 mpa	132.96	m^2
28	Bekisting balok BS 20/30 cm fc' 35 mpa	4.79	m^2
29	Bekisting tangga	152.468	m^2

No	Pekerjaan	Volume	Satuan
30	Bekisting balok bordes	10.5	m^2
31	Bekisting bordes	12.64	m^2
32	Beton overtopping precast	8.74	m^3
33	Tulangan overtopping precast	1649.13	Kg
34	Tulangan bordes	19.48	kg
30	Beton bordes	1.76	m^3
XII	Lantai Atap		
1	Beton balok B2 30/70 cm fc' 35 mpa	10.58	m^3
2	Beton balok B3 25/50 cm fc' 35 mpa	3.60	m^3
3	Tulangan balok B2 30/70 cm fc' 35 mpa	4026.61	Kg
4	Tulangan balok B3 25/50 cm fc' 35 mpa	979.91	Kg
5	Bekisting balok B2 30/70 cm fc' 35 mpa	100.80	m^2
6	Bekisting balok B3 25/50 cm fc' 35 mpa	43.20	m^2
7	Beton overtopping precast	3.33	m^3
8	Tulangan overtopping precast	586.16	Kg

"Halaman ini sengaja dikosongkan"

BAB V
ANALISA DATA

5.1 Metode Pelaksanaan

5.1.1. Pekerjaan Galian dan Urugan

Pekerjaan galian dan urugan pada proyek Gedung DPRD Surabaya diperuntukkan pada galian basement gedung. Alat yang digunakan pada pekerjaan galian yaitu *excavator* dan *dump truck*. Kapasitas *excavator* yang digunakan adalah 0,93 m^3 sedangkan untuk kapasitas *dump truck* adalah 8 m^3. Pekerjaan yang dilakukan saat proses galian meliputi:

1. Membersihkan area galian agar tdak mengganggu alat *excavator* dan *dump truck*
2. Menggali area galian menggunakan *excavator*
3. Mengangkut hasil galian ke tempat pembuangan yang telah disediakan menggunakan *dump truck*

Pekerjaan urugan dilakukan pada area *raft foundation*. Pemadatan dilakukan menggunakan alat *vibration roller*.

5.1.2. Pekerjaan Pemancangan

Pekerjaan pemancangan ada gedung ini menggunakan 2 metode yaitu *bor pile* dan *injection pile*. *Bor pile* diaplikasikan pada tengah bagian gedung sedangkan *injection pile* dialikasikan pada bagian tepi gedung. Dimensi *bor pile* yang digunakan pada gedung ini adalah diameter 80 cm dengan kedalaman 27 m tanpa sambungan, sedangkan dimensi *injection pile* yaitu 60 cm dengan kedalaman 12 meter.

Proses pemancangan bor pile dapat dilakukan dengan langkah sebagai berikut:

1. Penentuan titik sesuai gambar
2. Setting alat pada titik pemancangan
3. Centering alat bor pile
4. Melakukan boring pada titik pancang
5. Meletakkan besi beton pada titik pancang yang telah di bor
6. Pengecoran bor pile

Sedangkan proses injection pile dapat dlakukan dengan cara sebagai berikut:

1. Penentuan titik *injection pile* sesuai gambar
2. Setting alat pada titik pemancangan
3. Pengangkatan tiang pancang dari stokist ke titik pemancangan
4. Centering tiang pancang atau pengecekan ketegakan vertical
5. Penetrasi tiang pancang kedalam tanah.

5.1.3. Pekerjaan *Raft Foundation*

1. Bekisting

   Beksiting *raft foundation* menggunakan multipleks berukuran 1,22 m x 2,44 m dengan ketebalan 12 mm. Multipleks dipasang mengelilingi permukaan beton *raft foundation*. Bekisting *raft foundation* diangkat menggunakan *tower crane* ke titik segmen yang dituju.

2. Pembesian

   Langkah-langkah untuk melakukan pembesian *raft foundation* dapat dilakukan dengan cara sebagai berikut:

a. Fabrikasi pembesian *raft foundation* di tempat fabrikasi besi
b. Pengangkutan besi *raft foundation* dengan *tower crane* ke titik segmen *raft foundation*
c. Pemasangan tulangan *raft foundation*
d. Penyambungan tulangan tiang pancang dengan tulangan *raft foundation*
e. Pemasangan tulangan kolom menerus dan *retaining wall*
f. Penyambungan tulangan kolom dan tulangan *raft foundation*

3. Pengecoran

Pengecoran *raft foundation* dilakukan dengan *concrete pump.* Sebelum pengecoran terlebih dahulu dilakukan uji slump saat ready mix baru datang ke proyek, uji slump yang diizinkan adalah 8cm-12cm. Seteah lolos uji slump pengecoran dapat dilaksanakan. Selesai pengecoran juga harus membersihkan pipa dari concrete pump serta truck mixer agar tidak mengeras.

Pengecoran dilakukan secara menerus dengan pergantian shift pekerja setiap 8 jam. Setiap shift terdapat 8 orang pekerja terdiri dari 3 orang tukang dan 5 orang pembantu tukang. Jumlah concrete pump adalah sebanyak 2 kelompok dengan output piston 50 m^3/jam. Pengecoran tanpa menggunakan stop cork karena dilakukan secara menerus dengan bantuan talang untuk menyambung dari mulut *piston* ke titik cor.

5.1.4. Pekerjaan *Retaining Wall*

1. Bekisting

   Beksiting *retaining wall* menggunakan multipleks berukuran 1,22 m x 2,44 m dengan ketebalan 12 mm. Multipleks dipasang mengelilingi permukaan beton *retaining wall*. Bekisting *retaining wall* diangkat menggunakan *tower crane* ke titik segmen yang dituju.

2. Pembesian

   Langkah-langkah untuk melakukan pembesian *retaining wall* dapat dilakukan dengan cara sebagai berikut:

   a. Fabrikasi pembesian *retaining wall* di tempat fabrikasi besi
   b. Pengangkutan besi *retaining wall* dengan tower crane ke titik segmen *retaining wall*
   c. Pemasangan tulangan *retaining wall*
   d. Penyambungan tulangan *raft foundation* dengan tulangan *retaining wall*

3. Pengecoran

   Pengecoran *retaining wall* dilakukan dengan *concrete pump.* Sebelum pengecoran terlebih dahulu dilakukan uji slump saat *ready mix* baru datang ke proyek, uji slump yang diizinkan adalah 8cm-12cm. Seteah lolos uji slump pengecoran dapat dilaksanakan. Selesai pengecoran juga harus membersihkan pipa tremi dari concrete pump serta *truck mixer* agar tidak mengeras.

5.1.5. Pekerjaan Kolom

1. Bekisting

   Beksiting kolom menggunakan multipleks berukuran 1,22 m x 2,44 m dengan ketebalan 12 mm. Multipleks dipasang mengelilingi permukaan beton kolom. Bekisting kolom diangkat menggunakan *tower crane* ke titik segmen yang dituju. Bekisting kolom dipasang setelah pemasangan besi kolom selesai.

2. Pembesian

   Langkah-langkah untuk melakukan pembesian kolom dapat dilakukan dengan cara sebagai berikut:

   a. Fabrikasi pembesian kolom di tempat fabrikasi besi
   b. Pengangkutan besi kolom dengan *tower crane* ke titik kolom
   c. Penyambungan tulangan kolom dengan tulangan *raft foundation*

3. Pengecoran

   Pengecoran kolom dilakukan dengan *bucket concrete. Bucket concrete* akan dibawa oleh tower crane menuju titik kolom yang akan di cor. Sebelum pengecoran terlebih dahulu dilakukan uji slump saat *ready mix* baru datang ke proyek, uji slump yang diizinkan adalah 8cm-12cm. Seteah lolos uji slump pengecoran dapat dilaksanakan. Selesai pengecoran juga harus membersihkan pipa tremi dari concrete pump serta *truck mixer* agar tidak mengeras.

5.1.6. Pekerjaan Balok

1. Bekisting

   Beksiting balok menggunakan multipleks berukuran 1,22 m x 2,44 m dengan ketebalan 12 mm. Multipleks dipasang mengelilingi permukaan beton balok. Bekisting balok diangkat menggunakan *tower crane* ke titik segmen yang dituju. Bekisting balok dipasang sebelum pemasangan besi balok selesai.

2. Pembesian

   Langkah-langkah untuk melakukan pembesian balok dapat dilakukan dengan cara sebagai berikut:

   a. Fabrikasi pembesian balok di tempat fabrikasi besi
   b. Pengangkutan besi balok dengan *tower crane* ke titik balok
   c. Pemasangan besi balok

3. Pengecoran

   Pengecoran balok dilakukan dengan *concrete pump*. Sebelum pengecoran terlebih dahulu dilakukan uji slump saat *ready mix* baru datang ke proyek, uji slump yang diizinkan adalah 8cm-12cm. Seteah lolos uji slump pengecoran dapat dilaksanakan. Selesai pengecoran juga harus membersihkan pipa tremi dari concrete pump serta *truck mixer* agar tidak mengeras. Pengecoran balok dilakukan berbarengan dengan pengecoran overtopping *half slab*.

5.1.7. Pekerjaan Tangga

1. Bekisting

   Beksiting tangga menggunakan multipleks berukuran 1,22 m x 2,44 m dengan ketebalan 12 mm. Multipleks dipasang mengelilingi permukaan beton tangga. Bekisting balok diangkat menggunakan *tower crane* ke titik segmen yang dituju. Bekisting tangga dipasang sebelum pemasangan besi tangga selesai. Pemasangan bekisting tangga dilakukan bersamaan dengan bekisting bordes tangga.

2. Pembesian

   Langkah-langkah untuk melakukan pembesian balok tangga dapat dilakukan dengan cara sebagai berikut:

   a. Fabrikasi pembesian tangga di tempat fabrikasi besi
   b. Pengangkutan besi tangga dengan *tower crane* ke titik tangga
   c. Pemasangan besi tangga
   d. Pemasangan besi tangga dilakukan bersamaan dengan pemasnagan bekisting bodes tangga

3. Pengecoran

   Pengecoran tangga dilakukan dengan *concrete pump*. Sebelum pengecoran terlebih dahulu dilakukan uji slump saat *ready mix* baru datang ke proyek, uji slump yang diizinkan adalah 8cm-12cm. Seteah lolos uji slump pengecoran dapat dilaksanakan. Selesai pengecoran juga harus membersihkan pipa tremi dari concrete pump serta *truck mixer* agar tidak

mengeras. Pengecoran tangga dilakukan berbarengan dengan pengecoran bordes tangga.

5.1.8. Pekerjaan Pelat *Half Slab Precast*

1. Pembuatan *Half Slab Precast*

   Secara umum, pembuatan *Half Slab Precast* meliputi pekerjaan:

   a. Pembuatan cetakan atau molding *Half Slab Precast.* Sebelum membuat cetakan, terlebih dahulu membuat bantalan *precast* untuk alas pembuatan precast. Bantalan *precast* terbuat dari *phenol film* dan disangga oleh besi *hollow*.
   b. Fabrikasi dan perakitan tulangan *Half Slab Precast*.
   c. Pengecoran *Half Slab Precast*
   d. Pelepasan cetakan setelah beton *Half Slab Precast* berumur sekitar 7 hari.
   e. Curing dan *quality control*, curing dilakukan untuk mencegah pengeringan yang dapat menyebabkan kehilangan air yang dibutuhkan untuk proses pengerasan beton. Sekaligus *quality control* dilakukan sebelum dikirim ke lokasi proyek.

2. Penumpukan *Half Slab Precast*

   Penumpukan *Half Slab Precast* harus dilakukan sesuai perhitungan yang ada untuk mencegah terjadinya kerusakan.

3. Pengangkatan *Half Slab Precast*

   Pengangkatan *Half Slab Precast* menggunakan tower crane dengan 4 titik pengangkatan. *Half Slab Precast* dikaitkan pada sling baja dan daibawa dengan hati-hati untuk menjaga tetap datar.

4. Pemasangan *Half Slab Precast*
    a. Pemasangan temporary support *Half Slab Precast* menggunakan scaffolding
    b. Install *Half Slab Precast*
5. Overtopping *Half Slab Precast*
    a. Pemasngan pembesian overtopping sesuai perhitungan
    b. Pengecoran overtopping *Half Slab Precast* dan balok secara bersama

5.2 Perhitungan Struktur Bawah

5.2.1. Perkerjaan Galian dan Urugan

1. Durasi pekerjaan galian

   Spesifikasi alat *excavator:*

   Excavator Komatsu PC200-8M0 kelas 20 Ton

   Kapasitas *bucket* (*q*) = 0,93 m³
   = 0,93 x 0,83
   = 0,81 m³

   Faktor *bucket* = 0,9
   Waktu gali = 4 detik
   Waktu buang = 5 detik
   Waktu putar = 6 detik
   Waktu siklus (*CT*) = 21 detik
   Efisiensi = 0,83
   Volume galian = 2577,3 m³

   Jumlah swing untuk *dump truck* penuh = $\frac{Kapasitas\ dump\ truck}{Kapasitas\ excavator}$

   $= \frac{8\ m^3}{0{,}9\ m^3}$

   $= 9\ kali$

   Produktfitas alat per jam

   $P = \frac{q\ x\ 3600\ x\ E}{CT}$

$$P = \frac{0{,}81\ x\ 3600\ x\ 0{,}83}{21}$$
$$P = 115\ m^3/jam$$

Durasi yang dibutuhkan untuk menggali

$$Durasi = \frac{Volume\ galian}{produktifitas\ per\ jam}$$
$$Durasi = \frac{2577{,}3\ m^3}{115\ m^3/jam}$$
$$Durasi = 22{,}4\ jam$$
$$Durasi = 2{,}8\ hari$$
$$Durasi \approx 3\ hari$$

Spesifikasi alat *dump truck*:

Kapasitas *dump truck*	= 8 m³
Efisiensi	= 0,83
Kecepatan buang	= 30 km/jam
Kecepatan kosong	= 40 km/jam
Waktu muat	= 2 menit
Waktu angkut	= 10 menit
Waktu kembali	= 7 menit
Waktu buang	= 2 menit
Waktu ambil posisi muat	= 2 menit
Waktu swing sampai penuh	= 3,15 menit
Waktu siklus (*CT*)	= 26,15 menit

Produktifitas alat per jam

$$P = \frac{q\ x\ 60\ x\ E}{CT}$$
$$P = \frac{8\ x\ 60\ x\ 0{,}83}{26{,}15\ menit}$$
$$P = 15{,}25\ \frac{m^3}{jam}$$

Produktifitas per hari

$$P = 15{,}25\ x\ 8\frac{m^3}{hari}$$

$$P = 121{,}88\frac{m^3}{hari}$$

Kombinasi pergerakan alat berat *(Excavator + Dump Truck)*

$$K = \frac{Produktifitas\ excavator}{Produktifitas\ dump\ truck}$$

$$K = \frac{115}{15{,}24} m^3/jam$$

$$K = 7{,}56\ unit$$

$$K \approx 8\ unit$$

Durasi *dump truck*

$$Durasi = \frac{Volume\ galian}{produktifitas\ per\ hari}$$

$$Durasi = \frac{2577{,}3\ m^3}{121{,}88\ m^3/hari}$$

$$Durasi = 21{,}15\ hari$$

$$Durasi \approx 22\ hari$$

Jumlah *dump truck* per hari = $8\ unit\ x\ 8\ jam = 64\ unit$

Total durasi galian $= Durasi\ excavator + dump\ truck$

$= 3\ hari + 22\ hari$

$= 25\ hari$

2. Upah Pekerjaan Galian

Jumlah pekerja

Operator *excavator* = 1 orang

$Upah\ pekerja$

$= Jumlah\ pekerja\ x\ durasi\ x\ upah\ harian$

$= 1\ x\ 3\ hari\ x\ Rp$
= Rp

Operator *dump truck* = 8 orang
$Upah\ pekerja$
$= Jumlah\ pekerja\ x\ durasi\ x\ upah\ harian$
$= 1\ x\ 22\ hari\ x\ Rp$
= Rp

3. Biaya Sewa
   Sewa *excavator*
   $= Jumlah\ x\ Durasi\ x\ Biaya\ sewa$
   $= 1\ x\ 25\ hari\ x\ Rp$
   = Rp

   Sewa *dump truck*
   $= Jumlah\ x\ Durasi\ x\ Biaya\ sewa$
   $= 8\ x\ 25\ hari\ x\ Rp$
   $= Rp$

5.2.2. Pekerjaan *Bor Pile*

1. Durasi Pekerjaan Bor pile

Data *bor pile*:

Jumlah titik	: 72 titik
Kedalaman titik	: 27 meter
Jarak vertical	: 4 meter
Jarak horizontal	: 2,7 meter
Diameter bor pile	: 80 cm

Spesifikasi alat:

Jenis alat	: Kobelco Type BM 500
Kapasitas alat	: 50 Ton
Daya mesin	: 180 HP

Produktifitas : 14,46 m/jam
Radius : 3,8 meter
Boom length : 51,8 meter

Cycle time:

Waktu ckeck titik bore	: 5 menit
Waktu persiapan alat	: 10 menit
Waktu check ketegakan alat	: 5 menit
Waktu pasang casing	: 20 menit
Waktu pengeboran	: 90 menit
Waktu cleaning	: 15 menit
Waktu instalasi besi	: 15 menit
Waktu pengecoran	: 45 menit
Waktu tarik casing	: 20 menit
Total waktu	: 226 menit
	: 3,75 jam/titik

Kapsitas produksi alat : $\frac{Jam\ kerja\ per\ hari}{Waktu\ per\ titik}$

$= \frac{8\ jam/hari}{3{,}75 jam/titik}$

= 2,13 titik/hari

= 2 titik/hari

Durasi total *bor pile* $= \frac{72\ titik}{2\ titik/hari}$

= 36 hari

= 5,14 minggu

2. Upah Pekerjaan *Bor Pile*

   Jumlah pekerja

   Operator alat *bore pile* = 1 orang

   $Upah\ pekerja$

   Operator $= Jml\ pekerja\ x\ durasi\ x\ upah$

   $= 1\ x\ 36\ hari\ x\ Rp$ 182.000

= Rp 6.552.000

Tukang $= Jml\ pekerja\ x\ durasi\ x\ upah$
$= 1\ x\ 36\ hari\ x\ Rp\ 125.000$
= Rp 4.500.000

Pem. Tukang $= Jml\ pekerja\ x\ durasi\ x\ upah$
$= 1\ x\ 36\ hari\ x\ Rp\ 110.000$
= Rp 3.960.000

3. Biaya Sewa Alat
   Sewa alat *bor pile*
   $= Jumlah\ x\ Durasi\ x\ Biaya\ sewa$
   $= 1\ x\ 36\ hari\ x\ Rp\ 1.166.667$
   $= Rp\ 42.000.012$

4. Biaya Material
   $Beton = Volume\ x\ Harga\ satuan$
   $= 798{,}3\ m^3 x\ Rp\ 715.000$
   $= Rp\ 570.791.650$

5.2.3. Pekerjaan *Injection Pile*

1. Durasi Pekerjaan *Injection Pile*
   Data tiang pancang:

Diameter tiang pancang	= 60 cm
Jumlah titik	= 132 titik
Kedalaman tiang pancang	= 12 meter
Jarak antar tiang	= 0,6 meter
Jarak antar stokist	= 7 meter
Jarak antar stokist ke tiang	= 5 meter

   Spesifikasi alat:
   Jenis alat = *Injection Sysem (Piling) ZYC320*
   Kecepatan piling = 1,9 m/menit

Kecepatan jelajah = 1,6 m/menit
Waktu sentering alat = 5 menit
Pengangkatan 1 tiang = 2 menit
Centering 1 tiang = 0,2 menit

Waktu injection 1 tiang

$$= \frac{Kedalaman\ tiang}{Kecepatan\ piling}$$

$$= \frac{12\ meter}{1{,}9\ m/menit}$$

$$= 6{,}32\ menit$$

Waktu antar *stokist* ke titik

$$= \frac{Jarak\ stokist\ ke\ titik}{Kecepatan\ piling}$$

$$= \frac{5\ meter}{1{,}9\ m/menit}$$

$$= 2{,}63\ menit$$

Waktu antar stokist

$$= \frac{Jarak\ antar\ stokist}{Kecepatan\ jelajah}$$

$$= \frac{7\ meter}{1{,}6\ m/menit}$$

$$= 4{,}38\ menit$$

Total durasi pemancangan 1 tiang

$$= Waktu\ sentering\ alat + Waktu\ angkat\ 1\ tiang + Centering\ 1\ alat + Waktu\ injection\ 1\ tiang + Waktu\ stokist\ ke\ titik$$

$$= 16{,}1\ menit$$

Waktu pindah antar *stokist*

$$= Jumlah\ stokist\ x\ waktu\ antar$$

$$= 11\ titik\ x\ 4{,}38\ menit$$

$= 48{,}1\ menit$
$= 0{,}8\ jam$
$= 1\ hari$

Total durasi pemancangan
$= Durasi\ pancang\ 1\ tiang\ x\ Jml\ titik$
$= 16{,}1\ menit\ x\ 132\ titik$
$= 2131\ menit$
$= 35{,}5\ jam$
$= 4{,}44\ hari$
$= 4{,}44\ hari + 1\ hari$
$= 6\ hari$

2. Upah Pekerjaan *Injection Pile*
   Jumlah pekerja

   Operator alat *injection* = 1 orang

   $Upah\ pekerja$

   Operator $= Jml\ pekerja\ x\ durasi\ x\ upah$
   $= 1\ x\ 6\ hari\ x\ Rp\ 182.000$
   = Rp 1.092.000

3. Biaya Sewa Alat
   Sewa alat *bor pile*

   $= Jumlah\ x\ Durasi\ x\ Biaya\ sewa$
   $= 1\ x\ 6\ hari\ x\ Rp\ 1.116.667$
   $= Rp\ 7.000.002$

4. Biaya Material
   $Tiang\ pancang = Volume\ x\ Harga\ satuan$
   $= 1505\ m'x\ Rp706.074$
   $= Rp\ 1.062.500.155$

5.2.4. Pekerjaan *Retaining Wall*

1. Perhitungan Kebutuhan Tenaga Kerja

- **Pekerjaan Bekisting *Retaining Wall***

  Penentuan kebutuhan tenaga kerja mengacu pada PermenPU No.28 Tahun 2016

  Mandor : 0,026 = 1 OH
  Tukang : 0,26 = 10 OH
  Pemb. Tukang : 0,52 = 20 OH

  Angka diatas merupakan jumlah pekerja maksimum yang boleh dipekerjakan.

  Jumlah pekerja yang diperlukan yaitu:
  Mandor : 1 pekerja
  Tukang : 7 pekerja
  Pemb. Tukang : 15 pekerja
  Dengan durasi kerja per hari adalah 8 jam
  Jadi total jam kerja perhari semua pekerja adalah 184 jam

- **Pekerjaan Besi *Retaining Wall***

  Penentuan kebutuhan tenaga kerja mengacu pada PermenPU No.28 Tahun 2016

  Mandor : 0,004 = 1 OH
  Tukang : 0,07 = 17,5 OH
  Pemb. Tukang : 0,07 = 17,5 OH

  Angka diatas merupakan jumlah pekerja maksimum yang boleh dipekerjakan.

  Jumlah pekerja yang diperlukan yaitu:
  Mandor : 2 pekerja
  Tukang : 10 pekerja
  Pemb. Tukang : 20 pekerja
  Dengan durasi kerja per hari adalah 8 jam
  Jadi total jam kerja perhari semua pekerja adalah 256 jam

- **Pekerjaan Beton *Retaining Wall***
  Penentuan kebutuhan tenaga kerja mengacu pada PermenPU No.28 Tahun 2016
  Mandor : 0,035 = 1 OH
  Tukang : 0,35 = 10 OH
  Pemb. Tukang : 2,1 = 60 OH
  Angka diatas merupakan jumlah pekerja maksimum yang boleh dipekerjakan.

  Jumlah pekerja yang diperlukan yaitu:
  Mandor : 1 pekerja
  Tukang : 3 pekerja
  Pemb. Tukang : 5 pekerja
  Dengan durasi kerja per hari adalah 8 jam
  Jadi total jam kerja perhari semua pekerja adalah 72 jam

2. Produktifitas Pekerjaan *Retaining Wall*
   - **Kapasitas Produksi Bekisting *Retaining Wall***
     Mengacu pada table 5.2 buku Soedrajad berjudul Analisa Anggaran Biaya, keperluan jam kerja buruh yang diperlukan untuk membuat 10 m² cetakan bekisting adalah sebagai berikut:
     Menyetel = 8 jam
     Mengolesi oli = 0,5 jam
     Mereparasi = 3,5 jam
     Membongkar = 3,5 jam
     Memasang = 3,5 jam

- **Kapasitas Produksi Pembesian *Retaining Wall***

  Mengacu pada table 5.9 pada buku Soedrajad berjudul Analisa Anggaran Biaya, keperluan jam kerja buruh yang diperlukan untuk membuat 100 potongan, bengkokan dan kaitan pada pekerjaan pembesian menggunakan mesin adalah sebagai berikut:

  D10 = 1 jam/100 bengkokan
  = 1,15 jam/100 bengkokan
  = 1,85 jam/100 kaitan
  D13 = 1,5 jam/100 bengkokan
  = 1,5 jam/100 bengkokan
  = 2,3 jam/100 kaitan
  D16 = 1,5 jam/100 bengkokan
  = 1,5 jam/100 bengkokan
  = 2,3 jam/100 kaitan

  D19 = 1,5 jam/100 bengkokan
  = 1,5 jam/100 bengkokan
  = 2,3 jam/100 kaitan

  Mengacu pada table 5.10 pada buku Soedrajad berjudul Analisa Anggaran Biaya, keperluan jam kerja buruh yang diperlukan untuk memasang 100 batang tulangan adalah sebagai berikut:

  D10 = 5,92 jam
  D13 = 7,08 jam
  D16 = 7,08 jam
  D19 = 7,08 jam

- **Kapasitas Produksi Pengecoran *Retaining Wall***

  Volume balok = 83,88 m^3
  Efisiensi kerja:

Tabel 5. 1 Faktor Efisiensi

Faktor dari efisiensi	**Nilai**
Faktor kondisi alat	0,83
Faktor operator dan mekanik	0,8
Faktor cuaca	0,83
Efisiensi	**0,55**

Spesifikasi alat*:*
Outut piston *concrete pump*= 90 m³/jam

Kapasitas produksi $= 90 \frac{m^3}{jam} x\ 0{,}55$

$= 49{,}6\ \frac{m^3}{jam}$

- **Kapasitas Produksi *Tower Crane***
  Kecepatan Pergi dan Kembali *Tower Crane*

Tabel 5. 2 Tabel Kecepatan Tower Crane

Hoisting	80 m/menit
Slewing	0,8 rad/menit
Trollying	40 m/menit
Landing	80 m/menit

Waktu pengangkatan dengan *Tower Crane*

- Hoisting $= \frac{ketinggian}{kecepatan\ hoisting}$
- Slewing $= \frac{ketinggian}{kecepatan\ slewing}$
- Trolleying $= \frac{ketinggian}{kecepatan\ trolley}$
- Landing $= \frac{ketinggian}{kecepatan\ landing}$

Waktu bongkar muat *Tower Crane*

- Bongkar = 2 menit
- Muat = 2 menit

Waktu siklus
= Waktu muat + waktu angkat + waktu kembali + waktu bongkar

- **Produktifitas Bekisting *Retaining Wall***

Menyetel $= \frac{Durasi}{Kap.produksi}\ x\ 10\ m^2$
$= \frac{184\ jam}{8\ jam}\ x\ 10\ m^2$
= 230 m²/hari

Mengolesi oli= $\frac{Durasi}{Kap.produksi}\ x\ 10\ m^2$
$= \frac{184\ jam}{0{,}5\ jam}\ x\ 10\ m^2$
= 3680 m²/hari

Mereparasi= $\frac{Durasi}{Kap.produksi}\ x\ 10\ m^2$
$= \frac{184\ jam}{3{,}5\ jam}\ x\ 10\ m^2$
= 525,7 m²/hari

Membongkar = $\frac{Durasi}{Kap.produksi}\ x\ 10\ m^2$
$= \frac{184\ jam}{3{,}5\ jam}\ x\ 10\ m^2$
= 525,7 m²/hari

Memasang = $\frac{Durasi}{Kap.produksi}\ x\ 10\ m^2$
$= \frac{184\ jam}{3{,}5\ jam}\ x\ 10\ m^2$
= 525,7 m²/hari

- **Produktifitas Pembesian *Retaining Wall* D10**

Pemotongan $= \frac{Durasi}{Kap.Produksi}\ x\ 100$
$= \frac{128\ jam}{1\ jam}\ x\ 100$
$= 12800\ tul./hari$

Bengkokan $= \frac{Durasi}{Kap.Produksi}\ x\ 100$

$= \frac{128\ jam}{1{,}15\ jam}\ x\ 100$

$= 11130{,}4\ tul./hari$

Kaitan $= \frac{Durasi}{Kap.Produksi}\ x\ 100$

$= \frac{128\ jam}{1{,}85\ jam}\ x\ 100$

$= 6918{,}92\ tul./hari$

Memasang $= \frac{Durasi}{Kap.Produksi}\ x\ 100$

$= \frac{128\ jam}{5{,}92\ jam}\ x\ 100$

$= 2162{,}16\ tul./hari$

D13

Pemotongan $= \frac{Durasi}{Kap.Produksi}\ x\ 100$

$= \frac{128\ jam}{1{,}5\ jam}\ x\ 100$

$= 8533\ tul./hari$

Bengkokan $= \frac{Durasi}{Kap.Produksi}\ x\ 100$

$= \frac{128\ jam}{1{,}5\ jam}\ x\ 100$

$= 8533\ tul./hari$

Kaitan $= \frac{Durasi}{Kap.Produksi}\ x\ 100$

$= \frac{128\ jam}{2{,}3\ jam}\ x\ 100$

$= 5565\ tul./hari$

Memasang $= \frac{Durasi}{Kap.Produksi}\ x\ 100$

$= \frac{128\ jam}{7{,}08\ jam}\ x\ 100$

$= 1808\ tul./hari$

D19

Pemotongan $= \frac{Durasi}{Kap.Produksi}\ x\ 100$

$= \frac{128\ jam}{1{,}5\ jam}\ x\ 100$

$= 8533\ tul./hari$

Bengkokan $= \frac{Durasi}{Kap.Produksi}\ x\ 100$

$= \frac{128\ jam}{1{,}5\ jam}\ x\ 100$

$= 8533\ tul./hari$

Kaitan $= \frac{Durasi}{Kap.Produksi}\ x\ 100$

$= \frac{128\ jam}{2{,}3\ jam}\ x\ 100$

$= 5565\ tul./hari$

Memasang $= \frac{Durasi}{Kap.Produksi}\ x\ 100$

$= \frac{128\ jam}{7{,}08\ jam}\ x\ 100$

$= 1808\ tul./hari$

3. Durasi Pekerjaan *Retaining Wall*

- **Durasi Bekisting *Retaining Wall***

Menyetel $= \frac{Volume}{Produktifitas}$

$= \frac{838{,}85\ m^2}{230\ m^2,hari}$

= 3,647 hari

Mengolesi oli $= \frac{Volume}{Produktifitas}$

$= \frac{838{,}85\ m^2}{3680\ m^2,hari}$

= 0,23 hari

Mereparasi $= \frac{Volume}{Produktifitas}$

$= \frac{838{,}85\ m^2}{525{,}7\ m^2,hari}$

= 1,6 hari

Membongkar $= \frac{Volume}{Produktifitas}$

$= \frac{838{,}85\ m^2}{525{,}7\ m^2,hari}$

= 1,6 hari

Memasang $= \frac{Volume}{Produktifitas}$

$= \frac{838{,}85\ m^2}{525{,}7\ m^2{,}hari}$

= 1,6 hari

Total durasi fabrikasi bekisting = 4 hari

Total durasi pemasangan beksiting = 2 hari

Durasi pengangkatan bekisting dengan *Tower Crane*

Posisi fabrikasi beksiting terhadap *Retaining Wall (RW1)*

- Jarak = 15,98 meter
- Sudut = 4,23°
- Ketinggian = 2 meter

Waktu pengangkatan dengan *Tower Crane*

- Hoisting $= \frac{ketinggian}{kecepatan\ hoisting}$

  $= \frac{2\ m}{80\ m/menit}$

  $= 0{,}03\ menit$
- Slewing $= \frac{sudut}{kecepatan\ slewing}$

  $= \frac{4{,}23° x \pi/180}{80\ m/menit}$

  $= 0{,}092\ menit$
- Trolleying $= \frac{jarak}{kecepatan\ trolley}$

  $= \frac{15{,}98\ m}{40\ m/menit}$

  $= 0{,}4\ menit$
- Landing $= \frac{ketinggian}{kecepatan\ landing}$

  $= \frac{2\ m}{80\ m/menit}$

  $= 0{,}03\ menit$

Waktu kembali dengan *Tower Crane*

- Hoisting $= \frac{ketinggian}{kecepatan\ hoisting}$

$= \frac{2\ m}{80\ m/menit}$

$= 0{,}03\ menit$

- Slewing $= \frac{sudut}{kecepatan\ slewing}$

$= \frac{4{,}23° x \pi/180}{80\ m/menit}$

$= 0{,}092\ menit$

- Trolleying $= \frac{jarak}{kecepatan\ trolley}$

$= \frac{15{,}98\ m}{40\ m/menit}$

$= 0{,}4\ menit$

- Landing $= \frac{ketinggian}{kecepatan\ landing}$

$= \frac{2\ m}{80\ m/menit}$

$= 0{,}03\ menit$

Waktu bongkar muat *Tower Crane*

- Bongkar = 2 menit
- Muat = 2 menit

Waktu siklus

= Waktu muat + waktu angkat + waktu kembali + waktu bongkar

= 5,08 menit

Waktu Pengangkatan bekisting *Retaning Wall* dengan *Tower crane*

= 80,04 menit

= 0,17 hari

≈ 1 hari

- **Durasi Besi *Retaining Wall***

D13

Durasi Fabrikasi Pembesian

Pemotongan $= \frac{Jumlah\ Potongan}{Produktifitas}$

$= \frac{1802\ potong}{17067\ pot/hari}$

$= 0{,}1056\ hari$

Bengkokan $= \frac{Jumlah\ Bengkokan}{Produktifitas}$

$= \frac{16574\ bengkokan}{17067\ bengkok/hari}$

$= 0{,}97\ hari$

Kaitan $= \frac{Jumlah\ Kaitan}{Produktifitas}$

$= \frac{16574\ kait}{11130\ kait/hari}$

$= 1{,}489\ hari$

Durasi Pemasangan Pembesian

Pemasangan $= \frac{Jumlah\ Tulangan}{Produktifitas}$

$= \frac{1802\ bengkokan}{3616\ tulangan/hari}$

$= 0{,}498\ hari$

Total durasi fabrikasi pembesian = 3 hari

Total durasi pemasangan besi = 2 hari

Durasi pengangkatan besi dengan *Tower Crane*

Posisi fabrikasi besi terhadap *Retaining Wall (RW1)*

- Jarak = 15,98 meter
- Sudut = 4,23°
- Ketinggian = 2 meter

Waktu pengangkatan dengan *Tower Crane*

- Hoisting $= \frac{ketinggian}{kecepatan\ hoisting}$

$$= \frac{2\ m}{80\ m/menit}$$
$$= 0{,}03\ menit$$

- Slewing $= \frac{sudut}{kecepatan\ slewing}$

$$= \frac{4{,}23° x \pi/180}{80\ m/menit}$$
$$= 0{,}092\ menit$$

- Trolleying $= \frac{jarak}{kecepatan\ trolley}$

$$= \frac{15{,}98\ m}{40\ m/menit}$$
$$= 0{,}4\ menit$$

- Landing $= \frac{ketinggian}{kecepatan\ landing}$

$$= \frac{2\ m}{80\ m/menit}$$
$$= 0{,}03\ menit$$

Waktu kembali dengan *Tower Crane*

- Hoisting $= \frac{ketinggian}{kecepatan\ hoisting}$

$$= \frac{2\ m}{80\ m/menit}$$
$$= 0{,}03\ menit$$

- Slewing $= \frac{sudut}{kecepatan\ slewing}$

$$= \frac{4{,}23° x \pi/180}{80\ m/menit}$$
$$= 0{,}092\ menit$$

- Trolleying $= \frac{jarak}{kecepatan\ trolley}$

$$= \frac{15{,}98\ m}{40\ m/menit}$$

$= 0{,}4\ menit$

- Landing $= \frac{ketinggian}{kecepatan\ landing}$

$= \frac{2\ m}{80\ m/menit}$

$= 0{,}03\ menit$

Waktu bongkar muat *Tower Crane*

- Bongkar = 2 menit
- Muat = 2 menit

Waktu siklus

= Waktu muat + waktu angkat + waktu kembali + waktu bongkar

= 5,08 menit

Waktu Pengangkatan besi *Retaning Wall* dengan *Tower crane*

= 80,04 menit

= 0,17 hari

≈ 1 hari

- **Durasi Pengecoran Beton *Retaining Wall***

Kebutuhan truck mixer:

$= \frac{Volume\ beton}{kapasitas\ truck\ mixer}$

$= \frac{83{,}88\ m^3}{7\ m^3}$

$= 12\ truck\ mixer$

Cycle time:

- Waktu persiapan:
  - Pengaturan posisi = 10 menit
  - Pemasangan pipa = 30 menit
  - Idle truck mixer = 10 menit
  - Total waktu persiapan = 50 menit
- Waktu persiapan tambahan:

Pergantian truck = 10 menit
= 10 x 12 truck
= 120 menit
Uji slump = 5 menit
= 5 x 12 truck
= 60 menit
Total waktu tambahan = 180 menit

- Waktu operasional pengecoran:

$$= \frac{volume\ pengecoran}{kapasitas\ concrete\ pump}$$

$$= \frac{83{,}88\ m^3}{49{,}6\ m^3/jam}\ x\ 60\ menit$$

$$= 101{,}47\ menit$$

- Waktu pasca operasional pengecoran:
  Pembersihan pompa = 10 menit
  Pembongkaran pipa = 30 menit
  Persiapan kembali = 10 menit
  Total waktu pasca ops = 50 menit

- Total waktu pengecoran:

$$= waktu\ persiapan + waktu\ tambahan + waktu\ operasional + waktu\ pasca\ ops$$

$$= 0{,}79\ hari$$

$$= 1\ hari$$

4. Upah Pekerjaan *Retaining Wall*
   - **Upah Pekerja Bekisting *Retaining Wall***
     Upah pekerja = *Durasi x Jumlah x Upah*
     Mandor = 4 $hari\ x\ 1\ x\ Rp$ 165.000
     = Rp 660.000
     Tukang = 4 $hari\ x\ 4\ x\ Rp$ 125.000
     = Rp 2.000.000

Pemb. Tukang= 4 $hari\ x\ 8\ x\ Rp\ 110.000$
= Rp 3.520.000

- **Upah Pekerja Pembesian *Retaining Wall***
  Upah pekerja = $Durasi\ x\ Jumlah\ x\ Upah$
  Upah pekerja fabrikasi pembesian
  Mandor = 3 $hari\ x\ 2\ x\ Rp\ 165.000$
  = Rp 990.000
  Tukang = 3 $hari\ x\ 10\ x\ Rp$ 125.000
  = Rp 3.750.000
  Pemb. Tukang= 3 $hari\ x\ 20\ x\ Rp\ 125.000$
  = Rp 6.600.000
  Upah pekerja pemasangan bekisting
  Mandor = 2 $hari\ x\ 1\ x\ Rp\ 165.000$
  = Rp 330.000
  Tukang = 2 $hari\ x\ 5\ x\ Rp\ 125.000$
  = Rp 1.250.000
  Pemb. Tukang= 2 $hari\ x\ 7\ x\ Rp$ 110.000
  = Rp 1.540.000
- **Upah Pekerja Pengecoran *Retaining Wall***
  Upah pekerja = $Durasi\ x\ Jumlah\ x\ Upah$
  Mandor = 1 $hari\ x\ 1\ x\ Rp\ 165.000$
  = $Rp\ 165.000$
  Tukang = 1 $hari\ x\ 3\ x\ Rp\ 125.000$
  = Rp 375.000
  Pemb. Tukang= 1 $hari\ x\ 5\ x\ Rp$ 110.000
  = Rp 550.000

5. Biaya Sewa Alat
   - **Biaya Sewa Alat Pembesian *Retaining Wall***
     $\boldsymbol{Sewa\ alat = Durasi\ x\ jumlah\ x\ Harga}$
     Bar cutter = 3 $hari\ x\ 2\ x\ Rp\ 116.667$
     = Rp 700.002
     Bar bender= 3 $hari\ x\ 2\ x\ Rp$ 116.667
     = Rp 700.002

- **Biaya Sewa Alat Pengecoran *Retaining Wall***
  $\boldsymbol{Sewa\ alat = Durasi\ x\ jumlah\ x\ Harga}$
  Concrete pump= $1\ hari\ x\ 2\ x\ Rp\ 150.000$
  = $Rp\ 300.000$

6. Biaya Material
   - **Biaya Material Bekisting *Retaining Wall***
     Mengacu pada table 5.1 pada buku Soedrajad berjudul Analisa Anggaran Biaya, bahan yang diperlukan untuk membuat 10 m² cetakan bekisting dengan ukuran multipleks 1,22 x 2,44 m² adalah:
     Kayu meranti = 96 Kg
     Paku = 458 Kg
     Minyak/oli = 241 Liter

     Maka jumlah kebutuhan bahan adalah sebagai berikut:
     Kayu meranti = $\frac{838{,}85\ m^2}{10\ m^2}\ x\ 1{,}15\ Kg$
     = 96,47 Kg
     Paku = $\frac{838{,}85\ m^2}{10\ m^2}\ x\ 5{,}46\ Kg$
     = 458,01 Kg
     Minyak/oli = $\frac{838{,}85\ m^2}{10\ m^2}\ x\ 2{,}88\ Liter$
     = 241,17 Liter
     Multipleks = $\frac{838{,}85\ m^2}{1{,}22\ x\ 2{,}44\ m^2}$
     = 282 Lembar
     Biaya material
     $\boldsymbol{= Jumlah\ bahan\ x\ Harga\ satuan}$
     Kayu meranti = $96{,}47\ Kg\ x\ Rp\ 5.367$
     = $Rp\ 517.741$
     Paku = $458\ Kg\ x\ Rp\ 14.800$

= Rp 6.778.563
Minyak/oli = $241 Lt\ x\ Rp\ 39.255$
= Rp 9.467.081
Multipleks = $282\ lbr\ x\ Rp 194.700$
= Rp 54.865.528

- **Biaya Material Pembesian *Retaining Wall***

Kebutuhan bahan:
Besi beton = 5514 Kg
Kawat bendrat = 0,15 x 5514 kg
= 827 Kg
Besi beton = $5514\ Kg\ x\ Rp 9.255$
= Rp 51.865.528
Kawat bendrat = $827\ Kg\ x\ Rp 27.115$
= Rp 22.426.628

- **Biaya Material Beton *Retaining Wall***

Ready mix = 83,9 $m^3\ x\ Rp 715.000$
= $Rp\ 59.977.632$

5.2.5. Pekerjaan *Raft Foundation*

1. Perhitungan Kebutuhan Tenaga Kerja
   - **Pekerjaan Bekisting *Raft Foundation***
     Penentuan kebutuhan tenaga kerja mengacu pada PermenPU No.28 Tahun 2016
     Mandor : 0,026 = 1 OH
     Tukang : 0,26 = 10 OH
     Pemb. Tukang : 0,52 = 20 OH
     Angka diatas merupakan jumlah pekerja maksimum yang boleh dipekerjakan.

     Jumlah pekerja yang diperlukan yaitu:
     Mandor : 1 pekerja
     Tukang : 7 pekerja

Pemb. Tukang : 15 pekerja
Dengan durasi kerja per hari adalah 8 jam
Jadi total jam kerja perhari semua pekerja adalah 184 jam

- **Pekerjaan Besi *Raft Foundation***
  Penentuan kebutuhan tenaga kerja mengacu pada PermenPU No.28 Tahun 2016
  Mandor : 0,004 = 1 OH
  Tukang : 0,07 = 17,5 OH
  Pemb. Tukang : 0,07 = 17,5 OH
  Angka diatas merupakan jumlah pekerja maksimum yang boleh dipekerjakan.

  Jumlah pekerja yang diperlukan yaitu:
  Mandor : 2 pekerja
  Tukang : 10 pekerja
  Pemb. Tukang : 20 pekerja
  Dengan durasi kerja per hari adalah 8 jam
  Jadi total jam kerja perhari semua pekerja adalah 256 jam

- **Pekerjaan Beton *Raft Foundation***
  Penentuan kebutuhan tenaga kerja mengacu pada PermenPU No.28 Tahun 2016
  Mandor : 0,035 = 1 OH
  Tukang : 0,35 = 10 OH
  Pemb. Tukang : 2,1 = 60 OH
  Angka diatas merupakan jumlah pekerja maksimum yang boleh dipekerjakan.

  Jumlah pekerja yang diperlukan yaitu:
  Mandor : 1 pekerja

Tukang : 3 pekerja
Pemb. Tukang : 5 pekerja
Dengan durasi kerja per hari adalah 8 jam
Jadi total jam kerja perhari semua pekerja adalah 72 jam

2. Produktifitas Pekerjaan *Raft Foundation*
   - **Kapasitas Produksi Bekisting *Raft Foundation***
     Mengacu pada table 5.2 buku Soedrajad berjudul Analisa Anggaran Biaya, keperluan jam kerja buruh yang diperlukan untuk membuat 10 m² cetakan bekisting adalah sebagai berikut:
     Menyetel = 8 jam
     Mengolesi oli = 0,5 jam
     Mereparasi = 3,5 jam
     Membongkar = 3,5 jam
     Memasang = 3,5 jam
   - **Kapasitas Produksi Pembesian *Raft Foundation***
     Mengacu pada table 5.9 pada buku Soedrajad berjudul Analisa Anggaran Biaya, keperluan jam kerja buruh yang diperlukan untuk membuat 100 potongan, bengkokan dan kaitan pada pekerjaan pembesian menggunakan mesin adalah sebagai berikut:
     D10 = 1 jam/100 bengkokan
     = 1,15 jam/100 bengkokan
     = 1,85 jam/100 kaitan
     D13 = 1,5 jam/100 bengkokan
     = 1,5 jam/100 bengkokan
     = 2,3 jam/100 kaitan
     D16 = 1,5 jam/100 bengkokan
     = 1,5 jam/100 bengkokan

= 2,3 jam/100 kaitan

D19 = 1,5 jam/100 bengkokan
= 1,5 jam/100 bengkokan
= 2,3 jam/100 kaitan

Mengacu pada table 5.10 pada buku Soedrajad berjudul Analisa Anggaran Biaya, keperluan jam kerja buruh yang diperlukan untuk memasang 100 batang tulangan adalah sebagai berikut:

D10 = 5,92 jam
D13 = 7,08 jam
D16 = 7,08 jam
D19 = 7,08 jam

- **Kapasitas Produksi Pengecoran *Raft Foundation***

Volume beton = 200,89 m³
Efisiensi kerja:

Faktor dari efisiensi	Nilai
Faktor kondisi alat	0,83
Faktor operator dan mekanik	0,8
Faktor cuaca	0,83
Efisiensi	**0,55**

Spesifikasi alat*:*
Outut piston *concrete pump*= 90 m³/jam

Kapasitas produksi $= 90 \frac{m^3}{jam} x\ 0{,}55$

$= 49{,}6\ \frac{m^3}{jam}$

- **Kapasitas Produksi *Tower Crane***
  Kecepatan Pergi dan Kembali *Tower Crane*

Hoisting	80 m/menit
Slewing	0,8 rad/menit
Trollying	40 m/menit
Landing	80 m/menit

Waktu pengangkatan dengan *Tower Crane*

- Hoisting $= \frac{ketinggian}{kecepatan\ hoisting}$
- Slewing $= \frac{ketinggian}{kecepatan\ slewing}$
- Trolleying $= \frac{ketinggian}{kecepatan\ trolley}$
- Landing $= \frac{ketinggian}{kecepatan\ landing}$

Waktu bongkar muat *Tower Crane*

- Bongkar = 2 menit
- Muat = 2 menit

Waktu siklus
= Waktu muat + waktu angkat + waktu kembali + waktu bongkar

- **Produktifitas Bekisting *Raft Foundation***

Menyetel $= \frac{Durasi}{Kap.produksi}\ x\ 10\ m^2$
$= \frac{184\ jam}{8\ jam}\ x\ 10\ m^2$
= 230 m²/hari

Mengolesi oli= $\frac{Durasi}{Kap.produksi}\ x\ 10\ m^2$
$= \frac{184\ jam}{0{,}5\ jam}\ x\ 10\ m^2$
= 3680 m²/hari

Mereparasi= $\frac{Durasi}{Kap.produksi}\ x\ 10\ m^2$

= $\frac{184\ jam}{3{,}5\ jam}\ x\ 10\ m^2$

= 525,7 m²/hari

Membongkar = $\frac{Durasi}{Kap.produksi}\ x\ 10\ m^2$

= $\frac{184\ jam}{3{,}5\ jam}\ x\ 10\ m^2$

= 525,7 m²/hari

Memasang = $\frac{Durasi}{Kap.produksi}\ x\ 10\ m^2$

= $\frac{184\ jam}{3{,}5\ jam}\ x\ 10\ m^2$

= 525,7 m²/hari

- **Produktifitas Pembesian *Raft Foundation* D10**

Pemotongan = $\frac{Durasi}{Kap.Produksi}\ x\ 100$

= $\frac{128\ jam}{1\ jam}\ x\ 100$

= $12800\ tul./hari$

Bengkokan = $\frac{Durasi}{Kap.Produksi}\ x\ 100$

= $\frac{128\ jam}{1{,}15\ jam}\ x\ 100$

= $11130{,}4\ tul./hari$

Kaitan = $\frac{Durasi}{Kap.Produksi}\ x\ 100$

= $\frac{128\ jam}{1{,}85\ jam}\ x\ 100$

= $6918{,}92\ tul./hari$

Memasang = $\frac{Durasi}{Kap.Produksi}\ x\ 100$

= $\frac{128\ jam}{5{,}92\ jam}\ x\ 100$

= $2162{,}16\ tul./hari$

D13

Pemotongan = $\frac{Durasi}{Kap.Produksi}\ x\ 100$

$= \frac{128\ jam}{1{,}5\ jam}\ x\ 100$

$= 8533\ tul./hari$

Bengkokan $= \frac{Durasi}{Kap.Produksi}\ x\ 100$

$= \frac{128\ jam}{1{,}5\ jam}\ x\ 100$

$= 8533\ tul./hari$

Kaitan $= \frac{Durasi}{Kap.Produksi}\ x\ 100$

$= \frac{128\ jam}{2{,}3\ jam}\ x\ 100$

$= 5565\ tul./hari$

Memasang $= \frac{Durasi}{Kap.Produksi}\ x\ 100$

$= \frac{128\ jam}{7{,}08\ jam}\ x\ 100$

$= 1808\ tul./hari$

D19

Pemotongan $= \frac{Durasi}{Kap.Produksi}\ x\ 100$

$= \frac{128\ jam}{1{,}5\ jam}\ x\ 100$

$= 8533\ tul./hari$

Bengkokan $= \frac{Durasi}{Kap.Produksi}\ x\ 100$

$= \frac{128\ jam}{1{,}5\ jam}\ x\ 100$

$= 8533\ tul./hari$

Kaitan $= \frac{Durasi}{Kap.Produksi}\ x\ 100$

$= \frac{128\ jam}{2{,}3\ jam}\ x\ 100$

$= 5565\ tul./hari$

Memasang $= \frac{Durasi}{Kap.Produksi}\ x\ 100$

$= \frac{128\ jam}{7{,}08\ jam}\ x\ 100$

$= 1808\ tul./hari$

3. Durasi Pekerjaan *Raft Foundation*
   - **Durasi Bekisting *Raft Foundation***

     Volume = 314,22 m²

     Menyetel $= \frac{Volume}{Produktifitas}$

     $= \frac{314{,}22\ m^2}{230\ m^2{,}hari}$

     = 1,36 hari

     Mengolesi oli $= \frac{Volume}{Produktifitas}$

     $= \frac{314{,}22\ m^2}{3680\ m^2{,}hari}$

     = 0,09 hari

     Mereparasi $= \frac{Volume}{Produktifitas}$

     $= \frac{314{,}22\ m^2}{525{,}7\ m^2{,}hari}$

     = 0,6 hari

     Membongkar $= \frac{Volume}{Produktifitas}$

     $= \frac{314{,}22\ m^2}{525{,}7\ m^2{,}hari}$

     = 0,6 hari

     Memasang $= \frac{Volume}{Produktifitas}$

     $= \frac{314{,}22\ m^2}{525{,}7\ m^2{,}hari}$

     = 0,6 hari

     Total durasi fabrikasi bekisting = 2 hari

     Total durasi pemasangan bekisting = 1 hari

     Durasi pengangkatan bekisting dengan *Tower Crane*

     Posisi fabrikasi beksiting terhadap *Raft Foundation (RF1)*

     - Jarak = 15,98 meter
     - Sudut = 4,23°
     - Ketinggian = 2 meter

Waktu pengangkatan dengan *Tower Crane*

- Hoisting $= \frac{ketinggian}{kecepatan\ hoisting}$

  $= \frac{2\ m}{80\ m/menit}$

  $= 0{,}03\ menit$
- Slewing $= \frac{sudut}{kecepatan\ slewing}$

  $= \frac{4{,}23° x \pi/180}{80\ m/menit}$

  $= 0{,}092\ menit$
- Trolleying $= \frac{jarak}{kecepatan\ trolley}$

  $= \frac{15{,}98\ m}{40\ m/menit}$

  $= 0{,}4\ menit$
- Landing $= \frac{ketinggian}{kecepatan\ landing}$

  $= \frac{2\ m}{80\ m/menit}$

  $= 0{,}03\ menit$

Waktu kembali dengan *Tower Crane*

- Hoisting $= \frac{ketinggian}{kecepatan\ hoisting}$

  $= \frac{2\ m}{80\ m/menit}$

  $= 0{,}03\ menit$
- Slewing $= \frac{sudut}{kecepatan\ slewing}$

  $= \frac{4{,}23° x \pi/180}{80\ m/menit}$

  $= 0{,}092\ menit$
- Trolleying $= \frac{jarak}{kecepatan\ trolley}$

$$= \frac{15{,}98\ m}{40\ m/menit}$$
$$= 0{,}4\ menit$$

- Landing $= \frac{ketinggian}{kecepatan\ landing}$

$$= \frac{2\ m}{80\ m/menit}$$
$$= 0{,}03\ menit$$

Waktu bongkar muat *Tower Crane*

- Bongkar = 2 menit
- Muat = 2 menit

Waktu siklus

= Waktu muat + waktu angkat + waktu kembali + waktu bongkar

= 5,08 menit

- **Durasi Besi *Raft Foundation***

D13

Durasi Fabrikasi Pembesian

Pemotongan $= \frac{Jumlah\ Potongan}{Produktifitas}$

$$= \frac{1802\ potong}{17067\ pot/hari}$$
$$= 0{,}1056\ hari$$

Bengkokan $= \frac{Jumlah\ Bengkokan}{Produktifitas}$

$$= \frac{16574\ bengkokan}{17067\ bengkok/hari}$$
$$= 0{,}97\ hari$$

Kaitan $= \frac{Jumlah\ Kaitan}{Produktifitas}$

$$= \frac{16574\ kait}{11130\ kait/hari}$$
$$= 1{,}489\ hari$$

Durasi Pemasangan Pembesian

Pemasangan $= \frac{Jumlah\ Tulangan}{Produktifitas}$

$= \frac{1802\ bengkokan}{3616\ tulangan/hari}$

$= 0{,}498\ hari$

Total durasi fabrikasi pembesian = 2 hari
Total durasi pemasangan besi = 3 hari

Durasi pengangkatan besi dengan *Tower Crane*

Posisi fabrikasi besi terhadap *Raft Foundation (RW1)*

- Jarak = 15,98 meter
- Sudut = 4,23°
- Ketinggian = 2 meter

Waktu pengangkatan dengan *Tower Crane*

- Hoisting $= \frac{ketinggian}{kecepatan\ hoisting}$

  $= \frac{2\ m}{80\ m/menit}$

  $= 0{,}03\ menit$
- Slewing $= \frac{sudut}{kecepatan\ slewing}$

  $= \frac{4{,}23° x \pi/180}{80\ m/menit}$

  $= 0{,}092\ menit$
- Trolleying $= \frac{jarak}{kecepatan\ trolley}$

  $= \frac{15{,}98\ m}{40\ m/menit}$

  $= 0{,}4\ menit$
- Landing $= \frac{ketinggian}{kecepatan\ landing}$

$$= \frac{2\ m}{80\ m/menit}$$
$$= 0{,}03\ menit$$

Waktu kembali dengan *Tower Crane*

- Hoisting $= \frac{ketinggian}{kecepatan\ hoisting}$
$$= \frac{2\ m}{80\ m/menit}$$
$$= 0{,}03\ menit$$
- Slewing $= \frac{sudut}{kecepatan\ slewing}$
$$= \frac{4{,}23° x \pi/180}{80\ m/menit}$$
$$= 0{,}092\ menit$$
- Trolleying $= \frac{jarak}{kecepatan\ trolley}$
$$= \frac{15{,}98\ m}{40\ m/menit}$$
$$= 0{,}4\ menit$$
- Landing $= \frac{ketinggian}{kecepatan\ landing}$
$$= \frac{2\ m}{80\ m/menit}$$
$$= 0{,}03\ menit$$

Waktu bongkar muat *Tower Crane*

- Bongkar = 2 menit
- Muat = 2 menit

Waktu siklus

= Waktu muat + waktu angkat + waktu kembali + waktu bongkar

= 5,08 menit

- **Durasi Pengecoran Beton *Raft Foundation***

  Volume = 200,89 m³

  Kebutuhan truck mixer:

  $$= \frac{Volume\ beton}{kapasitas\ truck\ mixer}$$

  $$= \frac{200{,}89\ m^3}{7\ m^3}$$

  $$= 31\ truck\ mixer$$

  Cycle time:

  - Waktu persiapan:
    Pengaturan posisi = 10 menit
    Pemasangan pipa = 30 menit
    Idle truck mixer = 10 menit
    Total waktu persiapan = 150 menit
  - Waktu persiapan tambahan:
    Pergantian truck = 10 menit
    = 10 x 31 truck
    = 310 menit
    Uji slump = 5 menit
    = 5 x 31 truck
    = 155 menit
    Total waktu tambahan = 465 menit
  - Waktu operasional pengecoran:

    $$= \frac{volume\ pengecoran}{kapasitas\ concrete\ pump}$$

    $$= \frac{200{,}89\ m^3}{49{,}6\ m^3/jam}\ x\ 60\ menit$$

    $$= 243\ menit$$

  - Waktu pasca operasional pengecoran:
    Pembersihan pompa = 10 menit
    Pembongkaran pipa = 30 menit
    Persiapan kembali = 10 menit
    Total waktu pasca ops = 150 menit

- Total waktu pengecoran:
  $= waktu\ persiapan$
  $+ waktu\ tambahan$
  $+ waktu\ operasional$
  $+ waktu\ pasca\ ops$
  $= 16{,}8\ jam$
  $= 2{,}1\ hari$
  $= 3\ hari$

4. Upah Pekerjaan *Raft Foundation*
   - **Upah Pekerja Bekisting *Raft Foundation***
     Upah pekerja = $\boldsymbol{Durasi\ x\ Jumlah\ x\ Upah}$
     Mandor = $2\ hari\ x\ 1\ x\ Rp$
     = Rp
     Tukang = $2\ hari\ x\ 7\ x\ Rp$
     = Rp
     Pemb. Tukang= $2\ hari\ x\ 15\ x\ Rp$
     = Rp
   - **Upah Pekerja Pembesian *Raft Foundation***
     Upah pekerja = $\boldsymbol{Durasi\ x\ Jumlah\ x\ Upah}$
     Upah pekerja fabrikasi pembesian
     Mandor = $2\ hari\ x\ 2\ x\ Rp165.000$
     = $Rp\ 660.000$
     Tukang = $2\ hari\ x\ 10\ x\ Rp125.000$
     = $Rp\ 2.500.000$
     Pemb. Tukang= $2\ hari\ x\ 20\ x\ Rp110.000$
     = $Rp\ 4.400.000$
     Upah pekerja pemasangan pembesian
     Mandor = $3\ hari\ x\ 2\ x\ Rp\ 165.000$
     = $Rp\ 825.000$
     Tukang = $3\ hari\ x\ 10\ x\ Rp\ 125.000$
     = $Rp\ 3.750.000$
     Pemb. Tukang= $3\ hari\ x\ 20\ x\ Rp\ 110.000$
     = $Rp\ 6.600.000$

- **Upah Pekerja Pengecoran *Raft Foundation***
  Upah pekerja = $\boldsymbol{Durasi\ x\ Jumlah\ x\ Upah}$
  Mandor = $3\ hari\ x\ 1\ x\ Rp\ 165.000$
  = $Rp\ 495.000$
  Tukang = $3\ hari\ x\ 3\ x\ Rp\ 125.000$
  = $Rp\ 1.125.000$
  Pemb. Tukang= $3\ hari\ x\ 5\ x\ Rp\ 110.000$
  = $Rp\ 1.650.000$

5. Biaya Sewa Alat
   - **Biaya Sewa Alat Pembesian *Raft Foundation***
     $\boldsymbol{Sewa\ alat = Durasi\ x\ jumlah\ x\ Harga}$
     Bar cutter = $2\ hari\ x\ 2\ x\ Rp\ 116.667$
     = $Rp\ 466.668$
     Bar bender= $2\ hari\ x\ 2\ x\ Rp\ 116.667$
     = $Rp\ 466.668$

   - **Biaya Sewa Alat Pengecoran *Raft Foundation***
     $\boldsymbol{Sewa\ alat = Durasi\ x\ jumlah\ x\ Harga}$
     Concrete pump= $3\ hari\ x\ 2\ x\ Rp\ 150.000$
     = $Rp\ 900.000$

6. Biaya Material
   - **Biaya Material Bekisting *Raft Foundation***
     Mengacu pada table 5.1 pada buku Soedrajad berjudul Analisa Anggaran Biaya, bahan yang diperlukan untuk membuat 10 m² cetakan bekisting dengan ukuran multipleks 1,22 x 2,44 m² adalah:
     Kayu meranti = 1,15 Kg
     Paku = 5,46 Kg
     Minyak/oli = 2,88 Liter

Maka jumlah kebutuhan bahan adalah sebagai berikut:

Kayu meranti = $\frac{314{,}22\ m^2}{10\ m^2}\ x\ 1{,}15\ Kg$
= 36,14 Kg

Paku = $\frac{314{,}22\ m^2}{10\ m^2}\ x\ 5{,}46\ Kg$
= 171,56 Kg

Minyak/oli = $\frac{314{,}22 m^2}{10\ m^2}\ x\ 2{,}88\ Liter$
= 90,34 Liter

Multipleks = $\frac{314{,}22\ m^2}{1{,}22\ x\ 2{,}44\ m^2}$
= 106 Lembar

Biaya material
$= \boldsymbol{Jumlah\ bahan\ x\ Harga\ satuan}$

Kayu meranti = $36\ Kg\ x\ Rp\ 5.367$
= Rp 193.212

Paku = $171\ Kg\ x\ Rp\ 14.800$
= Rp 2.530.800

Minyak/oli = $90\ Lt\ x\ Rp\ 39.255$
= Rp 3.532.950

Multipleks = $106\ lbr\ x\ Rp 194.700$
= Rp 20.638.200

- **Biaya Material Pembesian *Raft Foundation***

Kebutuhan bahan:

Besi beton = 97460,31 Kg

Kawat bendrat = 0,15 x 97460,31 kg
= 14619,05 Kg

Besi beton = $97460\ Kg\ x\ Rp 9.255$
= Rp 901.995.133

Kawat bendrat = $14619{,}05\ Kg\ x\ Rp$
= Rp 396.395.430

- **Biaya Material Beton *Raft Foundation***

  Ready mix = 623,29 m^3 x Rp
  = Rp 445.649.776

5.3 Perhitungan Struktur Atas

5.3.1. Pekerjaan Kolom Basement

1. Perhitungan Kebutuhan Tenaga Kerja

- **Pekerjaan Bekisting Kolom *Basement***

  Penentuan kebutuhan tenaga kerja mengacu pada PermenPU No.28 Tahun 2016

  Mandor : 0,033 = 1 OH
  Tukang : 0,33 = 10 OH
  Pemb. Tukang : 0,66 = 20 OH

  Angka diatas merupakan jumlah pekerja maksimum yang boleh dipekerjakan.

  Jumlah pekerja yang diperlukan yaitu:
  Mandor : 1 pekerja
  Tukang : 7 pekerja
  Pemb. Tukang : 15 pekerja
  Dengan durasi kerja per hari adalah 8 jam
  Jadi total jam kerja perhari semua pekerja adalah 184 jam

- **Pekerjaan Besi Kolom *Basement***

  Penentuan kebutuhan tenaga kerja mengacu pada PermenPU No.28 Tahun 2016

  Mandor : 0,004 = 1 OH
  Tukang : 0,07 = 17,5 OH
  Pemb. Tukang : 0,07 = 17,5 OH

  Angka diatas merupakan jumlah pekerja maksimum yang boleh dipekerjakan.

Jumlah pekerja yang diperlukan yaitu:
Mandor : 2 pekerja
Tukang : 10 pekerja
Pemb. Tukang : 20 pekerja
Dengan durasi kerja per hari adalah 8 jam
Jadi total jam kerja perhari semua pekerja adalah 256 jam

- **Pekerjaan Beton Kolom *Basement***
  Pengecoran kolom mengunakan concrete bucket
  Penentuan kebutuhan tenaga kerja mengacu pada PermenPU No.28 Tahun 2016
  Mandor : 0,035 = 1 OH
  Tukang : 0,35 = 10 OH
  Pemb. Tukang : 2,1 = 60 OH
  Angka diatas merupakan jumlah pekerja maksimum yang boleh dipekerjakan.

  Jumlah pekerja yang diperlukan yaitu:
  Mandor : 1 pekerja
  Tukang : 3 pekerja
  Pemb. Tukang : 5 pekerja
  Dengan durasi kerja per hari adalah 8 jam
  Jadi total jam kerja perhari semua pekerja adalah 72 jam

2. Produktifitas Pekerjaan Kolom *Basement*
   - **Kapasitas Produksi Bekisting *Raft Foundation***
     Mengacu pada table 5.2 buku Soedrajad berjudul Analisa Anggaran Biaya, keperluan jam kerja buruh yang diperlukan untuk

membuat 10 m² cetakan bekisting adalah sebagai berikut:

Menyetel = 8 jam
Mengolesi oli = 0,5 jam
Mereparasi = 3,5 jam
Membongkar = 3,5 jam
Memasang = 3,5 jam

- **Kapasitas Produksi Pembesian Kolom *Basement***

  Mengacu pada table 5.9 pada buku Soedrajad berjudul Analisa Anggaran Biaya, keperluan jam kerja buruh yang diperlukan untuk membuat 100 potongan, bengkokan dan kaitan pada pekerjaan pembesian menggunakan mesin adalah sebagai berikut:

  D10 = 1 jam/100 bengkokan
  = 1,15 jam/100 bengkokan
  = 1,85 jam/100 kaitan
  D13 = 1,5 jam/100 bengkokan
  = 1,5 jam/100 bengkokan
  = 2,3 jam/100 kaitan
  D16 = 1,5 jam/100 bengkokan
  = 1,5 jam/100 bengkokan
  = 2,3 jam/100 kaitan
  D19 = 1,5 jam/100 bengkokan
  = 1,5 jam/100 bengkokan
  = 2,3 jam/100 kaitan

  Mengacu pada table 5.10 pada buku Soedrajad berjudul Analisa Anggaran Biaya, keperluan jam kerja buruh yang diperlukan untuk memasang 100 batang tulangan adalah sebagai berikut:

  D10 = 5,92 jam
  D13 = 7,08 jam

D16 = 7,08 jam
D19 = 7,08 jam

- **Kapasitas Produksi Pengecoran Kolom *Basement***
  Volume balok = 200,89 m³
  Efisiensi kerja:

Faktor dari efisiensi	Nilai
Faktor kondisi alat	0,83
Faktor operator dan mekanik	0,8
Faktor cuaca	0,83
Efisiensi	**0,55**

Spesifikasi alat*:*
Outut piston *concrete pump*= 90 m³/jam

Kapasitas produksi $= 90 \frac{m^3}{jam} x\ 0{,}55$

$= 49{,}6\ \frac{m^3}{jam}$

- **Kapasitas Produksi *Tower Crane***
  Kecepatan Pergi dan Kembali *Tower Crane*

Hoisting	80 m/menit
Slewing	0,8 rad/menit
Trollying	40 m/menit
Landing	80 m/menit

Waktu pengangkatan dengan *Tower Crane*

- Hoisting $= \frac{ketinggian}{kecepatan\ hoisting}$
- Slewing $= \frac{ketinggian}{kecepatan\ slewing}$

- Trolleying $= \frac{ketinggian}{kecepatan\ trolley}$
- Landing $= \frac{ketinggian}{kecepatan\ landing}$

Waktu bongkar muat *Tower Crane*
- Bongkar = 2 menit
- Muat = 2 menit

Waktu siklus
= Waktu muat + waktu angkat + waktu kembali + waktu bongkar

- **Produktifitas Bekisting Kolom *Basement***

Menyetel $= \frac{Durasi}{Kap.produksi}\ x\ 10\ m^2$
$= \frac{184\ jam}{8\ jam}\ x\ 10\ m^2$
= 230 m²/hari

Mengolesi oli= $\frac{Durasi}{Kap.produksi}\ x\ 10\ m^2$
$= \frac{184\ jam}{0{,}5\ jam}\ x\ 10\ m^2$
= 3680 m²/hari

Mereparasi= $\frac{Durasi}{Kap.produksi}\ x\ 10\ m^2$
$= \frac{184\ jam}{3{,}5\ jam}\ x\ 10\ m^2$
= 525,7 m²/hari

Membongkar = $\frac{Durasi}{Kap.produksi}\ x\ 10\ m^2$
$= \frac{184\ jam}{3{,}5\ jam}\ x\ 10\ m^2$
= 525,7 m²/hari

Memasang= $\frac{Durasi}{Kap.produksi}\ x\ 10\ m^2$
$= \frac{184\ jam}{3{,}5\ jam}\ x\ 10\ m^2$
= 525,7 m²/hari

- **Produktifitas Pembesian Kolom *Basement* D10**

Pemotongan $= \frac{Durasi}{Kap.Produksi}\ x\ 100$

$= \frac{128\ jam}{1\ jam}\ x\ 100$

$= 12800\ tul./hari$

Bengkokan $= \frac{Durasi}{Kap.Produksi}\ x\ 100$

$= \frac{128\ jam}{1{,}15\ jam}\ x\ 100$

$= 11130{,}4\ tul./hari$

Kaitan $= \frac{Durasi}{Kap.Produksi}\ x\ 100$

$= \frac{128\ jam}{1{,}85\ jam}\ x\ 100$

$= 6918{,}92\ tul./hari$

Memasang $= \frac{Durasi}{Kap.Produksi}\ x\ 100$

$= \frac{128\ jam}{5{,}92\ jam}\ x\ 100$

$= 2162{,}16\ tul./hari$

D13

Pemotongan $= \frac{Durasi}{Kap.Produksi}\ x\ 100$

$= \frac{128\ jam}{1{,}5\ jam}\ x\ 100$

$= 8533\ tul./hari$

Bengkokan $= \frac{Durasi}{Kap.Produksi}\ x\ 100$

$= \frac{128\ jam}{1{,}5\ jam}\ x\ 100$

$= 8533\ tul./hari$

Kaitan $= \frac{Durasi}{Kap.Produksi}\ x\ 100$

$= \frac{128\ jam}{2{,}3\ jam}\ x\ 100$

$= 5565\ tul./hari$

Memasang $= \frac{Durasi}{Kap.Produksi}\ x\ 100$

$= \frac{128\ jam}{7{,}08\ jam}\ x\ 100$

$= 1808\ tul./hari$

D19

Pemotongan $= \frac{Durasi}{Kap.Produksi}\ x\ 100$

$= \frac{128\ jam}{1{,}5\ jam}\ x\ 100$

$= 8533\ tul./hari$

Bengkokan $= \frac{Durasi}{Kap.Produksi}\ x\ 100$

$= \frac{128\ jam}{1{,}5\ jam}\ x\ 100$

$= 8533\ tul./hari$

Kaitan $= \frac{Durasi}{Kap.Produksi}\ x\ 100$

$= \frac{128\ jam}{2{,}3\ jam}\ x\ 100$

$= 5565\ tul./hari$

Memasang $= \frac{Durasi}{Kap.Produksi}\ x\ 100$

$= \frac{128\ jam}{7{,}08\ jam}\ x\ 100$

$= 1808\ tul./hari$

3. Durasi Pekerjaan Kolom *Basement*
   - **Durasi Bekisting Kolom *Basement***

     Volume = 271,2 m²

     Menyetel $= \frac{Volume}{Produktifitas}$

     $= \frac{271{,}2\ m^2}{230\ m^2,hari}$

     = 1,18 hari

     Mengolesi oli $= \frac{Volume}{Produktifitas}$

     $= \frac{271{,}2\ m^2}{3680\ m^2,hari}$

     = 0,07 hari

     Mereparasi $= \frac{Volume}{Produktifitas}$

$= \frac{271{,}2\ m^2}{525{,}7\ m^2, hari}$

= 0,52 hari

Membongkar $= \frac{Volume}{Produktifitas}$

$= \frac{271{,}2\ m^2}{525{,}7\ m^2, hari}$

= 0,52 hari

Memasang $= \frac{Volume}{Produktifitas}$

$= \frac{271{,}2\ m^2}{525{,}7\ m^2, hari}$

= 0,52 hari

Durasi pengangkatan bekisting dengan *Tower Crane*

Posisi fabrikasi beksiting terhadap Kolom *Basement (K1A)*

- Jarak = 15,64 meter
- Sudut = 4,23°
- Ketinggian = -2 meter

Waktu pengangkatan dengan *Tower Crane*

- Hoisting $= \frac{ketinggian}{kecepatan\ hoisting}$

$= \frac{2\ m}{80\ m/menit}$

$= 0{,}03\ menit$

- Slewing $= \frac{sudut}{kecepatan\ slewing}$

$= \frac{4{,}23° x \pi/180}{80\ m/menit}$

$= 0{,}092\ menit$

- Trolleying $= \frac{jarak}{kecepatan\ trolley}$

$= \frac{15{,}98\ m}{40\ m/menit}$

$= 0{,}4\ menit$

- Landing $= \frac{ketinggian}{kecepatan\ landing}$

$= \frac{2\ m}{80\ m/menit}$

$= 0{,}03\ menit$

Waktu kembali dengan *Tower Crane*

- Hoisting $= \frac{ketinggian}{kecepatan\ hoisting}$

$= \frac{2\ m}{80\ m/menit}$

$= 0{,}03\ menit$

- Slewing $= \frac{sudut}{kecepatan\ slewing}$

$= \frac{4{,}23° x \pi/180}{80\ m/menit}$

$= 0{,}092\ menit$

- Trolleying $= \frac{jarak}{kecepatan\ trolley}$

$= \frac{15{,}98\ m}{40\ m/menit}$

$= 0{,}4\ menit$

- Landing $= \frac{ketinggian}{kecepatan\ landing}$

$= \frac{2\ m}{80\ m/menit}$

$= 0{,}03\ menit$

Waktu bongkar muat *Tower Crane*

- Bongkar = 2 menit
- Muat = 2 menit

Waktu siklus

= Waktu muat + waktu angkat + waktu kembali + waktu bongkar

= 5,07 menit

Total durasi fabrikasi bekisting = 2 hari

Total durasi pemasangan bekisting = 2 hari

- **Durasi Besi Kolom *Basement***

D10

Durasi Fabrikasi Pembesian

Pemotongan $= \frac{Jumlah\ Potongan}{Produktifitas}$

$= \frac{476\ potong}{17067\ pot/hari}$

$= 0{,}22\ hari$

Bengkokan $= \frac{Jumlah\ Bengkokan}{Produktifitas}$

$= \frac{3400\ bengkokan}{17067\ bengkok/hari}$

$= 0{,}15\ hari$

Kaitan $= \frac{Jumlah\ Kaitan}{Produktifitas}$

$= \frac{3400\ kait}{11130\ kait/hari}$

$= 0{,}49\ hari$

Durasi Pemasangan Pembesian

Pemasangan $= \frac{Jumlah\ Tulangan}{Produktifitas}$

$= \frac{476\ bengkokan}{3616\ tulangan/hari}$

$= 0{,}78\ hari$

D19

Durasi Fabrikasi Pembesian

Pemotongan $= \frac{Jumlah\ Potongan}{Produktifitas}$

$= \frac{3400\ potong}{17067\ pot/hari}$

$= 0{,}12\ hari$

Bengkokan $= \frac{Jumlah\ Bengkokan}{Produktifitas}$

$= \frac{0\ bengkokan}{17067\ bengkok/hari}$

$= 0\ hari$

Kaitan $= \frac{Jumlah\ Kaitan}{Produktifitas}$

$= \frac{0\ kait}{11130\ kait/hari}$

$= 0\ hari$

Durasi Pemasangan Pembesian

Pemasangan $= \frac{Jumlah\ Tulangan}{Produktifitas}$

$= \frac{1802\ bengkokan}{3616\ tulangan/hari}$

$= 0{,}132\ hari$

Total durasi fabrikasi pembesian = 2 hari

Total durasi pemasangan besi = 3 hari

Durasi pengangkatan besi dengan *Tower Crane*

Posisi fabrikasi besi terhadap *Raft Foundation (RW1)*

- Jarak = 15,64 meter
- Sudut = 4,23°
- Ketinggian = -2 meter

Waktu pengangkatan dengan *Tower Crane*

- Hoisting $= \frac{ketinggian}{kecepatan\ hoisting}$

  $= \frac{2\ m}{80\ m/menit}$

  $= 0{,}03\ menit$
- Slewing $= \frac{sudut}{kecepatan\ slewing}$

  $= \frac{4{,}23° x \pi/180}{80\ m/menit}$

  $= 0{,}092\ menit$
- Trolleying $= \frac{jarak}{kecepatan\ trolley}$

$$= \frac{15{,}98\ m}{40\ m/menit}$$
$$= 0{,}4\ menit$$

- Landing $= \frac{ketinggian}{kecepatan\ landing}$

$$= \frac{2\ m}{80\ m/menit}$$
$$= 0{,}03\ menit$$

Waktu kembali dengan *Tower Crane*

- Hoisting $= \frac{ketinggian}{kecepatan\ hoisting}$

$$= \frac{2\ m}{80\ m/menit}$$
$$= 0{,}03\ menit$$

- Slewing $= \frac{sudut}{kecepatan\ slewing}$

$$= \frac{4{,}23° x \pi/180}{80\ m/menit}$$
$$= 0{,}092\ menit$$

- Trolleying $= \frac{jarak}{kecepatan\ trolley}$

$$= \frac{15{,}98\ m}{40\ m/menit}$$
$$= 0{,}4\ menit$$

- Landing $= \frac{ketinggian}{kecepatan\ landing}$

$$= \frac{2\ m}{80\ m/menit}$$
$$= 0{,}03\ menit$$

Waktu bongkar muat *Tower Crane*

- Bongkar = 2 menit
- Muat = 2 menit

Waktu siklus
= Waktu muat + waktu angkat + waktu kembali + waktu bongkar
= 5,07 menit

- **Durasi Pengecoran Beton Kolom *Basement (K1A)***

Volume = 2,56 m³
Kebutuhan truck mixer:

$$= \frac{Volume\ beton}{kapasitas\ truck\ mixer}$$

$$= \frac{2{,}56\ m^3}{7\ m^3}$$

$$= 1\ truck\ mixer$$

Cycle time:

- Waktu persiapan:
  Pengaturan posisi = 10 menit
  Pemasangan pipa = 30 menit
  Idle truck mixer = 10 menit
  Total waktu persiapan = 50 menit
- Waktu persiapan tambahan:
  Pergantian truck = 10 menit
  = 10 x 1 truck
  = 10 menit
  Uji slump = 5 menit
  = 5 x 1 truck
  = 5 menit
  Total waktu tambahan = 65 menit
- Waktu operasional pengecoran:

$$= \frac{volume\ pengecoran}{kapasitas\ concrete\ pump}$$

$$= \frac{2{,}56\ m^3}{49{,}6\ m^3/jam}\ x\ 60\ menit$$

$$= 3{,}103\ menit$$

- Waktu pasca operasional pengecoran:
  Pembersihan pompa = 10 menit
  Pembongkaran pipa = 30 menit
  Persiapan kembali = 10 menit
  Total waktu pasca ops = 50 menit

Durasi pengecoran kolom dengan *Tower Crane*

Posisi fabrikasi besi terhadap *Kolom Basement (K1A)*

- Jarak = 15,64 meter
- Sudut = 4,23°
- Ketinggian = -2 meter

Waktu pengangkatan dengan *Tower Crane*

- Hoisting $= \frac{ketinggian}{kecepatan\ hoisting}$
  $= \frac{2\ m}{80\ m/menit}$
  $= 0{,}03\ menit$
- Slewing $= \frac{sudut}{kecepatan\ slewing}$
  $= \frac{4{,}23° x \pi/180}{80\ m/menit}$
  $= 0{,}092\ menit$
- Trolleying $= \frac{jarak}{kecepatan\ trolley}$
  $= \frac{15{,}98\ m}{40\ m/menit}$
  $= 0{,}4\ menit$
- Landing $= \frac{ketinggian}{kecepatan\ landing}$
  $= \frac{2\ m}{80\ m/menit}$
  $= 0{,}03\ menit$

Waktu kembali dengan *Tower Crane*

- Hoisting $= \frac{ketinggian}{kecepatan\ hoisting}$

  $= \frac{2\ m}{80\ m/menit}$

  $= 0{,}03\ menit$
- Slewing $= \frac{sudut}{kecepatan\ slewing}$

  $= \frac{4{,}23° x \pi/180}{80\ m/menit}$

  $= 0{,}092\ menit$
- Trolleying $= \frac{jarak}{kecepatan\ trolley}$

  $= \frac{15{,}98\ m}{40\ m/menit}$

  $= 0{,}4\ menit$
- Landing $= \frac{ketinggian}{kecepatan\ landing}$

  $= \frac{2\ m}{80\ m/menit}$

  $= 0{,}03\ menit$

Waktu bongkar muat *Tower Crane*

- Bongkar = 2 menit
- Muat = 2 menit

Waktu siklus

= Waktu muat + waktu angkat + waktu kembali + waktu bongkar

= 5,07 menit

- Total waktu pengecoran:

  $= waktu\ persiapan$

  $+ waktu\ tambahan$

  $+ waktu\ operasional$

  $+ waktu\ pasca\ ops$

$= 69{,}03\ menit$
$= 1{,}15\ jam$
$= 0{,}14\ hari$

4. Upah Pekerjaan Kolom *Basement*
   - **Upah Pekerja Bekisting Kolom *Basement***
     Upah pekerja = $\boldsymbol{Durasi\ x\ Jumlah\ x\ Upah}$
     Upah pekerja fabrikasi beksiting
     Mandor = $2\ hari\ x\ 1\ x\ Rp165.000$
     = $Rp330.000$
     Tukang = $2\ hari\ x\ 4\ x\ Rp125.000$
     = $Rp1.000.000$
     Pemb. Tukang= $2\ hari\ x\ 8\ x\ Rp110.000$
     = $Rp1.760.000$
     Upah pekerja pemasangan beksiting
     Mandor = $1\ hari\ x\ 1\ x\ Rp165.000$
     = $Rp165.000$
     Tukang = $1\ hari\ x\ 3\ x\ Rp125.000$
     = $Rp375.000$
     Pemb. Tukang= $1\ hari\ x\ 7\ x\ Rp110.000$
     = $Rp770.000$

   - **Upah Pekerja Pembesian Kolom *Basement***
     Upah pekerja = $\boldsymbol{Durasi\ x\ Jumlah\ x\ Upah}$
     Upah pekerja fabrikasi pembesian
     Mandor = $2\ hari\ x\ 2\ x\ Rp165.000$
     = $Rp660.000$
     Tukang = $2\ hari\ x\ 10\ x\ Rp125.000$
     = $Rp2.500.000$
     Pemb. Tukang= $2\ hari\ x\ 20\ x\ Rp110.000$
     = $Rp4.400.000$
     Upah pekerja pemasangan pembesian
     Mandor = $3\ hari\ x\ 1\ x\ Rp165.000$
     = $Rp495.000$

Tukang = $3\ hari\ x\ 5\ x\ Rp125.000$
= $Rp1.875.000$
Pemb. Tukang= $3\ hari\ x\ 7\ x\ Rp110.000$
= $Rp2.310.000$

- **Upah Pekerja Pengecoran Kolom *Basement***
  Upah pekerja = $\boldsymbol{Durasi\ x\ Jumlah\ x\ Upah}$
  Mandor = $1\ hari\ x\ 1\ x\ Rp165.000$
  = $Rp165.000$
  Tukang = $1\ hari\ x\ 3\ x\ Rp125.000$
  = $Rp375.000$
  Pemb. Tukang= $1\ hari\ x\ 5\ x\ Rp110.000$
  = $Rp550.000$

5. Biaya Sewa Alat
   - **Biaya Sewa Alat Pembesian Kolom *Basement***
     $\boldsymbol{Sewa\ alat = Durasi\ x\ jumlah\ x\ Harga}$
     Bar cutter = $2\ hari\ x\ 2\ x\ Rp116.667$
     = $Rp466.668$
     Bar bender= $2\ hari\ x\ 2\ x\ Rp116.667$
     = $Rp466.668$
   - **Biaya Sewa Alat Pengecoran Kolom *Basement***
     $\boldsymbol{Sewa\ alat = Durasi\ x\ jumlah\ x\ Harga}$
     Bucket concrete= $2\ hari\ x\ 2\ x\ Rp133.333$
     = $Rp5.333.332$

6. Biaya Material
   - **Biaya Material Bekisting Kolom *Basement***
     Mengacu pada table 5.1 pada buku Soedrajad berjudul Analisa Anggaran Biaya, bahan

yang diperlukan untuk membuat 10 m² cetakan bekisting dengan ukuran multipleks 1,22 x 2,44 m² adalah:

Kayu meranti = 1,15 Kg
Paku = 5,46 Kg
Minyak/oli= 2,88 Liter

Maka jumlah kebutuhan bahan adalah sebagai berikut:

Kayu meranti $= \frac{217{,}6\ m^2}{10\ m^2}\ x\ 1{,}15\ Kg$
= 16,4 Kg

Paku $= \frac{217{,}6\ m^2}{10\ m^2}\ x\ 5{,}46\ Kg$
= 111 Kg

Minyak/oli $= \frac{217{,}6\ m^2}{10\ m^2}\ x\ 2{,}88\ Liter$
= 78 Liter

Multipleks $= \frac{217{,}6\ m^2}{1{,}22\ x\ 2{,}44\ m^2}$
= 91 Lembar

Biaya material
$= \boldsymbol{Jumlah\ bahan\ x\ Harga\ satuan}$

Kayu meranti = $16{,}4\ Kg\ x\ Rp5.367$
= Rp 85.876

Paku = $111\ Kg\ x\ Rp14.800$
= $Rp1.641.627$

Minyak/oli = $78\ Ltx\ Rp39.255$
= $Rp3.060.712$

Multipleks = $91\ lbr\ x\ Rp194.700$
= $Rp17.738.054$

- **Biaya Material Pembesian Kolom *Basement***

Kebutuhan bahan:
Besi beton = 11653,35 Kg

Kawat bendrat = 0,15 x 11653,35kg
= 1748 Kg
Besi beton = $11653\ Kg\ x\ Rp9.255$
= $Rp107.851.745$
Kawat bendrat = $1748\ Kg\ x\ Rp27.115$
= $Rp47.397.083$

- **Biaya Material Beton Kolom *Basement***

Ready mix = 48,8 $m^3\ x\ Rp715.000$
= $Rp34.892.000$

5.3.2. Pekerjaan Balok Lantai 1

1. Perhitungan Kebutuhan Tenaga Kerja
   - **Pekerjaan Bekisting Balok Lantai 1**
     Penentuan kebutuhan tenaga kerja mengacu pada PermenPU No.28 Tahun 2016
     Mandor : 0,026 = 1 OH
     Tukang : 0,26 = 10 OH
     Pemb. Tukang : 0,52 = 20 OH
     Angka diatas merupakan jumlah pekerja maksimum yang boleh dipekerjakan.

     Jumlah pekerja yang diperlukan yaitu:
     Mandor : 1 pekerja
     Tukang : 7 pekerja
     Pemb. Tukang : 15 pekerja
     Dengan durasi kerja per hari adalah 8 jam
     Jadi total jam kerja perhari semua pekerja adalah 184 jam
   - **Pekerjaan Besi Balok Lantai 1**
     Penentuan kebutuhan tenaga kerja mengacu pada PermenPU No.28 Tahun 2016
     Mandor : 0,004 = 1 OH
     Tukang : 0,07 = 17,5 OH

Pemb. Tukang : 0,07 = 17,5 OH
Angka diatas merupakan jumlah pekerja maksimum yang boleh dipekerjakan.

Jumlah pekerja yang diperlukan yaitu:
Mandor : 2 pekerja
Tukang : 10 pekerja
Pemb. Tukang : 20 pekerja
Dengan durasi kerja per hari adalah 8 jam
Jadi total jam kerja perhari semua pekerja adalah 256 jam

- **Pekerjaan Beton Balok Lantai 1**
  Penentuan kebutuhan tenaga kerja mengacu pada PermenPU No.28 Tahun 2016
  Mandor : 0,035 = 1 OH
  Tukang : 0,35 = 10 OH
  Pemb. Tukang : 2,1 = 60 OH
  Angka diatas merupakan jumlah pekerja maksimum yang boleh dipekerjakan.

  Jumlah pekerja yang diperlukan yaitu:
  Mandor : 1 pekerja
  Tukang : 3 pekerja
  Pemb. Tukang : 5 pekerja
  Dengan durasi kerja per hari adalah 8 jam
  Jadi total jam kerja perhari semua pekerja adalah 72 jam

2. Produktifitas Pekerjaan Balok lantai 1
   - **Kapasitas Produksi Bekisting Balok Lantai 1**
     Mengacu pada table 5.2 buku Soedrajad berjudul Analisa Anggaran Biaya, keperluan jam kerja buruh yang diperlukan untuk

membuat 10 m² cetakan bekisting adalah sebagai berikut:

Menyetel = 8 jam
Mengolesi oli = 0,5 jam
Mereparasi = 3,5 jam
Membongkar = 3,5 jam
Memasang = 3,5 jam

- **Kapasitas Produksi Pembesian Balok Lantai 1**

  Mengacu pada table 5.9 pada buku Soedrajad berjudul Analisa Anggaran Biaya, keperluan jam kerja buruh yang diperlukan untuk membuat 100 potongan, bengkokan dan kaitan pada pekerjaan pembesian menggunakan mesin adalah sebagai berikut:

  D10 = 1 jam/100 bengkokan
  = 1,15 jam/100 bengkokan
  = 1,85 jam/100 kaitan
  D13 = 1,5 jam/100 bengkokan
  = 1,5 jam/100 bengkokan
  = 2,3 jam/100 kaitan
  D16 = 1,5 jam/100 bengkokan
  = 1,5 jam/100 bengkokan
  = 2,3 jam/100 kaitan

  D19 = 1,5 jam/100 bengkokan
  = 1,5 jam/100 bengkokan
  = 2,3 jam/100 kaitan

  Mengacu pada table 5.10 pada buku Soedrajad berjudul Analisa Anggaran Biaya, keperluan jam kerja buruh yang diperlukan untuk memasang 100 batang tulangan adalah sebagai berikut:

  D10 = 5,92 jam
  D13 = 7,08 jam

D16 = 7,08 jam
D19 = 7,08 jam

- **Kapasitas Produksi Pengecoran Balok Lantai 1**
  Volume beton balok = 200,89 m³
  Efisiensi kerja:

Faktor dari efisiensi	Nilai
Faktor kondisi alat	0,83
Faktor operator dan mekanik	0,8
Faktor cuaca	0,83
Efisiensi	**0,55**

Spesifikasi alat*:*
Outut piston *concrete pump*= 90 m³/jam
Kapasitas produksi $= 90 \frac{m^3}{jam} x\ 0{,}55$
$= 49{,}6\ \frac{m^3}{jam}$

- **Kapasitas Produksi *Tower Crane***
  Kecepatan Pergi dan Kembali *Tower Crane*

Hoisting	80 m/menit
Slewing	0,8 rad/menit
Trollying	40 m/menit
Landing	80 m/menit

Waktu pengangkatan dengan *Tower Crane*
- Hoisting $= \frac{ketinggian}{kecepatan\ hoisting}$
- Slewing $= \frac{ketinggian}{kecepatan\ slewing}$

- Trolleying $= \frac{ketinggian}{kecepatan\ trolley}$
- Landing $= \frac{ketinggian}{kecepatan\ landing}$

Waktu bongkar muat *Tower Crane*
- Bongkar = 2 menit
- Muat = 2 menit

Waktu siklus
= Waktu muat + waktu angkat + waktu kembali + waktu bongkar

- **Produktifitas Bekisting Balok Lantai 1**

Menyetel $= \frac{Durasi}{Kap.produksi}\ x\ 10\ m^2$
$= \frac{184\ jam}{8\ jam}\ x\ 10\ m^2$
= 230 m²/hari

Mengolesi oli= $\frac{Durasi}{Kap.produksi}\ x\ 10\ m^2$
$= \frac{184\ jam}{0{,}5\ jam}\ x\ 10\ m^2$
= 3680 m²/hari

Mereparasi= $\frac{Durasi}{Kap.produksi}\ x\ 10\ m^2$
$= \frac{184\ jam}{3{,}5\ jam}\ x\ 10\ m^2$
= 525,7 m²/hari

Membongkar = $\frac{Durasi}{Kap.produksi}\ x\ 10\ m^2$
$= \frac{184\ jam}{3{,}5\ jam}\ x\ 10\ m^2$
= 525,7 m²/hari

Memasang= $\frac{Durasi}{Kap.produksi}\ x\ 10\ m^2$
$= \frac{184\ jam}{3{,}5\ jam}\ x\ 10\ m^2$
= 525,7 m²/hari

- **Produktifitas Pembesian Balok Lantai 1**

D10

Pemotongan $= \frac{Durasi}{Kap.Produksi}\ x\ 100$

$= \frac{128\ jam}{1\ jam}\ x\ 100$

$= 12800\ tul./hari$

Bengkokan $= \frac{Durasi}{Kap.Produksi}\ x\ 100$

$= \frac{128\ jam}{1{,}15\ jam}\ x\ 100$

$= 11130{,}4\ tul./hari$

Kaitan $= \frac{Durasi}{Kap.Produksi}\ x\ 100$

$= \frac{128\ jam}{1{,}85\ jam}\ x\ 100$

$= 6918{,}92\ tul./hari$

Memasang $= \frac{Durasi}{Kap.Produksi}\ x\ 100$

$= \frac{128\ jam}{5{,}92\ jam}\ x\ 100$

$= 2162{,}16\ tul./hari$

D13

Pemotongan $= \frac{Durasi}{Kap.Produksi}\ x\ 100$

$= \frac{128\ jam}{1{,}5\ jam}\ x\ 100$

$= 8533\ tul./hari$

Bengkokan $= \frac{Durasi}{Kap.Produksi}\ x\ 100$

$= \frac{128\ jam}{1{,}5\ jam}\ x\ 100$

$= 8533\ tul./hari$

Kaitan $= \frac{Durasi}{Kap.Produksi}\ x\ 100$

$= \frac{128\ jam}{2{,}3\ jam}\ x\ 100$

$= 5565\ tul./hari$

Memasang $= \frac{Durasi}{Kap.Produksi}\ x\ 100$

$= \frac{128\ jam}{7{,}08\ jam}\ x\ 100$

$= 1808\ tul./hari$

D19

Pemotongan $= \frac{Durasi}{Kap.Produksi}\ x\ 100$

$= \frac{128\ jam}{1{,}5\ jam}\ x\ 100$

$= 8533\ tul./hari$

Bengkokan $= \frac{Durasi}{Kap.Produksi}\ x\ 100$

$= \frac{128\ jam}{1{,}5\ jam}\ x\ 100$

$= 8533\ tul./hari$

Kaitan $= \frac{Durasi}{Kap.Produksi}\ x\ 100$

$= \frac{128\ jam}{2{,}3\ jam}\ x\ 100$

$= 5565\ tul./hari$

Memasang $= \frac{Durasi}{Kap.Produksi}\ x\ 100$

$= \frac{128\ jam}{7{,}08\ jam}\ x\ 100$

$= 1808\ tul./hari$

3. Durasi Pekerjaan Balok Lantai 1
   - **Durasi Bekisting Balok Lantai 1**

     Volume = 611,82 m²

     Menyetel $= \frac{Volume}{Produktifitas}$

     $= \frac{611{,}82\ m^2}{230\ m^2,hari}$

     = 2,66 hari

     Mengolesi oli $= \frac{Volume}{Produktifitas}$

     $= \frac{611{,}82\ m^2}{3680\ m^2,hari}$

     = 0,17 hari

Mereparasi $= \frac{Volume}{Produktifitas}$

$= \frac{611{,}82\ m^2}{525{,}7\ m^2, hari}$

= 1,16 hari

Membongkar $= \frac{Volume}{Produktifitas}$

$= \frac{611{,}82\ m^2}{525{,}7\ m^2, hari}$

= 1,16 hari

Memasang $= \frac{Volume}{Produktifitas}$

$= \frac{611{,}82\ m^2}{525{,}7\ m^2, hari}$

= 1,16 hari

Durasi pengangkatan bekisting dengan *Tower Crane*

Posisi fabrikasi beksiting terhadap Balok Lantai 1 (B2A)

Jarak = 17,68 meter

- Sudut = 8,37°
- Ketinggian = 2 meter

Waktu pengangkatan dengan *Tower Crane*

- Hoisting $= \frac{ketinggian}{kecepatan\ hoisting}$

  $= \frac{2\ m}{80\ m/menit}$

  $= 0{,}03\ menit$
- Slewing $= \frac{sudut}{kecepatan\ slewing}$

  $= \frac{8{,}37° x \pi/180}{80\ m/menit}$

  $= 0{,}21\ menit$
- Trolleying $= \frac{jarak}{kecepatan\ trolley}$

$$= \frac{17{,}68\ m}{40\ m/menit}$$
$$= 0{,}44\ menit$$

- Landing $= \frac{ketinggian}{kecepatan\ landing}$

$$= \frac{2\ m}{80\ m/menit}$$
$$= 0{,}03\ menit$$

Waktu kembali dengan *Tower Crane*

- Hoisting $= \frac{ketinggian}{kecepatan\ hoisting}$

$$= \frac{2\ m}{80\ m/menit}$$
$$= 0{,}03\ menit$$

- Slewing $= \frac{sudut}{kecepatan\ slewing}$

$$= \frac{8{,}37° x\pi/180}{80\ m/menit}$$
$$= 0{,}21\ menit$$

- Trolleying $= \frac{jarak}{kecepatan\ trolley}$

$$= \frac{17{,}68\ m}{40\ m/menit}$$
$$= 0{,}44\ menit$$

- Landing $= \frac{ketinggian}{kecepatan\ landing}$

$$= \frac{2\ m}{80\ m/menit}$$
$$= 0{,}03\ menit$$

Waktu bongkar muat *Tower Crane*

- Bongkar = 2 menit
- Muat = 2 menit

Waktu siklus
= Waktu muat + waktu angkat + waktu kembali + waktu bongkar
= 5,4 menit

Total durasi fabrikasi bekisting = 3 hari
Total durasi pemasangan bekisting = 3 hari

- **Durasi Besi Balok Lantai 1**

D10
Durasi Fabrikasi Pembesian

Pemotongan $= \frac{Jumlah\ Potongan}{Produktifitas}$
$= \frac{3358\ potong}{17067\ pot/hari}$
$= 0{,}1056\ hari$

Bengkokan $= \frac{Jumlah\ Bengkokan}{Produktifitas}$
$= \frac{9936\ bengkokan}{17067\ bengkok/hari}$
$= 0{,}446\ hari$

Kaitan $= \frac{Jumlah\ Kaitan}{Produktifitas}$
$= \frac{6624\ kait}{11130\ kait/hari}$
$= 0{,}479\ hari$

Durasi Pemasangan Pembesian

Pemasangan $= \frac{Jumlah\ Tulangan}{Produktifitas}$
$= \frac{3358\ bengkokan}{3616\ tulangan/hari}$
$= 0{,}777\ hari$

D19
Durasi Fabrikasi Pembesian

Pemotongan $= \frac{Jumlah\ Potongan}{Produktifitas}$
$= \frac{1242\ potong}{17067\ pot/hari}$

$= 0{,}1056\ hari$

Bengkokan $= \frac{Jumlah\ Bengkokan}{Produktifitas}$

$= \frac{0\ bengkokan}{17067\ bengkok/hari}$

$= 0\ hari$

Kaitan $= \frac{Jumlah\ Kaitan}{Produktifitas}$

$= \frac{0\ kait}{11130\ kait/hari}$

$= 0\ hari$

Durasi Pemasangan Pembesian

Pemasangan $= \frac{Jumlah\ Tulangan}{Produktifitas}$

$= \frac{1242\ bengkokan}{3616\ tulangan/hari}$

$= 0{,}343\ hari$

Durasi pengangkatan besi dengan *Tower Crane*

Posisi fabrikasi besi terhadap Balok Lantai 1

- Jarak = 17,68 meter
- Sudut = 8,37°
- Ketinggian = 2 meter

Durasi pengangkatan besi dengan *Tower Crane*

Posisi fabrikasi beksiting terhadap Balok Lantai 1 (B2A)

Jarak = 17,68 meter

- Sudut = 8,37°
- Ketinggian = 2 meter

Waktu pengangkatan dengan *Tower Crane*

- Hoisting $= \frac{ketinggian}{kecepatan\ hoisting}$

$$= \frac{2\ m}{80\ m/menit}$$
$$= 0{,}03\ menit$$

- Slewing $= \frac{sudut}{kecepatan\ slewing}$

$$= \frac{8{,}37° x \pi/180}{80\ m/menit}$$
$$= 0{,}21\ menit$$

- Trolleying $= \frac{jarak}{kecepatan\ trolley}$

$$= \frac{17{,}68\ m}{40\ m/menit}$$
$$= 0{,}44\ menit$$

- Landing $= \frac{ketinggian}{kecepatan\ landing}$

$$= \frac{2\ m}{80\ m/menit}$$
$$= 0{,}03\ menit$$

Waktu kembali dengan *Tower Crane*

- Hoisting $= \frac{ketinggian}{kecepatan\ hoisting}$

$$= \frac{2\ m}{80\ m/menit}$$
$$= 0{,}03\ menit$$

- Slewing $= \frac{sudut}{kecepatan\ slewing}$

$$= \frac{8{,}37° x \pi/180}{80\ m/menit}$$
$$= 0{,}21\ menit$$

- Trolleying $= \frac{jarak}{kecepatan\ trolley}$

$$= \frac{17{,}68\ m}{40\ m/menit}$$
$$= 0{,}44\ menit$$

- Landing $= \frac{ketinggian}{kecepatan\ landing}$

$= \frac{2\ m}{80\ m/menit}$

$= 0{,}03\ menit$

Waktu bongkar muat *Tower Crane*

- Bongkar = 2 menit
- Muat = 2 menit

Waktu siklus

= Waktu muat + waktu angkat + waktu kembali + waktu bongkar

= 5,4 menit

Total durasi fabrikasi pembesian = 3 hari

Total durasi pemasangan besi = 4 hari

- **Durasi Pengecoran Beton Balok Lantai 1**

Volume = 58,52 m³

Kebutuhan truck mixer:

$= \frac{Volume\ beton}{kapasitas\ truck\ mixer}$

$= \frac{200{,}89\ m^3}{7\ m^3}$

$= 9\ truck\ mixer$

Cycle time:

- Waktu persiapan:
  - Pengaturan posisi = 10 menit
  - Pemasangan pipa = 30 menit
  - Idle truck mixer = 10 menit
  - Total waktu persiapan = 50 menit
- Waktu persiapan tambahan:
  - Pergantian truck = 10 menit

= 10 x 9 truck
= 90 menit
Uji slump = 5 menit
= 5 x 9 truck
= 45 menit
Total waktu tambahan = 135 menit

- Waktu operasional pengecoran:

$$= \frac{volume\ pengecoran}{kapasitas\ concrete\ pump}$$

$$= \frac{58{,}52\ m^3}{49{,}6\ m^3/jam}\ x\ 60\ menit$$

$$= 70{,}79\ menit$$

- Waktu pasca operasional pengecoran:
  Pembersihan pompa = 10 menit
  Pembongkaran pipa = 30 menit
  Persiapan kembali = 10 menit
  Total waktu pasca ops = 50 menit

- Total waktu pengecoran:

$$= waktu\ persiapan + waktu\ tambahan + waktu\ operasional + waktu\ pasca\ ops$$

$$= 305{,}79\ menit$$

$$= 0{,}64\ hari$$

$$= 1\ hari$$

4. Upah Pekerjaan Balok Lantai 1
   - **Upah Pekerja Bekisting Balok Lantai 1**
     Upah pekerja = *Durasi x Jumlah x Upah*
     Upah pekerja fabrikasi beksiting
     Mandor = 3 $hari\ x\ 1\ x\ Rp$165.000
     = Rp495.000

Tukang = 3 $hari\ x\ 4\ x\ Rp125.000$
= $Rp1.500.000$
Pemb. Tukang= 3 $hari\ x\ 8\ x\ Rp110.000$
= $Rp2.640.000$
Upah pekerja pemasangan beksiting
Mandor = 1 $hari\ x\ 1\ x\ Rp165.000$
= $Rp165.000$
Tukang = 1 $hari\ x\ 3\ x\ Rp125.000$
= $Rp375.000$
Pemb. Tukang= 1 $hari\ x\ 7\ x\ Rp110.000$
= $Rp770.000$

- **Upah Pekerja Pembesian Balok Lantai 1**
  Upah pekerja = $Durasi\ x\ Jumlah\ x\ Upah$
  Upah pekerja fabrikasi pembesian
  Mandor = 3 $hari\ x\ 2\ x\ Rp165.000$
  = $Rp990.000$
  Tukang = 3 $hari\ x\ 10\ x\ Rp125.000$
  = $Rp3.750.000$
  Pemb. Tukang= 3 $hari\ x\ 20\ x\ Rp110.000$
  = $Rp6.600.000$
  Upah pekerja pemasangan pembesian
  Mandor = 4 $hari\ x\ 2\ x\ Rp165.000$
  = $Rp1.320.000$
  Tukang = 4 $hari\ x\ 10\ x\ Rp125.000$
  = $Rp5.000.000$
  Pemb. Tukang= 4 $hari\ x\ 20\ x\ Rp110.000$
  = $Rp8.800.000$

- **Upah Pekerja Pengecoran Balok Lantai 1**
  Upah pekerja = $Durasi\ x\ Jumlah\ x\ Upah$
  Mandor = 1 $hari\ x\ 1\ x\ Rp165.000$
  = $Rp165.000$
  Tukang = 1 $hari\ x\ 3\ x\ Rp125.000$
  = $Rp375.000$

Pemb. Tukang= $1\ hari\ x\ 5\ x\ Rp110.000$
= $Rp550.000$

5. Biaya Sewa Alat
   - **Biaya Sewa Alat Pembesian Balok Lantai 1**
     $\boldsymbol{Sewa\ alat = Durasi\ x\ jumlah\ x\ Harga}$
     Bar cutter = $3\ hari\ x\ 2\ x\ Rp116.667$
     = $Rp700.002$
     Bar bender= $3\ hari\ x\ 2\ x\ Rp116.667$
     = $Rp700.002$
   - **Biaya Sewa Alat Pengecoran Balok Lantai 1**
     $\boldsymbol{Sewa\ alat = Durasi\ x\ jumlah\ x\ Harga}$
     Concrete pump= $1\ hari\ x\ 2\ x\ Rp150.000$
     = $Rp300.000$

6. Biaya Material
   - **Biaya Material Bekisting Balok Lantai 1**
     Mengacu pada table 5.1 pada buku Soedrajad berjudul Analisa Anggaran Biaya, bahan yang diperlukan untuk membuat 10 m² cetakan bekisting dengan ukuran multipleks 1,22 x 2,44 m² adalah:
     Kayu meranti = 1,15 Kg
     Paku = 5,46 Kg
     Minyak/oli = 2,88 Liter

     Maka jumlah kebutuhan bahan adalah sebagai berikut:
     Kayu meranti = $\frac{611,8\ m^2}{10\ m^2}\ x\ 1,15\ Kg$
     = 70,36 Kg
     Paku = $\frac{611,8\ m^2}{10\ m^2}\ x\ 5,46\ Kg$
     = 334,05 Kg

Minyak/oli = $\frac{611{,}8\ m^2}{10\ m^2}\ x\ 2{,}88\ Liter$
= 175,90 Liter

Multipleks = $\frac{611{,}8\ m^2}{1{,}22\ x\ 2{,}44\ m^2}$
= 206 Lembar

Biaya material
$= \boldsymbol{Jumlah\ bahan\ x\ Harga\ satuan}$

Kayu meranti = $70{,}36\ Kg\ x\ Rp5.367$
= $Rp\ 377.622$

Paku = $334\ Kg\ x\ Rp\ 14.800$
= $Rp4.943.200$

Minyak/oli = $175\ Lt\ x\ Rp\ 39.255$
= $Rp6.869.625$

Multipleks = $206\ lbr\ x\ Rp194.700$
= $Rp40.108.200$

- **Biaya Material Pembesian Balok Lantai 1**

Kebutuhan bahan:

Besi beton = 9287 Kg

Kawat bendrat = 0,15 x 9287 kg
= 1393 Kg

Besi beton = $9287\ Kg\ x\ Rp9.255$
= $Rp85.951.185$

Kawat bendrat = $1393\ Kg\ x\ Rp27.115$
= $Rp37.771.195$

- **Biaya Material Beton Balok Lantai 1**

Ready mix = $58{,}5\ m^3\ x\ Rp\ 715.000$
= $Rp41.841.800$

5.3.3. Pekerjaan Tangga Basement

1. Perhitungan Kebutuhan Tenaga Kerja

- **Pekerjaan Bekisting Tangga Basement**

  Penentuan kebutuhan tenaga kerja mengacu pada PermenPU No.28 Tahun 2016

  Mandor : 0,026 = 1 OH
  Tukang : 0,26 = 10 OH
  Pemb. Tukang : 0,52 = 20 OH

  Angka diatas merupakan jumlah pekerja maksimum yang boleh dipekerjakan.

  Jumlah pekerja yang diperlukan yaitu:
  Mandor : 1 pekerja
  Tukang : 7 pekerja
  Pemb. Tukang : 15 pekerja
  Dengan durasi kerja per hari adalah 8 jam
  Jadi total jam kerja perhari semua pekerja adalah 184 jam

- **Pekerjaan Besi Tangga Basement**

  Penentuan kebutuhan tenaga kerja mengacu pada PermenPU No.28 Tahun 2016

  Mandor : 0,004 = 1 OH
  Tukang : 0,07 = 17,5 OH
  Pemb. Tukang : 0,07 = 17,5 OH

  Angka diatas merupakan jumlah pekerja maksimum yang boleh dipekerjakan.

  Jumlah pekerja yang diperlukan yaitu:
  Mandor : 2 pekerja
  Tukang : 10 pekerja
  Pemb. Tukang : 20 pekerja
  Dengan durasi kerja per hari adalah 8 jam
  Jadi total jam kerja perhari semua pekerja adalah 256 jam

- **Pekerjaan Beton Tangga Basement**
  Penentuan kebutuhan tenaga kerja mengacu pada PermenPU No.28 Tahun 2016
  Mandor : 0,035 = 1 OH
  Tukang : 0,35 = 10 OH
  Pemb. Tukang : 2,1 = 60 OH
  Angka diatas merupakan jumlah pekerja maksimum yang boleh dipekerjakan.

  Jumlah pekerja yang diperlukan yaitu:
  Mandor : 1 pekerja
  Tukang : 3 pekerja
  Pemb. Tukang : 5 pekerja
  Dengan durasi kerja per hari adalah 8 jam
  Jadi total jam kerja perhari semua pekerja adalah 72 jam

2. Produktifitas Pekerjaan Tangga Basement
   - **Kapasitas Produksi Bekisting Tangga Basement**
     Mengacu pada table 5.2 buku Soedrajad berjudul Analisa Anggaran Biaya, keperluan jam kerja buruh yang diperlukan untuk membuat 10 m² cetakan bekisting adalah sebagai berikut:
     Menyetel = 8 jam
     Mengolesi oli = 0,5 jam
     Mereparasi = 3,5 jam
     Membongkar = 3,5 jam
     Memasang = 3,5 jam
   - **Kapasitas Produksi Pembesian Tangga Basement**
     Mengacu pada table 5.9 pada buku Soedrajad berjudul Analisa Anggaran Biaya, keperluan

jam kerja buruh yang diperlukan untuk membuat 100 potongan, bengkokan dan kaitan pada pekerjaan pembesian menggunakan mesin adalah sebagai berikut:

D10 = 1 jam/100 bengkokan
= 1,15 jam/100 bengkokan
= 1,85 jam/100 kaitan

D13 = 1,5 jam/100 bengkokan
= 1,5 jam/100 bengkokan
= 2,3 jam/100 kaitan

D16 = 1,5 jam/100 bengkokan
= 1,5 jam/100 bengkokan
= 2,3 jam/100 kaitan

D19 = 1,5 jam/100 bengkokan
= 1,5 jam/100 bengkokan
= 2,3 jam/100 kaitan

Mengacu pada table 5.10 pada buku Soedrajad berjudul Analisa Anggaran Biaya, keperluan jam kerja buruh yang diperlukan untuk memasang 100 batang tulangan adalah sebagai berikut:

D10 = 5,92 jam
D13 = 7,08 jam
D16 = 7,08 jam
D19 = 7,08 jam

- **Kapasitas Produksi Pengecoran Tangga Basement**

  Volume beton balok = 200,89 m³

  Efisiensi kerja:

Faktor dari efisiensi	Nilai
Faktor kondisi alat	0,83
Faktor operator dan mekanik	0,8
Faktor cuaca	0,83
Efisiensi	**0,55**

  Spesifikasi alat*:*

  Outut piston *concrete pump*= 90 m³/jam

  Kapasitas produksi $= 90 \frac{m^3}{jam} x\ 0{,}55$

  $= 49{,}6\ \frac{m^3}{jam}$

- **Kapasitas Produksi *Tower Crane***

  Kecepatan Pergi dan Kembali *Tower Crane*

Hoisting	80 m/menit
Slewing	0,8 rad/menit
Trollying	40 m/menit
Landing	80 m/menit

  Waktu pengangkatan dengan *Tower Crane*

  - Hoisting $= \frac{ketinggian}{kecepatan\ hoisting}$
  - Slewing $= \frac{ketinggian}{kecepatan\ slewing}$
  - Trolleying $= \frac{ketinggian}{kecepatan\ trolley}$
  - Landing $= \frac{ketinggian}{kecepatan\ landing}$

Waktu bongkar muat *Tower Crane*

- Bongkar = 2 menit
- Muat = 2 menit

Waktu siklus

= Waktu muat + waktu angkat + waktu kembali + waktu bongkar

- **Produktifitas Bekisting Tangga Basement**

Menyetel $= \frac{Durasi}{Kap.produksi}\ x\ 10\ m^2$

$= \frac{184\ jam}{8\ jam}\ x\ 10\ m^2$

= 230 m²/hari

Mengolesi oli$= \frac{Durasi}{Kap.produksi}\ x\ 10\ m^2$

$= \frac{184\ jam}{0{,}5\ jam}\ x\ 10\ m^2$

= 3680 m²/hari

Mereparasi$= \frac{Durasi}{Kap.produksi}\ x\ 10\ m^2$

$= \frac{184\ jam}{3{,}5\ jam}\ x\ 10\ m^2$

= 525,7 m²/hari

Membongkar $= \frac{Durasi}{Kap.produksi}\ x\ 10\ m^2$

$= \frac{184\ jam}{3{,}5\ jam}\ x\ 10\ m^2$

= 525,7 m²/hari

Memasang$= \frac{Durasi}{Kap.produksi}\ x\ 10\ m^2$

$= \frac{184\ jam}{3{,}5\ jam}\ x\ 10\ m^2$

= 525,7 m²/hari

- **Produktifitas Pembesian Tangga Basement**

D10

Pemotongan $= \frac{Durasi}{Kap.Produksi}\ x\ 100$

$= \frac{128\ jam}{1\ jam}\ x\ 100$

$= 12800\ tul./hari$

Bengkokan $= \frac{Durasi}{Kap.Produksi}\ x\ 100$

$= \frac{128\ jam}{1{,}15\ jam}\ x\ 100$

$= 11130{,}4\ tul./hari$

Kaitan $= \frac{Durasi}{Kap.Produksi}\ x\ 100$

$= \frac{128\ jam}{1{,}85\ jam}\ x\ 100$

$= 6918{,}92\ tul./hari$

Memasang $= \frac{Durasi}{Kap.Produksi}\ x\ 100$

$= \frac{128\ jam}{5{,}92\ jam}\ x\ 100$

$= 2162{,}16\ tul./hari$

D13

Pemotongan $= \frac{Durasi}{Kap.Produksi}\ x\ 100$

$= \frac{128\ jam}{1{,}5\ jam}\ x\ 100$

$= 8533\ tul./hari$

Bengkokan $= \frac{Durasi}{Kap.Produksi}\ x\ 100$

$= \frac{128\ jam}{1{,}5\ jam}\ x\ 100$

$= 8533\ tul./hari$

Kaitan $= \frac{Durasi}{Kap.Produksi}\ x\ 100$

$= \frac{128\ jam}{2{,}3\ jam}\ x\ 100$

$= 5565\ tul./hari$

Memasang $= \frac{Durasi}{Kap.Produksi}\ x\ 100$

$= \frac{128\ jam}{7{,}08\ jam}\ x\ 100$

$= 1808\ tul./hari$

D19

Pemotongan $= \frac{Durasi}{Kap.Produksi}\ x\ 100$

$= \frac{128\ jam}{1{,}5\ jam}\ x\ 100$

$= 8533\ tul./hari$

Bengkokan $= \frac{Durasi}{Kap.Produksi}\ x\ 100$

$= \frac{128\ jam}{1{,}5\ jam}\ x\ 100$

$= 8533\ tul./hari$

Kaitan $= \frac{Durasi}{Kap.Produksi}\ x\ 100$

$= \frac{128\ jam}{2{,}3\ jam}\ x\ 100$

$= 5565\ tul./hari$

Memasang $= \frac{Durasi}{Kap.Produksi}\ x\ 100$

$= \frac{128\ jam}{7{,}08\ jam}\ x\ 100$

$= 1808\ tul./hari$

3. Durasi Pekerjaan Tangga Basement
   - **Durasi Bekisting Tangga Basement**

     Volume = 152,47 m²

     Menyetel $= \frac{Volume}{Produktifitas}$

     $= \frac{152{,}47\ m^2}{230\ m^2,hari}$

     = 0,66 hari

     Mengolesi oli $= \frac{Volume}{Produktifitas}$

     $= \frac{152{,}47\ m^2}{3680\ m^2,hari}$

     = 0,04 hari

     Mereparasi $= \frac{Volume}{Produktifitas}$

$= \frac{152{,}47\ m^2}{525{,}7\ m^2, hari}$

= 0,29 hari

Membongkar $= \frac{Volume}{Produktifitas}$

$= \frac{152{,}47\ m^2}{525{,}7\ m^2, hari}$

= 0,29 hari

Memasang $= \frac{Volume}{Produktifitas}$

$= \frac{152{,}47\ m^2}{525{,}7\ m^2, hari}$

= 0,29 hari

Durasi pengangkatan bekisting dengan *Tower Crane*

Posisi fabrikasi beksiting terhadap tangga lantai 1

- Jarak = 34,96 meter
- Sudut = 48,01°
- Ketinggian = 2 meter

Waktu pengangkatan dengan *Tower Crane*

- Hoisting $= \frac{ketinggian}{kecepatan\ hoisting}$

$= \frac{2\ m}{80\ m/menit}$

$= 0{,}03\ menit$

- Slewing $= \frac{sudut}{kecepatan\ slewing}$

$= \frac{48{,}01° x \pi/180}{80\ m/menit}$

$= 1{,}05\ menit$

- Trolleying $= \frac{jarak}{kecepatan\ trolley}$

$= \frac{34{,}96\ m}{40\ m/menit}$

$= 0{,}87\ menit$

- Landing $= \frac{ketinggian}{kecepatan\ landing}$

$= \frac{2\ m}{80\ m/menit}$

$= 0{,}03\ menit$

Waktu kembali dengan *Tower Crane*

- Hoisting $= \frac{ketinggian}{kecepatan\ hoisting}$

$= \frac{2\ m}{80\ m/menit}$

$= 0{,}03\ menit$

- Slewing $= \frac{sudut}{kecepatan\ slewing}$

$= \frac{48{,}01° x \pi/180}{80\ m/menit}$

$= 1{,}05\ menit$

- Trolleying $= \frac{jarak}{kecepatan\ trolley}$

$= \frac{34{,}96\ m}{40\ m/menit}$

$= 0{,}87\ menit$

- Landing $= \frac{ketinggian}{kecepatan\ landing}$

$= \frac{2\ m}{80\ m/menit}$

$= 0{,}03\ menit$

Waktu bongkar muat *Tower Crane*

- Bongkar = 2 menit
- Muat = 2 menit

Waktu siklus

= Waktu muat + waktu angkat + waktu kembali + waktu bongkar

= 5,4 menit

Total durasi fabrikasi bekisting = 1 hari
Total durasi pemasangan bekisting = 1 hari

- **Durasi Besi Tangga Basement**

D10

Durasi Fabrikasi Pembesian

Pemotongan $= \frac{Jumlah\ Potongan}{Produktifitas}$

$= \frac{4628\ potong}{17067\ pot/hari}$

$= 0{,}18\ hari$

Bengkokan $= \frac{Jumlah\ Bengkokan}{Produktifitas}$

$= \frac{9992\ bengkokan}{17067\ bengkok/hari}$

$= 0{,}45\ hari$

Kaitan $= \frac{Jumlah\ Kaitan}{Produktifitas}$

$= \frac{3832\ kait}{11130\ kait/hari}$

$= 0{,}28\ hari$

Durasi Pemasangan Pembesian

Pemasangan $= \frac{Jumlah\ Tulangan}{Produktifitas}$

$= \frac{4628\ bengkokan}{3616\ tulangan/hari}$

$= 1{,}07\ hari$

Durasi pengangkatan besi dengan *Tower Crane*

Posisi fabrikasi besi terhadap Tangga Basement

- Jarak = 17,68 meter
- Sudut = 8,37°
- Ketinggian = 2 meter

Durasi pengangkatan besi dengan *Tower Crane*

Posisi fabrikasi beksiting terhadap tangga lantai 1

Jarak = 34,96 meter

- Sudut = 48,01°
- Ketinggian = 2 meter

Waktu pengangkatan dengan *Tower Crane*

- Hoisting $= \frac{ketinggian}{kecepatan\ hoisting}$

$= \frac{2\ m}{80\ m/menit}$

$= 0{,}03\ menit$

- Slewing $= \frac{sudut}{kecepatan\ slewing}$

$= \frac{48{,}01° x \pi/180}{80\ m/menit}$

$= 1{,}05\ menit$

- Trolleying $= \frac{jarak}{kecepatan\ trolley}$

$= \frac{34{,}96\ m}{40\ m/menit}$

$= 0{,}87\ menit$

- Landing $= \frac{ketinggian}{kecepatan\ landing}$

$= \frac{2\ m}{80\ m/menit}$

$= 0{,}03\ menit$

Waktu kembali dengan *Tower Crane*

- Hoisting $= \frac{ketinggian}{kecepatan\ hoisting}$

$= \frac{2\ m}{80\ m/menit}$

$= 0{,}03\ menit$

- Slewing $= \frac{sudut}{kecepatan\ slewing}$

$= \frac{48{,}01° x\pi/180}{80\ m/menit}$

$= 1{,}05\ menit$

- Trolleying $= \frac{jarak}{kecepatan\ trolley}$

$= \frac{34{,}96\ m}{40\ m/menit}$

$= 0{,}87\ menit$

- Landing $= \frac{ketinggian}{kecepatan\ landing}$

$= \frac{2\ m}{80\ m/menit}$

$= 0{,}03\ menit$

Waktu bongkar muat *Tower Crane*

- Bongkar = 2 menit
- Muat = 2 menit

Waktu siklus

= Waktu muat + waktu angkat + waktu kembali + waktu bongkar

= 5,4 menit

Total durasi fabrikasi pembesian = 1 hari

Total durasi pemasangan besi = 2 hari

- **Durasi Pengecoran Beton Tangga Basement**

  Volume = 6,98 m³

  Kebutuhan truck mixer:

  $$= \frac{Volume\ beton}{kapasitas\ truck\ mixer}$$

  $$= \frac{6{,}98\ m^3}{7\ m^3}$$

  $$= 1\ truck\ mixer$$

  Cycle time:

  - Waktu persiapan:
    Pengaturan posisi = 10 menit
    Pemasangan pipa = 30 menit
    Idle truck mixer = 10 menit
    Total waktu persiapan = 50 menit
  - Waktu persiapan tambahan:
    Pergantian truck = 10 menit
    = 10 x 1 truck
    = 10 menit
    Uji slump = 5 menit
    = 5 x 1 truck
    = 5 menit
    Total waktu tambahan = 15 menit
  - Waktu operasional pengecoran:

    $$= \frac{volume\ pengecoran}{kapasitas\ concrete\ pump}$$

    $$= \frac{6{,}98\ m^3}{49{,}6\ m^3/jam}\ x\ 60\ menit$$

    $$= 8{,}44\ menit$$

  - Waktu pasca operasional pengecoran:
    Pembersihan pompa = 10 menit
    Pembongkaran pipa = 30 menit
    Persiapan kembali = 10 menit

Total waktu pasca ops = 50 menit

- Total waktu pengecoran:

$$= waktu\ persiapan + waktu\ tambahan + waktu\ operasional + waktu\ pasca\ ops$$

$$= 238{,}44\ menit$$

$$= 0{,}5\ hari$$

$$= 1\ hari$$

4. Upah Pekerjaan Tangga *Basement*

- **Upah Pekerja Bekisting Tangga *Basement***

  Upah pekerja = $\boldsymbol{Durasi\ x\ Jumlah\ x\ Upah}$

  Upah pekerja fabrikasi bekisting

  Mandor = $1\ hari\ x\ 1\ x\ Rp165.000$
  = $Rp165.000$

  Tukang = $1\ hari\ x\ 4\ x\ Rp125.000$
  = $Rp500.000$

  Pemb. Tukang= $1\ hari\ x\ 8\ x\ Rp110.000$
  = $Rp880.000$

  Upah pekerja pemasangan bekisting

  Mandor = $1\ hari\ x\ 1\ x\ Rp165.000$
  = $Rp165.000$

  Tukang = $1\ hari\ x\ 3\ x\ Rp125.000$
  = $Rp375.000$

  Pemb. Tukang= $1\ hari\ x\ 7\ x\ Rp110.000$
  = $Rp770.000$

- **Upah Pekerja Pembesian Tangga Basement**

  Upah pekerja = $\boldsymbol{Durasi\ x\ Jumlah\ x\ Upah}$

  Upah pekerja fabrikasi pembesian

  Mandor = $1\ hari\ x\ 2\ x\ Rp165.000$

= $Rp330.000$

Tukang = $1\ hari\ x\ 10\ x\ Rp125.000$

= $Rp1.250.000$

Pemb. Tukang= $1\ hari\ x\ 20\ x\ Rp110.000$

= $Rp2.200.000$

Upah pekerja pemasangan pembesian

Mandor = $2\ hari\ x\ 1\ x\ Rp165.000$

= $Rp330.000$

Tukang = $2\ hari\ x\ 5\ x\ Rp125.000$

= $Rp1.250.000$

Pemb. Tukang= $2\ hari\ x\ 7\ x\ Rp110.000$

= $Rp1.540.000$

- **Upah Pekerja Pengecoran Tangga Basement**

  Upah pekerja = $\boldsymbol{Durasi\ x\ Jumlah\ x\ Upah}$

  Mandor = $1\ hari\ x\ 1\ x\ Rp165.000$

  = $Rp165.000$

  Tukang = $1\ hari\ x\ 3\ x\ Rp125.000$

  = $Rp375.000$

  Pemb. Tukang= $1\ hari\ x\ 5\ x\ Rp110.000$

  = $Rp550.000$

5. Biaya Sewa Alat
   - **Biaya Sewa Alat Pembesian Tangga Basement**

     $\boldsymbol{Sewa\ alat = Durasi\ x\ jumlah\ x\ Harga}$

     Bar cutter = $1\ hari\ x\ 2\ x\ Rp116.667$

     = $Rp233.334$

     Bar bender= $1\ hari\ x\ 2\ x\ Rp116.667$

     = $Rp233.334$
   - **Biaya Sewa Alat Pengecoran Tangga Basement**

     $\boldsymbol{Sewa\ alat = Durasi\ x\ jumlah\ x\ Harga}$

     Concrete pump= $1\ hari\ x\ 2\ x\ Rp150.000$

$= Rp300.000$

6. Biaya Material
   - **Biaya Material Bekisting Tangga Basement**

     Mengacu pada table 5.1 pada buku Soedrajad berjudul Analisa Anggaran Biaya, bahan yang diperlukan untuk membuat 10 m² cetakan bekisting dengan ukuran multipleks 1,22 x 2,44 m² adalah:

     Kayu meranti = 1,15 Kg
     Paku = 5,46 Kg
     Minyak/oli = 2,88 Liter

     Maka jumlah kebutuhan bahan adalah sebagai berikut:

     Kayu meranti $= \frac{152{,}47\ m^2}{10\ m^2}\ x\ 1{,}15\ Kg$
     = 15,78 Kg
     Paku $= \frac{152{,}47\ m^2}{10\ m^2}\ x\ 5{,}46\ Kg$
     = 76,23 Kg
     Minyak/oli $= \frac{152{,}47\ m^2}{10\ m^2}\ x\ 2{,}88\ Liter$
     = 43,83 Liter
     Multipleks $= \frac{152{,}47\ m^2}{1{,}22\ x\ 2{,}44\ m^2}$
     = 52 Lembar

     Biaya material
     $= \boldsymbol{Jumlah\ bahan\ x\ Harga\ satuan}$
     Kayu meranti $= 15{,}78\ Kg\ x\ Rp5.367$
     $= Rp\ 84.693$
     Paku $= 76{,}2\ Kg\ x\ Rp14.800$
     $= Rp1.128.263$
     Minyak/oli $= 43{,}83\ Lt\ x\ Rp39.255$
     $= Rp1.720.725$

Multipleks = 52 $lbr\ x\ Rp194.700$
= $Rp9.972.292$

- **Biaya Material Pembesian Tangga Basement**

Kebutuhan bahan:
Besi beton = 806 Kg
Kawat bendrat = 0,15 x 806 kg
= 121 Kg
Besi beton = $806\ Kg\ x\ Rp9.255$
= $Rp7.459.530$
Kawat bendrat = $121\ Kg\ x\ Rp\ 27.115$
= $Rp3.280.915$

- **Biaya Material Beton Tangga Basement**

Ready mix = 6,98 $m^3\ x\ Rp$ 715.000
= $Rp4.990.700$

5.3.4. Pekerjaan Overtopping Pelat Precast

1. Perhitungan Kebutuhan Tenaga Kerja

- **Pekerjaan Besi Overtopping Pelat Precast**

Penentuan kebutuhan tenaga kerja mengacu pada PermenPU No.28 Tahun 2016
Mandor : 0,004 = 1 OH
Tukang : 0,07 = 17,5 OH
Pemb. Tukang : 0,07 = 17,5 OH
Angka diatas merupakan jumlah pekerja maksimum yang boleh dipekerjakan.

Jumlah pekerja yang diperlukan yaitu:
Mandor : 2 pekerja
Tukang : 10 pekerja
Pemb. Tukang : 20 pekerja
Dengan durasi kerja per hari adalah 8 jam

Jadi total jam kerja perhari semua pekerja adalah 256 jam

- **Pekerjaan Beton Overtopping Pelat Precast**

  Penentuan kebutuhan tenaga kerja mengacu pada PermenPU No.28 Tahun 2016

  Mandor : 0,035 = 1 OH
  Tukang : 0,35 = 10 OH
  Pemb. Tukang : 2,1 = 60 OH

  Angka diatas merupakan jumlah pekerja maksimum yang boleh dipekerjakan.

  Jumlah pekerja yang diperlukan yaitu:

  Mandor : 1 pekerja
  Tukang : 3 pekerja
  Pemb. Tukang : 5 pekerja

  Dengan durasi kerja per hari adalah 8 jam

  Jadi total jam kerja perhari semua pekerja adalah 72 jam

  Produktifitas Pekerjaan Overtopping Pelat Precast

- **Kapasitas Produksi Pembesian Overtopping Pelat Precast**

  Mengacu pada table 5.9 pada buku Soedrajad berjudul Analisa Anggaran Biaya, keperluan jam kerja buruh yang diperlukan untuk membuat 100 potongan, bengkokan dan kaitan pada pekerjaan pembesian menggunakan mesin adalah sebagai berikut:

  D10 = 1 jam/100 bengkokan
  = 1,15 jam/100 bengkokan
  = 1,85 jam/100 kaitan
  D13 = 1,5 jam/100 bengkokan

= 1,5 jam/100 bengkokan
= 2,3 jam/100 kaitan
D16 = 1,5 jam/100 bengkokan
= 1,5 jam/100 bengkokan
= 2,3 jam/100 kaitan

D19 = 1,5 jam/100 bengkokan
= 1,5 jam/100 bengkokan
= 2,3 jam/100 kaitan

Mengacu pada table 5.10 pada buku Soedrajad berjudul Analisa Anggaran Biaya, keperluan jam kerja buruh yang diperlukan untuk memasang 100 batang tulangan adalah sebagai berikut:
D10 = 5,92 jam
D13 = 7,08 jam
D16 = 7,08 jam
D19 = 7,08 jam

- **Kapasitas Produksi Pengecoran Overtopping Pelat Precast**
  Volume beton balok = 200,89 m³
  Efisiensi kerja:

Faktor dari efisiensi	Nilai
Faktor kondisi alat	0,83
Faktor operator dan mekanik	0,8
Faktor cuaca	0,83
Efisiensi	**0,55**

Spesifikasi alat*:*
Outut piston *concrete pump*= 90 m³/jam
Kapasitas produksi $= 90 \frac{m^3}{jam} x\ 0{,}55$
$= 49{,}6\ \frac{m^3}{jam}$

- **Kapasitas Produksi *Tower Crane***
  Kecepatan Pergi dan Kembali *Tower Crane*

Hoisting	80 m/menit
Slewing	0,8 rad/menit
Trollying	40 m/menit
Landing	80 m/menit

Waktu pengangkatan dengan *Tower Crane*
- Hoisting $= \frac{ketinggian}{kecepatan\ hoisting}$
- Slewing $= \frac{ketinggian}{kecepatan\ slewing}$
- Trolleying $= \frac{ketinggian}{kecepatan\ trolley}$
- Landing $= \frac{ketinggian}{kecepatan\ landing}$

Waktu bongkar muat *Tower Crane*
- Bongkar = 2 menit
- Muat = 2 menit

Waktu siklus
= Waktu muat + waktu angkat + waktu kembali + waktu bongkar

- **Produktifitas Bekisting *Overtopping* Pelat *Precast***

Menyetel $= \frac{Durasi}{Kap.produksi}\ x\ 10\ m^2$

$= \frac{184\ jam}{8\ jam}\ x\ 10\ m^2$

= 230 m²/hari

Mengolesi oli= $\frac{Durasi}{Kap.produksi}\ x\ 10\ m^2$

$= \frac{184\ jam}{0{,}5\ jam}\ x\ 10\ m^2$

= 3680 m²/hari

Mereparasi= $\frac{Durasi}{Kap.produksi}\ x\ 10\ m^2$

$= \frac{184\ jam}{3{,}5\ jam}\ x\ 10\ m^2$

= 525,7 m²/hari

Membongkar = $\frac{Durasi}{Kap.produksi}\ x\ 10\ m^2$

$= \frac{184\ jam}{3{,}5\ jam}\ x\ 10\ m^2$

= 525,7 m²/hari

Memasang= $\frac{Durasi}{Kap.produksi}\ x\ 10\ m^2$

$= \frac{184\ jam}{3{,}5\ jam}\ x\ 10\ m^2$

= 525,7 m²/hari

- **Produktifitas Pembesian *Overtopping* Pelat *Precast***

D10

Pemotongan $= \frac{Durasi}{Kap.Produksi}\ x\ 100$

$= \frac{128\ jam}{1\ jam}\ x\ 100$

$= 12800\ tul./hari$

Bengkokan $= \frac{Durasi}{Kap.Produksi}\ x\ 100$

$= \frac{128\ jam}{1{,}15\ jam}\ x\ 100$

$= 11130{,}4\ tul./hari$

Kaitan $= \frac{Durasi}{Kap.Produksi}\ x\ 100$

$= \frac{128\ jam}{1{,}85\ jam}\ x\ 100$

$= 6918{,}92\ tul./hari$

Memasang $= \frac{Durasi}{Kap.Produksi}\ x\ 100$

$= \frac{128\ jam}{5{,}92\ jam}\ x\ 100$

$= 2162{,}16\ tul./hari$

D13

Pemotongan $= \frac{Durasi}{Kap.Produksi}\ x\ 100$

$= \frac{128\ jam}{1{,}5\ jam}\ x\ 100$

$= 8533\ tul./hari$

Bengkokan $= \frac{Durasi}{Kap.Produksi}\ x\ 100$

$= \frac{128\ jam}{1{,}5\ jam}\ x\ 100$

$= 8533\ tul./hari$

Kaitan $= \frac{Durasi}{Kap.Produksi}\ x\ 100$

$= \frac{128\ jam}{2{,}3\ jam}\ x\ 100$

$= 5565\ tul./hari$

Memasang $= \frac{Durasi}{Kap.Produksi}\ x\ 100$

$= \frac{128\ jam}{7{,}08\ jam}\ x\ 100$

$= 1808\ tul./hari$

D19

Pemotongan $= \frac{Durasi}{Kap.Produksi}\ x\ 100$

$= \frac{128\ jam}{1{,}5\ jam}\ x\ 100$

$= 8533\ tul./hari$

Bengkokan $= \frac{Durasi}{Kap.Produksi}\ x\ 100$

$= \frac{128\ jam}{1{,}5\ jam}\ x\ 100$

$= 8533\ tul./hari$

Kaitan $= \frac{Durasi}{Kap.Produksi}\ x\ 100$

$= \frac{128\ jam}{2{,}3\ jam}\ x\ 100$

$= 5565\ tul./hari$

Memasang $= \frac{Durasi}{Kap.Produksi}\ x\ 100$

$= \frac{128\ jam}{7{,}08\ jam}\ x\ 100$

$= 1808\ tul./hari$

2. Durasi Pekerjaan *Overtopping* Pelat *Precast*

- **Durasi Besi *Overtopping* Pelat *Precast***

D10

Durasi Fabrikasi Pembesian

Pemotongan $= \frac{Jumlah\ Potongan}{Produktifitas}$

$= \frac{400\ potong}{17067\ pot/hari}$

$= 0{,}023\ hari$

Bengkokan $= \frac{Jumlah\ Bengkokan}{Produktifitas}$

$= \frac{16000\ bengkokan}{17067\ bengkok/hari}$

$= 0{,}94\ hari$

Kaitan $= \frac{Jumlah\ Kaitan}{Produktifitas}$

$= \frac{0\ kait}{11130\ kait/hari}$

$= 0\ hari$

Durasi Pemasangan Pembesian

Pemasangan $= \frac{Jumlah\ Tulangan}{Produktifitas}$

$= \frac{400\ bengkokan}{3616\ tulangan/hari}$

$= 0{,}023\ hari$

Durasi pengangkatan besi dengan *Tower Crane*

Posisi fabrikasi besi terhadap pelat lantai 1

- Jarak = 28,59 meter
- Sudut = 3,94°
- Ketinggian = 2 meter

Waktu pengangkatan dengan *Tower Crane*

- Hoisting $= \frac{ketinggian}{kecepatan\ hoisting}$

  $= \frac{2\ m}{80\ m/menit}$

  $= 0{,}03\ menit$
- Slewing $= \frac{sudut}{kecepatan\ slewing}$

  $= \frac{3{,}94° x \pi/180}{80\ m/menit}$

  $= 0{,}086\ menit$
- Trolleying $= \frac{jarak}{kecepatan\ trolley}$

  $= \frac{28{,}59\ m}{40\ m/menit}$

  $= 0{,}7\ menit$
- Landing $= \frac{ketinggian}{kecepatan\ landing}$

  $= \frac{2\ m}{80\ m/menit}$

  $= 0{,}03\ menit$

Waktu kembali dengan *Tower Crane*

- Hoisting $= \frac{ketinggian}{kecepatan\ hoisting}$

$$= \frac{2\ m}{80\ m/menit}$$
$$= 0{,}03\ menit$$

- Slewing $= \frac{sudut}{kecepatan\ slewing}$

$$= \frac{3{,}94° x \pi/180}{80\ m/menit}$$
$$= 0{,}086\ menit$$

- Trolleying $= \frac{jarak}{kecepatan\ trolley}$

$$= \frac{28{,}59\ m}{40\ m/menit}$$
$$= 0{,}7\ menit$$

- Landing $= \frac{ketinggian}{kecepatan\ landing}$

$$= \frac{2\ m}{80\ m/menit}$$
$$= 0{,}03\ menit$$

Waktu bongkar muat *Tower Crane*

- Bongkar = 2 menit
- Muat = 2 menit

Waktu siklus

= Waktu muat + waktu angkat + waktu kembali + waktu bongkar

= 6,40 menit

Total durasi fabrikasi pembesian = 1 hari

Total durasi pemasangan besi = 1 hari

- **Durasi Pengecoran Beton *Overtopping* Pelat *Precast***

  Volume = 8,74 m³

  Kebutuhan truck mixer:

  $$= \frac{Volume\ beton}{kapasitas\ truck\ mixer}$$

  $$= \frac{8{,}74\ m^3}{7\ m^3}$$

  $$= 2\ truck\ mixer$$

  Cycle time:

  - Waktu persiapan:
    Pengaturan posisi = 10 menit
    Pemasangan pipa = 30 menit
    Idle truck mixer = 10 menit
    Total waktu persiapan = 50 menit
  - Waktu persiapan tambahan:
    Pergantian truck = 10 menit
    = 10 x 2 truck
    = 20 menit
    Uji slump = 5 menit
    = 5 x 2 truck
    = 10 menit
    Total waktu tambahan = 30 menit
  - Waktu operasional pengecoran:

    $$= \frac{volume\ pengecoran}{kapasitas\ concrete\ pump}$$

    $$= \frac{8{,}74\ m^3}{49{,}6\ m^3/jam}\ x\ 60\ menit$$

    $$= 10{,}58\ menit$$

  - Waktu pasca operasional pengecoran:
    Pembersihan pompa = 10 menit
    Pembongkaran pipa = 30 menit
    Persiapan kembali = 10 menit
    Total waktu pasca ops = 50 menit

- Total waktu pengecoran:

$$= waktu\ persiapan + waktu\ tambahan + waktu\ operasional + waktu\ pasca\ ops$$

$$= 140{,}58\ menit$$

$$= 1\ hari$$

3. Upah Pekerjaan *Overtopping* Pelat *Precast*

- **Upah Pekerja Pembesian *Overtopping* Pelat *Precast***

  Upah pekerja = $\boldsymbol{Durasi\ x\ Jumlah\ x\ Upah}$

  Upah pekerja fabrikasi pembesian

  Mandor = 1 $hari\ x$ 2 $x\ Rp$ 165.000
  = Rp 330.000

  Tukang = 1 $hari\ x$ 10 $x\ Rp$ 125.000
  = Rp 1.250.000

  Pemb. Tukang= 1 $hari\ x$ 20 $x\ Rp$ 110.000
  = Rp 2.200.000

  Upah pekerja pemasangan pembesian

  Mandor = 1 $hari\ x$ 2 $x\ Rp$ 165.000
  = Rp 330.000

  Tukang = 1 $hari\ x$ 10 $x\ Rp$ 125.000
  = Rp 1.250.000

  Pemb. Tukang= 1 $hari\ x$ 20 $x\ Rp$ 110.000
  = Rp 2.200.000

- **Upah Pekerja Pengecoran *Overtopping* Pelat *Precast***

  Upah pekerja = $\boldsymbol{Durasi\ x\ Jumlah\ x\ Upah}$

  Mandor = 1 $hari\ x$ 1 $x\ Rp$ 165.000
  = Rp 165.000

  Tukang = 1 $hari\ x$ 3 $x\ Rp$ 125.000

= Rp 375.000

Pemb. Tukang= 1 $hari\ x$ 5 $x\ Rp$ 110.000

= Rp 550.000

4. Biaya Sewa Alat
   - **Biaya Sewa Alat Pembesian *Overtopping* Pelat *Precast***

     $\boldsymbol{Sewa\ alat = Durasi\ x\ jumlah\ x\ Harga}$

     Bar cutter = 1 $hari\ x$ 2 $x\ Rp$ 116.667

     = Rp 233.334

     Bar bender= 1 $hari\ x$ 2 $x\ Rp$ 116.667

     = Rp 233.334
   - **Biaya Sewa Alat Pengecoran *Overtopping* Pelat *Precast***

     $\boldsymbol{Sewa\ alat = Durasi\ x\ jumlah\ x\ Harga}$

     Concrete pump= 1 $hari\ x$ 1 $x\ Rp$ 150.000

     = Rp 150.000

5. Biaya Material
   - **Biaya Material Pembesian *Overtopping* Pelat *Precast***

     Kebutuhan bahan:

     Besi beton = 1649,1 Kg

     Kawat bendrat = 0,15 x 1649,1 kg

     = 247,37 Kg

     Besi beton = 1649 $Kg\ x\ Rp$ 9.255

     = Rp 15.262.672

     Kawat bendrat = 247 $Kg\ x\ Rp$ 27.115

     = Rp 6.707.412

   - **Biaya Material Beton *Overtopping* Pelat *Precast***

     Ready mix = 8,74 $m^3\ x\ Rp$

     = Rp 6.249.100

5.3.5. Pekerjaan Bordes Tangga *Basement*

1. Perhitungan Kebutuhan Tenaga Kerja

- **Pekerjaan Bekisting Bordes Tangga *Basement***

  Penentuan kebutuhan tenaga kerja mengacu pada PermenPU No.28 Tahun 2016

  Mandor : 0,026 = 1 OH
  Tukang : 0,26 = 10 OH
  Pemb. Tukang : 0,52 = 20 OH

  Angka diatas merupakan jumlah pekerja maksimum yang boleh dipekerjakan.

  Jumlah pekerja yang diperlukan yaitu:
  Mandor : 1 pekerja
  Tukang : 7 pekerja
  Pemb. Tukang : 15 pekerja

  Dengan durasi kerja per hari adalah 8 jam
  Jadi total jam kerja perhari semua pekerja adalah 184 jam

- **Pekerjaan Besi Bordes Tangga Basement**

  Penentuan kebutuhan tenaga kerja mengacu pada PermenPU No.28 Tahun 2016

  Mandor : 0,004 = 1 OH
  Tukang : 0,07 = 17,5 OH
  Pemb. Tukang : 0,07 = 17,5 OH

  Angka diatas merupakan jumlah pekerja maksimum yang boleh dipekerjakan.

  Jumlah pekerja yang diperlukan yaitu:
  Mandor : 2 pekerja
  Tukang : 10 pekerja
  Pemb. Tukang : 20 pekerja

Dengan durasi kerja per hari adalah 8 jam
Jadi total jam kerja perhari semua pekerja adalah 256 jam

- **Pekerjaan Beton Bordes Tangga Basement**
  Penentuan kebutuhan tenaga kerja mengacu pada PermenPU No.28 Tahun 2016
  Mandor : 0,035 = 1 OH
  Tukang : 0,35 = 10 OH
  Pemb. Tukang : 2,1 = 60 OH
  Angka diatas merupakan jumlah pekerja maksimum yang boleh dipekerjakan.

  Jumlah pekerja yang diperlukan yaitu:
  Mandor : 1 pekerja
  Tukang : 3 pekerja
  Pemb. Tukang : 5 pekerja
  Dengan durasi kerja per hari adalah 8 jam
  Jadi total jam kerja perhari semua pekerja adalah 72 jam

- Produktifitas Pekerjaan Tangga Basement
  Kapasitas Produksi Bekisting Bordes Tangga Basement
  Mengacu pada table 5.2 buku Soedrajad berjudul Analisa Anggaran Biaya, keperluan jam kerja buruh yang diperlukan untuk membuat 10 m² cetakan bekisting adalah sebagai berikut:
  Menyetel = 8 jam
  Mengolesi oli = 0,5 jam
  Mereparasi = 3,5 jam
  Membongkar = 3,5 jam
  Memasang = 3,5 jam

- **Kapasitas Produksi Pembesian Bordes Tangga Basement**

  Mengacu pada table 5.9 pada buku Soedrajad berjudul Analisa Anggaran Biaya, keperluan jam kerja buruh yang diperlukan untuk membuat 100 potongan, bengkokan dan kaitan pada pekerjaan pembesian menggunakan mesin adalah sebagai berikut:

  D10 = 1 jam/100 bengkokan
  = 1,15 jam/100 bengkokan
  = 1,85 jam/100 kaitan
  D13 = 1,5 jam/100 bengkokan
  = 1,5 jam/100 bengkokan
  = 2,3 jam/100 kaitan
  D16 = 1,5 jam/100 bengkokan
  = 1,5 jam/100 bengkokan
  = 2,3 jam/100 kaitan

  D19 = 1,5 jam/100 bengkokan
  = 1,5 jam/100 bengkokan
  = 2,3 jam/100 kaitan

  Mengacu pada table 5.10 pada buku Soedrajad berjudul Analisa Anggaran Biaya, keperluan jam kerja buruh yang diperlukan untuk memasang 100 batang tulangan adalah sebagai berikut:

  D10 = 5,92 jam
  D13 = 7,08 jam
  D16 = 7,08 jam
  D19 = 7,08 jam

- **Kapasitas Produksi Pengecoran Bordes Tangga Basement**

  Volume beton balok = 200,89 m^3
  Efisiensi kerja:

Faktor dari efisiensi	Nilai
Faktor kondisi alat	0,83
Faktor operator dan mekanik	0,8
Faktor cuaca	0,83
Efisiensi	**0,55**

Spesifikasi alat*:*
Outut piston *concrete pump*= 90 m³/jam

Kapasitas produksi $= 90 \frac{m^3}{jam} x\ 0{,}55$

$= 49{,}6\ \frac{m^3}{jam}$

- **Kapasitas Produksi *Tower Crane***
  Kecepatan Pergi dan Kembali *Tower Crane*

Hoisting	80 m/menit
Slewing	0,8 rad/menit
Trollying	40 m/menit
Landing	80 m/menit

Waktu pengangkatan dengan *Tower Crane*

- Hoisting $= \frac{ketinggian}{kecepatan\ hoisting}$
- Slewing $= \frac{ketinggian}{kecepatan\ slewing}$
- Trolleying $= \frac{ketinggian}{kecepatan\ trolley}$
- Landing $= \frac{ketinggian}{kecepatan\ landing}$

Waktu bongkar muat *Tower Crane*

- Bongkar = 2 menit
- Muat = 2 menit

Waktu siklus
= Waktu muat + waktu angkat + waktu kembali + waktu bongkar

- **Produktifitas Bekisting Bordes Tangga Basement**

Menyetel $= \frac{Durasi}{Kap.produksi}\ x\ 10\ m^2$
$= \frac{184\ jam}{8\ jam}\ x\ 10\ m^2$
= 230 m²/hari

Mengolesi oli= $\frac{Durasi}{Kap.produksi}\ x\ 10\ m^2$
$= \frac{184\ jam}{0{,}5\ jam}\ x\ 10\ m^2$
= 3680 m²/hari

Mereparasi= $\frac{Durasi}{Kap.produksi}\ x\ 10\ m^2$
$= \frac{184\ jam}{3{,}5\ jam}\ x\ 10\ m^2$
= 525,7 m²/hari

Membongkar = $\frac{Durasi}{Kap.produksi}\ x\ 10\ m^2$
$= \frac{184\ jam}{3{,}5\ jam}\ x\ 10\ m^2$
= 525,7 m²/hari

Memasang = $\frac{Durasi}{Kap.produksi}\ x\ 10\ m^2$
$= \frac{184\ jam}{3{,}5\ jam}\ x\ 10\ m^2$
= 525,7 m²/hari

- **Produktifitas Pembesian Bordes Tangga Basement**

D10

Pemotongan $= \frac{Durasi}{Kap.Produksi}\ x\ 100$
$= \frac{128\ jam}{1\ jam}\ x\ 100$
$= 12800\ tul./hari$

Bengkokan $= \frac{Durasi}{Kap.Produksi}\ x\ 100$

$= \frac{128\ jam}{1{,}15\ jam}\ x\ 100$

$= 11130{,}4\ tul./hari$

Kaitan $= \frac{Durasi}{Kap.Produksi}\ x\ 100$

$= \frac{128\ jam}{1{,}85\ jam}\ x\ 100$

$= 6918{,}92\ tul./hari$

Memasang $= \frac{Durasi}{Kap.Produksi}\ x\ 100$

$= \frac{128\ jam}{5{,}92\ jam}\ x\ 100$

$= 2162{,}16\ tul./hari$

D13

Pemotongan $= \frac{Durasi}{Kap.Produksi}\ x\ 100$

$= \frac{128\ jam}{1{,}5\ jam}\ x\ 100$

$= 8533\ tul./hari$

Bengkokan $= \frac{Durasi}{Kap.Produksi}\ x\ 100$

$= \frac{128\ jam}{1{,}5\ jam}\ x\ 100$

$= 8533\ tul./hari$

Kaitan $= \frac{Durasi}{Kap.Produksi}\ x\ 100$

$= \frac{128\ jam}{2{,}3\ jam}\ x\ 100$

$= 5565\ tul./hari$

Memasang $= \frac{Durasi}{Kap.Produksi}\ x\ 100$

$= \frac{128\ jam}{7{,}08\ jam}\ x\ 100$

$= 1808\ tul./hari$

D19

Pemotongan $= \frac{Durasi}{Kap.Produksi}\ x\ 100$

$= \frac{128\ jam}{1{,}5\ jam}\ x\ 100$

$= 8533\ tul./hari$

Bengkokan $= \frac{Durasi}{Kap.Produksi}\ x\ 100$

$= \frac{128\ jam}{1{,}5\ jam}\ x\ 100$

$= 8533\ tul./hari$

Kaitan $= \frac{Durasi}{Kap.Produksi}\ x\ 100$

$= \frac{128\ jam}{2{,}3\ jam}\ x\ 100$

$= 5565\ tul./hari$

Memasang $= \frac{Durasi}{Kap.Produksi}\ x\ 100$

$= \frac{128\ jam}{7{,}08\ jam}\ x\ 100$

$= 1808\ tul./hari$

2. Durasi Pekerjaan Bordes Tangga Basement
   - **Durasi Bekisting Bordes Tangga Basement**

     Volume = 12,64 m²

     Menyetel $= \frac{Volume}{Produktifitas}$

     $= \frac{12{,}64\ m^2}{230\ m^2,hari}$

     = 0,05 hari

     Mengolesi oli $= \frac{Volume}{Produktifitas}$

     $= \frac{12{,}64\ m^2}{3680\ m^2,hari}$

     = 0,003 hari

     Mereparasi $= \frac{Volume}{Produktifitas}$

     $= \frac{12{,}64\ m^2}{525{,}7\ m^2,hari}$

     = 0,02 hari

     Membongkar $= \frac{Volume}{Produktifitas}$

     $= \frac{12{,}64\ m^2}{525{,}7\ m^2,hari}$

= 0,024 hari

Memasang $= \frac{Volume}{Produktifitas}$

$= \frac{12{,}64\ m^2}{525{,}7\ m^2{,}hari}$

= 0,02 hari

Durasi pengangkatan bekisting dengan *Tower Crane*

Posisi fabrikasi beksiting terhadap bordes tangga lantai 1

Jarak = 34,96 meter

- Sudut = 48,01°
- Ketinggian = 2 meter

Waktu pengangkatan dengan *Tower Crane*

- Hoisting $= \frac{ketinggian}{kecepatan\ hoisting}$

  $= \frac{2\ m}{80\ m/menit}$

  $= 0{,}03\ menit$
- Slewing $= \frac{sudut}{kecepatan\ slewing}$

  $= \frac{48{,}01° x \pi/180}{80\ m/menit}$

  $= 1{,}05\ menit$
- Trolleying $= \frac{jarak}{kecepatan\ trolley}$

  $= \frac{34{,}96\ m}{40\ m/menit}$

  $= 0{,}87\ menit$
- Landing $= \frac{ketinggian}{kecepatan\ landing}$

  $= \frac{2\ m}{80\ m/menit}$

  $= 0{,}03\ menit$

Waktu kembali dengan *Tower Crane*

- Hoisting $= \frac{ketinggian}{kecepatan\ hoisting}$

  $= \frac{2\ m}{80\ m/menit}$

  $= 0{,}03\ menit$
- Slewing $= \frac{sudut}{kecepatan\ slewing}$

  $= \frac{48{,}01° x \pi/180}{80\ m/menit}$

  $= 1{,}05\ menit$
- Trolleying $= \frac{jarak}{kecepatan\ trolley}$

  $= \frac{34{,}96\ m}{40\ m/menit}$

  $= 0{,}87\ menit$
- Landing $= \frac{ketinggian}{kecepatan\ landing}$

  $= \frac{2\ m}{80\ m/menit}$

  $= 0{,}03\ menit$

Waktu bongkar muat *Tower Crane*

- Bongkar = 2 menit
- Muat = 2 menit

Waktu siklus

= Waktu muat + waktu angkat + waktu kembali + waktu bongkar

= 5,4 menit

Total durasi fabrikasi bekisting = 1 hari

Total durasi pemasangan bekisting = 1 hari

- **Durasi Besi Bordes Tangga Basement**
  D10
  Durasi Fabrikasi Pembesian
  Pemotongan $= \frac{Jumlah\ Potongan}{Produktifitas}$
  $= \frac{68\ potong}{17067\ pot/hari}$
  $= 0{,}003\ hari$
  Bengkokan $= \frac{Jumlah\ Bengkokan}{Produktifitas}$
  $= \frac{408\ bengkokan}{17067\ bengkok/hari}$
  $= 0{,}02\ hari$
  Kaitan $= \frac{Jumlah\ Kaitan}{Produktifitas}$
  $= \frac{136\ kait}{11130\ kait/hari}$
  $= 0{,}01\ hari$
  Durasi Pemasangan Pembesian
  Pemasangan $= \frac{Jumlah\ Tulangan}{Produktifitas}$
  $= \frac{68 bengkokan}{3616\ tulangan/hari}$
  $= 0{,}016\ hari$

  Durasi pengangkatan besi dengan *Tower Crane*

  Posisi fabrikasi besi terhadap Tangga Basement
  - Jarak = 17,68 meter
  - Sudut = 8,37°
  - Ketinggian = 2 meter

  Durasi pengangkatan besi dengan *Tower Crane*
  Posisi fabrikasi beksiting terhadap bordes tangga lantai 1

Jarak = 34,96 meter

- Sudut = 48,01°
- Ketinggian = 2 meter

Waktu pengangkatan dengan *Tower Crane*

- Hoisting $= \frac{ketinggian}{kecepatan\ hoisting}$

  $= \frac{2\ m}{80\ m/menit}$

  $= 0{,}03\ menit$
- Slewing $= \frac{sudut}{kecepatan\ slewing}$

  $= \frac{48{,}01° x \pi/180}{80\ m/menit}$

  $= 1{,}05\ menit$
- Trolleying $= \frac{jarak}{kecepatan\ trolley}$

  $= \frac{34{,}96\ m}{40\ m/menit}$

  $= 0{,}87\ menit$
- Landing $= \frac{ketinggian}{kecepatan\ landing}$

  $= \frac{2\ m}{80\ m/menit}$

  $= 0{,}03\ menit$

Waktu kembali dengan *Tower Crane*

- Hoisting $= \frac{ketinggian}{kecepatan\ hoisting}$

  $= \frac{2\ m}{80\ m/menit}$

  $= 0{,}03\ menit$
- Slewing $= \frac{sudut}{kecepatan\ slewing}$

  $= \frac{48{,}01° x \pi/180}{80\ m/menit}$

$= 1{,}05\ menit$

- Trolleying $= \frac{jarak}{kecepatan\ trolley}$

$= \frac{34{,}96\ m}{40\ m/menit}$

$= 0{,}87\ menit$

- Landing $= \frac{ketinggian}{kecepatan\ landing}$

$= \frac{2\ m}{80\ m/menit}$

$= 0{,}03\ menit$

Waktu bongkar muat *Tower Crane*

- Bongkar = 2 menit
- Muat = 2 menit

Waktu siklus

= Waktu muat + waktu angkat + waktu kembali + waktu bongkar

= 5,4 menit

Total durasi fabrikasi pembesian = 1 hari

Total durasi pemasangan besi = 1 hari

- **Durasi Pengecoran Beton Bordes Tangga Basement**

  Volume = 1,76 m³

  Kebutuhan truck mixer:

  $$= \frac{Volume\ beton}{kapasitas\ truck\ mixer}$$

  $$= \frac{1{,}76\ m^3}{7\ m^3}$$

  $$= 1\ truck\ mixer$$

  Cycle time:

  - Waktu persiapan:
    Pengaturan posisi = 10 menit
    Pemasangan pipa = 30 menit
    Idle truck mixer = 10 menit
    Total waktu persiapan = 50 menit
  - Waktu persiapan tambahan:
    Pergantian truck = 10 menit
    = 10 x 1 truck
    = 10 menit
    Uji slump = 5 menit
    = 5 x 1 truck
    = 5 menit
    Total waktu tambahan = 15 menit
  - Waktu operasional pengecoran:

    $$= \frac{volume\ pengecoran}{kapasitas\ concrete\ pump}$$

    $$= \frac{1{,}76\ m^3}{49{,}6\ m^3/jam}\ x\ 60\ menit$$

    $$= 2{,}13\ menit$$

  - Waktu pasca operasional pengecoran:
    Pembersihan pompa = 10 menit
    Pembongkaran pipa = 30 menit
    Persiapan kembali = 10 menit

Total waktu pasca ops = 50 menit

- Total waktu pengecoran:

$$= waktu\ persiapan + waktu\ tambahan + waktu\ operasional + waktu\ pasca\ ops$$

$$= 232{,}13\ menit$$

$$= 0{,}48\ hari$$

$$= 1\ hari$$

3. Upah Pekerjaan Bordes Tangga Basement

- **Upah Pekerja Bekisting Bordes Tangga Basement**

  Upah pekerja = $\boldsymbol{Durasi\ x\ Jumlah\ x\ Upah}$

  Upah pekerja fabrikasi bekisitng

  Mandor = $1\ hari\ x\ 1\ x\ Rp165.000$
  = $Rp165.000$

  Tukang = $1\ hari\ x\ 4\ x\ Rp125.000$
  = $Rp500.000$

  Pemb. Tukang= $1\ hari\ x\ 8\ x\ Rp110.000$
  = $Rp880.000$

  Upah pekerja pemasangan bekisitng

  Mandor = $1\ hari\ x\ 1\ x\ Rp165.000$
  = $Rp165.000$

  Tukang = $1\ hari\ x\ 7\ x\ Rp125.000$
  = $Rp750.000$

  Pemb. Tukang= $1\ hari\ x\ 15\ x\ Rp110.000$
  = $Rp1.650.000$

- **Upah Pekerja Pembesian Bordes Tangga Basement**

  Upah pekerja = $\boldsymbol{Durasi\ x\ Jumlah\ x\ Upah}$

  Upah pekerja fabrikasi pembesian

  Mandor = $1\ hari\ x\ 2\ x\ Rp165.000$

= Rp

Tukang = 1 $hari\ x$ 10 $x\ Rp$125.000

= Rp

Pemb. Tukang= 1 $hari\ x$ 20 $x\ Rp$110.000

= Rp

Upah pekerja pemasangan pembesian

Mandor = 1 $hari\ x$ 1 $x\ Rp$165.000

= Rp165.000

Tukang = 1 $hari\ x$ 5 $x\ Rp$125.000

= Rp625.000

Pemb. Tukang= 1 $hari\ x$ 7 $x\ Rp$110.000

= Rp770.000

- **Upah Pekerja Pengecoran Bordes Tangga Basement**

  Upah pekerja = $\boldsymbol{Durasi\ x\ Jumlah\ x\ Upah}$

  Mandor = 1 $hari\ x$ 1 $x\ Rp$165.000

  = Rp165.000

  Tukang = 1 $hari\ x$ 3 $x\ Rp$125.000

  = Rp325.000

  Pemb. Tukang= 1 $hari\ x$ 5 $x\ Rp$110.000

  = Rp550.000

4. Biaya Sewa Alat
   - **Biaya Sewa Alat Pembesian Bordes Tangga Basement**

     $\boldsymbol{Sewa\ alat = Durasi\ x\ jumlah\ x\ Harga}$

     Bar cutter = 1 $hari\ x$ 2 $x\ Rp$116.667

     = Rp233.334

     Bar bender= 1 $hari\ x$ 2 $x\ Rp$116.667

     = Rp233.334
   - **Biaya Sewa Alat Pengecoran Bordes Tangga Basement**

     $\boldsymbol{Sewa\ alat = Durasi\ x\ jumlah\ x\ Harga}$

     Concrete pump= 1 $hari\ x$ 2 $x\ Rp$150.000

$= Rp300.000$

5. Biaya Material
   - **Biaya Material Bekisting Bordes Tangga Basement**

     Mengacu pada table 5.1 pada buku Soedrajad berjudul Analisa Anggaran Biaya, bahan yang diperlukan untuk membuat 10 m² cetakan bekisting dengan ukuran multipleks 1,22 x 2,44 m² adalah:

     Kayu meranti = 1,15 Kg
     Paku = 5,46 Kg
     Minyak/oli = 2,88 Liter

     Maka jumlah kebutuhan bahan adalah sebagai berikut:

     Kayu meranti $= \frac{12,64\ m^2}{10\ m^2}\ x\ 1,15\ Kg$
     = 1,45 Kg
     Paku $= \frac{12,64\ m^2}{10\ m^2}\ x\ 5,46\ Kg$
     = 6,90 Kg
     Minyak/oli $= \frac{12,64\ m^2}{10\ m^2}\ x\ 2,88\ Liter$
     = 3,63 Liter
     Multipleks $= \frac{12,64\ m^2}{1,22\ x\ 2,44\ m^2}$
     = 5 Lembar

     Biaya material
     $= \boldsymbol{Jumlah\ bahan\ x\ Harga\ satuan}$
     Kayu meranti $= 1,45\ Kg\ x\ Rp5.367$
     $= Rp\ 7.802$
     Paku $= 6,90\ Kg\ x\ Rp14.800$
     $= Rp102.157$
     Minyak/oli $= 3,63\ Lt\ x\ Rp39.255$
     $= Rp142.675$

Multipleks = 5 $lbr\ x\ Rp194.700$
= $Rp826.860$

- **Biaya Material Pembesian Bordes Tangga Basement**

Kebutuhan bahan:
Besi beton = 19 Kg
Kawat bendrat = 0,15 x 19 kg
= 3 Kg
Besi beton = $19\ Kg\ x\ Rp9.255$
= $Rp175.845$
Kawat bendrat = $3Kg\ x\ Rp\ 27.115$
= $Rp81.345$

- **Biaya Material Beton Bordes Tangga Basement**

Ready mix = 1,76 $m^3\ x\ Rp\ 715.000$
= $Rp1.258.400$

5.4 Perhitungan *Half Slab Precast*

5.4.1. Design *Half Slab Precast*

Pembebanan *Half Slab Precast* Lantai

Design plat pracetak tipe PA dengan ukuran 2 m x 2 m. Dengan data perencanaan plat pracetak sebagai berikut:

Tebal plat pracetak = 8 cm
Tebal overtopping = 4 cm
Fc' beton = 30 MPa
Fy baja = 400 MPa
Diameter tulangan = 13 mm
Tebal selimut = 20 mm
Lx = 2000 mm
Ly = 2000 mm

3. Saat Pengankatan

Beban mati (DL)

Berat sendiri pracetak = 0,08 x 2400
= 192 kg/m²

Berat kejut pengangkatan= 0,5 x 192
= 96 kg/m²

Total beban mati = 288 kg/m²

Beban total (qu) = 1,4D
= 1,4 (288 kg/m²)
= 403,2 kg/m²
= 4,032 kN/m²

Beban untuk 1 m² pias lebar pelat
= Beban total x 1 m
= 4,032 kN/m

4. Sebelum Komposit

Beban mati (DL)

Berat sendiri pracetak = 0,08 x 2400
= 192 kg/m²

Berat overtopping = 0,04 x 2400 x 1,5
= 144 kg/m²

Total beban mati = 336 kg/m²

Beban hidup (LL) = 100 kg/m² (Pekerja)

Beban total (qu) = 1,2D + 1,6L
= 1,4 (336) + 1,6 (100)
= 563,2 kg/m²
= 5,632 kN/m²

Beban untuk 1 m² pias lebar pelat
= Beban total x 1 m
= 5,632 kN/m

5. Setelah Komposit

Beban mati (DL)

Berat sendiri plat penuh = 0,12 x 2400
= 288 kg/m²

Beban mati tambahan

Dinding	= 575 kg/m²
Plafond	= 6,5 kg/m²
Keramik	= 13 kg/m²
Spesi	= 5 kg/m²
Plumbing	= 16 kg/m²
Total (DL)	= 903,5 kg/m²
Beban Hidup (LL)	= 100 kg/m² (Pekerja)
Beban total	= 1,2D + 1,6L
	= 1,2 (288) + 1,6 (903,5)
	= 1244,2 kg/m²
	= 12,442 kN/m²

Beban untuk 1 m² pias lebar pelat

= Beban total x 1 m

= 12,442 kN/m

Perhitungan Kebutuhan Tulangan *Half Slab Precast* (PA)

1. Kondisi Saat Pengangkatan

a. Perhitungan Momen Arah X Akibat Pengangkatan

Mx= 0,0107 x qu x a² x b

= 0,0107 x 4,032 x 2² x 2

= 0,345 kN.m

= 345139,2 N.mm

b. Perhitungan Kebutuhan Tulangan

dx = h – $t_{decking}$ – (1/2 x $d_{rencana}$)

= 80 – 20 – (½ x 13)

= 53,5 mm

$$Rn = \frac{Mu}{\emptyset\ x\ b\ x\ d^2}$$

$$= \frac{345139,2}{0,9\ x\ 1000\ x\ 53,5^2}$$

$$= 0,134\ MPa$$

$$m = \frac{fy}{0{,}85\ x\ fc'}$$
$$= 15{,}686$$

Luas tulangan perlu:

$$\rho = \frac{1}{m}(1 - \sqrt{1 - \frac{2m\ x\ Rn}{Fy}}$$

$$= \frac{1}{15{,}686}(1 - \sqrt{1 - \frac{2(15{,}686\ x\ 0{,}134}{400}}$$

$$= 0{,}000336$$

$\rho \min = 0{,}002$

Nilai rasio tulangan maksimum dihitung berdasarkan syarat bahwa regangan tarik netto minimum yang boleh terjadi adalah sebesar 0,004 untuk memastikan terjadinya keruntuhan struktur yang bersifat daktail.

$$\varepsilon t = 0{,}003\ x\ \left(\frac{dx}{c} - 1\right)$$
$$= 0{,}003\ x\ \left(\frac{0{,}85\ x\ fc'x\ \beta}{\rho\ x\ fy} - 1\right)$$
$$0{,}004 = 0{,}003\ x\ \left(\frac{0{,}85\ x\ 30x\ 0{,}836}{0{,}000336\ x\ 400} - 1\right)$$

$\rho \max = 0{,}021$

$\rho perlu = 0{,}00033 < \rho \max = 0{,}021$ **OK**

$\rho perlu = 0{,}00033 > \rho \min = 0{,}002$

NOT OK

Maka digunakan $\rho \min = 0{,}002$

$$Asperlu = \rho \text{ pakai } x\ b\ x\ dx$$
$$= 0{,}002\ x\ 1000\ x\ 53{,}5\ mm$$
$$= 107\ mm^2$$

Digunakan tulangan diameter 13 mm

$$As = 0{,}25\ x\ \pi\ x\ d^2$$
$$= 132{,}73\ mm^2$$

Perhitungan jarak tulangan:

$$Sperlu = \frac{1000\ x\ A13}{Asperlu}$$
$$= \frac{1000\ x\ 132{,}73}{107}$$
$$= 1240{,}49\ mm^2$$

Syarat jarak maksimal:

$Smax\ \leq 3h\ atau\ 450\ mm$ (SNI 2847-2013 Pasal 10.5.4)

$Smax\ \leq 3(80)\ atau\ 450\ mm$

1240,49 m > 240 mm atau 450 mm

Digunakan jarak terkecil **200 mm**

$$Aspakai = \frac{1000\ x\ A13}{s}$$
$$= \frac{1000\ x\ 132{,}73}{200}$$
$$= 663{,}66$$

$Aspakai > Asperlu$

$663{,}66\ mm^2 > 107 mm^2$

Maka tulangan yang digunakan adalah **D13-200 mm**

c. Perhitungan Kontrol Faktor Reduksi

Tinggi blok tegangan persegi ekivalen:

$$a = \frac{As\ pasang\ x\ Fy}{0{,}85\ x\ Fc'x\ b}$$

$$= \frac{663{,}66\ x\ 400}{0{,}85\ x\ 30\ x\ 1000}$$

$$= 10{,}41\ mm$$

Jarak dari serat ke sumbu netral

$$\beta = 0{,}85\ ;\ c = \frac{a}{\beta}$$

$$c = \frac{a}{\beta 1}$$

$$= \frac{10{,}41}{0{,}8}$$

$$= 13{,}013\ mm$$

Regangan Tarik:

$$\varepsilon t = \left(0{,}003\ x \frac{dx}{c}\right) - 1$$

$$= \left(0{,}003\ x \frac{53{,}5}{13{,}013}\right) - 1$$

$$= 0{,}009$$

Sehingga:

$$\varphi Mn = \varphi\ x\ Aspasang\ x\ Fy\ x\ (dx - 0{,}5a)$$

$$= 0{,}9\ x\ 663{,}66\ x\ 400\ x\ (53{,}5 - 5{,}2)$$

$$= 11538505{,}79\ N.mm$$

$$= 11{,}539\ kN.m$$

Syarat:

$\varphi Mn > Mu$

$11{,}539\ kN.m > 0{,}345\ kN.m$ **OK**

d. Perhitungan Faktor terhadap Geser

$$Vu = qu\left(\frac{lx}{2} - \frac{dx}{1000}\right)$$
$$= 403{,}2\left(\frac{2}{2} - \frac{2}{1000}\right)$$
$$= 381{,}628\ N$$
$$= 3{,}81\ kN$$
$$\emptyset Vc = \emptyset\ (0{,}17\ x\ \lambda\ \sqrt{Fc'}x\ b\ x\ dx$$
$$= 0{,}75\ (0{,}17\ x\ 1\ \sqrt{30}x\ 1000\ x\ 53{,}5$$
$$= 37361{,}52\ N$$
$$= 37{,}362\ kN$$
$$\frac{1}{2}\emptyset Vc = 18{,}68\ kN$$
$$\frac{1}{2}\emptyset Vc > Vu$$

$18{,}68\ kN > 3{,}816\ kN$ **OK**

e. Perhitungan Kontrol Retak

Kontrol retak ditinjau menurut SNI 2847-2013 Pasal 9.5.2.3 momen batas retak yang terjadi pada pelat saat beton berumur 7 hari:

$$f'c = 0{,}7\ x\ fc'$$
$$= 0{,}7\ x\ 30\ MPa$$
$$= 21\ MPa$$

$$fr = 0{,}62\ x\ \lambda\ x\ \sqrt{f'c}\ ;\ \lambda = 1(untuk\ beton\ normal)$$
$$fr = 2{,}84\ MPa$$
$$I = \frac{1}{12}x\ b\ x\ h^3$$

$$= \frac{1}{12} x\ 2000\ x\ 2000^3$$
$$= 42666666{,}67\ mm^4$$

$$Mcr = \frac{fr\ x\ ig}{c}$$
$$= \frac{2{,}84\ x\ 42666666{,}67}{13{,}013}$$
$$= 9315660{,}18\ N.mm$$

Syarat:

$Mcr > Mu$

$9315660{,}18\ N.mm > 34513{,}9\ N.mm$ **OK**

f. Perhitungan Kontrol Tegangan Akibat Pengangkatan

Kontrol ini mengacu pada metode pengangkatan pelat di PCI Handbook Design edisi ke-6. Diasumsikan pelat pracetak diangkat setelah berumur 3 hari. Tegangan ditahan oleh *b* yang merupakan nilai terkecil dari *a/2*, *b/2* atau *15t.*

$$b = \frac{b}{2}$$
$$= 1\ m$$
$$b = \frac{a}{2}$$
$$= 1\ m$$
$$b = 15t$$
$$= 1{,}2\ m$$ dipakai b terkecil yaitu 1 m

$$S = \frac{1}{6} x\ b\ x\ h^2$$

$$= \frac{1}{6} x\ 1000\ x\ 2000^2$$
$$= 666666667\ mm^3$$
$$P = \frac{a\ x\ b\ x\ tp\ x\ \gamma beton}{4}$$
$$= \frac{2\ x\ 2\ x\ 0{,}008\ x\ 2400}{4}$$
$$= 192\ Kg$$
$$= 1920\ N$$
$$\theta 1 = 60\ °$$
$$P1 = Psin\theta 1$$
$$= 585{,}23$$

$$\sigma \max = \frac{Mu\ x\ c}{I}\ x\ \frac{P}{b\ x\ t} < fr = 0{,}52\ x\ \lambda\ x\ \sqrt{Fc'}$$
$$= 0{,}0105 + 0{,}006$$

$$= 0{,}0166\ MPa$$

Kontrol:

$\sigma \max < fr$

$0{,}0166 < 2{,}84$ **OK**

g. Perhitungan Dimensi Angkur

$$d = \sqrt{\frac{4p}{\pi\ x\ fy}}$$
$$= \sqrt{\frac{4\ x\ 192}{\pi\ x\ 400}}$$
$$= 0{,}782\ cm$$
$$= 1\ cm$$

Digunakan 4 buah angkur dengan dia meter 10 mm

h. Perhitungan Kontrol Lendutan

Mengacu pada SNI 2847-2013 batasan untuk lendutan adalah L/240, sehingga:

$$\Delta t = \frac{5\ x\ q\ x\ l^4}{384\ x\ Ec\ x\ le} < \frac{L}{240}$$

$$Mcr = \frac{fr\ x\ Ig}{0{,}5\ x\ t}$$

$$= \frac{2{,}84\ x\ 42666666{,}67}{0{,}5\ x\ 80}$$

$$= 3030610\ N.mm$$

X1= 6,678 mm

X2= -7,62 mm

Dipakai X = 7,62 mm

$$Icr = \frac{b\ x\ x^3}{3} + n\ x\ As\ x\ (d - x)^2$$

$$= \frac{1000\ x\ 7{,}62^3}{3} + 6\ x\ 132{,}73\ x\ (53{,}5 - 7{,}62)^2$$

$$= 1823872{,}006\ mm^4$$

$$Ie = \left(\frac{Mcr}{Ma}\right)^3 x\ Ig + \left(\left(1 - \left(\frac{Mcr}{Ma}\right)^3\right)\right) x\ Icr < Ig$$

$$= 380730928660341.00\ mm^4$$

$Kontrol$:

$Ie < Ig$

$380730928660341.00 < 42666666{,}67$ **NOT OK**

Maka Ie = Ig

$$\Delta t = \frac{5\ x\ q\ x\ l^4}{384\ x\ Ec\ x\ le} < \frac{L}{240}$$

$$= \frac{230400000000000}{42177265991738}$$

$$= 0{,}55\ mm$$

$$\frac{L}{240} = 8{,}33\ mm$$

$0{,}55\ mm < 8{,}33\ mm$ **OK**

i. Perhitungan Momen Arah Y Akibat Pengangkatan

My= 0,0107 x qu x a² x b

= 0,0107 x 4,032 x 2² x 2

= 0,345 kN.m

= 345139,2 N.mm

j. Perhitungan Kebutuhan Tulangan

dy = h – $t_{decking}$ – $d_{rencana}$ (1/2 x $d_{rencana}$)

= 80 – 20 – 13 - (½ x 13)

= 41 mm

$$Rn = \frac{Mu}{\emptyset\ x\ b\ x\ d^2}$$

$$= \frac{345139{,}2}{0{,}9\ x\ 1000\ x\ 41^2}$$

$$= 0{,}228\ MPa$$

$$m = \frac{fy}{0{,}85\ x\ fc'}$$

$$= 15{,}686$$

Luas tulangan perlu:

$$\rho = \frac{1}{m}(1 - \sqrt{1 - \frac{2m\ x\ Rn}{Fy}}$$

$$= \frac{1}{15{,}686}(1 - \sqrt{1 - \frac{2(15{,}686\ x\ 0{,}134}{400}}$$

$$= 0{,}000573$$

$$\rho\min = 0{,}002$$

Nilai rasio tulangan maksimum dihitung berdasarkan syarat bahwa regangan tarik netto minimum yang boleh terjadi adalah sebesar 0,004 untuk memastikan terjadinya keruntuhan struktur yang bersifat daktail.

$$\varepsilon t = 0{,}003\ x\ \left(\frac{dx}{c} - 1\right)$$

$$= 0{,}003\ x\ \left(\frac{0{,}85\ x\ fc'x\ \beta}{\rho\ x\ fy} - 1\right)$$

$$0{,}004 = 0{,}003\ x\ \left(\frac{0{,}85\ x\ 30x\ 0{,}836}{0{,}000336\ x\ 400} - 1\right)$$

ρ max $= 0{,}021$

$\rho perlu = 0{,}00033 < \rho$ max $= 0{,}021$ **OK**

$\rho perlu = 0{,}00033 > \rho$ min $= 0{,}002$

NOT OK

Maka digunakan ρ min $= 0{,}002$

$$Asperlu = \rho \text{ pakai } x\ b\ x\ dy$$

$$= 0{,}002\ x\ 1000\ x\ 41\ mm$$

$$= 82\ mm^2$$

Digunakan tulangan diameter 13 mm

$$As = 0{,}25\ x\ \pi\ x\ d^2$$

$$= 132{,}73\ mm^2$$

Perhitungan jarak tulangan:

$$Sperlu = \frac{1000\ x\ A13}{Asperlu}$$

$$= \frac{1000\ x\ 132{,}73}{82}$$

$$= 1618{,}69\ mm^2$$

Syarat jarak maksimal:

$Smax\ \leq 3h\ atau\ 450\ mm$ (SNI 2847-2013 Pasal 10.5.4)

$Smax \leq 3(80)\ atau\ 450\ mm$
1240,49 m > 240 mm atau 450 mm
Digunakan jarak terkecil **200 mm**

$$Aspakai = \frac{1000\ x\ A13}{s}$$
$$= \frac{1000\ x\ 132{,}73}{200}$$
$$= 663{,}66$$

$Aspakai > Asperlu$
$663{,}66\ mm^2 > 82\ mm^2$
Maka tulangan yang digunakan adalah **D13-200 mm**

k. Perhitungan Kontrol Faktor Reduksi
Tinggi blok tegangan persegi ekivalen:

$$a = \frac{As\ pasang\ x\ Fy}{0{,}85\ x\ Fc'x\ b}$$
$$= \frac{663{,}66\ x\ 400}{0{,}85\ x\ 30\ x\ 1000}$$
$$= 10{,}41\ mm$$

Jarak dari serat ke sumbu netral

$$\beta = 0{,}85\ ;\ c = \frac{a}{\beta}$$
$$c = \frac{a}{\beta 1}$$
$$= \frac{10{,}41}{0{,}8}$$
$$= 13{,}013\ mm$$

Regangan Tarik:

$$\varepsilon t = \left(0{,}003\ x \frac{dy}{c}\right) - 1$$
$$= \left(0{,}003\ x \frac{41}{13{,}013}\right) - 1$$

$= 0{,}006$

Sehingga:

$\varphi Mn = \varphi\ x\ Aspasang\ x\ Fy\ x\ (dx - 0{,}5a)$

$= 0{,}9\ x\ 663{,}66\ x\ 400\ x\ (41 - 5{,}2)$

$= 8552029{,}28\ N.mm$

$= 8{,}552\ kN.m$

Syarat:

$\varphi Mn > Mu$

$8{,}52\ kN.m > 0{,}345\ kN.m$ **OK**

Perhitungan Faktor terhadap Geser

$Vu = qu\left(\frac{lx}{2} - \frac{dx}{1000}\right)$

$= 403{,}2\left(\frac{2}{2} - \frac{2}{1000}\right)$

$= 386{,}67\ N$

$= 3{,}86\ kN$

$\emptyset Vc = \emptyset\ (0{,}17\ x\ \lambda\ \sqrt{Fc'}x\ b\ x\ dy$

$= 0{,}75\ (0{,}17\ x\ 1\ \sqrt{30}x\ 1000\ x\ 41$

$= 28632{,}2\ N$

$= 28{,}632\ kN$

$\frac{1}{2}\emptyset Vc = 14{,}32\ kN$

$\frac{1}{2}\emptyset Vc > Vu$

$14{,}32\ kN > 3{,}86\ kN$ **OK**

l. Perhitungan Kontrol Retak

Kontrol retak ditinjau menurut SNI 2847-2013 Pasal 9.5.2.3 momen batas retak yang terjadi pada pelat saat beton berumur 7 hari:

$$f'c = 0{,}7\ x\ fc'$$
$$= 0{,}7\ x\ 30\ MPa$$
$$= 21\ MPa$$

$$fr = 0{,}62\ x\ \lambda\ x\ \sqrt{f'c}\ ;\ \lambda = 1(untuk\ beton\ normal)$$
$$fr = 2{,}84\ MPa$$
$$I = \frac{1}{12}\ x\ b\ x\ h^3$$
$$= \frac{1}{12}\ x\ 2000\ x\ 2000^3$$
$$= 42666666{,}67\ mm^4$$
$$Mcr = \frac{fr\ x\ ig}{c}$$
$$= \frac{2{,}84\ x\ 42666666{,}67}{13{,}013}$$
$$= 9315660{,}18\ N.mm$$

Syarat:

$Mcr > Mu$

$9315660{,}18\ N.mm > 34513{,}9\ N.mm$ **OK**

m. Perhitungan Kontrol Tegangan Akibat Pengangkatan

Kontrol ini mengacu pada metode pengangkatan pelat di *PCI Handbook Design* edisi ke-6. Diasumsikan pelat pracetak diangkat setelah berumur 3 hari. Tegangan ditahan oleh *b* yang merupakan nilai terkecil dari *a/2*, *b/2* atau *15t.*

$$b = \frac{b}{2}$$

$$= 1\ m$$

$b = \frac{a}{2}$

$= 1\ m$

$b = 15t$

$= 1{,}2\ m$ dipakai b terkecil yaitu 1 m

$S = \frac{1}{6} x\ b\ x\ h^2$

$= \frac{1}{6} x\ 1000\ x\ 2000^2$

$= 666666667\ mm^3$

$P = \frac{a\ x\ b\ x\ tp\ x\ \gamma beton}{4}$

$= \frac{2\ x\ 2\ x\ 0{,}008\ x\ 2400}{4}$

$= 192\ Kg$

$= 1920\ N$

$\theta 1 = 60\ °$

$P1 = Psin\theta 1$

$= 585{,}23$

$\sigma \max = \frac{Mu\ x\ c}{I}\ x\ \frac{P}{b\ x\ t} < fr = 0{,}52\ x\ \lambda\ x\ \sqrt{Fc'}$

$= 0{,}0105 + 0{,}006$

$= 0{,}0166\ MPa$

Kontrol:

$\sigma \max < fr$

$0{,}0166 < 2{,}84$ **OK**

n. Perhitungan Dimensi Angkur

d = $\sqrt{\frac{4p}{\pi\ x\ fy}}$

$= \sqrt{\frac{4\ x\ 192}{\pi\ x\ 400}}$

$= 0{,}782\ cm$

= 1 cm

Digunakan 4 buah angkur dengan diameter **10 mm**

o. Perhitungan Kontrol Lendutan

Mengacu pada SNI 2847-2013 batasan untuk lendutan adalah L/240, sehingga:

$$\Delta t = \frac{5\ x\ q\ x\ l^4}{384\ x\ Ec\ x\ le} < \frac{L}{240}$$

$$Mcr = \frac{fr\ x\ Ig}{0{,}5\ x\ t}$$

$$= \frac{2{,}84\ x\ 42666666{,}67}{0{,}5\ x\ 80}$$

$$= 3030610\ N.mm$$

X1= 6,678 mm

X2= -7,62 mm

Dipakai X = 7,62 mm

$$Icr = \frac{b\ x\ x^3}{3} + n\ x\ As\ x\ (d - x)^2$$

$$= \frac{1000\ x\ 7{,}62^3}{3} + 6\ x\ 132{,}73\ x\ (53{,}5 - 7{,}62)^2$$

$$= 1823872{,}006\ mm^4$$

$$Ie = \left(\frac{Mcr}{Ma}\right)^3 x\ Ig + \left(\left(1 - \left(\frac{Mcr}{Ma}\right)^3\right)\right) x\ Icr < Ig$$

$$= 380730928660341.00\ mm^4$$

$Kontrol$:

$Ie < Ig$

$380730928660341.00 < 42666666,67$ **NOT OK**

Maka Ie = Ig

$$\Delta t = \frac{5\ x\ q\ x\ l^4}{384\ x\ Ec\ x\ le} < \frac{L}{240}$$

$$= \frac{230400000000000}{42177265991738}$$

$$= 0,55\ mm$$

$$\frac{L}{240} = 8,33\ mm$$

$0,55\ mm < 8,33\ mm$ **OK**

2. Kondisi Sebelum Komposit

Menentukan tinggi efektif

$$dx = h - dcover - \frac{1}{2} dia.tul.lentur$$

$$= 80 - 20 - 6,5$$

$$= 53,5\ mm$$

a. Momen maksimum:

$$Mu = \frac{1}{8} qu \left(\frac{L}{2}\right)^2$$

$$= \frac{1}{8}\ x\ 5,632\ x \left(\frac{2}{2}\right)^2$$

$$= 2816000\ N.mm$$

b. Perhitungan Kebutuhan Tulangan

Nilai kuat nominal:

$$Rn = \frac{Mu}{\emptyset\ x\ b\ x\ dx^2}$$

$$= \frac{2816000}{\emptyset\ x\ 1000\ x\ 53,5^2}$$

$$= 1.09\ MPa$$

Nilai m:

$$m = \frac{fy}{0{,}85\ x\ fc'}$$
$$= \frac{400}{0{,}85\ x\ 30}$$
$$= 15{,}69$$

Rasio tulangan:

$$\rho perlu = \frac{1}{m}(1 - \sqrt{1 - \frac{2m\ x\ Rn}{Fy}}$$

$$\rho \min = 0{,}002\ (SNI\ 2847 - 2013\ Pasal\ 7.12.2.1)$$

Nilai rasio tulangan maksimum dihitung bedasarkan syarat bahwa regangan Tarik netto minimum yang boleh terjadi adalah sebesar 0,004 untuk memastikan terjadinya keruntuhan struktur yang bersifat daktail.

$$\varepsilon t = 0{,}003\ x\ \left(\frac{dx}{c} - 1\right)$$
$$= 0{,}003\ x\ \left(\frac{0{,}85\ x\ fc'x\ \beta}{\rho\ x\ fy} - 1\right)$$
$$0{,}004 = 0{,}003\ x\ \left(\frac{0{,}85\ x\ 30x\ 0{,}836}{0{,}000336\ x\ 400} - 1\right)$$

$\rho \max = 0{,}021$

$\rho perlu = 0{,}00033 < \rho \max = 0{,}021$ **OK**

$\rho perlu = 0{,}00033 > \rho \min = 0{,}002$

NOT OK

Maka digunakan $\rho \min = 0{,}002$

$$Asperlu = \rho \text{ pakai}\ x\ b\ x\ dx$$
$$= 0{,}002\ x\ 1000\ x\ 53{,}5\ mm$$
$$= 107\ mm^2$$

Digunakan tulangan diameter 13 mm

$As = 0{,}25\ x\ \pi\ x\ d^2$

$= 132{,}73\ mm^2$

Perhitungan jarak tulangan:

$$Sperlu = \frac{1000\ x\ A13}{Asperlu}$$

$$= \frac{1000\ x\ 132{,}73}{107}$$

$$= 1240{,}49\ mm^2$$

Syarat jarak maksimal:

$Smax\ \leq 3h\ atau\ 450\ mm$ (SNI 2847-2013 Pasal 10.5.4)

$Smax\ \leq 3(80)\ atau\ 450\ mm$

1240,49 m > 240 mm atau 450 mm

Digunakan jarak terkecil **200 mm**

$$Aspakai = \frac{1000\ x\ A13}{s}$$

$$= \frac{1000\ x\ 132{,}73}{200}$$

$$= 663{,}66$$

$Aspakai > Asperlu$

$663{,}66\ mm^2 > 107 mm^2$

Maka tulangan yang digunakan adalah **D13-200 mm**

c. Perhitungan Kontrol Faktor Reduksi

Tinggi blok tegangan persegi ekivalen:

$$a = \frac{As\ pasang\ x\ Fy}{0{,}85\ x\ Fc'x\ b}$$

$$= \frac{663{,}66\ x\ 400}{0{,}85\ x\ 30\ x\ 1000}$$

$$= 10{,}41\ mm$$

Jarak dari serat ke sumbu netral

$\beta = 0{,}84\ ; c = \frac{a}{\beta}$

$c = \frac{a}{\beta 1}$

$= \frac{10{,}41}{0{,}84}$

$= 12{,}393\ mm$

Regangan Tarik:

$\varepsilon t = \left(0{,}003\ x \frac{dx}{c}\right) - 1$

$= \left(0{,}003\ x \frac{53{,}5}{12{,}393}\right) - 1$

$= 0{,}010$

Sehingga:

$\varphi Mn = \ \varphi\ x\ Aspasang\ x\ Fy\ x\ (dx - 0{,}5a)$

$= \ 0{,}9\ x\ 663{,}66\ x\ 400\ x\ (53{,}5 - 5{,}2)$

$= \ 11538505{,}79\ N.mm$

$= \ 11{,}539\ kN.m$

Syarat:

$\varphi Mn > Mu$

$11{,}539\ kN.m > 2{,}816\ kN.m$ **OK**

d. Kontrol terhadap persyaratan geser:

$Vu \ = qu\ \left(\frac{lx}{2} - \frac{dx}{1000}\right)$

$= 403{,}2\ \left(\frac{2}{2} - \frac{2}{1000}\right)$

$= 381{,}628\ N$

$= 3{,}81\ kN$

$\emptyset Vc = \emptyset\ (0{,}17\ x\ \lambda\ \sqrt{Fc'}x\ b\ x\ dx$

$= 0{,}75\ (0{,}17\ x\ 1\ \sqrt{30}x\ 1000\ x\ 53{,}5$

$= 37361{,}52\ N$

$= 37{,}362\ kN$

$\frac{1}{2}\emptyset Vc = 18{,}68\ kN$

$\frac{1}{2}\emptyset Vc > Vu$

$18{,}68\ kN > 3{,}816\ kN$ **OK**

e. Perhitungan Kontrol Retak:
Kontrol retak ditinjau menurut SNI 2847-2013 Pasal 9.5.2.3 momen batas retak yang terjadi pada pelat saat beton berumur 7 hari:

$f'c = 0{,}7\ x\ fc'$

$= 0{,}7\ x\ 30\ MPa$

$= 21\ MPa$

$fr = 0{,}62\ x\ \lambda\ x\ \sqrt{f'c}\ ;\ \lambda = 1(untuk\ beton\ normal)$

$fr = 2{,}84\ MPa$

$I = \frac{1}{12}x\ b\ x\ h^3$

$= \frac{1}{12}x\ 2000\ x\ 2000^3$

$= 42666666{,}67\ mm^4$

$Mcr = \frac{fr\ x\ ig}{c}$

$$= \frac{2{,}84\ x\ 42666666{,}67}{12{,}393}$$

$$= 9781443{,}18\ N.mm$$

Syarat:

$Mcr > Mu$

$9781443{,}18\ N.mm > 2252800\ N.mm$

OK

f. Kontrol Tegangan Akibat Pengangkatan

Kontrol ini mengacu pada metode pengangkatan pelat di PCI Handbook Design edisi ke-6. Diasumsikan pelat pracetak diangkat setelah berumur 3 hari. Tegangan ditahan oleh *b* yang merupakan nilai terkecil dari *a/2*, *b/2* atau *15t.*

$$b = \frac{b}{2}$$

$$= 1\ m$$

$$b = \frac{a}{2}$$

$$= 1\ m$$

$$b = 15t$$

$= 1{,}2\ m$ dipakai b terkecil yaitu 1 m

$$S = \frac{1}{6} x\ b\ x\ h^2$$

$$= \frac{1}{6} x\ 1000\ x\ 2000^2$$

$$= 666666667\ mm^3$$

$$P = \frac{a\ x\ b\ x\ tp\ x\ \gamma beton}{4}$$

$$= \frac{2\ x\ 2\ x\ 0{,}008\ x\ 2400}{4}$$

$$= 192\ Kg$$

$$= 1920\ N$$

$$\theta 1 = 60\ °$$

$$P1 = Psin\theta 1$$

$$= 585{,}23$$

$$\sigma \max = \frac{Mu\ x\ c}{I}\ x\ \frac{P}{b\ x\ t} < fr$$

$$= 0{,}52\ x\ \lambda\ x\ \sqrt{Fc'}$$

$$= 0{,}6544 + 0{,}006$$

$$= 0{,}6605\ MPa$$

Kontrol:

$$\sigma \max < fr$$

$0{,}6605 < 2{,}84$ **OK**

g. Perhitungan Dimensi Angkur

d = $\sqrt{\frac{4p}{\pi\ x\ fy}}$

= $\sqrt{\frac{4\ x\ 192}{\pi\ x\ 400}}$

= $0{,}782\ cm$

= 1 cm

Digunakan 4 buah angkur dengan dia meter **10 mm**

h. Perhitunagn Kontrol Lendutan:

Mengacu pada SNI 2847-2013 batasan untuk lendutan adalah L/240, sehingga:

$$\Delta t = \frac{5\ x\ q\ x\ l^4}{384\ x\ Ec\ x\ le} < \frac{L}{240}$$

$$Mcr = \frac{fr\ x\ Ig}{0{,}5\ x\ t}$$

$$= \frac{2{,}84\ x\ 42666666{,}67}{0{,}5\ x\ 80}$$

$$= 3030610\ N.mm$$

X1= 6,678 mm

X2= -7,62 mm

Dipakai X = 7,62 mm

$$Icr = \frac{b\ x\ x^3}{3} + n\ x\ As\ x\ (d - x)^2$$

$$= \frac{1000\ x\ 7{,}62^3}{3} + 6\ x\ 132{,}73\ x\ (53{,}5 - 7{,}62)^2$$

$$= 1823872{,}006\ mm^4$$

$$Ie = \left(\frac{Mcr}{Ma}\right)^3 x\ Ig + \left(\left(1 - \left(\frac{Mcr}{Ma}\right)^3\right)\right) x\ Icr < Ig$$

$$= 380730928660341\ mm^4$$

$Kontrol$:

$Ie < Ig$

$380730928660341 < 42666666{,}67$ **NOT OK**

Maka Ie = Ig

$$Ec = 4700\sqrt{fc'}$$

$$= 4700\sqrt{30}$$

$$= 25742{,}96\ MPa$$

$$\Delta t = \frac{5\ x\ q\ x\ l^4}{384\ x\ Ec\ x\ le} < \frac{L}{240}$$

$$= \frac{450560000000000}{42177265991738}$$

$$= 1{,}07\ mm$$

$$\frac{L}{240} = 8{,}33\ mm$$

$1{,}07\ mm < 8{,}33\ mm$ **OK**

i. Perhitungan Momen Arah Y Akibat Pengangkatan

My= 0,0107 x qu x a² x b

= 0,0107 x 4,032 x 2² x 2

= 0,345 kN.m

= 345139,2 N.mm

j. Perhitungan Kebutuhan Tulangan

dy = h – $t_{decking}$ – $d_{rencana}$ (1/2 x $d_{rencana}$)

= 80 – 20 – 13 - (½ x 13)

= 40,5 mm

$$Rn = \frac{Mu}{\emptyset\ x\ b\ x\ d^2}$$

$$= \frac{345139{,}2}{0{,}9\ x\ 1000\ x\ 41^2}$$

$$= 0{,}228\ MPa$$

$$m = \frac{fy}{0{,}85\ x\ fc'}$$

$$= 15{,}686$$

Luas tulangan perlu:

$$\rho = \frac{1}{m}(1 - \sqrt{1 - \frac{2m\ x\ Rn}{Fy}}$$

$$= \frac{1}{15{,}686}(1 - \sqrt{1 - \frac{2(15{,}686\ x\ 0{,}134}{400}}$$

$$= 0{,}000573$$

ρ min $= 0{,}002$

Nilai rasio tulangan maksimum dihitung berdasarkan syarat bahwa regangan tarik netto minimum yang boleh terjadi adalah sebesar 0,004 untuk memastikan terjadinya keruntuhan struktur yang bersifat daktail.

$$\varepsilon t = 0{,}003\ x\ \left(\frac{dx}{c} - 1\right)$$

$$= 0{,}003\ x\ \left(\frac{0{,}85\ x\ fc'x\ \beta}{\rho\ x\ fy} - 1\right)$$

$$0{,}004 = 0{,}003\ x\ \left(\frac{0{,}85\ x\ 30x\ 0{,}836}{0{,}000336\ x\ 400} - 1\right)$$

ρ max $= 0{,}021$

$\rho perlu = 0{,}00033 < \rho$ max $= 0{,}021$ **OK**

$\rho perlu = 0{,}00033 > \rho$ min $= 0{,}002$

NOT OK

Maka digunakan ρ min $= 0{,}002$

$Asperlu = \rho$ pakai $x\ b\ x\ dy$

$= 0{,}002\ x\ 1000\ x\ 41\ mm$

$= 82\ mm^2$

Digunakan tulangan diameter 13 mm

$As = 0{,}25\ x\ \pi\ x\ d^2$
$= 132{,}73\ mm^2$
Perhitungan jarak tulangan:

$$Sperlu = \frac{1000\ x\ A13}{Asperlu}$$
$$= \frac{1000\ x\ 132{,}73}{82}$$
$$= 1618{,}69\ mm^2$$

Syarat jarak maksimal:

$Smax\ \leq 3h\ atau\ 450\ mm$ (SNI 2847-2013 Pasal 10.5.4)
$Smax\ \leq 3(80)\ atau\ 450\ mm$
1240,49 m > 240 mm atau 450 mm
Digunakan jarak terkecil **200 mm**

$$Aspakai = \frac{1000\ x\ A13}{s}$$
$$= \frac{1000\ x\ 132{,}73}{200}$$
$$= 663{,}66$$

$Aspakai > Asperlu$
$663{,}66\ mm^2 > 82\ mm^2$
Maka tulangan yang digunakan adalah **D13-200 mm**

k. Perhitungan Kontrol Faktor Reduksi
Tinggi blok tegangan persegi ekivalen:

$$a = \frac{As\ pasang\ x\ Fy}{0{,}85\ x\ Fc'x\ b}$$
$$= \frac{663{,}66\ x\ 400}{0{,}85\ x\ 30\ x\ 1000}$$
$$= 10{,}41\ mm$$

Jarak dari serat ke sumbu netral

$\beta = 0{,}85\ ; c = \frac{a}{\beta}$

$c = \frac{a}{\beta 1}$

$= \frac{10{,}41}{0{,}8}$

$= 13{,}013\ mm$

Regangan Tarik:

$\varepsilon t = \left(0{,}003\ x \frac{dy}{c}\right) - 1$

$= \left(0{,}003\ x \frac{41}{13{,}013}\right) - 1$

$= 0{,}006$

Sehingga:

$\varphi Mn = \ \varphi\ x\ Aspasang\ x\ Fy\ x\ (dx - 0{,}5a)$

$= \ 0{,}9\ x\ 663{,}66\ x\ 400\ x\ (41 - 5{,}2)$

$= \ 8552029{,}28\ N.mm$

$= \ 8{,}552\ kN.m$

Syarat:

$\varphi Mn > Mu$

$8{,}52\ kN.m > 0{,}345\ kN.m$ **OK**

Perhitungan Faktor terhadap Geser

$Vu \ = qu\ \left(\frac{lx}{2} - \frac{dx}{1000}\right)$

$= 403{,}2\ \left(\frac{2}{2} - \frac{2}{1000}\right)$

$= 386{,}67\ N$

$= 3{,}86\ kN$

$\emptyset Vc = \ \emptyset\ (0{,}17\ x\ \lambda \sqrt{Fc'} x\ b\ x\ dy$

$= 0{,}75\ (0{,}17\ x\ 1\ \sqrt{30} x\ 1000\ x\ 41$
$= 28632{,}2\ N$
$= 28{,}632\ kN$

$\frac{1}{2} \emptyset Vc = 14{,}32\ kN$

$\frac{1}{2} \emptyset Vc > Vu$

$14{,}32\ kN > 3{,}86\ kN$ **OK**

l. Perhitungan Kontrol Retak

Kontrol retak ditinjau menurut SNI 2847-2013 Pasal 9.5.2.3 momen batas retak yang terjadi pada pelat saat beton berumur 7 hari:

$f'c = 0{,}7\ x\ fc'$
$= 0{,}7\ x\ 30\ MPa$
$= 21\ MPa$

$fr = 0{,}62\ x\ \lambda\ x\ \sqrt{f'c}\ ;\ \lambda = 1 (untuk\ beton\ normal)$

$fr = 2{,}84\ MPa$

$I = \frac{1}{12} x\ b\ x\ h^3$

$= \frac{1}{12} x\ 2000\ x\ 2000^3$

$= 42666666{,}67\ mm^4$

$Mcr = \frac{fr\ x\ ig}{c}$

$= \frac{2{,}84\ x\ 42666666{,}67}{13{,}013}$

$= 9315660{,}18\ N.mm$

Syarat:

$Mcr > Mu$

$9315660{,}18\ N.mm > 34513{,}9\ N.mm$ **OK**

m. Perhitungan Kontrol Tegangan Akibat Pengangkatan

Kontrol ini mengacu pada metode pengangkatan pelat di *PCI Handbook Design* edisi ke-6. Diasumsikan pelat pracetak diangkat setelah berumur 3 hari. Tegangan ditahan oleh *b* yang merupakan nilai terkecil dari *a/2*, *b/2* atau *15t.*

$$b = \frac{b}{2}$$

$$= 1\ m$$

$$b = \frac{a}{2}$$

$$= 1\ m$$

$$b = 15t$$

$= 1{,}2\ m$ dipakai b terkecil yaitu 1 m

$$S = \frac{1}{6} x\ b\ x\ h^2$$

$$= \frac{1}{6} x\ 1000\ x\ 2000^2$$

$$= 666666667\ mm^3$$

$$P = \frac{a\ x\ b\ x\ tp\ x\ \gamma beton}{4}$$

$$= \frac{2\ x\ 2\ x\ 0{,}008\ x\ 2400}{4}$$

$$= 192\ Kg$$

$$= 1920\ N$$

$$\theta 1 = 60\ °$$

$$P1 = Psin\theta 1$$

$$= 585{,}23$$

$$\sigma \text{ max} = \frac{Mu\ x\ c}{I}\ x\ \frac{P}{b\ x\ t} < fr = 0{,}52\ x\ \lambda\ x\ \sqrt{Fc'}$$

$= 0{,}0105 + 0{,}006$

$= 0{,}0166\ MPa$

Kontrol:

σ max $< fr$

$0{,}0166 < 2{,}84$ **OK**

n. Perhitungan Dimensi Angkur

d = $\sqrt{\frac{4p}{\pi\ x\ fy}}$

= $\sqrt{\frac{4\ x\ 192}{\pi\ x\ 400}}$

= $0{,}782\ cm$

= 1 cm

Digunakan 4 buah angkur dengan diameter **10 mm**

o. Perhitungan Kontrol Lendutan

Mengacu pada SNI 2847-2013 batasan untuk lendutan adalah L/240, sehingga:

$$\Delta t = \frac{5\ x\ q\ x\ l^4}{384\ x\ Ec\ x\ le} < \frac{L}{240}$$

$$Mcr = \frac{fr\ x\ Ig}{0{,}5\ x\ t}$$

$$= \frac{2{,}84\ x\ 42666666{,}67}{0{,}5\ x\ 80}$$

$$= 3030610\ N.mm$$

X1= 6,678 mm

X2= -7,62 mm

Dipakai X = 7,62 mm

$$Icr = \frac{b\ x\ x^3}{3} + n\ x\ As\ x\ (d - x)^2$$

$$= \frac{1000\ x\ 7{,}62^3}{3} + 6\ x\ 132{,}73\ x\ (40{,}5 - 7{,}62)^2$$

$$= 1008460{,}39\ mm^4$$

$$Ie = \left(\frac{Mcr}{Ma}\right)^3 x\ Ig + \left(\left(1 - \left(\frac{Mcr}{Ma}\right)^3\right)\right) x\ Icr < Ig$$

$$= 52935408{,}2\ mm^4$$

$Kontrol$:

$Ie < Ig$

$52935408{,}2 < 42666666{,}67$**NOT OK**

Maka Ie = Ig

$$\Delta t = \frac{5\ x\ q\ x\ l^4}{384\ x\ Ec\ x\ le} < \frac{L}{240}$$

$$= \frac{450560000000000}{42177265991738}$$

$$= 1{,}07\ mm$$

$$\frac{L}{240} = 8{,}33\ mm$$

$1{,}07\ mm < 8{,}33\ mm$ **OK**

3. Kondisi Sesudah Komposit

Menentukan tinggi efektif

$$dx = h - dcover - \frac{1}{2} dia.tul.lentur$$

$$= 120 - 20 - 6{,}5$$

$$= 93{,}5\ mm$$

a. Momen maksimum:

$$Mu = \frac{1}{8} qu \left(\frac{L}{2}\right)^2$$
$$= \frac{1}{8}\ x\ 12{,}442\ x\ \left(\frac{2}{2}\right)^2$$
$$= 6221000\ N.mm$$

b. Perhitungan Kebutuhan Tulangan

Nilai kuat nominal:

$$Rn = \frac{Mu}{\emptyset\ x\ b\ x\ dx^2}$$
$$= \frac{6221000}{\emptyset\ x\ 1000\ x\ 93{,}5^2}$$
$$= 0.79\ MPa$$

Nilai *m*:

$$m = \frac{fy}{0{,}85\ x\ fc'}$$
$$= \frac{400}{0{,}85\ x\ 30}$$
$$= 15{,}69$$

Rasio tulangan:

$$\rho perlu = \frac{1}{m}(1 - \sqrt{1 - \frac{2m\ x\ Rn}{Fy}}$$

$$\rho \min = 0{,}002\ (SNI\ 2847 - 2013\ Pasal\ 7.12.2.1)$$

Nilai rasio tulangan maksimum dihitung bedasarkan syarat bahwa regangan Tarik netto minimum yang boleh terjadi adalah sebesar 0,004 untuk memastikan terjadinya keruntuhan struktur yang bersifat daktail.

$$\varepsilon t = 0{,}003\ x\ \left(\frac{dx}{c} - 1\right)$$

$$= 0{,}003\ x\ \left(\frac{0{,}85\ x\ fc'x\ \beta}{\rho\ x\ fy} - 1\right)$$

$$0{,}004 = 0{,}003\ x\ \left(\frac{0{,}85\ x\ 30x\ 0{,}836}{0{,}000336\ x\ 400} - 1\right)$$

$0{,}004 = 0{,}00427$

ρ max $= 0{,}022$

$\rho perlu = 0{,}002 < \rho$ max $= 0{,}022$ **OK**

$\rho perlu = 0{,}00201 > \rho$ min $= 0{,}002$ **OK**

Maka digunakan ρ min $= 0{,}002\ 01$

$Asperlu = \rho$ pakai $x\ b\ x\ dx$

$= 0{,}00201\ x\ 1000\ x\ 93{,}5\ mm$

$= 187\ mm^2$

Digunakan tulangan diameter 13 mm

$As = 0{,}25\ x\ \pi\ x\ d^2$

$= 132{,}73\ mm^2$

Perhitungan jarak tulangan:

$$Sperlu = \frac{1000\ x\ A13}{Asperlu}$$

$$= \frac{1000\ x\ 132{,}73}{187}$$

$$= 709{,}80\ mm^2$$

Syarat jarak maksimal:

$Smax\ \leq 3h\ atau\ 450\ mm$ (SNI 2847-2013 Pasal 10.5.4)

$Smax\ \leq 3(80)\ atau\ 450\ mm$

709,80 m > 240 mm atau 450 mm

Digunakan jarak terkecil **200 mm**

$$Aspakai = \frac{1000\ x\ A13}{s}$$

$$= \frac{1000\ x\ 132{,}73}{200}$$
$$= 663{,}66\ mm^2$$

$Aspakai > Asperlu$

$663{,}66\ mm^2 > 107 mm^2$

Maka tulangan yang digunakan adalah **D13-200 mm**

c. Perhitungan Kontrol Faktor Reduksi

Tinggi blok tegangan persegi ekivalen:

$$a = \frac{As\ pasang\ x\ Fy}{0{,}85\ x\ Fc'x\ b}$$
$$= \frac{663{,}66\ x\ 400}{0{,}85\ x\ 30\ x\ 1000}$$
$$= 10{,}41\ mm$$

Jarak dari serat ke sumbu netral

$$\beta = 0{,}84\ ;\ c = \frac{a}{\beta}$$
$$c = \frac{a}{\beta 1}$$
$$= \frac{10{,}41}{0{,}84}$$
$$= 12{,}393\ mm$$

Regangan Tarik:

$$\varepsilon t = \left(0{,}003\ x \frac{dx}{c}\right) - 1$$
$$= \left(0{,}003\ x \frac{93{,}5}{12{,}393}\right) - 1$$
$$= 0{,}020$$

Sehingga:

$$\varphi Mn = \varphi\ x\ Aspasang\ x\ Fy\ x\ (dx - 0{,}5a)$$
$$= 0{,}9\ x\ 663{,}66\ x\ 400\ x\ (93{,}5 - 5{,}2)$$
$$= 21095230{,}65\ N.mm$$

$= 21{,}09\ kN.m$

Syarat:
$\varphi Mn > Mu$
$21{,}09\ kN.m > 6{,}221\ kN.m$ **OK**

d. Kontrol terhadap persyaratan geser:

$$Vu = qu\left(\frac{lx}{2} - \frac{dx}{1000}\right)$$

$$= 1244{,}2\left(\frac{2}{2} - \frac{2}{1000}\right)$$

$$= 1127{,}87\ N$$

$$= 11{,}279\ kN$$

$$\emptyset Vc = \emptyset\ (0{,}17\ x\ \lambda\ \sqrt{Fc'}x\ b\ x\ dx$$

$$= 0{,}75\ (0{,}17\ x\ 1\ \sqrt{30}x\ 1000\ x\ 93{,}5$$

$$= 65295{,}38\ N$$

$$= 65{,}295\ kN$$

$$\frac{1}{2}\emptyset Vc = 32{,}65\ kN$$

$$\frac{1}{2}\emptyset Vc > Vu$$

$32{,}65\ kN > 11{,}279\ kN$ **OK**

e. Perhitungan Kontrol Retak:

Kontrol retak ditinjau menurut SNI 2847-2013 Pasal 9.5.2.3 momen batas retak yang terjadi pada pelat saat beton berumur 7 hari:

$f'c = 0{,}7\ x\ fc'$

$= 0{,}7\ x\ 30\ MPa$

$= 21\ MPa$

$fr = 0{,}62\ x\ \lambda\ x\ \sqrt{f'c}\ ;\ \lambda = 1(untuk\ beton\ normal)$

$fr = 2{,}84\ MPa$

$I = \frac{1}{12}\ x\ b\ x\ h^3$

$= \frac{1}{12}\ x\ 2000\ x\ 2000^3$

$= 42666666{,}67\ mm^4$

$Mcr = \frac{fr\ x\ ig}{c}$

$= \frac{2{,}84\ x\ 42666666{,}67}{12{,}393}$

$= 9781443{,}18\ N.mm$

Syarat:

$Mcr > Mu$

$9781443{,}18\ N.mm > 62210\ N.mm$ **OK**

f. Perhitungan Dimensi Angkur

d = $\sqrt{\frac{4p}{\pi\ x\ fy}}$

= $\sqrt{\frac{4\ x\ 192}{\pi\ x\ 400}}$

= $0{,}782\ cm$

= 1 cm

Digunakan 4 buah angkur dengan dia meter **10 mm**

g. Perhitunagn Kontrol Lendutan:

Mengacu pada SNI 2847-2013 batasan untuk lendutan adalah L/240, sehingga:

$$\Delta t = \frac{5\ x\ q\ x\ l^4}{384\ x\ Ec\ x\ le} < \frac{L}{240}$$

$$Mcr = \frac{fr\ x\ Ig}{0{,}5\ x\ t}$$

$$= \frac{2{,}84\ x\ 42666666{,}67}{0{,}5\ x\ 80}$$

$$= 3030610\ N.mm$$

X1= 6,678 mm

X2= -7,62 mm

Dipakai X = 7,62 mm

$$Icr = \frac{b\ x\ x^3}{3} + n\ x\ As\ x\ (d - x)^2$$

$$= \frac{1000\ x\ 7{,}62^3}{3} + 6\ x\ 132{,}73\ x\ (93{,}5 - 7{,}62)^2$$

$$= 6021185{,}56\ mm^4$$

$$Ie = \left(\frac{Mcr}{Ma}\right)^3 x\ Ig + \left(\left(1 - \left(\frac{Mcr}{Ma}\right)^3\right)\right) x\ Icr < Ig$$

$$= 714123639{,}5\ mm^4$$

$Kontrol$:

$Ie < Ig$

$714123639{,}5 < 42666666{,}67$ **NOT OK**

Maka Ie = Ig

$$Ec = 4700\sqrt{fc'}$$

$$= 4700\sqrt{30}$$

$$= 25742{,}96\ MPa$$

$$\Delta t = \frac{5\ x\ q\ x\ l^4}{384\ x\ Ec\ x\ le} < \frac{L}{240}$$

$$= \frac{450560000000000}{42177265991738}$$

$$= 1{,}07\ mm$$

$$\frac{L}{240} = 8{,}33\ mm$$

$1{,}07\ mm < 8{,}33\ mm$ **OK**

h. Perhitungan Momen Arah Y

$$Mu = \frac{1}{8} qu \left(\frac{L}{2}\right)^2$$

$$= \frac{1}{8}\ x\ 12{,}442\ x\ \left(\frac{2}{2}\right)^2$$

$$= 6221000\ N.mm$$

i. Perhitungan Kebutuhan Tulangan

dy = h – $t_{decking}$ – $d_{rencana}$ (1/2 x $d_{rencana}$)

= 120 – 20 – 13 - (½ x 13)

= 80,5 mm

$$Rn = \frac{Mu}{\emptyset\ x\ b\ x\ d^2}$$

$$= \frac{6221000}{0{,}9\ x\ 1000\ x\ 80{,}5^2}$$

$$= 1{,}067\ MPa$$

$$m = \frac{fy}{0{,}85\ x\ fc'}$$

$$= 15{,}686$$

Luas tulangan perlu:

$$\rho = \frac{1}{m}(1 - \sqrt{1 - \frac{2m\ x\ Rn}{Fy}}$$

$$= \frac{1}{15{,}686}(1 - \sqrt{1 - \frac{2(15{,}686\ x\ 1{,}067)}{400}}$$

$$= 0{,}00273$$

$$\rho \min = 0{,}002$$

Nilai rasio tulangan maksimum dihitung berdasarkan syarat bahwa regangan tarik netto minimum yang boleh terjadi adalah

sebesar 0,004 untuk memastikan terjadinya keruntuhan struktur yang bersifat daktail.

$$\varepsilon t = 0{,}003\ x\ \left(\frac{dx}{c} - 1\right)$$

$$= 0{,}003\ x\ \left(\frac{0{,}85\ x\ fc'x\ \beta}{\rho\ x\ fy} - 1\right)$$

$$0{,}004 = 0{,}003\ x\ \left(\frac{0{,}85\ x\ 30x\ 0{,}836}{0{,}000336\ x\ 400} - 1\right)$$

$$0{,}004 = 0{,}00461$$

$$\rho \max = 0{,}021$$

$\rho perlu = 0{,}00273 < \rho \max = 0{,}021$ **OK**

$\rho perlu = 0{,}00273 > \rho \min = 0{,}002$ **OK**

Maka digunakan $\rho \min = 0{,}002$

$$Asperlu = \rho \text{ pakai } x\ b\ x\ dy$$

$$= 0{,}002\ x\ 1000\ x\ 80{,}5\ mm$$

$$= 161\ mm^2$$

Digunakan tulangan diameter 13 mm

$$As = 0{,}25\ x\ \pi\ x\ d^2$$

$$= 132{,}73\ mm^2$$

Perhitungan jarak tulangan:

$$Sperlu = \frac{1000\ x\ A13}{Asperlu}$$

$$= \frac{1000\ x\ 132{,}73}{161}$$

$$= 824{,}42\ mm^2$$

Syarat jarak maksimal:

$Smax\ \leq 3h\ atau\ 450\ mm$ (SNI 2847-2013 Pasal 10.5.4)

$Smax\ \leq 3(80)\ atau\ 450\ mm$

1240,49 m > 240 mm atau 450 mm
Digunakan jarak terkecil **200 mm**

$$Aspakai = \frac{1000\ x\ A13}{s}$$
$$= \frac{1000\ x\ 132{,}73}{200}$$
$$= 663{,}66$$

$Aspakai > Asperlu$

$663{,}66\ mm^2 > 161\ mm^2$

Maka tulangan yang digunakan adalah **D13-200 mm**

j. Perhitungan Kontrol Faktor Reduksi

Tinggi blok tegangan persegi ekivalen:

$$a = \frac{As\ pasang\ x\ Fy}{0{,}85\ x\ Fc'x\ b}$$
$$= \frac{663{,}66\ x\ 400}{0{,}85\ x\ 30\ x\ 1000}$$
$$= 10{,}41\ mm$$

Jarak dari serat ke sumbu netral

$$\beta = 0{,}85\ ;\ c = \frac{a}{\beta}$$
$$c = \frac{a}{\beta 1}$$
$$= \frac{10{,}41}{0{,}8}$$
$$= 13{,}013\ mm$$

Regangan Tarik:

$$\varepsilon t = \left(0{,}003\ x \frac{dy}{c}\right) - 1$$
$$= \left(0{,}003\ x \frac{41}{13{,}013}\right) - 1$$
$$= 0{,}006$$

Sehingga:

$$\varphi Mn = \varphi\ x\ Aspasang\ x\ Fy\ x\ (dx - 0{,}5a)$$
$$= 0{,}9\ x\ 663{,}66\ x\ 400\ x\ (80{,}5 - 5{,}2)$$
$$= 17989295{,}07\ N.mm$$
$$= 17{,}989\ kN.m$$

Syarat:

$\varphi Mn > Mu$

$17{,}989\ kN.m > 6{,}221\ kN.m$ **OK**

Perhitungan Faktor terhadap Geser

$$Vu = qu\left(\frac{lx}{2} - \frac{dx}{1000}\right)$$
$$= 1244{,}2\left(\frac{2}{2} - \frac{2}{1000}\right)$$
$$= 1144{,}042\ N$$
$$= 11{,}44\ kN$$
$$\emptyset Vc = \emptyset\ (0{,}17\ x\ \lambda\ \sqrt{Fc'}x\ b\ x\ dy$$
$$= 0{,}75\ (0{,}17\ x\ 1\ \sqrt{30}x\ 1000\ x\ 80{,}5$$
$$= 56216{,}87\ N$$
$$= 56{,}217\ kN$$

$$\frac{1}{2}\emptyset Vc = 28{,}11\ kN$$

$$\frac{1}{2}\emptyset Vc > Vu$$

$28{,}11\ kN > 11{,}440\ kN$ **OK**

k. Perhitungan Kontrol Retak

Kontrol retak ditinjau menurut SNI 2847-2013 Pasal 9.5.2.3 momen batas retak yang terjadi pada pelat saat beton berumur 7 hari:

$$f'c = 0{,}7\ x\ fc'$$
$$= 0{,}7\ x\ 30\ MPa$$

$= 21\ MPa$

$fr = 0{,}62\ x\ \lambda\ x\ \sqrt{f'c}\ ;\ \lambda = 1(untuk\ beton\ normal)$

$fr = 2{,}84\ MPa$

$I = \frac{1}{12}\ x\ b\ x\ h^3$

$= \frac{1}{12}\ x\ 2000\ x\ 2000^3$

$= 42666666{,}67\ mm^4$

$Mcr = \frac{fr\ x\ ig}{c}$

$= \frac{2{,}84\ x\ 42666666{,}67}{13{,}013}$

$= 9315660{,}18\ N.mm$

Syarat:

$Mcr > Mu$

$9315660{,}18\ N.mm > 49768\ N.mm$ **OK**

l. Perhitungan Dimensi Angkur

d = $\sqrt{\frac{4p}{\pi\ x\ fy}}$

= $\sqrt{\frac{4\ x\ 192}{\pi\ x\ 400}}$

= $0{,}782\ cm$

= 1 cm

Digunakan 4 buah angkur dengan diameter **10 mm**

m. Perhitungan Kontrol Lendutan

Momen akibat beban mati

$MDL = \frac{1}{8}\ x\ qDL\ x\ Lx^2$

$= \frac{1}{8}\ x\ 903{,}5\ x\ 2^2$

$= 4517500\ N.mm$

Momen akibat beban hidup

$MLL = \frac{1}{8} x\ qLL\ x\ Lx^2$

$= \frac{1}{8} x\ 100\ x\ 2^2$

$= 500000\ N.mm$

Momen total

$Ma \quad = MDL + MLL$

$= 4517500 + 500000$

$= 5017500\ N.mm$

Mengacu pada SNI 2847-2013 batasan untuk lendutan adalah L/240, sehingga:

$\Delta t = \frac{5\ x\ q\ x\ l^4}{384\ x\ Ec\ x\ le} < \frac{L}{240}$

$Mcr = \frac{fr\ x\ Ig}{0{,}5\ x\ t}$

$= \frac{2{,}84\ x\ 42666666{,}67}{0{,}5\ x\ 120}$

$= 2020407\ N.mm$

X1= 6,678 mm

X2= -7,62 mm

Dipakai X = 7,62 mm

$Icr = \frac{b\ x\ x^3}{3} + n\ x\ As\ x\ (d - x)^2$

$= \frac{1000\ x\ 7{,}62^3}{3} + 6\ x\ 132{,}73\ x\ (40{,}5 - 7{,}62)^2$

$= 1008460{,}39\ mm^4$

$$Ie = \left(\frac{Mcr}{Ma}\right)^3 x\ Ig + \left(\left(1 - \left(\frac{Mcr}{Ma}\right)^3\right)\right) x\ Icr < Ig$$

$$= 52935408{,}2\ mm^4$$

$Kontrol$:

$Ie < Ig$

$52935408{,}2 < 42666666{,}67$ **NOT OK**

Maka Ie = Ig

$$\Delta t = \frac{5\ x\ q\ x\ l^4}{384\ x\ Ec\ x\ le} < \frac{L}{240}$$

$$= \frac{450560000000000}{42177265991738}$$

$$= 1{,}07\ mm$$

$$\frac{L}{240} = 8{,}33\ mm$$

$1{,}07\ mm < 8{,}33\ mm$ **OK**

n. Perencanaan *Shear Connector*

Perencanaan geser diafragma structural (SNI 2847-2013 Pasal 21.11.9)

$$Acv = 1000\ x\ ttop$$

$$= 1000\ x\ 40$$

$$= 40000\ mm^2$$

$$Vn = Acv\ x\ \left(0{,}17\sqrt{fc'} + \rho c\ x\ fy\right)$$

$$= 40000\ x\ \left(0{,}17\ x\ \sqrt{30} + 0{,}0025\ x\ 400\right)$$

$$= 77245\ N$$

$$= 77{,}25\ kN$$

Hasil dari nilai Vn tidak boleh melebihi dari:

$$Vn1 = \frac{2}{3} x\ \left(Acv\ x\ \sqrt{fc'}\right)$$

$$= 146059\ N$$

$= 146{,}06\ kN$

$Vn2 = Avf\ x\ fy\ x\ \mu$

$= \frac{1}{4}\pi 13^2 x\ 400\ x\ 1$

$= 53093\ N$

$= 53{,}09\ kN$

Maka dipakai Vn = 53,09 kN

$Vu = \frac{Vn}{\phi}$

$= \frac{53{,}09}{0{,}75}$

$= 70{,}79\ kN$

$\phi Vc = 1144{,}04\ kN$

s

$= 4\ x\ dimensi\ terkecil\ atau\ 600\ mm$

$= 4\ x\ 80$

$= 320\ mm$

Maka dipakai jarak terkecil 200 mm

$Avmin = 0{,}062\ x\ \sqrt{fc'}x\ bw\ x\ \frac{s}{fyt}$

$Av = 4\ x\ As$

$= 4\ x \frac{1}{4}\pi 13^2$

$= 530{,}93\ mm^2$

Maka dipasang shear connector D13-200 mm

Jumlah kaki $= \frac{Av}{As}$

$= \frac{530{,}93}{\frac{1}{4}\pi 13^2}$

$\approx 4\ buah$

5.4.2. Perhitungan *Overtopping*

Perencanaan tulangan overtopping

Data perencanaan:

Tebal pvertopping	= 4 cm
Fc’	= 30 MPa
Fy	= 400 MPa
Diameter tulangan	= 13 mm
Tebal selimut	= 20 mm
Lx	= 2 m
Ly	= 2 m

Data pembebanan:

BJ beton	= 2400 kg/m²
Dinding bata ringan	= 575 kg/m²
Penggantung plafond	= 6,5 kg/m²
Keramik	= 13 kg/m²
Spesi	= 5 kg/m²
Plumbing	= 16 kg/m²
Kantor	= 100 kg/m²
Pekerja	= 100 kg/m²

a. Pembebanan Pelat lantai

Beban mati (DL)

Berat sendiri plat penuh	= 0,12 x 2400
	= 288 kg/m²

Beban mati tambahan

Dinding	= 575 kg/m²
Plafond	= 6,5 kg/m²
Keramik	= 13 kg/m²
Spesi	= 5 kg/m²
Plumbing	= 16 kg/m²
Total (DL)	= 903,5 kg/m²
Beban Hidup (LL)	= 100 kg/m² (Pekerja)
Beban total	= 1,2D + 1,6L
	= 1,2 (288) + 1,6 (903,5)

= 1244,2 kg/m²
= 12,442 kN/m²

Beban untuk 1 m² pias lebar pelat
= Beban total x 1 m
= 12,442 kN/m

b. Perhitungan Momen

$$Mtx = 0{,}001\ x\ qu\ x\ Lx^2 x\ X$$
$$= 0{,}001\ x\ 1244{,}2\ x\ 2^2 x\ 55$$
$$= 273{,}7\ kg.m$$

$$Mty = 0{,}001\ x\ qu\ x\ Ly^2 x\ X$$
$$= 0{,}001\ x\ 1244{,}2\ x\ 2^2 x\ 52$$
$$= 258{,}8\ kg.m$$

c. Perhitungan Tulangan Arah X

$$dx = h - tdecking - \left(\frac{1}{2}\ x\ drencana\right)$$
$$= 120 - 20 - \left(\frac{1}{2}\ x13\right)$$
$$= 93{,}5\ mm$$
$$Rn = \frac{Mu}{\emptyset\ x\ b\ x\ dx^2}$$
$$= \frac{2737000}{\emptyset\ x\ 1000\ x\ 93{,}5^2}$$
$$= 0.348\ MPa$$

Nilai *m*:

$$m = \frac{fy}{0{,}85\ x\ fc'}$$
$$= \frac{400}{0{,}85\ x\ 30}$$
$$= 15{,}69$$

Rasio tulangan:

$$\rho perlu = \frac{1}{m}(1 - \sqrt{1 - \frac{2m\ x\ Rn}{Fy}}$$

ρ min $= 0{,}002\ (SNI\ 2847 - 2013\ Pasal\ 7.12.2.1)$

Nilai rasio tulangan maksimum dihitung bedasarkan syarat bahwa regangan Tarik netto minimum yang boleh terjadi adalah sebesar 0,004 untuk memastikan terjadinya keruntuhan struktur yang bersifat daktail.

$$\varepsilon t = 0{,}003\ x\ \left(\frac{dx}{c} - 1\right)$$

$$= 0{,}003\ x\ \left(\frac{0{,}85\ x\ fc'x\ \beta}{\rho\ x\ fy} - 1\right)$$

$$0{,}004 = 0{,}003\ x\ \left(\frac{0{,}85\ x\ 30x\ 0{,}836}{0{,}000336\ x\ 400} - 1\right)$$

$0{,}004 = 0{,}0046$

ρ max $= 0{,}022$

$\rho perlu = 0{,}0009 < \rho$ max $= 0{,}021$ **OK**

$\rho perlu = 0{,}0009 > \rho$ min $= 0{,}002$ **NOT OK**

Maka digunakan ρ min $= 0{,}002$

$Asperlu = \rho$ pakai $x\ b\ x\ dx$

$= 0{,}00201\ x\ 1000\ x\ 93{,}5\ mm$

$= 187\ mm^2$

Digunakan tulangan diameter 13 mm

$As = 0{,}25\ x\ \pi\ x\ d^2$

$= 132{,}73\ mm^2$

Perhitungan jarak tulangan:

$$Sperlu = \frac{1000\ x\ A13}{Asperlu}$$

$$= \frac{1000\ x\ 132{,}73}{187}$$

$= 709{,}80\ mm^2$

Syarat jarak maksimal:

$Smax\ \leq 3h\ atau\ 450\ mm$ (SNI 2847-2013 Pasal 10.5.4)
$Smax\ \leq 3(80)\ atau\ 450\ mm$
709,80 m > 240 mm atau 450 mm
Digunakan jarak terkecil **200 mm**

$$Aspakai = \frac{1000\ x\ A13}{s}$$
$$= \frac{1000\ x\ 132{,}73}{200}$$
$$= 663{,}66\ mm^2$$

$Aspakai > Asperlu$
$663{,}66\ mm^2 > 107 mm^2$
Maka tulangan yang digunakan adalah **D13-200 mm**

d. Perhitungan Tulangan Arah Y

$$dy = h - tdecking - \left(\frac{1}{2}\ x\ drencana\right)$$
$$= 120 - 20 - drencana - \left(\frac{1}{2}\ x13\right)$$
$$= 80{,}5\ mm$$
$$Rn = \frac{Mu}{\emptyset\ x\ b\ x\ dx^2}$$
$$= \frac{2737000}{\emptyset\ x\ 1000\ x\ 80{,}5^2}$$
$$= 0.444\ MPa$$

Nilai *m*:

$$m = \frac{fy}{0{,}85\ x\ fc'}$$

$$= \frac{400}{0{,}85\ x\ 30}$$
$$= 15{,}69$$

Rasio tulangan:

$$\rho perlu = \frac{1}{m}(1 - \sqrt{1 - \frac{2m\ x\ Rn}{Fy}}$$

$$\rho \min = 0{,}002\ (SNI\ 2847 - 2013\ Pasal\ 7.12.2.1)$$

Nilai rasio tulangan maksimum dihitung bedasarkan syarat bahwa regangan Tarik netto minimum yang boleh terjadi adalah sebesar 0,004 untuk memastikan terjadinya keruntuhan struktur yang bersifat daktail.

$$\varepsilon t = 0{,}003\ x\ \left(\frac{dx}{c} - 1\right)$$
$$= 0{,}003\ x\ \left(\frac{0{,}85\ x\ fc'x\ \beta}{\rho\ x\ fy} - 1\right)$$
$$0{,}004 = 0{,}003\ x\ \left(\frac{0{,}85\ x\ 30x\ 0{,}836}{0{,}000336\ x\ 400} - 1\right)$$
$$0{,}004 = 0{,}0046$$
$$\rho \max = 0{,}022$$

$\rho perlu = 0{,}0011 < \rho \max = 0{,}021$ **OK**

$\rho perlu = 0{,}0011 > \rho \min = 0{,}002$ **NOT OK**

Maka digunakan $\rho \min = 0{,}002$

$$Asperlu = \rho \text{ pakai}\ x\ b\ x\ dx$$
$$= 0{,}00201\ x\ 1000\ x\ 93{,}5\ mm$$
$$= 161\ mm^2$$

Digunakan tulangan diameter 13 mm

$As = 0{,}25\ x\ \pi\ x\ d^2$

$= 132{,}73\ mm^2$

Perhitungan jarak tulangan:

$$Sperlu = \frac{1000\ x\ A13}{Asperlu}$$

$$= \frac{1000\ x\ 132{,}73}{161}$$

$$= 824{,}4\ mm^2$$

Syarat jarak maksimal:

$Smax\ \leq 3h\ atau\ 450\ mm$ (SNI 2847-2013 Pasal 10.5.4)

$Smax\ \leq 3(80)\ atau\ 450\ mm$

709,80 m > 240 mm atau 450 mm

Digunakan jarak terkecil **200 mm**

$$Aspakai = \frac{1000\ x\ A13}{s}$$

$$= \frac{1000\ x\ 132{,}73}{200}$$

$$= 663{,}66\ mm^2$$

$Aspakai > Asperlu$

$663{,}66\ mm^2 > 161 mm^2$

Maka tulangan yang digunakan adalah **D13-200 mm**

BAB VI
ANALISA WAKTU DAN BIAYA

6.1 Analisa Waktu Pelaksanaan

Dapat dilihat pada halaman lampiran.

6.2 Analisa Rencana Anggaran Biaya Pelaksanaan

Dapat dilihat pada halaman lampiran.

"Halaman ini sengaja dikosongkan"

BAB VII
KESIMPULAN DAN SARAN

7.1 Kesimpulan

1. Metode pelaksanaan yang digunakan dalam pengerjan proyek akhir ini menggunakan *half slab precast*. Selebihnya metode pelaksanaan pada proyek akhir ini sama dengan proyek yaitu pengecoran *cast in situ*.
2. Pembangunan gedung DPRD Surabaya dengan metode *half slab precast* setelah ditambah dengan biaya K3 adalah Rp. 11.761.246.551,00. Dari total biaya tersebut dapat dihitung harga gedung per m² yaitu Rp 2.026.152.
3. Waktu pelaksanaan pembangunan gedung DPRD Surabaya diselesaikan dalam 258 hari.
4. Pembangunan gedung DPRD Surabaya dengan metode half slab dan konvensional memiliki selisih dari segi waktu dan biaya yang akan dibandingkan pada table berikut:

Tabel 7. 1 Perbandingan Waktu Dan Biaya

Metode	Waktu	Biaya
	(Hari)	(Rp)
Half Slab Precast	258	11.761.246.551,00
Konvensional	290	13.389.630.146,00
Selisih	35	1.613.203.594,00
Efisiensi	91%	88%

DAFTAR PUSTAKA

Anton Soekiman, Rivelino. 2016. Kajian Pengendalian Mutu Konstruksi Pada Pengawasan Pelaksanaan Pembangunan Jaringan Irigasi Studi Kasus: Pembangunan Jaringan Irigasi Di. Leuwigoong, Bandung : Jurnal Konstruksia

Badan Standarisasi Nasional. (2019). *Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung*. *(SNI 03-2847-2019).* Jakarta: Badan Standarisasi Nasional

Departemen Pekerjaan Umum. 2007. Sistem Manajemen Mutu Proyek, Jakarta: DitjenPU

Evrianto, Wulfram I. 2005. Manajemen Proyek Konstruksi, Yogyakarta : Penerbit Andi

Firdaus Fakhri. 2017. Analisa Perbandingan Efisiensi Penggunaan Hollow Core Slab (HCS) Dibandingkan dengan Pelat Konvesional In Situ Pada Proyek Pembangunan Gudang Ciwastra Bandung, Bandung : Universitas Sebelas Maret

Husen, Abrar, 2011. Manajemen Proyek : Perencanaan, Penjadwalan & Pengendalian Proyek, Yogyakarta : Penerbit Andi

PCI Design Handbook Precast and Presstressed Concrete 7 th. (2010). USA.

Soedrajat, S. A, 1994. Analisa (Cara Modern) Anggaran Biaya Pelaksanaan, Bandung : Penerbit Nova

Soeharto, I. 1999. Manajemen Proyek (Dari Konseptual Sampai Operasional) Jilid 1, Jakarta : Penerbit Erlangga

Widiasanti, Irika, Manajemen Proyek, Penerbit ROSDA

Wijaksono, Ogi. 2018. Analisis Perbandingan Efisiensi Waktu dan Biaya antara Metode Konvensional Slab, Precast Half Slab dan Precast Full Slab pada proyek angunan Hotel Bertingkat di Surabaya. Jakarta: Universitas Muhamadiyah Jakarta

BIODATA PENULIS

Penulis lahir di Jombang, 27 Juni 1998, bernama lengkap Maulidiana Eka Fitri. Telah menempuh pendidikan formal di SD Islam Roushon Fikr Jombang lulus tahun 2010, SMPN 3 Peterongan lulus tahun 2013, SMAN 3 Jombang lulus tahun 2016, D3 Teknik Infrastruktur Sipil Fakultas Vokasi ITS lulus tahun 2019. Kemudian melanjutkan ke jenjang D4 RPL di Program Studi Teknologi Rekayasa Pengelolaan dan Pemeliharaan Bangunan Sipil Fakultas Vokasi ITS.

LAMPIRAN

REKAPITULASI WAKTU DAN BIAYA METODE HALF SLAB PRECAST

No	Pekerjaan	Durasi	Biaya	
I	**Pekerjaan Persiapan**			
1	Pemasangan Bouwplank	7	Rp	11,229,477
2	Pagar pengaman proyek	14	Rp	21,630,000
II	**Pekerjaan Tanah**			
1	Galian dan pembuangan tanah menggunakan alat berat	25	Rp	78,485,000
2	Dewatering	42		
III	**Pekerjaan Basement**			
1	Pemancangan bor pile	36	Rp	627,803,662
2	Tiang pancang injection pile + preboring dia 60cm kedalaman 12m fc' 42 mpa	6	Rp	1,070,592,157
3	Pemotongan / kupasan tiang pancang	11	Rp	28,490,000
4	Fabrikasi bekisting retaining wall	4	Rp	77,808,914
5	Fabrikasi bekisting raft foundation	2	Rp	29,921,264
6	Fabrikasi bekisting kolom	2	Rp	25,616,271
7	Fabrikasi beksiting Balok bordes	1	Rp	2,441,591
8	Fabrikasi beksiting bordes	1	Rp	2,624,496
9	Fabrikasi beksiting tangga	1	Rp	13,994,173
10	Fabrikasi pembesian retaining wall	3	Rp	83,755,957
11	Fabrikasi pembesian raft foundation	2	Rp	1,306,417,232
12	Fabrikasi pembesian kolom	2	Rp	163,275,497
13	Fabrikasi pembesian balok bordes	1	Rp	52,531,478
14	Fabrikasi pembesian bordes	1	Rp	4,272,911
15	Fabrikasi pembesian tangga	1	Rp	14,750,363
16	Pemasangan bekisting retaining wall	2	Rp	2,308,727
17	Pemasangan bekisting raft foundation	1	Rp	1,310,000
18	Pemasangan bekisting kolom	1	Rp	1,310,000
19	Pemasangan bekisting balok bordes, bordes, tangga	2	Rp	2,620,000
20	Pemasangan besi retaining wall	2	Rp	3,120,000
21	Pemasangan besi raft foundation	3	Rp	4,680,000
22	Pemasangan besi kolom	3	Rp	4,680,000
23	Pemasangan besi balok bordes, bordes, tangga	3	Rp	4,680,000
24	Pengecoran retaining wall	1	Rp	61,567,632
25	Pengecoran raft foundation	2	Rp	448,988,789
26	Pengecoran kolom	4	Rp	41,185,332
27	Pengecoran balok bordes, bordes, tangga	2	Rp	10,050,581
28	Pembongkaran dan reparasi bekisting balok bordes, tangga, bordes	1	Rp	1,310,000
29	Pembongkaran dan reparasi bekisting kolom	2	Rp	2,620,000
IV	**Pekerjaan Lantai 1**			
1	Fabrikasi bekisting kolom	2	Rp	13,438,208
2	Fabrikasi bekisting balok	3	Rp	28,866,354

3	Fabrikasi beksiting Balok bordes	1	Rp	1,960,858
4	Fabrikasi beksiting bordes	1	Rp	2,045,693
5	Fabrikasi beksiting tangga	1	Rp	7,470,370
6	Fabrikasi pembesian kolom	2	Rp	165,144,271
7	Fabrikasi pembesian balok	2	Rp	57,172,734
8	Fabrikasi pembesian balok bordes	1	Rp	4,272,911
9	Fabrikasi pembesian bordes	1	Rp	14,750,363
10	Fabrikasi pembesian tangga	1	Rp	25,983,420
11	Fabrikasi pembesian overtopping	1	Rp	25,983,420
12	Pemasangan bekisting balok	1	Rp	1,976,254
13	Pemasangan bekisting kolom	1	Rp	1,310,000
14	Pemasangan bekisting balok bordes, bordes, tangga	2	Rp	2,620,000
15	Pemasangan besi balok	4	Rp	6,240,000
16	Pemasangan besi kolom	3	Rp	4,680,000
17	Pemasangan besi balok bordes, bordes, tangga	3	Rp	4,680,000
18	Pemasangan besi overtopping half slab	1	Rp	1,090,000
19	Pengecoran kolom	4	Rp	41,414,132
20	Pengecoran balok bordes, bordes, tangga	2	Rp	10,050,581
21	Pemasangan plat half slab precast	1	Rp	111,963,305
22	Pengecoran overtopping dan balok	1	Rp	49,681,880
23	Pembongkaran dan reparasi bekisting balok bordes, tangga, bordes	1	Rp	1,310,000
24	Pembongkaran dan reparasi bekisting kolom	2	Rp	2,620,000
25	Pembongkaran dan reparasi bekisting balok	3	Rp	3,930,000
V	**Pekerjaan Lantai 2**			
1	Fabrikasi bekisting kolom	2	Rp	12,483,907
2	Fabrikasi bekisting balok	4	Rp	35,399,437
3	Fabrikasi beksiting Balok bordes	1	Rp	1,960,858
4	Fabrikasi beksiting bordes	1	Rp	2,045,693
5	Fabrikasi beksiting tangga	1	Rp	7,470,370
6	Fabrikasi pembesian kolom	2	Rp	149,308,320
7	Fabrikasi pembesian balok	3	Rp	60,557,002
8	Fabrikasi pembesian balok bordes	1	Rp	4,272,911
9	Fabrikasi pembesian bordes	1	Rp	14,750,363
10	Fabrikasi pembesian tangga	1	Rp	25,983,420
11	Fabrikasi pembesian overtopping	1	Rp	25,983,420
12	Pemasangan bekisting balok	2	Rp	2,479,023
13	pemasangan bekisting kolom	1	Rp	1,310,000
14	Pemasangan bekisting balok bordes, bordes, tangga	2	Rp	2,620,000
15	Pemasangan besi balok	4	Rp	6,370,299
16	Pemasangan besi kolom	2	Rp	3,120,000
17	Pemasangan besi balok bordes, bordes, tangga	3	Rp	4,680,000
18	Pemasangan besi overtopping	1	Rp	1,090,000
19	Pengecoran kolom	4	Rp	37,753,332
20	Pengecoran balok bordes, bordes, tangga	2	Rp	10,050,581

21	Pemasangan plat half slab precast	1	Rp	111,963,305
22	Pengecoran overtopping dan balok	1	Rp	61,170,921
23	Pembongkaran dan reparasi bekisting balok bordes, tangga, bordes	2	Rp	2,620,000
24	Pembongkaran dan reparasi bekisting kolom	2	Rp	2,620,000
25	Pembongkaran dan reparasi bekisting balok	3	Rp	3,930,000
VI	**Pekerjaan Lantai 3**			
1	Fabrikasi bekisting kolom	2	Rp	12,483,907
2	Fabrikasi bekisting balok	4	Rp	34,946,428
3	Fabrikasi beksiting Balok bordes	1	Rp	1,960,858
4	Fabrikasi beksiting bordes	1	Rp	2,045,693
5	Fabrikasi beksiting tangga	1	Rp	7,470,370
6	Fabrikasi pembesian kolom	2	Rp	149,308,320
7	Fabrikasi pembesian balok	3	Rp	59,485,457
8	Fabrikasi pembesian balok bordes	1	Rp	4,272,911
9	Fabrikasi pembesian bordes	1	Rp	14,750,363
10	Fabrikasi pembesian tangga	1	Rp	25,983,420
11	Fabrikasi pembesian overtopping	1	Rp	25,983,420
12	Pemasangan bekisting balok	1	Rp	2,261,924
13	pemasangan bekisting kolom	1	Rp	1,310,000
14	Pemasangan bekisting balok bordes, bordes, tangga	2	Rp	2,620,000
15	Pemasangan besi balok	4	Rp	6,081,073
16	Pemasangan besi kolom	2	Rp	3,120,000
17	Pemasangan besi balok bordes, bordes, tangga	3	Rp	4,680,000
18	Pemasangan besi overtopping	1	Rp	1,090,000
19	Pengecoran kolom	4	Rp	37,753,332
20	Pengecoran balok bordes, bordes, tangga	2	Rp	10,050,581
21	Pemasangan plat half slab precast	1	Rp	111,963,305
22	Pengecoran overtopping dan balok	1	Rp	54,983,976
23	Pembongkaran dan reparasi bekisting balok bordes, tangga, bordes	1	Rp	1,310,000
24	Pembongkaran dan reparasi bekisting kolom	1	Rp	1,310,000
25	Pembongkaran dan reparasi bekisting balok	4	Rp	5,240,000
VII	**Pekerjaan Lantai 4**			
1	Fabrikasi bekisting kolom	2	Rp	12,483,907
2	Fabrikasi bekisting balok	3	Rp	32,706,110
3	Fabrikasi beksiting Balok bordes	1	Rp	1,960,858
4	Fabrikasi beksiting bordes	1	Rp	2,045,693
5	Fabrikasi beksiting tangga	1	Rp	7,470,370
6	Fabrikasi pembesian kolom	2	Rp	149,308,320
7	Fabrikasi pembesian balok	2	Rp	55,045,377
8	Fabrikasi pembesian balok bordes	1	Rp	4,272,911
9	Fabrikasi pembesian bordes	1	Rp	14,750,363
10	Fabrikasi pembesian tangga	1	Rp	25,983,420

11	Fabrikasi pembesian overtopping	1	Rp	25,983,420
12	Pemasangan bekisting balok	1	Rp	1,777,047
13	pemasangan bekisting kolom	1	Rp	1,310,000
14	Pemasangan bekisting balok bordes, bordes, tangga	2	Rp	2,620,000
15	Pemasangan besi balok	3	Rp	4,159,908
16	Pemasangan besi kolom	2	Rp	3,120,000
17	Pemasangan besi balok bordes, bordes, tangga	3	Rp	4,680,000
18	Pemasangan besi overtopping	1	Rp	1,090,000
19	Pengecoran kolom	4	Rp	37,753,332
20	Pengecoran balok bordes, bordes, tangga	2	Rp	10,050,581
21	Pemasangan plat half slab precast	1	Rp	111,963,305
22	Pengecoran overtopping dan balok	1	Rp	44,306,166
23	Pembongkaran dan reparasi bekisting balok bordes, tangga, bordes	1	Rp	1,310,000
24	Pembongkaran dan reparasi bekisting kolom	1	Rp	1,310,000
25	Pembongkaran dan reparasi bekisting balok	3	Rp	3,930,000
VIII	**Pekerjaan Lantai 5**			
1	Fabrikasi bekisting kolom	2	Rp	24,021,491
2	Fabrikasi bekisting balok	3	Rp	50,059,120
3	Fabrikasi beksiting Balok bordes	1	Rp	1,960,858
4	Fabrikasi beksiting bordes	1	Rp	2,045,693
5	Fabrikasi beksiting tangga	1	Rp	7,470,370
6	Fabrikasi pembesian kolom	2	Rp	149,308,320
7	Fabrikasi pembesian balok	2	Rp	55,975,467
8	Fabrikasi pembesian balok bordes	1	Rp	4,272,911
9	Fabrikasi pembesian bordes	1	Rp	14,750,363
10	Fabrikasi pembesian tangga	1	Rp	25,983,420
11	Fabrikasi pembesian overtopping	1	Rp	25,983,420
12	Pemasangan bekisting balok	1	Rp	1,777,047
13	pemasangan bekisting kolom	1	Rp	1,310,000
14	Pemasangan bekisting balok bordes, bordes, tangga	2	Rp	2,620,000
15	Pemasangan besi balok	3	Rp	4,208,567
16	Pemasangan besi kolom	2	Rp	3,120,000
17	Pemasangan besi balok bordes, bordes, tangga	3	Rp	4,680,000
18	Pemasangan besi overtopping	1	Rp	1,090,000
19	Pengecoran kolom	4	Rp	37,753,332
20	Pengecoran balok bordes, bordes, tangga	2	Rp	10,050,581
21	Pemasangan plat half slab precast	1	Rp	111,963,305
22	Pengecoran overtopping dan balok	1	Rp	44,306,166
23	Pembongkaran dan reparasi bekisting balok bordes, tangga, bordes	1	Rp	1,310,000
24	Pembongkaran dan reparasi bekisting kolom	1	Rp	1,310,000
25	Pembongkaran dan reparasi bekisting balok	3	Rp	3,930,000

IX	**Pekerjaan Lantai 6**			
1	Fabrikasi bekisting kolom	2	Rp	24,021,491
2	Fabrikasi bekisting balok	3	Rp	50,059,120
3	Fabrikasi beksiting Balok bordes	1	Rp	1,960,858
4	Fabrikasi beksiting bordes	1	Rp	2,045,693
5	Fabrikasi beksiting tangga	1	Rp	7,470,370
6	Fabrikasi pembesian kolom	2	Rp	149,308,320
7	Fabrikasi pembesian balok	2	Rp	55,975,467
8	Fabrikasi pembesian balok bordes	1	Rp	4,272,911
9	Fabrikasi pembesian bordes	1	Rp	14,750,363
10	Fabrikasi pembesian tangga	1	Rp	25,983,420
11	Fabrikasi pembesian overtopping	1	Rp	25,983,420
12	Pemasangan bekisting balok	1	Rp	1,777,047
13	pemasangan bekisting kolom	1	Rp	1,310,000
14	Pemasangan bekisting balok bordes, bordes, tangga	2	Rp	2,620,000
15	Pemasangan besi balok	4	Rp	6,240,000
16	Pemasangan besi kolom	3	Rp	4,236,517
17	Pemasangan besi balok bordes, bordes, tangga	3	Rp	4,680,000
18	Pemasangan besi overtopping	3	Rp	3,270,000
19	Pengecoran kolom	4	Rp	37,753,332
20	Pengecoran balok bordes, bordes, tangga	2	Rp	10,050,581
21	Pemasangan plat half slab precast	1	Rp	111,963,305
22	Pengecoran overtopping dan balok	1	Rp	44,306,166
23	Pembongkaran dan reparasi bekisting balok bordes, tangga, bordes	1	Rp	1,310,000
24	Pembongkaran dan reparasi bekisting kolom	1	Rp	1,310,000
25	Pembongkaran dan reparasi bekisting balok	3	Rp	3,930,000
X	**Pekerjaan Lantai 7**			
1	Fabrikasi bekisting kolom	2	Rp	24,021,491
2	Fabrikasi bekisting balok	4	Rp	68,200,447
3	Fabrikasi beksiting Balok bordes	1	Rp	1,960,858
4	Fabrikasi beksiting bordes	1	Rp	2,045,693
5	Fabrikasi beksiting tangga	1	Rp	7,470,370
6	Fabrikasi pembesian kolom	2	Rp	149,308,320
7	Fabrikasi pembesian balok	3	Rp	59,422,106
8	Fabrikasi pembesian balok bordes	1	Rp	4,272,911
9	Fabrikasi pembesian bordes	1	Rp	14,750,363
10	Fabrikasi pembesian tangga	1	Rp	25,983,420
11	Fabrikasi pembesian overtopping	1	Rp	25,983,420
12	Pemasangan bekisting balok	1	Rp	2,261,924
13	pemasangan bekisting kolom	1	Rp	1,310,000
14	Pemasangan bekisting balok bordes, bordes, tangga	2	Rp	2,620,000
15	Pemasangan besi balok	4	Rp	6,198,073
16	Pemasangan besi kolom	2	Rp	3,120,000
17	Pemasangan besi balok bordes, bordes, tangga	3	Rp	4,680,000

18	Pemasangan besi overtopping	1	Rp	1,090,000
19	Pengecoran kolom	4	Rp	37,753,332
20	Pengecoran balok bordes, bordes, tangga	2	Rp	10,050,581
21	Pemasangan plat half slab precast	1	Rp	111,963,305
22	Pengecoran overtopping dan balok	1	Rp	54,983,976
23	Pembongkaran dan reparasi bekisting balok bordes, tangga, bordes	1	Rp	1,310,000
24	Pembongkaran dan reparasi bekisting kolom	1	Rp	1,310,000
25	Pembongkaran dan reparasi bekisting balok	3	Rp	3,930,000
XI	**Pekerjaan Lantai 8**			
1	Fabrikasi bekisting kolom	1	Rp	9,865,267
2	Fabrikasi bekisting balok	4	Rp	68,097,979
3	Fabrikasi beksiting Balok bordes	1	Rp	1,960,858
4	Fabrikasi beksiting bordes	1	Rp	2,045,693
5	Fabrikasi beksiting tangga	1	Rp	7,470,370
6	Fabrikasi pembesian kolom	1	Rp	58,420,848
7	Fabrikasi pembesian balok	3	Rp	59,301,847
8	Fabrikasi pembesian balok bordes	1	Rp	4,272,911
9	Fabrikasi pembesian bordes	1	Rp	14,750,363
10	Fabrikasi pembesian tangga	1	Rp	25,983,420
11	Fabrikasi pembesian overtopping	1	Rp	25,983,420
12	Pemasangan bekisting balok	1	Rp	2,258,931
13	pemasangan bekisting kolom	1	Rp	1,310,000
14	Pemasangan bekisting balok bordes, bordes, tangga	2	Rp	2,620,000
15	Pemasangan besi balok	4	Rp	6,240,000
16	Pemasangan besi kolom	1	Rp	54,953,976
17	Pemasangan besi balok bordes, bordes, tangga	3	Rp	4,680,000
18	Pemasangan besi overtopping	1	Rp	1,090,000
19	Pengecoran kolom	2	Rp	14,678,186
20	Pengecoran balok bordes, bordes, tangga	2	Rp	10,050,581
21	Pemasangan plat half slab precast	1	Rp	111,963,305
22	Pengecoran overtopping dan balok	1	Rp	54,893,886
23	Pembongkaran dan reparasi bekisting balok bordes, tangga, bordes	1	Rp	1,310,000
24	Pembongkaran dan reparasi bekisting kolom	1	Rp	1,310,000
25	Pembongkaran dan reparasi bekisting balok	3	Rp	3,930,000
XII	**Pekerjaan Lantai Atap**			
1	Fabrikasi bekisting balok	1	Rp	13,841,106
2	Fabrikasi pembesian balok	1	Rp	70,711,402
3	Fabrikasi pembesian overtopping	1	Rp	11,822,285
4	Pemasangan bekisting balok	1	Rp	1,760,000
5	Pemasangan besi balok	1	Rp	1,560,000
6	Pemasangan besi overtopping	1	Rp	1,560,000
7	Pemasangan plat half slab precast	1	Rp	60,518,525
8	Pengecoran balok dan overtopping	1	Rp	14,110,508

9	Pembongkaran dan reparasi bekisting balok	1	Rp	1,310,000
10	Pembongkaran dan reparasi bekisting balok bordes, tangga, bordes	1	Rp	1,310,000
XIII	Sewa Tower Crane	265	Rp	1,166,000,000
			Rp	**10,240,370,914**
	PPN 15%		Rp	1,536,055,637,16
	Total Biaya		**Rp**	**11,776,426,551,58**

REKAPITULASI WAKTU DAN BIAYA METODE KONVENSIONAL

No	Pekerjaan	Durasi	Biaya	
I	**Pekerjaan Persiapan**			
1	Pemasangan Bouwplank	7	Rp	11,229,477
2	Pagar pengaman proyek	14	Rp	21,630,000
II	**Pekerjaan Tanah**			
1	Galian dan pembuangan tanah menggunakan alat berat	25	Rp	78,485,000
2	Dewatering	42		
III	**Pekerjaan Basement**			
1	Pemancangan bor pile	36	Rp	585,803,650
2	Tiang pancang injection pile + preboring dia 60cm kedalaman 12m fc' 42 mpa	6	Rp	366,234,402
3	Pemotongan / kupasan tiang pancang	11	Rp	28,490,000
4	Fabrikasi bekisting retaining wall	4	Rp	77,808,914
5	Fabrikasi bekisting raft foundation	2	Rp	29,921,264
6	Fabrikasi bekisting kolom	2	Rp	25,616,271
7	Fabrikasi beksiting Balok bordes	1	Rp	2,441,591
8	Fabrikasi beksiting bordes	1	Rp	2,624,496
9	Fabrikasi beksiting tangga	1	Rp	13,994,173
10	Fabrikasi pembesian retaining wall	3	Rp	81,279,894
11	Fabrikasi pembesian raft foundation	2	Rp	1,304,487,232
12	Fabrikasi pembesian kolom	2	Rp	161,345,497
13	Fabrikasi pembesian balok bordes	1	Rp	51,566,478
14	Fabrikasi pembesian bordes	1	Rp	3,862,647
15	Fabrikasi pembesian tangga	1	Rp	36,731,283
16	Pemasangan bekisting retaining wall	2	Rp	2,308,727
17	Pemasangan bekisting raft foundation	1	Rp	1,310,000
18	Pemasangan bekisting kolom	1	Rp	1,310,000
19	Pemasangan bekisting balok bordes, bordes, tangga	2	Rp	2,620,000
20	Pemasangan besi retaining wall	2	Rp	1,930,000
21	Pemasangan besi raft foundation	3	Rp	2,895,000
22	Pemasangan besi kolom	3	Rp	2,895,000
23	Pemasangan besi balok bordes, bordes, tangga	3	Rp	2,895,000
24	Pengecoran retaining wall	1	Rp	61,567,632
25	Pengecoran raft foundation	2	Rp	448,988,789
26	Pengecoran kolom	4	Rp	41,185,332
27	Pengecoran balok bordes, bordes, tangga	2	Rp	10,050,581
28	Pembongkaran dan reparasi bekisting balok bordes, tangga, bordes	1	Rp	1,310,000
29	Pembongkaran dan reparasi bekisting kolom	2	Rp	2,620,000
IV	**Pekerjaan Lantai 1**			
1	Fabrikasi bekisting kolom	2	Rp	13,438,208

2	Fabrikasi bekisting balok	3	Rp	28,866,354
3	Fabrikasi beksiting Balok bordes	1	Rp	1,960,858
4	Fabrikasi beksiting bordes	1	Rp	2,045,693
5	Fabrikasi beksiting tangga	1	Rp	7,470,370
6	Fabrikasi bekisting pelat	5	Rp	52,700,952
7	Fabrikasi pembesian kolom	2	Rp	163,214,271
8	Fabrikasi pembesian balok	2	Rp	275,361,123
9	Fabrikasi pembesian balok bordes	1	Rp	51,566,478
10	Fabrikasi pembesian bordes	1	Rp	3,862,647
11	Fabrikasi pembesian tangga	1	Rp	36,731,283
12	Fabrikasi pembesian pelat	1	Rp	44,365,641
13	Pemasangan bekisting balok dan pelat	4	Rp	5,240,000
14	Pemasangan bekisting kolom	1	Rp	1,310,000
15	Pemasangan bekisting balok bordes, bordes, tangga	2	Rp	2,620,000
16	Pemasangan besi balok	4	Rp	3,860,000
17	Pemasangan besi kolom	3	Rp	2,895,000
18	Pemasangan besi balok bordes, bordes, tangga	3	Rp	2,895,000
19	Pemasangan besi pelat	1	Rp	1,090,000
20	Pengecoran kolom	4	Rp	41,414,132
21	Pengecoran balok bordes, bordes, tangga	2	Rp	10,050,581
22	Pemasangan plat half slab precast	0	Rp	-
23	Pengecoran pelat dan balok	2	Rp	90,213,139
24	Pembongkaran dan reparasi bekisting balok bordes, tangga, bordes	1	Rp	1,310,000
25	Pembongkaran dan reparasi bekisting kolom	2	Rp	2,620,000
26	Pembongkaran dan reparasi bekisting balok	3	Rp	3,930,000
V	**Pekerjaan Lantai 2**			
1	Fabrikasi bekisting kolom	2	Rp	12,483,907
2	Fabrikasi bekisting balok	4	Rp	35,399,437
3	Fabrikasi beksiting Balok bordes	1	Rp	1,960,858
4	Fabrikasi beksiting bordes	1	Rp	2,045,693
5	Fabrikasi beksiting tangga	1	Rp	7,470,370
6	Fabrikasi bekisting pelat	5	Rp	52,700,952
7	Fabrikasi pembesian kolom	2	Rp	147,378,320
8	Fabrikasi pembesian balok	3	Rp	354,913,427
9	Fabrikasi pembesian balok bordes	1	Rp	51,566,478
10	Fabrikasi pembesian bordes	1	Rp	3,862,647
11	Fabrikasi pembesian tangga	1	Rp	36,731,283
12	Fabrikasi pembesian pelat	1	Rp	44,365,641
13	Pemasangan bekisting balok dan pelat	4	Rp	5,240,000
14	Pemasangan bekisting kolom	1	Rp	1,310,000
15	Pemasangan bekisting balok bordes, bordes, tangga	2	Rp	2,620,000
16	Pemasangan besi balok	4	Rp	3,940,602
17	Pemasangan besi kolom	2	Rp	1,930,000
18	Pemasangan besi balok bordes, bordes, tangga	3	Rp	2,895,000

19	Pemasangan besi pelat	1	Rp	1,090,000
20	Pengecoran kolom	4	Rp	37,753,332
21	Pengecoran balok bordes, bordes, tangga	2	Rp	10,050,581
22	Pemasangan plat half slab precast	0	Rp	-
23	Pengecoran pelat dan balok	2	Rp	101,702,181
24	Pembongkaran dan reparasi bekisting balok bordes, tangga, bordes	2	Rp	2,620,000
25	Pembongkaran dan reparasi bekisting kolom	2	Rp	2,620,000
26	Pembongkaran dan reparasi bekisting balok	3	Rp	3,930,000
VI	**Pekerjaan Lantai 3**			
1	Fabrikasi bekisting kolom	2	Rp	12,483,907
2	Fabrikasi bekisting balok	4	Rp	34,946,428
3	Fabrikasi beksiting Balok bordes	1	Rp	1,960,858
4	Fabrikasi beksiting bordes	1	Rp	2,045,693
5	Fabrikasi beksiting tangga	1	Rp	7,470,370
6	Fabrikasi bekisting pelat	3	Rp	44,949,362
7	Fabrikasi pembesian kolom	2	Rp	147,378,320
8	Fabrikasi pembesian balok	3	Rp	310,967,861
9	Fabrikasi pembesian balok bordes	1	Rp	51,566,478
10	Fabrikasi pembesian bordes	1	Rp	3,862,647
11	Fabrikasi pembesian tangga	1	Rp	36,731,283
12	Fabrikasi pembesian pelat	1	Rp	41,595,449
13	Pemasangan bekisting balok dan pelat	3	Rp	3,930,000
14	Pemasangan bekisting kolom	1	Rp	1,310,000
15	Pemasangan bekisting balok bordes, bordes, tangga	2	Rp	2,620,000
16	Pemasangan besi balok	4	Rp	3,761,689
17	Pemasangan besi kolom	2	Rp	1,930,000
18	Pemasangan besi balok bordes, bordes, tangga	3	Rp	2,895,000
19	Pemasangan besi pelat	1	Rp	1,090,000
20	Pengecoran kolom	4	Rp	37,753,332
21	Pengecoran balok bordes, bordes, tangga	2	Rp	10,050,581
22	Pemasangan plat half slab precast	0	Rp	-
23	Pengecoran pelat dan balok	2	Rp	90,831,242
24	Pembongkaran dan reparasi bekisting balok bordes, tangga, bordes	2	Rp	2,620,000
25	Pembongkaran dan reparasi bekisting kolom	1	Rp	1,310,000
26	Pembongkaran dan reparasi bekisting balok	4	Rp	5,240,000
VII	**Pekerjaan Lantai 4**			
1	Fabrikasi bekisting kolom	2	Rp	12,483,907
2	Fabrikasi bekisting balok	3	Rp	32,706,110
3	Fabrikasi beksiting Balok bordes	1	Rp	1,960,858
4	Fabrikasi beksiting bordes	1	Rp	2,045,693
5	Fabrikasi beksiting tangga	1	Rp	7,470,370
6	Fabrikasi bekisting pelat	3	Rp	44,949,362
7	Fabrikasi pembesian kolom	2	Rp	147,378,320

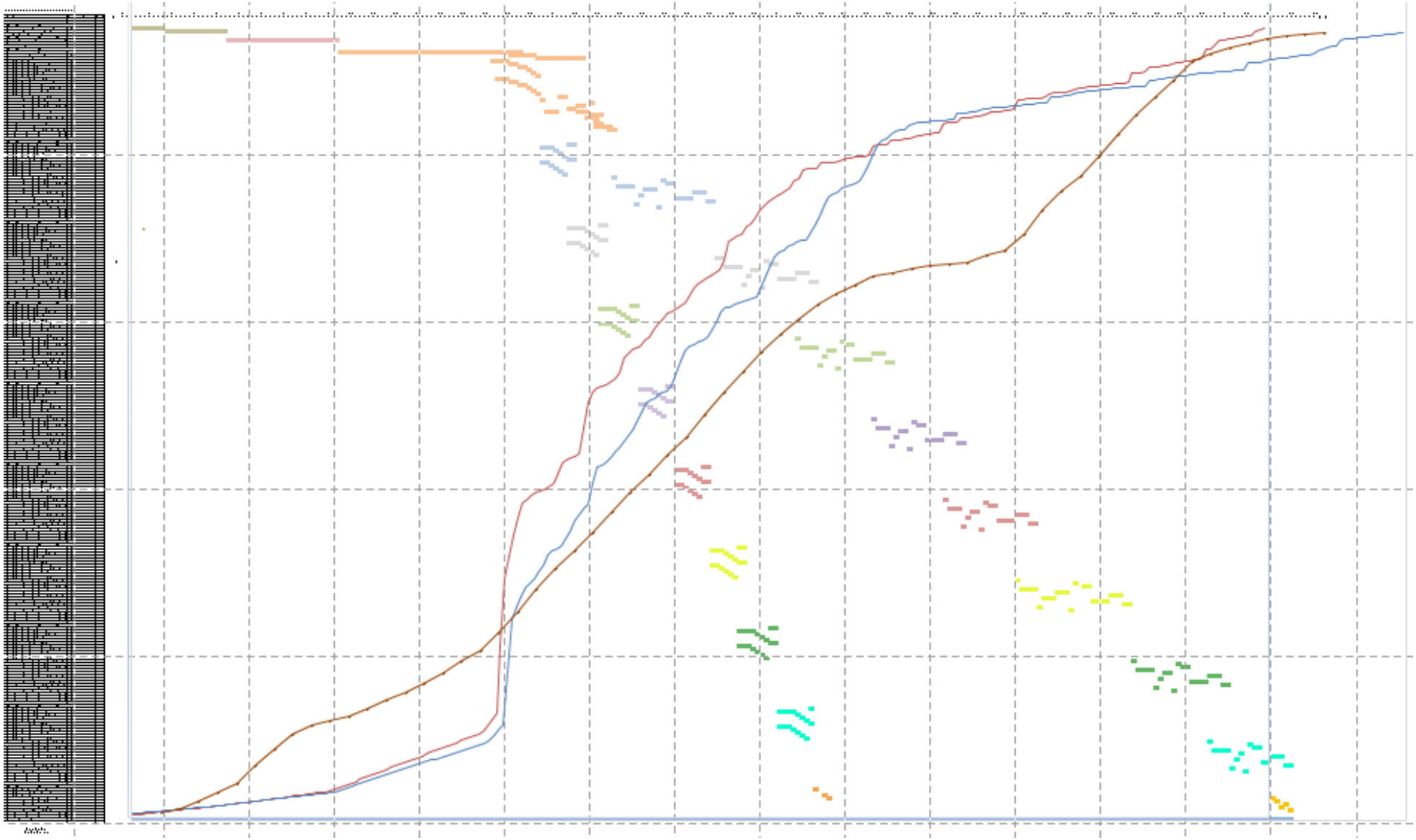
8	Fabrikasi pembesian balok	2	Rp	237,703,389
9	Fabrikasi pembesian balok bordes	1	Rp	51,566,478
10	Fabrikasi pembesian bordes	1	Rp	3,862,647
11	Fabrikasi pembesian tangga	1	Rp	36,731,283
12	Fabrikasi pembesian pelat	1	Rp	41,595,449
13	Pemasangan bekisting balok dan pelat	3	Rp	3,930,000
14	Pemasangan bekisting kolom	1	Rp	1,310,000
15	Pemasangan bekisting balok bordes, bordes, tangga	2	Rp	2,620,000
16	Pemasangan besi balok	3	Rp	2,573,277
17	Pemasangan besi kolom	2	Rp	1,930,000
18	Pemasangan besi balok bordes, bordes, tangga	3	Rp	2,895,000
19	Pemasangan besi pelat	1	Rp	1,090,000
20	Pengecoran kolom	4	Rp	37,753,332
21	Pengecoran balok bordes, bordes, tangga	2	Rp	10,050,581
22	Pemasangan plat half slab precast	0	Rp	-
23	Pengecoran pelat dan balok	1	Rp	78,563,432
24	Pembongkaran dan reparasi bekisting balok bordes, tangga, bordes	2	Rp	2,620,000
25	Pembongkaran dan reparasi bekisting kolom	1	Rp	1,310,000
26	Pembongkaran dan reparasi bekisting balok	3	Rp	3,930,000
VIII	**Pekerjaan Lantai 5**			
1	Fabrikasi bekisting kolom	2	Rp	24,021,491
2	Fabrikasi bekisting balok	3	Rp	50,059,120
3	Fabrikasi beksiting Balok bordes	1	Rp	1,960,858
4	Fabrikasi beksiting bordes	1	Rp	2,045,693
5	Fabrikasi beksiting tangga	1	Rp	7,470,370
6	Fabrikasi bekisting pelat	3	Rp	44,949,362
7	Fabrikasi pembesian kolom	2	Rp	147,378,320
8	Fabrikasi pembesian balok	2	Rp	240,121,503
9	Fabrikasi pembesian balok bordes	1	Rp	51,566,478
10	Fabrikasi pembesian bordes	1	Rp	3,862,647
11	Fabrikasi pembesian tangga	1	Rp	36,731,283
12	Fabrikasi pembesian pelat	1	Rp	41,595,449
13	Pemasangan bekisting balok dan pelat	3	Rp	3,930,000
14	Pemasangan bekisting kolom	1	Rp	1,310,000
15	Pemasangan bekisting balok bordes, bordes, tangga	2	Rp	2,620,000
16	Pemasangan besi balok	3	Rp	2,603,376
17	Pemasangan besi kolom	2	Rp	1,930,000
18	Pemasangan besi balok bordes, bordes, tangga	3	Rp	2,895,000
19	Pemasangan besi pelat	1	Rp	1,090,000
20	Pengecoran kolom	4	Rp	37,753,332
21	Pengecoran balok bordes, bordes, tangga	2	Rp	10,050,581
22	Pemasangan plat half slab precast	0	Rp	-
23	Pengecoran pelat dan balok	1	Rp	78,563,432

24	Pembongkaran dan reparasi bekisting balok bordes, tangga, bordes	2	Rp	2,620,000
25	Pembongkaran dan reparasi bekisting kolom	1	Rp	1,310,000
26	Pembongkaran dan reparasi bekisting balok	3	Rp	3,930,000
IX	**Pekerjaan Lantai 6**			
1	Fabrikasi bekisting kolom	2	Rp	24,021,491
2	Fabrikasi bekisting balok	3	Rp	50,059,120
3	Fabrikasi beksiting Balok bordes	1	Rp	1,960,858
4	Fabrikasi beksiting bordes	1	Rp	2,045,693
5	Fabrikasi beksiting tangga	1	Rp	7,470,370
6	Fabrikasi bekisting pelat	3	Rp	44,949,362
7	Fabrikasi pembesian kolom	2	Rp	147,378,320
8	Fabrikasi pembesian balok	2	Rp	240,121,503
9	Fabrikasi pembesian balok bordes	1	Rp	51,566,478
10	Fabrikasi pembesian bordes	1	Rp	3,862,647
11	Fabrikasi pembesian tangga	1	Rp	36,731,283
12	Fabrikasi pembesian pelat	1	Rp	41,595,449
13	Pemasangan bekisting balok dan pelat	3	Rp	3,930,000
14	Pemasangan bekisting kolom	1	Rp	1,310,000
15	Pemasangan bekisting balok bordes, bordes, tangga	2	Rp	2,620,000
16	Pemasangan besi balok	4	Rp	3,860,000
17	Pemasangan besi kolom	3	Rp	2,620,666
18	Pemasangan besi balok bordes, bordes, tangga	3	Rp	2,895,000
19	Pemasangan besi pelat	1	Rp	1,090,000
20	Pengecoran kolom	4	Rp	37,753,332
21	Pengecoran balok bordes, bordes, tangga	2	Rp	10,050,581
22	Pemasangan plat half slab precast	0	Rp	-
23	Pengecoran pelat dan balok	1	Rp	78,563,432
24	Pembongkaran dan reparasi bekisting balok bordes, tangga, bordes	2	Rp	2,620,000
25	Pembongkaran dan reparasi bekisting kolom	1	Rp	1,310,000
26	Pembongkaran dan reparasi bekisting balok	3	Rp	3,930,000
X	**Pekerjaan Lantai 7**			
1	Fabrikasi bekisting kolom	2	Rp	24,021,491
2	Fabrikasi bekisting balok	4	Rp	68,200,447
3	Fabrikasi beksiting Balok bordes	1	Rp	1,960,858
4	Fabrikasi beksiting bordes	1	Rp	2,045,693
5	Fabrikasi beksiting tangga	1	Rp	7,470,370
6	Fabrikasi bekisting pelat	3	Rp	44,949,362
7	Fabrikasi pembesian kolom	2	Rp	147,378,320
8	Fabrikasi pembesian balok	3	Rp	310,919,743
9	Fabrikasi pembesian balok bordes	1	Rp	51,566,478
10	Fabrikasi pembesian bordes	1	Rp	3,862,647
11	Fabrikasi pembesian tangga	1	Rp	36,731,283
12	Fabrikasi pembesian pelat	1	Rp	41,595,449

13	Pemasangan bekisting balok dan pelat	3	Rp	3,930,000
14	Pemasangan bekisting kolom	1	Rp	1,310,000
15	Pemasangan bekisting balok bordes, bordes, tangga	2	Rp	2,620,000
16	Pemasangan besi balok	4	Rp	3,834,064
17	Pemasangan besi kolom	2	Rp	1,930,000
18	Pemasangan besi balok bordes, bordes, tangga	3	Rp	2,895,000
19	Pemasangan besi pelat	1	Rp	1,090,000
20	Pengecoran kolom	4	Rp	37,753,332
21	Pengecoran balok bordes, bordes, tangga	2	Rp	10,050,581
22	Pemasangan plat half slab precast	0	Rp	-
23	Pengecoran pelat dan balok	1	Rp	89,241,242
24	Pembongkaran dan reparasi bekisting balok bordes, tangga, bordes	2	Rp	2,620,000
25	Pembongkaran dan reparasi bekisting kolom	1	Rp	1,310,000
26	Pembongkaran dan reparasi bekisting balok	3	Rp	3,930,000
XI	**Pekerjaan Lantai 8**			
1	Fabrikasi bekisting kolom	1	Rp	9,865,267
2	Fabrikasi bekisting balok	4	Rp	68,097,979
3	Fabrikasi beksiting Balok bordes	1	Rp	1,960,858
4	Fabrikasi beksiting bordes	1	Rp	2,045,693
5	Fabrikasi beksiting tangga	1	Rp	7,470,370
6	Fabrikasi bekisting pelat	3	Rp	44,949,362
7	Fabrikasi pembesian kolom	1	Rp	57,455,848
8	Fabrikasi pembesian balok	3	Rp	310,191,184
9	Fabrikasi pembesian balok bordes	1	Rp	51,566,478
10	Fabrikasi pembesian bordes	1	Rp	3,862,647
11	Fabrikasi pembesian tangga	1	Rp	36,731,283
12	Fabrikasi pembesian pelat	1	Rp	41,595,449
13	Pemasangan bekisting balok dan pelat	3	Rp	3,930,000
14	Pemasangan bekisting kolom	1	Rp	1,310,000
15	Pemasangan bekisting balok bordes, bordes, tangga	2	Rp	2,620,000
16	Pemasangan besi balok	4	Rp	91,511,242
17	Pemasangan besi kolom	1	Rp	965,000
18	Pemasangan besi balok bordes, bordes, tangga	3	Rp	2,895,000
19	Pemasangan besi pelat	1	Rp	1,090,000
20	Pengecoran kolom	2	Rp	14,678,186
21	Pengecoran balok bordes, bordes, tangga	2	Rp	10,050,581
22	Pemasangan plat half slab precast	0	Rp	-
23	Pengecoran pelat dan balok	1	Rp	89,151,152
24	Pembongkaran dan reparasi bekisting balok bordes, tangga, bordes	2	Rp	2,620,000
25	Pembongkaran dan reparasi bekisting kolom	1	Rp	1,310,000
26	Pembongkaran dan reparasi bekisting balok	3	Rp	3,930,000

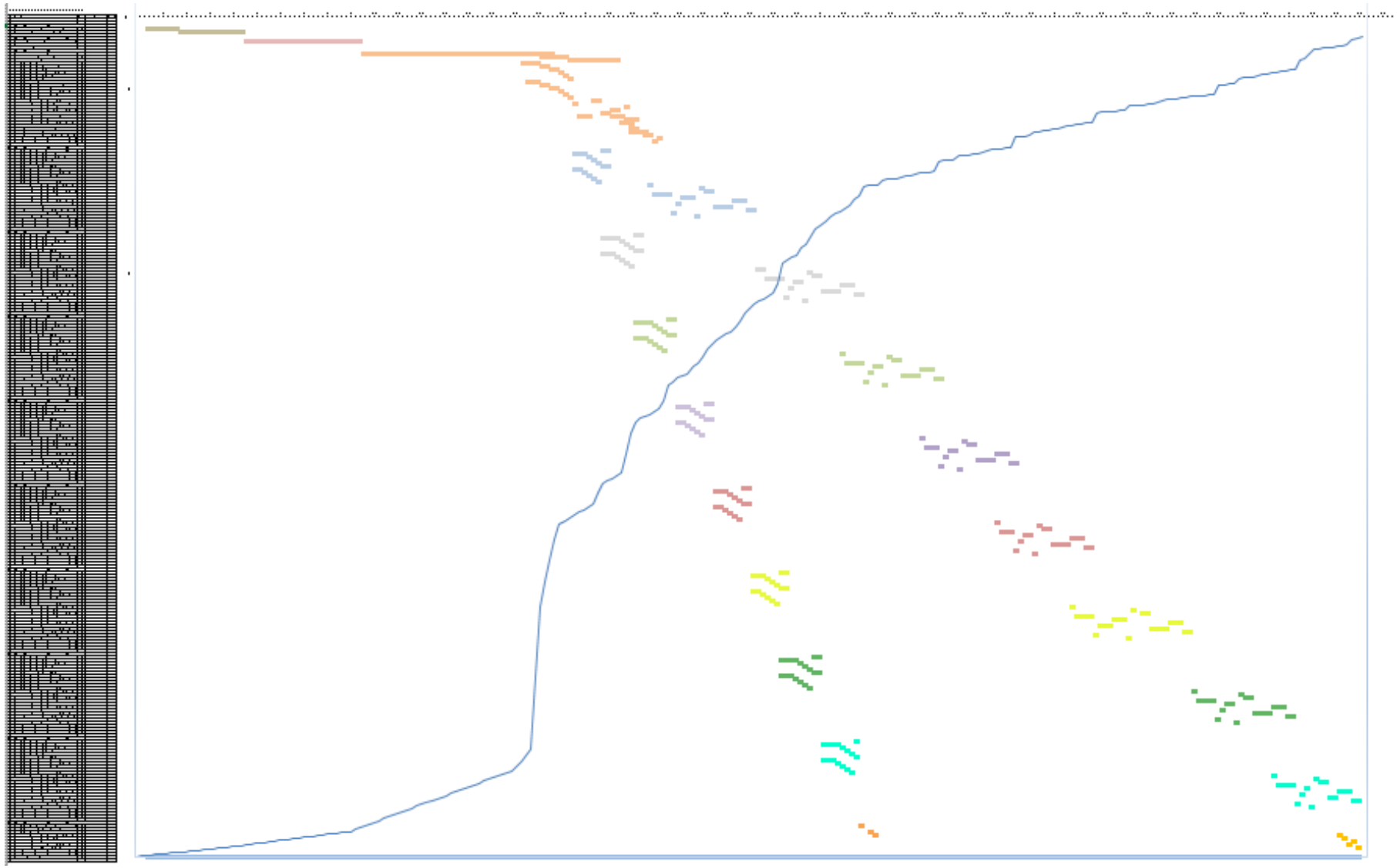
XII	**Pekerjaan Lantai Atap**			
1	Fabrikasi bekisting balok	1	Rp	13,841,106
2	Fabrikasi bekisting pelat	1	Rp	12,474,872
3	Fabrikasi pembesian balok	1	Rp	69,746,402
4	Fabrikasi pembesian pelat	1	Rp	12,509,690
5	Pemasangan bekisting balok dan pelat	1	Rp	1,310,000
6	Pemasangan besi balok	1	Rp	965,000
7	Pemasangan besi pelat	1	Rp	965,000
8	Pemasangan plat half slab precast	0		
9	Pengecoran pelat dan balok	1	Rp	1,590,000
10	Pembongkaran dan reparasi bekisting balok	1	Rp	1,310,000
11	Pembongkaran dan reparasi bekisting balok bordes, tangga, bordes	1	Rp	1,310,000
XIII	Sewa Tower Crane	290	Rp	1,276,000,000
			Rp	**11,643,156,649**
	PPN 15%		Rp	1,746,473,497,34
	Total Biaya		**Rp**	**13,389,630,146,27**

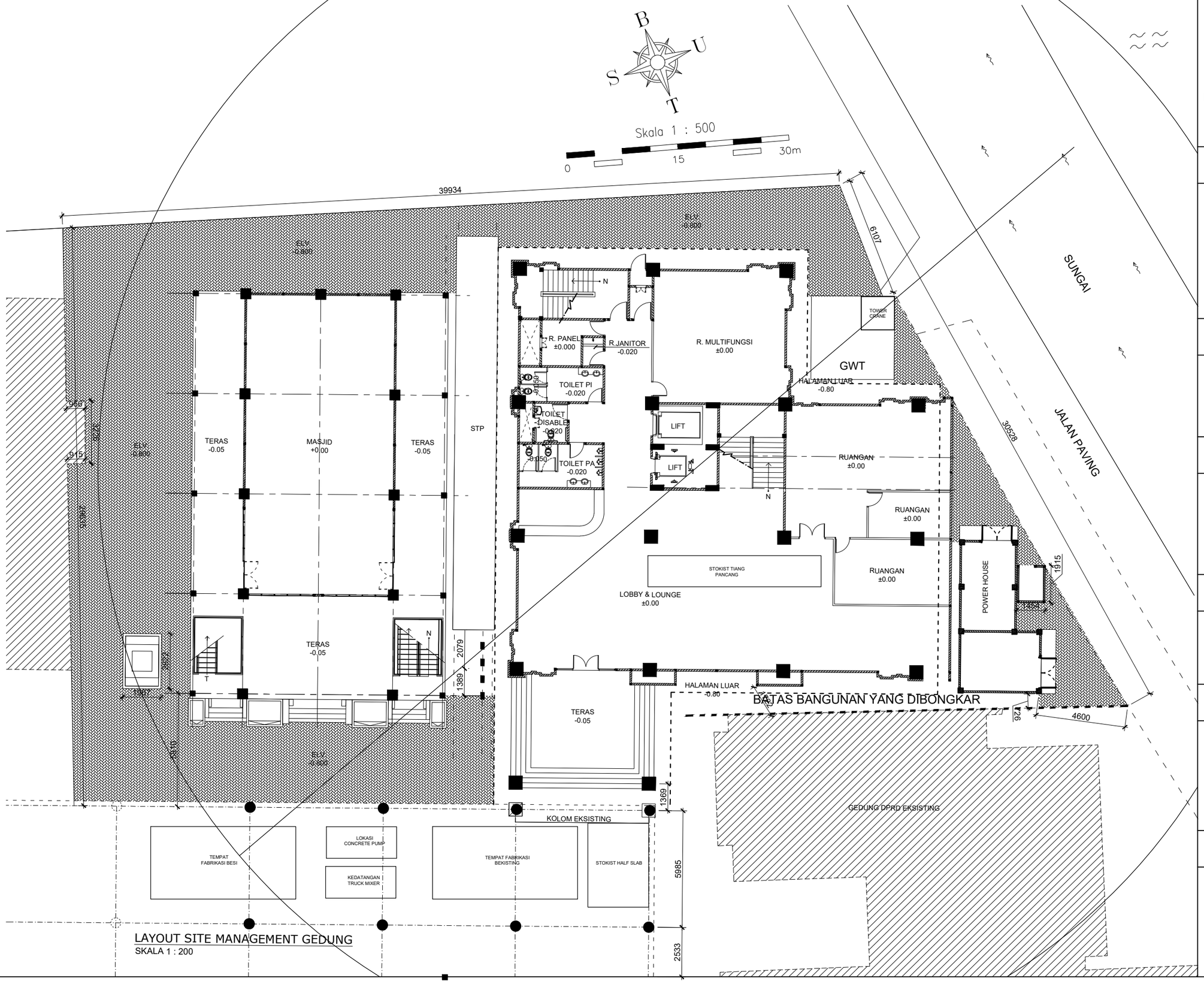
LAMPIRAN PERBANDINGAN KURVA S



Keterangan: = Kurva S Proyek = Kurva S Metode Konvensional = Kurva S Metode Precast

KURVA S METODE PRECAST





LAYOUT SITE MANAGEMENT GEDUNG
SKALA 1 : 200

DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

JUDUL PROYEK AKHIR

PERHITUNGAN WAKTU DAN RENCANA ANGGARAN BIAYA PELAKSANAAN PADA GEDUNG DPRD SURABAYA DENGAN METODE HALF SLAB

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Sukobar, ST. MT

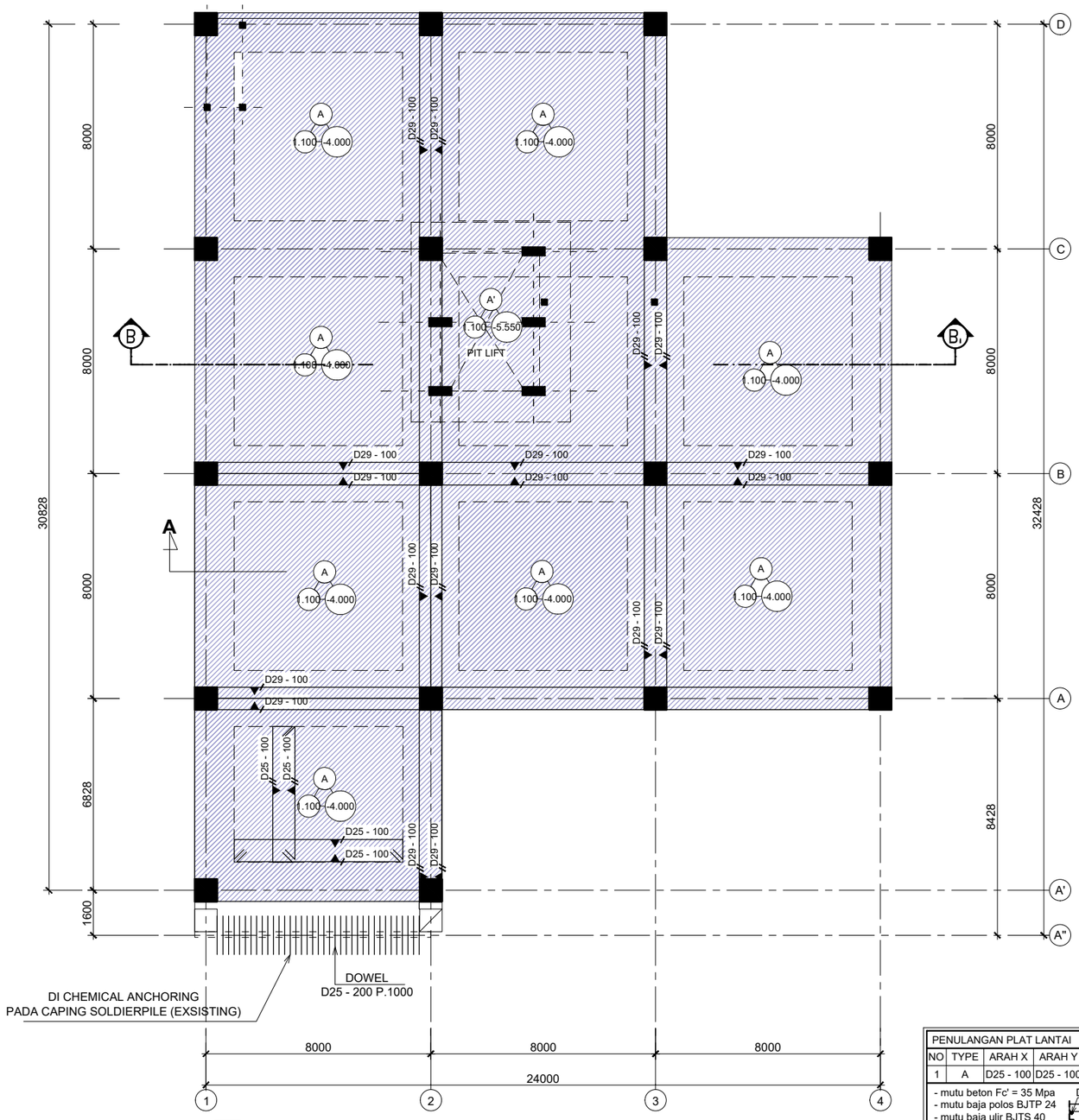
MAHASISWA

MAULIDIANA EKA FITRI
NRP. 10111910015035

JUDUL GAMBAR	SKALA
LAYOUT SITE MANAGEMENT GEDUNG	1 : 200

CATATAN

NOMOR	JUMLAH
01	13

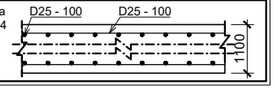


DENAH PEMASANGAN HALF SLAB PRECAST BASEMENT

1 : 150

PENULANGAN PLAT LANTAI						
NO	TYPE	ARAH X	ARAH Y	T. PLAT	ELV	KETERANGAN
1	A	D25 - 100	D25 - 100	1100 mm	-4.00	DUA ARAH

- mutu beton Fc' = 35 Mpa
- mutu baja polos BJTP 24
- mutu baja ulir BJTS 40
- selimut beton 50 mm



DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

JUDUL PROYEK AKHIR

PERHITUNGAN WAKTU DAN RENCANA ANGGARAN BIAYA PELAKSANAAN PADA GEDUNG DPRD SURABAYA DENGAN METODE HALF SLAB

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Sukobar, ST. MT

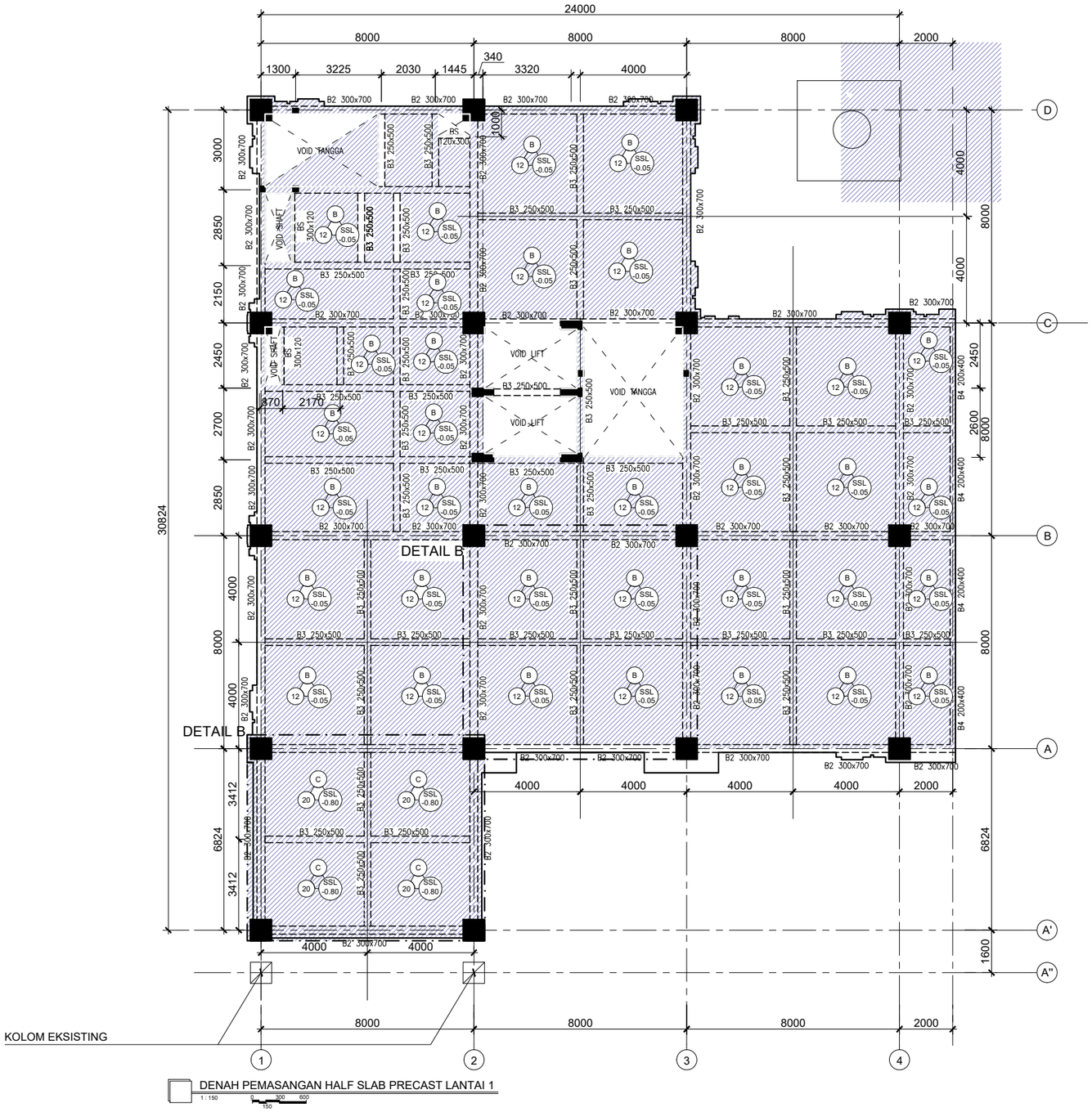
MAHASISWA

MAULIDIANA EKA FITRI
NRP. 10111910015035

JUDUL GAMBAR	SKALA
DENAH PEMASANGAN HALF SLAB PRECAST BASEMENT	1 : 150

CATATAN

NOMOR	JUMLAH
02	13



DENAH PEMASANGAN HALF SLAB PRECAST LANTAI 1

1 : 150

DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

JUDUL PROYEK AKHIR

PERHITUNGAN WAKTU DAN RENCANA ANGGARAN BIAYA PELAKSANAAN PADA GEDUNG DPRD SURABAYA DENGAN METODE HALF SLAB

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Sukobar, ST. MT

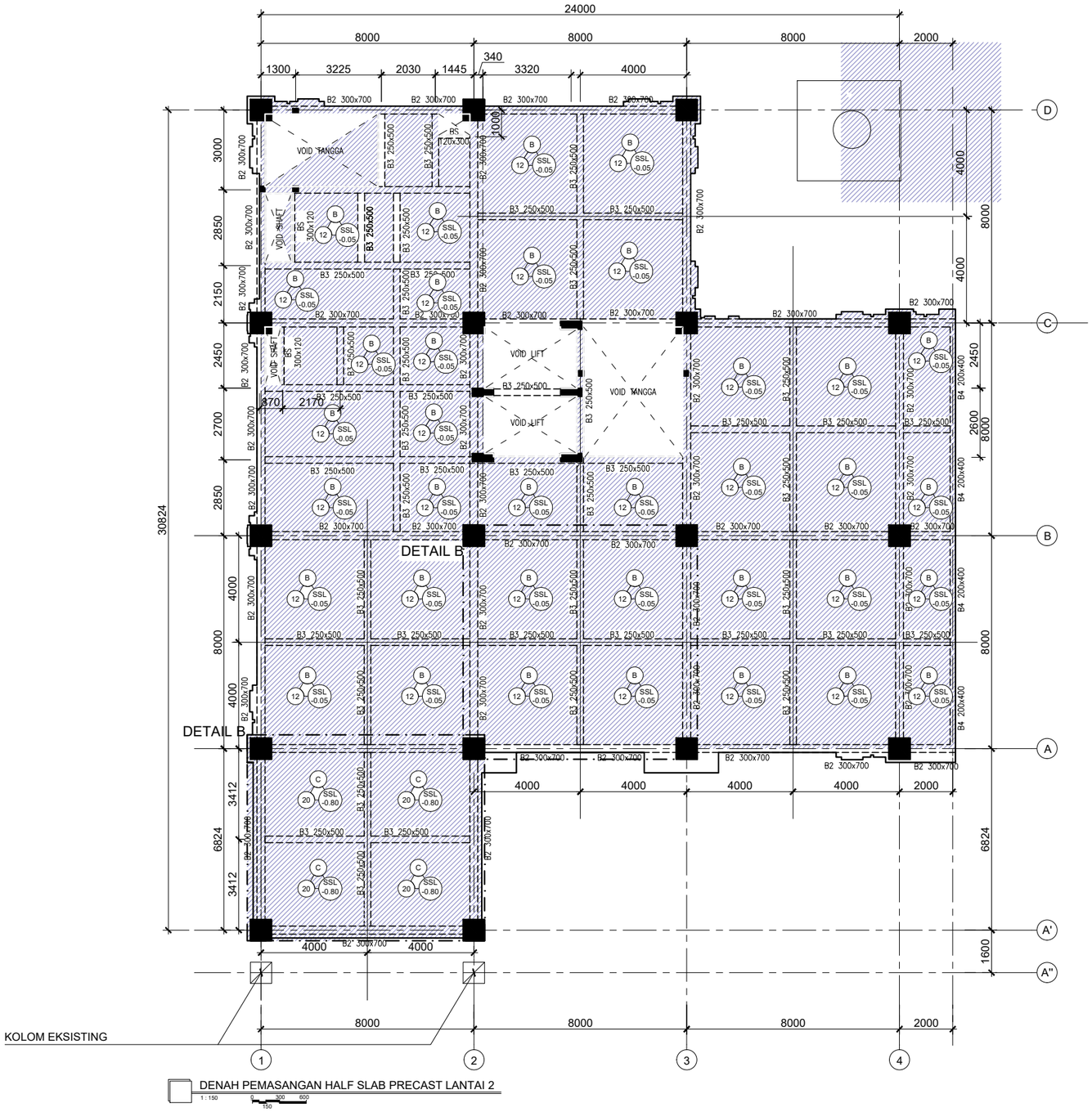
MAHASISWA

MAULIDIANA EKA FITRI
NRP. 10111910015035

JUDUL GAMBAR	SKALA
DENAH PEMASANGAN HALF SLAB PRECAST LANTAI 1	1 : 150

CATATAN

NOMOR	JUMLAH
03	13



DENAH PEMASANGAN HALF SLAB PRECAST LANTAI 2

1 : 150

DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

JUDUL PROYEK AKHIR

PERHITUNGAN WAKTU DAN RENCANA ANGGARAN BIAYA PELAKSANAAN PADA GEDUNG DPRD SURABAYA DENGAN METODE HALF SLAB

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Sukobar, ST. MT

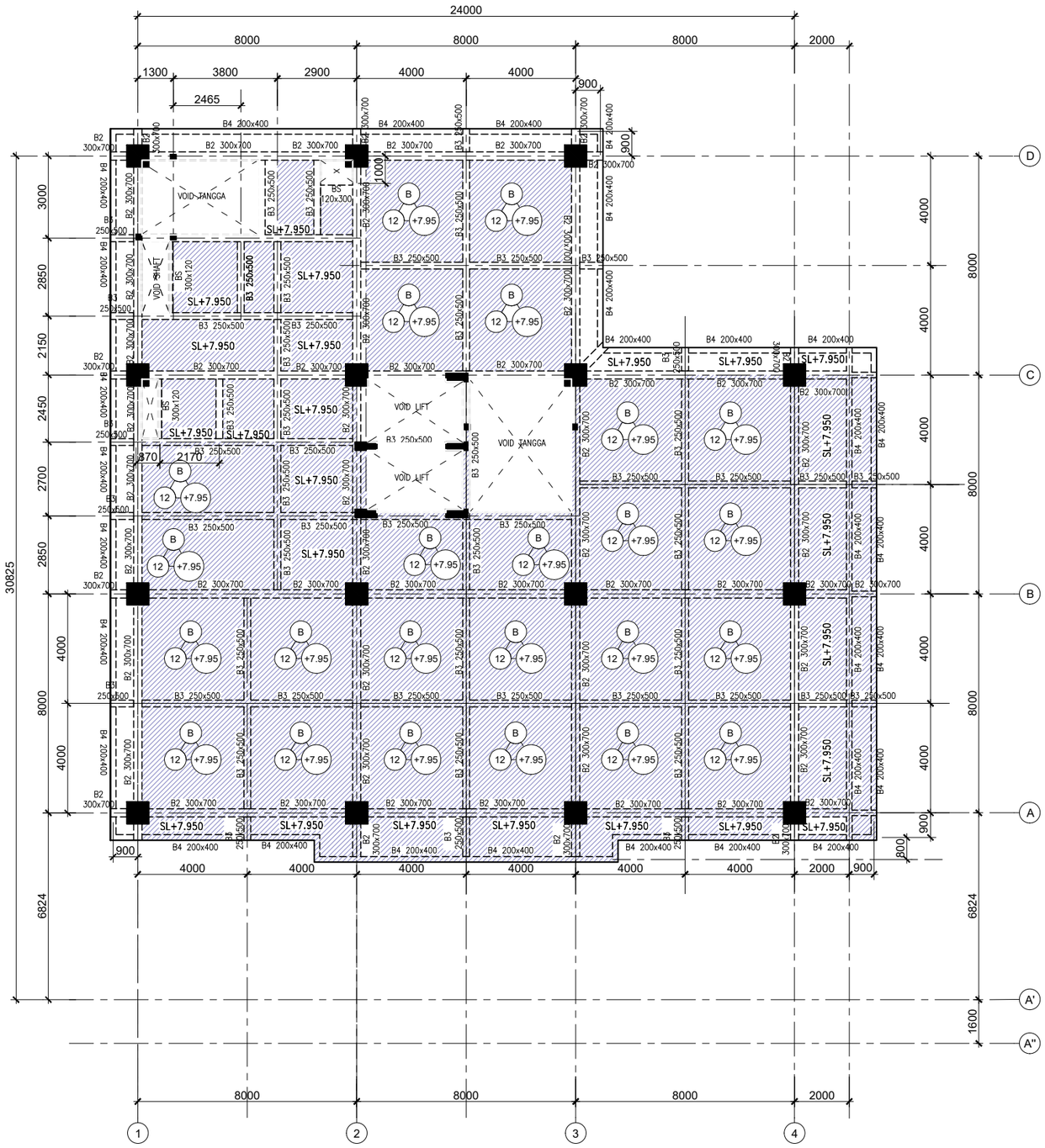
MAHASISWA

MAULIDIANA EKA FITRI
NRP. 10111910015035

JUDUL GAMBAR	SKALA
DENAH PEMASANGAN HALF SLAB PRECAST LANTAI 2	1 : 150

CATATAN

NOMOR	JUMLAH
04	13



DENAH PEMASANGAN HALF SLAB PRECAST LANTAI 3

1 : 150

DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

JUDUL PROYEK AKHIR

PERHITUNGAN WAKTU DAN RENCANA ANGGARAN BIAYA PELAKSANAAN PADA GEDUNG DPRD SURABAYA DENGAN METODE HALF SLAB

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Sukobar, ST. MT

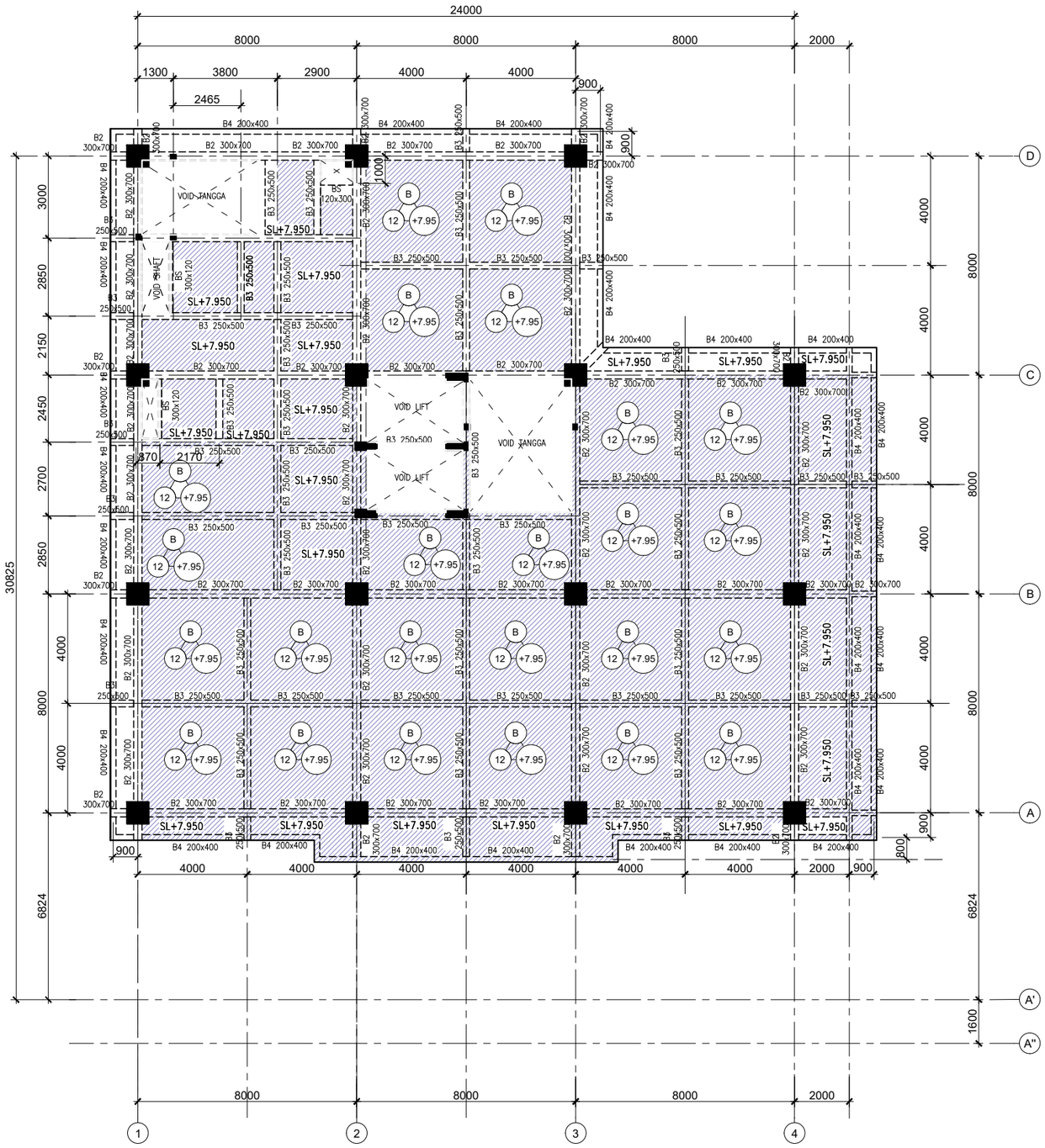
MAHASISWA

MAULIDIANA EKA FITRI
NRP. 10111910015035

JUDUL GAMBAR	SKALA
DENAH PEMASANGAN HALF SLAB PRECAST LANTAI 3	1 : 150

CATATAN

NOMOR	JUMLAH
05	13



DENAH PEMASANGAN HALF SLAB PRECAST LANTAI 4

1 : 150

DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

JUDUL PROYEK AKHIR

PERHITUNGAN WAKTU DAN RENCANA ANGGARAN BIAYA PELAKSANAAN PADA GEDUNG DPRD SURABAYA DENGAN METODE HALF SLAB

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Sukobar, ST. MT

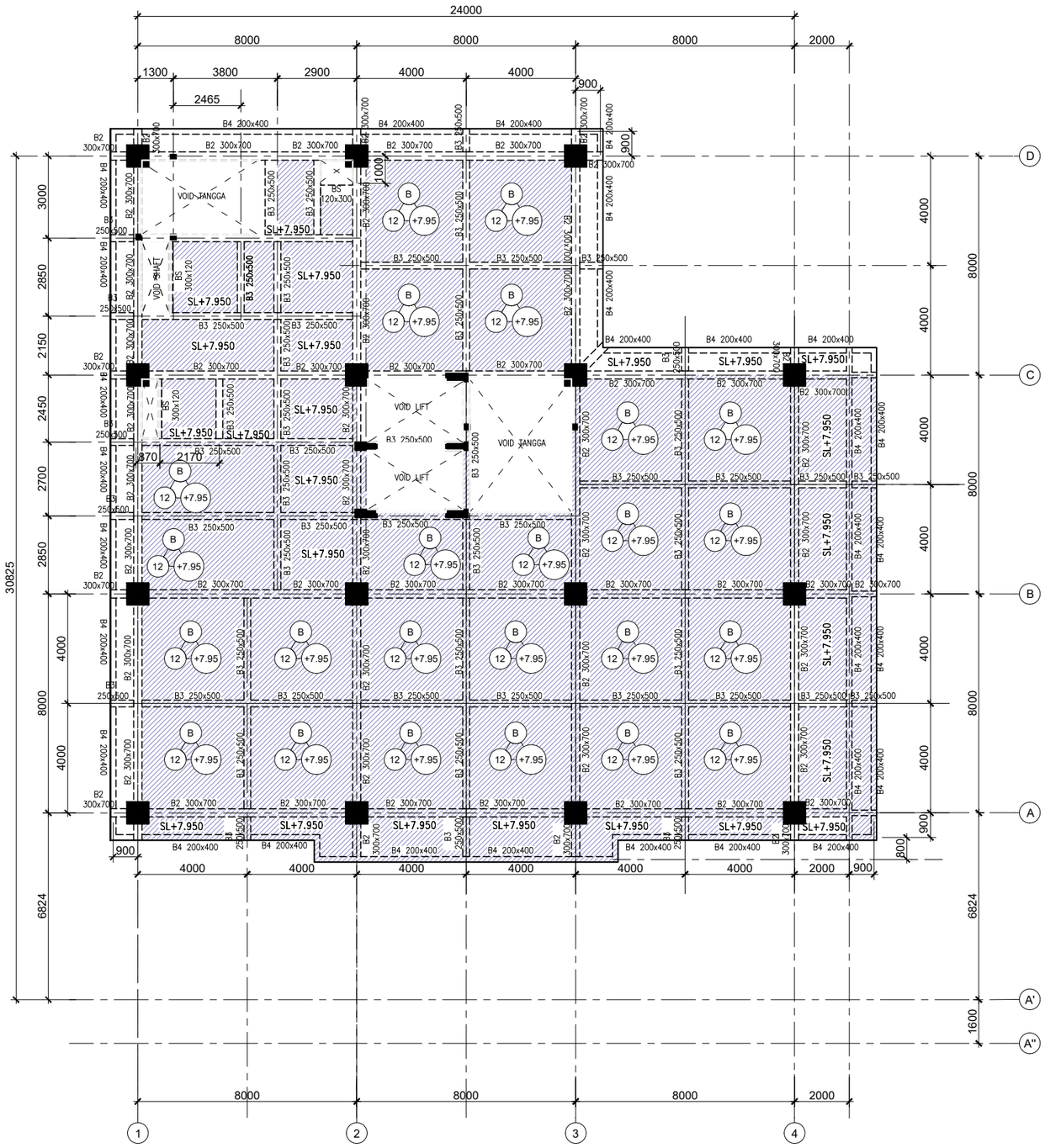
MAHASISWA

MAULIDIANA EKA FITRI
NRP. 10111910015035

JUDUL GAMBAR	SKALA
DENAH PEMASANGAN HALF SLAB PRECAST LANTAI 4	1 : 150

CATATAN

NOMOR	JUMLAH
06	13



DENAH PEMASANGAN HALF SLAB PRECAST LANTAI 5

1 : 150

DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

JUDUL PROYEK AKHIR

PERHITUNGAN WAKTU DAN RENCANA ANGGARAN BIAYA PELAKSANAAN PADA GEDUNG DPRD SURABAYA DENGAN METODE HALF SLAB

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Sukobar, ST. MT

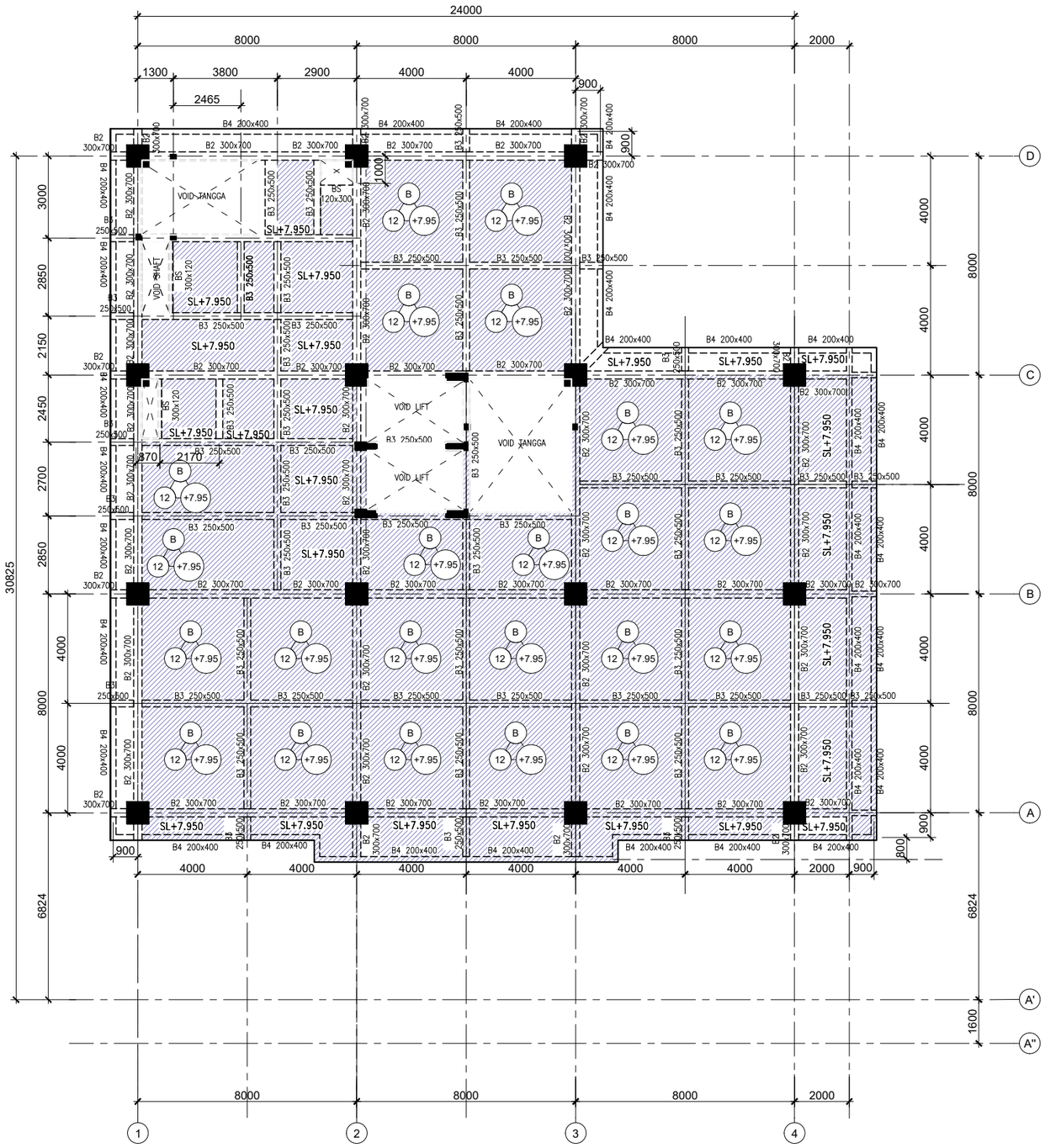
MAHASISWA

MAULIDIANA EKA FITRI
NRP. 10111910015035

JUDUL GAMBAR	SKALA
DENAH PEMASANGAN HALF SLAB PRECAST LANTAI 5	1 : 150

CATATAN

NOMOR	JUMLAH
07	13



DENAH PEMASANGAN HALF SLAB PRECAST LANTAI 6

1 : 150

DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

JUDUL PROYEK AKHIR

PERHITUNGAN WAKTU DAN RENCANA ANGGARAN BIAYA PELAKSANAAN PADA GEDUNG DPRD SURABAYA DENGAN METODE HALF SLAB

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Sukobar, ST. MT

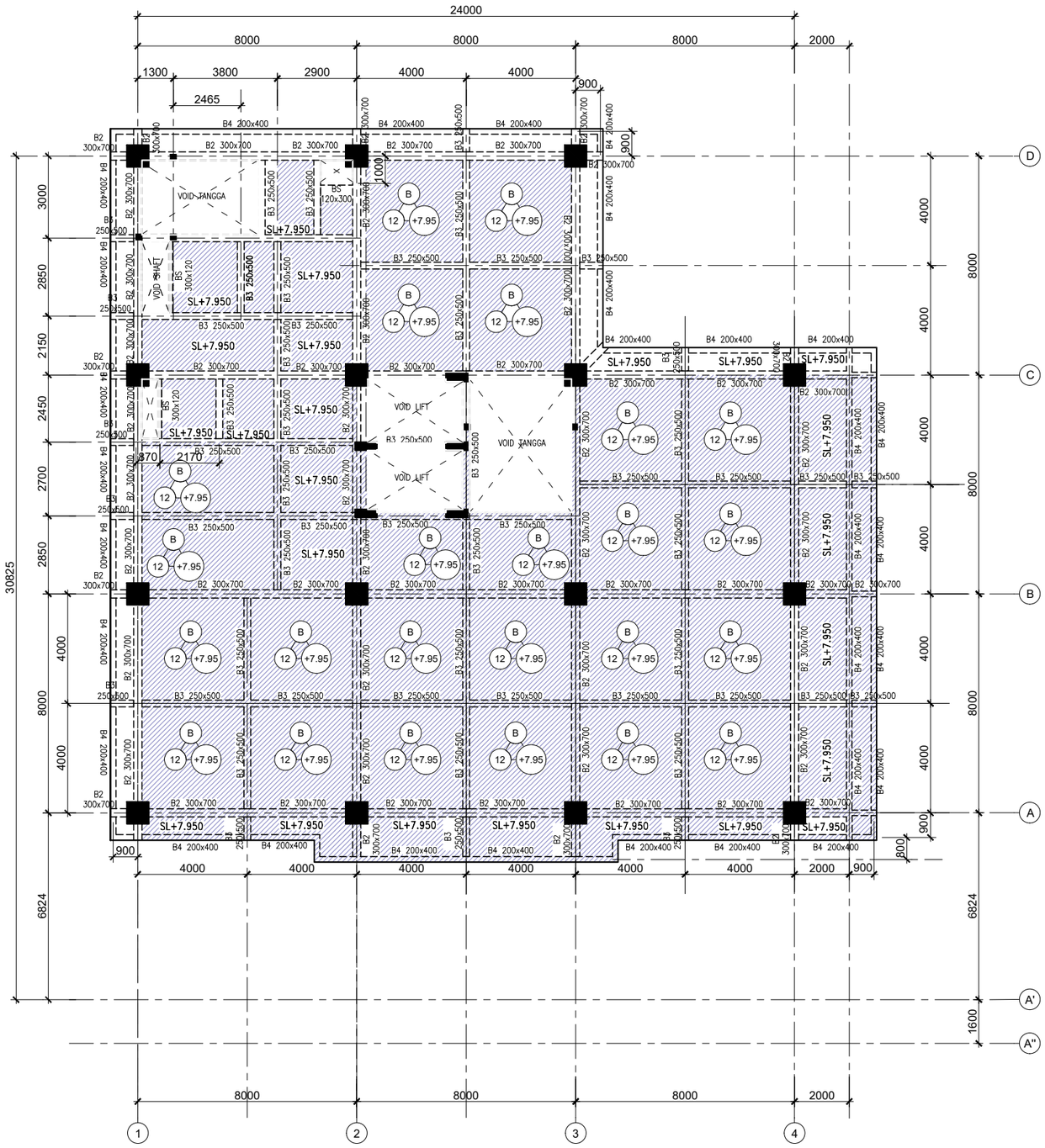
MAHASISWA

MAULIDIANA EKA FITRI
NRP. 10111910015035

JUDUL GAMBAR	SKALA
DENAH PEMASANGAN HALF SLAB PRECAST LANTAI 6	1 : 150

CATATAN

NOMOR	JUMLAH
08	13



DENAH PEMASANGAN HALF SLAB PRECAST LANTAI 7

1 : 150

DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

JUDUL PROYEK AKHIR

PERHITUNGAN WAKTU DAN RENCANA ANGGARAN BIAYA PELAKSANAAN PADA GEDUNG DPRD SURABAYA DENGAN METODE HALF SLAB

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Sukobar, ST. MT

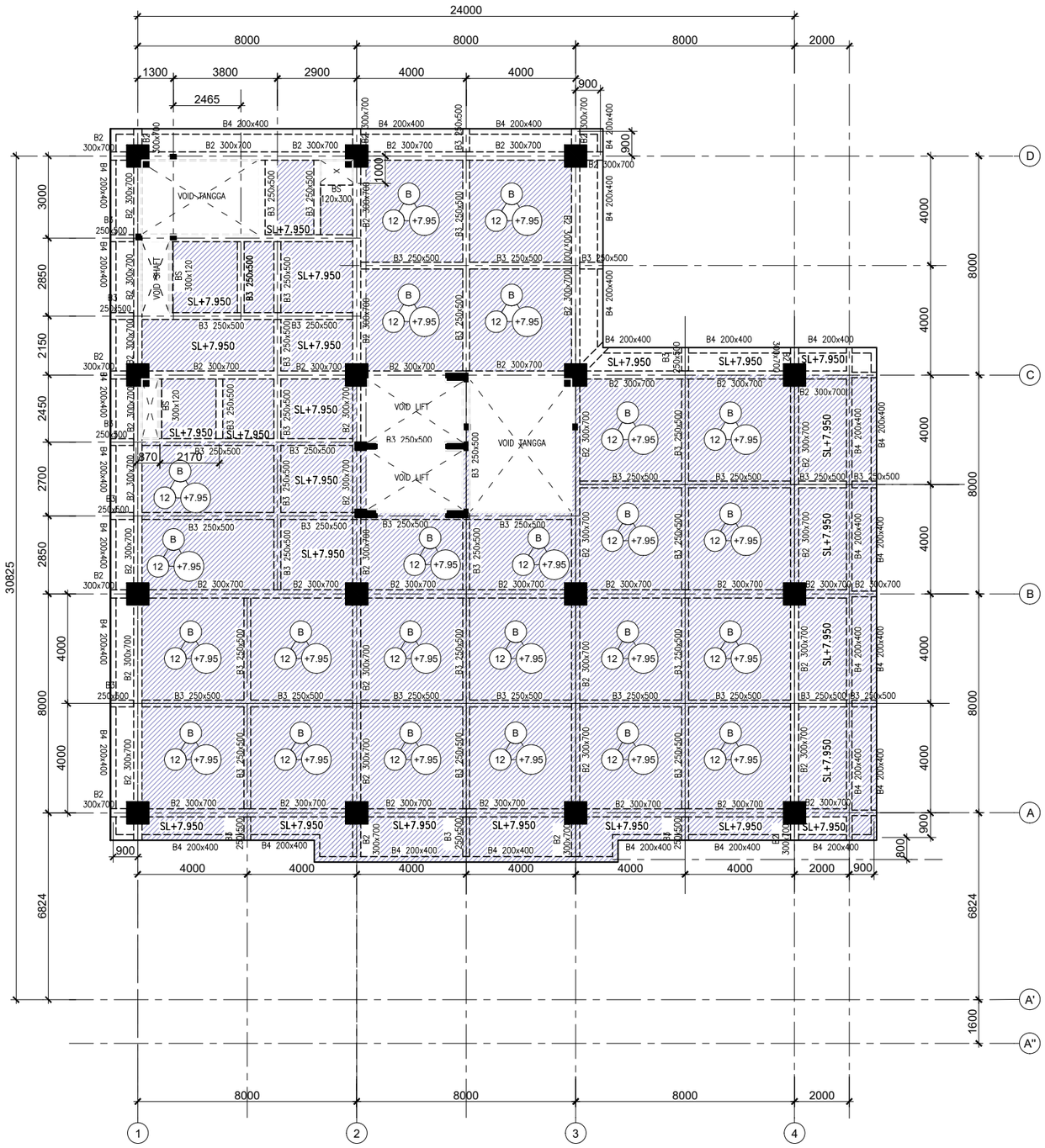
MAHASISWA

MAULIDIANA EKA FITRI
NRP. 10111910015035

JUDUL GAMBAR	SKALA
DENAH PEMASANGAN HALF SLAB PRECAST LANTAI 7	1 : 150

CATATAN

NOMOR	JUMLAH
09	13



DENAH PEMASANGAN HALF SLAB PRECAST LANTAI 8

1 : 150

DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

JUDUL PROYEK AKHIR

PERHITUNGAN WAKTU DAN RENCANA ANGGARAN BIAYA PELAKSANAAN PADA GEDUNG DPRD SURABAYA DENGAN METODE HALF SLAB

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Sukobar, ST. MT

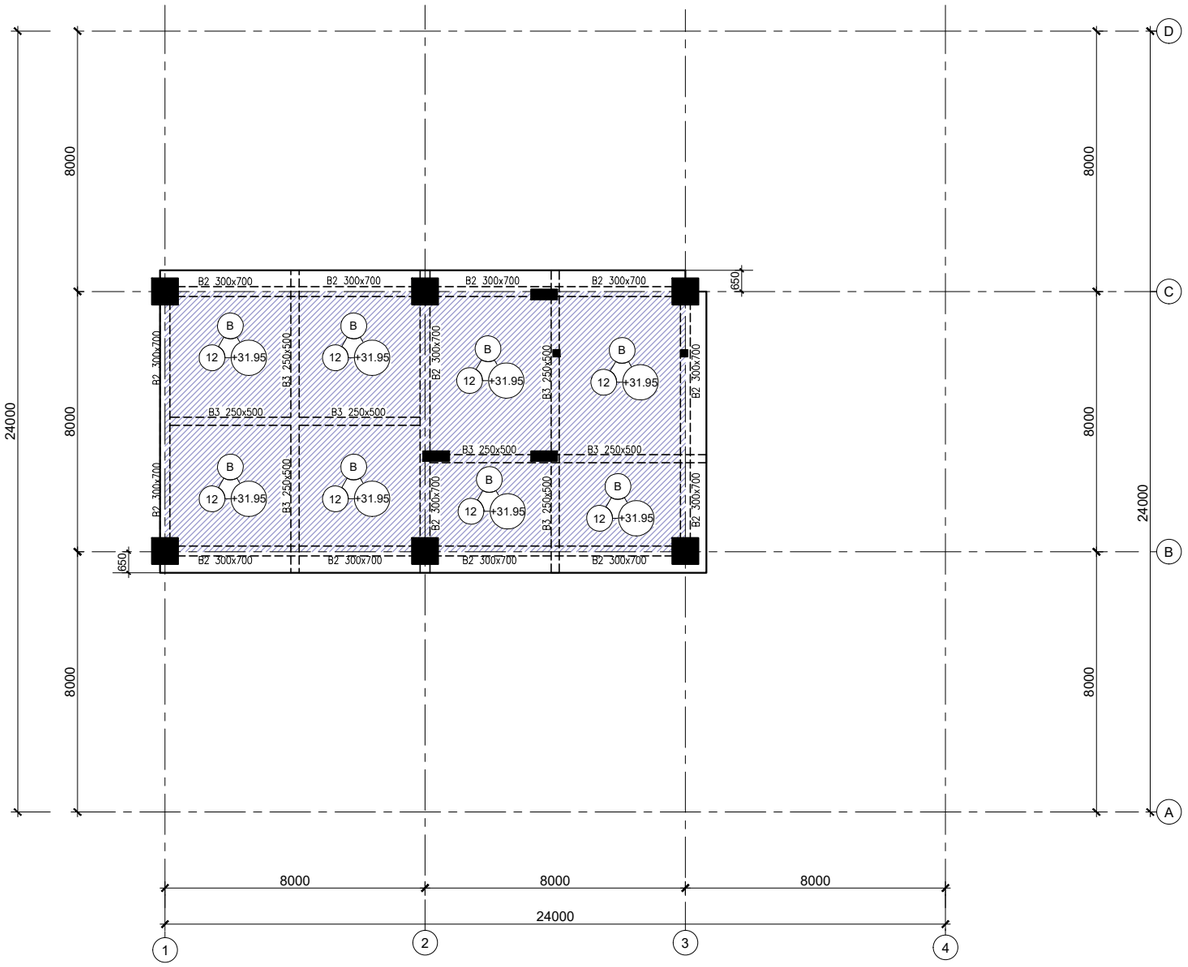
MAHASISWA

MAULIDIANA EKA FITRI
NRP. 10111910015035

JUDUL GAMBAR	SKALA
DENAH PEMASANGAN HALF SLAB PRECAST LANTAI 8	1 : 150

CATATAN

NOMOR	JUMLAH
10	13



DENAH PEMASANGAN HALF SLAB PRECAST LANTAI ATAP

1 : 150

DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

JUDUL PROYEK AKHIR

PERHITUNGAN WAKTU DAN RENCANA ANGGARAN BIAYA PELAKSANAAN PADA GEDUNG DPRD SURABAYA DENGAN METODE HALF SLAB

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Sukobar, ST. MT

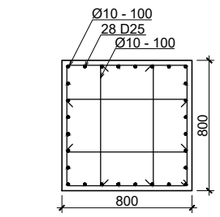
MAHASISWA

MAULIDIANA EKA FITRI
NRP. 10111910015035

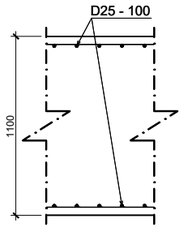
JUDUL GAMBAR	SKALA
DENAH PEMASANGAN HALF SLAB PRECAST LANTAI ATAP	1 : 150

CATATAN

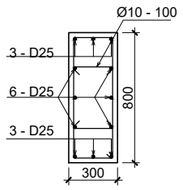
NOMOR	JUMLAH
11	13



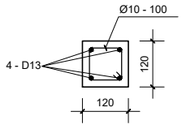
POT. 1
SKALA 1 : 20



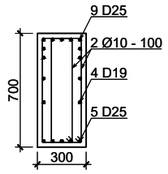
POT. 2
SKALA 1 : 20



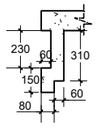
POT. 3
SKALA 1 : 20



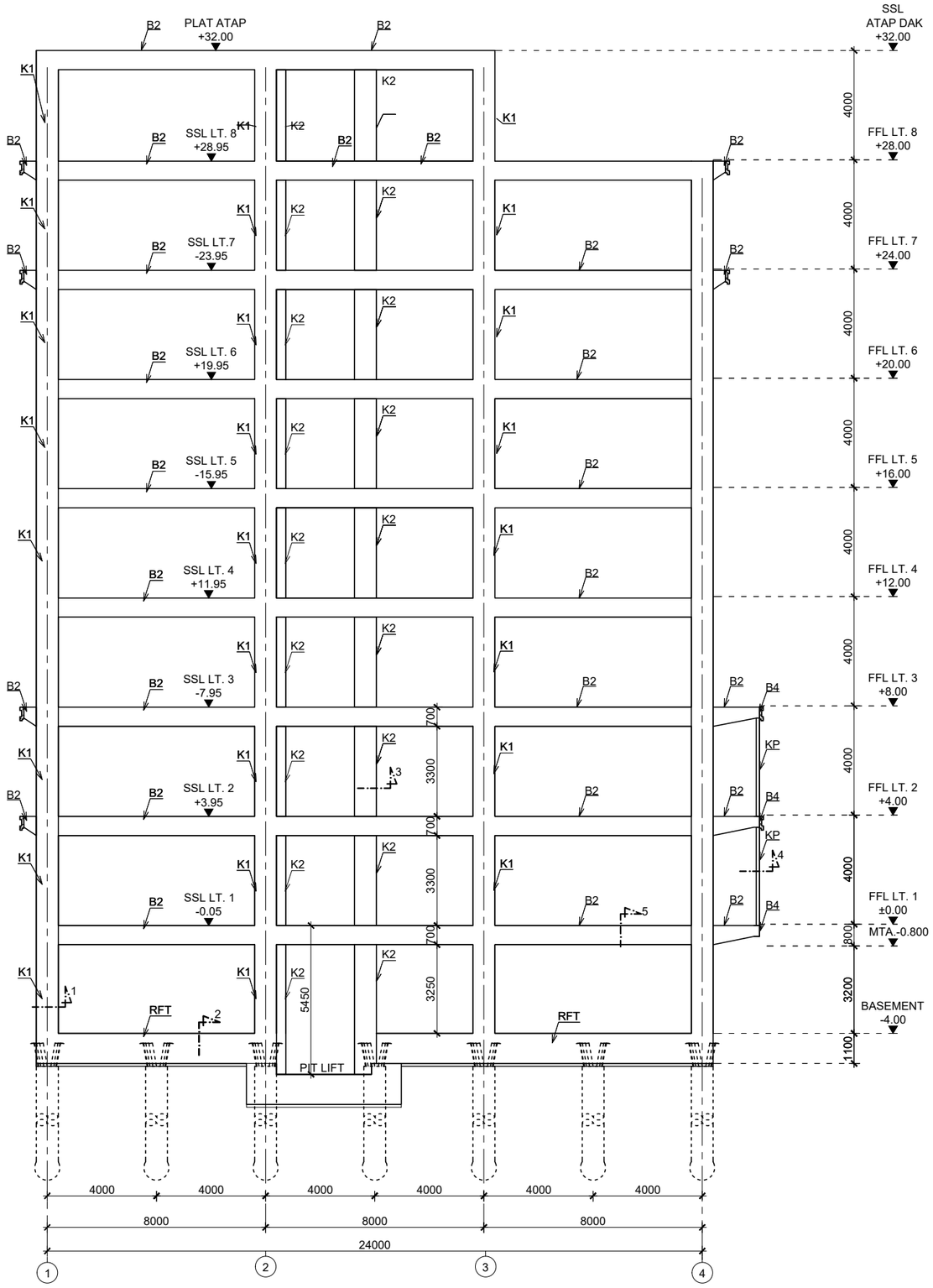
POT.4
SKALA NTS



POT. 5
SKALA 1 : 20



DET. LISPLANK
SKALA 1 : 20



PORTAL AS B
SKALA 1 : 200

DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

JUDUL PROYEK AKHIR

PERHITUNGAN WAKTU DAN RENCANA ANGGARAN BIAYA PELAKSANAAN PADA GEDUNG DPRD SURABAYA DENGAN METODE HALF SLAB

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Sukobar, ST. MT

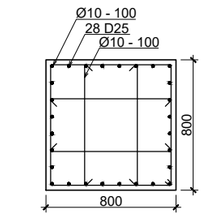
MAHASISWA

MAULIDIANA EKA FITRI
NRP. 10111910015035

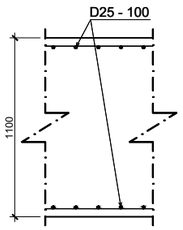
JUDUL GAMBAR	SKALA
PORTAL AS B (POTONGAN A)	1 : 200

CATATAN

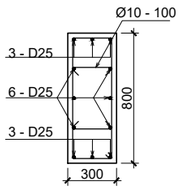
NOMOR	JUMLAH
12	13



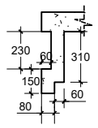
POT. 1
SKALA 1 : 20



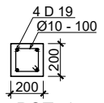
POT. 2
SKALA 1 : 20



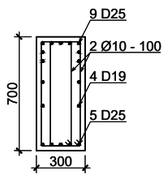
POT. 3
SKALA 1 : 20



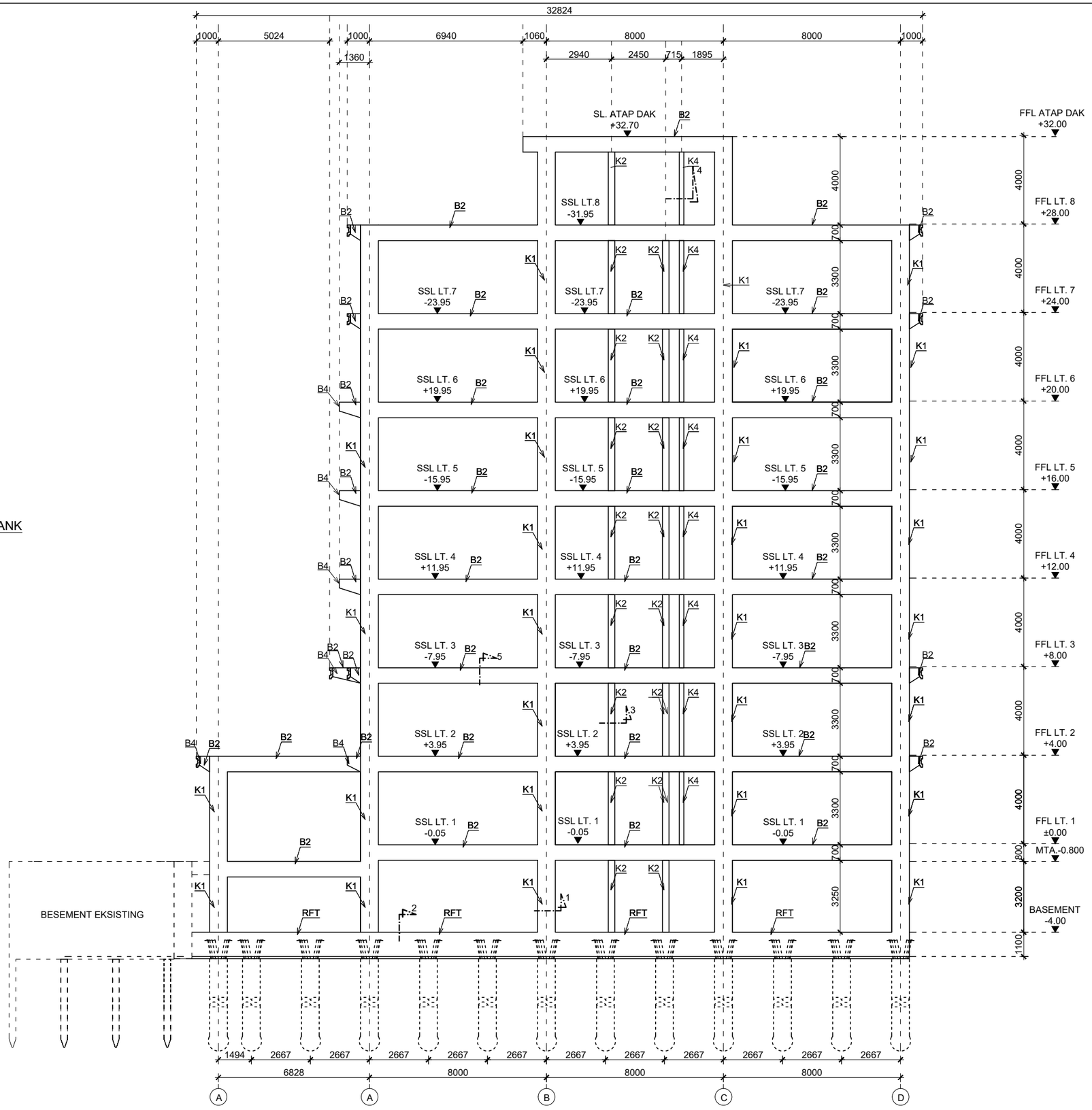
DET. LISPLANK
SKALA 1 : 20



POT. 4
SKALA 1 : 20



POT. 5
SKALA 1 : 20



PORTAL AS 3
SKALA 1 : 200

DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

JUDUL PROYEK AKHIR

PERHITUNGAN WAKTU DAN RENCANA ANGGARAN BIAYA PELAKSANAAN PADA GEDUNG DPRD SURABAYA DENGAN METODE HALF SLAB

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Sukobar, ST. MT

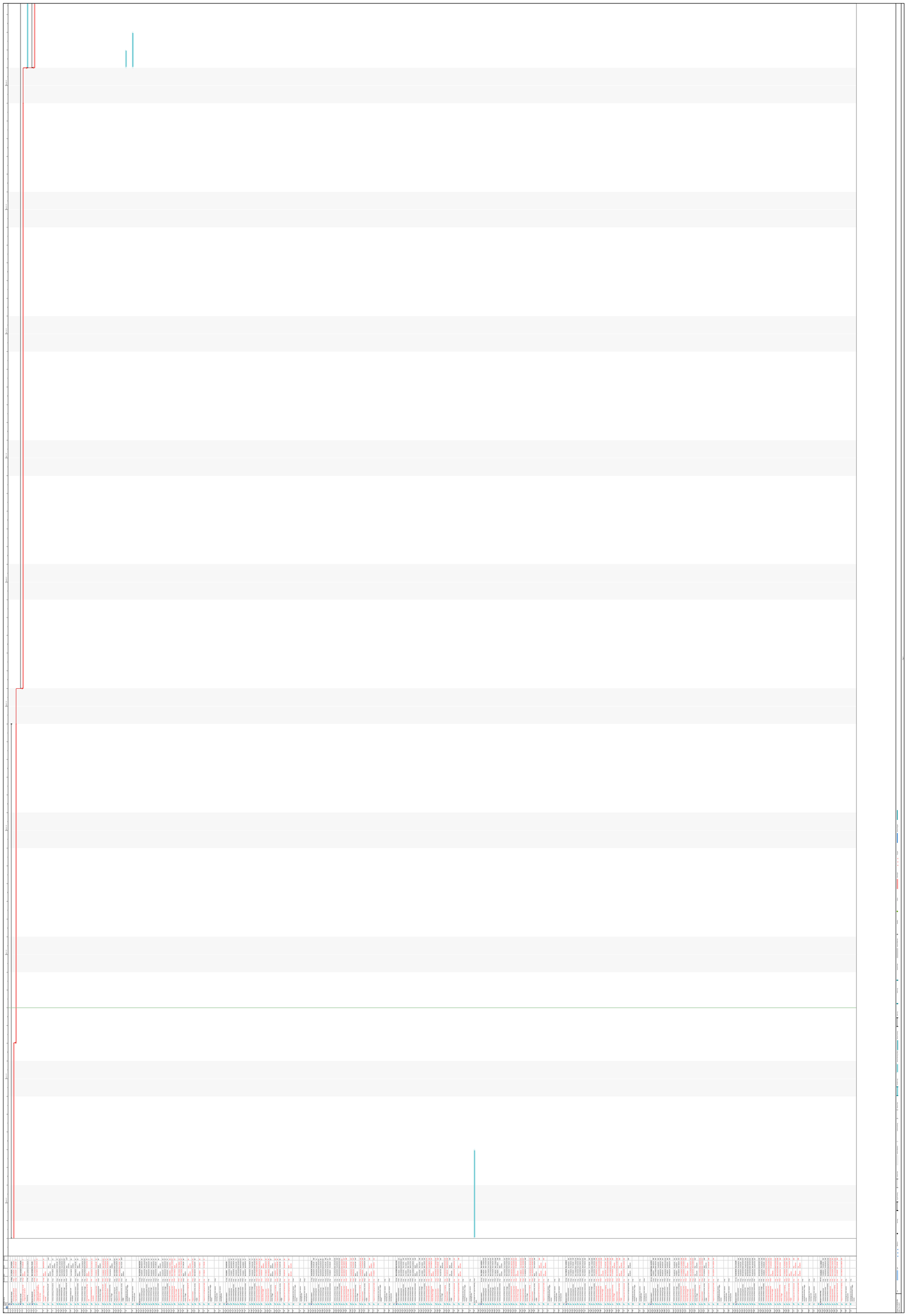
MAHASISWA

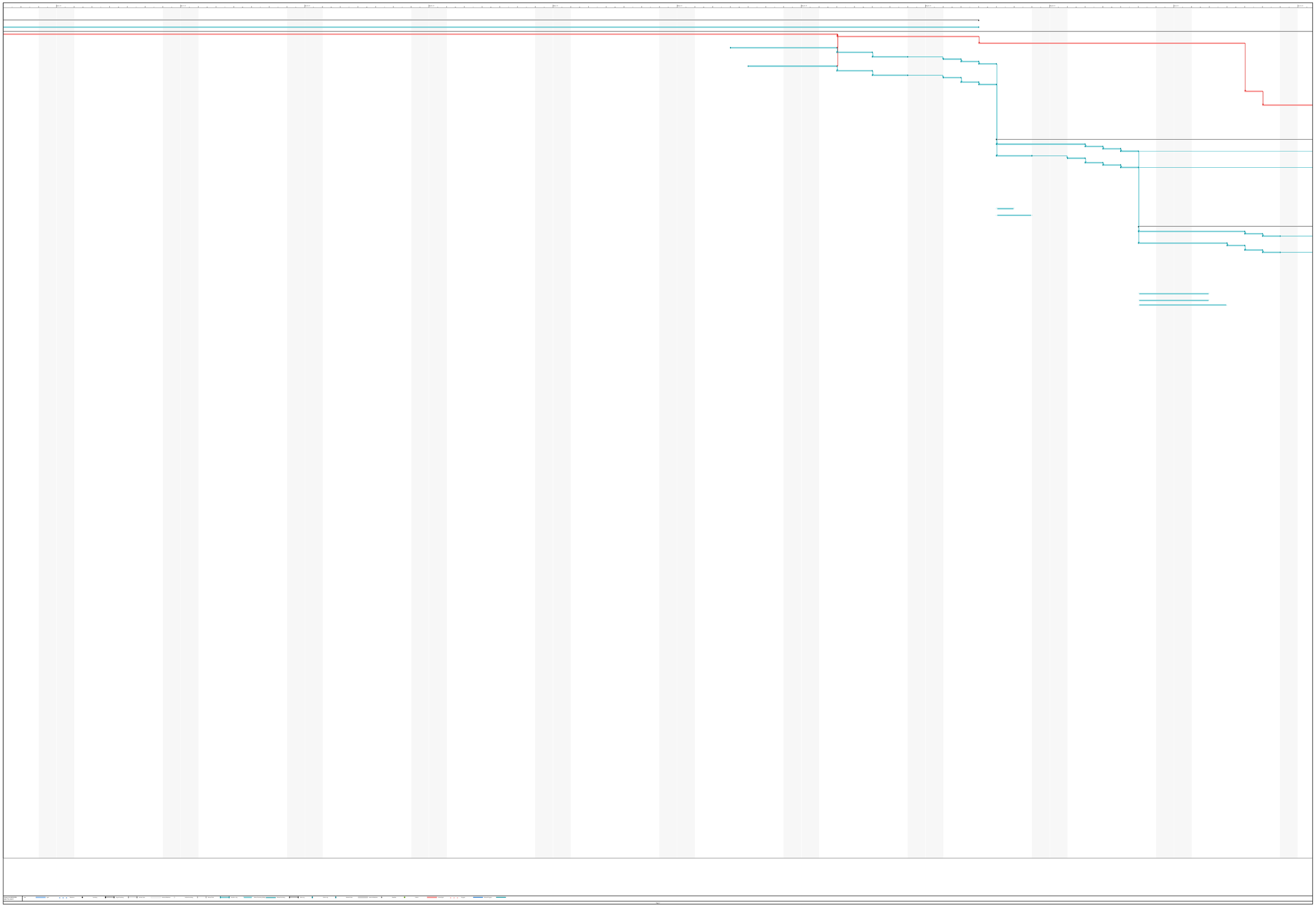
MAULIDIANA EKA FITRI
NRP. 10111910015035

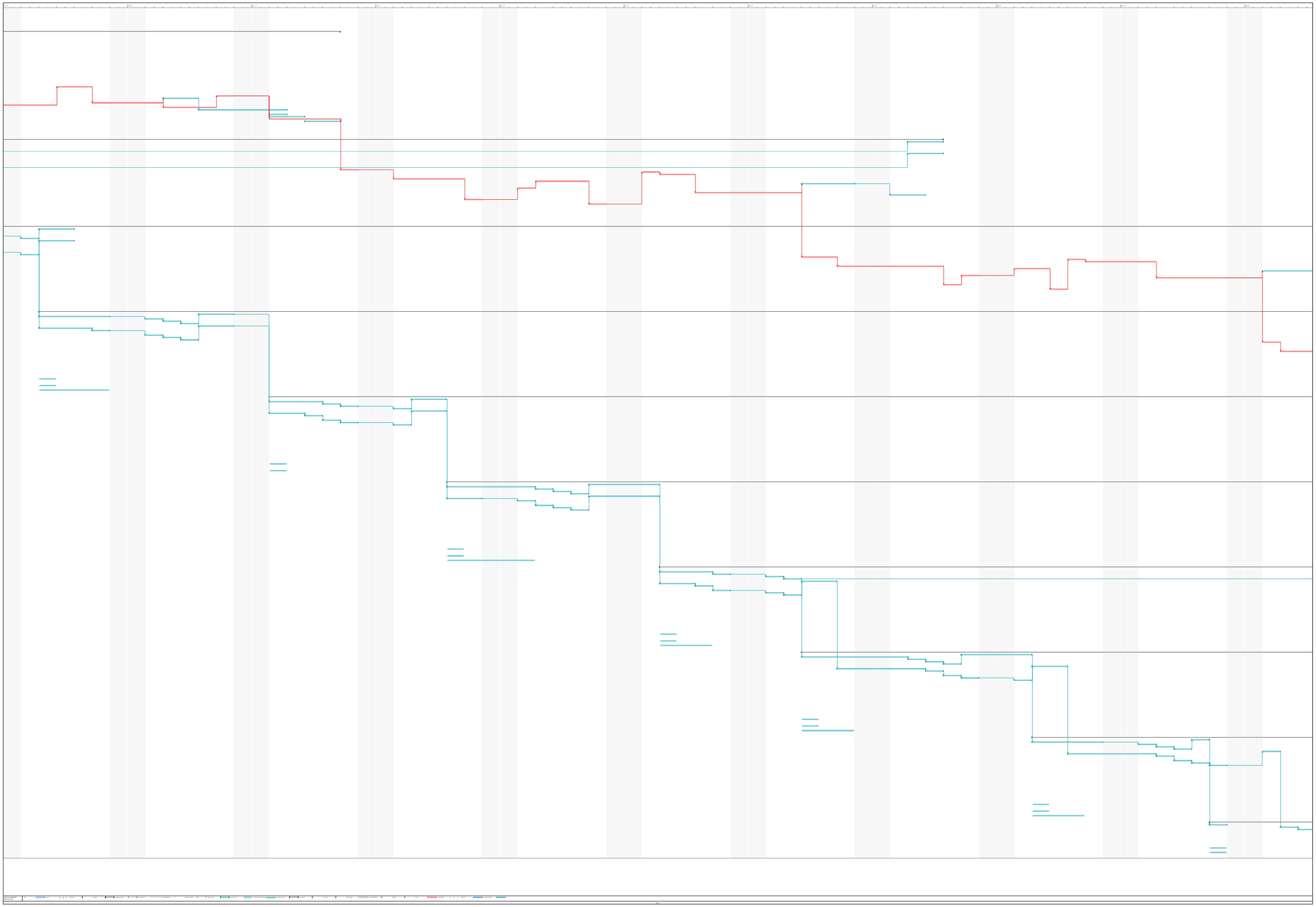
JUDUL GAMBAR	SKALA
PORTAL AS 3 (POTONGAN B)	1 : 200

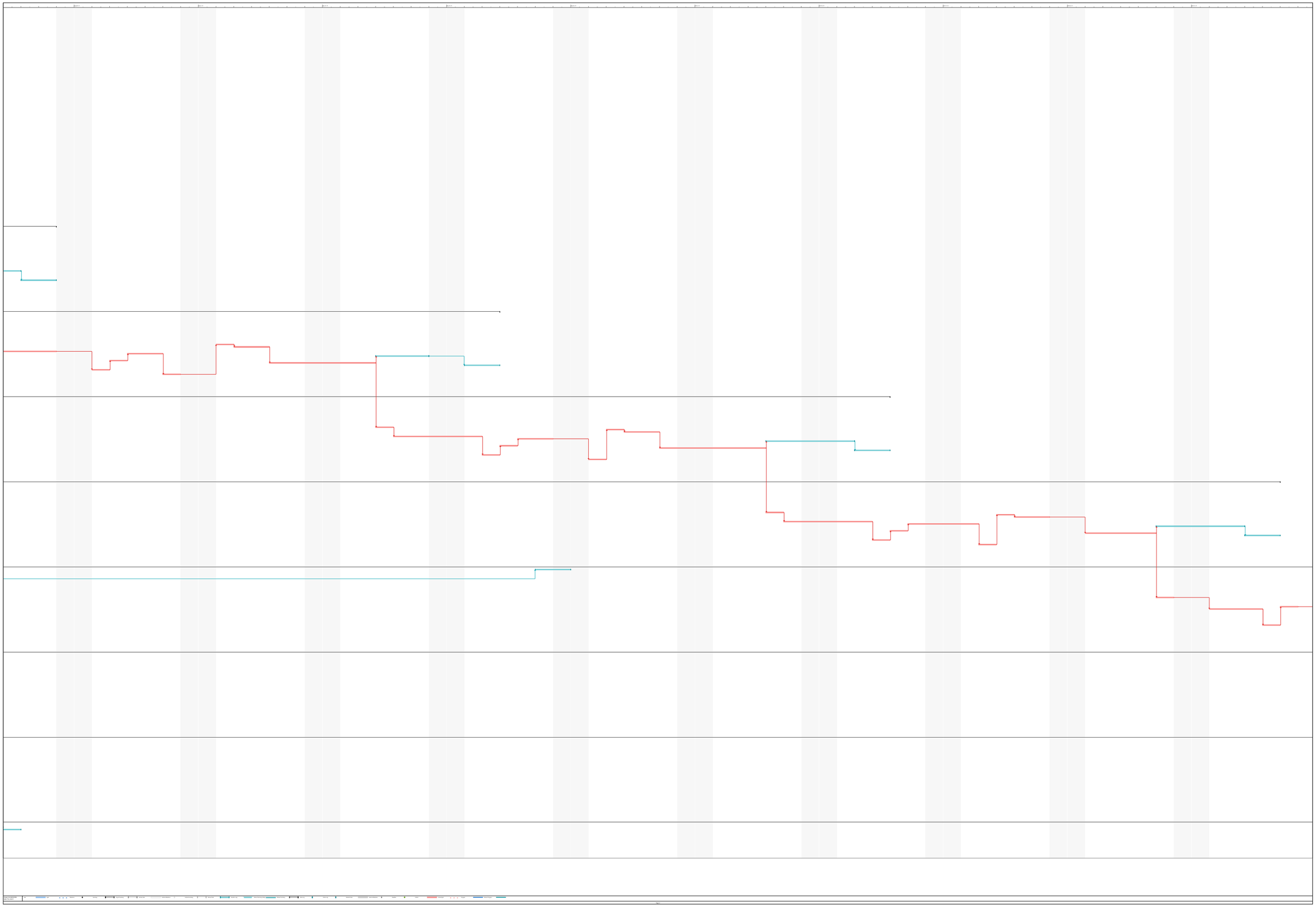
CATATAN

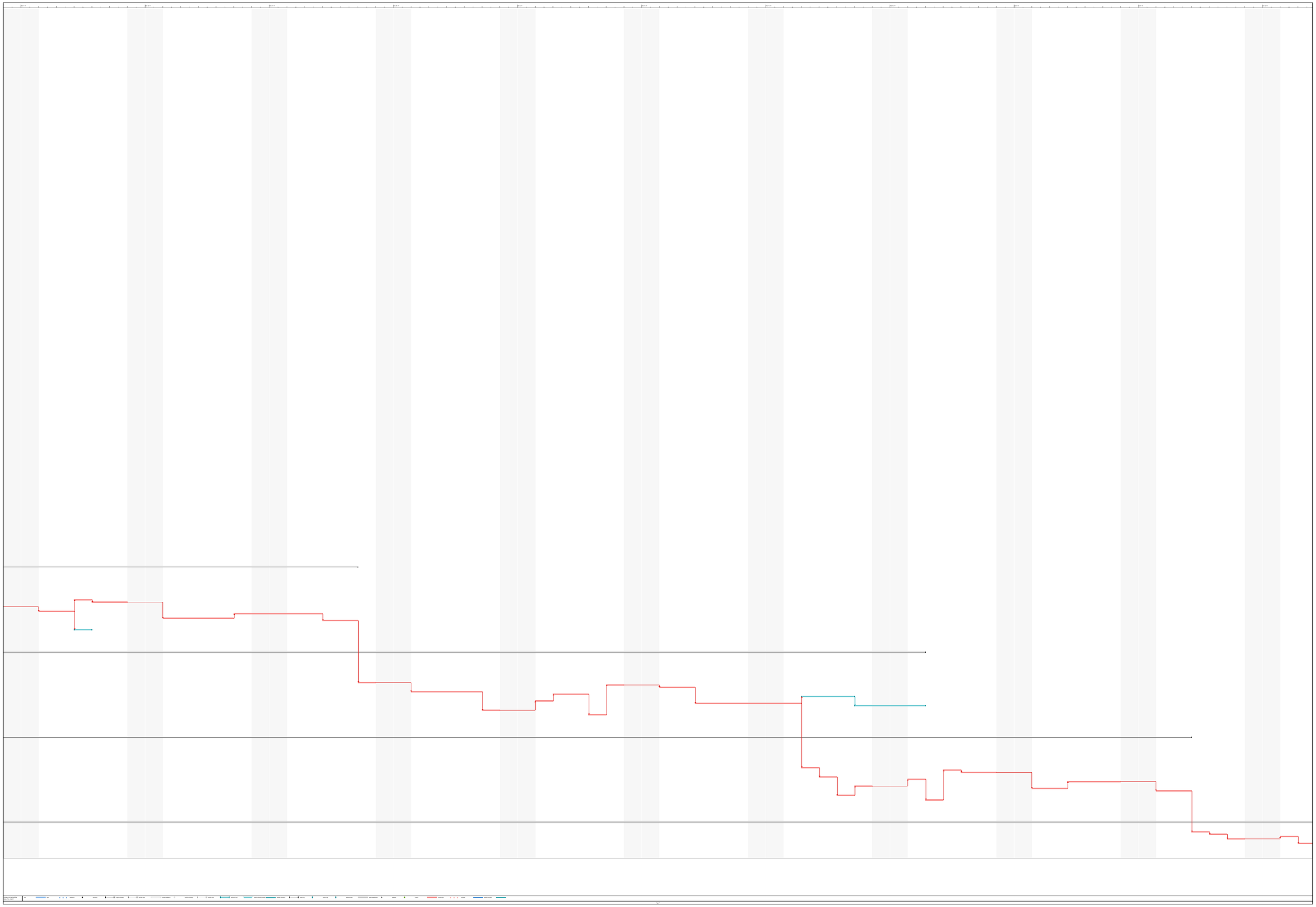
NOMOR	JUMLAH
13	13

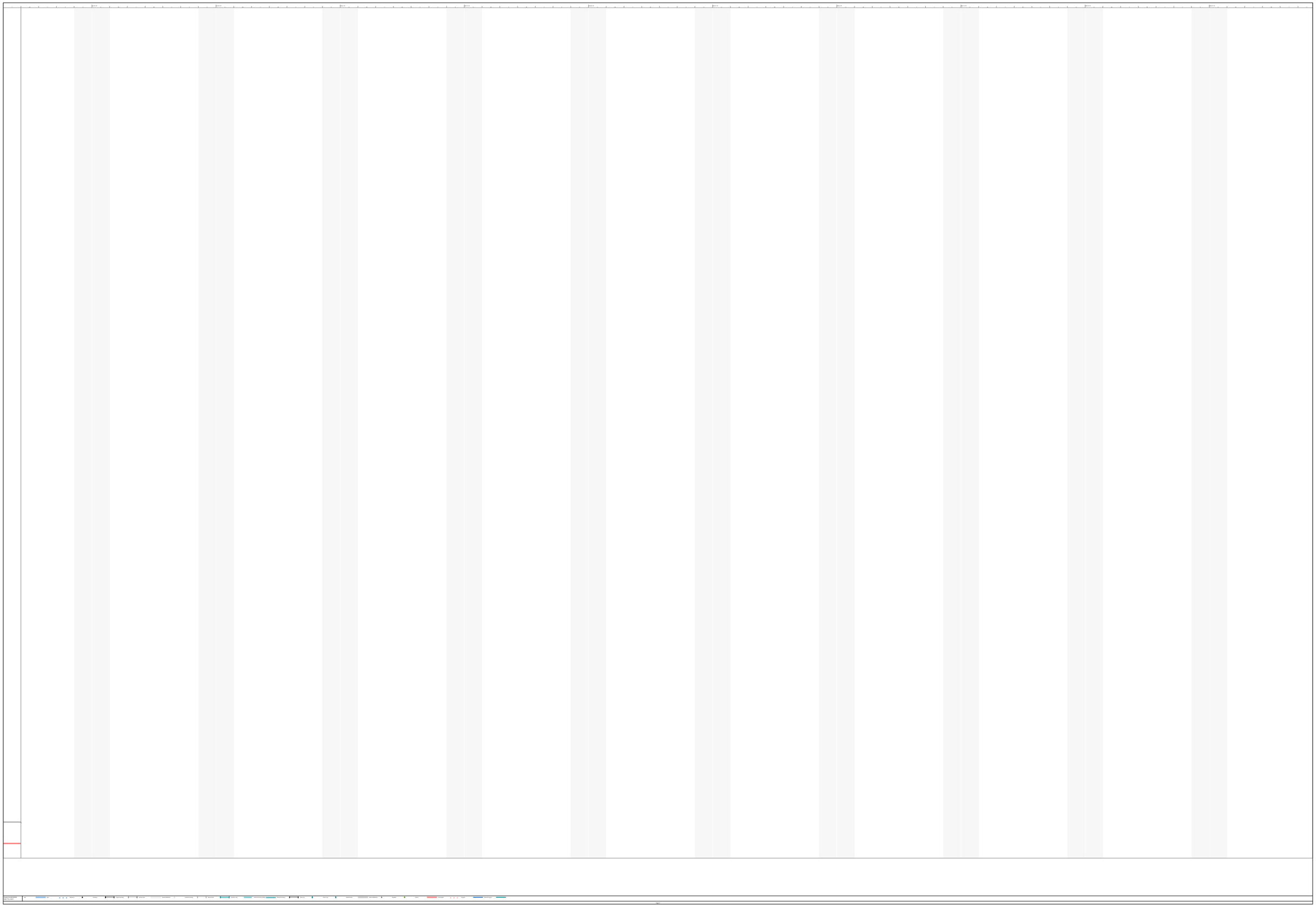


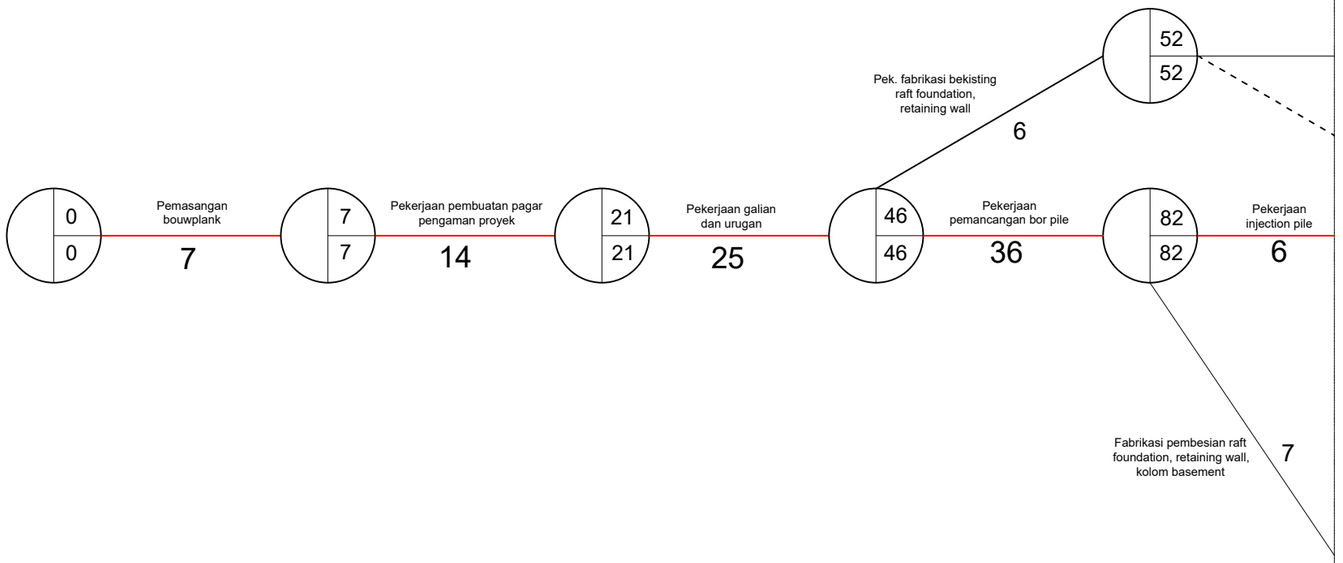


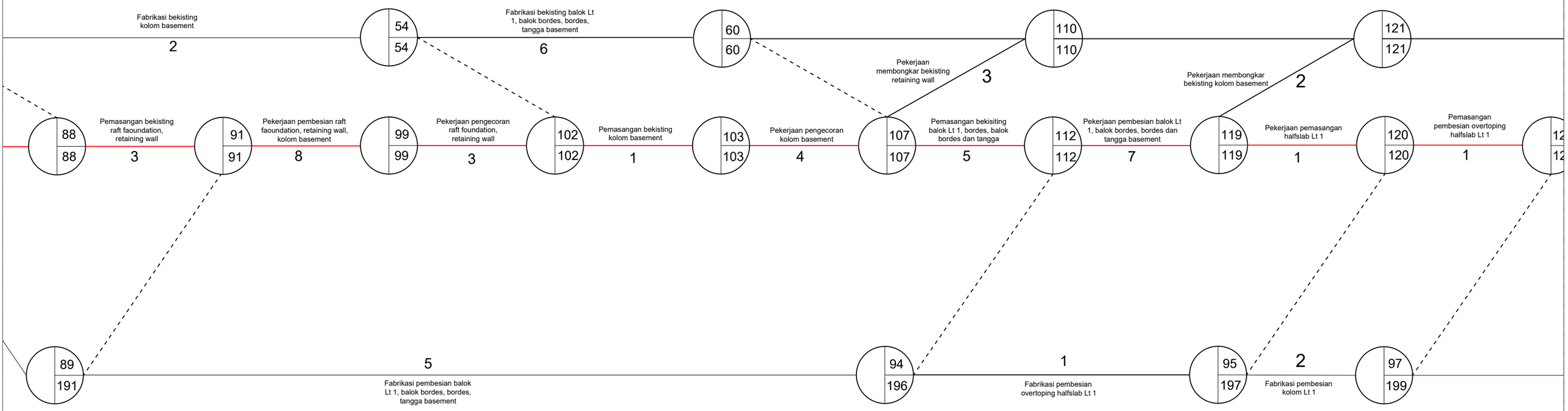


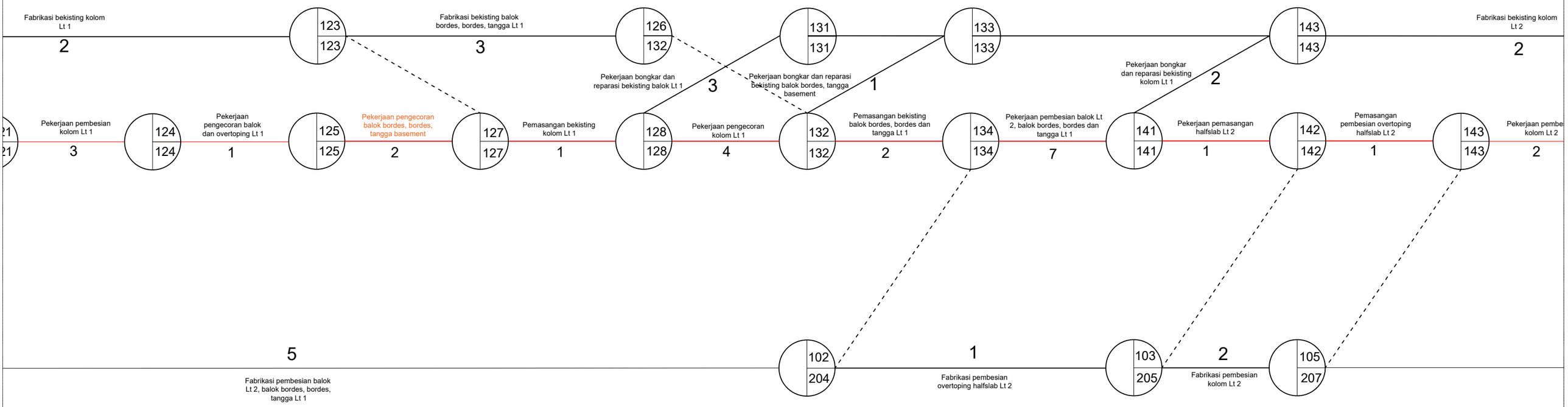


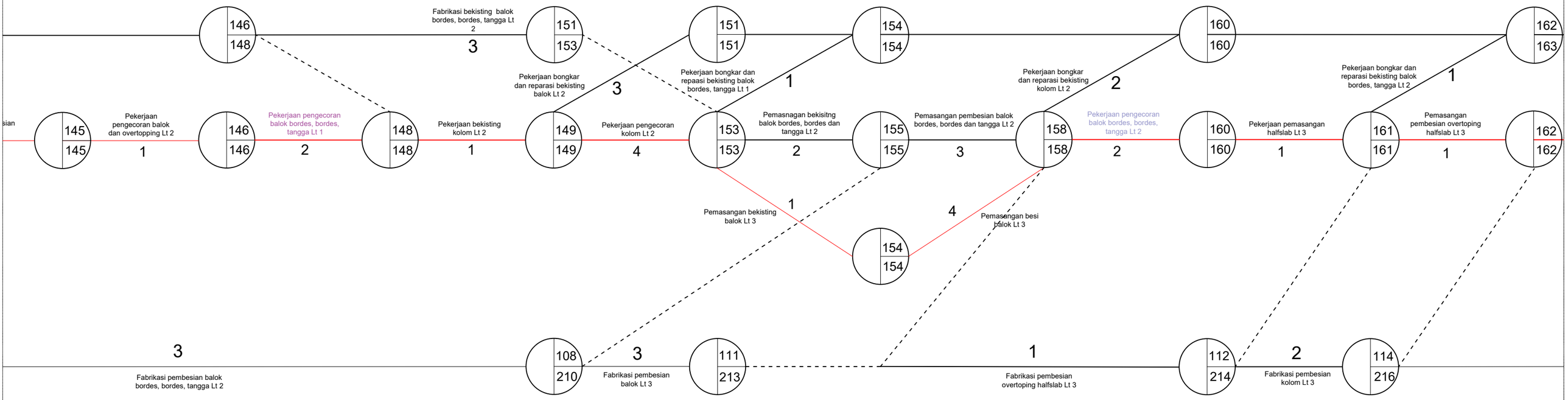


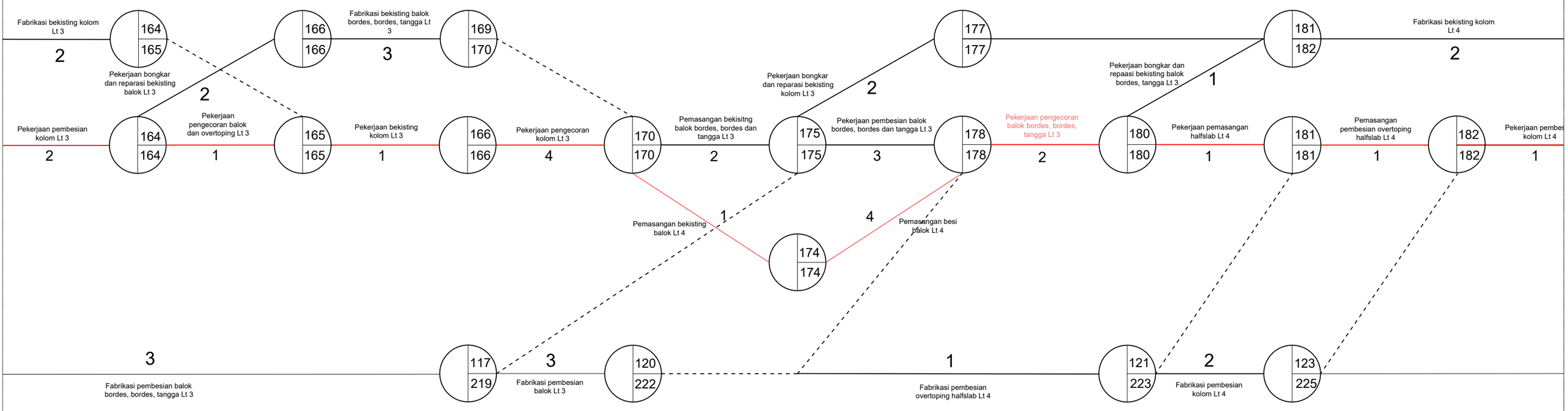


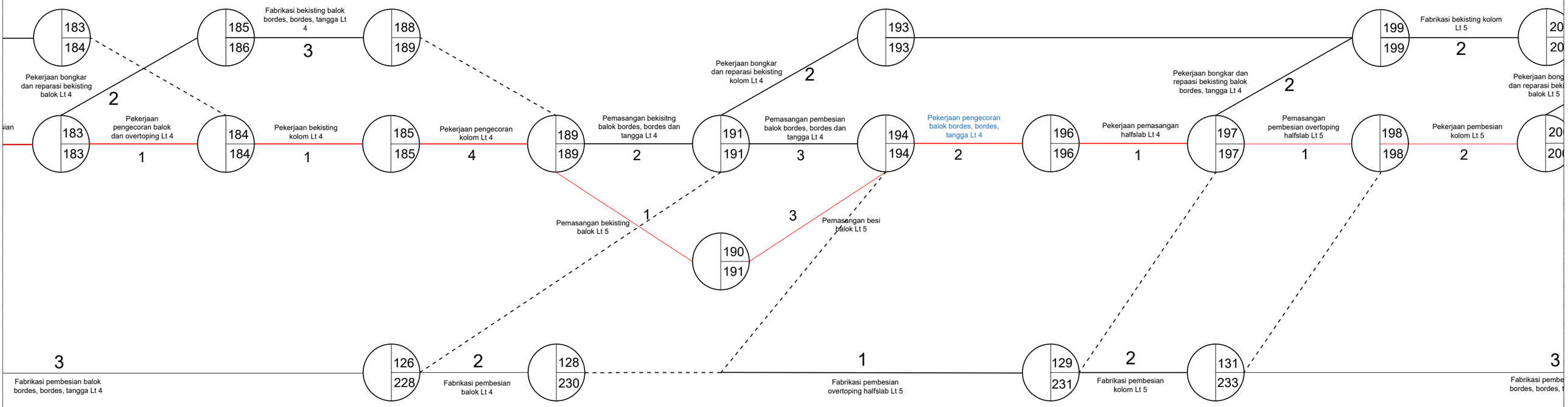

0
0
Pemasangan bouwplank
7
7
7
Pekerjaan pembuatan pagar pengaman proyek
14
21
21
Pekerjaan galian dan urugan
25
46
46
Pekerjaan pemancangan bor pile
36
82
82
Pekerjaan injection pile
6
52
52
Pek. fabrikasi bekisting raft foundation, retaining wall
6
Fabrikasi pembesian raft foundation, retaining wall, kolom basement
7

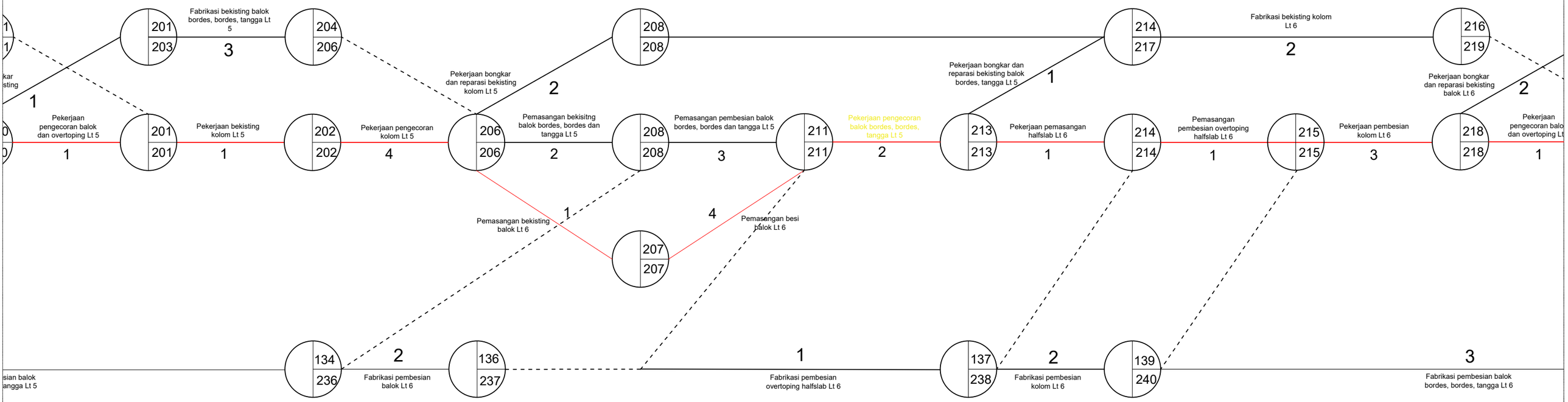

Fabrikasi bekisting kolom basement
2
54
54
Fabrikasi bekisting balok Lt 1, balok bordes, bordes, tangga basement
6
60
60
110
110
121
121
Pekerjaan membongkar bekisting retaining wall
3
Pekerjaan membongkar bekisting kolom basement
2
88
88
Pemasangan bekisting raft faoundation, retaining wall
3
91
91
Pekerjaan pembesian raft faoundation, retaining wall, kolom basement
8
99
99
Pekerjaan pengecoran raft foundation, retaining wall
3
102
102
Pemasangan bekisting kolom basement
1
103
103
Pekerjaan pengecoran kolom basement
4
107
107
Pemasangan bekisiting balok Lt 1, bordes, balok bordes dan tangga
5
112
112
Pekerjaan pembesian balok Lt 1, balok bordes, bordes dan tangga basement
7
119
119
Pekerjaan pemasangan halfslab Lt 1
1
120
120
Pemasangan pembesian overtoping halfslab Lt 1
1
89
191
5
Fabrikasi pembesian balok Lt 1, balok bordes, bordes, tangga basement
94
196
1
Fabrikasi pembesian overtoping halfslab Lt 1
95
197
2
Fabrikasi pembesian kolom Lt 1
97
199

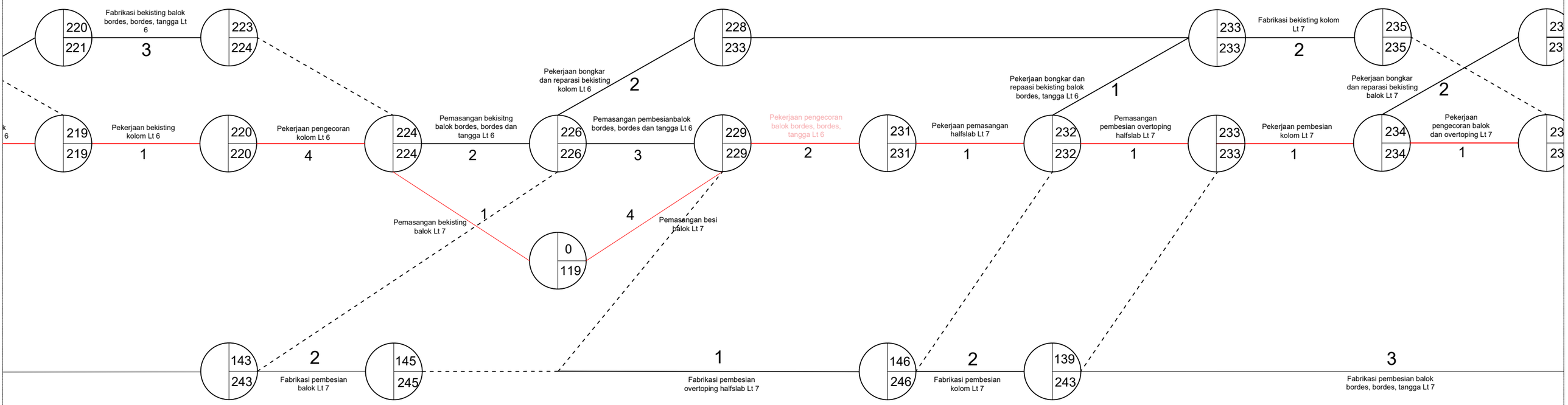

Fabrikasi bekisting kolom Lt 1
2
123
123
Fabrikasi bekisting balok bordes, bordes, tangga Lt 1
3
126
132
131
131
133
133
143
143
Fabrikasi bekisting kolom Lt 2
2
Pekerjaan bongkar dan reparasi bekisting balok Lt 1
3
Pekerjaan bongkar dan reparasi bekisting balok bordes, tangga basement
1
Pekerjaan bongkar dan reparasi bekisting kolom Lt 1
2
21
21
Pekerjaan pembesian kolom Lt 1
3
124
124
Pekerjaan pengecoran balok dan overtoping Lt 1
1
125
125
Pekerjaan pengecoran balok bordes, bordes, tangga basement
2
127
127
Pemasangan bekisting kolom Lt 1
1
128
128
Pekerjaan pengecoran kolom Lt 1
4
132
132
Pemasangan bekisting balok bordes, bordes dan tangga Lt 1
2
134
134
Pekerjaan pembesian balok Lt 2, balok bordes, bordes dan tangga Lt 1
7
141
141
Pekerjaan pemasangan halfslab Lt 2
1
142
142
Pemasangan pembesian overtoping halfslab Lt 2
1
143
143
Pekerjaan pembe
kolom Lt 2
2
5
Fabrikasi pembesian balok Lt 2, balok bordes, bordes, tangga Lt 1
102
204
1
Fabrikasi pembesian overtoping halfslab Lt 2
103
205
2
Fabrikasi pembesian kolom Lt 2
105
207

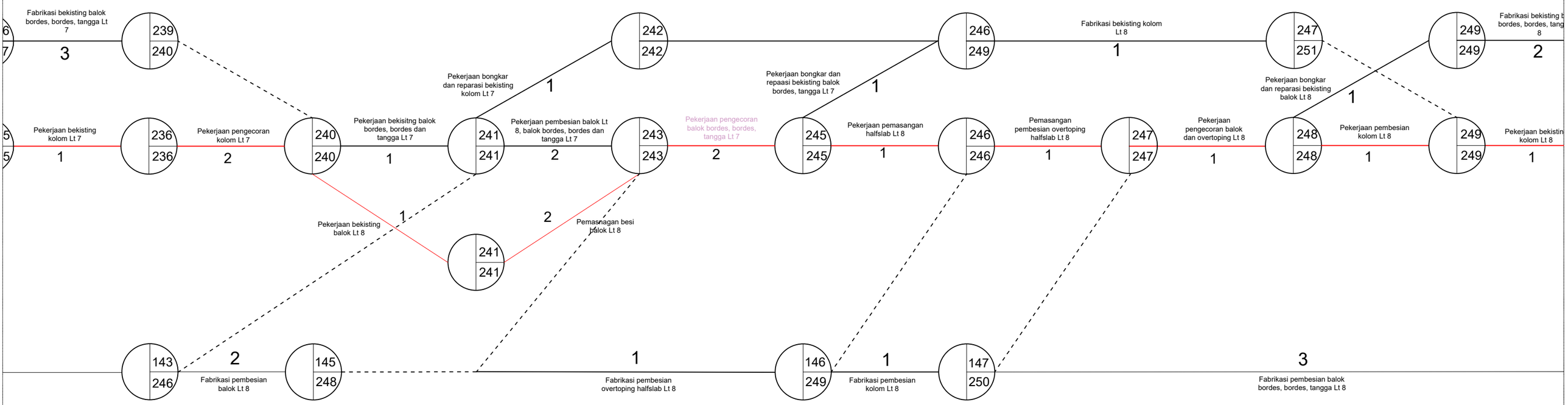

146
148
Fabrikasi bekisting balok bordes, bordes, tangga Lt 2
3
151
153
151
151
154
154
160
160
162
163
Pekerjaan bongkar dan reparasi bekisting balok Lt 2
3
Pekerjaan bongkar dan repaasi bekisting balok bordes, tangga Lt 1
1
Pekerjaan bongkar dan reparasi bekisting kolom Lt 2
2
Pekerjaan bongkar dan reparasi bekisting balok bordes, tangga Lt 2
1
sian
145
145
Pekerjaan pengecoran balok dan overtopping Lt 2
1
146
146
Pekerjaan pengecoran balok bordes, bordes, tangga Lt 1
2
148
148
Pekerjaan bekisting kolom Lt 2
1
149
149
Pekerjaan pengecoran kolom Lt 2
4
153
153
Pemasnagan bekisitng balok bordes, bordes dan tangga Lt 2
2
155
155
Pemasangan pembesian balok bordes, bordes dan tangga Lt 2
3
158
158
Pekerjaan pengecoran balok bordes, bordes, tangga Lt 2
2
160
160
Pekerjaan pemasangan halfslab Lt 3
1
161
161
Pemasangan pembesian overtoping halfslab Lt 3
1
162
162
Pemasangan bekisting balok Lt 3
1
4
Pemasangan besi balok Lt 3
154
154
3
Fabrikasi pembesian balok bordes, bordes, tangga Lt 2
108
210
3
Fabrikasi pembesian balok Lt 3
111
213
1
Fabrikasi pembesian overtoping halfslab Lt 3
112
214
2
Fabrikasi pembesian kolom Lt 3
114
216

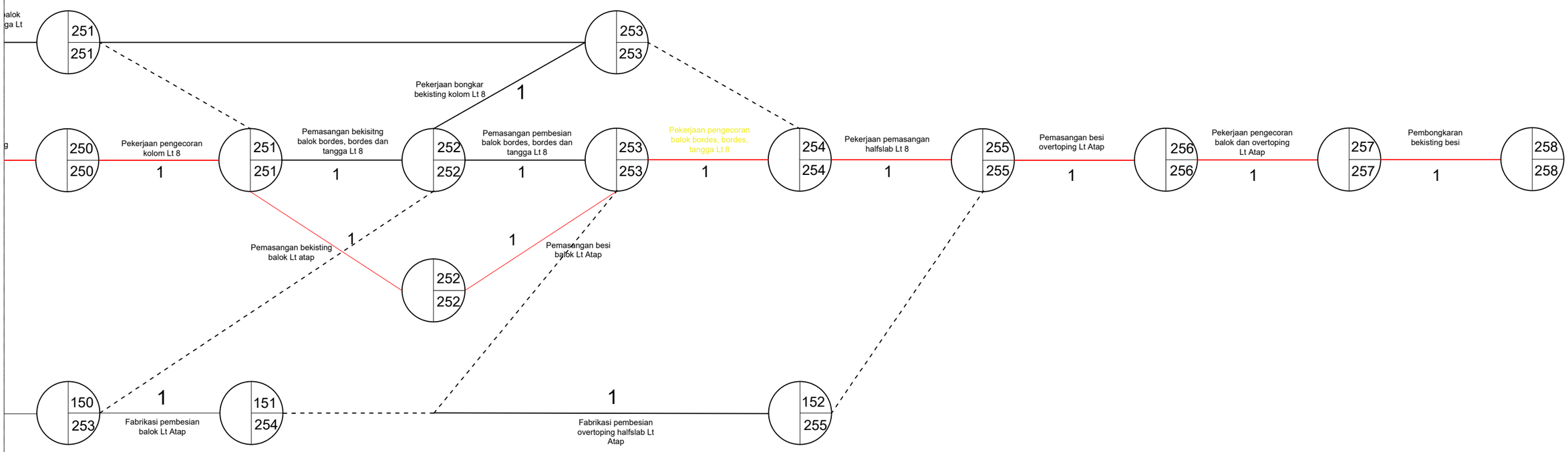

Fabrikasi bekisting kolom Lt 3
2
164
165
Pekerjaan bongkar dan reparasi bekisting balok Lt 3
2
166
166
Fabrikasi bekisting balok bordes, bordes, tangga Lt 3
3
169
170
177
177
181
182
Fabrikasi bekisting kolom Lt 4
2
Pekerjaan bongkar dan reparasi bekisting kolom Lt 3
2
Pekerjaan bongkar dan repaasi bekisting balok bordes, tangga Lt 3
1
Pekerjaan pembesian kolom Lt 3
2
164
164
Pekerjaan pengecoran balok dan overtoping Lt 3
1
165
165
Pekerjaan bekisting kolom Lt 3
1
166
166
Pekerjaan pengecoran kolom Lt 3
4
170
170
Pemasangan bekisitng balok bordes, bordes dan tangga Lt 3
2
175
175
Pekerjaan pembesian balok bordes, bordes dan tangga Lt 3
3
178
178
Pekerjaan pengecoran balok bordes, bordes, tangga Lt 3
2
180
180
Pekerjaan pemasangan halfslab Lt 4
1
181
181
Pemasangan pembesian overtoping halfslab Lt 4
1
182
182
Pekerjaan pembes
kolom Lt 4
1
Pemasangan bekisting balok Lt 4
1
4
Pemasangan besi balok Lt 4
174
174
3
Fabrikasi pembesian balok bordes, bordes, tangga Lt 3
117
219
3
Fabrikasi pembesian balok Lt 3
120
222
1
Fabrikasi pembesian overtoping halfslab Lt 4
121
223
2
Fabrikasi pembesian kolom Lt 4
123
225


183
184
Pekerjaan bongkar dan reparasi bekisting balok Lt 4
2
185
186
Fabrikasi bekisting balok bordes, bordes, tangga Lt 4
3
188
189
193
193
199
199
Fabrikasi bekisting kolom Lt 5
2
Pekerjaan bongkar dan reparasi bekisting kolom Lt 4
2
Pekerjaan bongkar dan repaasi bekisting balok bordes, tangga Lt 4
2
183
183
Pekerjaan pengecoran balok dan overtoping Lt 4
1
184
184
Pekerjaan bekisting kolom Lt 4
1
185
185
Pekerjaan pengecoran kolom Lt 4
4
189
189
Pemasangan bekisitng balok bordes, bordes dan tangga Lt 4
2
191
191
Pemasangan pembesian balok bordes, bordes dan tangga Lt 4
3
194
194
Pekerjaan pengecoran balok bordes, bordes, tangga Lt 4
2
196
196
Pekerjaan pemasangan halfslab Lt 4
1
197
197
Pemasangan pembesian overtoping halfslab Lt 5
1
198
198
Pekerjaan pembesian kolom Lt 5
2
1
Pemasangan bekisting balok Lt 5
3
Pemasangan besi balok Lt 5
190
191
3
Fabrikasi pembesian balok bordes, bordes, tangga Lt 4
126
228
2
Fabrikasi pembesian balok Lt 4
128
230
1
Fabrikasi pembesian overtoping halfslab Lt 5
129
231
2
Fabrikasi pembesian kolom Lt 5
131
233
3


1
1
kar
sting
201
203
Fabrikasi bekisting balok bordes, bordes, tangga Lt 5
3
204
206
208
208
214
217
Fabrikasi bekisting kolom Lt 6
2
216
219
Pekerjaan bongkar dan reparasi bekisting kolom Lt 5
2
Pekerjaan bongkar dan reparasi bekisting balok bordes, tangga Lt 5
1
Pekerjaan bongkar dan reparasi bekisting balok Lt 6
2
0
0
Pekerjaan pengecoran balok dan overtoping Lt 5
1
201
201
Pekerjaan bekisting kolom Lt 5
1
202
202
Pekerjaan pengecoran kolom Lt 5
4
206
206
Pemasangan bekisitng balok bordes, bordes dan tangga Lt 5
2
208
208
Pemasangan pembesian balok bordes, bordes dan tangga Lt 5
3
211
211
Pekerjaan pengecoran balok bordes, bordes, tangga Lt 5
2
213
213
Pekerjaan pemasangan halfslab Lt 6
1
214
214
Pemasangan pembesian overtoping halfslab Lt 6
1
215
215
Pekerjaan pembesian kolom Lt 6
3
218
218
Pekerjaan pengecoran balo
dan overtoping Lt
1
Pemasangan bekisting balok Lt 6
1
4
Pemasangan besi balok Lt 6
207
207
sian balok
angga Lt 5
134
236
2
Fabrikasi pembesian balok Lt 6
136
237
1
Fabrikasi pembesian overtoping halfslab Lt 6
137
238
2
Fabrikasi pembesian kolom Lt 6
139
240
3
Fabrikasi pembesian balok bordes, bordes, tangga Lt 6


220
221
Fabrikasi bekisting balok bordes, bordes, tangga Lt 6
3
223
224
228
233
233
233
Fabrikasi bekisting kolom Lt 7
2
235
235
Pekerjaan bongkar dan reparasi bekisting kolom Lt 6
2
Pekerjaan bongkar dan repaasi bekisting balok bordes, tangga Lt 6
1
Pekerjaan bongkar dan reparasi bekisting balok Lt 7
2
219
219
Pekerjaan bekisting kolom Lt 6
1
220
220
Pekerjaan pengecoran kolom Lt 6
4
224
224
Pemasangan bekisitng balok bordes, bordes dan tangga Lt 6
2
226
226
Pemasangan pembesianbalok bordes, bordes dan tangga Lt 6
3
229
229
Pekerjaan pengecoran balok bordes, bordes, tangga Lt 6
2
231
231
Pekerjaan pemasangan halfslab Lt 7
1
232
232
Pemasangan pembesian overtoping halfslab Lt 7
1
233
233
Pekerjaan pembesian kolom Lt 7
1
234
234
Pekerjaan pengecoran balok dan overtoping Lt 7
1
1
Pemasangan bekisting balok Lt 7
4
Pemasangan besi balok Lt 7
0
119
143
243
2
Fabrikasi pembesian balok Lt 7
145
245
1
Fabrikasi pembesian overtoping halfslab Lt 7
146
246
2
Fabrikasi pembesian kolom Lt 7
139
243
3
Fabrikasi pembesian balok bordes, bordes, tangga Lt 7


Fabrikasi bekisting balok bordes, bordes, tangga Lt 7
3
239
240
242
242
246
249
Fabrikasi bekisting kolom Lt 8
1
247
251
249
249
Fabrikasi bekisting b bordes, bordes, tang 8
2
Pekerjaan bongkar dan reparasi bekisting kolom Lt 7
1
Pekerjaan bongkar dan repaasi bekisting balok bordes, tangga Lt 7
1
Pekerjaan bongkar dan reparasi bekisting balok Lt 8
1
Pekerjaan bekisting kolom Lt 7
1
236
236
Pekerjaan pengecoran kolom Lt 7
2
240
240
Pekerjaan bekisitng balok bordes, bordes dan tangga Lt 7
1
241
241
Pekerjaan pembesian balok Lt 8, balok bordes, bordes dan tangga Lt 7
2
243
243
Pekerjaan pengecoran balok bordes, bordes, tangga Lt 7
2
245
245
Pekerjaan pemasangan halfslab Lt 8
1
246
246
Pemasangan pembesian overtoping halfslab Lt 8
1
247
247
Pekerjaan pengecoran balok dan overtoping Lt 8
1
248
248
Pekerjaan pembesian kolom Lt 8
1
249
249
Pekerjaan bekisting kolom Lt 8
1
Pekerjaan bekisting balok Lt 8
1
2
Pemasangan besi balok Lt 8
241
241
143
246
2
Fabrikasi pembesian balok Lt 8
145
248
1
Fabrikasi pembesian overtoping halfslab Lt 8
146
249
1
Fabrikasi pembesian kolom Lt 8
147
250
3
Fabrikasi pembesian balok bordes, bordes, tangga Lt 8


balok
ga Lt
251
251
253
253
Pekerjaan bongkar
bekisting kolom Lt 8
1
g
250
250
Pekerjaan pengecoran
kolom Lt 8
1
251
251
Pemasangan bekisitng
balok bordes, bordes dan
tangga Lt 8
1
252
252
Pemasangan pembesian
balok bordes, bordes dan
tangga Lt 8
1
253
253
Pekerjaan pengecoran
balok bordes, bordes,
tangga Lt 8
1
254
254
Pekerjaan pemasangan
halfslab Lt 8
1
255
255
Pemasangan besi
overtoping Lt Atap
1
256
256
Pekerjaan pengecoran
balok dan overtoping
Lt Atap
1
257
257
Pembongkaran
bekisting besi
1
258
258
1
Pemasangan bekisting
balok Lt atap
1
Pemasangan besi
balok Lt Atap
252
252
150
253
1
Fabrikasi pembesian
balok Lt Atap
151
254
1
Fabrikasi pembesian
overtoping halfslab Lt
Atap
152
255