



TUGAS AKHIR - VC191845

**PERHITUNGAN WAKTU DAN BIAYA PELAKSANAAN
STRUKTUR PADA GEDUNG HOTEL MANOHARA
YOGYAKARTA DENGAN METODE HALF SLAB**

MUHAMMAD AQSA BRAMANTYO PARADY

NRP 2035201044

Dosen Pembimbing

Ir. R. A. TRIASWATI MOELJONO N, M.Kes

NIP 19580805 198601 2 002

**Program Studi Teknologi Rekayasa Pengelolaan dan Pemeliharaan
Bangunan Sipil**

Departemen Teknik Infrastruktur Sipil

Fakultas Vokasi

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya

Tahun 2022



TUGAS AKHIR - VC191845

**PERHITUNGAN WAKTU DAN BIAYA PELAKSANAAN
STRUKTUR PADA GEDUNG HOTEL MANOHARA
YOGYAKARTA DENGAN METODE HALF SLAB**

MUHAMMAD AQSA BRAMANTYO PARADY

NRP 2035201044

Dosen Pembimbing

Ir. R. A. TRIASWATI MOELJONO N, M.Kes.

NIP 19580805 198601 2 002

**Program Studi Teknologi Rekayasa Pengelolaan dan Pemeliharaan
Bangunan Sipil**

Departemen Teknik Infrastruktur Sipil

Fakultas Vokasi

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya

Tahun 2022



FINAL PROJECT - VC191845

**CALCULATION OF TIME AND COST FOR STRUCTURE
OF HOTEL BUILDING MANOHARA YOGYAKARTA
WITH HALF SLAB METHOD**

MUHAMMAD AQSA BRAMANTYO PARADY

NRP 2035201044

Advisor

Ir. R. A. TRIASWATI MOELJONO N, M.Kes.

NIP 19580805 198601 2 002

**Study Program Engineering Technology and Civil Building
Maintenance**

Department of Civil Infrastructure Engineering

Vocational Faculty

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya

Year 2022

LEMBAR PENGESAHAN

**PERHITUNGAN WAKTU DAN BIAYA PELAKSANAAN STRUKTUR PADA GEDUNG
HOTEL MANOHARA YOGYAKARTA DENGAN METODE HALF SLAB**

TUGAS AKHIR

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat
memperoleh gelar sarjana teknik terapan

pada

Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Pengelolaan dan Pemeliharaan Bangunan
Sipil

Fakultas Vokasi

Institut Teknologi Sepuluh Nopember



Oleh : **MUHAMMAD AQSA BRAMANTYO PARADY**

NRP. 2035201044

Disetujui oleh Tim Penguji Tugas Akhir:

1. Ir. R. A. Triaswati Moeljono N. M. KES

Pembimbing

31/7 '22

2. Ir. Akhmad Yusuf Zuhdy, PG Dipl. Plg. MRE

Penguji I

11/8 - 2022

3. Dimas Pustaka Dibiantara, S.T., M.T.

Penguji II

25/8 '22



**SURABAYA
Juni, 2022**

01 AUG 2022

APPROVAL SHEET

CALCULATION OF TIME AND COST FOR STRUCTURE OF HOTEL BUILDING MANOHARA YOGYAKARTA WITH HALF SLAB METHOD

FINAL PROJECT

Submitted to fulfill one of the requirements

For obtaining a Bachelor Applied Science

at

Undergraduate Study Program

Maintenance Technology and Civil Building Engineering

Departement of Civil Infrastructur Engineering

Fakultas of Vocational

Sepuluh Nopember Institute of Technology



By : **MUHAMMAD AQSA BRAMANTYO PARADY**

NRP. 2035201044

Approved by Final Project Examiner Team:

1. Ir. R. A. Triaswati Moeljono N, M.Kes

Lecturer

31/7'22

2. Ir. Akhmad Yusuf Zuhdy, PG.DipE, Plg MRE

Examiner I

8-2022

3. Dimas Pustaka Dibiantara, S.T., M.T.

Examiner II



SURABAYA

June, 2022

0 1 AUG 2022

PERNYATAAN ORISINALITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama mahasiswa / NRP : Muhammad Aqsa Bramantyo Parady / 2035201044
Program studi : Teknologi Rekayasa Pengelolaan dan Pemeliharaan
Bangunan Sipil
Dosen Pembimbing / NIP : Ir. R.A. Triaswati Moeljono N. M.Kes
19580805 198601 2 002

dengan ini menyatakan bahwa Tugas Akhir dengan judul "Perhitungan Waktu dan Biaya Pelaksanaan Struktur pada Gedung Hotel Manohara Yogyakarta dengan Metode *Half Slab*" adalah hasil karya sendiri, bersifat orisinal, dan ditulis dengan mengikuti kaidah penulisan ilmiah.

Bilamana di kemudian hari ditemukan ketidaksesuaian dengan pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan ketentuan yang berlaku di Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Mengetahui,
Dosen pembimbing

Surabaya, 26 Juli 2022
Mahasiswa



Muhammad Aqsa Bramantyo
Parady
NRP. 20350201044

STATEMENT OF ORIGINALITY

The undersigned below:

Name of Student / NRP : Muhammad Aqsa Bramantyo Parady / 2035201044
Departement : Civil Infrastructure Engineering
Lecturer / NIP : Ir. R.A. Triaswati Moeljono N. M.Kes
19580805 198601 2 002

Hereby declare that the Final Project with the title of "Calculation Of Time and Cost For Structure Of Hotel Building Manohara Yogyakarta With Half Slab Method" is the result of my own work, is original, and written by following the rules of scientific writing.

If in the future there is a discrepancy with this statement, then I am willing to accept sanctions in accordance with the provisions that apply at Sepuluh Nopember Institute of Technology.

Surabaya, 26 Juli 2022

Student

Acknowledge,
Lecturer



Ir. R. A. Triaswati Moeljono N. M. Kes
NIP. 19580805 198601 2 002

Muhammad Aqsa Bramantyo
Parady
NRP. 2035201044



Berita Acara Sidang Proyek Akhir

Departemen Teknik Infrastruktur Sipil Fakultas Vokasi ITS

Semester Genap 2021/2022

Nomor BA :

Nomor Jadwal : **75**

Program Studi : D4 Teknik Sipil (TRPPBS)
Diinput oleh : Dimas Pustaka Dibiantara, ST., M.Sc.
Bahwa pada hari ini : Senin, 18 Juli 2022 Pukul : 9:00 s/d 11:00
Di tempat : R-1

Telah dilaksanakan sidang Tugas Akhir dengan judul :

PERHITUNGAN WAKTU DAN BIAYA PELAKSANAAN STRUKTUR PADA GEDUNG HOTEL MANOHARA DENGAN METODE HALF SLAB

Yang dihadiri dan dipresentasikan oleh mahasiswa : (Hadir / Tidak Hadir)
MUHAMMAD AQSA BRAMANTYO PARADY Hadir

Yang dihadiri oleh dosen Pembimbing: (Hadir / Tidak Hadir)

1	Ir. R.A. Triaswati Moeljono N, M.Kes.	Hadir
2	-	Tidak Hadir
3	-	Tidak Hadir

Yang dihadiri oleh dosen Penguji : (Hadir / Tidak Hadir)

1	Ir. Akhmad Yusuf Zuhdy, PG.DipL.Plg.MRE.	Hadir
2	Dimas Pustaka Dibiantara, S.T., M.Sc.	Hadir
3	-	Tidak Hadir

Bahwasanya, musyawarah pembimbing dan penguji pada sidang proyek akhir ini memutuskan:

MUHAMMAD AQSA BRAMANTYO PARADY
LULUS, DENGAN REVISI MAYOR

Catatan / revisi / masukan :

1. Ir. A. Yusuf Zuhdy, PG.DipL.Plg.MRE
 - a NWP
 - b Bandingkan dengan eksisting/konvensional
 - c Kesimpulan kenapa ada 2? hal 119)
 - d Site plan? layout?
 - e Ada berapa tipe half slab?
 - f Perbandingan harga tidak masuk akal
2. Dimas Pustaka Dibiantara, ST., M.Sc.

- a belum ada penjelasan tentang metode pelaksanaan half slab mulai dari stock yard-terpasang
- b rumus2 perlu ditambahkan dengan pencantuman peraturan
- c tambahkan dengan perhitungan kontrol saat penumpukan
- d perbaiki abstrak dan pendahuluan, tata tulis dan redaksional,
- e sesuaikan kesimpulan dengan rumusan masalah
- f

3.

- a
- b
- c
- d
- e
- f

Tindak lanjut :

Mahasiswa memperbaiki/merevisi Proyek Akhir sesuai dengan masukan di atas.

Penutup :

Demikian Berita Acara Sidang Proyek Akhir ini dibuat sebagai panduan revisi oleh Mahasiswa.

Lampiran :

Tempelkan screen capture peserta meeting online disini.





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

FAKULTAS VOKASI

DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL

Kampus ITS, Jl. Menur 127 Surabaya 60116 Telp. 031-5947637 Fax. 031-5938025

<https://www.its.ac.id/tis/>

ASISTENSI PROYEK AKHIR TERAPAN

Nama : Muhammad Aqsa Bramantyo Parady

NRP : 2035201044

Judul : Perhitungan Biaya Waktu dan Biaya Pelaksanaan Struktur pada Gedung Hotel Manohara Yogyakarta dengan Metode Halfslab Menggunakan BIM

Dosen Pembimbing : Ir. R. A. Triaswati Moeliono N., M. Kes

No.	Tanggal	Tugas / Materi yang Dibahas
1	05-09-2021	Revisi Batasan Masalah dan Tujuan Nur
2	08-09-2021	- BAB 3 (Pengumpulan data ditambah data primer tidak hanya data sekunder) - Perbaiki Flow chart Nur
3	06-01-2022	- Metode setiap pekerjaan dimasukkan kedalam BAB 4 analisis metode - Detail Pelat Nur
4	15-02-2022	- Hitung total jenis pelat yang dibutuhkan - Pekerjaan Volume Nur
5	11-03-2022	- produktivitas item pekerjaan disamakan dengan soedrajat ? → Tentukan menggunakan yg mana? Nur
6	16-03-2022	- Pengarahan tugas - Konsultasi setiap hari Rabu jam 09.00 di Lab MPK Nur
7	23-03-2022	- Hitung dan harga, Produktivitas pekerja, harga sewa alat - buat posisi perletakan untuk halfslab dan tower crane pada proyek Nur
8	09-04-2022	- Buat budget di menu half slab - Tentukan jml kebutuhan alat & buangnya - y menentukan sewa / beli - JANGAN HANYA HADIR TANPA ADA PROGRES Nur



ASISTENSI PROYEK AKHIR TERAPAN

Nama : Muhammad Aqsa Bramantyo Parady
NRP : 20352010644
Judul : Perhitungan Biaya Waktu dan Biaya Pelaksanaan Struktur pada Gedung Hotel Manohara Yogyakarta dengan Metode Halfslab Menggunakan BIM
Dosen Pembimbing : Ir. R. A Triawad Moejiono N., M. Kes

No.	Tanggal	Tugas / Materi yang Dibahas	TTD
9	14-04-22	Hanya menghitung dimensi Halfslab yang dibutuhkan	Nur
10	19-04-22	- apabila durasi scaffolding sdh ditinjau didalam pemastangan bekisting maka tdk perlu dimasukkan di NWP - site plan untuk kantor direksi dipindahkan ke utara dan TC dipindahkan ke selatan - diperbaiki gambar halfslab yg serelah komposit & ditambah potongan	15/04'22 Nur
11	21/04/22	1 Building coverage di daerah study 2 floor area ratio utk area study 3 cari sempadan jalan utk wilayah studi - sesuaikan 3 hal ini dengan objek TA ada yg tdk cocok diganti kth - foto'at kamis, 28/04/22 Asistensi dg Zoom dan sdh - menguralkan lubang lantai - kamis hitung beton + Balok + lantai sdh ok + ada gambar u/ No 1, 2, 3	Nur 21/4'22
12	28/04/22	- melanjutkan pekerjaan menghitung pelat	

ABSTRAK

PERHITUNGAN WAKTU DAN BIAYA PELAKSANAAN STRUKTUR PADA GEDUNG HOTEL MANOHARA YOGYAKARTA DENGAN METODE HALF SLAB

Nama Mahasiswa / NRP : **Muhammad Aqsa Bramantyo Parady / 2035201044**
Departemen : **Teknik Infrastruktur Sipil, Fakultas Vokasi- ITS**
Dosen Pembimbing : **Ir. R. A. Triaswati Moeljono N. M.Kes.**

Abstrak

Pemilihan metode pelaksanaan dalam pembangunan gedung bertingkat sangat berpengaruh terhadap penggunaan biaya dan waktu pelaksanaan. Proyek Gedung Hotel Manohara Yogyakarta yang terletak di Jalan Affandi, Depok, Sleman, Yogyakarta, yang memiliki 9 lantai menggunakan metode konvensional dengan pelaksanaan pengecorannya *Cast in Situ*. Dampak negatif penggunaan metode konvensional antara lain waktu konstruksi yang lama. Tugas akhir ini meninjau metode *half slab* sebagai alternatif solusi terhadap dampak yang ditimbulkan akibat menggunakan metode konvensional dengan cara membandingkan rencana anggaran biaya pelaksanaan (RAP) dan waktu pelaksanaan proyek. Tinjauan metode *half slab* pada lantai-lantai tipikal yang terdapat mulai lantai empat hingga lantai atap Gedung Hotel Manohara Yogyakarta. Hasil analisis menyatakan metode *half slab* dengan ketebalan 80 mm dan topping 40 mm membutuhkan biaya pelaksanaan senilai Rp17.986.466.303 dengan durasi pelaksanaan selama 319 hari. Sedangkan dengan menggunakan pelat konvensional membutuhkan biaya lebih murah Rp182.384.924 dengan total biaya pelaksanaan senilai Rp17.804.081.379 namun dengan durasi pelaksanaan yang lebih lama 36 hari yaitu selama 355 hari dibandingkan dengan metode *half slab*. Dengan demikian metode konvensional lebih menguntungkan daripada metode *half slab* kendatipun durasi pelaksanaan *half slab* lebih efisien.

Kata kunci: *Half Slab* , Konvensional , Metode

ABSTRACT

CALCULATION OF TIME AND COST FOR STRUCTURE OF HOTEL BUILDING MANOHARA YOGYAKARTA WITH HALF SLAB METHOD

Student Name / NRP : **Muhammad Aqsa Bramantyo Parady / 2035201044**
Departemen : **Civil Infrastructure Engineering, Vocational Faculty - ITS**
Lecturer : **Ir. R. A. Triaswati Moeljono N. M.Kes.**

Abstract

The choice of implementation method in the construction of high-rise buildings is very influential on the use of costs and implementation time. The Manohara Yogyakarta Hotel Building Project which is located on Affandi Street, Depok, Sleman, Yogyakarta, which has 9 floors using the conventional method with Cast in Situ casting. The negative impact of using conventional methods is the long construction time. This final project reviews the half slab method as an alternative solution to the impacts caused by using the conventional method by comparing the implementation cost budget plan (RAP) and project implementation time. A review of the half slab method on typical floors from the fourth floor to the roof floor of the Manohara Hotel Yogyakarta Building. The results of the analysis stated that the half slab method with a thickness of 80 mm and a topping of 40 mm required an implementation cost of Rp. 17,986,466,303 with a duration of 319 days. Meanwhile, using conventional slabs requires a cheaper cost of Rp. 182,384,924 with a total implementation cost of Rp. 17,804,081,379 but with a longer duration of 36 days, which is 355 days compared to the half slab method. Thus the conventional method is more profitable than the half slab method even though the duration of the half slab implementation is more efficient.

Keyword: Conventional, Half Slab, Method

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat serta hidayah dan Karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul ***“Perhitungan Waktu dan Biaya Pelaksanaan Struktur pada Gedung Hotel Manohara Yogyakarta dengan Metode Half Slab”*** dengan tepat waktu.

Tersusunnya tugas akhir terapan ini juga tidak terlepas dari dukungan dan motivasi dari berbagai pihak yang telah banyak membantu dan memberi masukan serta arahan. Untuk itu begitu banyak ucapan terima kasih kepada :

1. Kedua orang tua, saudara - saudara tercinta, sebagai pemberi semangat dan yang telah banyak memberi dukungan moril maupun materiil, terutama do'a.
2. Bapak Ibu dosen. Yang telah banyak memberikan bimbingan, arahan, petunjuk, dan motivasi dalam penyusunan tugas akhir terapan ini.
3. Teman - teman terdekat yang tidak bisa disebutkan satu persatu, terima kasih atas bantuan dan saran selama proses pengerjaan tugas akhir terapan ini.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan tugas akhir terapan ini terdapat kekurangan dan masih jauh dari sempurna, untuk itu diharapkan terdapat kritik dan saran yang membangun demi kesempurnaan proposal yang nantinya akan dipergunakan untuk menyusun tugas akhir terapan.

Akhir kata, semoga apa yang penulis sajikan dalam proposal ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca, penulis dan semua pihak yang terlibat

Surabaya, 18 Juli 2022

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	iv
PERNYATAAN ORISINALITAS	v
ABSTRAK.....	vi
ABSTRACT.....	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR TABEL.....	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	1
1.3 Batasan Masalah	1
1.4 Tujuan	2
1.5 Manfaat	2
1.6 Data Proyek	2
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Tinjauan Umum	5
2.2 Item Pekerjaan	5
2.2.1 Half Slab.....	5
2.2.2 Struktur Bawah	11
2.2.3 Struktur Atas	12
2.3 Perhitungan Volume	12
2.3.1 Pekerjaan Urugan	12
2.3.2 Pekerjaan Bekisting	12
2.3.3 Pekerjaan Pembesian.....	13
2.3.4 Pekerjaan Pengecoran	14
2.4 Perhitungan Durasi.....	14
2.4.1 Pekerjaan Pembesian.....	14
2.4.2 Pekerjaan Bekisting	16
2.4.3 Pekerjaan Pengecoran	17
2.4.4 Pekerjaan Urugan	20
2.5 Alat Berat.....	20
2.5.1 Excavator	20

2.5.2 Dump Truck.....	21
2.5.3 Tower Crane.....	21
2.5.4 Concrete Pump	22
2.5.4 Truck Mixer Beton.....	22
2.6 Alat Penunjang	23
2.6.1 Bar Bender	23
2.6.2 Bar Cutter	23
2.6.3 Concrete Bucket	24
2.6.4 Concrete Vibrator	24
2.7 Rencana Anggaran Pelaksanaan	24
2.7.1 Biaya Langsung	25
2.7.2 Biaya Tak Langsung	25
2.8 Penjadwalan Proyek	26
2.9 Kesehatan dan Keselamatan Kerja	27
2.9.1. Identifikasi Bahaya dan Pencegahan Resiko Pekerjaan Konstruksi.....	28
2.10 Pengertian Mutu.....	29
2.11 Sistem Mutu	29
2.12 Manajemen Mutu Proyek.....	29
2.12.1 Quality Planning.....	29
2.12.2 Quality Assurance	29
2.12.3 Quality Control.....	30
2.11 Penelitian Terdahulu.....	31
BAB III METODOLOGI	33
3.1 Uraian Umum	33
3.2 Uraian Metodologi.....	33
3.2.1 Perumusan Masalah.....	33
3.2.2 Pengumpulan Data	33
3.2.3 Pengolahan Data.....	33
3.2.4 Kesimpulan	34
3.3 Flow Chart	34
BAB IV PEMBAHASAN	37
4.1 Data Bangunan Kondisi Eksisting.....	37
4.2 Metode Cor Konvensional	40
4.2.1 Pekerjaan Kolom.....	40
4.2.2 Pekerjaan Balok dan Pelat	41

4.2.3 Pekerjaan Tangga	43
4.3 Metode Pracetak.....	44
4.3.1 Pekerjaan Pelat Pracetak	44
BAB V ANALISA WAKTU DAN BIAYA.....	71
5.1 Perhitungan Waktu dan Biaya.....	71
5.1.1 Rekapitulasi Perhitungan Volume.....	71
5.1.2 Perhitungan Lantai Kerja Pelat LT Basement.....	75
5.1.3 Perhitungan Sloof.....	78
5.1.4. Perhitungan Balok Lantai 4	87
5.1.5 Perhitungan Kolom Lantai 1.....	96
5.1.6 Perhitungan Durasi & Biaya Pekerjaan Halfslab	104
5.1.7 Perhitungan Durasi dan Biaya Pekerjaan Tangga LT 1	109
5.1.8 Perhitungan Tower crane.....	117
5.1.9 Hasil dan Analisis.....	121
BAB VI PENUTUP	123
6.1 Kesimpulan	123
6.2 Saran.....	123
DAFTAR PUSTAKA	125

Halaman ini dikosongkan

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Peta lokasi	3
Gambar 2.1 4 Titik angkat.....	5
Gambar 2.2 8 Titik angkat.....	5
Gambar 2.3 Excavator.....	20
Gambar 2.4 Dump Truck	21
Gambar 2.5 Tower Crane.....	21
Gambar 2.6 Concrete Pump	22
Gambar 2.7 Truck Mixer.....	22
Gambar 2.8 Bar Bender.....	23
Gambar 2.9 Bar Cutter.....	23
Gambar 2.10 Concrete Bucket	24
Gambar 2.11 Concrete Vibrator	24
Gambar 2.12 Alat Pelindung Diri.....	28
Gambar 4.1 Denah Bangunan.....	37
Gambar 4.2 Tampak Timur	38
Gambar 4.3 Tampak Barat	38
Gambar 4.4 Tampak Utara	39
Gambar 4.5 Tampak Selatan	39
Gambar 4.6 Modul Pelat <i>Half Slab</i>	44
Gambar 4.7 4Titik Pengangkatan Pelat Pracetak	52
Gambar 4.8 Tumpuan Pelat Pracetak.....	54
Gambar 4.9 Site Layout Proyek	67
Gambar 4.10 Penumpukkan Pelat Pracetak	68
Gambar 4.11 Ilustrasi Pemasangan Halfslab.....	68
Gambar 4.12 Detail sambungan Halfslab	69
Gambar 5.1 Gambar Penjadwalan Menggunakan Halfslab	121

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Berat besi beton batang polos per meter Panjang	13
Tabel 2.2. Berat besi beton batang ulir per meter Panjang	14
Tabel 2.3 Jam Kerja buruh yang diperlkan untuk membuat 100 bengkokkan dan kaitan.....	15
Tabel 2.4 Jam Kerja buruh yang dibutuhkan untuk memasang 100 buah batang tulangan...	15
Tabel 2.5 keperluan jam kerja buruh untuk pekerjaan cetakan beton tiap 10 m2	16
Tabel 2.6 Waktu persiapan Concrete Pump	17
Tabel 2.7 Waktu tambahan persiapan Concrete Pump	17
Tabel 2.8 Waktu pasca pelaksanaan Concrete Pump	18
Tabel 2.9 Waktu Persiapan concrete bucket	18
Tabel 2.10 Waktu tambahan persiapan concrete bucket.....	18
Tabel 2.11 Keperluan Tenaga Kerja untuk pekerjaan Beton	19
Tabel 2.12 Kapasitas penimbunan dengan tanah / alat sekop	20
Tabel 4.1 Penulangan Kolom	41
Tabel 4.2 Rekapitulasi Tulangan	65
Tabel 4.3 Total Kebutuhan <i>Half Slab</i>	66
Tabel 5.1 Rekapitulasi Perhitungan Volume.....	71
Tabel 5.2 Rekapitulasi Pekerjaan Lantai Kerja	77
Tabel 5.3 Jumlah volume tulangan sloof	78
Table 5.4 Ratarata jam kerja tiap 100 buah tulangan (jam)	78
Table 5.5 Tabel Produktivitas Tulangan Sloof.....	78
Table 5.6 Rekapitulasi Harga Sloof.....	86
Tabel 5.7 Rekapitulasi Jumlah Alat.....	86
Tabel 5.8 Jumlah Volume Tulangan.....	87
Tabel 5.9 Rata-rata jam kerja tiap 100 buah tulangan (jam).....	87
Table 5.10 Tabel Produktivitas Balok	88
Tabel 5.11 Rekapitulasi harga balok Lt. 4	96
Tabel 5.12 Rekapitulasi Jumlah Alat.....	96
Tabel 5.13 Jumlah Volume Tulangan Kolom	96
Tabel 5.14 Rata-rata Jam Kerja tiap 100 Buah Tulangan	96

Tabel 5.15 Tabel Produktivitas Tulangan Kolom	97
Tabel 5.16 Rekapitulasi Harga Kolom LT. 1	104
Tabel 5.17 Rekapitulasi Alat	104
Tabel 5.18 Analisa Harga Satuan Pekerjaan 1 kg wiremesh.....	106
Tabel 5.19 Rekapitulasi Halfslab.....	108
Tabel 5.20 Jumlah Volume Tulangan Tangga	109
Tabel 5.21 Rata-rata Jam Kerja Tiap 100 Buah Tulangan.....	109
Tabel 5.22 Tabel Produktivitas Tulangan Tangga.....	109
Tabel 5.23 Rekapitulasi Harga	116
Tabel 5.24 Rekapitulasi Jumlah Alat	116
Tabel 5.25 Perhitungan Biaya Tower Crane	120
Tabel 5.26 Tabel Rekapitulasi Durasi dan Harga Pekerjaan.....	122

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Bisnis properti di Indonesia semakin meningkat seperti bisnis pembangunan perumahan, apartemen, hotel, pusat perbelanjaan, gedung perkantoran dan sebagainya. PT Taman Wisata Candi berinvestasi dengan membangun hotel 9 (sembilan) lantai untuk kalangan menengah ke atas yang diberi nama Hotel Manohara berlokasi di Jalan Affandi, Depok, Sleman, Yogyakarta. Pelaksana konstruksi Proyek Gedung Hotel Manohara adalah PT Cipta Graha Kanaka.

Dalam ilmu Teknik Sipil Bangunan, struktur dibagi menjadi dua bagian, yaitu struktur bagian atas dan struktur bagian bawah. Struktur bagian atas berfungsi sebagai pendukung beban – beban yang bekerja pada suatu bangunan. Sedangkan struktur bagian bawah yang berada di bawah permukaan tanah adalah berfungsi untuk menahan beban dari struktur atas dan memindahkannya ke dalam tanah keras. Contoh struktur bagian atas meliputi atap, balok, kolom dan pelat lantai. Pekerjaan pelat lantai merupakan salah satu bagian konstruksi yang membutuhkan waktu yang lama dalam proses pelaksanaannya jika menggunakan metode konvensional. Pada pekerjaan struktur pelat lantai pihak kontraktor dapat menggunakan metode cast in situ (konvensional) atau metode half slab precast. Metode half slab digunakan karena dianggap memiliki beberapa kelebihan dibandingkan metode konvensional. Hal ini ditegaskan oleh Dasa Aprisandi (2019) bahwa menggunakan metode *half slab* lebih cepat. Namun menurut Tomy Agsa Aldyan, (2019), penggunaan metode konvensional lebih murah dibandingkan dengan metode *precast half slab*. Tugas Akhir ini menganalisis efisiensi penggunaan metode *half slab* dalam pekerjaan pelat lantai ditinjau dari segi biaya dan waktu dibandingkan dengan metode pelat konvensional pada Proyek Gedung Hotel Manohara Yogyakarta.

1.2 Rumusan Masalah

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

- a. Berapa rencana anggaran biaya pelaksanaan (RAP) Proyek Gedung Hotel Manohara Yogyakarta dengan menggunakan metode *half slab*?
- b. Berapa total durasi pelaksanaan Proyek Gedung Hotel Manohara Yogyakarta dengan menggunakan metode *half slab*?
- c. Bagaimana perbandingan pada total durasi dan biaya Proyek Gedung Hotel Manohara Yogyakarta menggunakan metode *half slab* dengan metode pelat konvensional?

1.3 Batasan Masalah

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

- a. Tugas akhir ini hanya meninjau rencana biaya pelaksanaan dan penjadwalan struktur beton (struktur bangunan bawah : *Sloof* serta struktur bangunan atas balok, kolom, tangga dan *half slab*) yang sesuai metode pelaksanaan di lapangan dan tidak meninjau pekerjaan *Dewatering*, pekerjaan pondasi, pekerjaan shearwall serta perhitungan arsitektur dan *finishing*.
- b. Metode *precast* hanya digunakan pada struktur pelat pada lantai 4 hingga lantai atap
- c. Hanya membahas K3 secara umum dan tidak menghitung detail biaya K3

1.4 Tujuan

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

- a. Mengetahui rencana anggaran biaya pelaksanaan (RAP) proyek gedung Hotel Manohara Yogyakarta dengan menggunakan metode *half slab*
- b. Mengetahui total durasi pelaksanaan proyek gedung Hotel Manohara Yogyakarta dengan menggunakan metode *half slab*
- c. Mengetahui perbandingan durasi dan biaya antara penggunaan *halfslab* dan pelat konvensional pada gedung Hotel Manohara Yogyakarta

1.5 Manfaat

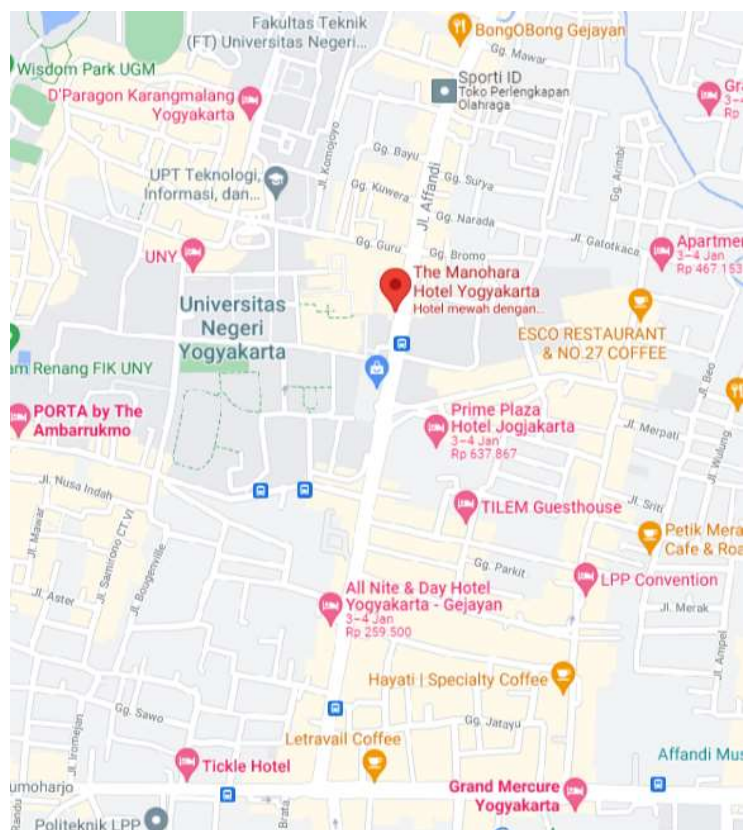
Manfaat dari pengerjaan proposal Tugas akhir ini adalah:

Perencanaan metode pelaksanaan menggunakan metode *half slab* dapat dipertimbangkan pada pelaksanaan proyek untuk mempercepat waktu pelaksanaan pekerjaan.

1.6 Data Proyek

Nama Proyek	: Gedung Hotel Manohara
Lokasi Proyek	: jl. Affandi, Depok Sleman Yogyakarta
Fungsi Bangunan	: Hotel
Jumlah Lantai	: 8 Lantai dan 1 <i>basement</i>
Luas Lahan	: 1803,7 m ³
Luas Total Bangunan	: 8304,844 m ³
Pemilik Proyek	: PT. Taman Wisata Candi
Kontraktor	: PT. Cipta Graha Kanaka
HSPK	: 2019

Peta Lokasi Proyek :



Gambar1.1 Peta Lokasi

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Umum

Bab ini membahas teori – teori yang digunakan untuk perencanaan anggaran biaya dan penjadwalan dalam pembangunan struktur Gedung Hotel Manohara Yogyakarta, yang meliputi struktur balok, kolom, dan pelat pada lantai *Basement* sampai lantai 8.

2.2 Item Pekerjaan

Dalam pembangunan Hotel Manohara, agar memudahkan dalam pelaksanaannya diperlukan penyusunan item-item pekerjaan secara runtut dan teratur. Item pekerjaan yang dibahas terkait dengan struktur pada rumusan masalah. Berikut ini adalah item-item pekerjaan yang disusun dari pekerjaan struktur :

2.2.1 Half Slab

Half slab adalah pelat yang menggunakan beton pracetak sebagai dasarnya dan beton konvensional sebagai topping/penutup.

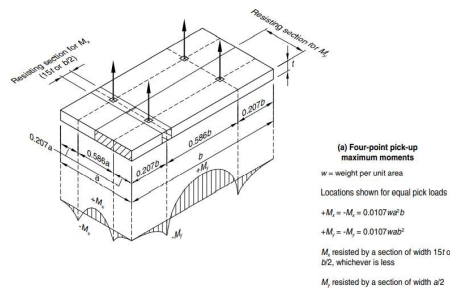
2.2.1.1 Perhitungan Kebutuhan Tulangan *Half Slab*

Perhitungan kebutuhan tulangan pada *precast half slab* ini dibagi menjadi tiga kondisi, yaitu:

A. Kondisi Pengangkatan

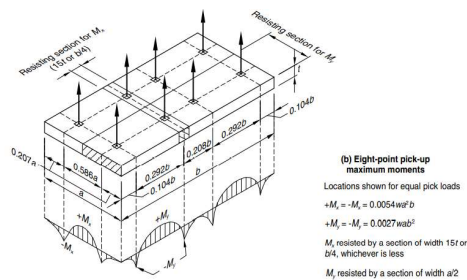
Menurut *PCI Design Handbook 7th Edition Chapter 8* ada beberapa titik angkat yang disyaratkan untuk mengangkat elemen dari cetakan maupun saat melakukan pemasangan.

- 4 titik angkat



Gambar 2. 1 4 titik angkat

- 8 Titik Angkat



Gambar 2.2 8 Titik Angkat

a. Kebutuhan tulangan angkat

1. Luas Tulangan Perlu :

$$\rho = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2m \times Rn}{fy}} \right) \dots\dots\dots(2.1)$$

2. Kontrol SNI 2847-2013 pasal 10.5.1 harus tersedia tidak boleh kurang dari :

$$A_{Vmin} = \frac{(0,25\sqrt{fc'})}{fy} \times bw \times dx = \frac{1,4 \times bw \times dx}{fy} \dots\dots\dots(2.2)$$

3. Untuk luas tulangan maksimum β sesuai dengan SNI 2847-2013 tidak lebih dari dibawah ini:

$$\rho b = 0,75 \times \left(\frac{0,85 \times B \times fc'}{fy} \right) \times \left(\frac{600}{600} \right) \dots\dots\dots(2.3)$$

4. Syarat : $A_{Vmin} < A_{perlu} < A_{max}$

5. Perhitungan jarak tulangan :

$$S_{perlu} = \frac{0,25 \times 3,14 \times D^2}{As \text{ perlu}} \dots\dots\dots(2.4)$$

6. Syarat : $S_{max} \leq 3h$ atau 450 mm (SNI 2847-2013 Pasal 10.5.4)

Dengan perlu dikontrol : $As \text{ pasang} > As \text{ perlu}$

b. Kontrol Faktor Reduksi

1. Tinggi blok tegangan persegi ekivalen

$$\alpha = \frac{as \text{ pasang} \times fy}{0,85 \times fc' \times b} \dots\dots\dots(2.5)$$

2. Jarak dari serat tekan ke sumbu netral :

$$\beta = 0,85 ; c = \frac{a}{\beta} \dots\dots\dots(2.6)$$

3. Regangan Tarik :

$$\epsilon_t = (0,003 \times dx/c) - 1 \dots\dots\dots(2.7)$$

c. Kontrol Terhadap Geser

$$Vu = qu \left(\frac{lx}{2} - \frac{dx}{1000} \right) \dots\dots\dots(2.8)$$

$$\phi Vc = \phi (0,171 \sqrt{fc'} b dx) \dots\dots\dots(2.9)$$

- d. Kontrol Retak
Kontrol retak ditinjau menurut *SNI 2847-2013 Pasal 9.5.2.3* momen batas retak yang terjadi pada pelat saat beton berumur tujuh hari
Syarat $M_{cr} > M_u$
- e. Kontrol Lendutan
Berdasarkan *SNI 2847-2013* batasan untuk lendutan adalah $l/240$

B. Kondisi Sebelum Komposit

- a. Perhitungan Kebutuhan Tulangan

- 1. Menentukan D_x

$$d_x = h - \text{cover} - \frac{1}{2} \text{ diameter tul.lentu} \dots \dots \dots (2.10)$$

- 2. Momen Maksimum

$$M_u = 1/8 Q_u (L/2)^2 \dots \dots \dots (2.11)$$

- 3. Menghitung kuat nominal

$$R_n = \frac{m_u}{\phi \times b \times d_x^2} \dots \dots \dots (2.12)$$

- 4. Menghitung m

$$m = \frac{f_y}{0,85 f_c'} \dots \dots \dots (2.13)$$

- 5. Menghitung rasio tulangan

$$\rho = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2m \times R_n}{f_y}} \right) \dots \dots \dots (2.14)$$

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.

$$\epsilon_t = 0,003 \times \left(\frac{d_x}{c} - 1 \right) = 0,003 \times \left(\frac{0,85 \times f_c' \times B_1}{\rho_{max} \times f_y} - 1 \right). (2.15)$$

Syarat : $\rho_{min} > \rho_{perlu} > \rho_{max}$

- 6. Kebutuhan tulangan

$$A_s = \rho_{perlu} \times b \times d_x \dots \dots \dots (2.16)$$

Syarat : (*SNI 2847-2013 Pasal 10.5.4*)

$$S \leq 3h \text{ atau } 450 \text{ mm}$$

- b. Kontrol Faktor reduksi

- 1. Tinggi balok tegangan persegi ekuivalen

$$\alpha = \frac{a_s \text{ pasang} \times f_y}{0,85 \times f_c' \times b} \dots \dots \dots (2.17)$$

- 2. Jarak dari serat tekan ke sumbu netral

$$0,85 ; c = \frac{a}{b} \dots \dots \dots (2.18)$$

- 3. Regangan Tarik

$$\epsilon_t = (0,003 \times d_x/c) - 1 \dots \dots \dots (2.19)$$

- c. Kontrol terhadap persyaratan geser

Kontrol persyaratan geser ditinjau berdasarkan *SNI 2847-2013 Pasal 11.4.6.1*

$$\text{Syarat : } \frac{1}{2} V_c \geq V_u$$

- d. 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

$$\text{Syarat : } M_{cr} > M_u$$

- e. Kontrol Lendutan
Berdasarkan SNI 2847-2013 batasan untuk lendutan adalah $l/240$

C. Kondisi Sesudah Komposit

a. Perhitungan Kebutuhan Tulangan

1. Menentukan dx
 $dx = h - \text{cover} - \frac{1}{2} \text{ diameter tul.lentur} \dots\dots\dots(2.20)$

2. Momen maksimum
 $Mu = 1/8 Qu (L/2)^2 \dots\dots\dots(2.21)$

3. Menghitung Kuat nominal
 $Rn = \frac{mu}{\theta \times b \times dx^2} \dots\dots\dots(2.22)$

4. Menghitung m
 $m = \frac{fy}{0,85 fc'} \dots\dots\dots(2.23)$

5. Menghitung rasio tulangan
 $\rho = \frac{1}{m} (1 - \sqrt{1 - \frac{2m \times Rn}{fy}})$
 $\rho_{\min} \text{ SNI 2947-2013 Pasal 7.12.2.1}$

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.

$\epsilon_t = 0,003 \times \left(\frac{dx}{c} - 1\right) = 0,003 \times \left(\frac{0,85 \times fc' \times B1}{pmax \times fy} - 1\right) \dots\dots\dots(2.25)$

6. Kebutuhan Tulangan
 $As = \rho_{\text{perlu}} \times b \times dx \dots\dots\dots(2.26)$
Syarat : (SNI 2847-2013 Pasal 10.5.4)
 $S \leq 3h$ atau 450 mm

b. Kontrol Faktor Reduksi

1. Tinggi balok tegangan persegi ekuivalen :
 $\alpha = \frac{as \text{ pasang} \times fy}{0,85 \times fc' \times b} \dots\dots\dots(2.27)$

2. Jarak dari serat tekan ke sumbu netral
 $\beta = 0,85 ; c = \frac{a}{\beta} \dots\dots\dots(2.28)$

3. Regangan Tarik
 $\epsilon_t = (0,003 \times dx/c) - 1 \dots\dots\dots(2.29)$

- c. Kontrol Terhadap Persyaratan Geser
Kontrol persyaratan geser ditinjau berdasarkan *SNI 2847-2013 Pasal 11.4.6.1*
Syarat : $\frac{1}{2} V_c \geq V_u$
- d. 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
Syarat : $M_{cr} > M_u$
- e. Kontrol Lendutan
Berdasarkan *SNI 2847-2013* batasan untuk lendutan adalah $l/240$
- f. Perencanaan Shear Connector
1. Perhitungan geser nominal
 - Menurut *SNI 2847-2013 Pasal 21.11.6* tebal pelat sebagai diafragma ada *overtopping* tidak boleh kurang dari 50 mm.
 - Menurut *SNI 2847-2013 Pasal 21.11.9.1* V_n diafragma struktur tidak boleh melebihi :
 $\phi t = 0,0025$ (*SNI 2847-2013 11.9.9.2*)
 $V_n = A_{cv} (0,17 \lambda \sqrt{f_c'} + \rho t f_y) \dots \dots \dots (2.30)$
 - Menurut *SNI 2847-2013 Pasal 21.11.9.2* V_n diafragma struktur tidak boleh melebihi :
 $V_n = 0,66 \times A_{cv} \times \sqrt{f_c'} \dots \dots \dots (2.31)$
 - Menurut *SNI 2847-2013 Pasal 21.11.9.3* V_n diafragma struktur tidak boleh melebihi :
 $\mu = 1,0 \phi$ (*SNI 2847-2013 11.6.4.3 dengan permukaan yang sengaja dikasarkan*).....(2.32)
 $V_n = A_{vf} \times \mu \times f_y \dots \dots \dots (2.33)$
 V_n yang dipakai adalah yang terkecil dari persyaratan di atas.
 2. Perhitungan kebutuhan *Shear Connector*
Berdasarkan *SNI 2847-2013 Pasal 11.4.6.1* apabila $V_u > \phi V_c$, maka dapat digunakan A_v min dengan jarak :
Syarat : $s \leq 4$ x dimensi terkecil atau 600mm (*SNI 2847-2013 pasal 10.5.4*)
 $A_v \text{ min} = 0,062 \sqrt{f_c'} \frac{b_w s}{f_{yt}} \dots \dots \dots (2.34)$
 Tetapi tidak boleh kurang dari
 $\frac{0,35 b_w s}{f_{yt}} \dots \dots \dots (2.35)$
 $A_s = 0,25 \times \pi \times \text{diameter tulangan}^2 \dots \dots \dots (2.36)$
 Jumlah kaki dibutuhkan
 $N = \frac{A_v \text{ min}}{A_s} \dots \dots \dots (2.37)$

2.2.1.2 Tahan Penumpukan

Beberapa alasan sebagai penyebab dilakukan penumpukan material *precast* :

- Jumlah beton *precast* yang akan dipasang sangat banyak, sehingga memungkinkan untuk pemasangan pelat secara langsung dari trailer ke titik pelat rencana.
- Lokasi proyek tidak cukup luas, sehingga dibutuhkan penumpukan pelat dimana tempat ini diusahakan tidak mengganggu aktivitas proyek yang lain

Pada tahap ini, acuan perhitungan kontrol penumpukan *precast half slab* yang digunakan yaitu *Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung (SNI 2847-2013)*

- Hitung berat beton *precast* sesuai dengan rencana, yaitu volume beton bertulang (m^3) x Berat Jenis beton bertulang ($2400 \text{ kg}/m^3$).
- Merencanakan jumlah tumpukan beton *precast*
- Hitung berat total tumpukan dari beton *precast* tersebut, yaitu berat beton *precast* (kg) x Jumlah rencana tumpukan beton *precast*
- Merencanakan penyangga tumpukan beton *precast* yang menggunakan balok kayu dan hitung luas dari balok kayu tersebut.
- Hitung kontrol penumpukan beton *precast* yang harus kurang dari $\sigma_{beton} = 4700\sqrt{f'c}$. $f'c$ yang digunakan adalah nilai tegangan beton pada saat umur beton 4 hari, yaitu $0,46 \times f'c$ (PBB 1971)

Kontrol tumpukan beton *precast*

$$= \frac{\text{berat total tumpukan}}{\text{Luas balok kayu}}$$

2.2.1.3 Tahan Pemasangan dan Pengangkatan

Tahap pemasangan pelat *precast* dilakukan setelah pengecoran kolom dan pemasangan *scaffolding* dan *pipe support* balok dan pelat selesai. Pemasangan pelat *precast* sangat mempengaruhi durasi pelaksanaan dan akan berpengaruh pada biaya yang akan dikeluarkan, maka, pemasangan harus dilakukan dengan efisien dan penuh perhitungan.

Perhitungan kontrol lendutan pelat *precast* pada saat pengangkatan dan pemasangan mengacu pada *Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung (SNI 2847-2013)*

- $E_c = 4700 \times \sqrt{f'c}$
- $I_g = \frac{1}{12} \times b \times h^3$
- $\Delta_{ijin} = \frac{L}{480}$
- Bila $\Delta < \Delta_{ijin}$ (OK)

Perhitungan perencanaan letak titik angkat pelat *precast* menggunakan acuan rumus :

$$\sigma_{Tarik} = \frac{P}{A}$$

2.2.1.4 Tahap Penyambungan

Pada tahap penyambungan dapat dilakukan dengan dua cara yaitu sambungan basah dan sambungan kering

a. Sambungan Basah

Sambungan basah dibedakan menjadi dua yaitu :

1. *In-situ concrete joint*

Sambungan jenis ini dapat diaplikasikan pada komponen-komponen beton pracetak:

- Kolom dengan kolom
- Pelat dengan balok
- Balok dengan balok

b. Sambungan kering

Sambungan kering dibedakan menjadi dua yaitu sambungan las dan sambungan baut.

2.2.1.6 Tahap Pengecoran

Pada proyek pembangunan gedung hotel Manohara Yogyakarta menggunakan beton *ready mix* untuk pengecoran *overtopping* pada beton pracetaknya.

2.2.2 Struktur Bawah

Pekerjaan Struktur bawah pada pembangunan gedung meliputi pekerjaan tanah, dan pekerjaan sloof

A. Pekerjaan Galian

Pekerjaan galian dilaksanakan dengan menggunakan alat berat *Excavator*, dan *dump truck*. Penggunaan *waterpass* dan *theodolite* sebagai alat pengukur elevasi sebelum melaksanakan penggalian tanah. Setelah penggalian, tanah sisa galian akan diangkut menggunakan *dump truck* ke tempat yang telah ditentukan.

B. Pekerjaan *Pile cap* dan Sloof

Pekerjaan *Pile Cap* dan sloof dilakukan setelah pemotongan tiang pancang yang telah direncanakan selanjutnya, pemasangan bekisting diikuti dengan fabrikasi tulangan sloof dan *pile cap* yang dilakukan secara manual di lokasi. Setelah itu dilakukan pengecoran.

2.2.3 Struktur Atas

Pekerjaan Struktur atas pada pembangunan gedung meliputi pekerjaan balok, kolom, pelat, dan tangga. Untuk kolom, balok, tangga dilakukan dengan metode konvensional, sedangkan untuk pelat menggunakan metode konvensional dari lantai basement hingga lantai 3 dan menggunakan metode *precast half slab* pada lantai 4 hingga lantai atap. Berikut pekerjaan untuk membuat struktur bagian atas adalah :

A. Pekerjaan Pembesian

Fabrikasi pembesian dilakukan langsung dilapangan atau ditempat. Pekerjaan ini diagi menjadi dua macam yaitu, pembengkokkan dan pemotongan. Hal tersebut dilakukan untuk mempercepat proses pengerjaan. Kemudian besi yang telah dipotong dan dibengkokkan diangkut ke tempat pemasangan, untuk pembesian dilantai atas atau lantai tinggi dibantu oleh alat berat *tower crane*.

B. Pekerjaan Bekisting

Pekerjaan bekisting dilakukan secara konvensional menggunakan material dari plywood, rangka plywood dan balok kayu. Penyusunan bekisting disesuaikan dengan perencanaan awal. Rangka bekisting harus memenuhi tiga syarat pelaksanaan : *stability*, *strength*, dan *serviceability*. Pada pemasangan bekisting pelat pada bagian bawah akan ditahan oleh *Scaffolding*.

C. Pekerjaan Pengecoran

Pekerjaan pengecoran gedung digunakan beton readymix. Sebelum pengecoran dimulai terdapat tahapan awal yaitu dilakukan pengujian slump untuk mengetahui mutu beton dan memastikan apakah sesuai dengan perencanaan awal. Bila dianggap perlu tambahan untuk beton dapat digunakan *concrete admixture*. Penggunaan tersebut harus dengan persetujuan dari konsultan pengawas. Untuk pemerataan penyebaran digunakan alat bantu *concrete pump*, kemudian digetarkan menggunakan alat *Vibrator* untuk membuat beton padat.

2.3 Perhitungan Volume

Perhitungan Volume digunakan untuk menghitung biaya dan waktu tiap item pekerjaan.

2.3.1 Pekerjaan Urugan

- Volume urugan dihitung dengan rumus :
$$\text{Volume} = P \times L \times T \dots\dots\dots(2.39)$$

Dimana :

P : Panjang galian (m)
L : Lebar galian (m)
T : Kedalaman galian (m)

2.3.2 Pekerjaan Bekisting

Pekerjaan bekisting kayu memerlukan waktu yang terdiri dari waktu pemasangan dan pembongkaran bekisting. Bekisting kayu dapat digunakan kembali sebanyak 50% - 80% (*Soedrajat:1984*). Bekisting dapat dilepas setelah ± 14 hari. Sedangkan scaffolding tetap dalam keadaan terpasang sampai dengan ± 28 hari. Untuk pekerjaan bekisting yaitu pekerjaan sloof, balok dan kolom. Perhitungan yang digunakan dalam kebutuhan bekisting adalah :

$$\text{Volume} = P \times L \dots\dots\dots(2.40)$$

Dimana :

P : Panjang bekisting (m)

L : Lebar / keliling bekisting (m)

2.3.3 Pekerjaan Pembesian

Perhitungan pembesian pada elemen struktur gedung beton bertulang dihitung berdasarkan beratnya dalam satuan kg atau dalam satuan ton. Dalam perhitungan volume pembesian perlu diperhatikan juga untuk pekerjaan pembengkokkan tulangan, Panjang kait tulangan serta pemotongan besi tulangan yang akan digunakan. Pekerjaan pembesian meliputi penulangan *pilecap*, sloof, balok, kolom

$$\text{Volume} = P \times W \dots\dots\dots(2.41)$$

Dimana :

P : Panjang total besi (m)

W : Berat besi (kg/m)

Tabel 2.1. Berat besi beton batang polos per meter panjang

No	Penamaan	Diameter nominal (d)	Luas penampang nominal (A)	Berat nominal per meter*
		mm	mm ²	kg/m
1	P 6	6	28	0,222
2	P 8	8	50	0,395
3	P 10	10	79	0,617
4	P 12	12	113	0,888
5	P 14	14	154	1,208
6	P 16	16	201	1,578
7	P 19	19	284	2,226
8	P 22	22	380	2,984
9	P 25	25	491	3,853
10	P 28	28	616	4,834
11	P 32	32	804	6,313
12	P 36	36	1018	7,990
13	P 40	40	1257	9,865
14	P 50	50	1964	15,413

Sumber (SNI 2052-2017 :4)

Tabel 2.2. Berat besi beton batang ulir per meter panjang

No	Pena- maan	Dia- meter nominal (d)	Luas penam- pang nominal (A)	Tinggi sirip (H)		Jarak sirip melintang (P) Maks	Lebar sirip membujur (T) Maks	Berat nominal per meter
		mm		mm ²	min			
1	S 6	6	28	0,3	0,6	4,2	4,7	0,222
2	S 8	8	50	0,4	0,8	5,6	6,3	0,395
3	S 10	10	79	0,5	1,0	7,0	7,9	0,617
4	S 13	13	133	0,7	1,3	9,1	10,2	1,042
5	S 16	16	201	0,8	1,6	11,2	12,6	1,578
6	S 19	19	284	1,0	1,9	13,3	14,9	2,226
7	S 22	22	380	1,1	2,2	15,4	17,3	2,984
8	S 25	25	491	1,3	2,5	17,5	19,7	3,853
9	S 29	29	661	1,5	2,9	20,3	22,8	5,185
10	S 32	32	804	1,6	3,2	22,4	25,1	6,313
11	S 36	36	1018	1,8	3,6	25,2	28,3	7,990
12	S 40	40	1257	2,0	4,0	28,0	31,4	9,885
13	S 50	50	1964	2,5	5,0	35,0	39,3	15,413
14	S 54	54	2290	2,7	5,4	37,8	42,3	17,978
15	S 57	57	2552	2,9	5,7	39,9	44,6	20,031

2.3.4 Pekerjaan Pengecoran

Perhitungan volume beton sesuai dengan rumus berikut :

$$\text{Volume} = P \times L \times T$$

Dimana :

P : Panjang penampang beton (m)

L : Lebar penampang beton (m)

T : Tinggi penampang beton (m)

2.4 Perhitungan Durasi

Durasi pada setiap item pekerjaan berbeda-beda berdasarkan metode pelaksanaan yang digunakan karena memiliki produktivitas yang berbeda-beda. Suatu pekerjaan yang diselesaikan menggunakan alat berat akan menghabiskan waktu lebih singkat dibandingkan dengan melakukan pekerjaan secara manual. Pekerjaan durasi dihitung menggunakan beberapa teori yang ada dalam buku *Analisa Anggaran Biaya Cara Modern oleh Ir. A. Soedrajat S diantaranya :*

2.4.1 Pekerjaan Pembesian

Durasi yang perlu diperhatikan pada pekerjaan pembesian adalah durasi pemotongan, membuat bengkokkan, kaitan, dan pemasangan. Berikut rumus dari perhitungan durasi yang dibutuhkan :

- Durasi Memotong

$$\text{Durasi (jam)} = \frac{\text{Juml Tulangan}}{\text{Kapasitas Produksi}} \dots\dots\dots(2.41)$$

- Durasi Pembengkokkan dengan besi

$$\text{Durasi (jam)} = \frac{\text{Jumlah Bengkokkan}}{\text{Kapasitas Produksi}} \dots\dots\dots(2.42)$$

- Durasi Mengaitkan dengan mesin

$$\text{Durasi (jam)} = \frac{\text{Jum Kaitan}}{\text{Kapasitas Produksi}} \dots\dots\dots(2.43)$$

- Durasi Pemasangan Tulangan

$$\text{Durasi (jam)} = \frac{\text{Jumlah Tulangan}}{\text{Kapasitas Produksi}} \dots\dots\dots(2.44)$$

Jumlah jam kerja dalam 1 hari adalah 8 jam, maka untuk perhitungan durasi per hari menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\text{Durasi (hari)} = \frac{\text{Juml Durasi Total (jam)}}{8 \text{ jam} \times \text{Tenaga Kerja}} \dots\dots\dots(2.45)$$

Untuk kapasitas produksi dapat diambil dari table pada tiap pekerjaan disesuaikan dengan diameter tulangan yang direncanakan. Pemotongan besi beton diperlukan waktu antara 1 sampai 3 jam untuk 100 batang tulangan tergantung dari diameternya. Alat-alat potongnya, dan keterampilan dari buruhnya (Soedrajat :1984)

Pebengkokkan dan kait pada besi beton diperlukan waktu sesuai dengan diameter tulangan yang dibutuhkan seperti pada tabel berikut :

Tabel 2.3 Jam Kerja buruh yang diperlukan untuk membuat 100 bengkokkan dan kaitan

Ukuran besi beton ϕ	Dengan tangan		Dengan mesin	
	Bengkokan, (jam)	Kait, (jam)	Bengkokan, (jam)	Kait, (jam)
1 - ½" (12 mm) kebawah	2 - 4	3 - 6	0,8 - 1,5	1,2 - 2,5
2 - 5/8" (16 mm), ¾" (19 mm) 7/8" (22 mm)	2,5 - 5	4 - 8	1 - 2	1,6 - 3
3 - 1" (25 mm), 1 1/8" (28,5 mm)	3 - 6	5 - 10	1,2 - 2,5	2 - 4
4 - 1¼" (31,75 mm), 1½" (38,1mm)	4 - 7	6 - 12	1,5 - 3	2,5 - 5

Sumber (Sastraatmadja, A. Soedrajat, 1984:91)

Sedangkan keperluan waktu yang dibutuhkan tenaga kerja untuk memasang besi beton per 100 buah batang berdasarkan Panjang tulangan dan diameter tulangan adalah :

Tabel 2.4 Jam Kerja buruh yang dibutuhkan untuk kaitan 100 buah batang tulangan

Ukuran besi beton ϕ	Panjang batang tulangan (m)		
	Dibawah 3 m	3 - 6 m	6 - 9 m
1 - ½" (12 mm) kebawah	3,5 - 6	5 - 7	6 - 8
2 - 5/8" (16 mm), ¾" (19 mm) 7/8" (22 mm)	4,5 - 7	6 - 8,5	7 - 9,5
3 - 1" (25 mm), 1 1/8" (28,5 mm)	5,5 - 8	7 - 10	8,5 - 11,5
4 - 1¼" (31,75 mm), 1½" (38,1 mm)	6,5 - 9	8 - 12	10 - 14

Sumber (Sastraatmadja, A. Soedrajat, 1984:92)

2.4.2 Pekerjaan Bekisting

Perhitungan jam kerja untuk bekisting kayu tiap 10 m² cetakan meliputi menyetel, memasang, membuka, membersihkan, serta reparasi. Jadi durasi total untuk pekerjaan bekisting adalah sebagai berikut :

$$\text{Total durasi bekisting (jam)} = \text{Menyetel} + \text{memasang} + \text{membuka dan membersihkan} + \text{Reparasi} + \text{pengolesan minyak} \dots \dots (2.46)$$

- Durasi Menyetel

$$\text{Durasi (jam)} = \frac{\text{Luas Bekisting (m}^2\text{)}}{10} \times \text{waktu menyetel} \dots \dots \dots (2.47)$$

- Durasi Memasang

$$\text{Durasi (jam)} = \frac{\text{Luas Bekisting (m}^2\text{)}}{10} \times \text{waktu pasang} \dots \dots \dots (2.48)$$

- Durasi Membuka dan membersihkan

$$\text{Durasi (jam)} = \frac{\text{Luas Bekisting (m}^2\text{)}}{10} \times \text{waktu membuka dan membersihkan} \dots (2.49)$$

- Durasi Reparasi

$$\text{Durasi (jam)} = \frac{\text{Luas Bekisting (m}^2\text{)}}{10} \times \text{waktu Reparasi} \dots \dots \dots (2.50)$$

- Durasi Pengolesan Minyak

$$\text{Durasi (jam)} = \frac{\text{Luas Bekisting (m}^2\text{)}}{10} \times \text{waktu pengolesan} \dots (2.51)$$

Untuk mendapatkan waktu menyetel, memasang, membuka dan membersihkan, serta reparasi didapatkan dari tabel berikut :

Tabel 2.5 keperluan jam kerja buruh untuk pekerjaan cetakan beton tiap 10 m²

Jenis cetakan kayu	Jam kerja tiap luas cetakan 10 m ²			
	Menyetel	Memasang	Membuka dan membersihkan	Reparasi
1. Pondasi/pangkal jembatan	3 - 7	2 - 4	2 - 4	2 sam pai 5 jam untuk segala jenis peker- jaan.
2. Dinding	5 - 9	3 - 5	2 - 5	
3. Lantai	3 - 8	2 - 4	2 - 4	
4. Atap	3 - 9	2 - 5	2 - 4	
5. Tiang	4 - 8	2 - 4	2 - 4	
6. Kepala-kepala tiang	5 - 11	3 - 7	2 - 5	
7. Balok-balok	6 - 10	3 - 4	2 - 5	
8. Tangga-tangga	6 - 12	4 - 8	3 - 5	
9. Sudut-sudut tiang dan balok * berukir	5 - 11	3 - 9	3 - 5	
10. Ambang jendela dan lintel *	5 - 10	3 - 6	3 - 5	

Sumber (Sastraatmadja, A. Soedrajat, 1984:86)

2.4.3 Pekerjaan Pengecoran

Pekerjaan pengecoran bagian kolom pada proyek pembangunan Gedung Hotel Mahonara dilakukan menggunakan *Concrete Bucket* yang diangkat menggunakan *Tower Crane*. sedangkan untuk balok dan pelat menggunakan *concrete pum*. Berikut adalah perhitungan durasi pengecoran menggunakan *concrete bucket* dan *tower crane* serta *concrete pump*:

A. Concrete Pump

Perhitungan kapasitas produksi pengecoran sesuai dengan Panjang pipa pengecoran yang digunakan sesuai dengan spesifikasi *Concrete Pump*

$$Q = DC \times Ek \dots \dots \dots (2.52)$$

Dimana :

DC : *Delivery Capacity* (m³/jam) diambil dari produktivitas *Concrete Pump*

Ek = Efisiensi kerja

- Waktu persiapan

Waktu persiapan untuk pekerjaan pengecoran terdiri dari :

Tabel 2.6 Waktu persiapan *Concrete Pump*

No	Uraian Pekerjaan	Waktu (menit)
1	Pengaturan posisi Truk mixer dan <i>Concrete Pump</i>	10
2	Pemasangan Pompa	30
3	Idle (waktu tunggu) pompa	10

- Waktu tambahan persiapan

Waktu tambahan persiapan untuk pekerjaan pengecoran terdiri dari :

Tabel 2.7 Waktu tambahan persiapan *Concrete Pump*

No	Uraian Pekerjaan	Waktu (menit)
1	Pergantian antar <i>truck mixer</i> *	10
2	Pengujian Slump	5

Keterangan : *) apabila pengecoran membutuhkan lebih dari 1 *Truck Mixer*

$$\text{Durasi} = \text{Total Truck Mixer} \times \text{Waktu (menit/truck mixer)} \dots \dots \dots (2.53)$$

- Waktu Operasional Pengecoran

Waktu operasional adalah waktu pada saat pengecoran berlangsung. Berikut adalah rumus untuk menghitung waktu pengecoran :

$$\text{Durasi} = \frac{\text{Volume Pengecoran}}{\text{Kapasitas Produksi}} \dots \dots \dots (2.54)$$

- Waktu Pasca Pelaksanaan
Waktu pasca pelaksanaan terdiri dari :

Tabel 2.8 Waktu pasca pelaksanaan *Concrete Pump*

No	Uraian Pekerjaan	Waktu (menit)
1	Pengaturan pembersihan pompa	10
2	Pengaturan pembongkaran pompa	30
3	Waktu persiapan kembali	10

- Total durasi pengecoran menggunakan *Concrete Pump*
Durasi = Waktu persiapan + waktu tambahan persiapan + Waktu pengecoran + Waktu Pasca pelaksanaan.....(2.55)

B. *Concrete Bucket*

- Waktu persiapan
Waktu persiapan untuk pekerjaan pengecoran terdiri dari :

Tabel 2.9 Waktu Persiapan *concrete bucket*

No	Uraian Pekerjaan	Waktu (menit)
1	Pengaturan posisi <i>Truck mixer</i> dan <i>concrete bucket</i>	10
2	Penuangan beton kedalam <i>Bucket</i>	10

- Waktu tambahan Persiapan
Waktu tambahan persiapan untuk pekerjaan pengecoran terdiri dari :

Tabel 2.10 Waktu tambahan persiapan *concrete bucket*

No	Uraian Pekerjaan	Waktu (menit)
1	Penggantian antar <i>Truck mixer*</i>	5
2	Pengujian Slump	5

Keterangan : *) apabila pengecoran membutuhkan lebih dari 1 *Truck Mixer*
Durasi = Total *Truck Mixer* x Waktu (menit/*truck mixer*). (2.56)

- Waktu Siklus Pengangkatan dengan *Tower Crane*
 - Waktu pengangkatan = $\frac{Tinggi\ Hosting\ (m)}{Kec.Angkat\ (\frac{m}{menit}) \times Efisiensi\ Kerja}$ (2.57)
 - Waktu swing = $\frac{Sudut\ Swing\ (m)}{Kec.\ Swing\ (rpm) \times Efisiensi\ Kerja}$(2.58)
 - Waktu penurunan = $\frac{Tinggi\ Lowering\ (m)}{Kec.\ Penurunan\ (\frac{m}{menit}) \times Efisiensi\ Kerja}$(2.59)
 - Waktu pembongkaran material = 15 menit.....(2.60)
 - Waktu Swing kembali = $\frac{Sudut\ Swing\ (m)}{Kec.Swing\ (\frac{m}{menit}) \times Efisiensi\ Kerja}$(2.61)

- Waktu operasional pengecoran
Waktu operasional adalah waktu pada saat pengecoran itu berlangsung
$$\text{Durasi} = \frac{\text{Volume}}{\text{kapasitas}} \dots\dots\dots(2.62)$$
- Waktu pasca pelaksanaan
Waktu pasca pelaksanaan untuk persiapan kembali =10 menit.....(2.63)
- Total Durasi Pengecoran menggunakan *Concrete Bucket*
Durasi = waktu persiapan + Waktu tambahan persiapan + Waktu siklus pengangkatan dengan *tower crane* + Waktu pengecoran + Waktu Pasca pelaksanaan... ..(2.64)

Berikut ini adalah kapasitas keperluan buruh untuk mencampur, menaruh di dalam cetakan dan memeliharanya sesudah ditaruh dicetakan (curing).

Tabel 2.11 Keperluan Tenaga Kerja untuk Pekerjaan Beton

Jenis Pekerjaan	Jam kerja setiap m ³ betonan
1. Mencampur beton dengan tangan	1,31 -- 2,62
2. Mencampur beton dengan mesin pengaduk	0,65 -- 1,57
3. Mencampur beton dengan memanaskan air dan agregat	0,92 -- 1,97
4. Memasang pondasi-pondasi	1,31 -- 5,24
5. Memasang tiang-tiang dan dinding tipis	2,62 -- 6,55
6. Memasang dinding tebal	1,31 -- 5,24
7. Memasang lantai	1,31 -- 5,24
8. Memasang tangga	3,93 -- 7,86
9. Memasang beton struktural	1,31 -- 5,24
10. Memasang beton struktural pada cuaca dingin (di Luar Negeri)	2,62 -- 6,55
11. Memelihara beton	0,65 -- 1,31
12. Memelihara beton pada cuaca dingin, dan memanaskannya (di Luar Negeri)	1,31 -- 6,55
13. Mengaduk, memasang dan memeliharanya	2,62 -- 7,86
14. Mengaduk, memasang dan memeliharanya pada cuaca dingin (di Luar Negeri)	3,93 -- 13,1

2.4.4 Pekerjaan Urugan

Pekerjaan urugan dilakukan dengan tangan sehingga untuk menghitung durasi diperlukan kapasitas pekerjaan urugan menggunakan tangan

Tabel 2.12 Kapasitas penimbunan dengan tanah / alat sekop

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

Durasi Urugan

$$\text{Durasi (jam)} = \frac{\text{Volume urugan}}{\text{Kapasitas}}$$

2.5 Alat Berat

Dalam pembangunan sebuah proyek tentu dibutuhkan yang namanya alat bantu seperti alat berat yang dipergunakan untuk melaksanakan kegiatan konstruksi dan memudahkan pekerjaan manusia. Pemilihan alat berat perlu disesuaikan dengan jenis pekerjaan serta situasi di lapangan agar tidak terjadi kerugian dan terlaksananya target sesuai yang telah direncanakan.

Adapun alat berat yang digunakan pada proyek pembangunan gedung hotel Manohara Yogyakarta adalah sebagai berikut :

2.5.1 Excavator

Salah satu alat penggali dengan kapasitas besar adalah *excavator*. Alat ini digunakan untuk pekerjaan galian pondasi, basement, dan pekerjaan bawah tanah lainnya. Salah satu pengaruh terbesar dalam produktivitas alat ini yaitu jenis tanah yang akan digali. Selain itu alat ini juga memiliki waktu siklus yang disesuaikan dengan kapasitasnya



Gambar 2.3 Excavator

Sumber : (Dokumen Pribadi, 2019)

2.5.2 Dump Truck

Dump Truck merupakan alat berat yang berfungsi untuk mengangkut atau memindahkan material halus pada jarak menengah sampai jarak jauh (>500m). *Dump truck* digunakan untuk mengangkut material berupa pasir, kerikil, maupun tanah. Apabila lahan proyek yang terbatas dan tanah tidak digunakan kembali, maka sebagian tanah galian harus diangkut atau dibuang ke *disposal area* dengan menggunakan *dump truck* dan sebagian lagi dimanfaatkan untuk pengurugan kembali.



Gambar 2.4 *Dump Truck*

Sumber : (Dokumen Pribadi, 2019)

2.5.3 Tower Crane

Tower Crane merupakan salah satu alat berat yang digunakan dalam proses pembangunan proyek gedung tinggi. Alat ini berfungsi sebagai alat pemindah material dari satu tempat ke tempat lain, baik secara vertikal maupun horizontal. *Tower crane* juga berfungsi untuk mengangkat *concrete bucket* untuk keperluan pengecoran pada lantai yang tidak dapat dijangkau oleh *concrete pump*. Terdapat beberapa pertimbangan dalam memilih *tower crane* yang digunakan diantaranya

- a. Ketinggian *Tower Crane*
Ketinggian *tower crane* disesuaikan dengan tinggi bangunan yang akan dikerjakan
- b. Lengan Kerja atau Radius bekerja
Lengan kerja disesuaikan dengan jarak maksimum material yang akan diangkat nantinya.
- c. Kapasitas *Tower Crane*
Kapasitas *tower crane* disesuaikan dengan beban material yang akan diangkat pada jarak titik tertentu



Gambar 2.5 *Tower Crane*

Sumber : (google.com)

2.5.4 Concrete Pump

Concrete pump dalam proses pembangunan proyek digunakan untuk mempercepat pendistribusian beton ke lantai atas. *Concrete pump* adalah salah satu jenis alat berat yang fungsinya memompa beton dan disalurkan melalui selang.



Gambar 2.6 *Concrete pump*

Sumber : (google.com)

2.5.4 Truck Mixer Beton

Truck mixer beton berfungsi untuk mengangkut beton *ready mix* dari tempat pembuatan beton ke lokasi proyek, dimana selama perjalanan tangki berisi adukan beton terus berputar agar adukan beton tetap homogen dan tidak mengeras.



Gambar 2.7 *Truck Mixer*

Sumber : (Dokumen pribadi,2019)

2.6 Alat Penunjang

2.6.1 Bar Bender

Bar bender merupakan alat yang berfungsi untuk membengkokkan tulangan sesuai dengan kebutuhan. Penggunaan alat ini disesuaikan dengan diameter tulangan yang akan dibengkokkan. Berikut adalah contoh dari *bar bender*



Gambar 2.8 *Bar bender*

Sumber : (google.com)

2.6.2 Bar Cutter

Bar Cutter adalah alat yang berfungsi untuk memotong tulangan sesuai kebutuhan. Berikut adalah gambar dari *Bar cutter*



Gambar 2.9 *Bar Cutter*

Sumber : (google.com)

2.6.3 Concrete Bucket

Concrete bucket adalah alat yang digunakan sebagai tempat pengangkutan adukan cor beton yang telah dituang dari *Truck mixer* sampai ketempat pengecoran dengan bantuan *tower crane*. *Concrete bucket* yang digunakan pada proyek pembangunan Gedung Hotel Manohara Seperti berikut :



Gambar 2.10 *Concrete Bucket*

Sumber : (google.com)

2.6.4 Concrete Vibrator

Concrete vibrator merupakan alat yang berfungsi untuk mertaikan adukan beton yang telah dituang kedalam bekisting, sehingga beton akan tercampur dengan baik serta tidak berongga atau keropos setelah mengeras.



Gambar 2.11 *Concrete Vibrator*

Sumber : (google.com)

2.7 Rencana Anggaran Pelaksanaan

Dalam melaksanakan pembangunan proyek, maka dibutuhkan perhitungan biaya. Perhitungan anggaran biaya adalah proses perhitungan volume pekerjaan, harga dari berbagai macam bahan dan pekerjaan yang akan terjadi pada suatu konstruksi. Perhitungan biaya dilaksanakan dengan cara menghitung volume dan harga-harga dari seluruh pekerjaan yang harus dilaksanakan. Biaya pelaksanaan dibagi menjadi dua yaitu biaya langsung dan biaya tidak langsung.

2.7.1 Biaya Langsung

Berdasarkan buku *Analisa Anggaran Biaya Pelaksanaan karya Ir. A. Soedrajat*, terdapat tiga hal pokok yang menjadi pertimbangan dalam perhitungan anggaran biaya pelaksanaan yaitu :

A. Upah Pekerja

Berikut adalah aspek-aspek yang mempengaruhi perhitungan upah, yaitu :

- Durasi jam kerja per item pekerjaan
- Kondisi lingkungan pekerjaan
- Keterampilan dan keahlian

Rumus perhitungan upah pekerja yaitu :

$$\text{Biaya pekerja} = \text{Durasi} \times \text{Upah} \times \text{Jumlah pekerja} \dots\dots\dots(2.65)$$

B. Alat Berat dan Penunjang

Dalam perhitungan biaya suatu pekerjaan konstruksi, produktivitas alat berat sangat berpengaruh dalam perhitungannya.

Rumus perhitungan biaya penggunaan alat berat yaitu :

$$\text{Biaya alat berat} = \text{Durasi} \times \text{Harga sewa} \times \text{Jumlah Alat} \dots\dots(2.66)$$

C. Bahan Material

Perhitungan anggaran biaya material berdasarkan pada daftar yang telah dibuat. Pembuatan daftar harga bahan material memakai harga bahan material sesuai lokasi proyek.

Rumus perhitungan biaya material adalah :

$$\text{Biaya material} = \text{Volume} \times \text{Harga Material} \dots\dots\dots(2.67)$$

2.7.2 Biaya Tak Langsung

Biaya tak langsung merupakan biaya yang dibutuhkan pada suatu pekerjaan tetapi tidak berkaitan langsung pada volume pekerjaan, namun tetap merupakan suatu biaya yang harus diperhitungkan karena juga mempunyai pengaruh penting dalam penyelesaian suatu pekerjaan. Biaya tak langsung terdiri dari :

A. *Overhaead* (Biaya tidak terduga)

Menurut Ir. A. Soedrajat S. (1984), bila berdasarkan upah, besarnya biaya tak terduga diambil antara 10% - 30% dari biaya total. Apabila berdasarkan upah dan peralatan, besarnya biaya tak terduga diambil antara 6% -10% dari biaya total.

B. *Profit* (Keuntungan)

Menurut Ir. A. Soedrajat (1984), besarnya biaya keuntungan berkisar antara 8% - 15%. Untuk proyek kecil biasanya diambil 15%, untuk proyek sedang diambil 12,5% dan untuk proyek besar diambil sekitar 8%. Prosentase ini juga tergantung berdasarkan resiko pekerjaan.

2.8 Penjadwalan Proyek

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. Untuk mendapatkan waktu menggunakan metode *Network Planning* yang akan dibantu dengan *software* MS. Project. Penjadwalan meliputi tenaga kerja, alat, dan waktu.

1. Network Planning

Network Planning adalah hubungan ketergantungan antara bagian-bagian pekerjaan yang digambar dalam diagram network sehingga dapat diketahui pada area mana pekerjaan yang termasuk kedalam lintasan kritis dan harus diutamakan dalam pelaksanaannya. Metode network planning yang digunakan yaitu *Critical Path Method* (CPM).

CPM menurut Heizer dan Render (2008:93), CPM (*Critical Path Method*) yaitu teknik manajemen proyek yang menggunakan hanya satu factor waktu per kegiatan. Menurut Levin dan Kirkpatrick (1977:133), CPM adalah metode untuk merencanakan dan mengendalikan proyek-proyek, merupakan sistem yang paling banyak dipergunakan diantara semua sistem lain yang memakai prinsip pembentukan jaringan. CPM dipergunakan dalam proyek yang mempunyai data biaya dari masa lampau (*Past Cost Data*) Tujuan CPM dipergunakan agar biaya penyelesaian suatu proyek dapat ditekan serendah mungkin dalam arti yang dibutuhkan untuk menyelesaikan suatu pekerjaan dipersempit, dan biaya yang dikeluarkan untuk mempercepat selesainya pekerjaan itu ditekan serendah mungkin.

Menurut Handoko (2000:404), dalam proses identifikasi jalur kritis ada beberapa istilah atau pengertian yang digunakan dalam CPM yaitu :

a. *Earliest Start Time* (ES)

Waktu paling awal (tercepat) suatu kegiatan dapat dimulai, dengan memperhatikan waktu kegiatan yang diharapkan dan persyaratan urutan pengerjaan.

b. *Earliest finish Time* (EFT)

Waktu paling awal kegiatan dapat diselesaikan, atau sama dengan ES+ waktu kegiatan yang diharapkan

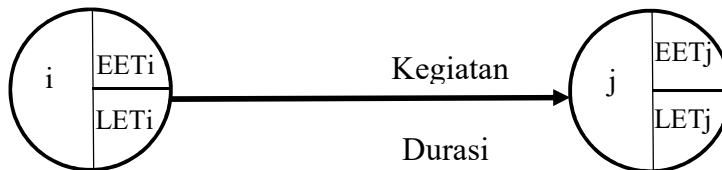
c. *Latest Start Time* (EF)

Waktu paling lambat untuk dapat memulai suatu kegiatan tanpa penundaan keseluruhan proyek.

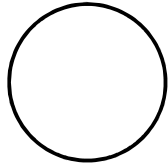
d. *Latest Finish Time* (LF)

Waktu paling lambat untuk dapat menyelesaikan suatu kegiatan tanpa penundaan penyelesaian proyek secara keseluruhan, atau sama dengan LS + Waktu kegiatan yang dirahapkan.

Adapun bentuk CPM seperti pada gambar berikut :



Keterangan :



Simbol Peristiwa/Kejadian/Event

- Menunjukkan titik waktu mulainya/selesainya suatu kegiatan dan tidak mempunyai jangka waktu



Simbol Kegiatan (*activity*)

- Kegiatan membutuhkan jangka waktu (durasi) dan sumber daya.



Simbol kegiatan semu (*Dummy*)

- Kegiatan berdurasi nol, tidak membutuhkan sumber daya.

EET_i

Earliest Event Time (EET)

- Peristiwa paling awal atau waktu tercepat dari *event*
- $EET = (EET + \text{durasi})$

LET_i

Latest Event Time (EET)

- Peristiwa paling akhir atau waktu tercepat dari *event*
- $LET = (LET + \text{durasi})$

2. Bar Chart

Bar chart merupakan kumpulan jadwal semua kegiatan yang ada dalam proyek tersebut. Aktivitas atau kegiatan pada bar chart akan ditempatkan pada kolom vertikal sementara waktu ditempatkan dalam baris horizontal. Penggunaan *bar chart* bertujuan untuk mengidentifikasi unsur waktu dan urutan dalam merencanakan suatu kegiatan, terdiri dari waktu mulai, waktu selesai dan pada saat pelaporan.. (*Manajemen konstruksi, Ir. Irika Widiasanti, M.T. & Lenggogeni, M.T.*)

3. Kurva S

Kurva S berfungsi sebagai berikut :

- Untuk menganalisis kemajuan atau progress suatu proyek secara keseluruhan.
- Untuk mengetahui pengeluaran dan kebutuhan biaya pelaksanaan proyek
- Untuk mengontrol penyimpangan yang terjadi pada proyek dengan membandingkan Kurva S rencana dengan Kurva S actual (*Imam Soeharto, 1998*)(*Manajemen konstruksi, Ir. Irika Widiasanti, M.T. & Lenggogeni, M.T.*)

2.9 Kesehatan dan Keselamatan Kerja

Menurut PerMen PU No. 05 Tahun 2014 Pasal 1, Keselamatan dan Kesehatan kerja konstruksi (K3) merupakan segala kegiatan untuk menjamin dan melindungi keselamatan dan Kesehatan tenaga kerja melalui upaya pencegahan kecelakaan kerja dan penyakit akibat kerja pada pekerjaan konstruksi. Dalam pekerjaan konstruksi, tidak lepas dari resiko kecelakaan kerja yang dapat menyebabkan luka bahkan kematian. Sehingga sesuai dengan PerMen PUPR 05/PRT/M/2014 dan PerMen PUR 02/PRT/M/2018, bahwa biaya penyelenggara K3 Konstruksi harus diperhatikan tersendiri dalam total biaya penawaran, dengan besaran biaya berkisar antara 1,0 sampai 2,5% dari nilai pekerjaan atau sesuai dengan kebutuhan. Berikut ini beberapa contoh pelaksanaan K3 dalam konstruksi :

1. Penggunaan Alat Pelindung Diri (APD)
2. Pendaftaran dan pembayaran asuransi tenaga kerja
3. Menyusun *Safety Plan*
4. Melakukan *Safety Patrol*
5. Pengarahan tentang Kesehatan dan keselamatan kerja pada pekerja
6. Menyediakan sarana peralatan pencegahan seperti pagar pengaman dan pemadam kebakaran



Gambar 2.12 Alat Pelindung Diri

2.9.1. Identifikasi Bahaya dan Pencegahan Resiko Pekerjaan Konstruksi

Adapun identifikasi bahaya dan pencegahan resiko pada Proyek Pembangunan hotel Manohara Yogyakarta adalah sebagai berikut :

1. Pekerjaan Pembesian

Resiko :

- Terluka akibat terkena pisau bar cutter
- Cedera fisik akibat tergores baja tulangan saat pemasangan
- Besi tulangan jatuh pada saat pengangkatan menggunakan tower crane

Pencegahan :

- Pekerja menggunakan APD lengkap dengan sarung tangan dan memakai kaca mata
- Pengecekan pada pengangkutan ke tower crane
- Dilarang berada pada jarak angkut selama pengangkatan besi tulangan

2. Pekerjaan pengecoran

Resiko :

- Keruntuhan bekisting saat pengerjaan
- Kontak kulit terhadap beton yang mengakibatkan kondisi dermatitis, luka bakar dan borok kulit
- Jatuh dari ketinggian

Pencegahan :

- Pekerja diwajibkan memakai APD yang lengkap dan memakai celana panjang
- Sistem bekisting harus direncanakan dan diperiksa oleh orang yang berkompeten baik sebelum proses penuangan beton

3. Pekerjaan Bekisting

Resiko :

- Sling tower crane putus saat pengangkatan bekisting
- Bekisting tidak terpasang dengan baik mengakibatkan keruntuhan bekisting
- Material jatuh ke lantai dibawahnya
- Jatuh dari ketinggian

Pencegahan :

- Pengecekan pada pengangkatan ke tower crane
- Dilarang berada pada jarak angkut selama pengangkatan bekisting
- Pemasangan bekisting harus dilakukan oleh yang berkompeten agar bekisting dapat terpasang dengan baik
- Bekisting yang belum dipasang ataupun yang sudah dibongkar harus ditempatkan pada area yang aman atau sudah ditentukan.

2.10 Pengertian Mutu

Definisi mutu menurut ISO 8402(1986) adalah sifat dan karakteristik produk atau jasa yang membuatnya memenuhi kebutuhan pelanggan atau pemakai (Iman suharto,1998). Secara subyektif mutu adalah *fitnes for use*, yaitu sesuatu yang cocok dengan selera. Secara obyektif Joseph M. Juran mendefinisikan mutu adalah standar khusus dimana kemampuannya, kinerjanya, kendalanya, kemudahan pemeliharaan dan karakteristiknya dapat diukur (Juran,1988). Pengertian mutu dalam konteks industri jasa konstruksi pada prinsipnya adalah tercapainya kesesuaian antara hasil kerja yang akan diserahkan oleh kontraktor dan keinginan pemilih proyek (WiryoDiningrat, et.al, 1997 ; 53)

Untuk mencapai suatu tujuan seperti apa yang ada pada definisi mutu tersebut maka perlu adanya pengelolaan mutu. Dengan adanya pengelolaan mutu, proyek ini diharapkan tidak ada pekerjaan yang harus diulang karena ada kerusakan atau pekerjaan yang cacat, sehingga tidak menimbulkan kerugian:

2.11 Sistem Mutu

Sistem mutu menurut ISO 8420 meliputi struktur organisasi, pertanggung jawaban, prosedur, proses, dan berbagi sumber daya untuk mengimplementasikan manajemen mutu. Tujuan dari sistem mutu adalah memberikan pendekatan yang sistemik dalam usaha pencegahan kegagalan dari suatu produk. Sistem mutu dari waktu ke waktu terus mengalami perkembangan. Sistem mutu pada awalnya dikenal dengan istilah inspeksi (*inspection*) kemudian berkembang menjadi pengendalian mutu (*Quality Control*) selanjutnya menjadi penjaminan mutu (*Quality Management*) dan manajemen mutu terpadu (*Total Quality Management*)

2.12 Manajemen Mutu Proyek

Manajemen mutu proyek (*Project Quality Management*) melibatkan proses yang mensyaratkan dan menjamin bahwa proyek tersebut akan memenuhi kebutuhan yang disyaratkan termasuk di dalamnya semua aktivitas yang melibatkan fungsi manajemen secara keseluruhan, antara lain kebijakan mutu, obyektifitas dan tanggung jawab dan implementasinya terhadap perencanaan mutu/kualitas, kontrol mutu/kualitas, dan peningkatan mutu/kualitas (PMBOK dalam Dofir,2002), jadi manajemen mutu proyek terdiri dari :

2.12.1 Quality Planning

Mengidentifikasi standar kualitas yang relevan dengan kebutuhan proyek serta cara untuk memenuhi standar tersebut. Mencakup pemeliharaan spesifikasi standar dan *design criteria*.

2.12.2 Quality Assurance

Mengevaluasi performa proyek secara keseluruhan dan sistematis untuk memastikan bahwa proyek telah memenuhi standar. Dilakukan pemilihan prosedur pekerjaan manual, dan prosedur pengujian material.

2.12.3 Quality Control

Pemantauan secara spesifik terhadap elemen-elemen yang ada di konstruksi dan cara untuk mengantisipasi apabila terdapat kualitas yang kurang baik. Pengendalian mutu hal yang penting disamping biaya dan waktu, karena kegagalan dalam pemenuhan standar kualitas dapat menyebabkan pembatalan kontrak, kompensasi atas kerusakan maupun tuduhan pidana dalam hal terjadinya kegagalan/runtuhnya bangunan. Berikut adalah contoh dari pekerjaan *Quality Control*

1. Pengecekan Gambar Proyek

Pekerjaan proyek harus sesuai dengan spesifikasi gambar proyek. Setiap proses pembuatan gambar harus melalui proses kontrol dan pemeriksaan hasil. Pembuatan *shop drawing* dilakukan oleh kontraktor pelaksanaan, kemudian dilakukan pemeriksaan yang dilakukan oleh konsultan pengawas.

2. Pengecekan Pekerjaan Bekisting

Pelaksanaan pekerjaan bekisting dibutuhkan pengawasan terhadap elevasi lantai, pinjaman as, dimensi bekisting, kemampuan dari *scaffolding* saat pemasangan bekisting, dan pemeriksaan bahan bekisting yang memenuhi syarat. Pentingnya pengawasan terhadap pekerjaan bekisting karena pekerjaan ini yang akan menjadi dasar sebelum pekerjaan pembesian dan pengecoran. Sehingga pekerjaan bekisting harus dilaksanakan sesuai dengan spesifikasi *shop drawing*.

3. Rebar Controlling

Diisyaratkan untuk pemeriksaan mutu besi beton yang digunakan, besi beton yang dipakai dalam bangunan harus memenuhi persyaratan terhadap metode pengujian dan pemeriksaan untuk bermacam-macam mutu baja beton.

4. Pengecekan mutu beton

Penggunaan beton pada proyek ini adalah beton siap pakai (*Ready mix*) karena melihat factor efisiensi pembuatan beton tersebut. Sebelum dipergunakan, terlebih dahulu diadakan pengetesan dengan pengujian kekentalan adukan beton ke dalam kubus atau silinder untuk diperiksa kekuatan beton terhadap gaya tekan.

2.11 Penelitian Terdahulu

Penelitian Metode Halfslab oleh Dasa Aprisandi pada tahun 2018 tentang *Analisis Biaya dan Waktu Metode Half Slab dalam Pembangunan Proyek Konstruksi* mengatakan pemilihan metode kerja dalam pembangunan gedung bertingkat sangat berpengaruh terhadap penggunaan biaya dan waktu pelaksanaan, salah satunya pemilihan metode pelat lantai yang tepat akan membuat pembangunan gedung bertingkat menjadi efisien dengan menggunakan metode half slab. Dalam artikelnya menyebutkan bahwa Metode Half slab memiliki keunggulan diantaranya adalah :

1. Biaya Pelaksanaan dengan menggunakan metode halfslab lebih murah dengan membutuhkan biaya Rp.795.361.365,00 sedangkan pelat konvensional membutuhkan biaya Rp.10.174.649.180
2. Durasi pelaksanaan menjadi lebih cepat dengan menggunakan metode halfslab dengan waktu pelaksanaan 180 hari sedangkan pelat konvensional membutuhkan waktu pelaksanaan selama 300 hari.

Penelitian berjudul Perbandingan Biaya dan Waktu Pelaksanaan Pekerjaan Pelat Lantai dengan Metode Half Slab Precast dengan Metode Konvensional pada Proyek Pembangunan Pabrik Untuk Bersama Sejahtera (UBS) Surabaya oleh Fitriya I. K. pada tahun 2018 menyebutkan bahwa hasil perbandingan antara metode half slab dan konvensional, membutuhkan sumber daya yang lebih sedikit jika dibandingkan dengan menggunakan metode pelat konvensional. Adapun analisis perbandingan metode half slab dengan pelat konvensional didapatkan hasil untuk metode half slab membutuhkan waktu pelaksanaan 89 hari dengan biaya sebesar Rp.6.099.839.502 sedangkan pelat konvensional membutuhkan waktu pelaksanaan selama 120 hari dengan biaya sebesar Rp.7.606.429.497

Penelitian berjudul Perbandingan Sistem Pelat Konvensional dan Precast Half slab Ditinjau dari Segi Waktu dan Biaya pada Proyek My Tower Apartemen Surabaya oleh Dimas Harya W. pada tahun 2017 menyebutkan bahwa menggunakan metode pelat konvensional membutuhkan waktu yang lebih lama dan biaya lebih mahal sedangkan untuk pracetak waktu lebih cepat tetapi biaya lebih murah adapun analisis perbandingan yang telah dilakukan untuk metode half slab dengan metode pelat konvensional didapatkan hasil untuk metode half slab membutuhkan waktu pelaksanaan 153,97 hari dengan biaya sebesar Rp.30.621.904.060 sedangkan pelat konvensional membutuhkan waktu pelaksanaan 185,18 hari dengan biaya sebesar Rp.34.638.069.101

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB III METODOLOGI

3.1 Uraian Umum

Bab Metodologi membahas tata cara atau penyampaian mengenai urutan kegiatan yang telah disusun untuk mendapatkan hasil akhir yaitu berupa analisa hasil. Adapun tahapan-tahapan metodologi tersebut adalah sebagai berikut :

- a. Rumusan Masalah
- b. Pengumpulan Data
- c. Pengolahan Data
- d. Kesimpulan

3.2 Uraian Metodologi

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

3.2.1 Perumusan Masalah

Pemahaman permasalahan dengan cara menganalisa gambar kerja dari proyek terkait untuk mendapatkan rumusan masalah berupa merencanakan anggaran biaya dan penjadwalan struktur balok kolom dan pelat.

3.2.2 Pengumpulan Data

Data yang digunakan untuk menunjang rumusan masalah dalam penyusunan tugas akhir berupa data primer dan sekunder. Data primer dan sekunder yang digunakan, sebagai berikut :

Data Primer :

- a. Daftar Harga di Lapangan

Data Sekunder

- a. Gambar kerja
- b. Daftar Harga Satuan resmi (HSPK)

3.2.3 Pengolahan Data

Pengolahan data dilakukan setelah data terkumpul dan selanjutnya dikelompokkan sesuai penjabaran identifikasi masalah sehingga akan diperoleh Analisa hasil.

- a. Penyusunan Item Pekerjaan
 - Pekerjaan Tanah
 - Pekerjaan Kolom
 - Pekerjaan Balok
 - Pekerjaan Pelat
 - Pekerjaan Tangga
- b. Menghitung Volume Pekerjaan
Volume item pekerjaan struktur dihitung untuk menentukan anggaran biaya dan waktu penjadwalan

- c. Melakukan analisis rencana anggaran biaya dengan tahapan sebagai berikut :
 - Menentukan metode pelaksanaan
 - Menyusun Network Planning
 - Menyusun Kebutuhan Sumber Daya
 - Menghitung Produktivitas pekerjaan
 - Menghitung durasi tiap pekerjaan
 - Menghitung Rencana Anggaran Biaya Pelaksanaan
 - Rekapitulasi Rencana Anggaran Biaya dan durasi
- d. Melakukan Analisa penjadwalan

Dalam melakukan Analisa penjadwalan pelaksanaan menggunakan *Bar Chart* dan Metode CPM (*Critical Path Method*) yang kemudian akan didapat lintasan kritis menggunakan MS. Project. Adapun Langkah – Langkah untuk menganalisa penjadwalan :

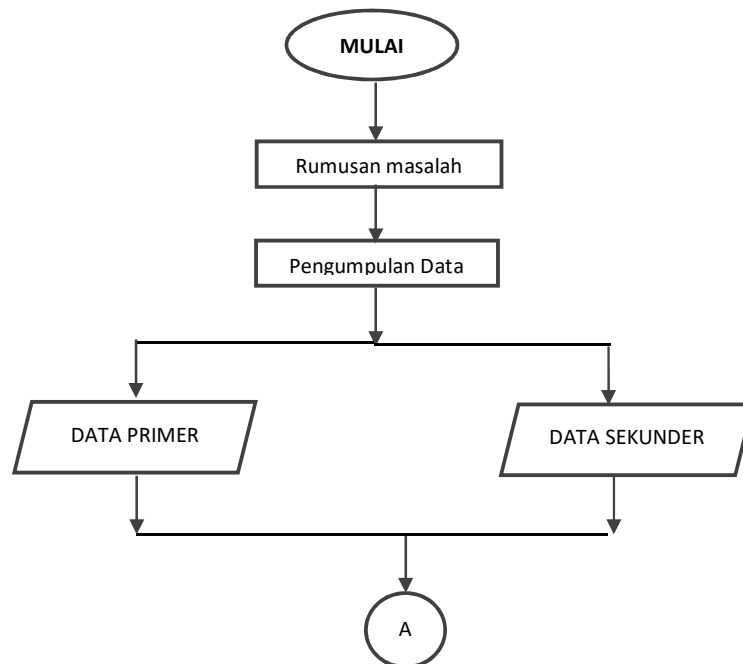
 - Menginput durasi yang telah diperoleh pada Network Planning
 - Menghitung bobot pekerjaan tiap item pekerjaan
 - Membuat *Bar Chart* dan Kurva S

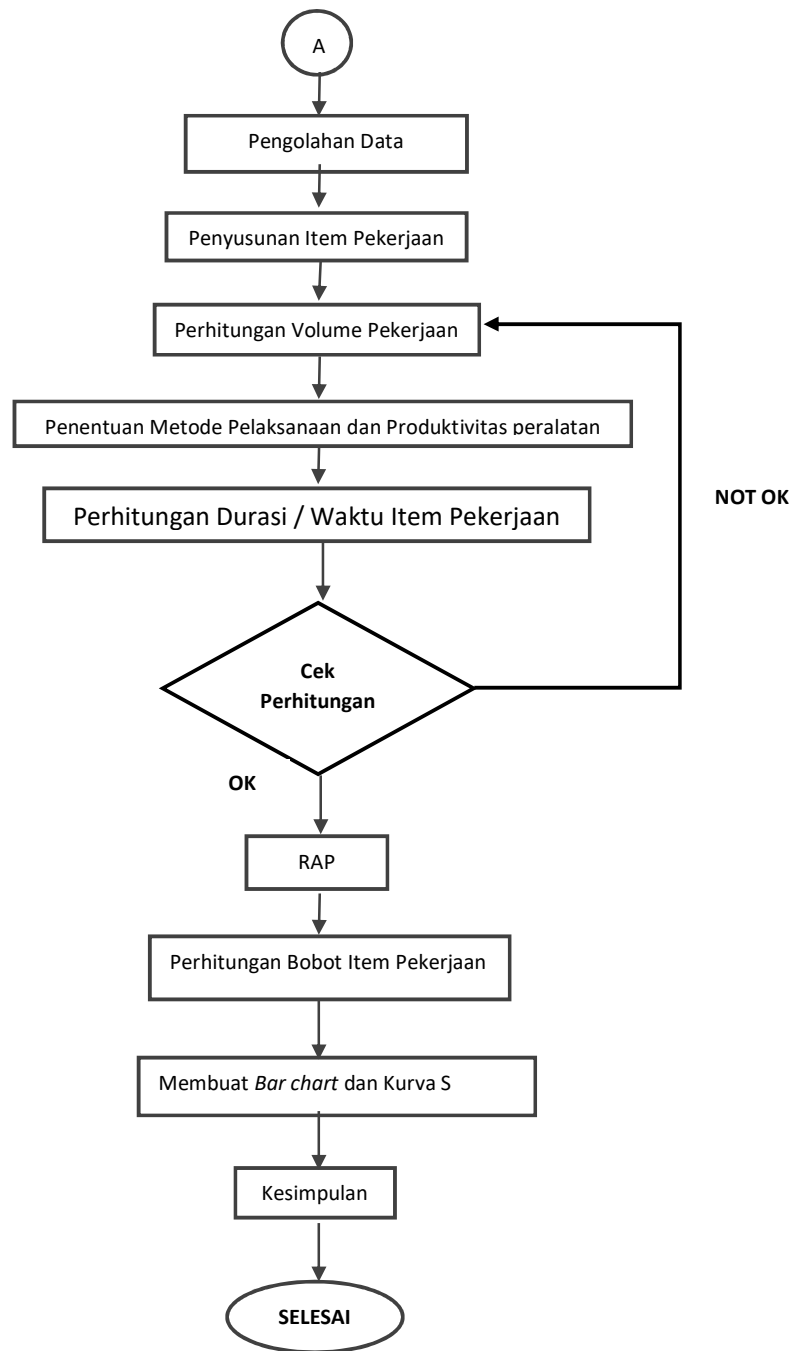
3.2.4 Kesimpulan

Hasil dari Analisa tersebut akan didapat biaya total yang dibutuhkan untuk pelaksanaan proyek dan durasi total untuk penyelesaian pelaksanaan proyek pembangunan struktur gedung hotel Manohara Yogyakarta.

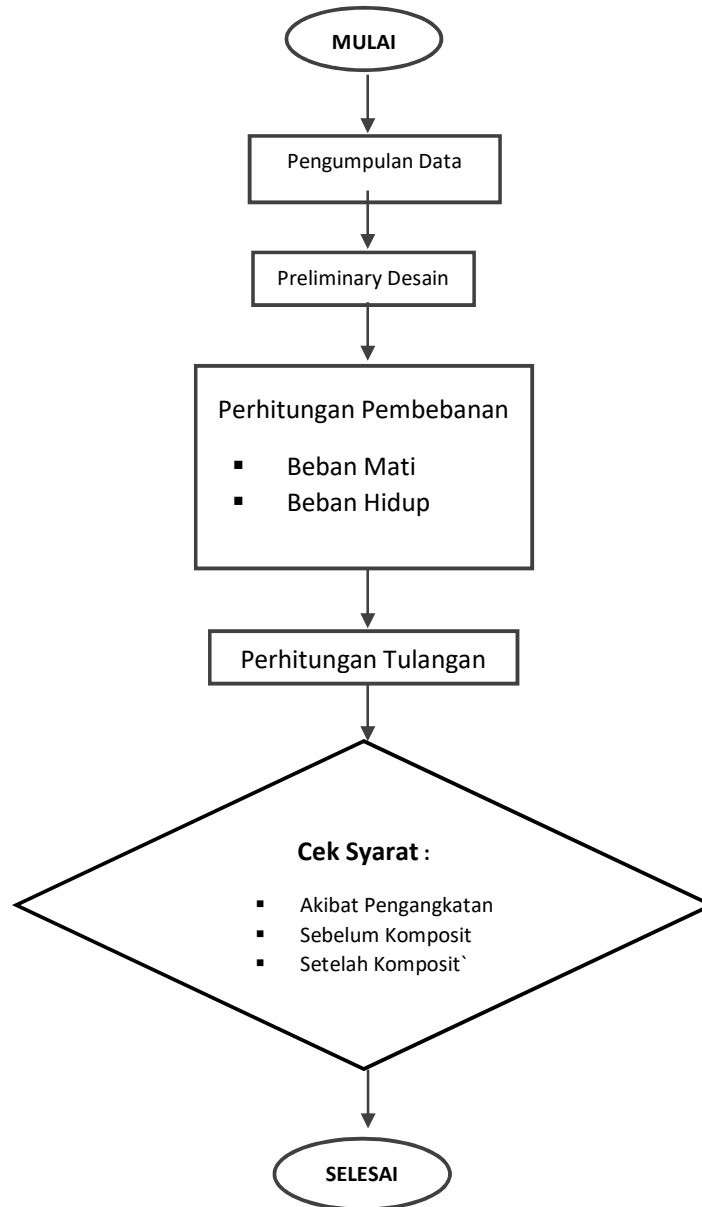
3.3 Flow Chart

A. Flow Chart Pengerjaan Proyek Akhir





B. *Flow Chart Perhitungan Half Slab*



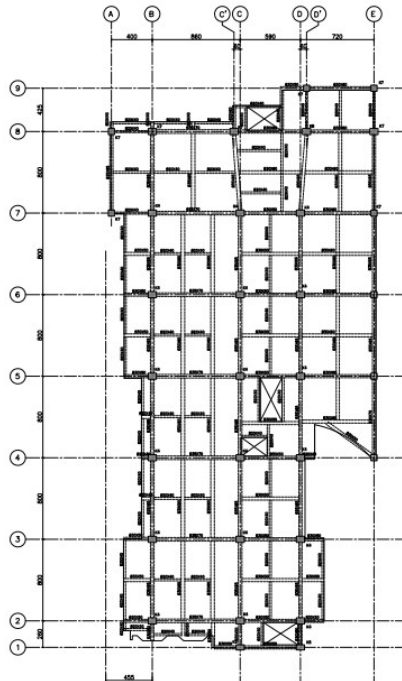
BAB IV PEMBAHASAN

4.1 Data Bangunan Kondisi Eksisting

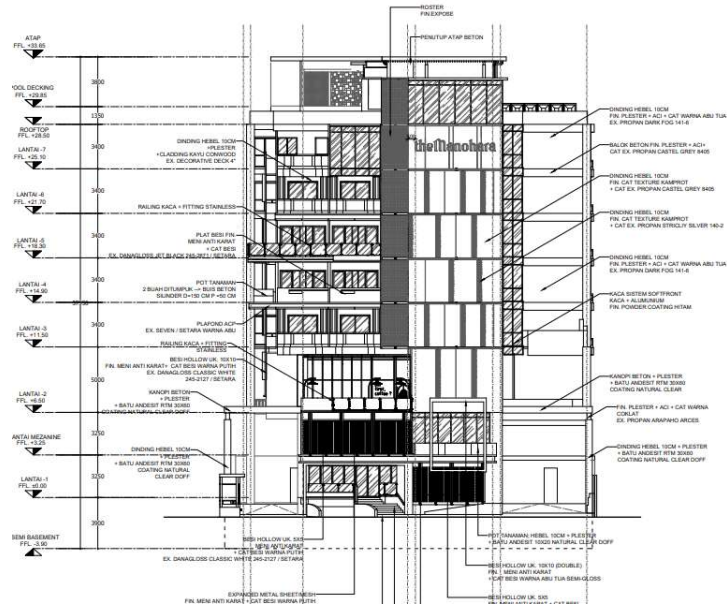
Proyek Hotel Manohara yang berada di kota Yogyakarta di Jl Affandi memiliki luas lahan sebesar 1803,7 m² Terdiri dari 9 lantai dengan total luas bangunan 9654,9 m² pembangunan gedung ini terbagi menjadi 2 bagian :

1. *Upper Structure* (Struktur bagian atas)
Perlantai menggunakan ukuran kolom, balok, dan pelat relatif sama dimulai dari lantai 4 hingga lantai atap
2. *Sub Structure* (struktur bagian bawah)
Menggunakan pondasi tiang pancang dan dengan mutu beton f'c 30 MPa

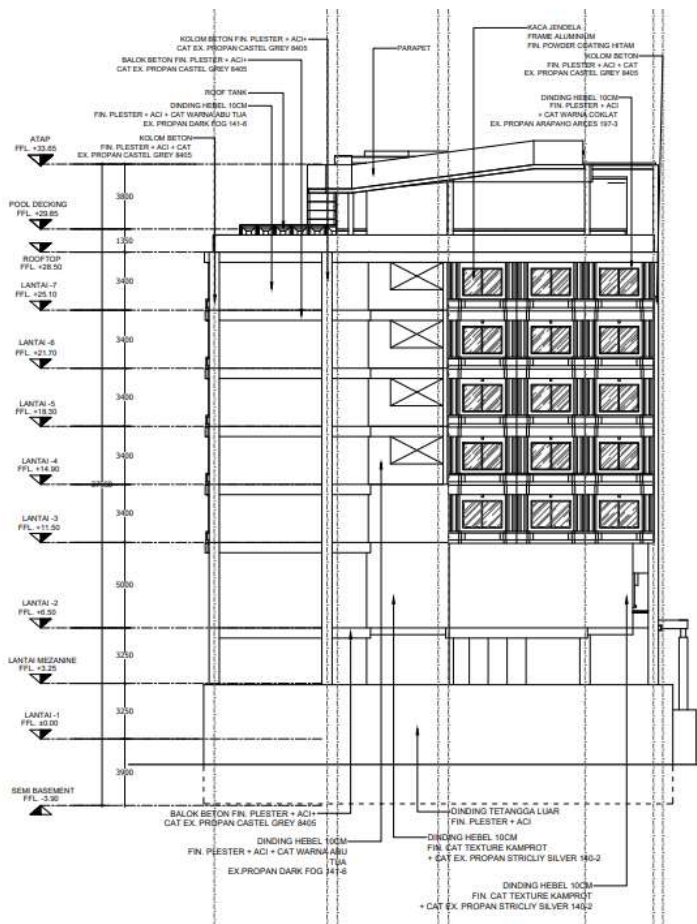
Dengan mengacu pada di atas akan dikaji beberapa alternatif metode pelaksanaan pengerjaan struktur bagian atas, dimana pada kondisi eksisting Hotel Manohara menggunakan metode konvensional pada pelaksanaan beton. Alternatif yang akan digunakan adalah metode pracetak dengan menggunakan peralatan berat dalam pelaksanaan sehingga diharapkan lebih efisien ditinjau dari segi waktu dan biaya. Adapun bentuk denah dan tampak bangunan bisa dilihat pada gambar berikut.



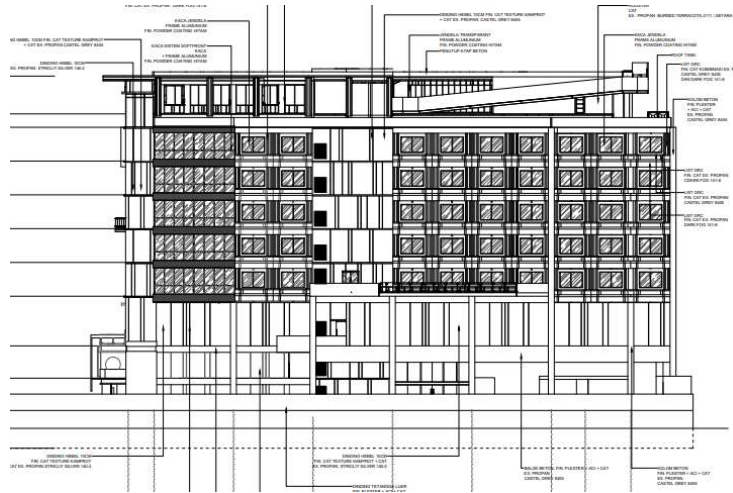
Gambar 4.1 Denah Bangunan



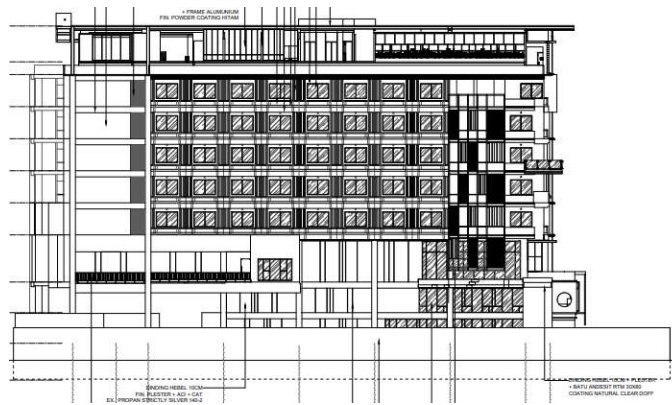
Gambar 4.2 Tampak Timur



Gambar 4.3 Tampak Barat



Gambar 4.4 Tampak Utara



Gambar 4.5 Tampak Selatan

4.2 Metode Cor Konvensional

Pada pelaksanaan struktur kondisi eksisting digunakan konvensional, adapun tahapan-tahapan pengerjaan metode konvensional adalah sebagai berikut

4.2.1 Pekerjaan Kolom

Pada kondisi eksisting pekerjaan kolom menggunakan metode konvensional dengan masing-masing tahapan dalam metode pelaksanaan antara lain :

1. Fabrikasi bekisting kolom dan besi

Dalam hal pembuatan atau fabrikasi bekisting kolom harus memperhatikan efisiensi bahan agar didapatkan biaya ekonomis. Bahan yang biasa digunakan adalah kayu, multiplek, baut. Bentuk bekisting disesuaikan dengan dimensi kolom dan dapat menahan beban beton. Fabrikasi bekisting dilakukan di area fabrikasi bekisting kemudian diangkat dengan *Tower Crane* untuk dipasang di titik kolom yang ditentukan. Dalam penggunaannya bekisting dapat direncanakan untuk beberapa kali pemakaian tergantung dari bahan pembuatan dan dimensi kolom yang digunakan serta beban yang harus ditahan saat pengecoran.

Pekerjaan fabrikasi besi terdiri dari pemotongan besi, pembengkokkan untuk kait, begel, dll. Alat yang digunakan berupa gunting baja, alat potong besi, dan mesin pembengkokkan.

2. Pembesian Kolom

Pekerjaan pembesian kolom meliputi merakit tulangan sesuai dengan spesifikasi yang ada dalam gambar proyek di area fabrikasi. Setelah dirakit lalu diangkat menggunakan *tower crane* selanjutnya pada titik stek kolom yang telah ditentukan.

3. Pemasangan Bekisting Kolom

Berikut Langkah pemasangan sebagai berikut :

- a. Menyiapkan sepatu kolom. Fungsinya agar bekisting tepat berada pada titik koordinatnya sesuai dengan gambar perencanaan. Sepatu kolom biasanya menggunakan besi stek yang dibor pada lantai
- b. Setelah besi kolom disambung, dilanjutkan memasang beton decking. Tujuan beton decking ini untuk menjaga jarak selimut beton agar tidak berubah selama proses pengecoran.
- c. Memasang pipa support untuk menjaga ketegakan dari kolom dan untuk mendapatkan kolom struktur yang sempurna. Bekisting tidak boleh miring ataupun goyang saat pengecoran.

4. Pengecoran Kolom

Langkah kerja pekerjaan pengecoran kolom adalah sebagai berikut:

- a. Sebelum dilaksanakan pengecoran, dilakukan pengujian nilai slump beton pada area pengecoran.
- b. Pengecoran dilaksanakan dengan menggunakan *bucket* dan dibantu oleh *tower crane*.
- c. Pada saat pengecoran, tremi *bucket* harus masuk kedalam bekisting hingga jarak ujung tremi dengan dasar kolom tidak lebih dari 1,5 meter untuk mencegah segregasi.

5. Pelepasan bekisting kolom

Pembongkaran bekisting dilakukan Ketika beton sudah mengeras dan sudah diijinkan oleh pihak pengawas proyek. Hal ini dilakukan berdasarkan hasil test beton yang sudah dilakukan di laboratorium sesuai dengan benda uji yang diambil pada saat pelaksanaan pengecoran, jika beton memenuhi syarat dari rencana kerja. Biasanya bekisting kolom dibongkar setelah 1 hari karena beton kolom tidak langsung menerima beban momen yang besar (momen akibat beban sendiri termasuk kecil) maka pembongkaran dapat dilakukan lebih cepat daripada balok dan pelat.

Setelah pembongkaran bekisting dilakukan perawatan beton (curing) dengan menyiramkan air dipermukaan beton secara rutin atau dengan menutupi beton dengan plastic agar mencegah proses hidrasi yaitu keluarnya air dari dalam beton sehingga menyebabkan beton retak.

Adapun data eksisting kolom dari proyek Hotel Manohara sesuai dengan Tabel 4.1 berikut :

Tabel 4.1 Penulangan Kolom

Tipe Kolom	Dimensi		Tul. Utama	Tul. Geser	
				Tumpuan	Lapangan
K1	600	800	16D25	D13-100	D13-150
K2	600	800	16D25	D13-100	D13-150
K3	450	800	16D25	D13-100	D13-150
K4	450	800	16D25	D13-100	D13-150
K5	450	800	14D19	D13-100	D13-150
K6	600	600	12D25	D13-100	D13-150
K7	600	600	16D19	D13-100	D13-150
K8	600	600	12D25	D13-100	D13-150

4.2.2 Pekerjaan Balok dan Pelat

Pada kondisi eksisting pekerjaan balok dan pelat sama dengan pekerjaan kolom yaitu menggunakan metode konvensional, tahapan – tahapan metode konvensional sebagai berikut

1. Fabrikasi bekisting balok dan pelat

Pekerjaan bekisting balok dan pelat merupakan satu kesatuan pekerjaan, karena dilaksanakan secara bersamaan. Pembuatan panel bekisting balok harus sesuai dengan gambar kerja. Dalam pemotongan *plywood* harus cermat sehingga hasil akhirnya sesuai dengan luasan pelat atau balok yang akan dibuat. Pekerjaan balok dilakukan langsung di lokasi dengan mempersiapkan material utama antara lain: kaso 5/7, balok kayu 6/12, dan papan *plywood*.

2. Pemasangan bekisting balok dan pelat

Tahap bekisting balok adalah sebagai berikut :

- a. Memperhitungkan ketinggian *scaffolding* balok dengan mengatur *base jack* atau *U-Head jack* nya.
- b. Pada *U-Head* dipasang balok kayu 6/12 sejajar dengan arah *Cross brace* dan diatas girder dipasang balok suri tiap jarak 50 cm (kayu 5/7) dengan arah melintangnya, kemudian dipasang pasangan *plywood* sebagai alas balok.
- c. Setelah itu, dipasang dinding bekisting balok dan dikunci dengan siku yang dipasang di atas suri-suri

Tahap bekisting pelat adalah sebagai berikut :

- a. *Scaffolding* disusun berjajar bersamaan dengan *scaffolding* yang digunakan pada balok. Dikarenakan elevasi pelat diatas balok maka *scaffolding* untuk dipasang lebih tinggi dan diperlukan *main frame* tambahan dengan menggunakan *Joint Pin*. Perhitungkan ketinggian *scaffolding* pelat dengan mengatur *base jack* dan *U-Head jack* nya.
- b. Pada *U-Head* dipasang balok kayu 6/12 sejajar dengan arah *cross brace* dan diatas girder dipasang balok suri dengan arah melintang

- c. Kemudian dipasang papan *plywood* sebagai alas pelat. Pasang juga dinding untuk tepi pada pelat dan dijepit menggunakan siku. *Plywood* dipasang serapat mungkin, sehingga tidak terdapat rongga yang dapat menyebabkan kebocoran pada saat pengecoran.
 - d. Semua bekisting rapat terpasang, sebaiknya diolesi dengan minyak bekisting agar beton tidak menempel, sehingga mempermudah dalam pekerjaan pembongkaran dan bekisting dapat digunakan kembali.
3. Pembesian balok dan pelat
- Pekerjaan pembesian terdiri dari pekerjaan pemotongan hingga pekerjaan pemasangan. Pada pekerjaan pembesian balok dan pelat menggunakan sistem konvensional yang dimana proses perakitannya dilakukan *in situ*. Proses pelaksanaannya untuk besi tulangan balok yang sudah diangkat lalu dirakit dan diletakkan di atas bekisting balok lalu ujung tulangan balok dimasukkan ke kolom. Selanjutnya pemasangan beton *decking* untuk jarak selimut beton pada alas dan samping balok kemudian diikat.
- Sedangkan proses pemasangan pembesian pelat dilakukan langsung di atas bekisting pelat yang sudah siap. Tulangan diangkat dengan menggunakan *tower crane* dan dipasang di atas bekisting pelat. Karena tulangan pelat terdiri dari 2 lapis yaitu lapis atas dan bawah maka dihubungkan dengan tulangan secara menyilang dan diikat menggunakan kawat ikat atau biasa disebut ikatan ayam.
4. Pengecoran balok dan pelat
- Pengecoran pelat dilaksanakan bersamaan dengan pengecoran balok. Peralatan pendukung untuk pekerjaan pengecoran balok diantaranya yaitu : *concrete bucket, concrete pump, truck mixer, vibrator*. Adapun proses pelaksanaannya sebagai berikut :
- a. Pengecekan tulangan balok dan pelat yang sudah terpasang apakah sesuai dengan gambar rencana dan memastikan kebersihan bekisting serta tulangan. Setelah semua telah siap, *engineer* membuat izin cor dan mengajukan surat izin ke konsultan pengawas, apabila telah disetujui pengawas maka dapat dilakukan pekerjaan pengecoran.
 - b. Selanjutnya mengambil *sample* (tabung silinder) dan test slump yang diawasi oleh *engineer* dan pihak pengawas. Untuk pelaksanaan pengecoran balok dan pelat lantai, digunakan *concrete pump* yang menyalurkan beton *ready mix* dari *truck mixer* ke lokasi pengecoran, dengan menggunakan pipa pengecoran yang disambung.
 - c. Setelah menuangkan beton *ready mix*, lalu padatkan dengan menggunakan *vibrator*. Setelah selesai, maka dilakukan perataan permukaan dengan menggunakan alat – alat manual.
5. Pembongkaran bekisting dan curing
- Untuk pembongkaran bekisting pelat dilakukan setelah 4 hari pengecoran sedangkan untuk pembongkaran bekisting balok dilakukan 7 hari setelah pengecoran. Sebagai penunjang sampai pelat benar-benar mengeras. Setelah dilaksanakan pengecoran, maka untuk menjaga agar mutu beton tetap terjaga dilakukan perawatan beton. Perawatan beton yang dilakukan adalah dengan menyiram/membasahi beton 2 kali dalam seminggu.

4.2.3 Pekerjaan Tangga

Pada pekerjaan tangga menggunakan metode konvensional meliputi pekerjaan bekisting, pekerjaan pemasangan tulangan, pengecoran, dan pembongkaran bekisting dengan tahapan – tahapan sebagai berikut :

1. Pekerjaan Bekisting

- a. Sebelum pemasangan bekisting, pekerjaan pengukuran dan pekerjaan *marking* terlebih dahulu dilakukan, pekerjaan *marking* sebagai tanda untuk kemiringan tangga yang akan dipasang bekisting, dan juga *marking* untuk injakan dan tanjakan.
- b. Memasang *jack base* yang berfungsi sebagai penyangga utama untuk tetap menjaga *mainframe* berdiri. Penggunaan *jack base* sebagai pengatur ketinggian/elevasi *scaffolding* sesuai ketinggian yang telah direncanakan.
- c. Memasang *mainframe* sebagai struktur utama dari *scaffolding* itu sendiri.
- d. Memasang *cross brace* sebagai pengaku dan pengikat antar *main frame* untuk menjaga struktur *scaffolding* tetap kokoh dan berdiri tegak.
- e. Memasang *U-Head jack* sebagai penyangga balok suri-suri. Selain itu *U-Head* juga berfungsi untuk mengatur ketinggian dan kemiringan bekisting.
- f. Memasang *plywood* dengan kemiringan yang telah direncanakan sebagai dasar pelat tangga. Selanjutnya, dipasang *plywood* pada bagian kanan dan kiri tangga untuk cetakan tanjakan.

2. Pekerjaan Tulangan

Pekerjaan tulangan dilakuka setelah pekerjaan pemasangan bekisting selesai dikerjakan. Berikut adalah tahapan untuk pemasangan tulangan tangga :

- a. Pemotongan baja tulangan pada tempat fabrikasi dilokasi proyek.
- b. Memasang tulangan utama pada tangga
- c. Pemasangan beton decking sebagai selimut beton

3. Pekerjaan Pengeoran

Pekerjaan pengecoran tangga dilakukan setelah penulangan selesai dikerjakan. Pengecoran tangga menggunakan beton ready mix dengan mutu beton $f_c'30\text{MPa}$. Sama halnya dengan pekerjaan pelat, balok, kolom, pada pekerjaan pengecoran tangga terdapat Langkah teknis yang harus dipersiapkan yaitu :

- a. Pengecekan tulangan dan kondisi bekisting yang sudah siap oleh *Quality Control*
- b. Jika sudah dilakukan pengecekan maka Langkah selanjutnya ialah mengisi surat ijin cor
- c. Setelah pengecekan selesai dilakukan, selanjutnya menyerahkan surat ijin cor kepada pengawas.
- d. Melakukan pengecekan ulang Bersama pengawas sebelum pelaksanaan pengecoran
- e. Jika hasil lapangan telah memenuhi syarat menurut pengawas, selanjutnya penandatanganan surat ijin cor dan area siap dilakukan pengecoran

4. Pekerjaan Pembongkaran Bekisting

Pekerjaan pembongkaran bekisting tangga dilakukan apabila beton telah cukup umur yakni selama 7 hari. Beton yang cukup umur ialah beton yang dapat menahan berat sendiri dan beban dari luar. Bekisting yang telah dibongkar dibersihkan dari sisa-sisa beton yang melekat dan disimpan pada tempat yang terlindung untuk menjaga bekisting untuk pekerjaan selanjutnya.

Berikut adalah tahapan pembongkaran bekisting :

- a. Siapkan peralatan yang digunakan untuk pembongkaran
- b. Bongkar *plywood* secara hati-hati untuk bagian pinggir area beton yang telah cukup umur
- c. Longgarkan *U-Head* dan bongkar *plywood* secara perlahan

- d. Buka balok suri-suri kemudian hallow dan bongkar scaffolding
- e. Setelah proses pembongkaran bekisting, maka selanjutnya pengecekan hasil cor yang telah dilakukan oleh *Quality Control*. Jika ditemui hasil cor yang kurang memenuhi dari syarat, maka selanjutnya dilakukan perbaikan sesuai dengan instruksi yang *QC* berikan.

4.3 Metode Pracetak

Metode pracetak merupakan salah satu metode alternatif dari metode konvensional. Elemen struktur yang menggunakan metode ini adalah elemen pelat. Dalam hal ini jenis pracetak yang digunakan adalah jenis *non-prestress* dan pada sambungan menggunakan jenis sambungan basah yaitu pengeoran di tempat bagian atas balok (*overtopping*) setelah tulangan pada bagian atas terpasang. Adapun alur sistem *precast half slab* sebagai berikut

4.3.1 Pekerjaan Pelat Pracetak

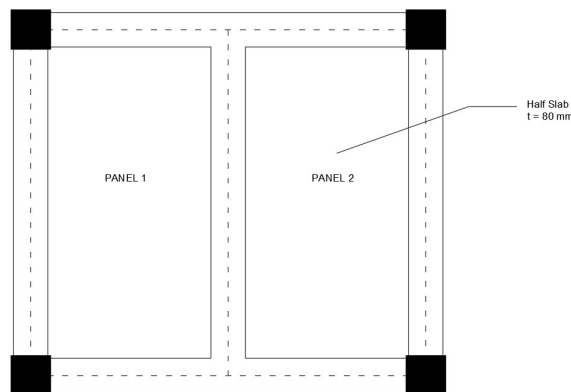
Pelat yang digunakan adalah sistem *half slab* yaitu terdapat topping sebagai sambungannya. Dalam pengerjaannya dibagi menjadi beberapa tahapan yaitu :

4.3.1.1 Perencanaan Half Slab

A. Design Half Slab

Pada umumnya *precast half slab* digunakan pada pelat satu arah namun dapat dilaksanakan pada pelat dua arah dengan beberapa kondisi dimana penyaluran gaya pada tulangan tidak terputus yang mana *half slab precast* pada tulangan arah y sisi bawah terputus akibat proses *precast* yang harus dilakukan pada beberapa tahap dengan cara membagi menjadi beberapa panel.

Metode *half slab* memiliki perbedaan komposisi struktur dengan pelat lantai metode konvensional, yaitu diantaranya terdapat tulangan bawah pelat yang terpotong pada balok (*stek*). Adapun tahapan design antara lain menentukan data perencanaan, data pembebanan, menghitung penulangan pelat (kondisi pengangkatan, sebelum komposit, sesudah komposit). Adapun gambar denah, potongan dan modul pelat sesuai dengan gambar berikut



Gambar 4.6 Modul Pelat *Half Slab*

1. Data perencanaan Pelat Lantai

Direncanakan elemen pelat pracetak sebagai berikut :

Bentang

$$\text{Bentang } L_x = 2,7 \text{ m}$$

$$L_y = 8 \text{ m}$$

$$\text{Tebal Pelat pracetak} = 80 \text{ mm} = 0,08 \text{ m}$$

$$\text{Tebal topping} = 40 \text{ mm} = 0,04 \text{ m}$$

$$\text{Mutu Beton } (f_c') = 30 \text{ MPa}$$

$$\text{Mutu Baja } (f_y) = 400 \text{ Mpa}$$

$$D \text{ Tul rencana} = 12 \text{ mm} = 0,012 \text{ m}$$

$$\text{Selimut beton} = 20 \text{ mm} = 0,02 \text{ m}$$

$$\beta_1 = 0,85$$

Data Pembebanan

$$\text{Berat jenis beton} = 2400 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Beban Mati tambahan} = 129 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Hotel} = 192 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Pekerja} = 100 \text{ kg/m}^2$$

2. Pembebanan

Saat Pengangkatan

a. Beban mati (DL)

$$\text{Berat sendiri pracetak} = t_s \times B_j \text{ beton} = 0,8 \times 2400 = 192 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Beban kejut pengangkatan} = \frac{1}{2} \times 192 = 96 \text{ kg/m}^2 +$$

$$\text{DL} = 288 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Beban total} = 1,2 \text{ DL} + 1,6 \text{ LL} = 1,2 \times 288 + 1,6 \times 479 = 345,6 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{b. Beban untuk 1 meter pias lebar pelat} = 345,6 \times 1 = 345,6 \text{ kg/m}$$

Sebelum komposit

a. Beban mati (DL)

$$\text{Berat sendiri pracetak} = t_s \times B_j \text{ beton} = 0,8 \times 2400 = 192 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Beban topping} = 0,4 \times 2400 \times 1,5 = 144 \text{ kg/m}^2 +$$

$$\text{DL} = 336 \text{ kg/m}^2$$

b. Beban Hidup (LL) $\text{LL} = 100 \text{ kg/m}^2$

$$\text{Beban total} = 1,2 \text{ DL} + 1,6 \text{ LL} = 1,2 \times 336 + 1,6 \times 100 = 563,2 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{c. Beban untuk 1 meter pias lebar pelat} = 563,2 \times 1 = 563,2 \text{ kg/m}$$

Saat Komposit

a. Beban mati (DL)

$$\text{Berat sendiri pelat penuh} = t \times B_j \text{ beton} = 0,12 \times 2400 = 288 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Beban Mati tambahan} = 129 \text{ kg/m}^2 +$$

$$\text{DL} = 417 \text{ kg/m}^2$$

b. Beban Hidup (LL)

$$L_o = \text{Beban Hidup Hotel}/1000 = 192/1000 = 0,192 \text{ t/m}^2$$

Mengacu pada SNI 1727:2013 Pasal 4.7.2, komponen struktur yang memiliki Kll At adalah 37,16 m² atau lebih diizinkan untuk dirancang dengan beban hidup tereduksi dengan rumus berikut :

$$L = L_o \left(0,25 + \frac{4,57}{\sqrt{K_{ll} A_T}} \right)$$

$$K_{ll} = 1$$

$$A_T = L_x \times L_y = 8,6 \times 8 = 68,8 \text{ m}^2$$

$$Kll \text{ At} = 1 \times 68,8 = 68,8 \text{ m}^2 > 37,16 \text{ m}^2 \text{ (boleh direduksi)}$$

$$L = 0,192 \left(0,25 + \frac{4,57}{(68,8)^{0,5}} \right) = 0,154 \text{ t/m}^2$$

$$L \geq 0,5 L_0$$

$$L \geq 0,5 \cdot 0,192$$

$$0,154 \geq 0,096$$

$$L = 154 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Beban total} = 1,2 \text{ DL} + 1,6 \text{ LL} = 1,2 \cdot 417 + 1,6 \cdot 154 = 746,46 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{c. Beban untuk 1 meter pias lebar pelat} = 746 \times 1 \text{ m} = 746 \text{ kg/m}$$

3. Penulangan Pelat Pracetak (Akibat Pengangkatan)

Momen yang terjadi

Momen Arah X

$$\begin{aligned} M_x &= 0,0107 \quad qu \quad a^2 \quad b \\ &= 0,0107 \quad 345,6 \quad 2,7^2 \quad 8 \quad 10^{-2} \\ &= 2,157 \text{ kNm} \quad = 2156627 \text{ Nmm} \end{aligned}$$

Momen Arah Y

$$\begin{aligned} M_y &= 0,0107 \quad qu \quad a \quad b^2 \\ &= 0,0107 \quad 345,6 \quad 2,7 \quad 8^2 \quad 10^{-2} \\ &= 6,390 \text{ kNm} \quad = 6390006 \text{ Nmm} \end{aligned}$$

Penulangan Pelat Arah X

$$\begin{aligned} D_x &= h - p - 0,5 \times D \\ &= 80 - 20 - 0,5 \times 10 \\ &= 55 \text{ mm} \end{aligned}$$

Pada perencanaan awal, ϕ diasumsikan 0,9

$$\begin{aligned} R_n &= \frac{mu}{\phi \times b \times dx^2} \\ &= \frac{2156627}{0,9 \times 1000 \times 54^2} = 0,792 \text{ Mpa} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_n &= \frac{fy}{0,85 f'c'} \\ &= \frac{400}{0,85 \cdot 30} = 15,69 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \rho \text{ perlu} &= \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2m \times R_n}{fy}} \right) \\ &= \frac{1}{15,69} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 15,69 \times 0,792}{400}} \right) \\ &= 0,002 \end{aligned}$$

$$\rho_{min} = 0,002 \text{ (SNI 2947-2013 Pasal 7.12.2.1)}$$

$$\rho \text{ perlu} > \rho_{min}$$

$$\text{maka dipakai } \rho \text{ perlu} = 0,002$$

Kebutuhan Tulangan

$$\begin{aligned} A_s &= \rho_{\text{perlu}} \times b \times d_x \\ &= 0,0021 \times 1000 \times 55 \\ &= 110,67 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Digunakan tulangan 10 mm ($A_s \text{ Tul} = 78,54 \text{ mm}^2$)

$$\begin{aligned} \text{Jarak Tulangan (s)} &= \frac{1000 A_s \text{ Tul}}{A_s} \\ &= \frac{1000 \cdot 78,54}{110,67} \\ &= 709,69 \text{ mm} \end{aligned}$$

Syarat : $s \leq 3h$ atau 450 mm (SNI 2847:2013 Ps.10.5.4)

$$s \leq 3 \cdot 80 \text{ atau } 450 \text{ mm}$$

$$s \leq 240 \text{ atau } 450 \text{ mm}$$

Dipilih yang terkecil, jadi dipakai $s = 150 \text{ mm}$

$$A_s \text{ pakai} = \frac{1000 A_s \text{ Tul}}{s} = \frac{1000 \cdot 78,54}{150} = 523,59 \text{ mm}^2$$

Kontrol Faktor Reduksi

Berdasarkan SNI 2847:201 Ps 9.3

- Tinggi Balok tegangan persegi ekuivalen

$$\begin{aligned} a &= \frac{A_s F_y}{0,85 f_c b} \\ &= \frac{523,599 \times 400}{0,85 \cdot 30 \cdot 1000} = 8,21 \text{ mm} \end{aligned}$$

- Jarak dari serat tekan terjauh ke sumbu netral

$$\begin{aligned} \beta_1 &= 0,85 \\ c &= \frac{a}{\beta_1} \\ &= \frac{8,21}{0,85} = 9,66 \text{ mm} \end{aligned}$$

- Regangan Tarik

$$\begin{aligned} \epsilon_t &= 0,003 \left(\frac{d_x}{c} - 1 \right) \\ &= 0,003 \left(\frac{55}{9,66} - 1 \right) \\ &= 0,0141 \end{aligned}$$

Dipakai $\phi = 0,9$

$\phi M_n \geq M_u$

$$\begin{aligned} \phi M_n &= \phi \times A_s \times f_y (d_x - 0,5 \times a) \\ &= 0,9 \times 523,598 \times 400 (55 - 0,5 \times 8,21) \\ &= 9593169,137 \text{ Nmm} \\ &= 9,593 \text{ kNm} > M_u = 2,157 \text{ kNm OK} \end{aligned}$$

Jadi, dipakai tulangan utama **D10 – 150**

Kontrol Terhadap Persyaratan Geser

Kontrol persyaratan geser ditinjau berdasarkan SNI 2847:2013 pasal 11.4.6.1. V_u pada jarak d dari tumpuan adalah sebesar:

$$\begin{aligned}V_u &= q_u \times \left(\frac{ly}{2} - \frac{dy}{1000}\right) \\&= 345,6 \times \left(\frac{2,7}{2} - \frac{55}{1000}\right) \times 10^2 \\&= 4,48 \text{ kN}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\phi V_u &= \phi(0,17 \lambda \sqrt{f_c} b d) \\&= 0,75 (0,17 \times 1 \times 5,477 \times 1000 \times 55) \\&= 38409,04435 \\&= 38,409 \text{ kN}\end{aligned}$$

$$0,5 \phi V_u \geq V_u$$

$$19,2045 > 4,48 \text{ (Kekuatan geser pelat mencukupi)}$$

Penulangan Pelat Arah Y

$$\begin{aligned}D_x &= h - p - D - 0,5D \\&= 80 - 20 - 10 - 0,5 \cdot 10 \\&= 45 \text{ mm}\end{aligned}$$

Pada perencanaan awal, ϕ diasumsikan 0,9

$$\begin{aligned}R_n &= \frac{m u}{\theta \times b \times dx^2} \\&= \frac{6390006}{0,9 \times 1000 \times 52^2} = 3,506 \text{ Mpa}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}M_n &= \frac{f_y}{0,85 f_c'} \\&= \frac{400}{0,85 \cdot 30} = 15,69\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\rho_{\text{perlu}} &= \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2m \times R_n}{f_y}}\right) \\&= \frac{1}{15,69} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 15,69 \times 3,506}{400}}\right) \\&= 0,0095\end{aligned}$$

$$\rho_{\text{min}} = 0,002 \text{ (SNI 2947-2013 Pasal 7.12.2.1)}$$

maka dipakai $\rho_{\text{perlu}} = 0,0095$

Kebutuhan Tulangan

$$\begin{aligned} A_s &= \rho_{\text{perlu}} \times b \times d_x \\ &= 0,0095 \times 1000 \times 45 \\ &= 426,09 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Digunakan tulangan 10 mm ($A_s \text{ Tul} = 78,54 \text{ mm}^2$)

$$\begin{aligned} \text{Jarak Tulangan (s)} &= \frac{1000 A_s \text{ Tul}}{A_s} \\ &= \frac{1000 \cdot 78,54}{426,09} \\ &= 184,33 \text{ mm} \end{aligned}$$

Syarat : $s \leq 3h$ atau 450 mm (SNI 2847:2013 Ps.10.5.4)

$$s \leq 3 \cdot 80 \text{ atau } 450 \text{ mm}$$

$$s \leq 240 \text{ atau } 450 \text{ mm}$$

Dipilih yang terkecil, jadi dipakai $s = 150 \text{ mm}$

$$A_s \text{ pakai} = \frac{1000 A_s \text{ Tul}}{s} = \frac{1000 \cdot 78,54}{150} = 523,598 \text{ mm}^2$$

Kontrol Faktor Reduksi

Berdasarkan SNI 2847:201 Ps 9.3

- Tinggi Balok tegangan persegi ekuivalen

$$\begin{aligned} a &= \frac{A_s F_y}{0,85 f_c b} \\ &= \frac{523,60 \times 400}{0,85 \cdot 30 \cdot 1000} = 8,21 \text{ mm} \end{aligned}$$

- Jarak dari serat tekan terjauh ke sumbu netral

$$\begin{aligned} \beta_1 &= 0,85 \\ c &= \frac{a}{\beta_1} \\ &= \frac{8,21}{0,85} = 9,66 \text{ mm} \end{aligned}$$

- Regangan Tarik

$$\begin{aligned} \epsilon_t &= 0,03 \left(\frac{d_x}{c} - 1 \right) \\ &= 0,03 \left(\frac{45}{9,66} - 1 \right) \\ &= 0,0110 \end{aligned}$$

Dipakai $\phi = 0,9$ (Berdasarkan SNI 2847:2013 Pasal 9:3)

$$\phi M_n \geq M_u$$

$$\begin{aligned} \phi M_n &= \phi \times A_s \times f_y (d_x - 0,5 \times a) \\ &= 0,9 \times 523,598 \times 400 (45 - 0,5 \times 8,21) \\ &= 7708213,545 \text{ Nmm} \\ &= 7,708 \text{ kNm} > M_u = 6,390 \text{ kNm OK} \end{aligned}$$

Jadi, dipakai tulangan utama **D10 - 150**

Kontrol Terhadap Persyaratan Geser

Kontrol persyaratan geser ditinjau berdasarkan SNI 2847:2013 pasal 11.4.6.1. V_u pada jarak d dari tumpuan adalah sebesar:

$$\begin{aligned}V_u &= q_u \times \left(\frac{ly}{2} - \frac{dy}{1000}\right) \\&= 345,6 \times \left(\frac{8}{2} - \frac{45}{1000}\right) \times 10^2 \\&= 13,67 \text{ kN}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\phi V_u &= \phi(0,17 \sqrt{f_c} b d) \\&= 0,75 (0,17 \times 1 \times 5,477 \times 1000 \times 45) \\&= 31425,58 \text{ N} \\&= 31,43 \text{ kN}\end{aligned}$$

$$0,5 \phi V_u \geq V_u$$

15,7128 > 13,67 (**Kekuatan geser pelat mencukupi**)

Kontrol Retak

Kontrol retak ditinjau menurut pasal 9.5.2.3 SNI 2847-2013. Momen batas retak yang terjadi pada pelat saat beton berumur 3 hari:

$$f_c'' = 0,46 \times f_c$$

$$f_c'' = 0,46 \times 30 = 13,8 \text{ MPa}$$

$$\begin{aligned}f_r &= 0,62 \lambda \sqrt{f_c}; \lambda = 1 \text{ (Untuk beton normal)} \\&= 0,62 \times 1 \times 3,175 \\&= 2,303 \text{ MPa}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}I &= 1/12 b h^3 \\&= 1/12 \times 1000 \times 80^3 \\&= 42666666,67 \text{ mm}^4\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}M_{cr} &= \frac{f_r \times I}{c} \\&= \frac{2,303 \times 42666666,67}{9,66} = 10169987,99 \text{ Nmm}\end{aligned}$$

Momen layan yang bekerja adalah :

$$\begin{aligned}M_x &= 0,00107 qDL a^2 b \\&= 0,00107 \times 288 \times 2,7^2 \times 8 \times 10^2 \\&= 1,079 \text{ kNm}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
&= 1797189,12 \text{ Nmm} \\
M_y &= 0,00107 \text{ qDL a b}^2 \\
&= 0,00107 \times 288 \times 2,7 \times 8^2 \\
&= 5,33 \text{ kNm} \\
&= 5325004,8 \text{ Nmm} \\
M_{cr} &= 10169987,99 \text{ Nmm} > M_x = 1797189,12 \text{ Nmm} \text{ OK} \\
M_{cr} &= 10169987,99 \text{ Nmm} > M_x = 5325004,8 \text{ Nmm} \text{ OK}
\end{aligned}$$

Kontrol Tegangan Akibat Pengangkatan

Diasumsikan pelat pracetak diangkat setelah berumur 3 hari. Tegangan ditahan oleh b yang merupakan nilai terkecil dari a/2, b/2, atau 15t.

$$\begin{aligned}
b/2 &= 8/2 \\
&= 4 \text{ m} \\
a/2 &= 2,7/2 \\
&= 1,35 \text{ m} \\
15t &= 15 \times 0,08 \\
&= 1,2 \text{ m}
\end{aligned}$$

Dipakai $b = 1,2 \text{ m} = 1200 \text{ mm}$

$$\begin{aligned}
S &= 1/6 \text{ b h}^2 \\
&= 1/6 \times 1200 \times 80^2 \\
&= 1280000 \text{ mm}^3 \\
P &= 1/4 \text{ a b tp } \gamma_{\text{beton}} \\
&= 1/4 \times 2,7 \times 8 \times 0,08 \times 2400 \\
&= 1036,8 \text{ kg} = 10368 \text{ N}
\end{aligned}$$

$$\theta_1 = 60^\circ$$

$$\begin{aligned}
P_1 &= P \sin \theta_1 \\
&= 10368 \sin 60^\circ \\
&= 8978,95 \text{ N}
\end{aligned}$$

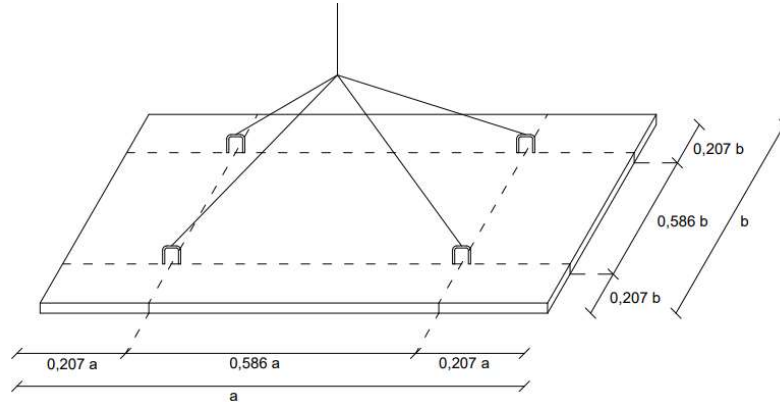
$$\begin{aligned}
\sigma_{\text{max}} &= \frac{Mx c}{I} + \frac{P}{b t} < f_r \\
&= \frac{1797189,12 \times 10,44}{426666667} + \frac{10368}{1200 \times 80} < 2,303 \\
&= 0,548 \text{ MPa} < 2,303 \text{ MPa} \text{ OK}
\end{aligned}$$

Dimensi Angkur Pengangkatan

Setiap angkur (hook) menerima beban sebesar P, yaitu 1036,8 kg maka, dibutuhkan diameter angkur sebesar :

$$d = \sqrt{\frac{4p}{\pi f_y}} = \sqrt{\frac{4 \times 1036,8}{\pi \times 400}} \\ = 1,817 \text{ cm} \approx 2 \text{ cm} \approx 20 \text{ mm}$$

Digunakan 4 buah angkur dengan diameter 20 mm



Gambar 4.7 4Titik Pengangkatan Pelat Pracetak

Kontrol Lendutan

Momen akibat beban mati

$$M_{DL} = 1797189,12 \text{ Nmm}$$

Momen tak terfaktor maksimum yang terjadi pada elemen struktur pada saat lendutan dihitung :

$$M_a = M_{DL} = 1797189,12 \text{ Nmm}$$

Momen batas retak

$$M_{cr} = \frac{f_r I}{y_t} \\ = \frac{2,303 \times 42666667}{40} \\ = 245674,295 \text{ Nmm}$$

Momen inersia bruto terhadap sumbu berat penampang tanpa memperhitungkan tulangan baja

$$I_g = 1/12 b h^3 \\ = 1/12 1000 80^3 \\ = 42666666,67 \text{ mm}^4$$

Momen inersia retak penampang, dengan tulangan baja yang ditransformasikan ke penampang beton. Dicari nilai x terlebih dahulu.

$$\frac{b x^2}{2} - n \times A_s (d - x) = 0$$

$$500 x^2 + 678,58x - 36643,54 = 0$$

$$a = 500$$

$$b = 471,24$$

$$c = 25918,14$$

$$\text{Determinan (D)} = b^2 - 4ac$$

$$= 51614213$$

$$x_{1,2} = \frac{-b \pm \sqrt{D}}{2a}$$

$$x_1 = 6,713 \text{ mm}$$

$$x_2 = -7,656 \text{ mm}$$

$$I_{cr} = \frac{b x^2}{2} + n \times A_s (d - x)^2$$

$$= 1199595,818 \text{ mm}^4$$

Momen inersia efektif

$$I_e = \left(\frac{M_{cr}}{M_a}\right)^3 \times I_g + 1 - \left(\frac{M_{cr}}{M_a}\right)^3 \times I_{cr} < I_g$$

$$= 107125428 > 42666667 \text{ mm}^4$$

Maka, $I_e = I_g = 42666667 \text{ mm}^4$

$$E_c = 4700 \sqrt{f_c''}$$

$$= 4700 \sqrt{3,7148}$$

$$= 17459,725 \text{ MPa}$$

$$(\Delta i)_{DL} = \frac{5 \times q \times L^4}{384 \times E_c \times I_e}$$

$$= \frac{5 \times q \times 2,88 \times 2700^4}{384 \times 17459,725 \times 42666667} = 2,675 \text{ mm}$$

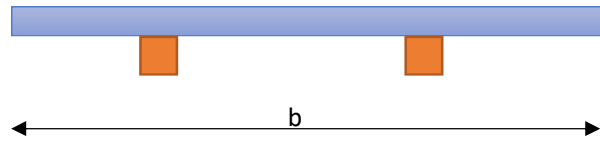
Berdasarkan SNI 2847:2012 batasan lendutan untuk plat lantai adalah

$$\frac{L}{240} = \frac{2700}{240} = 11,3 \text{ mm}$$

$$\Delta = 2,675 \text{ mm} < \frac{L}{240} = 11,3 \text{ mm OK}$$

Kontrol Penumpukan

Kontrol saat penumpukan *half slab* adalah sebagai berikut :



Gambar 4.8 2 Tumpuan Pelat Pracetak

a. Menghitung Berat Total Penumpukan

$$\begin{aligned} W &= \text{Tebal} \times \text{panjang} \times \text{lebar} \times \text{BJ Beton} \\ &= 0,08 \times 8 \times 2 \times 2400 = 3072 \text{ kg} \end{aligned}$$

b. Rencana Penumpukan 10 Tumpuk

c. Menghitung Berat Total

$$= \text{Berat Half Slab} \times \text{Jumlah Tumpukan}$$

$$W = 3072 \times 4 = 30720 \text{ kg}$$

d. Balok Penumpu yang Direncanakan Menggunakan 2 Kayu Kaso 8/12

$$A = \text{Lebar Balok} \times \text{Lebar Pelat}$$

$$= 0,12 \times 2 \times 2 = 0,24 \text{ m}^2$$

$$= 4800 \text{ cm}^2$$

e. Pada Saat Penumpukan Direncanakan Beton Berumur 4 hari

$$F_c'' = 0,5 \times F_c'$$

$$= 0,5 \times 30 = 15 \text{ Mpa}$$

$$= 152,958 \text{ kg/cm}^2$$

f. Kontrol Penumpukan *Half Slab*

$$\sigma = \frac{\text{Berat Total penumpukan}}{\text{luas total balok}} < F_c''$$

$$= \frac{30720}{4800} = 6,4 < 15 \text{ OK}$$

Kapasitas Crane

Dengan berat pelat lantai sebesar 288 kg/m², maka berat total pelat

$$= 288 \times L_x \times L_y$$

$$= 288 \times 2,7 \times 8 = 6220,8 \text{ kg}$$

$$= 6,2208 \text{ ton} \approx 7 \text{ ton}$$

Oleh karena itu digunakan tower crane dengan kapasitas angkat 8 ton

4. Penulangan Pelat Pracetak Sebelum Komposit

$$\begin{aligned} M_u &= \frac{1}{8} q u x L x^2 \\ &= 5,13216 \text{ kNm} = 5132160 \text{ Nmm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} R_n &= \frac{m u}{\theta x b x d x^2} \\ &= \frac{5132160}{0,9 x 1000 x 55^2} = 1,89 \text{ Mpa} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_n &= \frac{f_y}{0,85 f_c'} \\ &= \frac{400}{0,85 \cdot 30} = 15,69 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \rho \text{ perlu} &= \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2m x R_n}{f_y}} \right) \\ &= \frac{1}{15,69} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2x15,69 x 0,38}{400}} \right) \\ &= 0,0049 \end{aligned}$$

$$\rho_{min} = 0,002 \text{ SNI 2947-2013 Pasal 7.12.2.1)}$$

$$\rho \text{ perlu} > \rho_{min}$$

$$\text{maka dipakai } \rho \text{ perlu} = 0,0049$$

Kebutuhan Tulangan

$$\begin{aligned} A_s &= \rho \text{ perlu} \times b \times d x \\ &= 0,0049 \times 1000 \times 55 \\ &= 269,56 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Digunakan tulangan 10 mm ($A_s \text{ Tul} = 78,54 \text{ mm}^2$)

$$\begin{aligned} \text{Jarak Tulangan (s)} &= \frac{1000 A_s \text{ Tul}}{A_s} \\ &= \frac{1000 \cdot 78,54}{269,56} \\ &= 291,361 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\text{Syarat : } s \leq 3h \text{ atau } 450 \text{ mm (SNI 2847:2013 Ps.10.5.4)}$$

$$s \leq 3 \cdot 80 \text{ atau } 450 \text{ mm}$$

$$s \leq 240 \text{ atau } 450 \text{ mm}$$

Dipilih yang terkecil, jadi dipakai $s = 150 \text{ mm}$

$$A_s \text{ pakai} = \frac{1000 A_s \text{ Tul}}{s} = \frac{1000 \cdot 78,54}{100} = 523,599 \text{ mm}^2$$

Kontrol Faktor Reduksi

Berdasarkan SNI 2847:201 Ps 9.3

- Tinggi Balok tegangan persegi ekuivalen

$$\begin{aligned} a &= \frac{A_s F_y}{0,85 f_c b} \\ &= \frac{523,599 x 400}{0,85 \cdot 30 \cdot 1000} = 8,21 \text{ mm} \end{aligned}$$

- Jarak dari serat tekan terjauh ke sumbu netral

$$\begin{aligned} \beta_1 &= 0,85 \\ c &= \frac{a}{\beta_1} \\ &= \frac{8,21}{0,85} = 9,66 \text{ mm} \end{aligned}$$

- Regangan Tarik

$$\begin{aligned} \epsilon_t &= 0,003 \left(\frac{dx}{c} - 1 \right) \\ &= 0,003 \left(\frac{55}{9,66} - 1 \right) \\ &= 0,0141 \end{aligned}$$

Dipakai $\phi = 0,9$

$$\phi M_n \geq M_u$$

$$\begin{aligned} \phi M_n &= \phi \times A_s \times f_y (dx - 0,5 \times a) \\ &= 0,9 \times 523,599 \times 400 (55 - 0,5 \times 8,21) \\ &= 9593169,137 \text{ Nmm} \\ &= 9,593 \text{ kNm} > M_u = 1,28 \text{ kNm OK} \end{aligned}$$

Jadi, dipakai tulangan utama **D10 - 150**

Tulangan Susut

$$\begin{aligned} F_y &= 400 \text{ MPa} \quad \rho_{\min} = 0,002 \\ A_{sh} &= \rho_{\min} \times b \times h \\ &= 0,002 \times 1000 \times 80 \\ &= 160 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Digunakan tulangan 10 mm ($A_s \text{ tul} = 78,54 \text{ mm}^2$)

$$\begin{aligned} \text{Jarak tulangan (s)} &= \frac{1000 A_s \text{ Tul}}{A_s} \\ &= \frac{1000 \times 78,54}{160} \\ &= 490,87 \text{ mm} \end{aligned}$$

Syarat : $s \leq 5h$ atau 450 mm (SNI 2847:2013 Ps.10.5.4)

$$s \leq 5 \times 80 \text{ atau } 450 \text{ mm}$$

$$s \leq 400 \text{ atau } 450 \text{ mm}$$

Dipilih yang terkecil, jadi dipakai $s = 150 \text{ mm}$

$$A_s \text{ pakai} = \frac{1000 A_s \text{ Tul}}{s} = \frac{1000 \times 78,54}{150} = 523,60 \text{ mm}^2$$

Jadi dipakai tulangan **D10 -150**

Momen Tumpuan yang Berada di Atas Perancah

$$\begin{aligned} M_{\text{tump}} &= \frac{1}{8} q U \frac{Lx^2}{2} \\ &= \frac{1}{8} \times 563,20 \times 2,7^2 \times 10^2 \\ &= 5,13216 \text{ kNm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} R_n &= \frac{m u}{\theta \times b \times dx^2} \\ &= \frac{513260}{0,9 \times 1000 \times 55^2} = 1,89 \text{ Mpa} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_n &= \frac{f_y}{0,85 f_c'} \\ &= \frac{400}{0,85 \times 30} = 15,69 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \rho \text{ perlu} &= \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2m \times R_n}{f_y}} \right) \\ &= \frac{1}{15,69} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 15,69 \times 1,89}{400}} \right) \end{aligned}$$

$$= 0,002$$

$$\rho_{min} = 0,002 \text{ SNI 2947-2013 Pasal 7.12.2.1)}$$

ρ perlu $> \rho_{min}$
maka dipakai ρ perlu = 0,002

Kebutuhan Tulangan

$$\begin{aligned} A_s &= \rho \text{ perlu} \times b \times d_x \\ &= 0,002 \times 1000 \times 55 \\ &= 110 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Digunakan tulangan 10 mm ($A_s \text{ Tul} = 78,54 \text{ mm}^2$)

$$\begin{aligned} \text{Jarak Tulangan (s)} &= \frac{1000 A_s \text{ Tul}}{A_s} \\ &= \frac{1000 \cdot 110}{78,54} \\ &= 713,998 \text{ mm} \end{aligned}$$

Syarat : $s \leq 3h$ atau 450 mm (SNI 2847:2013 Ps.10.5.4)

$$s \leq 3 \cdot 80 \text{ atau } 450 \text{ mm}$$

$$s \leq 240 \text{ atau } 450 \text{ mm}$$

Dipilih yang terkecil, jadi dipakai $s = 150 \text{ mm}$

$$A_s \text{ pakai} = \frac{1000 A_s \text{ Tul}}{s} = \frac{1000 \cdot 78,54}{150} = 523,599 \text{ mm}^2$$

Kontrol Faktor Reduksi

Berdasarkan SNI 2847:201 Ps 9.3

- Tinggi Balok tegangan persegi ekuivalen

$$\begin{aligned} a &= \frac{A_s F_y}{0,85 f_c b} \\ &= \frac{523,599 \times 400}{0,85 \cdot 30 \cdot 1000} = 8,21 \text{ mm} \end{aligned}$$

- Jarak dari serat tekan terjauh ke sumbu netral

$$\beta_1 = 0,85$$

$$\begin{aligned} c &= \frac{a}{\beta_1} \\ &= \frac{8,21}{0,85} = 9,66 \text{ mm} \end{aligned}$$

- Regangan Tarik

$$\begin{aligned} \epsilon_t &= 0,003 \left(\frac{d_x}{c} - 1 \right) \\ &= 0,003 \left(\frac{55}{9,66} - 1 \right) \\ &= 0,0141 \end{aligned}$$

Dipakai $\phi = 0,9$

$$\phi M_n \geq M_u$$

$$\begin{aligned} \phi M_n &= \phi \times A_s \times f_y (d_x - 0,5 \times a) \\ &= 0,9 \times 523,599 \times 400 (55 - 0,5 \times 8,21) \\ &= 9593169,137 \text{ Nmm} \\ &= 9,593 \text{ kNm} > M_u = 1,026 \text{ kNm OK} \end{aligned}$$

Jadi, dipakai tulangan utama **D10 - 150**

Kontrol Terhadap Persyaratan Geser

Kontrol persyaratan geser ditinjau berdasarkan SNI 2847:2013 pasal 11.4.6.1. V_u pada jarak d dari tumpuan adalah sebesar:

$$\begin{aligned} V_u &= q_u \times \left(\frac{lx}{2} - \frac{dy}{1000} \right) \\ &= 563,2 \times \left(\frac{1,35}{2} - \frac{55}{1000} \right) \times 10^2 \\ &= 3,49 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \phi V_u &= \phi (0,17 \lambda \sqrt{f_c} b dy) \\ &= 0,75 (0,17 \times 1 \times 5,477 \times 1000 \times 55) \\ &= 38409,04435 \\ &= 38,41 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$0,5 \phi V_u \geq V_u$$

$$19,20 > 3,49 \text{ (Kekuatan geser pelat mencukupi)}$$

Kontrol Retak

Kontrol retak ditinjau menurut pasal 9.5.2.3 SNI 2847-2013. Momen batas retak yang terjadi pada pelat saat beton berumur 3 hari:

$$f_c'' = 0,46 \times f_c$$

$$f_c'' = 0,46 \times 30 = 13,8 \text{ MPa}$$

$$f_r = 0,62 \lambda \sqrt{f_c}; \lambda = 1 \text{ (Untuk beton normal)}$$

$$= 0,62 \times 1 \times 3,175$$

$$= 2,303 \text{ MPa}$$

$$I = 1/12 b h^3$$

$$= 1/12 \times 1000 \times 80^3$$

$$= 42666666,67 \text{ mm}^4$$

Momen layan yang bekerja adalah :

$$M = \frac{1}{10} \times qDL \times \frac{Lx^2}{2}$$

$$= \frac{1}{10} \times 436 \times \frac{2,7^2}{2} \times 10^4$$

$$= 794610 \text{ Nmm}$$

$$\sigma = \frac{M \times c}{I} < f_r$$

$$= \frac{794610 \times 9,66}{42666666,67} < f_r$$

$$= 0,180 \text{ MPa} < 2,303 \text{ MPa OK}$$

$$\begin{aligned} M_{cr} &= \frac{f_r \times I}{c} \\ &= \frac{2,303 \times 42666666,67}{9,66} = 10169987,99 \text{ Nmm} \end{aligned}$$

$$M_{cr} = 10169987,99 \text{ Nmm} > M_x = 794610 \text{ Nmm} \text{ OK}$$

Kontrol Lendutan

Momen tak terfaktor maksimum yang terjadi pada elemen struktur pada saat lendutan dihitung :

$$\begin{aligned} M_A &= \frac{1}{8} qDL Lx^2 \\ &= \frac{1}{8} 436 2,7^2 \times 10^4 \\ &= 993263 \text{ Nmm} \end{aligned}$$

Momen batas retak

$$\begin{aligned} M_{cr} &= \frac{f_r \times I}{y_t} \\ &= \frac{2,303 \times 42666667}{40} \\ &= 2456744,295 \text{ Nmm} \end{aligned}$$

Momen inersia bruto terhadap sumbu berat penampang tanpa memperhitungkan tulangan baja

$$\begin{aligned} I_g &= 1/12 b h^3 \\ &= 1/12 1000 80^3 \\ &= 42666666,67 \text{ mm}^4 \end{aligned}$$

Momen inersia retak penampang, dengan tulangan baja yang ditransformasikan ke penampang beton. Dicari nilai x terlebih dahulu.

$$\frac{b x^2}{2} - n \times A_s (d - x) = 0$$

$$500 x^2 + 471,24x - 25918,14 = 0$$

$$a = 500$$

$$b = 471,24$$

$$c = 25918,14$$

$$\text{Determinan (D)} = b^2 - 4ac$$

$$= 51614213$$

$$x_{1,2} = \frac{-b \pm \sqrt{D}}{2a}$$

$$x_1 = 6,713 \text{ mm}$$

$$x_2 = -7,656 \text{ mm}$$

$$I_{cr} = \frac{b x^2}{2} + n \times A_s (d - x)^2$$

$$= 1199595,818 \text{ mm}^4$$

Momen inersia efektif

$$I_e = \left(\frac{M_{cr}}{M_a}\right)^3 \times I_g + 1 - \left(\frac{M_{cr}}{M_a}\right)^3 \times I_{cr} < I_g$$

$$= 628666913 \text{ mm}^4$$

$$E_c = 4700 \sqrt{f_c''}$$

$$= 4700 \sqrt{26,4}$$

$$= 24149,037 \text{ MPa}$$

$$(\Delta i)_{DL} = \frac{5 \times q \times L^4}{384 \times E_c \times I_e}$$

$$= \frac{5 \times 4,36 \times 2700^4}{384 \times 24149,037 \times 628666913} = 0,199 \text{ mm}$$

Berdasarkan SNI 2847:2012 batasan lendutan untuk plat lantai adalah

$$\frac{L}{240} = \frac{2700}{240} = 11,3 \text{ mm}$$

$$\Delta = 0,199 \text{ mm} < \frac{L}{240} = 11,3 \text{ mm} \text{ OK}$$

5. Penulangan Setelah Komposit

$$M_u = \frac{1}{8} q U L x^2$$

$$= \frac{1}{8} 746,456 2,7^2$$

$$= 680,207 \text{ kgm}$$

$$= 6,8021 \text{ kNm}$$

$$d_x = t_p - p - 0,5D$$

$$= 120 - 20 - 0,5 \cdot 10$$

$$= 95 \text{ mm}$$

$$d_y = t_p - p - D - 0,5D$$

$$= 120 - 20 - 10 - 0,5 \cdot 10$$

$$= 85 \text{ mm}$$

$$R_n = \frac{m u}{\theta \times b \times d^2}$$

$$= \frac{6802077}{0,9 \times 1000 \times 95^2} = 0,84 \text{ Mpa}$$

$$\begin{aligned} M_n &= \frac{f_y}{0,85 f_c} \\ &= \frac{400}{0,85 \cdot 30} = 15,69 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \rho_{\text{perlu}} &= \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2m \times R_n}{f_y}} \right) \\ &= \frac{1}{15,69} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 15,69 \times 0,84}{400}} \right) \\ &= 0,0021 \end{aligned}$$

$$\rho_{\text{min}} = 0,002 \text{ SNI 2947-2013 Pasal 7.12.2.1}$$

$$\rho_{\text{perlu}} > \rho_{\text{min}}$$

maka dipakai $\rho_{\text{perlu}} = 0,0021$

Kebutuhan Tulangan

$$\begin{aligned} A_s &= \rho_{\text{perlu}} \times b \times d_x \\ &= 0,0021 \times 1000 \times 95 \\ &= 202,27 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Digunakan tulangan 10 mm ($A_s \text{ Tul} = 78,54 \text{ mm}^2$)

$$\begin{aligned} \text{Jarak Tulangan (s)} &= \frac{1000 A_s \text{ Tul}}{A_s} \\ &= \frac{1000 \cdot 78,54}{202,27} \\ &= 388,294 \text{ mm} \end{aligned}$$

Syarat : $s \leq 3h$ atau 450 mm (SNI 2847:2013 Ps.10.5.4)

$$s \leq 3 \cdot 120 \text{ atau } 450 \text{ mm}$$

$$s \leq 360 \text{ atau } 450 \text{ mm}$$

Dipilih yang terkecil, jadi dipakai $s = 150 \text{ mm}$

$$A_s \text{ pakai} = \frac{1000 A_s \text{ Tul}}{s} = \frac{1000 \cdot 78,54}{150} = 523,59878 \text{ mm}^2$$

Kontrol Faktor Reduksi

Berdasarkan SNI 2847:201 Ps 9.3

- Tinggi Balok tegangan persegi ekuivalen

$$\begin{aligned} a &= \frac{A_s F_y}{0,85 f_c b} \\ &= \frac{523,599 \times 400}{0,85 \cdot 30 \cdot 1000} = 8,21 \text{ mm} \end{aligned}$$

- Jarak dari serat tekan terjauh ke sumbu netral

$$\begin{aligned} \beta_1 &= 0,85 \\ c &= \frac{a}{\beta_1} \\ &= \frac{8,21}{0,85} = 9,66 \text{ mm} \end{aligned}$$

- Regangan Tarik

$$\begin{aligned} \epsilon_t &= 0,03 \left(\frac{d_x}{c} - 1 \right) \\ &= 0,03 \left(\frac{95}{9,66} - 1 \right) \\ &= 0,0265 \end{aligned}$$

Dipakai $\phi = 0,9$

$$\phi M_n \geq M_u$$

$$\begin{aligned}\phi M_n &= \phi \times A_s \times f_y (d_x - 0,5 \times a) \\ &= 0,9 \times 523,599 \times 400 (95 - 0,5 \times 8,21) \\ &= 17132991,51 \text{ Nmm} \\ &= 17,133 \text{ kNm} > M_u = 6,802 \text{ kNm} \text{ OK}\end{aligned}$$

Jadi, dipakai tulangan utama **D10 - 150**

Tulangan Susut

$$\rho_{\min} = 0,002$$

$$\begin{aligned}A_{sh} &= \rho_{\min} \times b \times h \\ &= 0,002 \times 1000 \times 120 \\ &= 240 \text{ mm}^2\end{aligned}$$

Digunakan tulangan 10 mm ($A_s \text{ tul} = 78,54 \text{ mm}^2$)

$$\begin{aligned}\text{Jarak tulangan (s)} &= \frac{1000 A_s \text{ Tul}}{A_s} \\ &= \frac{1000 \cdot 78,54}{240} \\ &= 327,25 \text{ mm}\end{aligned}$$

Syarat : $s \leq 5h$ atau 450 mm (SNI 2847:2013 Ps.10.5.4)

$$s \leq 5 \cdot 120 \text{ atau } 450 \text{ mm}$$

$$s \leq 600 \text{ atau } 450 \text{ mm}$$

Dipilih yang terkecil, jadi dipakai $s = 150 \text{ mm}$

$$A_s \text{ pakai} = \frac{1000 A_s \text{ Tul}}{s} = \frac{1000 \cdot 78,54}{150} = 523,60 \text{ mm}^2$$

Jadi dipakai tulangan **D10 -150**

Kontrol Terhadap Persyaratan Geser

Kontrol persyaratan geser ditinjau berdasarkan SNI 2847:2013 pasal 11.4.6.1. V_u pada jarak d dari tumpuan adalah sebesar:

$$\begin{aligned}V_u &= q_u \times \left(\frac{Lx}{2} - \frac{dx}{1000} \right) \\ &= 746,5 \times \left(\frac{2,7}{2} - \frac{95}{1000} \right) \times 10^2 \\ &= 9,37 \text{ kN}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\phi V_u &= \phi (0,17 \lambda \sqrt{f_c} b d) \\ &= 0,75 (0,17 \times 1 \times 5,477 \times 1000 \times 95) \\ &= 66342,89478 \text{ N} \\ &= 66,34 \text{ kN}\end{aligned}$$

$$0,5 \phi V_u \geq V_u$$

$33,171 > 9,37$ (Kekuatan geser pelat mencukupi)

Kontrol Retak

$$f_c'' = 0,7 \times f_c'$$

$$f_c'' = 0,7 \times 30 = 21 \text{ MPa}$$

$$\begin{aligned} f_r &= 0,62 \lambda \sqrt{f_c'}; \lambda = 1 \text{ (Untuk beton normal)} \\ &= 0,62 \times 1 \times 4,583 \\ &= 2,841 \text{ MPa} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} I &= 1/12 b h^3 \\ &= 1/12 \times 1000 \times 120^3 \\ &= 144000000 \text{ mm}^4 \end{aligned}$$

Momen layan yang bekerja adalah :

$$\begin{aligned} M &= \frac{1}{8} \times qDL \times Lx^2 \\ &= \frac{1}{10} \times 571 \times 2,7^2 \times 10^4 \\ &= 5201276 \text{ Nmm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \sigma &= \frac{M \times c}{I} < f_r \\ &= \frac{5201276 \times 9,66}{144000000} < 2,841 \\ &= 0,349 \text{ MPa} < 2,841 \text{ MPa OK} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{cr} &= \frac{f_r \times I}{c} \\ &= \frac{2,841 \times 144000000}{9,66} = 42341313,01 \text{ Nmm} \end{aligned}$$

$$M_{cr} = 42341313 \text{ Nmm} > M_x = 6802077 \text{ Nmm}$$

Kontrol Lendutan

Momen tak terfaktor maksimum yang terjadi pada elemen struktur pada saat lendutan dihitung :

$$\begin{aligned} M_{DL} &= \frac{1}{8} qUDL Lx^2 \\ &= \frac{1}{8} 417 \times 2,7^2 \times 10^4 \\ &= 3799913 \text{ Nmm} \end{aligned}$$

Momen akibat beban hidup

$$\begin{aligned} M_{LL} &= \frac{1}{8} qUL Lx^2 \\ &= \frac{1}{8} 154 \times 2,7^2 \times 10^4 \\ &= 1401364 \text{ Nmm} \end{aligned}$$

Momen tak terfaktor maksimum yang terjadi pada elemen struktur pada saat lendutan dihitung :

$$\begin{aligned} MA &= MDL + MLL \\ &= 5201276 \text{ Nmm} \end{aligned}$$

Momen batas retak

$$\begin{aligned} M_{cr} &= \frac{f_r \times I}{y_t} \\ &= \frac{2,841 \times 144000000}{60} \\ &= 6818872,634 \text{ Nmm} \end{aligned}$$

Momen inersia bruto terhadap sumbu berat penampang tanpa memperhitungkan tulangan baja

$$\begin{aligned} I_g &= 1/12 b h^3 \\ &= 1/12 1000 120^3 \\ &= 144000000 \text{ mm}^4 \end{aligned}$$

Momen inersia retak penampang, dengan tulangan baja yang ditransformasikan ke penampang beton. Dicari nilai x terlebih dahulu.

$$\frac{b x^2}{2} - n \times A_s (d - x) = 0$$

$$500 x^2 + 471,24x - 44767 = 0$$

$$a = 500$$

$$b = -471,24$$

$$c = 44767,69531$$

$$\text{Determinan (D)} = b^2 - 4ac$$

$$= 89313325$$

$$x_{1,2} = \frac{-b \pm \sqrt{D}}{2a}$$

$$x_1 = 9,922 \text{ mm}$$

$$x_2 = -8,979 \text{ mm}$$

$$I_{cr} = \frac{b x^3}{2} + n \times A_s (d - x)^2$$

$$= 3736543,108 \text{ mm}^4$$

Momen inersia efektif

$$I_e = \left(\frac{M_{cr}}{M_a} \right)^3 \times I_g + 1 - \left(\frac{M_{cr}}{M_a} \right)^3 \times I_{cr} < I_g$$

$$= 329149724 > 144000000$$

$$I_e = 329149724 \text{ mm}^4$$

$$\begin{aligned}
 E_c &= 4700 \sqrt{f_c''} \\
 &= 4700 \sqrt{26,4} \\
 &= 21538,11 \text{ MPa}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 (\Delta i)_{DL} &= \frac{5 \times q \times L^4}{384 \times E_c \times I_e} \\
 &= \frac{5 \times 5,708 \times 2700^4}{384 \times 21538,106 \times 329149724} = 0,557 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan SNI 2847:2012 batasan lendutan untuk plat lantai adalah

$$\frac{L}{240} = \frac{2700}{240} = 11,3 \text{ mm}$$

$$\Delta = 0,557 \text{ mm} < \frac{L}{240} = 11,3 \text{ mm} \text{ OK}$$

Tabel 4.2 Rekapitulasi Tulangan

Kondisi	Tulangan Utama	Tulangan Susut
Akibat Pengangkatan		
Arah X	D 10 - 150	
Arah Y	D 10 - 150	
Sebelum Komposit	D 10 - 150	D 10 - 150
Setelah Komposit	D 10 - 150	D 10 - 150

Tabel 4.3 Total Kebutuhan *Half Slab*

Pracetak	Tipe	Lx	Ly	t	n
HALFSLAB	HS1	3,3	4,25	0,08	8
	HS2	3,6	4	0,08	16
	HS3	2,42	4,25	0,08	12
	HS4	2,45	4,68	0,08	1
	HS5	1,75	4,08	0,08	1
	HS6	1,6	4,08	0,08	4
	HS7	2	4,08	0,08	4
	HS8	4	4	0,08	16
	HS9	0,85	4	0,08	44
	HS10	0,85	4,3	0,08	8
	HS11	3	4	0,08	40
	HS12	2,9	4	0,08	40
	HS13	2,7	8	0,08	20
	HS14	2,95	4	0,08	64
	HS15	1,84	4,6	0,08	4
	HS16	1,71	4,6	0,08	4
	HS17	1,3	2,75	0,08	4
	HS18	3,15	3,4	0,08	4
	HS19	2,7	4	0,08	8
	HS20	2,2	4	0,08	8
	HS21	2,6	2,7	0,08	4
	HS22	2,6	3	0,08	2
	HS23	2,6	2,9	0,08	2
TOTAL KEBUTUHAN					318

4.3.1.2 Pembuatan Pelat Pracetak

Pembuatan pelat pracetak dilakukan di pabrik.

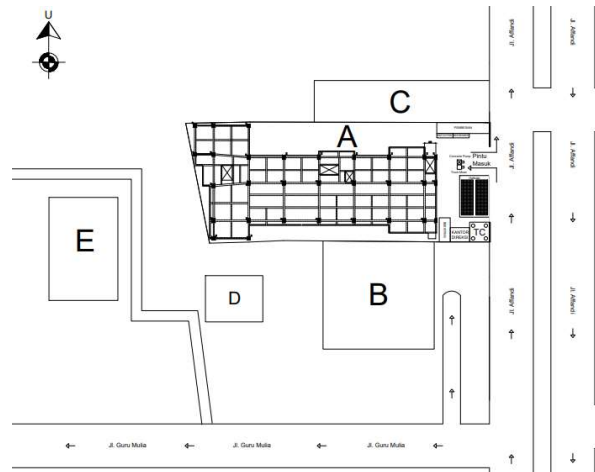
4.3.1.3 Pengangkutan Material Pelat Pracetak

Pekerjaan pengangkutan pelat pracetak dilakukan dari pabrik supplier pracetak, dimana lokasinya berada di Sleman, Yogyakarta, dengan jarak tempuh 2,7 km, dengan jalur darat dan diangkut dengan alat berat trailer 28 ton. Pracetak yang telah diangkut dipindahkan dan ditumpuk di *stockyard* yang berada pada lokasi proyek seperti pada gambar 4.9 Site Layout Proyek.

4.3.1.4 Penumpukkan dan Pengangkatan Pelat *Half Slab*

Penumpukkan *half slab* dapat dilakukan dengan menjaga kedudukan pada level yang tetap/tidak miring, Adapun jumlah tumpuan yang digunakan yaitu 2 tumpuan. Untuk menjaga suhu beton dilakukan curing dengan disiramkan air minimal 3 kali sehari dalam seminggu untuk menghindari retak akibat suhu terlalu tinggi.

Pada proses pengangkatan pelat, dilakukan pemasangan seling berupa kawat baja pada ke 4 posisi titik angkat dari pelat, pengangkatan pelat dilakukan secara perlahan untuk menjaga agar posisi pelat tetap datar. Adapun dalam penumpukan dan pengangkatan harus mempertimbangkan *sitelayout* management yang baik agar *tower crane* dapat bekerja secara efisien. Berikut adalah gambar *sitelayout* penempatan untuk pelat *halfslab*



Gambar 4.9 Site Layout Proyek

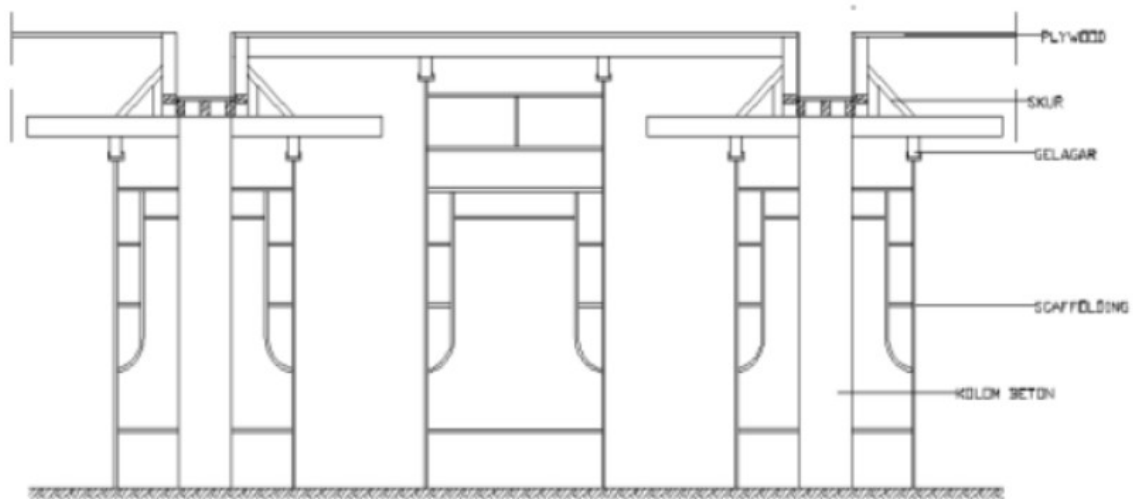


Gambar 4.10 Penumpukkan Pelat Pracetak

sumber (Kerja Praktik 2018)

4.3.1.3 Instalasi pelat *Halfslab*

Secara garis besar untuk instalasi *half slab* sesuai gambar 4.3 Berikut

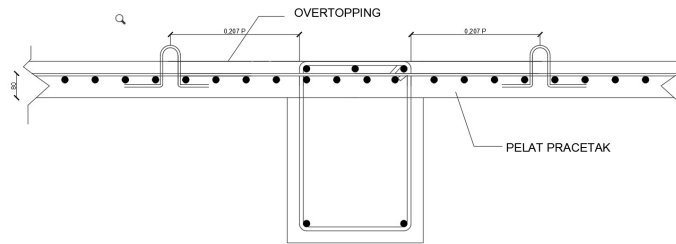


Gambar 4.11 Ilustrasi Pemasangan Halfslab

Sumber (Krish Madyon HW, Analisa Metode pelaksanaan Struktur Atas Baru Extension)

1. Pasang perancah sesuai level dasar lantai yang akan dicor. Tujuan dipasangnya scaffolding/perancah adalah untuk menyangga balok yang akan dicor, dan agar kuat dalam menyangga pelat pracetak yang akan diletakkan pada balok tersebut.
2. Install bekisting balok dan *check* elevasi sebelum pracetak *half slab* dipasang di dinding bekisting balok
3. Pembesian dan pengecoran balok.
4. Pasang *pipe support* sebagai pembantu dalam menyangga balok yang akan dicor separuh dari volume totalnya. Pada metode pemasangan pelat pracetak *half slab*, balok akan terlebih dahulu dicor setengah dari volume totalnya kemudian pelat pracetak akan dipasang pada balok tersebut yang difungsikan sebagai penumpu, untuk pengecoran balok sisanya akan di cor bersamaan dengan *overtopping* pelat.

5. Pemasangan pracetak *half slab* dengan jarak masuk 20mm dari tepi luar bekisting balok yang telah dicor. Dan memasang support sementara sebagai penyangga halfslab.



Gambar 4.12 Detail sambungan Halfslab

6. Pemasangan pembesian topping sesuai yang telah direncanakan.
7. Dilakukan *checklist* oleh pengawas dan pelaksana
8. Dilaksanakan pengecoran overtopping.

4.3.1.5 Pengecoran *Overtopping*

Pada umumnya proses pengecoran overtopping hampir sama dengan konvensional yakni dilakukan pengecekan terlebih dahulu oleh pelaksana dan membuat surat ijin pengecoran yang di tanda tangani oleh pengawas.

Alat -alat yang digunakan antara lain adalah :

- a. Truck Mixer
Berguna mengangkut beton sampai ke proyek dimana satu *truck mixer* mempunyai kapasitas angkut 6-7 m³
- b. Concrete pump
Dalam pekerjaan pengecoran, direncanakan menggunakan beton basah dan *concrete pump* dari PT. Tugu Beton Adapun spesifikasi *concrete pump* adalah
Total Panjang boom = 37 m (lantai 7)

4.3.1.6 Pembongkaran Perancah

Dilakukan setelah 7 hari pengecoran untuk balok sedangkan pada pelat tetap dipasang sampai umur 30 hari sebagai penunjang sampai pelat benar – benar mengeras. Setelah dilaksanakan pengecoran, maka untuk menjaga agar mutu beton tetap terjaga dilakukan perawatan beton salah satunya dengan curing.

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB V
ANALISA WAKTU DAN BIAYA

5.1 Perhitungan Waktu dan Biaya

Perhitungan waktu pada tugas akhir ini hanya berdasarkan pekerjaan struktur lantai Basement hingga lantai 7. Lantai 4 sampai 7 merupakan lantai tipikal. Item pekerjaan terbagi menjadi pekerjaan balok, pelat lantai, kolom, dan tangga. Perhitungan waktu disusun berdasarkan kebutuhan tenaga kerja, produktivitas tenaga kerja, dan durasi pekerjaan. Perhitungan dibawah merupakan perhitungan durasi dan biaya untuk pekerjaan kolom pada lantai dasar, balok pada lantai 4, tangga pada lantai 2 dan pelat pada lantai 4. Sedangkan perhitungan keseluruhan lantai direkapitulasi pada lampiran

5.1.1 Rekapitulasi Perhitungan Volume

Berikut merupakan rekapitulasi hasil perhitngan volume setiap pekerjaan.

Tabel 5.1 Rekapitulasi Perhitungan Volume

No.	Uraian Pekerjaan	Satuan	Volume
I	Pekerjaan Struktur Lantai Basement		
	Sloof		
	Pembesian	kg	12031,37
	Bekisting	m ²	366,00
	Pengecoran	m ³	102,48
	Pelat Lantai		
	Pasir urug, t=10cm	m ³	200,62
	Lantai Kerja, t=10cm	m ³	133,75
	Pembesian	kg	8783,21
	Pengecoran Pelat	m ³	200,62
	Kolom		
	Pembesian	kg	13248,10
	Bekisting	m ²	419,25
	Pengecoran	m ³	67,86
	Tangga		
	Pembesian	kg	293,60
	Bekisting	m ²	22,02
	Pengecoran	m ³	4,05
II	Pekerjaan Struktur Lantai Dasar		
	Balok		
	Pembesian	kg	4933,88
	Bekisting	m ²	409,04
	Pengecoran	m ³	48,48
	Pelat Lantai		
	Pembesian	kg	15658,67
	Bekisting	m ²	282,93

	Pengecoran	m3	282,93
	Kolom		
	Pembesian	kg	11530,74
	Bekisting	m2	247,62
	Pengecoran	m3	56,55
	Tangga		
	Pembesian	kg	288,06
	Bekisting	m2	20,00
	Pengecoran	m3	3,62
III	Pekerjaan Struktur Lantai 1		
	Balok		
	Pembesian	kg	10811,63
	Bekisting	m2	990,23
	Pengecoran	m3	113,87
	Pelat Lantai		
	Pembesian	kg	2330,90
	Bekisting	m2	409,04
	Pengecoran	m3	32,28
	Kolom		
	Pembesian	kg	14120,41
	Bekisting	m2	286,98
	Pengecoran	m3	47,19
	Tangga		
	Pembesian	kg	288,06
	Bekisting	m2	20,00
	Pengecoran	m3	3,62
IV	Pekerjaan Struktur Lantai 2		
	Balok		
	Pembesian	kg	10811,63
	Bekisting	m2	990,23
	Pengecoran	m3	113,87
	Pelat Lantai		
	Pembesian	kg	7403,12
	Bekisting	m2	1064,74
	Pengecoran	m3	127,77
	Kolom		
	Pembesian	kg	11136,47
	Bekisting	m2	441,50
	Pengecoran	m3	72,60
	Tangga		
	Pembesian	kg	304,23
	Bekisting	m2	23,96
	Pengecoran	m3	4,46
V	Pekerjaan Struktur Lantai 3		
	Balok		
	Pembesian	kg	4830,02

	Bekisting	m2	663,01
	Pengecoran	m3	74,18
	Pelat Lantai		
	Pembesian	kg	7403,12
	Bekisting	m2	1064,74
	Pengecoran	m3	127,77
	Kolom		
	Pembesian	kg	7132,43
	Bekisting	m2	243,44
	Pengecoran	m3	35,50
	Tangga		
	Pembesian	kg	291,28
	Bekisting	m2	20,90
	Pengecoran	m3	3,82
VI	Pekerjaan Struktur Lantai 4		
	Balok		
	Pembesian	kg	8780,66
	Bekisting	m2	1008,89
	Pengecoran	m3	122,76
	Halfslab		
	Pembesian	kg	7627,45
	Pengecoran	m3	194,00
	Kolom		
	Pembesian	kg	7132,43
	Bekisting	m2	243,44
	Pengecoran	m3	35,50
	Tangga		
	Pembesian	kg	291,28
	Bekisting	m2	20,90
	Pengecoran	m3	3,82
VII	Pekerjaan Struktur Lantai 5		
	Balok		
	Pembesian	kg	7173,32
	Bekisting	m2	791,34
	Pengecoran	m3	95,66
	Halfslab		
	Pembesian	kg	7434,35
	Pengecoran	m3	165,41
	Kolom		
	Pembesian	kg	4812,50
	Bekisting	m2	245,48
	Pengecoran	m3	36,31
	Tangga		
	Pembesian	kg	291,28
	Bekisting	m2	20,90
	Pengecoran	m3	3,82

VIII	Pekerjaan Struktur Lantai 6		
	Balok		
	Pembesian	kg	7877,81
	Bekisting	m2	685,34
	Pengecoran	m3	95,66
	Halfslab		
	Pembesian	kg	7241,25
	Pengecoran	m3	154,06
	Kolom		
	Pembesian	kg	4812,50
	Bekisting	m2	245,48
	Pengecoran	m3	36,31
	Tangga		
	Pembesian	kg	291,28
	Bekisting	m2	20,90
	Pengecoran	m3	3,82
IX	Pekerjaan Struktur Lantai 7		
	Balok		
	Pembesian	kg	7877,81
	Bekisting	m2	685,34
	Pengecoran	m3	95,66
	Halfslab		
	Pembesian	kg	7241,25
	Pengecoran	m3	154,06
	Kolom		
	Pembesian	kg	4812,50
	Bekisting	m2	245,48
	Pengecoran	m3	36,31
	Tangga		
	Pembesian	kg	291,28
	Bekisting	m2	20,90
	Pengecoran	m3	3,82
X	ATAP		
	Balok		
	Pembesian	kg	7877,81
	Bekisting	m2	685,34
	Pengecoran	m3	95,66
	Halfslab		
	Pembesian	kg	7241,25
	Pengecoran	m3	154,06

5.1.2 Perhitungan Lantai Kerja Pelat LT Basement

5.1.2.1 Durasi Pekerjaan Urugan Pasir

Volume = 200,62

Waktu yang dibutuhkan untuk menimbun berdasarkan Tabel 2.12 adalah sebagai berikut

Menimbun = 1 jam

1. Jumlah kebutuhan pekerja
Jam kerja per hari = 7 jam

Jumlah tenaga kerja yang digunakan sebagai berikut

- Mandor = 1 orang
- Pembantu tukang = 10 orang

Jam kerja untuk urugan = OH x jam kerja
= 11 x 7 jam = 77 jam/hari

2. Produktivitas pekerja = $\frac{\text{jam kerja}}{\left(\frac{\text{jam kerja}}{m^2}\right)}$

- Menimbun
= $\frac{77}{1} = 77 m^3/\text{hari}$

3. Durasi pekerjaan Urugan = $\frac{\text{Volume}}{\text{Produktivitas}}$

- Urugan Pasir
= $\frac{200,62}{77} = 2,6055 \text{ hari}$

Total durasi pekerjaan pasir urug = 3 hari

5.1.2.2 Biaya Pekerjaan Urugan Pasir

1. Upah pekerja
Mandor = Rp 150.750
Pembantu Tukang = Rp 90.750

Mandor = jumlah x durasi x Harga
= 1 x 3 x Rp 150.750
= 454.250

Pembantu Tukang = jumlah x durasi x harga
= 10 x 3 x Rp 90.750
= Rp. 2.722.500

Total upah pekerja = Rp 3.174.750

2. Biaya Bahan
Pasir urug = Volume x Harga
= 240,7455 x Rp. 220.000
= Rp. 53.964.010
Total Bahan = Rp. 53.964.010

Total Biaya pekerjaan urugan pasir
= Rp 3.174.750 + Rp. 53.964.010 = Rp56.138.760

5.1.2.3 Durasi Pengecoran Lantai Kerja

Volume = 133,75

Berdasarkan Tabel 2.11 waktu untuk pengecoran adalah sebagai berikut :

Membuat campuran beton = 1 jam

Memasang lantai = 3 jam

1. Jumlah kebutuhan pekerja
Jam kerja per hari = 7 jam

Jumlah tenaga kerja yang digunakan sebagai berikut

- Mandor = 1 orang
- Tukang = 2 orang
- Pembantu tukang = 12 orang

Jam kerja untuk urugan = OH x jam kerja
= 15 x 8 jam = 105 jam/hari

2. Produktivitas pekerja = $\frac{\text{jam kerja}}{\left(\frac{\text{jam kerja}}{m^2}\right)}$

- Membuat campuran beton
= $\frac{105}{1} = 105 m^3/\text{hari}$

- Memasang campuran beton
= $\frac{105}{3} = 35 m^3/\text{hari}$

3. Durasi pekerjaan Urugan = $\frac{\text{Volume}}{\text{Produktivitas}}$

- Membuat Campuran beton
= $\frac{133,75}{105} = 1,27 \text{ hari}$

- Memasang Lantai
= $\frac{133,75}{35} = 3,8 \text{ hari}$

Total Durasi = 1,27 + 3,8 = 5 hari

5.1.2.4 Biaya Pekerjaan Pengecoran Lantai Kerja

1. Upah pekerja
Mandor = Rp 150.750
Tukang Besi = Rp. 130.750
Pembantu Tukang = Rp 90.750

Mandor = jumlah x durasi x Harga
= 1 x 5 x Rp 150.750
= Rp753.750

Tukang besi = jumlah x durasi x Harga
= 2 x 5 x Rp 130.750
= Rp1.307.500

- Pembantu Tukang= jumlah x durasi x harga
 = 12 x 5 x Rp 90.750
 = Rp5.445.000
- Total upah pekerja = Rp7.506.250
2. Biaya Bahan
- Semen Portland = Volume x Harga
 = 43601,685 x Rp. 1.350
 = Rp58.862.275
- Pasir beton =Volume x Harga
 =72,61151775 x Rp310.000
 = Rp22.509.571 x
- Kerikil =Volume x Harga
 =101,9423445 x Rp200.000
 = Rp20.388.469
- air =Volume x Harga
 =28755,7125 x Rp50
 = Rp1.437.786
- Total bahan = Rp103.198.100
3. Biaya Alat
- Molen =Jumlah x Harga satuan x Durasi
 =2 x Rp350.000 x 5
 = Rp3.500.000
- Total harga alat = Rp3.500.000
- Total Biaya Pekerjaan urugan pasir
 = Rp7.506.250 + Rp103.198.100 + Rp3.500.000
 = Rp114.204.350

Tabel 5.2 Rekapitulasi Pekerjaan Lantai Kerja

Rekapitulasi		
Pekerjaan	Durasi	Harga
	Hari	
Pasir Urug	3	Rp 56.138.760
Pengecoran lantai kerja	5	Rp 114.204.350

5.1.3 Perhitungan Sloof

5.1.3.1 Durasi Pekerjaan Pembesian Sloof

Durasi pekerjaan pembesian terdiri dari pekerjaan pemotongan, bengkokan, kaitan dan pemasangan.

Tabel 5.3 Jumlah volume tulangan sloof

Jumlah Volume Tulangan							
D	Fabrikasi (Mesin)			Jumlah Tulangan Pasang			
	Potong	Bengkok	Kait	0 - 3 m	3 - 6 m	6 - 9 m	> 9 m
D19	1218	812		446	708		
D13	360	180				156	24
D10	3031	13683	9122	531			

Pada tabel 5-10 A. Soedrajat, jam kerja buruh yang dibutuhkan untuk memasang 100 buah batang tulangan

Table 5.4 Ratarata jam kerja tiap 100 buah tulangan (jam)

Rata - rata Jam Kerja Tiap 100 Buah Tulangan (Jam)							
D	Fabrikasi (Mesin)			Jumlah Tulangan Pasang			
	Potong	Bengkok	Kait	0 - 3 m	3 - 6 m	6 - 9 m	> 9 m
D19	2	1,5	2,3	5,75	7,25	8,25	9,5
D13	2	1,2	1,85	4,75	6	7	8
d10	2	1,2	1,85	4,75	6	7	8

Jumlah kebutuhan pekerja

$$\text{Jam kerja per hari} = 7 \text{ jam}$$

Jumlah tenaga kerja yang digunakan sebagai berikut

- Mandor = 1 orang
- Tukang = 10 orang
- Pembantu tukang = 10 orang

$$\text{Jam kerja} = \text{OH} \times \text{jam kerja}$$

$$= 16 \times 7 \text{ jam} = 112 \text{ jam/hari}$$

Produktivitas pekerjaan Pembesian

$$\text{Produktivitas} = \frac{100}{\text{jamkerja } 100 \text{ buah}} \times \text{Jumlah Tenaga kerja}$$

Tabel 5.5 Tabel Produktivitas Tulangan Sloof

Produktivitas 1 Grup (buah/hari)							
D	Fabrikasi (Mesin)			Jumlah Tulangan Pasang			
	Potong	Bengkok	Kait	0 - 3 m	3 - 6 m	6 - 9 m	> 9 m
D19	7350,00	9800,00	6391,30	2556,52	2027,59	1781,82	1547,37
D13	7350,00	12250,00	7945,95	3094,74	2450,00	2100,00	1837,50
d10	7350,00	12250,00	7945,95	3094,74	2450,00	2100,00	1837,50

- a. Durasi pemotongan tulangan sloof

Durasi pemotongan :

$$\begin{aligned} D19 &= \frac{\text{jumlah potongan}}{\text{produktivitas}} \\ &= \frac{1218}{7350} = 0,1657 \text{ hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} D13 &= \frac{\text{jumlah potongan}}{\text{produktivitas}} \\ &= \frac{360}{7350} = 0,0490 \text{ hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} d10 &= \frac{\text{jumlah potongan}}{\text{produktivitas}} \\ &= \frac{3031}{7350} = 0,4124 \text{ hari} \end{aligned}$$

Total durasi = 0,6271 hari

- b. Durasi pembengkokan tulangan sloof

Durasi pembengkokan :

$$\begin{aligned} D19 &= \frac{\text{jumlah bengkokan}}{\text{produktivitas}} \\ &= \frac{812}{9800} = 0,0829 \text{ hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} D13 &= \frac{\text{jumlah bengkokan}}{\text{produktivitas}} \\ &= \frac{180}{12250} = 0,0147 \text{ hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} D10 &= \frac{\text{jumlah bengkokan}}{\text{produktivitas}} \\ &= \frac{13683}{12250} = 1,1170 \text{ hari} \end{aligned}$$

Total durasi = 1,2145 hari

- c. Durasi kaitan tulangan sloof

Durasi kaitan :

$$\begin{aligned} D10 &= \frac{\text{jumlah kaitan}}{\text{produktivitas}} \\ &= \frac{9122}{7945,95} = 1,1480 \text{ hari} \end{aligned}$$

Total durasi = 1,1480 hari

Total durasi Fabrikasi Tulangan
 = 0,6271 + 1,2145 + 1,1480
 = 3 hari

d. Durasi pemasangan Tulangan

Durasi pemasangan :

D19

$$0-3 \text{ meter} = \frac{\text{jumla pemasangan}}{\text{produktivitas}} = \frac{446}{2556,52} = 0,1745 \text{ hari}$$

$$3-6 \text{ meter} = \frac{\text{jumla pemasangan}}{\text{produktivitas}} = \frac{708}{2027,59} = 0,3492 \text{ hari}$$

D13

$$6-9 \text{ meter} = \frac{\text{jumla pemasangan}}{\text{produktivitas}} = \frac{156}{2100} = 0,0743 \text{ hari}$$

$$>9 \text{ meter} = \frac{\text{jumla pemasangan}}{\text{produktivitas}} = \frac{24}{1837,5} = 0,0131 \text{ hari}$$

D10

$$0-3 \text{ meter} = \frac{\text{ju pemasangan}}{\text{produktivitas}} = \frac{531}{3094,74} = 0,1716 \text{ hari}$$

Total durasi = 0,7826 hari ~ 1 hari

5.1.3.2 Biaya Fabrikasi Tulangan

Volume = 12031,37 kg

1. Upah kerja

Harga satuan pekerja diambil berdasarkan survey

Mandor = Rp. 150.750

Tukang besi = Rp. 130.750

Pembantu tukang = Rp. 90.750

Mandor = jumlah x durasi x Harga
 = 1 x 3 x Rp 150.750
 = Rp452.250

Tukang besi = jumlah x durasi x Harga
 = 10 x 3 x Rp 130.750
 = Rp3.922.500

Pembantu tukang = jumlah x durasi x Harga
 = 10 x 3 x Rp 90.750
 = Rp2.722.500

Total upah pekerja = Rp7.097.250

2. Biaya bahan
 - Besi beton = volume x harga satuan
 = 12031,37 x Rp. 12.869
 = Rp. 154.831.737,33
 - Setiap 1 kg besi beton dibutuhkan 0,015 kg bendrat
 - Bendrat = volume x harga satuan
 = 180,47 x Rp. 28.315
 = Rp. 5.109.983,01
 - Total harga bahan = Rp. 159.941.720
3. Biaya alat
 - Bar bender & bar cutter
 = jumlah x harga satuan x durasi
 = 10 x Rp. 150.000 x 3 = Rp4.500.000
 - Total harga alat = Rp4.500.000
4. Total biaya fabrikasi tulangan
 = upah pekerja + harga bahan + biaya alat
 = Rp7.097.250 + Rp159.941.720 + Rp4.500.000 = Rp171.538.970

5.1.3.3 Biaya Pemasangan Tulangan

Upah pekerja

- Mandor = jumlah x durasi x Harga
 = 1 x 1 x Rp 150.750
 = Rp150.750
- Tukang besi = jumlah x durasi x Harga
 = 10 x 1 x Rp 130.750
 = Rp 1.307.500
- Pembantu tukang = jumlah x durasi x Harga
 = 10 x 1 x Rp. 90.750
 = Rp907.500
- Total upah pekerja = Rp2.365.750

Total upah pemasangan = Rp2.365.750

5.1.3.4 Durasi Pekerjaan Bekisting Sloof

Volume = 366 m²

- a. Berdasarkan tabel 5-2 waktu untuk mengerjakan bekisting per 10 m² adalah sebagai berikut :

- Menyetel = 8 jam
- Memasang = 3,5 jam
- Membuka dan membersihkan = 2,5 jam

b. Jumlah kebutuhan pekerja

Jam kerja per hari = 7 jam

Mandor = 1 orang

Tukang = 5 orang

Pembantu tukang = 10 orang

Total = 16 orang

Jam kerja untuk pemasangan = OH x jam kerja

$$= 16 \times 7 \text{ jam} = 112 \text{ jam/hari}$$

c. Produktivitas pekerja

$$\text{Produktivitas pekerja} = \frac{\text{jam kerja}}{(\text{jam kerja}/10\text{m}^2)}$$

$$\text{Menyetel} = \frac{112}{8} \times 10 \text{ m}^2 = 140 \text{ m}^2/\text{hari}$$

$$\text{Memasang} = \frac{112}{3,5} \times 10 \text{ m}^2 = 320 \text{ m}^2/\text{hari}$$

$$\text{Membuka dan membersihkan} = \frac{112}{2,5} \times 10 \text{ m}^2 = 448 \text{ m}^2/\text{hari}$$

d. Durasi pekerjaan pemasangan

$$\text{durasi pekerjaan pemasangan} = \frac{\text{volume}}{\text{produktivitas}}$$

$$\text{Menyetel} = \frac{366,07}{140} = 2,6 \text{ hari}$$

$$\text{Memasang} = \frac{366,07}{320} = 1,14 \text{ hari}$$

$$\text{Total durasi pemasangan} = 2,6 + 1,14 = 3,75 \text{ hari} \sim 4 \text{ hari}$$

e. Durasi membuka dan membersihkan

$$\text{Membuka dan membersihkan} = \frac{366,07}{448} = 0,8170 \text{ hari} \sim 1 \text{ hari}$$

$$\text{Total durasi pembongkaran} = 1 \text{ hari}$$

5.1.3.5 Biaya Pekerjaan Bekisting

a. Biaya pekerjaan pemasangan bekisting

Harga satuan pekerja diambil berdasarkan survey

Mandor = Rp. 150.750

Tukang = Rp. 130.750

Pembantu tukang = Rp. 90.750

Mandor	= jumlah x durasi x Harga = 1 x 4 x Rp 150.750 = Rp 603.000
Tukang	= jumlah x durasi x Harga = 5 x 4 x Rp 130.750 = Rp 2.615.000
Pembantu tukang	= jumlah x durasi x Harga = 10 x 4 x Rp. 90.750 = Rp 3.630.000
Total upah pekerja	= 6.848.000

b. Biaya pekerjaan pembongkaran bekisting

Harga satuan pekerja diambil berdasarkan survey

Mandor	= Rp. 150.750
Tukang	= Rp. 130.750
Pembantu tukang	= Rp. 90.750

Mandor	= jumlah x durasi x Harga = 1 x 1 x Rp 150.750 = Rp 150.750
--------	---

Tukang	= jumlah x durasi x Harga = 5 x 1 x Rp 130.750 = Rp 653.750
--------	---

Pembantu tukang	= jumlah x durasi x Harga = 10 x 1 x Rp. 90.750 = Rp 1.712.000
-----------------	--

Total upah pekerja	= Rp. 1.712.000
--------------------	-----------------

c. Biaya bahan

- Minyak bekisting
= volume x harga satuan
= 36,600 x Rp. 9.801 = Rp358.726
 - Kayu sengon bekisting
= volume x harga satuan
= 16,470 x Rp2.341.414= Rp38.563.081
 - Paku
= volume x harga satuan
= 109,8 x Rp. 18.000 = Rp. Rp1.976.400
- Total Biaya bahan = Rp40.898.207
Total biaya pekerjaan pemasangan = Rp47.746.207

5.1.3.6 Durasi Pengecoran

$$\text{volume beton} = 102,4780$$

a. Efisiensi Kerja

$$\begin{aligned} \text{Fa Faktor efisiensi alat} &= 0,83 \\ \text{Faktor Operator} &= 0,8 \\ \text{Faktor cuaca} &= 0,83 \\ \text{Kapasitas truck mixer} &= 7 \text{ m}^3 \\ \text{kapasitas concrete bucket} &= 1,2 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Spesifikasi Concrete Bucket:

$$\text{Waktu Siklus TC} = 9,0393 \text{ menit}$$

Delivery capacity

$$\begin{aligned} &= \frac{60}{\text{waktu siklus}} \times \text{volume} \\ &= \frac{60}{9,0393} \times 1,2 = 7,9652 \text{ m}^3/\text{jam} \end{aligned}$$

Kapasitas produksi

$$= \text{delivery capacity} \times \text{EK}$$

$$= 9,0393 \times 0,51$$

$$= 4,062 \text{ m}^3/\text{jam}$$

b. Jumlah Kebutuhan Pekerja

$$\text{jam kerja per hari} = 7 \text{ jam}$$

Jumlah tenaga kerja 1 grup

$$\text{Mandor} = 1 \text{ Orang}$$

$$\text{Tukang} = 1 \text{ Orang}$$

$$\text{Pembantu tukang} = 6 \text{ Orang}$$

Kebutuhan Jumlah truck mixer untuk pekerjaan pengecoran

$$= \frac{\text{volume beton}}{\text{kapasitas truck}} = \frac{102,4780}{7} = 14,63 \sim 15 \text{ truck mixer}$$

c. Durasi pekerjaan pengecoran

- Waktu Persiapan

$$\text{Pengaturan posisi truck mixer dan concrete bucket} = 10 \text{ menit}$$

$$\text{Penuangan beton kedalam concrete bucket} = 10 \text{ menit}$$

$$\text{total waktu} = 20 \text{ menit}$$

- Waktu tambahan persiapan pergantian antar truck mixer
= 15 x 5 menit = 75 menit
- pengujian slump
= 15 x 5 menit = 75 menit
- Waktu operasional pengecoran
= $\frac{Volume}{kapasitas} = \frac{102,478}{4,0622} = 25,2267 \text{ jam}$
- Waktu pasca pelaksanaan Kembali
= 10 menit
- Waktu total = waktu persiapan + waktu tambahan persiapan + waktu operasional + waktu pasca pelaksanaan
= (20 + 150 + 1513,6045 + 10) menit = 1693,6046 menit = 28,2267 jam
- Durasi pengecoran
= $\frac{waktu \text{ total}}{7} = \frac{28,227}{7} = 4 \text{ hari}$

5.1.3.7 Biaya Pekerjaan Pengecoran

a. Upah pekerja

Mandor = Rp 150.750

Tukang = Rp 130.750

Pembantu Tukang = Rp 90.750

Mandor = Jumlah x Durasi x Harga
= 1 x 3 x Rp 150.750 = Rp 603.000

Tukang = Jumlah x Durasi x Harga
= 1 x 3 x Rp 130.750 = Rp 523.000

Pembantu Tukang = Jumlah x Durasi x Harga
= 6 x 3 x Rp 90.750 = Rp 2.178.000

Total Upah Pekerja = Rp 3.304.000

b. Upah Bahan

beton ready mix K-350 = Volume x harga satuan
= 102,4780 x Rp 830.000
= Rp 85.056.740

c. Biaya alat

$$\begin{aligned} \text{Concrete bucket} &= \text{Jumlah} \times \text{Harga satuan} \times \text{Durasi} \\ &= 1 \times \text{Rp } 116.666 \times 4 = \text{Rp } 466.664 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Vibrator} &= \text{Jumlah} \times \text{Harga satuan} \times \text{Durasi} \\ &= 2 \times \text{Rp } 700.000 \times 4 = \text{Rp } 5.600.000 \end{aligned}$$

$$\text{Total harga alat} = \text{Rp} 6.066.664$$

Total biaya pengecoran

$$= \text{Upah pekerja} + \text{Biaya bahan} + \text{biaya alat}$$

$$= \text{Rp } 3.304.000 + \text{Rp } 85.056.740 + \text{Rp } 6.066.664 = \text{Rp } 94.427.404$$

Tabel 5.6 Rekapitulasi Harga Sloof

Rekapitulasi Harga Sloof		
Pekerjaan	Durasi	Harga
	Hari	
Fabrikasi pembesian	3	Rp 171.538.970
Pemasangan Pembesian	1	Rp 2.365.750
Bekisting	4	Rp 47.746.207
pengecoran	4	Rp 94.427.404
Bongkar bekisting	1	Rp 1.712.000
Total Pekerjaan Sloof	13	Rp 317.790.331

Tabel 5.7 Rekapitulasi Jumlah Alat

Rekapitulasi Jumlah Alat	
Alat	JML
Bar Bender & Cutter	10
Concrete Bucket	1
Vibrator	2

5.1.4. Perhitungan Balok Lantai 4

5.1.4.1 Durasi Pekerjaan Pembesian Balok

a. Durasi pekerjaan pembesian balok

Durasi pekerjaan pembesian terdiri dari pekerjaan pemotongan, bengkokan, kaitan dan pemasangan

- Jumlah Volume Tulangan

Tabel 5.8 Jumlah Volume Tulangan

Jumlah Volume Tulangan							
D	Fabrikasi (Mesin)			Jumlah Tulangan Pasang			
	Potong	Bengkok	Kait	0 - 3 m	3 - 6 m	6 - 9 m	> 9 m
D25	178	32			82		
D19	1258	312		179	1117		
D13	328	174				68	18
D10	4332	7215	4948	873			

Pada Tabel 5-10 A. Soedrajat, jam kerja buruh yang dibutuhkan untuk memasang 100 buah batang tulangan

Tabel 5.9 Ratarata jam kerja tiap 100 buah tulangan (jam)

Rata - rata Jam Kerja Tiap 100 Buah Tulangan (Jam)							
D	Fabrikasi (Mesin)			Jumlah Tulangan Pasang			
	Potong	Bengkok	Kait	0 - 3 m	3 - 6 m	6 - 9 m	> 9 m
D25	2	1,5	3	6,75	8,5	10	11,5
D19	2	1,5	2,3	5,75	7,25	8,25	9,5
D13	2	1,2	1,85	4,75	6	7	8
d10	2	1,2	1,85	4,75	6	7	8

- Jumlah Tenaga kerja

Jam Kerja per hari = 7 hari

Mandor = 1 orang

Tukang = 10 orang

Pembantu Tukang = 10 orang

Total = 21 orang

- Produktivitas pekerjaan pembesian

$$\text{Produktivitas} = \frac{100}{\text{jam kerja 100 buah}} \times \text{jumlah tenaga kerja}$$

Table 5.10 Tabel Produktivitas Tulangan Balok

Produktivitas 1 Grup (buah/hari)							
D	Fabrikasi (Mesin)			Jumlah Tulangan Pasang			
	Potong	Bengkok	Kait	0 - 3 m	3 - 6 m	6 - 9 m	> 9 m
D25	7350,00	9800,00	4900,00	2177,78	1729,41	1470,00	1278,26
D19	7350,00	9800,00	6391,30	2556,52	2027,59	1781,82	1547,37
D13	7350,00	12250,00	7945,95	3094,74	2450,00	2100,00	1837,50
d10	7350,00	12250,00	7945,95	3094,74	2450,00	2100,00	1837,50

- **Durasi Pemotongan Tulangan Balok**

$$D25 = \frac{\text{Jumlah potongan}}{\text{Produktivitas}} = \frac{178}{7350} = 0,0242 \text{ hari}$$

$$D19 = \frac{\text{Jumlah potongan}}{\text{Produktivitas}} = \frac{1258}{7350} = 0,1712 \text{ hari}$$

$$D13 = \frac{\text{Juml potongan}}{\text{Produktivitas}} = \frac{328}{7350} = 0,0446 \text{ hari}$$

$$D10 = \frac{\text{Jumlah potongan}}{\text{Produktivitas}} = \frac{4332}{7350} = 0,5894 \text{ hari}$$

Total durasi = 0,8294 hari

- **Durasi Pemotongan Tulangan Balok**

$$D25 = \frac{\text{Jumla bengkokan}}{\text{Produktivitas}} = \frac{32}{9800} = 0,0033 \text{ hari}$$

$$D19 = \frac{\text{Jumlah bengkokan}}{\text{Produktivitas}} = \frac{312}{9800} = 0,0318 \text{ hari}$$

$$D13 = \frac{\text{Jumlah bengkoka}}{\text{Produktivitas}} = \frac{174}{12250} = 0,0142 \text{ hari}$$

$$D10 = \frac{\text{Jumlah bengkokan}}{\text{Produktivitas}} = \frac{7215}{12250} = 0,5890 \text{ hari}$$

Total durasi = 0,6383 hari

- **Durasi Kaitan Tulangan Balok**

$$D10 = \frac{\text{Jumlah kaitan}}{\text{Produktivitas}} = \frac{4928}{7945,95} = 0,6227 \text{ hari}$$

Total durasi = 0,6227 hari

Total durasi fabrikasi tulangan

$$= 0,8294 + 0,6383 + 0,6227 = 2,0904 \text{ hari} \sim 3 \text{ hari}$$

- **Durasi Pemasangan Tulangan**

D25

$$3-6 \text{ meter} = \frac{\text{jumlah pemasangan}}{\text{produktivitas}} = \frac{82}{1729,41} = 0,0474 \text{ hari}$$

D19

$$0-3 \text{ meter} = \frac{\text{jumla pemasangan}}{\text{produktivitas}} = \frac{179}{2556,52} = 0,0700 \text{ hari}$$

$$3-6 \text{ meter} = \frac{\text{juml pemasangan}}{\text{produktivitas}} = \frac{1117}{2027,59} = 0,5509 \text{ hari}$$

D13

$$6-9 \text{ meter} = \frac{\text{jumla pemasangan}}{\text{produktivitas}} = \frac{68}{2100} = 0,0324 \text{ hari}$$

$$>9 \text{ meter} = \frac{\text{jumlah pemasangan}}{\text{produktivitas}} = \frac{18}{1837,5} = 0,0098 \text{ hari}$$

D10

$$0-3 \text{ meter} = \frac{\text{jumla pemasangan}}{\text{produktivitas}} = \frac{873}{3094,74} = 0,2821 \text{ hari}$$

Total durasi = 0,9926 hari ~ 1 hari

5.1.4.2 Biaya Fabrikasi Tulangan Balok

Volume = 8780,66 kg

1. Upah Pekerja

Mandor = Rp 150.750

Tukang Besi = Rp 130.750

Pembantu tukang = Rp 90.750

Mandor = Jumlah x Durasi x Harga
= 1 x 3 x Rp 150.750 = Rp 452.250

Tukang Besi = Jumlah x Durasi x Harga
= 10 x 3 x Rp 130.750 = Rp3.922.500

Pembantu Tukang = Jumlah x Durasi x Harga
= 10 x 3 x Rp 90.750 = Rp 2.722.500

Total Upah Pekerja = Rp7.097.250

2. Upah Bahan

$$\begin{aligned}\text{Besi beton} &= \text{Volume} \times \text{harga satuan} \\ &= 8780,66 \times \text{Rp } 12.869 = \text{Rp } 112.998.251,65\end{aligned}$$

Setiap 1 kg besi beton dibutuhkan 0,015 kg bendrat

$$\begin{aligned}\text{Bendrat} &= \text{Volume} \times \text{Harga Satuan} \\ &= 131,71 \times \text{Rp } 28.315 = \text{Rp } 3.729.333,25\end{aligned}$$

$$\text{Total Harga Bahan} = \text{Rp}116.727.585$$

3. Biaya alat

$$\begin{aligned}\text{Bar bender \& Bar Cutter} &= \text{Jumlah} \times \text{Harga satuan} \times \text{Durasi} \\ &= 10 \times \text{Rp } 150.000 \times 3 = \text{Rp}4.500.000\end{aligned}$$

$$\text{Total harga alat} = \text{Rp}4.500.000$$

Total biaya fabrikasi tulangan

$$\begin{aligned}&= \text{Upah pekerja} + \text{Biaya bahan} + \text{biaya alat} \\ &= \text{Rp}7.097.250 + \text{Rp}116.727.585 + \text{Rp}4.500.000 = \text{Rp}128.324.835\end{aligned}$$

5.1.4.3 Biaya Pemasangan Pembesian Balok

Upah pekerja

$$\begin{aligned}\text{Mandor} &= \text{Jumlah} \times \text{Durasi} \times \text{Harga} \\ &= 1 \times 1 \times \text{Rp } 150.750 = \text{Rp } 301.500\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Tukang besi} &= \text{Jumlah} \times \text{Durasi} \times \text{Harga} \\ &= 10 \times 1 \times \text{Rp } 130.750 = \text{Rp}1.307.500\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Pembantu tukang} &= \text{Jumlah} \times \text{Durasi} \times \text{Harga} \\ &= 10 \times 1 \times \text{Rp } 90.750 = \text{Rp}907.500\end{aligned}$$

$$\text{Total Upah Pekerja pemasangan} = \text{Rp}2.365.750$$

5.1.4.4 Durasi Pekerjaan Bekisting Balok

$$\text{Volume} = 1008,89 \text{ m}^2$$

Berdasarkan tabel 5-2 Waktu untuk mengerjakan bekisting per 10 m² adalah sebagai berikut "A. Soedrajat Analisa Biaya pelaksanaan Hal. 86"

$$\text{Menyetel} = 8 \text{ jam}$$

$$\text{Memasang} = 3,5 \text{ jam}$$

$$\text{Membuka dan membersihkan} = 2,5 \text{ jam}$$

1. Jumlah kebutuhan pekerja

Jam kerja per hari = 7 jam

Jumlah tenaga kerja 1 grup terdiri dari 1 Mandor, 5 tukang, dan 10 pembantu tukang.

Total = 16 orang

Jam kerja untuk pemasangan = 16 orang x 7 jam = 112 jam/hari

2. Produktivitas pekerja

$$\text{Produktivitas pekerja} = \frac{\text{jam kerja}}{\left(\frac{\text{jam kerja}}{10m^2}\right)}$$

$$\text{Menyetel} = \frac{112}{8} \times 10 = 140 \text{ m}^2/\text{hari}$$

$$\text{Memasang} = \frac{112}{3,5} \times 10 = 320 \text{ m}^2/\text{hari}$$

$$\text{Membongkar \& membersihkan} = \frac{112}{2,5} \times 10 = 448 \text{ m}^2/\text{hari}$$

3. Durasi pekerjaan pemasangan

$$\text{Durasi} = \frac{\text{Volume}}{\text{Produktivitas}}$$

$$\text{menyetel} = \frac{1008,89}{140} = 7,21 \text{ hari}$$

$$\text{memasang} = \frac{1008,89}{320} = 3,15 \text{ hari}$$

$$\text{Total durasi pemasangan} = 7,21 + 3,15 = 10,359 \text{ hari} \sim 11$$

4. Durasi membongkar dan membersihkan

$$\text{Membongkar \& membersihkan} = \frac{1008,89}{448} = 2,252 \text{ hari} \sim 3 \text{ hari}$$

$$\text{Total durasi pembongkaran} = 3 \text{ hari}$$

5.1.4.5 Biaya Pekerjaan Bekisting Balok

1. Biaya pekerjaan pemasangan

Harga satuan pekerja diambil berdasarkan survey

Mandor = Rp. 150.750

Tukang = Rp. 130.750

Pembantu tukang = Rp. 90.750

Mandor = jumlah x durasi x Harga
= 1 x 11 x Rp 150.750
= Rp1.658.250

Tukang = jumlah x durasi x Harga
= 5 x 11 x Rp 130.750
= Rp7.191.250

Pembantu tukang = jumlah x durasi x Harga
= 10 x 11 x Rp 90.750
= Rp9.982.500

Total upah pekerja = Rp18.832.000

2. Biaya pekerjaan pembongkaran bekisting

Harga satuan pekerja diambil berdasarkan survey

Mandor = Rp. 150.750

Tukang = Rp. 130.750

Pembantu tukang = Rp. 90.750

Mandor = jumlah x durasi x Harga
= 1 x 3 x Rp 150.750
= Rp452.250

Tukang = jumlah x durasi x Harga
= 5 x 3 x Rp 130.750
= Rp1.961.250

Pembantu tukang = jumlah x durasi x Harga
= 10 x 3 x Rp 90.750
= Rp2.722.500

Total upah pekerja = Rp5.136.000

3. Biaya bahan

- Kayu dolken uk. 8-10 cm , p=4cm
= volume x harga satuan
= 2017,780 x Rp. 10.000 = Rp20.177.800
 - Minyak bekisting
= volume x harga satuan
= 201,778 x Rp9.801 = Rp1.977.680
 - Kayu meranti balok 5/7
= volume x harga satuan
= 18,160 x Rp. 4.000.000 = Rp72.640.080
 - Kayu sengon bekisting
= volume x harga satuan
= 40,356 x Rp2.341.414 = Rp94.489.148
 - Triplek uk. 122x244x9 mm
= volume x harga satuan
= 353,112 x Rp. 110.000 = Rp38.842.265
 - Paku
= volume x harga satuan
= 403,556x Rp. 18.000 = Rp7.264.008
- Total biaya bahan = Rp235.390.980

Total biaya pekerjaan pemasangan = Rp254.222.980

5.1.4.6 Durasi Pekerjaan Pengecoran Balok

Volume beton = 122,7570

1. Efisiensi Kerja

Fa Faktor efisiensi alat	=	0,83	
Faktor Operator	=	0,8	
Faktor cuaca	=	0,83	
Kapasitas truck mixer	=	7	m ³
kapasitas concrete bucket	=	1,2	m ³

Spesifikasi Concrete Bucket :

Waktu Siklus TC = 10,3463 menit

Delivery capacity

$$= \frac{60}{\text{waktu siklus}} \times \text{volume}$$
$$= \frac{60}{10,3463} \times 1,2 = 6,959 \text{ m}^3/\text{jam}$$

Kapasitas produksi

= delivery capacity x EK

= 6,959 x 0,51

= 3,5491 m³/jam

2. Jumlah Kebutuhan Pekerja
jam kerja per hari = 7 jam

Jumlah tenaga kerja 1 grup

Mandor = 1 Orang

Tukang = 1 Orang

Pembantu tukang = 6 Orang

Kebutuhan Jumlah truck mixer untuk pekerjaan pengecoran

$$= \frac{\text{volume beton}}{\text{kapasitas truck}} = \frac{122,7570}{7} = 17,53 \sim 18 \text{ truck mixer}$$

3. Durasi pekerjaan pengecoran

- Waktu Persiapan

Pengaturan posisi truck mixer dan concrete bucket = 10 menit

Penuangan beton kedalam concrete bucket = 10 menit

total waktu = 20 menit

- Waktu tambahan persiapan

pergantian antar truck mixer

= 18 x 5 menit = 90 menit

pengujian slump

= 18 x 5 menit = 90 menit

- Waktu operasional pengecoran

$$= \frac{\text{volume}}{\text{kapasitas}} = \frac{122,757}{3,5491} = 34,558 \text{ jam}$$

- Waktu pasca pelaksanaan Kembali

= 10 menit

- Waktu total = waktu persiapan + waktu tambahan persiapan + waktu operasional +
waktu pasca pelaksanaan

= (20 + 180 + 2075,2287 + 10) menit = 2285,2287 menit = 38,0081 jam

- Durasi pengecoran

$$= \frac{\text{waktu total}}{7} = \frac{38,0081}{7} = 5,4412 \text{ hari} \sim 6 \text{ hari}$$

5.1.4.7 Biaya Pekerjaan Pengecoran Balok

Upah pekerja

Mandor = Rp 150.750

Tukang = Rp 130.750

Pembantu Tukang = Rp 90.750

Mandor = Jumlah x Durasi x Harga
= 1 x 6 x Rp 150.750 = Rp904.500

Tukang = Jumlah x Durasi x Harga
= 1 x 6 x Rp 130.750 = Rp784.500

Pembantu Tukang = Jumlah x Durasi x Harga
= 6 x 6 x Rp 90.750 = Rp3.267.000

Total Upah Pekerja = Rp4.956.000

d. Upah Bahan

beton ready mix K-350 = Volume x harga satuan
= 122,7570 x Rp 830.000
= Rp 101.888,310

e. Biaya alat

Concrete bucket = Jumlah x Harga satuan x Durasi
= 1 x Rp 116.666 x 6 = Rp699.996

Vibrator = Jumlah x Harga satuan x Durasi
= 2 x Rp 700.000 x 6 = Rp8.400.000

Total harga alat = Rp9.099.996

Total biaya pengecoran

= Upah pekerja + Biaya bahan + biaya alat
= Rp4.956.000 + Rp101.888.310 + Rp9.099.996
= Rp115.944.306

Tabel 5.11 Rekapitulasi harga balok Lt. 4

Rekapitulasi Harga Balok LT 4			
Pekerjaan	Durasi	Harga	
	Hari		
Fabrikasi pembesian	3	Rp	128.324.835
Pemasangan Pembesian	1	Rp	2.365.750
Bekisting	11	Rp	254.222.980
pengecoran	6	Rp	115.944.306
Bongkar bekisting	3	Rp	5.136.000
Total Pekerjaan Balok	24	Rp	505.993.871

Tabel 5.12 Rekapitulasi Jumlah Alat

Rekapitulasi Jumlah Alat	
Alat	JML
Bar Bender & Cutter	10
Concrete Bucket	1
Vibrator	2

5.1.5 Perhitungan Kolom Lantai 1

5.1.5.1 Durasi Pekerjaan Pembesian Kolom

Durasi pekerjaan pembesian terdiri dari pekerjaan pemotongan, bengkokan, kaitan dan pemasangan

Tabel 5.13 Jumlah Volume Tulangan Kolom

Jumlah Volume Tulangan							
D	Fabrikasi (Mesin)			Jumlah Tulangan Pasang			
	Potong	Bengkok	Kait	0 - 3 m	3 - 6 m	6 - 9 m	> 9 m
D25	660,00				660		
D13	3570,00	2826	7332	942	2628		

Pada tabel 5-10 A. Soedrajat, jam kerja buruh yang dibutuhkan untuk memasang 100 buah batang tulangan

Tabel 5.14 Ratarata jam kerja tiap 100 buah tulangan (jam)

Rata - rata Jam Kerja Tiap 100 Buah Tulangan (Jam)							
D	Fabrikasi (Mesin)			Jumlah Tulangan Pasang			
	Potong	Bengkok	Kait	0 - 3 m	3 - 6 m	6 - 9 m	> 9 m
D25	2	1,5	3	6,75	8,5	10	11,5
D13	2	1,2	1,85	4,75	6	7	8

- **Jumlah Tenaga kerja**

Jam Kerja per hari = 7 hari
 Mandor = 1 orang
 Tukang = 10 orang
 Pembantu Tukang = 10 orang
 Total = 21 orang

- **Produktivitas pekerjaan pembesian**

$$\text{Produktivitas} = \frac{100}{\text{jam kerja } 100 \text{ buah}} \times \text{jumlah tenaga kerja}$$

Tabel 5.15 Tabel Produktivitas Tulangan Kolom

Produktivitas 1 Grup (buah/hari)							
D	Fabrikasi (Mesin)			Jumlah Tulangan Pasang			
	Potong	Bengkok	Kait	0 - 3 m	3 - 6 m	6 - 9 m	> 9 m
D25	7350,00	9800,00	4900,00	2177,78	1729,41	1470,00	1278,26
D13	7350,00	12250,00	7945,95	3094,74	2450,00	2100,00	1837,50

- **Durasi Pemotongan Tulangan Kolom**

$$D25 = \frac{\text{Jumlah potongan}}{\text{Produktivitas}} = \frac{660}{7350} = 0,0898 \text{ hari}$$

$$D13 = \frac{\text{Jumlah potongan}}{\text{Produktivitas}} = \frac{3570}{7350} = 0,4857 \text{ hari}$$

Total durasi = 0,5755 hari

- **Durasi Pembengkokan Tulangan Kolom**

$$D13 = \frac{\text{Juml pembengkokan}}{\text{Produktivitas}} = \frac{2826}{12250} = 0,2307 \text{ hari}$$

Total durasi = 0,2307hari

- **Durasi Kaitan Tulangan Kolom**

$$D13 = \frac{\text{Jumlah kaitan}}{\text{Produktivitas}} = \frac{7332}{7945,95} = 0,9227 \text{ hari}$$

Total durasi = 0,9227 hari

Total durasi fabrikasi tulangan

$$= 0,5755 + 0,2307 + 0,9227$$

$$= 1,7289 \text{ hari} \sim 2 \text{ hari}$$

- **Durasi Pemasangan Tulangan Kolom**

D25

$$3-6 \text{ meter} = \frac{\text{Jumlah pemasangan}}{\text{Produktivitas}} = \frac{660}{1729,41} = 0,3816 \text{ hari}$$

D13

$$0-3 \text{ meter} = \frac{\text{Jumlah pemasangan}}{\text{Produktivitas}} = \frac{942}{3094,74} = 0,3044 \text{ hari}$$

$$3-6 \text{ meter} = \frac{\text{Jumlah pemasangan}}{\text{Produktivitas}} = \frac{2628}{2450} = 1,0727 \text{ hari}$$

Total durasi = 1,7587 hari ~ 2 hari

5.1.5.2 Biaya Fabrikasi Pembesian Kolom

Volume = 14120,41 kg

a. Upah Pekerja

Harga satuan pekerja diambil berdasarkan survey

Mandor = Rp. 150.750

Tukang = Rp. 130.750

Pembantu tukang = Rp. 90.750

Mandor = jumlah x durasi x Harga
= 1 x 2 x Rp 150.750
= Rp301.500

Tukang = jumlah x durasi x Harga
= 10 x 2 x Rp 130.750
= Rp 2.615.000

Pembantu tukang = jumlah x durasi x Harga
= 10 x 2 x Rp 90.750
= Rp1.815.000

Total upah pekerja = Rp4.731.500

b. Biaya Bahan

Besi beton = Volume x harga satuan
= 14120,41 x Rp 12.869 = Rp 181.715.518,50

Setiap 1 kg besi beton dibutuhkan 0,015 kg bendrat

Bendrat = Volume x Harga Satuan
= 211,81 x Rp 28.315 = Rp 5.997.240,79

Total Harga Bahan = Rp 187.712.759

c. Biaya alat

$$\begin{aligned}\text{Bar bender \& Bar Cutter} &= \text{Jumlah} \times \text{Harga satuan} \times \text{Durasi} \\ &= 10 \times \text{Rp } 150.000 \times 2 = \text{Rp}3.000.000\end{aligned}$$

$$\text{Total harga alat} = \text{Rp}3.000.000$$

Total biaya fabrikasi tulangan

$$= \text{Upah pekerja} + \text{Biaya bahan} + \text{biaya alat}$$

$$\text{Rp}4.731.500 + \text{Rp}187.712.759 + \text{Rp}3.000.000 = \text{Rp}195.444.259$$

5.1.5.3 Biaya Pemasangan Pembesian Kolom

$$\text{Mandor} = \text{Rp } 150.750$$

$$\text{Tukang} = \text{Rp } 130.750$$

$$\text{Operator alat berat} = \text{Rp } 90.750$$

$$\begin{aligned}\text{Mandor} &= \text{Jumlah} \times \text{Durasi} \times \text{Harga} \\ &= 1 \times 2 \times \text{Rp } 150.750 = \text{Rp}301.500\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Tukang} &= \text{Jumlah} \times \text{Durasi} \times \text{Harga} \\ &= 10 \times 2 \times \text{Rp } 130.750 = \text{Rp}2.615.000\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Pembantu Tukang} &= \text{Jumlah} \times \text{Durasi} \times \text{Harga} \\ &= 10 \times 2 \times \text{Rp } 90.750 = \text{Rp}1.815.000\end{aligned}$$

$$\text{Total Biaya Pemasangan} = \text{Rp}4.731.500$$

5.1.5.4 Durasi Pekerjaan Bekisting Kolom

$$\text{Volume} = 286,98 \text{ m}^2$$

Berdasarkan tabel 5-2 Waktu untuk mengerjakan bekisting per 10 m² adalah sebagai berikut "A . Soedrajat Analisa Biaya pelaksanaan Hal. 86"

$$\text{Menyetel} = 8 \text{ jam}$$

$$\text{Memasang} = 3,5 \text{ jam}$$

$$\text{Membuka dan membersihkan} = 2,5 \text{ jam}$$

a. Jumlah kebutuhan pekerja

$$\text{Jam kerja per hari} = 7 \text{ jam}$$

Jumlah tenaga kerja 1 grup terdiri dari 1 Mandor, 5 tukang, dan 10 pembantu tukang. Pada pekerjaan ini digunakan 2 grup pekerja.

$$\text{Total} = 16 \text{ orang}$$

$$\text{Jam kerja untuk pemasangan} = 16 \text{ orang} \times 7 \text{ jam} = 112 \text{ jam/hari}$$

b. Produktivitas pekerja

$$\text{Produktivitas pekerja} = \frac{\text{jam kerja perhari}}{\left(\frac{\text{jam kerja}}{10m^2}\right)}$$

$$\text{Menyetel} = \frac{112}{8} \times 10 = 140 \text{ m}^2/\text{hari}$$

$$\text{Memasang} = \frac{112}{3,5} \times 10 = 320 \text{ m}^2/\text{hari}$$

$$\text{Membuka \& membersihkan} = \frac{120}{2,5} \times 10 = 448 \text{ m}^2/\text{hari}$$

c. Durasi pekerjaan pemasangan

$$\text{Durasi} = \frac{\text{Volume}}{\text{Produktivitas}}$$

$$\text{menyetel} = \frac{286,98}{140} = 2,0498 \text{ hari}$$

$$\text{memasang} = \frac{286,98}{320} = 0,8968 \text{ hari}$$

$$\text{Total durasi pemasangan} = 2,0498 + 0,8968 = 2,946 \text{ hari} \sim 3 \text{ hari}$$

d. Durasi membuka dan membersihkan

$$\text{Membuka \& membersihkan} = \frac{286,98}{448} = 0,6406 \text{ hari} \sim 1 \text{ hari}$$

$$\text{Total durasi pembongkaran} = 1 \text{ hari}$$

5.1.5.5 Biaya Pekerjaan Bekisting Kolom

a. Biaya pekerjaan pemasangan

Harga satuan pekerja diambil berdasarkan survey

$$\text{Mandor} = \text{Rp. } 150.750$$

$$\text{Tukang} = \text{Rp. } 130.750$$

$$\text{Pembantu tukang} = \text{Rp. } 90.750$$

$$\begin{aligned} \text{Mandor} &= \text{jumlah} \times \text{durasi} \times \text{Harga} \\ &= 1 \times 3 \times \text{Rp } 150.750 \\ &= \text{Rp}452.250 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Tukang} &= \text{jumlah} \times \text{durasi} \times \text{Harga} \\ &= 5 \times 3 \times \text{Rp } 130.750 \\ &= \text{Rp}1.961.250 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Pembantu tukang} &= \text{jumlah} \times \text{durasi} \times \text{Harga} \\ &= 10 \times 3 \times \text{Rp } 90.750 \\ &= \text{Rp}2.722.500 \end{aligned}$$

$$\text{Total upah pekerja} = \text{Rp}5.136.000$$

b. Biaya pekerjaan pembongkaran

Harga satuan pekerja diambil berdasarkan survey

Mandor = Rp. 150.750

Tukang = Rp. 130.750

Pembantu tukang = Rp. 90.750

Mandor = jumlah x durasi x Harga

= 1 x 1 x Rp 150.750

= Rp150.750

Tukang = jumlah x durasi x Harga

= 5 x 1 x Rp 130.750

= Rp653.750

Pembantu tukang = jumlah x durasi x Harga

= 10 x 1 x Rp 90.750

= Rp907.500

Total upah pekerja = Rp1.712.000

c. Biaya bahan

- Kayu dolken uk. 8-10 cm , p=4cm

= volume x harga satuan

= 573,950 x Rp. 10.000 = Rp5.739.500

- Minyak bekisting

= volume x harga satuan

= 57,395 x Rp. 9.801 = Rp562.544

- Kayu meranti balok 5/7

= volume x harga satuan

= 5,166 x Rp. 4.000.000 = Rp20.662.200

- Kayu sengon bekisting

= volume x harga satuan

= 11,479 x Rp2.341.414 = Rp26.877.086

- Triplek uk. 122x244x9 mm

= volume x harga satuan

= 100,441 x Rp. 110.000 = Rp11.048.538

- Paku biasa

= volume x harga satuan

= 114,79 x Rp. 18.000 = Rp2.066.220

Total biaya bahan = Rp66.956.087

Total biaya pekerjaan pemasangan = Rp72.092.087

5.1.5.6 Durasi Pekerjaan Pengecoran Kolom

Volume beton = 47,1900

1. Efisiensi Kerja

Fa Faktor efisiensi alat	=	0,83	
Faktor Operator	=	0,8	
Faktor cuaca	=	0,83	
Kapasitas truck mixer	=	7	m ³
kapasitas concrete bucket	=	1,2	m ³

Spesifikasi Concrete Bucket :

Waktu Siklus TC = 4,9953 menit

Delivery capacity

$$= \frac{60}{\text{waktu siklus}} \times \text{volume}$$
$$= \frac{60}{9,9953} \times 1,2 = 7,203 \text{ m}^3/\text{jam}$$

Kapasitas produksi

= delivery capacity x EK

$$= 7,203 \times 0,51$$

$$= 3,673 \text{ m}^3/\text{jam}$$

2. Jumlah Kebutuhan Pekerja

jam kerja per hari = 7 jam

Jumlah tenaga kerja 1 grup

Mandor = 1 Orang

Tukang = 1 Orang

Pembantu tukang = 6 Orang

Kebutuhan Jumlah truck mixer untuk pekerjaan pengecoran

$$= \frac{\text{volume beton}}{\text{kapasitas truck}} = \frac{47,1900}{7} = 6,74 \sim 7 \text{ truck mixer}$$

3. Durasi pekerjaan pengecoran

- Waktu Persiapan

Pengaturan posisi truck mixer dan concrete bucket = 10 menit

Penuangan beton kedalam concrete bucket = 10 menit

total waktu = 20 menit

- Waktu tambahan persiapan

pergantian antar truck mixer

$$= 7 \times 5 \text{ menit} = 35 \text{ menit}$$

pengujian slump

$$= 7 \times 5 \text{ menit} = 35 \text{ menit}$$

- Waktu operasional pengecoran

$$= \frac{\text{volume}}{\text{kapasitas}} = \frac{47,1900}{3,637} = 12,845 \text{ jam}$$
- Waktu pasca pelaksanaan Kembali
 = 10 menit
- Waktu total = waktu persiapan + waktu persiapan tambahan + waktu pengangkatan + waktu pengecoran + waktu pasca pelaksanaan

$$= (20 + 70 + 770,713 + 10) \text{ menit} = 870,7135 \text{ menit} = 14,5119 \text{ jam}$$
- Durasi pengecoran

$$= \frac{\text{waktu total}}{7} = \frac{14,5119}{7} = 2,0731 \text{ hari} \sim 3 \text{ hari}$$

5.1.5.7 Biaya Pekerjaan Pengecoran Kolom

- Upah pekerja

Mandor	= Rp 150.750
Tukang	= Rp 130.750
Pembantu Tukang	= Rp 90.750

Mandor	= Jumlah x Durasi x Harga
	= 1 x 3 x Rp 150.750 = Rp452.250
Tukang	= Jumlah x Durasi x Harga
	= 1 x 3 x Rp 130.750 = Rp392.250
Pembantu Tukang	= Jumlah x Durasi x Harga
	= 6 x 3 x Rp 90.750 = Rp1.633.500
Total Upah Pekerja	= Rp2.478.000
- Upah Bahan

beton ready mix K-350	= Volume x harga satuan
	= 47,1900 x Rp 830.000
	= Rp 39.167.700
- Biaya alat

Concrete bucket	= Jumlah x Harga satuan x Durasi
	= 1 x Rp 116.666 x 3 = Rp349.998
Vibrator	= Jumlah x Harga satuan x Durasi
	= 2 x Rp 700.000 x 3 = Rp4.200.000
Total harga alat	= Rp 4.594.998

Total biaya pengecoran

= Upah pekerja+ Biaya bahan + biaya alat

= Rp2.478.000 + Rp39.167.700 + Rp4.549.998 = Rp46.195.698

Tabel 5.16 Rekapitulasi Harga Kolom LT. 1

Rekapitulasi Harga Kolom LT 1		
Pekerjaan	Durasi	Harga
	Hari	
Fabrikasi pembesian Kolom	2	Rp 195.444.259
Pemasangan Pembesian Kolom	2	Rp 4.731.500
Bekisting Kolom	3	Rp 72.092.087
Pengecoran Kolom	3	Rp 46.195.698
Bongkar bekisting Kolom	1	Rp 1.712.000
Total Pekerjaan Kolom LT 1	11	Rp 320.175.544

Tabel 5.17 Rekapitulasi Alat

Rekapitulasi Alat	
Alat	JML
Bar Bender & Cutter	10
Concrete Bucket	1
Vibrator	2

5.1.6 Perhitungan Durasi & Biaya Pekerjaan Halfslab**5.1.6.1 Durasi Pekerjaan Pemasangan Halfslab****a. Jumlah Tenaga Kerja**

Jam Kerja per hari = 11 jam (lembur)

Mandor = 1 orang

Tukang = 4 orang

Pembantu Tukang = 4 orang

Total = 7 orang

b. Durasi Pemasangan Tulangan

Durasi pemasangan = 16,65 jam

$= \frac{16,65}{11} = 1,514 \text{ hari}$

Total durasi = 1,514 hari ~ 2 hari

5.1.6.2 Biaya Pekerjaan Pemasangan Halfslab

a. Upah pekerja

Mandor = Rp678.375

Tukang = Rp588.375

Pembantu tukang = Rp408.375

Mandor = Jumlah x Durasi x Harga
= 1 x 2 x Rp678.375 = Rp1.356.750

Tukang = Jumlah x Durasi x Harga
= 4 x 2 x Rp588.375 = Rp4.707.000

Pembantu Tukang = Jumlah x Durasi x Harga
= 4 x 2 x Rp408.375 = Rp3.267.000

Total Upah Pekerja = Rp9.330.750

b. Biaya Bahan

Halfslab t= 80 mm = volume x harga satuan
= 890,50 x Rp. 340.000 = Rp. 302.771.360

Total harga bahan = Rp. 302.771.360

c. Biaya Alat

Pipa Support@2buah = jml x Harga satuan x durasi
= 166,00 x Rp 55.600 x 2
= Rp18.459.200,00

Total Harga Alat = Rp18.459.200

Total Biaya Pemasangan = Upah Pekerja + Biaya Bahan + Biaya Alat
= Rp9.330.750 + Rp302.771.360 + Rp18.459.200
= Rp330.561.310

5.1.6.3 Durasi Pemasangan Pembesian Pelat Topping
Analisa Harga Satuan Pekerjaan 1 kg wiremesh

Tabel 5.18 Analisa Harga Satuan Pekerjaan 1 kg wiremesh

Pemsangan 1 kg wiremesh baja	Koef	kg
Upah:		1
Mandor	0,0020	OH
Tukang Besi	0,025	OH
Pembantu Tukang	0,025	OH
Jumlah pekerja 1 grup		OH

a. Jumlah Tenaga Kerja

Jam Kerja per hari = 7 jam

Mandor = 1 orang

Tukang = 13 orang

Pembantu Tukang = 13 orang

Total = 27 orang

Produktivitas/orang

$$\frac{\text{Volume}}{\text{koefisien pekerja}} = \frac{1}{0,025} = 280 \text{ kg/oh}$$

Produktivitas 1 grup = 7560 kg/hari

b. Durasi Pemasangan Tulangan

$$= \frac{\text{jumlah pemasangan}}{\text{produktivitas}} = \frac{7627}{7560} = 1,089 = 2 \text{ hari}$$

5.1.6.4 Biaya Pemasangan Pembesian Pelat Topping

a. Upah Pekerja

Mandor = Rp 150.750

Tukang = Rp 130.750

Operator alat berat = Rp 90.750

Mandor = Jumlah x Durasi x Harga

$$= 1 \times 2 \times \text{Rp } 150.750 = \text{Rp}301.500$$

Tukang = Jumlah x Durasi x Harga

$$= 13 \times 2 \times \text{Rp } 130.750 = \text{Rp}3.399.500$$

$$\begin{aligned} \text{Pembantu Tukang} &= \text{Jumlah} \times \text{Durasi} \times \text{Harga} \\ &= 13 \times 2 \times \text{Rp } 90.750 = \text{Rp}2.359.500 \end{aligned}$$

$$\text{Total Upah Pekerja} = \text{Rp } 6.060.500$$

b. Upah Bahan

$$\begin{aligned} \text{Tulangan Wiremesh M10} &= \text{Volume} \times \text{harga satuan} \\ &= 79 \times \text{Rp } 12.000 \\ &= \text{Rp}948.000 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kawat Bendrat} &= \text{Volume} \times \text{harga satuan} \\ &= 114,4118 \times \text{Rp } 28.315 \\ &= \text{Rp}3.239.542 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Total Biaya Penulangan Topping} &= \text{Upah Pekerja} + \text{Biaya Bahan} \\ &= \text{Rp } 6.060.500 + \text{Rp}3.239.542 \\ &= \text{Rp}9.300.042 \end{aligned}$$

5.1.6.5 Durasi Pengecoran Balok dan Pelat Topping

$$\text{Volume beton} = 193,9973$$

a. Jumlah Tenaga Kerja

$$\begin{aligned} \text{Jam Kerja per hari} &= 7 \text{ jam} \\ \text{Mandor} &= 1 \text{ orang} \\ \text{Tukang} &= 1 \text{ orang} \\ \text{Pembantu Tukang} &= 6 \text{ orang} \\ \text{Total} &= 8 \text{ orang} \end{aligned}$$

b. Durasi Pengecoran

$$\text{Durasi pengecoran} = \frac{\text{waktu total}}{7} = \frac{8,12}{7} = 1,16 \text{ hari} \sim 2 \text{ hari}$$

5.1.6.6 Biaya Pengecoran Balok dan Pelat Topping

c. Upah Pekerja

$$\begin{aligned} \text{Mandor} &= \text{Rp } 150.750 \\ \text{Tukang} &= \text{Rp } 130.750 \\ \text{Operator alat berat} &= \text{Rp } 90.750 \\ \text{Mandor} &= \text{Jumlah} \times \text{Durasi} \times \text{Harga} \\ &= 1 \times 2 \times \text{Rp } 150.750 = \text{Rp}301.500 \\ \text{Tukang} &= \text{Jumlah} \times \text{Durasi} \times \text{Harga} \\ &= 1 \times 2 \times \text{Rp } 130.750 = \text{Rp}261.500 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Pembantu Tukang} &= \text{Jumlah} \times \text{Durasi} \times \text{Harga} \\ &= 6 \times 2 \times \text{Rp } 90.750 = \text{Rp}1.089.000 \end{aligned}$$

$$\text{Total Upah Pekerja} = \text{Rp}1.652.000$$

d. Upah Bahan

$$\begin{aligned} \text{beton ready mix K-350} &= \text{Volume} \times \text{harga satuan} \\ &= 193,9973 \times \text{Rp } 870.000 \\ &= \text{Rp}168.777.668 \end{aligned}$$

e. Biaya alat

$$\begin{aligned} \text{Concrete pump} &= \text{Jumlah} \times \text{Harga satuan} \times \text{Durasi} \\ &= 1 \times \text{Rp } 3.250.000 \times 2 = \text{Rp}6.500.000 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Vibrator} &= \text{Jumlah} \times \text{Harga satuan} \times \text{Durasi} \\ &= 2 \times \text{Rp } 700.000 \times 2 = \text{Rp}2.800.000 \end{aligned}$$

$$\text{Total harga alat} = \text{Rp}9.300.000$$

Total biaya pengecoran

$$= \text{Upah pekerja} + \text{Biaya bahan} + \text{biaya alat}$$

$$= \text{Rp}1.652.000 + \text{Rp}168.777.668 + \text{Rp}9.300.000 = \text{Rp}179.729.668$$

Tabel 5.19 Rekapitulasi

Rekapitulasi		
Pekerjaan	Durasi	Harga
	Hari	
Pemasangan Halfslab	2	Rp 330.561.310
Penulangan Topping	2	Rp 9.300.042
Pengecoran Balok dan Pelat Topping	2	Rp 179.729.668
TOTAL		Rp 519.591.021

5.1.7 Perhitungan Durasi dan Biaya Pekerjaan Tangga LT 1

5.1.7.1 Durasi Pekerjaan Pembesian Tangga

Durasi pekerjaan pembesian terdiri dari pekerjaan pemotongan, bengkokan, kaitan dan pemasangan

Tabel 5.20 Jumlah Volume Tulangan Tangga

Jumlah Volume Tulangan							
D	Fabrikasi (Mesin)			Jumlah Tulangan Pasang			
	Potong	Bengkok	Kait	0 - 3 m	3 - 6 m	6 - 9 m	> 9 m
D13	419	602	714	325	16	10	
D10	36	54	36	18			

Pada Tabel 5-10 A. Soedrajat, jam kerja buruh yang dibutuhkan untuk memasang 100 buah batang tulangan

Tabel 5.21 Rata-rata Jam Kerja Tiap 100 Buah Tulangan

Rata - rata Jam Kerja Tiap 100 Buah Tulangan (Jam)							
D	Fabrikasi (Mesin)			Jumlah Tulangan Pasang			
	Potong	Bengkok	Kait	0 - 3 m	3 - 6 m	6 - 9 m	> 9 m
D13	2	1,2	1,85	4,75	6	7	8
d10	2	1,2	1,85	4,75	6	7	8

a. Jumlah Tenaga Kerja

Jam Kerja per hari	= 7 hari
Mandor	= 1 orang
Tukang	= 2 orang
Pembantu Tukang	= 2 orang
Total	= 5 orang

b. Produktivitas pekerjaan pembesian

$$\text{Produktivitas} = \frac{100}{\text{jam kerja 100 buah}} \times \text{jumlah tenaga kerja}$$

Tabel 5.22 Tabel Produktivitas Tulangan Tangga

Produktivitas 1 Grup (buah/hari)							
D	Fabrikasi (Mesin)			Jumlah Tulangan Pasang			
	Potong	Bengkok	Kait	0 - 3 m	3 - 6 m	6 - 9 m	> 9 m
D13	1750,00	2916,67	1891,89	736,84	583,33	500,00	437,50
d10	1750,00	2916,67	1891,89	736,84	583,33	500,00	437,50

c. Durasi Pemotongan Tulangan Tangga

$$D_{13} = \frac{\text{Jumlah potongan}}{\text{Produktivitas}} = \frac{419}{1750} = 0,2394 \text{ hari}$$

$$D_{10} = \frac{\text{Ju potongan}}{\text{Produktivitas}} = \frac{36}{1750} = 0,0206 \text{ hari}$$

Total durasi = 0,2600 hari

d. Durasi Pembengkokan Tulangan Tangga

$$D_{13} = \frac{\text{Jumlah pembengkokan}}{\text{Produktivitas}} = \frac{602}{2916,67} = 0,2064 \text{ hari}$$

$$D_{10} = \frac{\text{Ju pembengkokan}}{\text{Produktivitas}} = \frac{54}{2916,67} = 0,0185 \text{ hari}$$

Total durasi = 0,2249 hari

e. Durasi Kaitan Tulangan Tangga

$$D_{13} = \frac{\text{Juml kaitan}}{\text{Produktivitas}} = \frac{714}{1891,89} = 0,3774 \text{ hari}$$

$$D_{10} = \frac{\text{Jumlah kaitan}}{\text{Produktivitas}} = \frac{36}{1891,89} = 0,0190 \text{ hari}$$

Total durasi = 0,3964 hari

Total durasi fabrikasi tulangan

$$= 0,2600 + 0,2249 + 0,3964$$

$$= 0,8813 \text{ hari} \sim 1 \text{ hari}$$

f. Durasi Pemasangan Tulangan Tangga

D13

$$0\text{-}3 \text{ meter} = \frac{\text{Jumla pemasanga}}{\text{Produktivitas}} = \frac{325}{736,64} = 0,4411 \text{ hari}$$

$$6\text{-}9 \text{ meter} = \frac{\text{Jumlah pemasangan}}{\text{Produktivitas}} = \frac{10}{500} = 0,0200 \text{ hari}$$

D10

$$0\text{-}3 \text{ meter} = \frac{\text{Juml pemasangan}}{\text{Produktivitas}} = \frac{18}{736,84} = 0,0244 \text{ hari}$$

Total durasi = 0,4855 hari ~ 1 hari

5.1.7.2 Biaya Fabrikasi Pembesian Tangga

Volume = 288,06 kg

Upah Pekerja

Harga satuan pekerja diambil berdasarkan survey

Mandor = Rp. 150.750

Tukang = Rp. 130.750

Pembantu tukang = Rp. 90.750

Mandor	= jumlah x durasi x Harga
	= 1 x 1 x Rp 150.750
	= Rp 150.750
Tukang	= jumlah x durasi x Harga
	= 2 x 1 x Rp 130.750
	= Rp 261.500
Pembantu tukang	= jumlah x durasi x Harga
	= 2 x 1 x Rp 90.750
	= Rp 181.500
Total upah pekerja	= Rp. 593.750

Biaya Bahan

Besi beton	= Volume x harga satuan
	= 288,06 x Rp 12.869 = Rp 3.707.024,11

Setiap 1 kg besi beton dibutuhkan 0,015 kg bendrat

Bendrat	= Volume x Harga Satuan
	= 4,32 x Rp 28.315 = Rp 122.344,62

Total Harga Bahan	= Rp 3.829.369
-------------------	----------------

Biaya alat

Bar bender & Bar Cutter	= Jumlah x Harga satuan x Durasi
= 2 x Rp 150.000 x 1	= Rp 300.000
Total harga alat	= Rp 300.000

Total biaya fabrikasi tulangan

=	Upah pekerja + Biaya bahan + biaya alat
=	Rp 593.750 + Rp. 3.829.369 + Rp. 300.000 = Rp4.723.119

5.1.7.3 Biaya Pemasangan Pembesian Tangga

Mandor	= Jumlah x Durasi x Harga
	= 1 x 1 x Rp 150.750 = Rp 150.750
Tukang	= Jumlah x Durasi x Harga
	= 2 x 1 x Rp 130.750 = Rp 261.500
Pembantu Tukang	= Jumlah x Durasi x Harga
	= 2 x 1 x Rp 90.750 = Rp 181.500
Total Biaya Pemasangan	= Rp 593.750

5.1.7.4 Durasi Pekerjaan Bekisting Tangga

$$\text{Volume} = 20 \text{ m}^2$$

Berdasarkan tabel 5-2 Waktu untuk mengerjakan bekisting per 10 m² adalah sebagai berikut "A . Soedrajat Analisa Biaya pelaksanaan Hal. 86"

$$\text{Menyetel} = 8 \text{ jam}$$

$$\text{Memasang} = 3,5 \text{ jam}$$

$$\text{Membuka dan membersihkan} = 2,5 \text{ jam}$$

a. Jumlah kebutuhan pekerja

$$\text{Jam kerja per hari} = 7 \text{ jam}$$

Jumlah tenaga kerja 1 grup terdiri dari 1 Mandor, 2 tukang, dan 4 pembantu tukang.

$$\text{Total} = 7 \text{ orang}$$

$$\text{Jam kerja untuk pemasangan} = 7 \text{ orang} \times 7 \text{ jam} = 49 \text{ jam/hari}$$

b. Produktivitas pekerja

$$\text{Produktivitas pekerja} = \frac{\text{jam kerja perhari}}{\left(\frac{\text{jam kerja}}{10 \text{ m}^2}\right)}$$

$$\text{Menyetel} = \frac{49}{8} \times 10 = 61,25 \text{ m}^2/\text{hari}$$

$$\text{Memasang} = \frac{49}{3,5} \times 10 = 140 \text{ m}^2/\text{hari}$$

$$\text{Membuka dan membersihkan} = \frac{49}{2,5} \times 10 = 196 \text{ m}^2/\text{hari}$$

c. Durasi pekerjaan pemasangan

$$\text{Durasi} = \frac{\text{Volume}}{\text{Produktivitas}}$$

$$\text{menyetel} = \frac{20}{61,25} = 0,3266 \text{ hari}$$

$$\text{memasang} = \frac{20}{140} = 0,1429 \text{ hari}$$

$$\text{Total durasi pemasangan} = 0,4694 \text{ hari} \sim 1 \text{ hari}$$

d. Durasi membuka dan membersihkan

$$\text{Membuka \& membersihkan} = \frac{20}{196} = 0,1020 \text{ hari} \sim 1 \text{ hari}$$

$$\text{Total durasi pembongkaran} = 1 \text{ hari}$$

5.1.7.5 Biaya Pekerjaan Bekisting Tangga

a. Biaya pekerjaan pemasangan

Harga satuan pekerja diambil berdasarkan survey

$$\text{Mandor} = \text{Rp. } 150.750$$

$$\text{Tukang} = \text{Rp. } 130.750$$

$$\text{Pembantu tukang} = \text{Rp. } 90.750$$

Mandor	= jumlah x durasi x Harga = 1 x 1 x Rp 150.750 = Rp 150.750
Tukang	= jumlah x durasi x Harga = 2 x 1 x Rp 130.750 = Rp 261.500
Pembantu tukang	= jumlah x durasi x Harga = 4 x 1 x Rp 90.750 = Rp 363.000
Total upah pekerja	= Rp 775.250

b. Biaya bahan

Kayu dolken uk. 8-10 cm , p=4cm	= volume x harga satuan = 40,003 x Rp. 10.000 = Rp. 400.026
Minyak bekisting	= volume x harga satuan = 4,000 x Rp. 9.801 = Rp. 39.208
Kayu meranti balok 5/7	= volume x harga satuan = 0,360 x Rp. 4.000.000 = Rp. 1.440.092
Kayu sengon bekisting	= volume x harga satuan = 0,800 x Rp2.341.414= Rp1.873.251
Triplek uk. 122x244x9 mm	= volume x harga satuan = 7 x Rp. 110.000 = Rp. 770.049
Paku	= volume x harga satuan = 8,000512 x Rp. 18.000 = Rp. 144.009
Total biaya bahan	= Rp4.666.635

Total biaya pekerjaan pemasangan = Rp5.441.885

c. Biaya pekerjaan pembongkaran

Harga satuan pekerja diambil berdasarkan survey

Mandor	= Rp. 150.750
Tukang	= Rp. 130.750
Pembantu tukang	= Rp. 90.750
Mandor	= jumlah x durasi x Harga = 1 x 1 x Rp 150.750 = Rp 150.750
Tukang	= jumlah x durasi x Harga = 2 x 1 x Rp 130.750 = Rp 261.500

$$\begin{aligned}
\text{Pembantu tukang} &= \text{jumlah} \times \text{durasi} \times \text{Harga} \\
&= 4 \times 1 \times \text{Rp } 90.750 \\
&= \text{Rp } 363.000 \\
\text{Total upah pekerja} &= \text{Rp } 775.250
\end{aligned}$$

5.1.7.6 Durasi Pekerjaan Pengecoran Tangga

$$\text{Volume beton} = 3,6213$$

1. Efisiensi Kerja

$$\begin{aligned}
\text{Fa Faktor efisiensi alat} &= 0,83 \\
\text{Faktor Operator} &= 0,8 \\
\text{Faktor cuaca} &= 0,83 \\
\text{Kapasitas truck mixer} &= 7 \quad \text{m}^3 \\
\text{kapasitas concrete bucket} &= 1,2 \quad \text{m}^3
\end{aligned}$$

Spesifikasi Concrete Bucket :

$$\text{Waktu Siklus TC} = 9,9953 \text{ menit}$$

Delivery capacity

$$\begin{aligned}
&= \frac{60}{\text{waktu siklus}} \times \text{volume} \\
&= \frac{60}{9,9953} \times 1,2 = 6,0028 \text{ m}^3/\text{jam}
\end{aligned}$$

Kapasitas produksi

$$\begin{aligned}
&= \text{delivery capacity} \times \text{EK} \\
&= 6,0028 \times 0,51 \\
&= 3,06145 \text{ m}^3/\text{jam}
\end{aligned}$$

2. Jumlah Kebutuhan Pekerja

$$\text{jam kerja per hari} = 7 \quad \text{jam}$$

Jumlah tenaga kerja 1 grup

$$\begin{aligned}
\text{Mandor} &= 1 \quad \text{Orang} \\
\text{Tukang} &= 1 \quad \text{Orang} \\
\text{Pembantu tukang} &= 6 \quad \text{Orang}
\end{aligned}$$

Kebutuhan Jumlah truck mixer untuk pekerjaan pengecoran

$$= \frac{\text{volume beton}}{\text{kapasitas truck}} = \frac{3,6123}{7} = 0,517 \sim 1 \text{ truck mixer}$$

3. Durasi pekerjaan pengecoran

- Waktu Persiapan

$$\begin{aligned}
\text{Pengaturan posisi truck mixer dan concrete bucket} &= 10 \quad \text{menit} \\
\text{Penuangan beton kedalam concrete bucket} &= 10 \quad \text{menit} \\
\text{total waktu} &= 20 \quad \text{menit}
\end{aligned}$$

- Waktu tambahan persiapan
 - pergantian antar truck mixer
= 1 x 5 menit = 5 menit
 - pengujian slump
= 1 x 5 menit = 5 menit
- Waktu operasional pengecoran

$$= \frac{\text{volume}}{\text{kapasitas}} = \frac{3,6213}{3,061449} = 1,1828 \text{ jam}$$
- Waktu pasca pelaksanaan Kembali
= 10 menit
- Waktu total = waktu persiapan + waktu tambahan persiapan + waktu pasca pelaksanaan

$$= (20 + 10 + 70,971883 + 10) \text{ menit} = 110,9719 \text{ menit} = 1,8495 \text{ jam}$$
- Durasi pengecoran

$$= \frac{\text{waktu total}}{7} = \frac{1,8495}{7} = 0,2642 \text{ hari} \sim 1 \text{ hari}$$

5.1.7.7 Biaya Pekerjaan Pengecoran Tangga

- Upah pekerja

Mandor	= Rp 150.750
Tukang	= Rp 130.750
Operator alat berat	= Rp 90.750
Mandor	= Jumlah x Durasi x Harga
	= 1 x 1 x Rp 150.750 = Rp 150.750
Tukang	= Jumlah x Durasi x Harga
	= 1 x 1 x Rp 130.750 = Rp 130.750
Pembantu Tukang	= Jumlah x Durasi x Harga
	= 6 x 1 x Rp 90.750 = R Rp544.500
Total Upah Pekerja	= Rp826.000
- Upah Bahan

beton ready mix K-350	= Volume x harga satuan
	= 3,6213 x Rp 830.000
	= Rp 3.005.662

- Biaya alat

$$\begin{aligned} \text{Concrete bucket} &= \text{Jumlah} \times \text{Harga satuan} \times \text{Durasi} \\ &= 1 \times \text{Rp } 116.666 \times 1 = \text{Rp. } 116.666 \\ \text{Vibrator} &= \text{Jumlah} \times \text{Harga satuan} \times \text{Durasi} \\ &= 2 \times \text{Rp } 700.000 \times 1 = \text{Rp } 1.400.000 \\ \text{Total harga alat} &= \text{Rp } 1.516.666 \end{aligned}$$

Total biaya pengecoran

$$\begin{aligned} &= \text{Upah pekerja} + \text{Biaya bahan} + \text{biaya alat} \\ &= \text{Rp}826.000 + \text{Rp}3.005.662 + \text{Rp}1.516.666 = \text{Rp}5.348.328 \end{aligned}$$

Tabel 5.23 Rekapitulasi Harga

Rekapitulasi Harga		
Pekerjaan	Durasi	Harga
	Hari	
Fabrikasi pembesian	1	Rp 4.723.119
Pemasangan Pembesian	1	Rp 593.750
Bekisting	1	Rp 5.441.885
pengecoran	1	Rp 5.348.328
Bongkar bekisting	1	Rp 775.250
Total	5	Rp 16.882.332

Tabel 5.24 Rekapitulasi Jumlah Alat

Rekapitulasi Jumlah Alat	
Alat	JML
Bar Bender & Cutter	2
Concrete Bucket	1
Vibrator	2

5.1.8 Perhitungan Tower crane

5.1.8.1 Perhitungan Tower Crane lantai 1

Spesifikasi Tower crane adalah sebagai berikut

1. Merk = POTAIN MC310 K12
2. Kapasitas angkut = 3,2T pada jib 70 meter
3. kecepatan hoisting = 50-100 m/min
4. Kecepatan trolley = 50 m/min
5. Kecepatan slewing = 0,75 rpm

Volume kolom = 14120 kg

a. Jarak Tower Crane Ke sumber (D1)

X1 = Koordinat arah X dari TC ke sumber = 4000 mm

Y1 = Koordinat arah Y dari TC ke sumber = 16000 mm

$$D1 = \sqrt{(X1)^2 + (Y1)^2}$$
$$= 16492,4225 \text{ mm} = 16,4924 \text{ m}$$

b. Jarak Tower Crane Ke Tujuan (D2)

X2 = Koordinat arah X dari TC ke sumber = 64250 mm

Y2 = Koordinat arah Y dari TC ke sumber = 24300 mm

$$D2 = \sqrt{(X2)^2 + (Y2)^2}$$
$$= 68691,72075 \text{ mm} = 68,692 \text{ m}$$

c. Jarak trolley (Dh)

$$D = D2 - D1$$
$$= 52,199 \text{ m}$$

d. Sudut slewing

$$D3 = \sqrt{(X2 - X1)^2 + (Y2 - Y1)^2}$$
$$= 60819,0143 \text{ mm} = 60,819 \text{ m}$$

$$\cos \alpha = \frac{D_1^2 + D_2^2 + D_3^2}{2 \times D_1 \times D_2}$$

$$\cos \alpha = 0,570$$

$$\alpha = 0,964 \text{ rad}$$

e. Perhitungan waktu pengangkatan

1. Hoisting (Mekanisme Angkat)

$$\begin{aligned}\text{Kecepatan} &= 50 \text{ m/menit} \\ \text{Tinggi tujuan} &= 3,2 \text{ m} \\ \text{Tinggi asal} &= 0 \text{ m} \\ \text{Tinggi penambahan} &= 4 \\ \text{Jarak horizontal (d)} &= \text{HTj} - \text{HSB} + \text{HG} \\ &= 3,2 - 0 + 4 = 7,2 \text{ m} \\ \text{Waktu} &= Dv/Vv\end{aligned}$$

$$= \frac{7,2}{50} = 0,144 \text{ menit}$$

2. Slewing (Mekanisme Putar)

$$\begin{aligned}\text{Kecepatan} &= 0,75 \text{ rad} \\ \text{Sudut} &= 0,964 \text{ rad} \\ \text{Waktu} &= Dr/Vr \\ &= \frac{0,964}{0,75} = 1,28565 \text{ menit}\end{aligned}$$

3. Trolley (Mekanisme jalan trolley)

$$\begin{aligned}\text{Kecepatan} &= 50 \text{ m/menit} \\ \text{Jarak} &= 52,199 \\ \text{Waktu} &= Dr/Vr \\ &= \frac{52,199}{50} = 1,04399 \text{ menit}\end{aligned}$$

4. Landing (Mekanisme jalan turun)

$$\begin{aligned}\text{Kecepatan} &= 50 \text{ m/mm} \\ \text{Jarak} &= 4 \\ \text{Waktu} &= Dr/Vr \\ &= \frac{4}{50} = 0,08 \text{ menit}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Total waktu angkat} &= \text{Hoisting} + \text{slewing} + \text{trolley} + \text{landing} \\ &= 2,55363\end{aligned}$$

f. Perhitungan waktu kembali

1. Hoisting (Mekanisme Angkat)

$$\text{Kecepatan} = 100 \text{ m/menit}$$

$$\text{Tinggi tujuan} = 4 \text{ m}$$

$$\text{Waktu} = Dv/Vv$$

$$= \frac{4}{100} = 0,04 \text{ menit}$$

2. Slewing (Mekanisme Putar)

$$\text{Kecepatan} = 0,75 \text{ rad}$$

$$\text{Sudut} = 0,96424 \text{ rad}$$

$$\text{Waktu} = Dr/Vr$$

$$= \frac{0,96424}{0,75} = 1,28565 \text{ menit}$$

3. Trolley (Mekanisme jalan trolley)

$$\text{Kecepatan} = 50 \text{ m/menit}$$

$$\text{Jarak} = 52,1993 \text{ m}$$

$$\text{Waktu} = Dr/Vr$$

$$= \frac{52,1993}{50} = 1,04399 \text{ menit}$$

4. Landing (Mekanisme jalan turun)

$$\text{Kecepatan} = 100 \text{ m/mm}$$

$$\text{Tinggi tujuan} = 3,2 \text{ m}$$

$$\text{Tinggi asal} = 0 \text{ m}$$

$$\text{Tinggi penambahan} = 4$$

$$\text{Jarak} = HTj - HSB + HG$$

$$= 3,2 - 0 + 4 = 7,2 \text{ m}$$

$$\text{Waktu} = Dr/Vr$$

$$= \frac{7,2}{100} = 0,072 \text{ menit}$$

$$\text{Total waktu Kembali} = \text{Hoisting} + \text{slewing} + \text{trolley} + \text{landing}$$

$$= 2,44163 \text{ menit}$$

- g. Waktu bongkar muat
 Dari jurnal Analisa Perbandingan Waktu dan Produktivitas Pengecoran Menggunakan Concrete Pump pada pembangunan gedung bertingkat untuk waktu bongkar muat didapat :

Waktu bongkar= 3 menit

Waktu muat =2 menit

5.1.8.1 Perhitungan Waktu Siklus Tower Crane lantai 1

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

= 3 + 2,553633457 + 2,441633457 + 2 menit

= 9,9953 menit

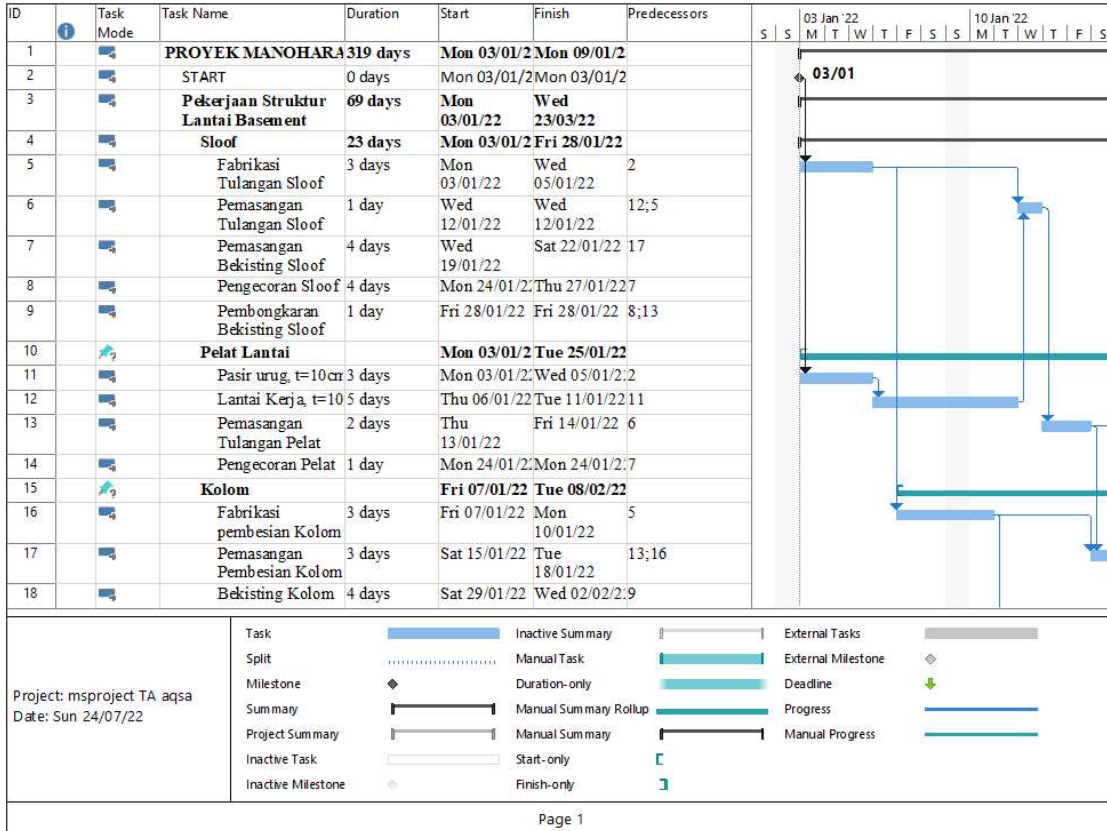
Tabel 5.25 Perhitungan Biaya Tower Crane

Keterangan	Jumlah	Satuan	Harga	Harga Total
Pondasi Tower Crane	1	ls	Rp 100.000.000	Rp 100.000.000
Sewa Tower Crane	11	bulan	Rp 95.000.000	Rp 1.045.000.000
Erection & Dismantling	1	ls	Rp 85.000.000	Rp 85.000.000
Mobilisasi dan Demobilisasi	1	ls	Rp 112.500.000	Rp 112.500.000
Listrik Tower Crane	11	bulan	Rp 49.500.000	Rp 544.500.000
Operator (2 orang)	11	bulan	Rp 20.000.000	Rp 220.000.000
Asuransi Alat	1	ls	Rp 2.500.000	Rp 2.500.000
Perijinan Disnaker	1	ls	Rp 10.000.000	Rp 10.000.000
Total				Rp 2.119.500.000

5.1.9 Hasil dan Analisis

5.1.9.1 Analisis Perhitungan Waktu dan Biaya Pekerjaan Halfslab

Waktu pelaksanaan konstruksi dapat dijadwalkan menggunakan program bantu yakni *Microsoft Project*. Dengan metode halfslab maka didapatkan total waktu pekerjaan sebagai berikut :



Gambar 5.1 Gambar Penjadwalan Menggunakan Halfslab

Dari gambar di atas didapatkan bahwa pekerjaan Pembangunan Hotel Manohara Yogyakarta dengan menggunakan metode Halfslab membutuhkan waktu selama 319 hari sedangkan metode pelat konvensional membutuhkan waktu selama 355 hari dengan asumsi 7 jam kerja. Dimulai pukul 09.00 – 16.00 dengan waktu istirahat 1 jam dan libur di Hari Minggu

Tabel 5.26 Tabel Rekapitulasi Durasi dan Harga Pekerjaan

Lantai	Halfslab		Konvensional	
	Durasi	Biaya pemasangan	Durasi	Biaya pemasangan
B	43	Rp 1.455.905.472	43	Rp 1.455.905.472
Dasar	59	Rp 1.778.312.010	59	Rp 1.778.312.010
1	36	Rp 1.022.784.676	36	Rp 1.022.784.676
2	57	Rp 1.664.545.871	57	Rp 1.664.545.871
3	49	Rp 1.493.478.563	49	Rp 1.493.478.563
4	48	Rp 1.526.779.748	60	Rp 1.394.940.596
5	40	Rp 1.350.660.492	56	Rp 1.338.951.225
6	39	Rp 1.312.833.745	50	Rp 1.313.312.906
7	34	Rp 1.295.233.107	50	Rp 1.284.980.775
Lantai Atap	21	Rp 1.111.326.229	37	Rp 1.101.073.897
Sewa TC		Rp 2.119.500.000		Rp 2.119.500.000
Total		Rp 16.131.359.913		Rp 15.967.785.990

Berdasarkan Tabel 5.26 Didapatkan biaya dengan menggunakan *halfslab* adalah sebesar Rp16.131.359.913. Harga tersebut ditambahkan dengan biaya tak terduga sebesar 10% dari nilai total, yaitu Rp1.613.135.991 sedangkan biaya K3 diambil sebesar 1,5% sesuai referensi sebelumnya pada proyek yang sejenis, yaitu Rp241.970.399. Total harga dengan menggunakan metode *half slab* adalah sebesar Rp17.986.466.303. Sehingga didapat hasil per m² untuk metode *halfslab* sebesar Rp2.165.780.

Sedangkan harga yang didapatkan menggunakan pelat konvensional adalah sebesar Rp15.967.785.990 harga tersebut ditambahkan dengan biaya tak terduga sebesar 10% dari nilai total, yaitu Rp1.596.778.599 Untuk biaya k3 diambil sebesar 1,5% sesuai referensi sebelumnya pada proyek yang sejenis, yaitu Rp239.516.790. Total harga dengan menggunakan pelat konvensional adalah sebesar Rp17.804.081.379. Sehingga didapat hasil per m² untuk metode konvensional sebesar Rp.2.143.819.

BAB VI PENUTUP

6.1 Kesimpulan

Dari tugas akhir terapan ini dapat ditarik kesimpulan diantaranya yaitu :

1. Biaya pelaksanaan yang dibutuhkan untuk menyelesaikan pekerjaan struktur pada Proyek Gedung Hotel Manohara menggunakan metode *half slab* adalah Rp17.986.466.303
2. Durasi pelaksanaan yang dibutuhkan untuk menyelesaikan pekerjaan struktur pada proyek Gedung Hotel Manohara Yogyakarta dengan metode *half slab* menggunakan program bantu Microsoft Project didapat selama 319 hari.
3. Perbandingan durasi dan biaya pelaksanaan antara metode *half slab* dengan metode konvensional pada Proyek Gedung Hotel Manohara Yogyakarta sebagai berikut :
 - Durasi pelaksanaan metode *half slab* diselesaikan selama 319 hari.
 - Durasi pelaksanaan metode konvensional diselesaikan selama 355 hari.Jadi durasi pelaksanaan pekerjaan struktur yang paling cepat adalah metode *half slab* dengan selisih 36 hari.

Adapun biaya pelaksanaan yang dibutuhkan untuk menyelesaikan pekerjaan struktur pada proyek pembangunan Gedung Hotel Manohara sebagai berikut :

- Biaya pelaksanaan metode *half slab* adalah, Rp17.986.466.303
 - Biaya pelaksanaan metode konvensional adalah Rp17.804.081.379
- Jadi pekerjaan struktur dengan biaya pelaksanaan paling murah adalah metode konvensional dengan selisih sebesar Rp182.384.924.

6.2 Saran

Saran untuk penelitian selanjutnya yaitu :

1. Pelaksanaan proyek di lapangan dengan perencanaan durasi dan biaya ini dapat terjadi perbedaan sehingga dibutuhkan acuan dan referensi yang lebih banyak lagi
2. Dibutuhkan referensi tentang metode *half slab* yang lebih banyak guna penyempurnaan tugas akhir terapan ini.
3. Penggunaan metode *half slab* pada Proyek Gedung Hotel Manohara Yogyakarta tidak disarankan karena biaya pelaksanaan yang lebih mahal dibandingkan dengan metode konvensional.

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR PUSTAKA

- Aldyan, Tomy Agsa, 2019, Perbandingan Biaya Pada Pelat Beton Metode Konvensional dan *Precast Half Slab (Cost Comparison of Concrete Plate With Conventional Method and Precast Half Slab)*
- Aprisandi, Dasa. 2019, Analisis Biaya dan Waktu Metode Half Slab dalam Pembangunan Proyek Konstruksi
- Badan Standarisasi Nasional, 2013, SNI 2847. 2013 Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung, Jakarta
- Badan Standarisasi Nasional, 2017, SNI 2052. 2017 Baja Tulangan Beton, Jakarta
- Kuspitarini, Fitriya Ita, 2018, Perbandingan Biaya dan Waktu Pelaksanaan Pekerjaan Pelat Lantai dengan Metode *Half Slab Precast* dengan Metode Konvensional pada Proyek Pembangunan Pabrik Untung Bersama Sejahtera (UBS) Surabaya
- Klana, Kusuma Indra, 2017, Modifikasi Perencanaan Struktur Gedung Ibis Styles Hotel Tanah Abang Jakarta Pusat dengan Metode Beton Pracetak
- Nanda, T. Rizki, 2017, Analisa Perbandingan Waktu dan Produktivitas Pengecoran Menggunakan Concrete Bucket dan Concrete Pump pada pembangunan Gedung Bertingkat
- PT Pembangunan Perumahan. 2018, Metode Half Slab Bangunan Terminal
- PCI Design Handbook Precast and Prestressed Concrete 7th. (2010). USA
- Rochmanhadi, 1987, Kapasitas dan Produksi Alat-Alat Berat, Semarang : Badan Penerbit Pekerjaan Umum.
- Riyanto, Anggih. 2018, Analisis Perhitungan Volume Besi dan Beton pada Struktur Kolom Gedung Tower 1 Proyek Meisterstadt Batam
- Sastraatmadja, A. Soedrajat, 1984, Analisa Anggaran Biaya Pelaksanaan (cara modern), Bandung: Nova.
- Sastraatmadja, A. Soedrajat, 1984, Analisa Anggaran Biaya Pelaksanaan (cara modern) Lanjutan, Bandung: Nova.
- Wisanggeni, Dimas Harya, 2017, Perbandingan Sistem Pelat Konvensional dan Precast Half slab Ditinjau dari Segi Waktu dan Biaya Pada Proyek My Tower Apartment Surabaya

Halaman ini sengaja dikosongkan

LAMPIRAN

LAMPIRAN 1. GAMBAR TEKNIK

LAMPIRAN 2. PENJADWALAN MS PROJECT

LAMPIRAN 3. NETWORK PLANNING

Halaman ini sengaja dikosongkan

BIODATA PENULIS



Muhammad Aqsa Bramantyo Parady lahir di Jakarta, 24 Maret 1999, merupakan anak kedua dari 3 bersaudara. Penulis telah menempuh Pendidikan formal yaitu di TK Islam Terpadu At Taufiq Depok, SD Islam Terpadu Fajar Hidayah, SMP Islam Terpadu Al-Azhar 19 Jakarta Timur, SMAN 105 Jakarta Timur, Universitas Sebelas Maret (UNS). Setelah lulus dari jenjang D3 dari Universitas Sebelas Maret Penulis melanjutkan studi D4 di Departemen Teknik Infrastruktur Sipil FV-ITS melalui jalur RPL pada tahun 2020, dengan NRP 2035201044.

