



TUGAS AKHIR TERAPAN - VC181819

# PERHITUNGAN RENCANA PENJADWALAN WAKTU DAN BIAYA PADA PELAKSANAAN PEKERJAAN STRUKTUR UTAMA DENGAN METODE HALF SLAB PADA HOTEL VOLENDAM ROTTERDAM MALANG

APING NURFITRI RAHMA  
NRP. 10 111 815 000 018

Dosen Pembimbing

RADEN BUYUNG ANUGRAHA AFFANDHIE, ST. MT  
NIP. 197 402 032 002 121 002

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



**TUGAS AKHIR TERAPAN - VC181819**

**PERHITUNGAN RENCANA PENJADWALAN  
WAKTU DAN BIAYA PADA PELAKSANAAN  
PEKERJAAN STRUKTUR UTAMA DENGAN  
METODE HALF SLAB PADA HOTEL  
VOLENDAM ROTTERDAM MALANG**

**APING NURFITRI RAHMA  
NRP. 10 111 815 000018**

**DOSEN PEMBIMBING**

**RADEN BUYUNG ANUGRAHA AFFANDHIE, ST.MT  
NIP. 197 402 032 002 121 002**

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



**FINAL APPLIED PROJECT - VC181819**

**IMPLEMENTATION TIME SCHEDULING AND  
BUDGET OF MAIN WORK ON SLAB USING  
HALF SLAB METHOD IN HOTEL OF  
VOLENDAM ROTTERDAM MALANG**

**APING NURFITRI RAHMA  
NRP. 10 111 815 000018**

**SUPERVISION**

**RADEN BUYUNG ANUGRAHA AFFANDHIE, ST.MT  
NIP. 197 402 032 002 121 002**

**BACHELOR ON CIVIL ENGINEERING  
CIVIL INFRASTRUCTURE ENGINEERING DEPARTMENT  
FACULTY ON VOCATION  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA 2019**





**LEMBAR PENGESAHAN**

**“Perhitungan Rencana Penjadwalan Waktu Dan Biaya  
Pada Pelaksanaan Pekerjaan Struktur Utama Dengan  
Metode Half Slab Pada Hotel Volendam Rotterdam  
Malang”**

**TUGAS AKHIR TERAPAN**

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh  
Gelar Sarjana Terapan Teknik  
Pada  
Program Studi Lanjut Jenjang Diploma IV Teknik Sipil  
Departemen Teknik Infrastruktur Sipil  
Fakultas Vokasi  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya

Surabaya, 03 Juli 2019

**Disusun Oleh :**

**MAHASISWA**

**APING NURFITRI RAHMA**

**NIM. 15011010018**

22 JUL 2019

**Disetujui Oleh :**

**DOSEN PEMBIMBING**

23  
27/10

**RADEN BAYONG ANUGRAHA AFFANDHIE, ST, MT.**

**NIP. 197402032002121002**



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

DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
 Kampus ITS, Jl. Menur 127 Surabaya 60116  
 Telp. 031-5947837 Fax. 031-5938025  
<http://www.diplomasipil-its.ac.id>

**ASISTENSI TUGAS AKHIR TERAPAN**

**Nama** : 1 APINO MURFITRI R 2  
**NRP** : 1 1011815000018 2  
**Judul Tugas Akhir** : PERHITUNGAN RENCANA PENJAJARAN WAKTU DAN ANGEARAN  
 PIYAI DELAASAN PEKERJAAN BETON PADA STRUKTUR UTAMA  
 DENGAN METODE HALFSLAB PADA HOTEL VOLENDAM ROTTERDAM  
**Dosen Pembimbing** : R. DUYUNG A. ST. MT. MALANG

No	Tanggal	Tugas / Materi yang dibahas	Tanda tangan	Keterangan		
1.	6-9-2019.	- Untuk Network Planning pekerjaan perataan bisa bersamaan, untuk kolom instalasi basi dan bekisting digabung, untuk yg pile cap di jadikan satu zona, tapi untuk yang atas bisa dijadikan 2 zona.		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		- Garis dummy harus tersambung keseluruhan sebelumnya.		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		- Angkut hasil galian ke luar proyek diperhatikan dari galian s/d sebelum pemasangan Tiang Pancang.		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.	29-9-2019.	- untuk koef. Pakai di HSPK - untuk Harganya menyesuaikan lapangan (beker) - untuk produktivitas 4 durasi Pakai Svedrajed.		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		- Tambahan untuk hitungan material koefisien Mengacu pada HSPK		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		- Untuk durasi pengangkutan precast → cari di Brosur / tanya langsung / survey. harga asli		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

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



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

**FAKULTAS VOKASI**  
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
Kampus ITS, Jl. Menur 127 Surabaya 60118  
Telp. 031-5947837 Fax. 031-5938025  
<http://www.diplomasipil-its.ac.id>

**ASISTENSI TUGAS AKHIR TERAPAN**

**Nama** : 1 APING NURFITRI R 2  
**NRP** : 1 1011815000018 2  
**Judul Tugas Akhir** : PERHITUNGAN RENCANA PENJAJAWAN WAKTU DAN BIAYA PADA PELAKSANAAN PEKERJAAN STRUKTUR UTAMA DENGAN METODE HALFSLAB PADA HOTEL VOLENDAM ROTTERDAM MALANG  
**Dosen Pembimbing** : RADEN BUYUNG A. A., ST, MT.

No	Tanggal	Tugas / Materi yang dibahas	Tanda tangan	Keterangan		
	29-9-2019	untuk ke supplier dan kita menacanakan dimensi dan mulai presat untuk judul tugas akhir tetap RAP		B	C	K
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
				B	C	K
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
				B	C	K
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
				B	C	K
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
				B	C	K
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

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



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

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

**ASISTENSI TUGAS AKHIR TERAPAN**

**Nama** : 1 APING NUPITRI R 2  
**NRP** : 1 1011815000018 2  
**Judul Tugas Akhir** : PERHITUNGAN RENCANA PENJADWALAN WAKTU DAN BIAYA PADA PELAKSANAAN PEKERJAAN STRUKTUR UTAMA PENGAN METODE HALF LAB PADA FETEL VOLENDAM ROTTERDAM MALANG  
**Dosen Pembimbing** : BAFEN BUYUNG A.A. ST, MT

No	Tanggal	Tugas / Materi yang dibahas	Tanda tangan	Keterangan		
	12-06-2019	- Untuk data proyek (Volume) diberi narasi				
		- Setelah <del>data</del> perhitungan plat pracast adalah metode pelaksanaan		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		- Untuk K3 pada saat pengangkutan diberi pengaman				
		- Untuk harga Kelaya tidak merupakan pakai harga proyek		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

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



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

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

Tanggal : 03/07/2019

Judul Tugas Akhir Terapan	Perhitungan Rencana Penjadwalan Waktu Dan Anggaran Biaya Pelaksanaan Pekerjaan Beton Pada Struktur Utama Dengan Metode Half Slab Pada Hotel Volendam Rotterdam Malang		
Nama Mahasiswa	Aping Nurfitri Rahma	NRP	10111815000018
Dosen Pembimbing 1	Raden Buyung Anugraha Affandhie, ST., MT. NIP. 19740203 200212 1 002	Tanda tangan	
Dosen Pembimbing 2		Tanda tangan	

URAIAN REVISI	Dosen Penguji
1. Judul diperbaiki (hal pertama)	 Ir. Akhmad Yusuf Zuhdy, PG.Dipl.Plg.MRE NIP. 19610608 198601 1 001
2. K3 disampirkan untuk pekerjaan pre cast (16)	
3. Rasio tulangan diperbaiki (2&1)	
4. Tujuan diperbaiki (2)	
5. Saran diperbaiki (2&1)	
6. Gambar dilengkapi	
1. Format penulisan, judul gambar a.7 dll	 Aan Fauzi, ST. MT. NPP 1986101911090
2. Disampirkan RAB dan durasi pekerjaan pada fondasi eksisting (struktur eksisting)	
3. Biaya dan Waktu pelaksanaan dengan metode half slab	
4. Hitung / susutkan volume yang pancang	
5. per hitung an volume	
6. Cek penulangan pada half slab	
	NIP -

PERSETUJUAN HASIL REVISI			
Dosen Penguji 1	Dosen Penguji 2	Dosen Penguji 3	Dosen Penguji 4
 Ir. Akhmad Yusuf Zuhdy, PG.Dipl.Plg.MRE NIP. 19610608 198601 1 001	 Aan Fauzi, ST. MT. NPP 1986101911090	NIP -	NIP -

Persetujuan Dosen Pembimbing Untuk Penjiilidan Buku Laporan Tugas Akhir Terapan	Dosen Pembimbing 1	Dosen Pembimbing 2
	 Raden Buyung Anugraha Affandhie, ST., MT. NIP. 19740203 200212 1 002	

***“Halaman ini sengaja dikosongkan”***

**Perhitungan Rencana Penjadwalan Waktu Dan Biaya  
Pada Pelaksanaan Pekerjaan Struktur Utama Dengan  
Metode Half Slab Pada Hotel Volendam Rotterdam  
Malang**

**Nama Mahasiswa** : Aping Nurfitri Rahma  
**NRP** : 1011181500018  
**Departemen** : Lanjut Jenjang Diploma IV  
Departemen Infrastruktur Sipil –  
Fakultas Vokasi ITS

**Dosen Pembimbing** : Raden Buyung Anugraha  
Affandhie, ST, MT.  
**NIP** : 19740203 200212 1 002

**ABSTRAK**

Pembangunan Proyek Hotel Volendam Rotterdam ini sejumlah 8 lantai termasuk lantai atap dengan struktur beton bertulang dengan luas lahan 4075,5 m<sup>2</sup> dan luas bangunan 1229 m<sup>2</sup> yang berada di jalan Panderman Hill, Malang. Proyek pembangunan ini merupakan proyek dengan menggunakan struktur beton yang dilakukan dengan metode pengecoran *Half Slab Precast* yaitu setengah pelat yang dicor ditempat dan pelat precast.

Untuk perhitungan rencana anggaran biaya pelaksanaan dianalisis terlebih dahulu sesuai dengan standar harga kota Malang, harga survey dan juga harga brosur perusahaan alat berat dan material. Dalam menentukan biaya maka dilakukan analisa antara literatur yang digunakan maupun peraturan yang berlaku untuk mendapatkan kesesuaian dengan kondisi pelaksanaan lapangan. Sedangkan pada perhitungan waktu pelaksanaan dilakukan analisa mulai dari kapasitas produksi, produktivitas, durasi dan penyusunan jadwal setiap pekerjaan dimana hal ini dilakukan dengan metode PDM menggunakan alat bantu *Microsoft Project*.

Berdasarkan hasil analisa didapat rencana anggaran pelaksanaan untuk pembangunan Hotel Volendam Rotterdam Malang dengan metode *Half slab Precast* sebesar Rp. 14.574.126.695 (Empat Belas Milyar Lima Ratus Tujuh Puluh Empat Juta Seratus Dua Puluh Enam Ribu Enam Ratus Sembilan Puluh Lima Rupiah) dengan waktu pelaksanaan proyek selama 365 hari kerja.



## **Implementation Time Scheduling and Budget of Main Work on Slab Using Half Slab Method in Hotel of Volendam Rotterdam Malang**

**Name** : Aping Nurfitri Rahma  
**NRP** : 10111815000018  
**Department** : Lanjut Jenjang Diploma IV  
Departemen Infrastruktur Sipil –  
Fakultas Vokasi ITS

**Counsellor Lecturer** : Raden Buyung Anugraha  
Affandhie, ST, MT.  
**NIP** : 19740203 200212 1 002

### **ABSTRACT**

The construction of the Rotterdam Volendam Hotel Project consists of 8 floors including a roof with reinforced concrete structures with a land area of 4075.5 m<sup>2</sup> and a building area of 1229 m<sup>2</sup> located on Panderman Hill road, Malang. This construction project is a project using concrete structures carried out by the Precast Half Slab casting method, which is half the plate casted in place and precast plates.

For the calculation of the implementation of the budget plan analyzed first in accordance with the standard price of the city of Malang, the price of the survey and also the price of company brochures of heavy equipment and materials. In determining the costs, an analysis is carried out between the literature used and the applicable regulations to get conformity with the conditions of the field implementation. While the calculation of the implementation time is analyzed starting from the production capacity, productivity, duration and scheduling of each work where this is done by using the PDM method using Microsoft Project tools.

Based on the results of the analysis obtained by the budget plan for the construction of the Volendam Hotel in Malang Malang with the Half slab Precast method of Rp. 14.574.126.695 (Fourteen Billion Five Hundred

Seventy Four Million One Hundred Twenty Six Thousand Six Hundred Ninety Five Rupiahs) with the project implementation time of 365 working days.

## KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Wr. Wb.

Syukur alhamdulillah senantiasa kami haturkan kehadiran Allah SWT atas segala rahmat, hidayah, dan karunia-Nya kepada kami. Shalawat serta salam yang selalu tercurah kepada Nabi Muhammad SAW, sehingga kami dapat menyelesaikan dan menyusun Tugas Akhir Terapan ini dengan baik.

Tersusunnya Tugas Akhir Terapan yang berjudul **“Perhitungan Rencana Penjadwalan Waktu Dan Biaya Pada Pelaksanaan Pekerjaan Struktur Utama Dengan Metode Half Slab Pada Hotel Volendam Rotterdam Malang”** juga tidak terlepas dari dukungan dan motivasi berbagai pihak yang banyak membantu dan memberi masukan serta arahan kepada kami. Untuk itu kami sampaikan terima kasih terutama kepada :

1. Kedua orang tua tercinta sebagai penyemangat terbesar dari kami yang telah banyak memberi dukungan secara materi maupun moral berupa doa.
2. Bapak Buyung selaku dosen pembimbing yang telah banyak memberikan masukan, kritik dan saran dalam penyusunan Tugas Akhir Terapan ini.
3. Teman-teman mahasiswa LJ D4 Teknik Sipil angkatan 2018 dan semua pihak yang tidak dapat kami sebutkan satu per satu yang telah membantu kami dalam penyelesaian proyek akhiri ini

Saya menyadari bahwa dalam penyusunan tugas akhir ini masih terdapat banyak kekurangan dan masih jauh dari sempurna. Untuk itu saya mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi kesempurnaan Tugas Akhir Terapan ini.

Semoga pembahasan yang kami sajikan dapat memberi manfaat bagi pembaca dan semua pihak, Amin.  
Wassalamualaikum Wr. Wb.

Surabaya, Juli 2019

Penulis

## DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN .....	v
KATA PENGANTAR .....	xi
DAFTAR ISI .....	xiii
DAFTAR GAMBAR .....	xx
DAFTAR TABEL .....	xxiii
<b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
<b>1.1. Latar Belakang.....</b>	<b>1</b>
<b>1.2. Rumusan Masalah .....</b>	<b>2</b>
<b>1.3. Tujuan.....</b>	<b>2</b>
<b>1.4. Batasan Masalah.....</b>	<b>3</b>
<b>1.5. Manfaat.....</b>	<b>3</b>
<b>1.6. Lokasi Proyek.....</b>	<b>4</b>
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>7</b>
<b>2.1. Umum.....</b>	<b>7</b>
<b>2.2. Perencanaan <i>Plat Half Slab</i>.....</b>	<b>7</b>
<b>2.2.1. Perencanaan Tebal <i>Half Slab</i>.....</b>	<b>7</b>
<b>2.2.2. Analisa Pembebanan dan Momen <i>Ultimate</i> .....</b>	<b>7</b>
<b>2.2.3. Analisa Perencanaan <i>Half Slab Precast</i> .....</b>	<b>9</b>
<b>2.2.4. Perencanaan Titik Angkat .....</b>	<b>9</b>
<b>2.2.5. Perencanaan Tulangan <i>Half Slab Precast</i> .....</b>	<b>13</b>

2.2.5.1.	Perencanaan Pengangkatan Plat <i>Precast</i>	13
2.2.5.2.	Perencanaan Penumpukan Plat <i>Precast</i> .	15
2.2.5.3.	Perencanaan Plat <i>Precast</i> Sebelum Komposit	17
2.2.5.4.	Perencanaan Plat <i>Precast</i> Setelah Komposit	19
2.2.5.5.	Perencanaan Tulangan Geser.....	22
2.2.5.6.	Perencanaan Panjang Penyaluran.....	22
2.2.5.7.	Perencanaan Tulangan Angkur.....	22
2.3.	Item Pekerjaan.....	23
2.4.	Perhitungan Volume Tiap Item Pekerjaan.....	24
2.4.1.	Pekerjaan Persiapan.....	24
2.4.2.	Pekerjaan Struktur Bawah.....	25
2.4.3.	Pekerjaan Struktur Atas.....	31
2.4.3.1.	Pekerjaan <i>Scaffolding</i> .....	31
2.4.3.2.	Pekerjaan Bekisting Kayu.....	32
2.4.3.3.	Pekerjaan Pembesian.....	35
2.5.	Metode Pelaksanaan.....	40
2.5.1.	Pekerjaan Persiapan.....	40
2.5.2.	Pekerjaan Struktur Bawah.....	40
2.5.3.	Pekerjaan Struktur Atas.....	58
2.6.	Perhitungan Durasi Tiap Pekerjaan.....	67
2.6.1.	Pekerjaan Persiapan.....	67
2.6.2.	Pekerjaan Struktur Bawah.....	68

2.6.2.1.	Durasi Pekerjaan Tiang Pancang.....	68
2.6.2.2.	Durasi Pekerjaan Galian Tanah.....	73
2.6.2.3.	Durasi Bekisting Batako.....	81
2.6.3.	Pekerjaan Struktur Atas .....	82
2.7.	Perhitungan Biaya .....	86
2.8.	Kurva S (Hannum Curve).....	87
2.9.	Penjadwalan Proyek.....	88
2.10.	Keselamatan dan Kesehatan Kerja Konstruksi.....	92
2.11.	Pengendalian Mutu.....	92
<b>BAB III METODOLOGI.....</b>		<b>95</b>
3.1.	Umum.....	95
3.2.	Pengumpulan Data .....	95
3.2.1.	Data Primer .....	95
3.2.2.	Data Sekunder.....	95
3.3.	Pengolahan Data .....	95
3.3.1.	Analisa Plat <i>Precast</i> .....	95
3.3.2.	Metode Plat <i>Precast</i> .....	96
3.3.3.	Menyusun Item Pekerjaan.....	96
3.3.4.	Menghitung Volume Pekerjaan.....	96
3.3.5.	Menghitung Produktivitas Pekerjaan.....	97
3.3.6.	Menghitung Biaya Pelaksanaan .....	97
3.3.7.	Menghitung Waktu Pelaksanaan .....	97
3.4.	Hasil Pembahasan.....	97

3.5.	<b>Kesimpulan</b> .....	97
3.6.	<b>Flow Chart Metodologi</b> .....	98
<b>BAB IV DATA PROYEK</b> .....		101
4.1.	<b>Data Umum</b> .....	101
4.2.	<b>Lokasi Proyek</b> .....	101
4.3.	<b>Data-Data Bangunan</b> .....	102
4.3.1.	<b>Data Fisik Bangunan</b> .....	102
4.3.2.	<b>Data Material Bangunan</b> .....	105
4.4.	<b>Volume Pekerjaan</b> .....	105
<b>BAB V PERHITUNGAN PLAT PRECAST</b> .....		123
5.1.	<b>Perencanaan Plat <i>Half Slab</i></b> .....	123
5.1.1.	<b>Data Perencanaan Pelat Precast</b> .....	124
5.2.	<b>Kontrol Tegangan saat Penumpukan</b> .....	126
5.3.	<b>Perhitungan Tulangan Pelat Pracetak</b> .....	128
5.3.1.	<b>Kondisi Saat Pengangkatan</b> .....	128
5.3.2.	<b>Kondisi Sebelum Komposit</b> .....	141
5.3.3.	<b>Kondisi Sesudah Komposit (Pelat P1)</b> .....	150
5.4.	<b>Pembesian Untuk Overtopping</b> .....	160
5.5.	<b>Rekapitulasi Penulangan <i>Half Slab Precast</i></b> .....	161
<b>BAB VI METODE PELAKSANAAN</b> .....		164
6.1.	<b>Pekerjaan Persiapan</b> .....	164
6.1.1.	<b>Pekerjaan Uitzet ( Pengukuran)</b> .....	164
6.1.2	<b>Pekerjaan Pemagaran</b> .....	166



6.1.3 Pekerjaan Direksi Kiet .....	166
6.2. Pekerjaan Struktur Bawah .....	167
6.2.1. Pemancangan .....	169
6.2.2 Galian Poer .....	172
6.2.3 Pemotongan Tiang Pancang .....	172
6.2.4 Bekisting Batako Poer .....	173
6.2.5 Cor Lantai Kerja Bawah Poer dan Sloof.....	173
6.2.6 Pembesian Pilecap.....	173
6.2.7 Pengecoran Pilecap .....	173
6.2.8 Bekisting Batako Sloof.....	174
6.3. Pekerjaan Struktur Atas .....	174
6.3.1 Pekerjaan Pembesian .....	174
6.3.2 Pekerjaan Bekisting .....	176
6.3.3. Pekerjaan Pengecoran .....	178
6.3.4 Pekerjaan Precast .....	180
6.4. Pekerjaan Tangga.....	184
6.4.1 Pemasangan Bekisting Tangga .....	185
6.4.2 Pembesian Tangga .....	186
6.4.3 Pengecoran Tangga.....	186
6.4.4 Bongkar Bekisting Tangga.....	187
6.5. Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3) .....	188
6.6 Pengendalian Mutu.....	189
<b>BAB VII PERHITUNGAN WAKTU DAN BIAYA .....</b>	<b>190</b>

<b>7.1</b>	<b>Pekerjaan Persiapan.....</b>	<b>190</b>
	<b>7.1.1 Pekerjaan Uitzet ( Pengukuran).....</b>	<b>190</b>
	<b>7.1.2 Pekerjaan Pemagaran .....</b>	<b>192</b>
	<b>7.1.3 Pekerjaan Bowplank .....</b>	<b>196</b>
	<b>7.1.4 Pekerjaan Direksi Kiet.....</b>	<b>199</b>
<b>7.2</b>	<b>Pekerjaan Struktur Bawah.....</b>	<b>199</b>
	<b>7.2.1 Pemancangan .....</b>	<b>202</b>
	<b>7.2.2 Galian Poer.....</b>	<b>206</b>
	<b>7.2.3 Pemotongan Tiang Pancang .....</b>	<b>210</b>
	<b>7.2.4 Pekerjaan Lantai Kerja Pilecap dan Sloof.....</b>	<b>211</b>
	<b>7.2.5 Bekisting Batako Poer dan Sloof.....</b>	<b>215</b>
	<b>7.2.6 Pembesian Pilecap dan Overstek Kolom..</b>	<b>218</b>
	<b>7.2.7 Pembesian Sloof .....</b>	<b>221</b>
	<b>7.2.8 Pengecoran Pilecap.....</b>	<b>225</b>
	<b>7.2.9 Pengecoran Sloof.....</b>	<b>231</b>
	<b>7.2.10 Pembesian Kolom lantai LG 5 Zona 1.....</b>	<b>237</b>
	<b>7.2.11 Bekisting Kolom lantai LG 5 Zona 1 .....</b>	<b>241</b>
	<b>7.2.12 Pengecoran Kolom lantai LG 5 Zona 1 .....</b>	<b>244</b>
<b>7.3</b>	<b>Pekerjaan Struktur Lantai LG 3 .....</b>	<b>246</b>
	<b>7.3.1 Pekerjaan Struktur Lantai LG 3 Zona 1.</b>	<b>247</b>
<b>7.4</b>	<b>Pekerjaan Tangga.....</b>	<b>273</b>
	<b>7.5.1 Pemasangan Bekisting Tangga.....</b>	<b>273</b>
	<b>7.5.2 Pembesian Tangga.....</b>	<b>275</b>

7.5.3 Pengecoran Tangga.....	276
7.5.4 Bongkar Bekisting Tangga.....	278
<b>BAB VIII KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>280</b>
8.1 Kesimpulan.....	280
8.2 Saran .....	280
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>282</b>

***“ Halaman ini sengaja dikosongkan ”***

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Denah Gambar Bangunan .....	i
Gambar 1. 2 Lokasi Proyek .....	4
Gambar 1. 3 Gambar Tampak Potongan Bangunan .....	4
Gambar 1. 4 Gambar Tampak 3D Bangunan .....	5
Gambar 2. 1 Posisi Titik Angkat pada Plat <i>Precast</i> untuk 4 Buah Titik Angkat .....	10
Gambar 2. 2 Posisi Titik Angkat pada Plat <i>Precast</i> untuk 8 Buah Titik Angkat .....	11
Gambar 2. 3 Pengangkuran Tulangan Angkat Plat <i>Precast</i> .....	23
Gambar 2. 4 Detail Panjang Penyaluran Kait Standar .....	37
Gambar 2. 5 <i>Site Plan</i> Proyek.....	40
Gambar 2. 6 HSPD ZYJ 120 TON .....	41
Gambar 2. 7 Excavator Type Komatsu PC 200-6.....	47
Gambar 2. 8 Mitsubishi 120 PS .....	49
Gambar 2. 9 Stamper type MT-72FW .....	50
Gambar 2. 10 <i>Bar Bender</i> .....	52
Gambar 2. 11 <i>Truck Mixer</i> .....	54
Gambar 2. 12 <i>Concrete Pump</i> .....	54
Gambar 2. 13 <i>Truck Mixer</i> .....	57
Gambar 2. 14 <i>Compressor</i> .....	58
Gambar 2. 15 <i>Scaffolding</i> .....	60
Gambar 2. 16 Contoh Kurva S .....	88
Gambar 2. 17 Hubungan Antar Kegiatan - Kegiatan.....	89
Gambar 2. 18 Contoh Konstrain FS.....	90
Gambar 2. 19 Contoh Konstrain SS.....	90
Gambar 2. 20 Contoh Konstrain FF.....	91
Gambar 2. 21 Contoh Konstrain SF.....	91
Gambar 3. 1 Bagan Alir Metodologi .....	100
Gambar 4. 1 Lokasi Proyek Tampak Atas.....	101

Gambar 4. 2 Lokasi Proyek .....	102
Gambar 5.1 Potongan Pelat dan Balok .....	123
Gambar 5.2 Model Pelat Half Slab .....	124
Gambar 5.3 Denah Pelat .....	124
Gambar 5.4 Sketsa Tumpuan Penumpukan Pelat .....	127
Gambar 5.5 Sketsa Penulangan Pelat X saat Pengangkatan.....	129
Gambar 5.6 Sketsa Penulangan Pelat Arah Y saat Penulangan .....	133
Gambar 5.7 Diagram Tulangan Pelat Pracetak .....	135
Gambar 5.8 Titik Pengangkatan Pelat Precast .....	138
Gambar 6.1 site plan .....	168
Gambar 6.2 Pengelompokan Zona.....	171
Gambar 6.3 <i>Bar Cutter</i> .....	176
Gambar 6.4 <i>Bar Bender</i> .....	176
Gambar 6.5 Pengangkatan Tulangan Menggunakan Tower Crane .....	177
Gambar 6.6 Pengangkatan Bekisting kolom menggunakan Tower crane .....	177
Gambar 6.7 Pengiriman Beton Precast .....	181
Gambar 6.8 Mode Transportasi Menggunakan Truck .....	181
Gambar 6.9 Penyimpanan komponen precast .....	184
Gambar 6.10 Penumpukan Komponen Precast .....	184
Gambar 6.11 Pengangkatan dan Pemasangan komponen Precast .....	185
Gambar 6.12 Bekisting tangga .....	186
Gambar 6.13 Peralatan APD .....	189

## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Daftar besi tulangan dan ukurannya dalam mm yang terdapat dipasaran .....	27
Tabel 2. 2 Ukuran dan Toleransi Batako Standar .....	28
Tabel 2. 3 Keperluan mortar untuk 1000 buah batako, dengan tebal dinding 1 ½ batu ( $\pm$ 30 cm.....)	29
Tabel 2. 4 Bahan yang digunakan untuk campuran 1 m <sup>3</sup> mortar atau spesi yang terdiri dari semen dan pasir.....	30
Tabel 2. 5 Perkiraan Keperluan Kayu untuk Cetakan Beton untuk Luas Cetakan 10 m <sup>2</sup> .....	32
Tabel 2. 6 Detail Kait dan Penyaluran Kait Standar .....	36
Tabel 2. 7 Detail Kait untuk Sengkang.....	37
Tabel 2. 8 Daftar Besi Tulangan dan Ukurannya Dalam mm yang Terdapat Dipasaran .....	38
Tabel 2. 9 Spesifikasi Hammer Series V20A .....	41
Tabel 2. 10 Kapasitas galian dengan menggunakan tenaga buruh.....	44
Tabel 2. 11 Kapasitas Angkut, Jarak Ekonomis, Waktu Memuat dan Membongkar Serta Kecepatan Angkut.....	45
Tabel 2. 12 Faktor Bucket Ekskavator.....	47
Tabel 2. 13 Faktor efisiensi kerja.....	48
Tabel 2. 14 Faktor efisiensi kerja.....	48
Tabel 2. 15 Spesifikasi dump truck .....	49
Tabel 2. 16 Spesifikasi Stamper type MT- 72FW .....	51
Tabel 2. 17 Spesifikasi <i>Concrete Pump</i> Model .....	54
Tabel 2. 18 Keperluan Jam Kerja Buruh Untuk Pengukuran .....	67
Tabel 2. 19 Kapasitas Produksi Tiang Pancang Dengan Tahanan Geser Rata-Rata .....	69
Tabel 2. 20 Kapasitas Rata-Rata Dari Alat-Alat Berat Penggali .....	73

Tabel 2. 21 Kapasitas angkut, jarak ekonomis, waktu memuat dan membongkar serta kecepatan angkut. ....	75
Tabel 2. 22 Kapasitas angkut, jarak ekonomis, waktu memuat dan membongkar serta kecepatan angkut. ....	78
Tabel 2. 23 Faktor Kondisi Alat .....	79
Tabel 2. 24 Faktor Operator dan Mekanik .....	80
Tabel 2. 25 Faktor Cuaca .....	80
Tabel 2. 26 Keperluan tenaga kerja untuk pemasangan concrete block .....	81
Tabel 4. 1 Rekapitulasi Volume Pekerjaan .....	105
Tabel 5. 1 Rekap Penulangan <i>Half Slab Precast</i> .....	161



# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Pembangunan hotel Volendam Rotterdam terletak di jalan Panderman Hill Batu Malang, tempat yang strategis karena dekat dengan tempat wisata yaitu Jawa Timur Park 2.

Dalam melaksanakan pekerjaan pembangunan hotel Volendam Rotterdam diperlukan pemilihan suatu metode dalam pelaksanaannya karena metode pelaksanaan yang tepat dapat memberikan hasil yang maksimal terutama jika ditinjau dari segi biaya maupun waktu. Akses jalan yang tersedia sempit, dana dan waktu yang tersedia terbatas, maka seharusnya dipilih metode pelaksanaan pekerjaan yang paling efektif, efisien dan ramah lingkungan.

Salah satu usaha yang dilakukan oleh pengelola proyek adalah mengganti cara – cara konvensional menjadi lebih modern, yaitu dengan cara penerapan beton pracetak *half slab*. Dengan menggunakan metode beton plat *precast* maka waktu dan biaya dapat di hemat. Pada penggunaan metode konvensional menggunakan tulangan konvensional dan bekisting dari kayu. Sehingga membutuhkan waktu yang relatif lama.

Penggunaan metode *half slab* ini sangat menguntungkan , karena dapat mengurangi beban yang harus ditanggung dengan alat berat dalam pengangkutan pelat beton pracetak, topping dalam metode ini digunakan untuk menyambung antar plat satu dengan lainnya, sehingga beban dapat ditanggung plat merata, dengan metode ini plat lebih kedap air dan kedap suara. Kelebihan dari metode ini juga adalah bekisting kayu dapat dihemat karena plat yang berada di bawah difungsikan sebagai bekisting untuk pengecoran plat

beton konvensional. Dalam penggunaan plat precast kondisi proyek akan lebih bersih.

### **1.2. Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang , maka rumusan masalah pada penelitian ini adalah :

1. Bagaimana melakukan perencanaan *half slab precast* yang mempunyai kinerja sama dengan plat beton eksisting pada Hotel Volendam Rotterdam Malang?
2. Bagaimana metode pelaksanaan beton *precast* pada Hotel Volendam Rotterdam Malang?
3. Bagaimana merencanakan waktu pelaksanaan pada Hotel Volendam Rotterdam Malang dengan menggunakan metode plat *half slab*?
4. Bagaimana menghitung rencana anggaran biaya (RAB) Hotel Volendam Rotterdam Malang dengan menggunakan metode plat *half slab*?

### **1.3. Tujuan**

Tujuan dari penulisan ini adalah :

1. Untuk mengetahui perencanaan *half slab precast* yang mempunyai kinerja sama dengan plat beton eksisting pada Hotel Volendam Rotterdam Malang.
2. Untuk mengetahui metode pelaksanaan beton *precast* pada Hotel Volendam Rotterdam Malang.
3. Untuk mengetahui waktu pelaksanaan pada Hotel Volendam Rotterdam Malang dengan menggunakan metode plat *half slab*.
4. Untuk mengetahui rencana anggaran biaya (RAB) Hotel Volendam Rotterdam Malang dengan menggunakan metode plat *half slab*.

#### **1.4. Batasan Masalah**

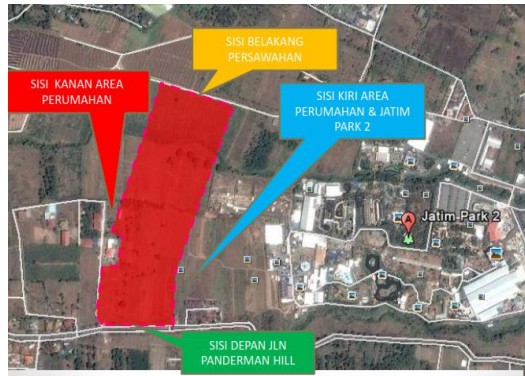
Berdasarkan judul penulisan yang menjadi pokok bahasan adalah analisa terhadap metode perhitungan *half slab* pada plat lantai beton struktur Hotel Volendam Rotterdam Malang Dengan pertimbangan, maka penulis perlu membatasi tulisan ini :

1. Perencanaan *precast* hanya dilakukan di plat saja, balok masih di cor ditempat.
2. Perhitungan hanya meliputi aspek waktu dan biaya
3. Objek gedung yang di analisa adalah Hotel Volendam Rotterdam Malang.
4. Penggunaan metode *half slab* pada plat saja.
5. Desain teknis, perhitungan biaya konstruksi dan waktu pelaksanaan hanya untuk pekerjaan *half slab* saja.
6. Tidak menghitung analisa struktur yang ditimbulkan pada pergantian metode.
7. Pekerjaan K3 hanya pada pekerjaan *Precast* saja.

#### **1.5. Manfaat**

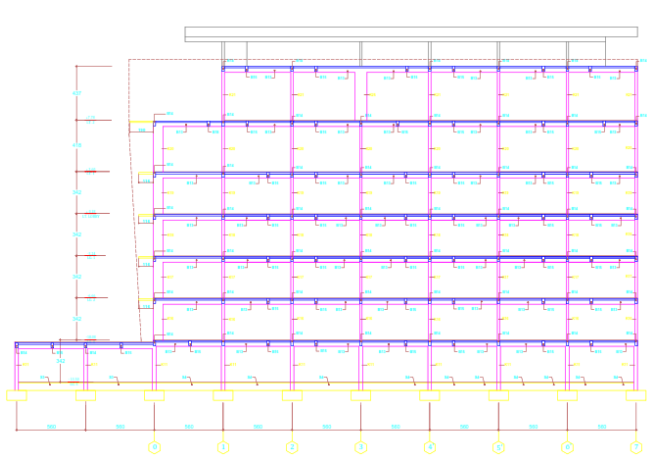
Manfaat dari pengerjaan proyek akhir ini adalah Perencanaan metode pelaksanaan menggunakan sistem *Half Slab* tersebut dapat dipertimbangkan pada pelaksanaan proyek untuk mempercepat waktu pelaksanaan pekerjaan plat sehingga tidak perlu menunggu umur beton hingga 28 hari.

## 1.6. Lokasi Proyek



Sumber : Metode Proyek Holland Park Condotel

Gambar 1. 1 Lokasi Proyek



Sumber : Gambar kerja Hotel Volendam Rotterdam

Gambar 1. 2 Gambar Tampak Potongan Bangunan



Sumber : Metode Holland Park Condotel  
Gambar 1. 3 Gambar Tampak 3D Bangunan

***“Halaman ini sengaja dikosongkan”***

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1. Umum**

Manajemen kontruksi merupakan suatu teknik yang digunakan untuk merencanakan, mengerjakan, dan mengendalikan aktivitas suatu proyek untuk mengetahui kendala waktu dan biaya proyek (Soeharto, 1999).

Pada penelitian sebelumnya menyatakan bahwa penggunaan beton precast mempunyai harga lebih murah bila dibandingkan dengan penggunaan beton cast in-situ, hal ini disebabkan oleh perbedaan metode pelaksanaan, jumlah alat yang digunakan, nilai formwork yang berpengaruh pada harga satuan pekerjaan. Selain mempunyai harga yang lebih murah, penggunaan beton precast mempunyai waktu yang lebih cepat dibandingkan menggunakan beton cast in-situ, hal ini disebabkan oleh hubungan antar pekerjaan (sequence) yang bisa dilakukan lebih awal sebelum pekerjaan sebelumnya selesai (Adi, 2011 : 66).

#### **2.2. Perencanaan *Plat Half Slab***

##### **2.2.1. Perencanaan Tebal *Half Slab***

Menurut SNI-2847-2013 tabel 9.5a perencanaan tebal *half slab precast* ditentukan dari tabel minimum pelat dalam kondisi utuh. Tebal pelat minimal dalam kondisi utuh diperoleh dengan rumus:

$$h_{min} = \frac{\ell}{20}$$

Untuk tegangan leleh rencana  $f_y$  400 Mpa dengan kondisi rencana pelat satu arah tertumpu sederhana.

##### **2.2.2. Analisa Pembebanan dan Momen *Ultimate***

Analisa pembebanan pada pelat lantai *precast* :

### 1. Beban Mati

Berdasarkan SNI 1727:2013 pasal 3.1.2 dalam menentukan berat bahan suatu konstruksi untuk menentukan berat mati gedung diperoleh dari keadaan yang sebenarnya, berikut ini adalah beban mati pelat lantai :

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

Keramik =  $20,5 \text{ kg/m}^3$

Spesi =  $5 \text{ kg/m}^2$

Plafon + penggantung =  $6,5 \text{ kg/m}^2$

Mekanikal + ducting =  $19 \text{ kg/m}^2$

### 2. Beban Hidup

Berdasarkan SNI 1727-2013 tabel 4-1, beban hidup yang direncanakan untuk bangunan hotel adalah sebagai berikut :

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

Koridor =  $479 \text{ kg/m}^2$

Reduksi untuk setiap lantainya disyaratkan apabila  $KLLAT \geq 37,16 \text{ m}^2$  (SNI 1772:2013 Pasal 4.7.2).

### 3. Kombinasi Beban

Kombinasi pembebanan yang digunakan berdasarkan SNI 2847-2013 pasal 9.2.1.  $Q = 1,2D + 1,6L$ .

### 4. Momen Pada Plat

Perhitungan momen-momen pada pelat lantai sesuai dengan peraturan SNI 2847-2013 pasal 8.3.3 sebagai berikut :

- Ujung Tak Menerus Terkekang

$$Mlx = \frac{1}{11} \times Q \times L \times 2$$

- Bentang Interior

$$Mly = \frac{1}{16} \times Q \times L \times 2$$



- Momen Negatif Dua Bentang

$$M_{ty} = \frac{1}{9} \times Q \times L \times 2$$

### 2.2.3. Analisa Perencanaan *Half Slab Precast*

Pada analisa dan perencanaan dilakukan dalam 3 tahap analisa sebagai berikut :

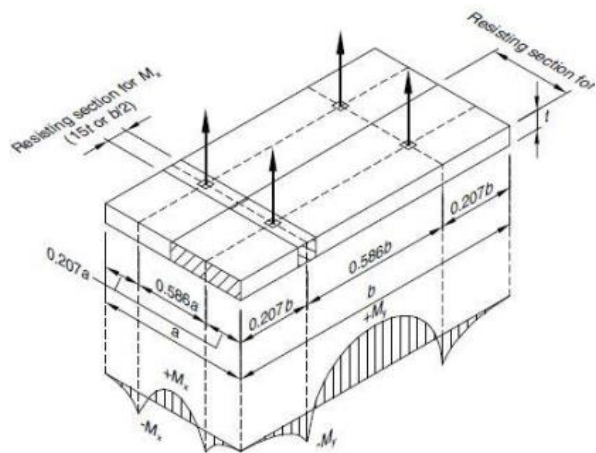
1. Analisa *Half Slab Precast* Sebelum Terpasang  
Pada kondisi ini, beban yang bekerja pada pelat pracetak adalah berat sendiri elemen pracetak.
2. Analisa *Half Slab Precast* Terpasang dan Beton Topping Dituang  
Saat pelat pracetak dipasang pada tumpuan, beban yang bekerja pada pelat pracetak adalah berat sendiri elemen pracetak, beban pekerja, dan beban beton yang dituang (kondisi 1).
3. Analisa *Half Slab Precast* dan *Topping* Saat Aksi Komposit Sudah Terjadi  
Saat pelat pracetak dipasang pada tumpuan, beban yang bekerja pada pelat pracetak adalah berat sendiri elemen pracetak saat komposit, beban mati tambahan dan beban hidup layan yang diberi faktor (1,2D + 1,6L) (kondisi 2).

### 2.2.4. Perencanaan Titik Angkat

Titik angkat harus diletakkan untuk menjaga elemen pracetak agar tegangan yang dipikulnya tidak melebihi batas dan untuk membuat elemen dapat diangkat. Menurut *PCI Design Handbook 7th Edition Chapter 8* ada beberapa titik angkat yang disyaratkan untuk mengangkat elemen dari cetakan maupun saat akan melakukan pemasangan. Jenis titik angkat pada plat tersebut dijelaskan sebagai berikut :

- Pengangkatan dengan 4 Titik Angkat
  - Momen maksimum 4 titik angkat :

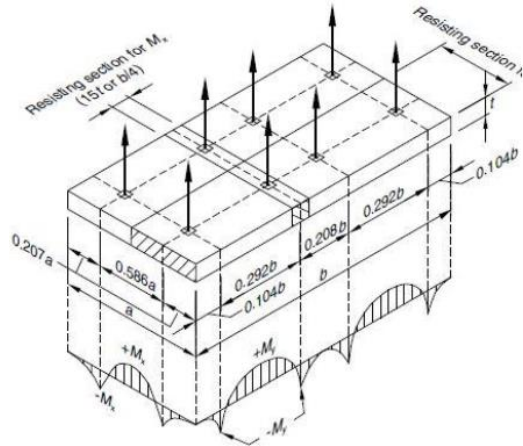
- + $M_x = -M_x = 0,0107 \times w \times a^2 \times b$
- + $M_y = -M_y = 0,0107 \times w \times a \times b^2$
- $M_x$  ditahan oleh penampang dengan lebar yang terkecil dan 15t atau  $b/2$
- $M_y$  ditahan oleh penampang dengan lebar  $a/2$



Sumber : PCI Handbook 7<sup>th</sup> Edition Precast and  
 Prestressed Concrete  
 Gambar 2. 1 Posisi Titik Angkat pada Plat  
*Precast* untuk 4 Buah Titik Angkat

- Pengangkatan dengan 8 Titik Angkat
  - Momen maksimum 8 titik angkat :
    - + $M_x = -M_x = 0,0054 \times w \times a^2 \times b$
    - + $M_y = -M_y = 0,0027 \times w \times a \times b^2$
  - $M_x$  ditahan oleh penampang dengan lebar yang terkecil dan 15t atau  $b/2$

- $M_y$  ditahan oleh penempatan dengan lebar  $a/2$



Sumber : PCI Handbook 7<sup>th</sup> Edition Precast and Prestressed Concrete  
 Gambar 2. 2 Posisi Titik Angkat pada Plat Precast untuk 8 Buah Titik Angkat

Dalam kondisi pengangkatan perlu dikontrol beberapa faktor yang terjadi :

- Kebutuhan Tulangan Angkat
  - Untuk luas tulangan perlu :

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

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

$$A_{v \min} = \frac{0,25 \sqrt{F_c'}}{F_y} \times b_w \times d_x = \frac{1,4 \times b_w \times d_x}{F_y}$$

- Untuk luas tulangan maksimum sesuai dengan SNI 2847-2013 lampiran B.8.4.2-

B.8.4.3, disediakan tidak lebih besar dari dibawah ini :

$$\rho b = 0,75 x \left( \frac{0,85 x \beta x Fc'}{Fy} \right) x \left( \frac{600}{600 + Fy} \right)$$

- Syarat :  $A_v \min < A \text{ perlu} < A \text{ max}$
- Perhitungan Jarak Tulangan :

$$S_{\text{perlu}} = \frac{0,25 x \lambda x \phi^2 x b}{A_s \text{ perlu}}$$

- Syarat :  $S_{\text{max}} \leq 3h$  atau 450 mm (SNI 2847-2013 Pasal 10.5.4)
- Dengan perlu dikontrol :  $A_s \text{ pasang} > A_s \text{ perlu}$

- Kontrol Reduksi

- Tinggi blok tegangan persegi ekuivalen :

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

- Jarak dari serat tekan ke sumbu netral :

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

- Regangan Tarik :

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

- Sehingga

$$\phi Mn = \phi x A_s \text{ pasang} x Fy x (dx - 0,5a)$$

$$\text{Syarat : } \phi Mn > Mu$$

- Kontrol Terhadap Geser

$$Vu = qu x \frac{sn}{2} x dx > 0,5 x \phi Vc$$

$$= 0,5 x (\phi x 0,17 x \lambda x \sqrt{Fc'} x b c dx)$$

- Kontrol Retak

$$Mcr = \frac{fr x ig}{yt} \quad \text{syarat : } Mcr > Mu$$

- Kontrol Tegangan Akibat Pengangkatan

$$\sigma \text{ max} = \frac{Mu x c}{I} x \frac{P}{b x t} < fr$$

$$= 0,52 x \lambda x \sqrt{Fc'}$$

- Dimensi Angkur :  $d = \sqrt{\frac{4p}{\phi x f_y}}$
- Kontrol Lentutan  
Berdasarkan SNI 2847-2013 batasan untuk lentutan adalah  $l/240$  sehingga :  
$$\Delta t = \frac{5 x q x l^4}{384 x Ec x le} < \frac{l}{240}$$
- Kontrol Penumpukan  
Penumpukan direncanakan dengan 2 tumpuan sehingga kontrol tegangan yang terjadi :  
$$\sigma_x = \frac{M_x}{My} < f_r ; \sigma_y = \frac{M_y}{My} < f_r$$

## 2.2.5. Perencanaan Tulangan *Half Slab Precast*

### 2.2.5.1. Perencanaan Pengangkatan Plat

#### *Precast*

Beban yang terjadi ketika sebelum komposit akibat pengangkatan adalah beban sendiri pelat dan beban pekerja, sehingga momen ultimate yang terjadi adalah :

$$Mu = \frac{1}{8} x q u x l^2$$

Dalam kondisi pengangkatan perlu dikontrol beberapa faktor yang terjadi :

- Kebutuhan Tulangan Angkat
  - Untuk luas tulangan perlu :
    - $d = H - \text{tebal selimut beton} - \frac{1}{2}\phi^2$
    - $R_n = \frac{M_n}{\phi x b x d^2}$
    - $m = \frac{F_y}{0,85 x f_c'}$
    - $\rho b = \left( \frac{0,85 x \beta x F_c'}{F_y} \right) x \left( \frac{600}{600 + F_y} \right)$

$$\rho_{perlu} = \frac{1}{m} x \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2m x Rn}{F_y}} \right)$$

- Untuk luas tulangan maksimum sesuai dengan SNI 2847-2013 lampiran B.8.4.2-B.8.4.3, disediakan tidak lebih besar dari dibawah ini :

$$\rho_{max} = 0,75 x \rho_b$$

Dan tidak boleh kurang dari :

$$\rho_{min} = \frac{1,4}{f_y}$$

Bila  $\rho_{min} > \rho_{perlu}$  maka  $\rho_{perlu}$  harus ditambah 30% dari  $\rho_{perlu}$  (SNI 2847-2013 pasal 10.5.3).

- Luas Tulangan Perlu

$$A_s \text{ perlu} = \rho_{perlu} x b x d$$

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

$$A_v \text{ min} = \frac{0,25 \sqrt{F_c'}}{F_y} x b_w x d_x \text{ dan}$$

$$A_v \text{ min} = \frac{1,4 x b_w x d_x}{F_y}$$

Syarat :  $A_v \text{ min} < A_s \text{ perlu}$

- Perhitungan Jarak Tulangan :

$$S_{perlu} = \frac{0,25 x \lambda x \phi^2 x b}{A_s \text{ perlu}}$$

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

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

• Kontrol Reduksi

- Tinggi blok tegangan persegi ekuivalen :

$$a = \frac{A_s \text{ pasang} x F_y}{0,85 x F_c' x b}$$

- Jarak dari serat tekan ke sumbu netral:

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

- Regangan Tarik :

$$\varepsilon_t = \left( 0,003 \times \frac{dx}{c} \right) - 1$$

- Sehingga

$$\varphi M_n = \varphi \times A_s \text{ pasang} \times F_y \times (dx - 0,5a)$$

$$\text{Syarat : } \varphi M_n > M_u$$

- Kontrol Terhadap Geser

$$V_u = q_u \times \frac{sn}{2} \times dx > 0,5 \times \varphi V_c$$

$$= 0,5 \times \varphi \times 0,17 \times \lambda \times \sqrt{F_c'} \times b \times c \times dx$$

- Kontrol Retak

$$M_{cr} = \frac{f_r \times I_g}{y_t} \quad \text{syarat : } M_{cr} > M_u$$

- Kontrol Tegangan Akibat Pengangkatan

$$\sigma_{max} = \frac{M_u \times c}{I} \times \frac{P}{b \times t} < f_r$$

$$= 0,52 \times \lambda \times \sqrt{F_c'}$$

- Dimensi Angkur :  $d = \sqrt{\frac{4p}{\phi \times f_y}}$

- Kontrol Lendutan

Berdasarkan SNI 2847-2013 batasan untuk lendutan adalah  $l/240$  sehingga :

$$\Delta t = \frac{5 \times q \times l^4}{384 \times E_c \times I_e} < \frac{l}{240}$$

#### 2.2.5.2. Perencanaan Penumpukan Plat Precast

Pada tahap penumpukan ini perhitungan yang digunakan adalah sebagai berikut :

- a. Hitung berat beton *precast* sesuai dengan rencana, yaitu :

Volume beton bertulang ( $m^3$ ) x Berat Jenis beton bertulang ( $2400 \text{ kg}/m^3$ )

b. Merencanakan jumlah tumpukan beton *precast*.

c. Hitung berat total tumpukan dari beton *precast* tersebut, yaitu :

Berat beton *precast* (kg) x jumlah rencana tumpukan beton *precast*.

d. Merencanakan penyangga tumpukan beton *precast* yang menggunakan balok kayu dan hitung luas dari balok kayu tersebut.

e. Tegangan Tumpukan Beton *Precast* (SNI 03-2847-2002)

$$\sigma_{beton} = 4700 \sqrt{f_c''}$$

Namun rumus  $f_c''$  yang digunakan adalah nilai tegangan beton pada saat umur beton 4 hari, yaitu  $0,4 \times f_c'$  (PBBI 1971).

f. Tegangan Total Tumpukan Beton *Precast* =  $\frac{\text{Berat Total Tumpukan}}{\text{Luas balok kayu}}$

g. Kontrol Penumpukan

Penumpukan direncanakan dengan 2 tumpukan sehingga kontrol tegangan yang terjadi :

$$\sigma_x = \frac{M_x}{M_y} < f_r ; \sigma_y = \frac{M_y}{M_x} < f_r$$

Pada hasil akhir, kontrol penumpukan harus membandingkan nilai tegangan total tumpukan *precast* dengan  $\sigma_{beton \text{ precast}}$  yang berumur 4 hari.



### 2.2.5.3. Perencanaan Plat Precast Sebelum Komposit

Beban yang terjadi ketika sebelum komposit adalah beban sendiri pelat dan beban pekerja, sehingga momen ultimate yang terjadi adalah :

$$Mu = \frac{1}{8} \times qu \times l^2$$

a. Kebutuhan Tulangan Sebelum Komposit

- Untuk Luas Tulangan Perlu :
  - $d = H - \text{tebal selimut beton} - \frac{1}{2}\phi^2$
  - $Rn = \frac{Mn}{\phi \times b \times d^2}$
  - $m = \frac{Rn}{0,85 \times f'c}$
  - $\rho b = \left( \frac{0,85 \times \beta \times f'c}{Fy} \right) \times \left( \frac{600}{600 + Fy} \right)$
  - $\rho_{perlu} = \frac{1}{m} \times \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2m \times Rn}{Fy}} \right)$
  - Untuk luas tulangan maksimum sesuai dengan SNI 2847-2013 lampiran B.8.4.2-B.8.4.3, disediakan tidak lebih besar dari dibawah ini :
    - $\rho_{max} = 0,75 \times \rho b$
  - Dan tidak boleh kurang dari :
    - $\rho_{min} = \frac{1,4}{fy}$
- Bila  $\rho_{min} > \rho_{perlu}$  maka  $\rho_{perlu}$  harus ditambah 30% dari  $\rho_{perlu}$  (SNI 2847-2013 pasal 10.5.3).
- Luas Tulangan Perlu
  - As perlu =  $\rho_{perlu} \times b \times d$

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

$$A_{v \min} = \frac{0,25 \sqrt{F_c'}}{F_y} x b_w x d \text{ dan}$$

$$A_{v \min} = \frac{1,4 x b_w x d}{F_y}$$

Syarat :  $A_{v \min} < A_{s \text{perlu}}$

- Perhitungan Jarak Tulangan :

$$S_{\text{perlu}} = \frac{0,25 x \lambda x \phi^2 x b}{A_{s \text{perlu}}}$$

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

Dengan perlu dikontrol :  $A_{s \text{pasang}} > A_{s \text{perlu}}$ .

#### b. Tulangan Susut

Perencanaan tulangan susut mengacu pada SNI 2847:2013 pasal 7.12 yaitu :

- $F_y = 400$  Mpa maka rasio yang digunakan adalah 0,0018
- $A_{\text{perlu}} = 0,0018 x b_w x h$
- Dengan perhitungan jarak tulangan :

$$S_{\text{perlu}} = \frac{0,25 x \lambda x \phi^2 x b}{A_{s \text{perlu}}}$$

Syarat spasi antar tulangan :

$S_{\max} \leq 5h$  atau 450 mm (SNI 03-2847-2013 Pasal 1.12.2.2).

#### c. Momen Tumpuan Saat Diatas Perancah

- Tinggi blok tegangan persegi ekuivalen :

$$a = \frac{A_{s \text{pasang}} x f_y}{0,85 x f_c' x b}$$

- Jarak dari serat tekan ke sumbu netral

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

- Regangan Tarik :

$$\varepsilon_t = \left( 0,003 \times \frac{dx}{c} \right) - 1$$

Sehingga

$$\varphi Mn = \varphi \times As \text{ pasang} \times Fy \times (dx - 0,5a)$$

Syarat :  $\varphi Mn > Mu$

- d. Kontrol Terhadap Geser

$$Vu = qu \times \frac{sn}{2} \times dx > 0,5 \times \varphi Vc$$

$$= 0,5 \times (\varphi \times 0,17 \times \lambda \times \sqrt{Fc'} \times b \times dx)$$

- e. Kontrol Retak

$$Mcr = \frac{fr \times ig}{yt} \quad \text{syarat : } Mcr > Mu$$

- f. Kontrol Lendutan

Berdasarkan SNI 2847:2013 batasan untuk lendutan adalah  $l/240$  sehingga :

$$\Delta t = \frac{5 \times q \times l^4}{384 \times Ec \times Ie} < \frac{l}{240}$$

#### 2.2.5.4. Perencanaan Plat *Precast* Setelah

##### Komposit

Beban yang terjadi ketika setelah komposit adalah beban sendiri pelat , berat beton overtopping dan beban hidup lantai, sehingga momen ultimate yang terjadi :

$$Mu = \frac{1}{8} \times qu \times l^2$$

- a. Kebutuhan Tulangan Sebelum Komposit

- Untuk Luas Tulangan Perlu :

- $d = H - \text{tebal selimut beton} - \frac{1}{2}\phi^2$

- $Rn = \frac{Mn}{\phi \times b \times d^2}$

- $m = \frac{Fy}{0,85 \times fc}$

- $\rho b = \left( \frac{0,85 \times \beta \times Fc'}{Fy} \right) \times \left( \frac{600}{600 + Fy} \right)$
  - $\rho_{perlu} = \frac{1}{m} \times \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2m \times Rn}{Fy}} \right)$
  - Untuk luas tulangan maksimum sesuai dengan SNI 2847-2013 lampiran B.8.4.2-B.8.4.3, disediakan tidak lebih besar dari dibawah ini :
    - $\rho_{max} = 0,75 \times \rho b$
- Dan tidak boleh kurang dari :
- $\rho_{min} = \frac{1,4}{fy}$

Bila  $\rho_{min} > \rho_{perlu}$  maka  $\rho_{perlu}$  harus ditambah 30% dari  $\rho_{perlu}$  (SNI 2847-2013 pasal 10.5.3).

- Luas Tulangan Perlu
  - As perlu =  $\rho_{perlu} \times b \times d$
  - Kontrol SNI 2847:2013 pasal 10.5.1 harus tersedia tidak boleh kurang dari:
    - $Av_{min} = \frac{0,25 \sqrt{Fc'}}{Fy} \times bw \times dx$  dan
    - $Av_{min} = \frac{1,4 \times bw \times dx}{Fy}$
  - Syarat :  $Av_{min} < As_{perlu}$
- Perhitungan Jarak Tulangan :
  - $S_{perlu} = \frac{0,25 \times \lambda \times \phi^2 \times b}{As_{perlu}}$
  - Syarat :  $S_{max} \leq 3h$  atau 450 mm (SNI 2847-2013 Pasal 10.5.4)
  - Dengan perlu dikontrol : As pasang > As perlu.

#### b. Tulangan Susut

Perencanaan tulangan susut dan suhu mengacu pada SNI 2847:2013 pasal 7.12 yaitu :

- $F_y = 400$  Mpa maka rasio yang digunakan adalah 0,0018
- $A_{perlu} = 0,0018 \times b_w \times h$
- Dengan perhitungan jarak tulangan :

$$S_{perlu} = \frac{0,25 \times \lambda \times \phi^2 \times b}{A_{s\ perlu}}$$

Syarat spasi antar tulangan :

$S_{max} \leq 5h$  atau 450 mm (SNI 03-2847-2013 Pasal 1.12.2.2).

c. Momen Tumpuan Saat Diatas Perancah

- Tinggi blok tegangan persegi ekuivalen :

$$a = \frac{A_{s\ pasang} \times f_y}{0,85 \times f_c' \times b}$$

- Jarak dari serat tekan ke sumbu netral

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

- Regangan Tarik :

$$\epsilon_t = \left( 0,003 \times \frac{dx}{c} \right) - 1$$

Sehingga

$$\phi M_n = \phi \times A_{s\ pasang} \times F_y \times (dx - 0,5a)$$

Syarat :  $\phi M_n > M_u$

d. Kontrol Terhadap Geser

$$V_u = q_u \times \frac{S_n}{2} \times dx > 0,5 \times \phi V_c$$

$$= 0,5 \times (\phi \times 0,17 \times \lambda \times \sqrt{F_c'} \times b \times dx)$$

e. Kontrol Retak

$$M_{cr} = \frac{f_r \times I_g}{y_t} \quad \text{syarat : } M_{cr} > M_u$$

f. Kontrol Lendutan

Berdasarkan SNI 2847:2013 batasan untuk lendutan adalah  $l/240$  sehingga :

$$\Delta t = \frac{5 \times q \times l^4}{384 \times E_c \times I_e} < \frac{l}{240}$$

#### 2.2.5.5. Perencanaan Tulangan Geser

1. Berdasarkan SNI 2847:2013 pasal 21.11.6, slab beton dan slab dengan lapisan atas komposit yang bekerja sebagai diafragma maka stuktur yang digunakan untuk menyalurkan gaya-gaya gempa tidak boleh kurang dari 50 mm, maka direncanakan lebar diafragma.
2. Perencanaan geser diafragma ini mengacu pada SNI 2847:2013 pasal 21.11.9, dimana untuk kuat geser nominal  $V_n$ , stuktural tidak boleh melebihi :

$$V_n = A_{cv} \times \left[ (0,17 \times \lambda \times \sqrt{F_c'}) + (\rho_t \times f_y) \right]$$

#### 2.2.5.6. Perencanaan Panjang Penyaluran

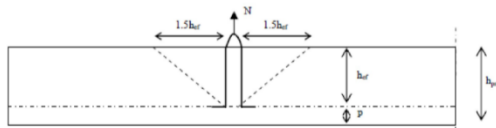
Menurut SNI 2847-2013 pasal 12.5.1 panjang penyaluran untuk batang tulangan dalam kondisi tarik lurus pada beton normal yaitu nilai terbesar dari tiga persamaan berikut ini :

- $L_{dh} > 8d_b$
- $L_{dh} > 150 \text{ mm}$
- $L_{dh} = \frac{100 \times d_b}{\sqrt{F_{c'}}} \times \frac{F_y}{400}$

#### 2.2.5.7. Perencanaan Tulangan Angkur

Analisa kekuatan angker ini digunakan untuk menentukan berapa dimensi angker yang digunakan agar mampu mengangkat beban elemen pelat pracetak pada saat pengangkatan. Analisa ini mengacu pada *PCI design handbook (Fig 5.2.7)*.

- $WF = a \times b \times t \text{ precast} \times b_j$  beton bertulang
- $T = WF/2$   
Dimana T merupakan berat total yang diterima oleh sling pada saat pengangkatan.
- $T \text{ Angker} = A_g \times F_y \times \emptyset$   
Dimana  $A_g$  merupakan luasan rencana ankur (stud) yang digunakan.



Sumber : PCI Handbook 7<sup>th</sup> Edition Precast and Prestressed Concrete

Gambar 2. 3 Pengangkatan Tulangan Angkat Plat *Precast*

Menurut *PCI Precast And Prestressed Concrete 7 Th Figure 6.5.1* panjang tulangan ankur setidaknya mencapai garis retak yang terjadi saat beton terjadi jebol (*breakout*) yang terbesar dari.

- $de = \frac{hef}{\tan 35}$  atau  $de = 1,5 \times hef$

### 2.3. Item Pekerjaan

Sebelum menghitung anggaran biaya dan waktu pelaksanaan, tahapan pertama yang harus dilakukan adalah menentukan item pekerjaan. Daftar item pekerjaan ini dilihat dari *Work Breakdown Structure* Perusahaan. Tujuan dilakukannya penentuan item pekerjaan ini adalah untuk memudahkan dalam proses penjadwalan sesuai dengan metode pelaksanaan, item pekerjaan yang ditinjau meliputi:

1. Pekerjaan persiapan
  - a. pekerjaan pengukuran
  - b. pekerjaan pemagaran
  - c. pekerjaan direksi kit, pos satpam, gudang material
2. Pekerjaan struktur bawah
  - a. Pemancangan
  - b. Pekerjaan galian
  - c. Pekerjaan pembuangan tanah ke luar proyek
  - d. Pemasangan tanah urugan
  - e. Pembesian pilecap & sloof
  - f. Bekisting batako
  - g. Pengecoran pilecap & sloof
3. Pekerjaan struktur atas
  - a. Pembesian kolom
  - b. Bekisting kolom
  - c. Pengecoran kolom
  - d. Pemasangan scaffolding
  - e. Pemasangan plat *Precast*
  - f. Pengecoran plat *Half slap*

## 2.4. Perhitungan Volume Tiap Item Pekerjaan

Berikut perhitungan volume pada tiap pekerjaan:

### 2.4.1. Pekerjaan Persiapan

Berikut ini adalah perhitungan volume untuk pekerjaan pengukuran.

- Luas lahan :  
 $L = \text{Panjang (m)} \times \text{Lebar (m)}$
- Keliling lahan :  
 $K = 2 \times [\text{Panjang (m)} + \text{Lebar (m)}]$
- Luas bangunan :  
 $L = \text{Panjang (m)} \times \text{Lebar (m)}$
- Keliling bangunan :  
 $K = 2 \times [\text{Panjang (m)} + \text{Lebar (m)}]$



Berikut ini adalah perhitungan volume kayu dan seng untuk pemagaran :

- Volume tiang vertikal :

$V = \text{dimensi tiang (m}^2) \times \text{tinggi (m)} \times \text{jumlah tiang}$

- Volume tiang horizontal :

$V = \text{dimensi tiang (m}^2) \times \text{tinggi (m)} \times \text{jumlah tiang}$

- Volume seng :

$$V = \frac{\text{Luas pagar (m}^2)}{\text{panjang seng (m)} \times \text{lebar seng (m)}}$$

#### 2.4.2. Pekerjaan Struktur Bawah

##### a. Pekerjaan Tiang Pancang

Berikut untuk menentukan volume tiang pancang :

Volume tiang pancang = jumlah titik tiang pancang

##### b. Pekerjaan Galian

Pada proyek Pembangunan Hotel Volendam Rotterdam Malang pekerjaan galian meliputi galian pile cap dan sloof.

- a. Karena pile cap berbentuk persegi panjang maka rumus untuk menghitung volume galian pile cap yaitu :

- Tinggi galian (m) = Tinggi pile cap (m) + tebal pasir padat (m) + tebal lantai kerja (m)

- Volume galian =  $V \text{ (m}^3) = ((\text{sisi} + (2 \times \text{lebar batu bata (m)})) \times \text{tinggi galian (m)})^2$

- b. Bentuk sloof bila dalam 3D berbentuk

balok, maka rumus galian sloof memakai rumus volume balok yaitu sebagai berikut :

- Tinggi galian (m) = H sloof (m) + tebal pasir padat (m) + tebal lantai kerja (m)

- Volume galian ( $m^3$ ) = (panjang - (2 x lebar batu bata)) (m) x (lebar + (2 x lebar batu bata)) (m) x tinggi galian (m)

**c. Pekerjaan Pembuangan Tanah ke Luar Proyek**

**d. Pekerjaan Pemasangan Tanah Urugan**

Urugan plat dalam hal ini yaitu urugan tanah bawah plat, urugan pasir dan sirtu atas pile cap, maka rumus urugan tanah :

- Volume urugan ( $m^3$ ) = luas plat ( $m^2$ ) x tebal urugan pasir padat (m)

**e. Pembesian Pilecap & Sloof**

Pembesian pada penulangan beton dihitung berdasarkan beratnya dalam kg atau ton. Para pelaksana biasanya membuat daftar khusus pembengkokan tulangan, panjang kaitan, serta pemotongannya. Hal ini dimaksudkan apabila ada sisa maka dapat dipakai untuk penulangan lainnya. Perhitungan volume tulangan pembesian ditentukan dengan menghitung seluruh panjang besi pada elemen struktur bangunan dan mengelompokkan berdasarkan jenis elemennya, seperti tulangan balok, kolom, pelat, poer, dll.

Tabel 2. 1 Daftar besi tulangan dan ukurannya dalam mm yang terdapat dipasaran

Diameter (mm)	Berat Kg per m	Luas Potongan (cm <sup>2</sup> )
6	0,222	0,28
8	0,359	0,50
10	0,627	0,79
12	0,888	1,13
14	1,208	1,54
16	1,578	2,01
19	2,226	2,84
22	2,984	3,80
25	3,853	4,91

Sumber : Analisa (cara modern) Anggaran Biaya Pelaksanaan oleh Ir. A Soedrajat. S halaman 90

Dari perhitungan panjang tulangan, dapat ditentukan jumlah kaitan, bengkokan, dan kebutuhan tulangan besi dengan satuan Kg

serta batang (12 m per batang) dengan rumus sebagai berikut :

- Volume besi dalam Kg

$$\text{Vol} = \text{Panjang total (m)} \times \text{berat (kg/m)}$$

- Volume besi dalam batang

$$\text{Vol} = \frac{\text{panjang total (m)}}{12 \text{ meter/batang}}$$

#### f. Pekerjaan Bekisting Batako

Batako yang digunakan untuk pekerjaan bekisting batako adalah batako yang berukuran 40 cm x 20 cm x 10 cm seperti pada tabel 2.1.

Tabel 2. 2 Ukuran dan Toleransi Batako Standar

Jenis	Ukuran Nominal, (mm)			Tebal Kelopak, minimum (mm)	
	Panjang	Lebar	Tebal	Luar	Dinding Pemisah Lubang
Tipis	400 ± 3	200 ± 3	100 ± 2	20	15
Sedang	400 ± 3	200 ± 3	150 ± 2	20	15
Tebal	400 ± 3	200 ± 3	200 ± 2	25	20

Sumber: Tabel 6-1 Persyarat Umum Bangunan Indonesia 1982

#### 1. Perhitungan Kebutuhan Batako pada Pile Cap

Cara menghitung kebutuhan bekisting batako pile cap sebagai berikut:

- Luas Pile Cap ( $\text{m}^2$ ) = [((panjang (m) + lebar (m)) x 2) x tebal pile cap (m)]
- Luas Batako ( $\text{m}^2$ ) = panjang batako (m) x lebar batako (m)

- Kebutuhan Batako (n) =  $\frac{\text{Luas Pile Cap (m}^2\text{)}}{\text{Luas Batako (m}^2\text{)}}$
2. Perhitungan Kebutuhan Batako pada Sloof  
 Cara menghitung kebutuhan bekisting batako sloof sebagai berikut:
- Luas Sloof (m<sup>2</sup>) = [tinggi sloof (m) x panjang sloof (m)] x 2
  - Luas Batako (m<sup>2</sup>) = panjang batako (m) x lebar batako (m)
  - Kebutuhan Batako (n) =  $\frac{\text{Luas Sloof (m}^2\text{)}}{\text{Luas Batako (m}^2\text{)}}$
3. Kebutuhan Mortar untuk Perekat

**Tabel 2. 3 Keperluan mortar untuk 1000 buah batako, dengan tebal dinding 1 ½ batu (± 30 cm**

Tebal sambungan (voeg), cm	m <sup>3</sup> mortar
0,65	0,42
0,75	0,50
0,95	0,58
1	0,66
1,25	0,73
1,50	0,81
1,75	0,89
1,75	0,97
2	1,05

Sumber : Soedrajat. (1984). Analisa (cara modern) Anggaran Biaya Pelaksanaan. Bandung: Nova. Tabel 6-3. Halaman 123

- Vol. Mortar (m<sup>3</sup>) = jumlah batako x vol. mortar per 1000 buah batako

*Ket :*

- Keperluan mortar pada tabel 2.2 disesuaikan dengan tebal mortar rencana.

#### 4. Kebutuhan Semen

**Tabel 2. 4 Bahan yang digunakan untuk campuran 1 m<sup>3</sup> mortar atau spesi yang terdiri dari semen dan pasir.**

Campuran Semen : Pasir	Semen		Pasir m <sup>3</sup>	Keterangan
	Kantong	m <sup>3</sup>		
1 : 1	24.75	0.7	0.7	1 zak semen = 42.5 kg 1 m <sup>3</sup> = ± 1550 kg
1 : 2	16.60	0.47	0.96	
1 : 3	12.75	0.36	1.08	
1 : 4	10.25	0.29	1.16	

Sumber : Analisa (cara modern)

Anggaran Biaya Pelaksanaan oleh Ir. A

Soedrajat S halaman 125

- Vol. semen = vol. mortar x kebutuhan semen
- Keperluan semen pada tabel 2.3 disesuaikan dengan perbandingan campuran dalam hal ini campuran 1: 3.

#### 5. Kebutuhan Pasir

- Vol. pasir = vol. mortar x kebutuhan pasir
- Keperluan semen pada tabel 2.3 disesuaikan dengan perbandingan campuran dalam hal ini campuran 1: 3.

### g. Pengecoran

Bentuk sloof dan balok jika dalam 3D berbentuk balok. Maka rumus pengecoran balok memakai rumus volume balok. Rumus sebagai berikut:

$$\text{Vol.} = \text{panjang} \times b \times h$$

Keterangan:

- panjang = panjang bentang bersih
- b = lebar balok
- h = tinggi balok
- satuan volume pengecoran balok adalah  $\text{m}^3$

Untuk menghitung pengecoran plat menggunakan rumus :

$$\text{Vol.} = \text{luas plat} \times \text{tinggi}$$

Keterangan:

- Luas plat = mengetahui luas plat dibantu oleh alat bantu autocad
- tinggi = tebal plat
- satuan volume pengecoran plat adalah  $\text{m}^3$ .

## 2.4.3. Pekerjaan Struktur Atas

### 2.4.3.1. Pekerjaan *Scaffolding*

Dalam satu set *Scaffolding* terdiri dari :

- Dua buah *main frame* sebagai tiang utama.
- Dua buah *cross brace* sebagai siku pada *main frame*.
- Empat buah *join pin* sebagai penyambung *main frame*.
- Satu buah *cat walk* sebagai ijakan .
- *Jack base* digunakan untuk menumpu *scaffolding* agar tidak merusak lantai dibawahnya.
- *U Head* digunakan *scaffolding* sebagai steger pada pengecoran dak lantai.

- Perhitungan *scaffolding* , secara umum *scaffolding* yang sudah dirangkai memiliki panjang 1,8 m, lebar 1,2 m, tinggi 1,7 m, atau 3,6 m<sup>2</sup>.
- Rumus = Volume ruangan (m<sup>3</sup>) :  
Volume *scaffolding* (3,6 m<sup>3</sup>)

#### 2.4.3.2. Pekerjaan Bekisting Kayu

Perhitungan area volume bekisting memakai satuan m<sup>2</sup>, dari hasil perhitungan volume tersebut dapat ditentukan jumlah kayu, paku, baut dan kawat memakai tabel 2.4 . Kayu-kayu cetakan tersebut dapat digunakan kembali sebanyak 50% hingga 80%.

**Tabel 2. 5 Perkiraan Keperluan Kayu untuk Cetakan Beton untuk Luas Cetakan 10 m<sup>2</sup>**

Jenis cetakan	Kayu	Paku, baut-baut dan kawat (kg)
Pondasi/Pangkal Jembatan	0,46 - 0,81	2,73 - 4
Dinding	0,46 - 0,62	2,73 - 4
Lantai	0,41 - 0,64	2,73 - 4,55
Atap	0,46 - 0,69	2,73 - 5
Tiang-tiang	0,44 - 0,69	2,73 - 5,45
Kepala tiang	0,46 - 0,92	3,64 - 7,27



Balok-balok	0,69 - 1,61	3,64 - 6,36
Tangga	0,69 - 1,38	2,73 - 6,82
Sudut-sudut tiang/balok* berukir	0,46 - 1,84	2,73 - 6,82
Ambang jendela dan lintel*	0,58 - 1,84	3,18 - 6,36
<b>* Tiap panjang 30m</b>		

Sumber: Analisa (cara modern) Anggaran Biaya Pelaksanaan karya Ir. A. Soedradjat.  
Tabel 5-1. Halaman 85

### 1. Bekisting Kolom

Dikarenakan kolom menyangga jumlah balok yang berbeda-beda, maka untuk pengurangan (reduksi) volume bekisting kayu berbeda-beda pula.

- Luas ( $m^2$ ) = luasan kotor ( $m^2$ ) – reduksi

- Vol.kayu =  $\frac{luas (m^2)}{10 (m^2)}$  x keperluan kayu

- Vol.paku usuk =  $\frac{luas (m^2)}{10 (m^2)}$  x keperluan paku usuk

*Ket :*

- b = lebar balok

- h = tinggi balok / kolom

- l = lebar balok / kolom

- Keperluan kayu dan paku usuk sesuai tabel 2.4 pada jenis cetakan tiang-tiang dengan diambil nilai tengah (interpolasi).

### 2. Bekisting Balok

Elevasi muka atas balok sama dengan plat lantai, maka perlu pengurangan

(reduksi) tinggi balok. Pengurangan tinggi balok berbeda-beda pula, tergantung dari jumlah dan dimensi plat.

- Luas bekisting ( $m^2$ ) =  $((h - t) \times p) \times 2$

- Vol.kayu = Vol.kayu =  $\frac{luas (m^2)}{10 (m^2)} \times$

keperluan kayu

- Vol.paku usuk =  $\frac{luas (m^2)}{10 (m^2)} \times$  keperluan

paku usuk

*Ket :*

- h = tinggi balok (m)

- t = tebal plat (m)

- Keperluan kayu dan paku usuk sesuai tabel 2.4 pada jenis cetakan balok-balok dengan diambil nilai tengah (interpolasi).

### 3. Bekisting Plat

Untuk mempermudah pembukaan bekisting dan supaya tidak rusak, maka sebelum pengecoran bekisting dilapisi oli. Oli yang diperlukan kurang lebih 2 – 3,75 liter untuk luasan  $10 m^2$ .

- Luas bekisting ( $m^2$ ) = lebar plat (m) x panjang plat (m)

- Vol.kayu =  $\frac{luas (m^2)}{10 (m^2)} \times$  keperluan kayu

- Vol.paku usuk =  $\frac{luas (m^2)}{10 (m^2)} \times$  keperluan

paku usuk

*Ket :*

- Keperluan kayu dan paku usuk sesuai tabel 2.4 pada jenis cetakan dinding dengan diambil nilai tengah (interpolasi).

### 4. Bekisting Tangga

- Luas bekisting sisi bawah plat tangga  
 $L1 (m^2) = (\text{panjang} \times \text{lebar}) \text{ jumlah}$
- Luas bekisting plat bordes  
 $L2 (m^2) = (\text{panjang} \times \text{lebar}) \text{ jumlah}$
- Luas bekisting sisi samping plat tang  
 $L3 (m^2) = (\text{panjang} \times \text{lebar}) \text{ jumlah}$
- Luas bekisting anak tangga / injakan  
 $L4 (m^2) = (\text{panjang} \times \text{lebar}) \text{ jumlah}$   
 anak tangga
- Total luas  $(m^2) = L1 + L2 + L3 + L4$
- Vol.kayu =  $\frac{\text{luas} (m^2)}{10 (m^2)} \times \text{keperluan kayu}$
- Vol.paku usuk =  $\frac{\text{luas} (m^2)}{10 (m^2)} \times \text{keperluan}$   
 paku usuk

*Ket :*

- Keperluan kayu dan paku usuk sesuai tabel 2.4 pada jenis cetakan tangga dengan diambil nilai tengah (interpolasi).

#### **2.4.3.3. Pekerjaan Pembesian**

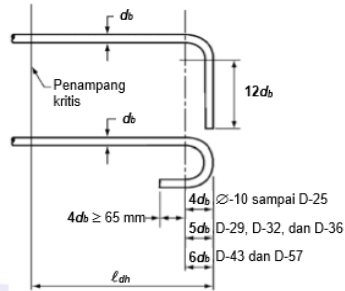
Menghitung volume besi bukan hanya menghitung panjang besi saja, tetapi juga bengkokannya. Pembesian pada penulangan beton dihitung berdasarkan beratnya dalam kg atau ton. Para pelaksana biasanya membuat daftar khusus pembengkokan tulangan, panjang kaitan, serta pemotongannya. Hal ini dimaksudkan apabila ada sisa maka dapat dipakai untuk penulangan lainnya. Berikut adalah syarat pembesian berdasarkan SNI 2847-2013 Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung.

Panjang pembengkokan disesuaikan dengan dengan sudut lengkung dan diameter tulangan.

**Tabel 2. 6 Detail Kait dan Penyaluran Kait Standar**

Sudut Lengkung	Diameter Tulangan	Bengkokan	Perpanjangan Kait
180	D10-D25	6db	4db atau $\geq 65$ Mm
	D29 , D32 dan D36	8db	
	D44 dan D56	10db	
90	D10-D25	6db	□ 12db pada ujung bebas batang tulangan
	D29 , D32 dan D36	8db	□ 6db untuk diameter $\leq D16$
	D44 dan D56	10db	□ 12db untuk diameter D19, D22 dan D25
135	6db untuk diameter $\leq D25$		

Sumber : Tabel 7.2 SNI 2847-2013  
Persyaratan Beton Struktural Untuk  
Bangunan Gedung



Gambar 2. 4 Detail Panjang Penyaluran Kait Standar

Sumber : Tabel 7.2 SNI 2847-2013  
Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung

Tabel 2. 7 Detail Kait untuk Sengkok

Sudut Lengkung	Diameter Tulangan	Bengkokan	Perpanjangan Kait
180	$\leq D16$	4db	6db
	$\geq \text{Ø}7$ (ulir)	4db	6db
90	$\leq D16$	4db	8db
	$\geq \text{Ø}7$ (ulir)	4db	8db

untuk batang tulangan  $\geq D16$ , diameter bengkokan harus sesuai kait standar

Sumber : Tabel 7.2 SNI 2847-2013 Persyaratan  
Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung

Perhitungan volume tulangan pembesian ditentukan dengan menghitung seluruh panjang besi pada elemen struktur bangunan dan mengelompokkan berdasarkan jenis elemennya yaitu Pile Cap, *Sloof*, Balok, Kolom, Plat dan Tangga.

Dari hasil perhitungan volume tulangan dengan satuan kg dapat dihitung biaya untuk pekerjaan pembesian. Satuan volume besi tulangan yang dihitung dengan penjelasan diatas adalah meter, untuk mengubah menjadi kg maka digunakan rumus berikut :

- Panjang besi (m) = panjang (m) + penyaluran (m) + panjang kait (m) + panjang bengkok (m)
- Vol.besi (kg) = berat (kg/m) x panjang besi (m)
- Vol.besi dalam batang = 
$$\frac{\text{panjang total (m)}}{12 \frac{\text{m}}{\text{batang}}}$$

*Ket :*

- Berat (kg/m) yang digunakan sesuai pada **tabel 2.7**
- Panjang kait dan bengkok disesuaikan pada **tabel 2.5**
- Panjang penyaluran disesuaikan pada **tabel 2.6**

**Tabel 2. 8 Daftar Besi Tulangan dan Ukurannya Dalam mm yang Terdapat Dipasaran**

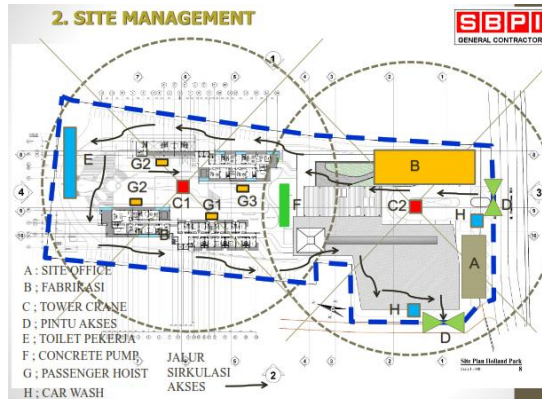
<b>Diameter (mm)</b>	<b>Berat (kg/m)</b>	<b>Luas Potongan (cm<sup>2</sup>)</b>
6	0,222	0,28
8	0,359	0,50
10	0,627	0,79
12	0,888	1,13
14	1,208	1,54
16	1,578	2,01
19	2,226	2,84
22	2,984	3,80
25	3,853	4,91

Sumber : Analisa (cara modern) Anggaran  
Biaya Pelaksanaan oleh Ir. A Soedrajat. S  
halaman 90

## 2.5. Metode Pelaksanaan

### 2.5.1. Pekerjaan Persiapan

Pekerjaan Persiapan terdiri dari item pekerjaan yang terdiri dari pekerjaan pengukuran atau *uizet*, pemagaran, pembuatan direksi kit, pos satpam, gudang material, urug sirtu lahan dan *bouwplank*.



Sumber : Metode Holland Park Condotel

Gambar 2. 5 Site Plan Proyek

### 2.5.2. Pekerjaan Struktur Bawah

#### a. Pemancangan

Merencanakan pondasi untuk konstruksi dapat digunakan beberapa macam tipe pondasi, dimana dari beberapa tipe pondasi tersebut dapat menggunakan pondasi tiang pancang beton. Dalam proyek pembangunan Hotel Amsterdam Batu Malang menggunakan Tiang Pancang.

- *Hydraulic Static Pile Driver (HSPD)*





Sumber : PT. Arcon Indonesia  
Gambar 2. 6 HSPD ZYJ 120 TON

Tabel 2. 9 Spesifikasi Hammer Series V20A

Deskripsi	Satuan	Nilai
Tekanan Pukulan Maksimum	Ton	120
Kecepatan Pukulan Minimum	m/menit	9,40
Pukulan Tiang Pancang	m	2
Longitudial Pace	m	2 -2,4
Transverse Pace	m	0,55
Rise Stroke	M	1.10

One Angle Range	Degree	14.00
Maximum Oil Pressure of Piling System	Mpa	19.20
Max Lift Weight	Ton	5.00
Max Length of Pile Hoisting	M	9.00
Power Capacity	Kw	59.00
Total Weight of Machine	Ton	54.00
Max Side Piling Pressure	Ton	60.00
Minimum Slide Piling Space	Meter	0.80
Type of Pile		Dimensions
Spun Pile		Diam. 300
Square Pile		20 x 20
Square Pile		25 x 25
Square Pile		30 x 30
Dimensions of Long Feet	(M x M)	8 x 0.8
Ground Pressure of Long Feet	T / M <sup>2</sup>	9.40
Dimensions of Short Feet	(M x M)	2.40 x 2.80
Ground Pressure of Short Feet	T / M <sup>2</sup>	8.80

Dimensions of Transportation	(M x M x M)	9.0 x 3.0 x 3.0
Minimum Working Area	(M x M)	5.2 x 9.0

Sumber : PT. Arcon Indonesia

- *Tower Crane*

*Tower crane* yang digunakan adalah *free standing crane*. Yang berdiri diatas pondasi yang khusus dipersiapkan untuk alat tersebut. Jika *crane* harus mencapai ketinggian yang besar maka digunakan pondasi dalam seperti tiang pancang. Syarat dari pondasi crane adalah pondasi tersebut harus mampu menahan momen akibat angin dan ayunan beban, berat *crane*, dan berat material yang diangkat (Susy Fatena Rostiangi, 2008).

**b. Pekerjaan Galian**

Pekerjaan galian dalam metode pelaksanaan digunakan untuk membuat *pile cap*, *sloof* ataupun kolom pendek. Pekerjaan Galian terdiri dari pekerjaan pembukaan lapangan, pembongkaran bangunan lama (bila ada), menggali tanah, memecah batu-batu, menimbun dan memadatkan tanah serta pemompaan air (Ir. Soedrajat, 2012) .

Berikut ini adalah data hasil kerja buruh untuk menyekop tanah dari galian dan menggunakan cangkul untuk menggaru tanah agar lepas, dengan jarak angkat tidak lebih dari 1,8 m. Pada umumnya hasil kerja naik apabila tinggi angkatnya berkurang. Bila galian lebih dalam dari 1,5 m maka diperlukan *platform*

untuk menaikkan tanah dengan dau buruh diatasnya untuk setiap 2 atau 3 orang tukang gali.

Berikut ini adalah kapasitas menaikkan hasil galian dengan sekop keatas gerobak dari lubang galian dibantu menggunakan pacul untuk menggaru tanah dengan jarak angkat 1,8 m.

Tabel 2. 10 Kapasitas galian dengan menggunakan tenaga buruh

Jenis Tanah	Keadaan Galian	m <sup>3</sup> / jam kerja	Jam / m <sup>3</sup>
Tanah Lepas	Biasa, kering	0.75 – 1.30	0.72 – 1.32
	Biasa, basah	0.50 – 1.00	0.99 – 1.91
	Luar biasa, kering	0.65 – 1.15	0.86 – 1.45
Tanah Sedang	Biasa, kering	0.60 – 1.00	0.92 – 1.65
	Biasa, basah	0.40 – 0.75	1.32 – 2.33
	Luar biasa, kering	0.50 – 0.90	1.12 – 1.91
Tanah Liat	Biasa, kering	0.45 – 0.85	1.12 – 2.24
	Biasa, basah	0.25 – 0.45	2.05 – 3.76
	Luar biasa, kering	0.35 – 0.60	1.65 – 2.97
Tanah Cadas	Biasa, kering	0.35 – 0.75	1.32 – 2.64
	Biasa, basah	0.20 – 0.40	2.64 – 5.28
	Luar biasa, kering	0.25 – 0.45	2.05 – 3.76

Sumber : Ir. Soedrajat S, Analisa (cara modern)  
 Anggaran Biaya Pelaksanaan, Nova, Bandung,  
 halaman 35

Mengangkut tanah galian disesuaikan dengan jarak ekonomis antara lubang galian dengan tempat pembuangan tanah galian, Berikut ini adalah kapasitas alat angkut dan mengangkut tanah galian sesuai dengan jenis alat angkut yang digunakan.

Tabel 2. 11 Kapasitas Angkut, Jarak Ekonomis, Waktu Memuat dan Membongkar Serta Kecepatan Angkut

Jenis Alat angkut	Kapasi- tas alat angkut (m <sup>3</sup> )	Jarak angkut ekonomi s (m)	Waktu (menit)		Kecepatan Angkut (km/jam)	
			Memuat	Membongkar	Ber- mu- ata- n	Koso- ng
Kereta dorong (wheel barrow) *	0.05 – 0.11	Sampai 50	1.0 – 3.0	0.2 – 0.4	25 - 45	35 - 60
Kereta tarik 2 roda (dengan orang)	0.05 – 0.15	Sampai 50	1.0 – 3.0	0.2 – 0.4	25 - 45	35 - 60
Front end loader's						
Roda empat	0.25 – 1.50	Sampai 500	0.5 – 1.0	0.2 – 0.5	6.5 - 24	10 – 32

Dengan roda rantai	0.25 – 6.80	Sampai 500	0.5 – 1.3	0.2 – 0.7	4.8 – 20	6 – 24
Gerobak ditarik traktor **	2.25 - 19	Sampai 850	1.0 – 3.0	0.3 - 1.0	4.8 - 16	6 – 20
Scraper ditarik traktor ***						
Dengan roda rantai	3.80 – 22.5	Sampai 850	1.0- 2.0	0.3 – 1.0	5 - 11	6 – 16
Ban karet	3.80 – 22.5	Sampai 1750	1.0 – 2.0	0.3 – 1.0	16 - 32	24 - 48
Dump truck ***	1.5 – 15.0	Diatas 175	1.0 – 3.0	0.5 – 2.0	16 - 75	24 - 95

Sumber : Ir. Soedrajat S, Analisa (cara modern)  
 Anggaran Biaya Pelaksanaan, Nova, Bandung,  
 halaman 38

kecepatan dalam m/menit

\*\* Traktor dapat menarik lebih dari satu gerobak

\*\*\* Ukuran alat daya angkut ada yang lebih besar

a. Pekerjaan Pembuangan Tanah Ke Luar Proyek

Pekerjaan pembuangan tanah ke pembuangan tanah galian dengan menggunakan alat berat *excavator* dan *dumptruck*.

- Excavator



Sumber : google.com

Gambar 2. 7 Excavator Type Komatsu  
PC 200-6

Spesifikasi alat :

Merk dan Type alat : Komatsu PC 200-6

Kapasitas bucket (V): 0,97 m<sup>3</sup>

Tabel 2. 12 Faktor Bucket Ekskavator

Jenis Penggalian	Jam Pekejaan	Faktor Bucket
Ringan	Menggali dan memuat tumpukan material yang telah di keruk oleh ekskavator lain. Jenis tanah : pasir, tanah berpasir, tanah koloidal dengan kadar air rendah	0,8-1
Sedang	Menggali tanah yang lebih sulit : pasir kering, tanah campur tanah iat, pasir padat, dll	0,6-0.8

Agak Sulit	Menggali dan memuat batu pecah, tanah liat dengan kadar air tinggi, kerikil.	0,5-0,6
Sulit	Memuat/menggali bongkahan batu besar dengan bentuk tak teratur, tanah liat keras.	0,4-0,5

Tabel 2. 13 Faktor efisiensi kerja

Kondisi operasi alat	Baik sekali	baik	sedang	buruk	Buruk sekali
Baik sekali	0,83	0,81	0,76	0,7	0,63
Baik	0,78	0,75	0,71	0,65	0,6
Sedang	0,72	0,69	0,65	0,6	0,54
Buruk	0,63	0,61	0,57	0,52	0,45
Buruk Sekali	0,52	0,50	0,47	0,42	0,32

Tabel 2. 14 Faktor efisiensi kerja

Sudut Putar	Waktu Putar
45 <sup>0</sup> - 90 <sup>0</sup>	4-8
90 <sup>0</sup> - 180 <sup>0</sup>	5-9



- Dumptruck



Sumber : google.com  
Gambar 2. 8 Mitshubishi 120 PS

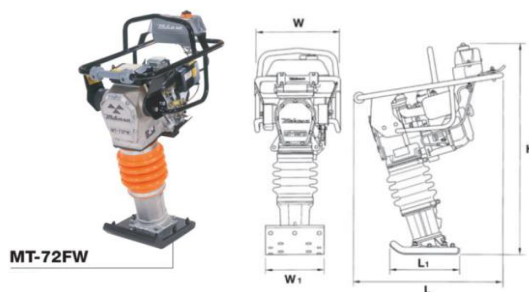
Tabel 2. 15 Spesifikasi dump truck

Merek dan Model Alat	Mitshubishi 120 PS
Kapasitas Dump Truck (C1)	4 m <sup>3</sup>
Daya/Tenaga Alat	125 HP
Kapasitas Bahan Bakar	100 liter
Kapasitas Oli	9,5 liter
Berat pada kondisi isi	8.000 kg
Berat pada kondisi kosong	2.100 kg
Jam kerja per hari	8 jam
Kecepatan pergi ( V1 )	40 km/jam

Kecepatan rata-rata angkut	666,67 m/menit
Kecepatan pulang (V2)	50 km/jam
Kecepatan rata-rata kembali	833,33 m/menit
Waktu muat,tunggu,dan putar	1,0 menit (ST)
Waktu buang/pembongkaran	0,5 menit (DT)

### c. Pekerjaan Pematatan Tanah Urugan

Pekerjaan urugan terdiri dari urug sirtu bawah *poer*, urug sirtu bawah balok dan plat, serta urug tanah bawah plat. Pekerjaan ini menggunakan tenaga pekerja untuk menimbun tanah dan Stamper untuk memadatkannya. Berikut ini adalah spesifikasi stamper yang digunakan.



Sumber : google.com

Gambar 2. 9 Stamper type MT-72FW

Tabel 2. 16 Spesifikasi Stamper type MT- 72FW

Model		MT – 72FW
Weight	Kg	74
<b>Dimensions</b>		
Height	mm	1045
Width	mm	415
Length	mm	730
<b>Plate Size</b>		
Width 1	mm	285
Length 1	mm	340
Jumping Stroke	mm	50 - 75
Impact Force	kN	13.7
Impact number per min.		642 - 679
Fuel tank capacity	liters	2.5
Power Source		Subaru EH 12-2D max. Output 2.6 kW (3.5 PS) Gasoline

Sumber : Brosur spesifikasi Construction Equipment Mikasa

#### **d. Pekerjaan Pembesian**

Tulangan beton dihitung berdasarkan beratnya dalam kg atau ton. Para pelaksana biasanya membuat daftar khusus pembengkongan tulangan, dimana dapat dilihat jelas bentuk pembengkongan, panjang, kaitan serta pemotongannya. Hal ini dimaksudkan apabila ada sisa maka dapat dipakai untuk penulangan yang lainnya.

Pada perhitungan volume kebutuhan besi, perhitungannya menyangkut tentang panjang bengkokan, kaitan dan panjang dari besi tersebut. Perhitungan volume pembesian direncanakan berdasarkan SNI Tata cara Perhitungan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung (03-2847-2002), sehingga telah disusun ketentuan panjang bengkokan, kaitan dan penyaluran pada gedung ini kedalam bentuk tabel.

Alat yang digunakan dalam pekerjaan pembesian adalah *Bar Cutter* dan *Bar Bender*.

#### 1. *Bar Bender*

Spesifikasi alat yang digunakan : Bar Bender mesin Hirano Takeda SB 42

Maximum bending full : 32 mm

Motor : 2,2 kW

Dimensi : 920 x 1070 990 mm

Berat : 720 kgs



Sumber : google.com  
Gambar 2. 10 *Bar Bender*

## 2. Bar Cutter

Spesifikasi alat yang digunakan : Bar Cutter mesin Hirano Takeda BC 42A

Maximum bending full : 32 mm

Motor : 2,2 kW

Dimensi : 1140 x 500 x 830 mm

Berat : 720 kgs

## e. Pekerjaan Bekisting Batako

Bekisting pile cap menggunakan bekisting batako dengan ukuran 40 cm x 20 cm x 20 cm.

Tabel 2.16 Ukuran dan Toleransi Batako Standar

Jenis	Ukuran Nominal, (mm)			Tebal Kelopak, minimum (mm)	
	Panjang	Lebar	Tebal	Luar	Dinding Pemisah Lubang
Tipis	400 ± 3	200 ± 3	100 ± 2	20	15
Sedang	400 ± 3	200 ± 3	150 ± 2	20	15
Tebal	400 ± 3	200 ± 3	200 ± 2	25	20

Sumber: Tabel 6-1 Persyarat Umum Bangunan Indonesia 1982

## f. Pekerjaan Pengecoran

Pengecoran dalam metode pelaksanaan dilakukan setelah pekerjaan bekisting dan pekerjaan pembesian selesai dilaksanakan. Pengecoran untuk area gedung dengan tinggi 8 lantai dapat digunakan *truck mixer*, *concrete pump*, *vibrator* dan *compresor*. Dalam hal ini *concrete pump* dalam bentuk mobil sehingga dapat berpindah posisi.

- *Truck mixer*

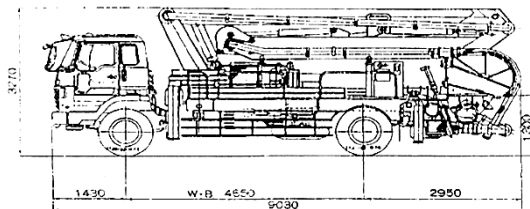


Sumber : <https://www.hino.co.id/product/fm-260-jm-complete-with-mixer/>

Gambar 2. 11 Truck Mixer

Spesifikasi truck mixer : FM 260 JM  
Kecepatan : 86 km/jam  
Kapasitas : 200 liter

- *Concrete Pump*



Sumber : google.com

Gambar 2. 12 *Concrete Pump*

Tabel 2. 17 Spesifikasi *Concrete Pump Model*

	Model	IPF90B-5N21
Concrete Pump	Type	Hydraulic Single-Acting Horizontal Double Piston
	Delivery Capacity	10 - 90 m <sup>3</sup> /h

	Delivery Pressure	max. 53.0 kgf/cm <sup>2</sup>
	Max Conveying Distance	Vertikal Horizontal
	100A Pipe	80m      320m
	Max Size Of Aggregate	
	125 A	40 mm
	Concrete Slump Value	5 - 23 cm
	Cylinder diameter x stroke	Ø195mm x 1400mm
	No. Of cylinder	2
	Hopper Capacity x vertical height	0.45m <sup>3</sup> x 1280 mm
Concrete Pipe Washing	System	Water Washing
	Type	Hydraulic reciprocating piston
	Discharge pressure x delivery	65 kgf/cm <sup>2</sup> / 40 kgf/cm <sup>2</sup> x 320 L/min
	Tank Capacity	Water tank 400 L
Boom	Type	3 Section Hydraulic Fold Type
	Length	17.4 m
	Vertical Higher	20.7 m

	Operating Angle	
	Top Section	0 - 270 " x 5.75 m
	Middle Section	0 - 180" x 5.3 m
	Bottom Section	0 - 90" x 6.5 m
	Working Swing Angle	360 <sup>0</sup> Full swing
	Concrete Pipe Diameter	125 A
	Flexible Hose Diameter	125 A or 100 A
Truck Chassis	Model	ISUZU: P – CVR14K
	Engine	220PS / 2300 rpm
	Fuel Tank	300 L
Weight	Vehicle Weight	14715 kg
	Max. Number of persons	3 Person (165 kg)
	Max. Load	400 kg (water)
	Gross Vehicle Weight	15300 kg

Sumber : Instruction Manual for Concrete Pump Model IPF90B-5N21

- *Vibrator* Beton



Spesifikasi	: Vibrator Robin –
Subaru	
Engine Type	: 4 – cycle air cooled
Daya	: 5 HP
Kapasitas tanki	: 3,7 L
Flexibel Shaft	: 38 mm x 4 m
Berat	: 25 kg



Sumber : google.com

Gambar 2. 13 Truck Mixer

- *Compressor*

Spesifikasi	: Direct Multipro
Kapasitas	: 2 HP
Daya	: 1500 Watt
Tegangan	: 220 Volt
Kecepatan	: 2850 rpm
Diameter Silinder	: 40 mm
Kapasitas tanki	: 24 L
Kapasitas udara	: 126 L/menit
Dimensi	: 640x350x640
Berat	: 30 kg



Sumber : google.com  
Gambar 2. 14 *Compressor*

#### **g. Pekerjaan Pelat Lantai**

Menurut Ervianto (2006), pelat lantai merupakan struktur tipis yang dibuat dari beton bertulang dengan bidang yang arahnya horizontal dan beban yang bekerja tegak lurus pada bidang struktur tersebut sehingga pada bangunan gedung pelat ini berfungsi sebagai diafragma atau unsur pengaku horizontal yang sangat bermanfaat untuk mendukung ketegaran balok portal. Dalam perencanaannya, pelat lantai harus dibuat rata, kaku dan lurus agar pengguna gedung dapat dengan mantap memijakkan kaki. Hal-hal yang diperhitungkan mencakup beban tetap saja yang bekerja dalam waktu yang lama. Hal ini seperti beban tak terduga gempa, angin, getaran dll. Tidak diperhitungkan.

Pelat lantai dibagi menjadi dua jenis, yaitu pelat satu arah dan pelat dua arah. Pelat lantai satu arah hanya ditumpu pada kedua sisi yang bersebrangan dan memiliki bentang panjang ( $l_y$ ) dua kali atau lebih besar dari pada bentang pendek ( $l_x$ ). Sedangkan pelat dua arah ditumpu oleh balok pada kedua sisinya dan perbandingan antara bentang panjangnya ( $l_y$ ) dan bentang pendeknya ( $l_x$ ) kurang dari dua.

### **2.5.3. Pekerjaan Struktur Atas**

#### **a. Pembesian kolom**

Pembesian pada penulangan beton dihitung berdasarkan beratnya dalam kg atau ton. Para pelaksana biasanya membuat daftar khusus pembengkokan tulangan, panjang kaitan, serta pemotongannya. Hal ini dimaksudkan apabila

ada sisa maka dapat dipakai untuk penulangan lainnya. Perhitungan volume tulangan pembesian ditentukan dengan menghitung seluruh panjang besi pada elemen struktur bangunan dan mengelompokkan berdasarkan jenis elemennya, seperti tulangan balok, kolom, pelat, *poer*, dll.

#### **b. Bekisting kolom**

Untuk persyaratan teknis bekisting sesuai dengan persyaratan PBI 1971 pasal 5.1 harus memenuhi syarat sebagai berikut:

- Kekuatan , mampu menahan beban yang bekerja di atasnya.
- Kekakuan , tidak mengalami perubahan bentuk/ deformasi.
- Stabilitas , tidak runtuh tiba-tiba akibat gaya yang bekerja.
- Pelepasan *formwork* mudah sehingga beton tidak rusak.

#### **c. Pengecoran kolom**

Ada beberapa hal yang harus diperhatikan dalam pengecoran kolom yaitu, kecepatan cor beton, tinggi jatuh beton, berat jenis beton.

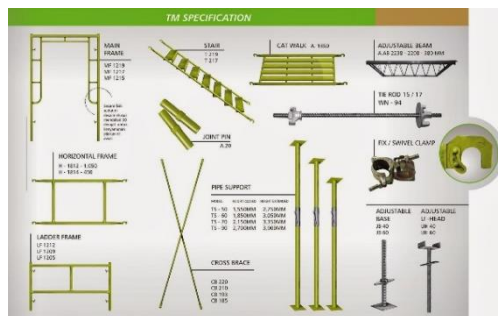
#### **d. Pemasangan *scaffolding***

Menurut Hendra Suryadharma 1998 , *Scaffolding* merupakan alat bantu untuk menyangga pada waktu pemasangan yang terbuat dari pipa rangka baja. *Scaffolding* mempunyai bentuk yang menguntungkan dan sistem *jack* yang dapat mengatur ketinggiannya. Komponen-komponen terdiri dari rangka pipa dengan berbagai bentuk dan ukurannya antara lain :

- *Walk thru frame*
- *Ladder frame*

- *Cantilever frame*
- *Cross brace*
- *U-head jack*
- *Base jack*
- *Joint pin*
- Dan pelengkap pembantu extra lainnya

*Scaffolding* memiliki beberapa kelebihan dibanding penyangga tradisional yang menggunakan kayu dolken/gelam. *Scaffolding* dapat digunakan berulang kali, dapat digunakan diluar atau didalam ruangan, lebih ekonomis karena mengurangi upah tukang kayu, memiliki bentuk yang relatif lebih rapi.



Sumber : google.com

Gambar 2. 15 *Scaffolding*

#### e. Pemasangan plat *precast*

- Tahap Pembuatan

Pada tahap pembuatan atau pabrikasi ini dilakukan di pabrik, yang jadwal pembuatannya berjalan sendiri, jadi tidak mengganggu jadwal inti. Area produksi harus tertata dengan baik, mulai dari tempat penumpukan material dasar, pengecoran, proses rawatan beton serta penyimpanan beton pracetak.

- Tahap Pengiriman

Pada tahap pengiriman material beton pracetak ini sangat diperlukan koordinasi antara kontraktor dan supplier pracetak. Pengiriman material beton pracetak menggunakan truk trailer. Sebelum pengiriman supplier harus mengadakan survey jalan terlebih dahulu. Agar tidak terjadi hal-hal yang tidak diinginkan.

- Tahap Penumpukan

Beberapa alasan sebagai penyebab dilakukan penumpukan material *precast* :

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

Untuk perhitungan kontrol penumpukan balok dan pelat *precast*, acuan yang digunakan antara lain:

- Peraturan Beton Bertulang Indonesia 1971 (PBTU 1971)
- Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung (SNI 03-2847-2002).

Pada tahap penumpukan ini perhitungan yang digunakan adalah sebagai berikut:

1. Hitung berat beton *precast* sesuai dengan rencana, yaitu Volume beton bertulang (m<sup>3</sup>) x Berat Jenis beton bertulang (2400 Kg/m<sup>3</sup>)

2. Merencanakan jumlah tumpukan beton *precast*.
3. Hitung berat total tumpukan dari beton *precast* tersebut, yaitu berat beton *precast* (Kg) x jumlah rencana tumpukan beton *precast*.
4. Merencanakan penyangga tumpukan beton *precast* yang menggunakan balok kayu dan hitung luas dari balok kayu tersebut.
5. Hitung tegangan tumpukan beton *precast*

$$\sigma_{\text{beton}} = 4700 \times \sqrt{f_c''} \text{ (SNI 03-2847-2002)}$$

Namun rumus  $f_c''$  yang digunakan adalah nilai tegangan beton pada saat umur beton 4 hari, yaitu  $0,4 \times f_c'$  (PBBI 1971)

Tegangan total tumpukan beton *precast*

$$= \frac{\text{Berat Total Tumpukan}}{\text{Luas Balok Kayu}}$$

Pada hasil akhir, kontrol penumpukan harus membandingkan nilai tegangan total tumpukan *precast* dengan  $\sigma_{\text{beton precast}}$  yang berumur 4 hari.

- Tahap Pemasangan dan Pengangkatan

Pada tahap pemasangan beton *precast* harus direncanakan sematang mungkin, baik dari segi peralatan, pekerja, dan siklus pemasangannya. Alat berat yang digunakan untuk mengangkat pelat *precast* adalah mobil *crane*, kondisi dari mobil *crane* sendiri berpengaruh selama proses pemasangan untuk mendapatkan hasil yang maksimal.

Hal-hal yang perlu diperhatikan sebelum pemasangan balok dan pelat *precast*, antara lain:

- Untuk peralatan *crane* seperti mobil *crane* harus sudah siap terlebih dahulu dilokasi proyek sebelum beton *precast* disiapkan.
- Perencanaan posisi mobil *crane* dilapangan dimana panjang jangkauannya harus dapat mencapai setiap bagian dari struktur pada beton *precast* yang akan dipasang.
- Dilakukan pengecekan terhadap kondisi dan tulangan beton *precast* sebelum dipasang.
- Dalam menjalankan tugasnya operator dibantu tenaga kerja untuk penempatan beton *precast* pada posisi akhir.
- Memberikan ruang kerja bagi aktivitas *crane* selama pemasangan beton *precast* agar tidak terganggu aktivitas proyek lain.

Pada tahap pemasangan beton *precast* dilakukan setelah pengecoran kolom dan pemasangan *scaffolding / pipe support* balok dan plat selesai. Pengawasan dilakukan oleh pihak konsultan maupun kontraktor secara konsisten selama pemasangan. Pada saat pengoperasian peralatan mobil *crane* diusahakan seefisien mungkin dan seoptimal mungkin, dengan memperhatikan siklus waktu pemasangan untuk tiap-tiap balok dan pelat *precast*, karena hal ini sangat berpengaruh dengan biaya yang dianggarkan terutama untuk peralatan dan waktu pelaksanaan.

- Tahap Penyambungan

Cara penyambungan yang dapat dilakukan dibedakan menjadi dua yaitu sambungan basah dan sambungan kering. Masing-masing sambungan mempunyai keuntungan dan kerugian sehingga penentuan jenis sambungan tergantung dari berbagai faktor, yang diantaranya adalah faktor biaya.

a) Sambungan basah

Sambungan basah dapat dibedakan menjadi dua, yaitu:

1. *In-Situ Concrete Joints*

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

- Kolom dengan kolom
- Kolom dengan balok
- Plat dengan balok

Metode pelaksanaannya adalah dengan melakukan pegecoran pada pertemuan dari komponen-komponen tersebut. Diharapkan hasil pertemuan dari tiap komponen tersebut dapat menyatu. Sedangkan untuk cara penyambungan tulangan dapat digunakan *coupler* ataupun secara *overlapping*.

2. *Pre-Packed Aggregate*

Cara penyambungan jenis ini adalah dengan menempatkan *aggregate* pada bagian yang akan disambung dan kemudian dilakukan injeksi air semen pada bagian tersebut dengan menggunakan pompa hidrolis sehingga air semen tersebut akan



mengisi rongga dari *aggregate* tersebut.

b) Sambungan kering

Jenis sambungan ini dapat dibedakan menjadi dua, yaitu:

1. Sambungan Las

Alat sambung jenis ini menggunakan plat baja yang ditanam dalam beton pracetak yang akan disambung. Kedua plat ini selanjutnya disambung dengan bantuan las. Melalui plat baja inilah gaya-gaya akan diteruskan ke komponen yang terkait. Setelah pekerjaan pengelasan dilanjutkan dengan menutup plat sambung tersebut dengan adukan beton yang bertujuan untuk melindungi plat dari korosi.

2. Sambungan Baut

Pada penyambungan dengan cara ini juga diperlukan plat baja di kedua elemen beton pracetak yang akan disatukan. Kedua komponen tersebut disatukan melalui plat tersebut dengan alat sambung berupa baut dengan kuat tarik tinggi. Selanjutnya plat tersebut dicor dengan adukan beton guna melindungi dari korosi.

**f. Pembesian plat konvensional**

Menurut Ervianto (2006), sistem konvensional adalah sistem pengecoran yang dilakukan di tempat proyek. Adapun kelebihan sistem konvensional : penggunaan alat berat

relatif sedikit. Adapun kekurangan penggunaan sistem konvensional :

1. Membutuhkan banyak tenaga kerja
2. Waktu pelaksanaan lebih lama
3. Membutuhkan material lebih banyak
4. Mutu pekerjaan tidak sebaik pracetak

Metode konvensional yang digunakan salah satunya yaitu struktur pelat lantai yang dikerjakan ditempat pengecoran langsung yang mencakup keseluruhan dengan menggunakan kayu sebagai bekisting dan *scaffolding* sebagai perancah. Metode ini memakan biaya yang tinggi dan waktu yang lama.

#### **g. Pengecoran plat *half slab***

Beton pracetak merupakan konstruksi yang komponen pembentuknya dicetak atau fabrikasi (SNI 7832-2012). Beton pracetak (precast) dihasilkan dari proses produksi dimana lokasi pembuatannya berbeda dengan lokasi elemen akan digunakan. Lawan dari pracetak adalah beton cor di tempat atau cast-in place, dimana proses produksinya berlangsung di tempat elemen tersebut akan ditempatkan (Wulfram I. Ervianto,2006).

Sistem struktur beton pracetak merupakan salah satu alternatif teknologi dalam perkembangan konstruksi di Indonesia yang mendukung efisiensi waktu, efisiensi energi, dan mendukung pelestarian lingkungan (Siti Aisyah Nurjannah, 2011).

## 2.6. Perhitungan Durasi Tiap Pekerjaan

### 2.6.1. Pekerjaan Persiapan

Berikut ini adalah keperluan tenaga buruh yang diperlukan untuk pengukuran dengan medan yang tidak terlalu berat :

Tabel 2. 18 Keperluan Jam Kerja Buruh Untuk Pengukuran

Jenis Pekerjaan	Hasil Pekerjaan
Pengukuran rangka (Polygon utama)	1.5 km / regu / hari
Pengukuran Situasi	5 Ha / regu / hari
Pengukuran Trace Saluran	0.5 km / regu / hari
Penggambaran atau memplot hasil ukuran situasi, dengan skala 1: 2000 di lapangan	20 Ha / orang / hari
Penggambaran trace saluran dengan skala 1:5000 di lapangan	2 – 2.5 km / orang / hari

Sumber : Ir. Soedrajat S, Analisa (cara modern) Anggaran Biaya Pelaksanaan Lanjutan, halaman

145

- a. Pengukuran Lahan
    - Durasi pengukuran lahan
 
$$= \frac{\text{Luas lahan}}{\text{produktivitas}} \div \text{jumlah tenaga kerja}$$
  - b. Pengukuran Bangunan
    - Durasi pengukuran bangunan
 
$$= \frac{\text{Luas bangunan}}{\text{produktivitas}} \div \text{jumlah tenaga kerja}$$
- ❖ Total Durasi = durasi pengukuran lahan + durasi pengukuran bangunan

## 2.6.2. Pekerjaan Struktur Bawah

### 2.6.2.1. Durasi Pekerjaan Tiang Pancang

Pekerjaan pemancangan pada gedung Hotel Namira Surabaya dilakukan dengan menggunakan *hydraulic static pile driver* karena tidak bising sehingga tidak mengganggu masyarakat sekitar. Berikut adalah cara perhitungan durasi pemancangan menggunakan HSPD :

#### 1. Pengangkatan Tiang Pancang Pertama (T1)

Tiang pancang diangkat menggunakan *tower crane* pada alat *hydraulic static pile driver*. Rumus pengangkatan tiang adalah sebagai berikut :

$$- \text{Jarak pengambilan } (d2) = \sqrt{(h)^2 + (d1)^2}$$

$$- T1 = \frac{\text{jarak pengambilan (m)}}{\text{kecepatan angkat } \left(\frac{\text{m}}{\text{menit}}\right)}$$

Keterangan :

- h = tinggi tiang pancang (m)
- d1 = jarak *working radius* (m)
- d2 = jarak pengambilan (m)
- Untuk tinggi tiang pancang ditambahkan 30 cm yaitu asumsi jarak antara tiang pancang dengan tanah.
- Untuk jarak *working radius* didapat dari spesifikasi pada *maximum length*.
- Untuk gambar jarak pengambilan tiang dapat dilihat pada Lampiran Gambar *Site Plan* pekerjaan.

## 2. Penyesuaian Dengan Titik yang Akan Dipancang (T2)

Waktu penyesuaian dengan titik yang akan dipancang tergantung dengan besarnya jarak antara peletakan tiang pancang ke titik tiang pancang.

Waktu Swing (T2)

$$= \frac{r}{360} \times \text{swing speed}$$

Keterangan :

- r = jarak sudut letak tiang pancang ke titik tiang pancang
- *Swing speed* = 3,7 rpm (berdasarkan spesifikasi).

## 3. Pemancangan Tiang Pertama (T3)

Pemancangan tiang pertama dengan panjang 12 m dilakukan setelah tiang pancang masuk ke dalam grip alat pancang.

Tabel 2. 19 Kapasitas Produksi Tiang Pancang Dengan Tahanan Geser Rata-Rata

Jenis tiang dan berat rata-rata kg/m	Panjang tiang (m)						
	6	9	12	15	18	21	27
<b>a.kayu</b>	5	4	3	2.5	2	1.5	1
<b>b.baja</b>							
44.70	5	4	3		3		
74.50	4.5	3.5	2.5	2	1.5	1.5	
111.75	4	3	2.3	1.8	1.3	1.3	
149.00	3.5	2.5	2	1.5	1.2	0.9	0.6
223.50	3	2	1.7	1.3	1	0.7	0.4
298.00	2.5	1.8	1.3	1	0.8	0.5	0.3
<b>c.beton</b>							

149.00			2	1.6	1.3		
223.50			1.6	1.3	1	0.7	0.4
298.00			1.3	1	0.8	0.5	0.3
447.00			1	0.8	0.6	0.4	0.2
596.00			0.7	0.5	0.4	0.2	0.1

Sumber: Analisa (cara modern) Anggaran Biaya Pelaksanaan karya Ir. A. Soedradjat halaman 77

$$- \text{Waktu pemancangan (T3)} = \frac{\text{panjang tiang(m)}}{\text{kapasitas produksipemancangan (m/jam)}}$$

Keterangan :

- Pada pekerjaan tiang pancang proyek ini spesifikasi tiang pancang adalah beton dan memiliki berat 471 kg/m. Berdasarkan tabel diatas maka dipilih angka yang mendekati keatas yaitu 596 kg/m pada tabel 2.19.
- Tahanan geser rata-rata didapat dari perhitungan data sondir. Dari data sondir tersebut dihitung tahanan geser rata-rata untuk panjang tiang 12 meter dan 6 meter. Dari perhitungan tersebut diperoleh rata-rata tahanan geser 0,7 untuk panjang tiang 12 meter pada tabel 2.19.

#### 4. *Swing* Kembali ke Tiang Kedua (T4)

Pada siklus waktu *swing* kembali merupakan lamanya waktu saat *boom length* mengambil tiang pancang yang kedua. Dirumuskan sebagai berikut :

$$- \text{Waktu } \textit{swing} \text{ kembali (T4)} = \frac{r}{360} \times \textit{swing speed}$$

Keterangan :

- $r$  = jarak sudut letak tiang pancang ke titik tiang pancang
  - *Swing speed* = 3,7 rpm (berdasarkan spesifikasi).
5. Pemindahan Tiang Kedua (T5)
- Pada proses ini pemindahan tiang kedua kelokasi titik pemancangan dan disesuaikan dengan titik yang akan dipancang. Digunakan rumus sebagai berikut :
- Waktu pemindahan tiang kedua (T5)  

$$= \frac{r}{360} \times \textit{swing speed}$$
- Ket :
- $r$  = jarak sudut letak tiang pancang ke titik tiang pancang
  - *Swing speed* = 3,7 rpm (berdasarkan spesifikasi)
6. Penyambungan Tiang Pancang Pertama dan Kedua (T6)
- Setelah tiang pancang kedua diposisikan diatas tiang pancang pertama yang sudah terbenam namun disisakan sekitar 30 cm untuk dilakukan pengelasan. Penyambungan tiang pancang atau diasumsikan 20 menit sesuai dengan asumsi dari AHSP 2016.
7. Pemancangan Tiang Kedua (T7)
- Perhitungan waktu pemancangan tiang kedua sama seperti perhitungan waktu pemancangan tiang pertama.
8. Pemindahan Tiang Ketiga (T8)
- Pada proses ini pemindahan tiang kedua kelokasi titik pemancangan dan disesuaikan dengan titik yang akan

dipancang. Digunakan rumus sebagai berikut :

$$- \text{Waktu pemindahan tiang kedua (T5)} = \frac{r}{360} \times \text{swing speed}$$

Keterangan :

- $r$  = jarak sudut letak tiang pancang ke titik tiang pancang
- *Swing speed* = 3,7 rpm (berdasarkan spesifikasi).

#### 9. Penyambungan Tiang Pancang Kedua dan Ketiga (T9)

Setelah tiang pancang kedua diposisikan diatas tiang pancang pertama yang sudah terbenam namun disisakan sekitar 30 cm untuk dilakukan pengelasan. Penyambungan tiang pancang atau diasumsikan 20 menit sesuai dengan asumsi dari AHSP 2016.

#### 10. Pemancangan Tiang Ketiga (T10)

Perhitungan waktu pemancangan tiang ketiga sama seperti perhitungan waktu pemancangan tiang pertama.

#### 11. Travelling Alat (T11)

Pada pekerjaan ini dilakukan pergerakan hydraulic static pile driver dari titik pemancangan 1 ke yang lain. Waktu yang diperlukan untuk perpindahan alat ini digunakan rumus sebagai berikut :

$$- \text{Waktu Travelling Alat (T11)} = \frac{d}{v}$$

Keterangan :

- $d$  = Jarak antar tiang pancang



-  $v = \text{travel speed tower crane}$  (sesuai spesifikasi *crane*).

❖ Total waktu siklus sebagai berikut :

$$\text{Waktu Total} = T1 + T2 + T3 + T4 + T5 + T6 + T7 + T8 + T9 + T10 + T11$$

Perhitungan rata-rata pemancangan 1 titik digunakan :

- Rata – rata pemancangan 1 titik =  $\frac{\text{waktu total akhir}}{\text{jumlah titik}}$

Jumlah siklus dalam 1 jam :

-  $CT = \frac{60 \text{ menit}}{\text{rata-rata pemancangan 1 titik}}$

### 2.6.2.2. Durasi Pekerjaan Galian Tanah

Pekerjaan galian tanah pada gedung Hotel Vollendam Rotterdam Malang dilakukan dengan menggunakan *Excavator* cara perhitungan durasi galian tanah menggunakan *Excavator* :

Tabel 2. 20 Kapasitas Rata-Rata Dari Alat-Alat Berat Penggali

Kapasitas Bucket dipper atau Scarper m <sup>3</sup>	Alat Berat dengan lengan pendek *		Alat berat dengan lengan Panjang **	
	m <sup>3</sup> /jam	jam/ 1.000 m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup> /jam	jam/ 1.000 m <sup>3</sup>
0,35	22,5-76	13,2-44	19,00-	17,55-
0,55	34,00-	10,2-29,30	57,00	52,8
0,75	98,80	8,32-22,00	30,40-	13,20-
0,95	45,5-	7,00-17,56	76,00	33,00
1,15	121,6	6,00-14,65	41,80-	10,56-
1,35	57,00-	5,41-12,54	95,00	24,00
1,50	144,4	4,88-10,96		

2,00	68,40-	4,09-9,110	53,20-	8,840-
2,25	167,2	3,56-7,790	114,0	18,88
2,65	79,80-	3,17-7,000	60,80-	7,520-
3,00	186,2	2,90-6,340	133,0	16,50
3,75	91,20-	2,38-5,280	68,40-	6,600-
4,50	205,2	2,11-462,0	152,0	14,65
	110,0-		76,00-	6,070-
	243,0		167,0	13,20
	129,2-		91,20-	5,150-
	281,2		197,6	10,96
	144,4-		106,4-	4,360-
	319,0		228,0	9,370
	159,6-		121,6-	3,960-
	349,6		250,8	8,320
	190,0-		133,0-	3,830-
	413,0		266,0	7,520
	216,6-		-	-
	478,8		-	-

Sumber: Analisa (cara modern) Anggaran Biaya Pelaksanaan karya Ir. A. Soedradjat halaman 34

Untuk pengangkutan tanah galian disesuaikan dengan jarak ekonomis antara lubang galian dengan tempat pembuangan tanah galian. Berikut ini adalah kapasitas alat angkut dan mengangkut tanah galian sesuai dengan jenis alat angkut yang digunakan.

Tabel 2. 21 Kapasitas angkut, jarak ekonomis, waktu memuat dan membongkar serta kecepatan angkut.

Jenis Alat angkut	Kapasitas alat angkut (m <sup>3</sup> )	Jarak angkut ekonomis (m)	Waktu (menit)		Kecepatan Angkut (km/jam)	
			Me muat	Membo ngkar	Bermu atan	Kos ong
Kere ta dorong (wheel barrow) *	0.05 – 0.11	Samp ai 50	1.0 – 3.0	0.2 – 0.4	25 - 45	35 - 60
Kere ta tarik 2 roda (dengan orang)	0.05 – 0.15	Samp ai 50	1.0 – 3.0	0.2 – 0.4	25 - 45	35 - 60
Front end loader's						
Roda emp at	0.25 – 1.50	Samp ai 500	0.5 – 1.0	0.2 – 0.5	6.5 - 24	10 – 32
Den gan roda	0.25 – 6.80	Samp ai 500	0.5 – 1.3	0.2 – 0.7	4.8 - 20	6 – 24

ranta i						
Gerobak ditarik traktor **	2.25 - 19	Sampai 850	1.0 - 3.0	0.3 - 1.0	4.8 - 16	6 - 20
Scrap per ditarik traktor ***						
Dengan rodaranta i	3.80 - 22.5	Sampai 850	1.0- 2.0	0.3 - 1.0	5 - 11	6 - 16
Ban karet	3.80 - 22.5	Sampai 1750	1.0 - 2.0	0.3 - 1.0	16 - 32	24 - 48
Dump truck ***	1.5 - 15.0	Diatas 175	1.0 - 3.0	0.5 - 2.0	16 - 75	24 - 95

Keterangan :

\*Kecepatan dalam m/menit

\*\*Traktor dapat menarik lebih dari 1 gerobak

\*\*\*Ukuran alat daya angkut ada yang lebih besar

Sumber: Analisa (cara modern) Anggaran Biaya Pelaksanaan karya Ir. A. Soedradjat, halaman 35

Untuk kapasitas kerja pada tabel 2.20 diperuntukkan untuk 1 pekerja dan tabel 2.21 untuk 1 alat bantu angkut.

1. Kapasitas Produksi

- Kapasitas produksi *excavator* yaitu 167,2 m<sup>3</sup>/jam diambil dari tabel 2.15 dengan kapasitas bucket 1,2 m<sup>3</sup>.

2. Durasi Menggali

$$\bullet \text{ Durasi} = \frac{\text{vol.galian}}{\text{kapasitas produksi}}$$

Keterangan :

3. Durasi dalam waktu jam.

Pengangkutan hasil galian ke luar proyek menggunakan alat bantu *Dump Truck*. Perhitungan durasi pengangkutan galian ke luar proyek adalah sebagai berikut :

1. Kapasitas mencangkul untuk menaikkan tanah sebesar 0,85 jam / 1 m<sup>3</sup> / 1 buruh.

- Durasi (t<sub>2</sub>) = (kapasitas dump truck x kapasitas mencangkul menaikkan tanah) ÷ jumlah buruh

Keterangan :

- Kapasitas truck = 7 m<sup>3</sup>
- Volume truck harus dikalikan factor swelling tanah berdasar jenis tanah yang diangkut, tertera pada tabel 2.22.
- Durasi dalam waktu jam

Tabel 2. 22 Kapasitas angkut, jarak ekonomis, waktu memuat dan membongkar serta kecepatan angkut.

Jenis Tanah	Swell (% BM)
Pasir	5 - 10
Tanah permukaan (top soil)	10 - 25
Tanah biasa	20 - 45
Lempung (Clay)	30 - 60
Batu	50 - 60

Sumber : Ir. Rochmanhadi, Alat-Alat Berat dan Penggunaannya, halaman 5

## 2. Waktu untuk 1 Kali Angkut

- Waktu siklus =  $t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5$

Keterangan :

- Memarkir membutuhkan waktu 1 menit ( $t_1$ ).
- Mengisi = durasi mencangkul untuk menaikkan tanah ( $t_2$ ).
- Pergi membutuhkan waktu tergantung jarak ke tempat pembuangan dan keadaan lalu lintas yang ada ( $t_3$ ).
- Menurunkan membutuhkan waktu 2 menit ( $t_4$ ).

- Pulang membutuhkan waktu tergantung jarak ke lokasi proyek dan keadaan lalu lintas yang ada ( $t_5$ ).

### 3. Perhitungan Durasi

- Produktivitas  

$$= \frac{\text{kapasitas truck (m3)} \times 60 \times E}{CT} \times$$
 faktor swelling x jumlah armada dumptruck

Keterangan :

- Kapasitas truck = 7 m3
- E = Efisiensi kerja (faktor cuaca, operator, kondisi peralatan) tertera pada tabel 2.23, tabel 2.24 dan tabel 2.25
- CT = waktu 1 kali angkut (menit)
- Faktor swelling sebesar 25%.
- Durasi (jam) =  $\frac{\text{volume total galian}}{\text{produktivitas}}$

Tabel 2. 23 Faktor Kondisi Alat

Kondisi Operasi Alat	Pemeliharaan Mesin				
	Baik Sekali	Baik	Sedang	Buruk	Buruk Sekali
Baik Sekali	0.83	0.81	0.76	0.70	0.63
Baik	0.78	0.75	0.71	0.65	0.60
Sedang	0.72	0.69	0.65	0.60	0.54
Buruk	0.63	0.61	0.57	0.52	0.45
Buruk Sekali	0.52	0.50	0.47	0.42	0.32

Sumber : Ir. Rochmanhadi, Kapasitas dan Produksi Alat-Alat Berat, halaman 8

Tabel 2. 24 Faktor Operator dan Mekanik

Kualifikasi	Identitas	Nilai
Terampil	a. Pendidikan STM/Sederajat b. Sertifikasi SIMP/SIPP (III) dan atau c. Pengalaman > 6000 jam	0.80
Cukup	a. Pendidikan STM/Sederajat b. Sertifikasi SIMP/SIPP (II) dan atau c. Pengalaman 4000 – 6000 jam	0.70
Sedang	a. Pendidikan STM/Sederajat b. Sertifikasi SIMP/SIPP (I) dan atau c. Pengalaman 2000 – 4000 jam	0.65
Kurang	a. Pendidikan STM/Sederajat b. Sertifikasi dan atau c. Pengalaman < 3000 jam	0.50

Sumber : Ir. Susy Fatena, Alat Berat untuk Proyek Konstruksi, halaman 85

Tabel 2. 25 Faktor Cuaca

Kondisi Cuaca	Faktor	
	Menit/jam	%
Terang, segar	55/60	0.90
Terang, panas, berdebu	50/60	0.83
Mendung	45/60	0.75



Gelap	40/60	0.66
-------	-------	------

Sumber : Ir. Susy Fatena, Alat Berat untuk Proyek Konstruksi,  
halaman 85

### 2.6.2.3. Durasi Bekisting Batako

Berikut ini adalah keperluan jam kerja yang dibutuhkan tenaga kerja dalam pemasangan bekisting batako.

Tabel 2. 26 Keperluan tenaga kerja untuk pemasangan concrete block

Jenis Pekerjaan	Jam / 100 blok	
	Tukang pasang batu	Pembantu tukang
Pondasi , 10 cm x 20 cm x 40 cm	2.5 - 5	2.5 - 5
Bagian diatas Pondasi: ukuran blok sama dg diatas, ada sedikit lubang pintu dan sudut	2.8 - 5.5	2.8 - 6.5
Dinding pembagi ruangan, ukuran blok 15 cm x 20 cm x 30 cm, sedikit lobang-lobang pintu	2.5 - 4	2.5 - 5
Dinding pembagi ruangan sama dengan diatas hanya ada beberapa lubang pintu	2.8 - 5.5	2.8 - 6

Sumber : Ir. Soedrajat S, Analisa (cara modern)  
Anggaran Biaya Pelaksanaan, Nova, Bandung,  
halaman 139

Untuk bekisting batako dipakai yang mendekati dengan jenis pekerjaan tabel 2.26 yaitu dipakai dengan jenis pekerjaan pondasi. Dengan jam kerja buruh :

$$\begin{aligned}
 & - 1 \text{ Tukang pasang batu} \\
 & = \frac{2.5+5}{2} \text{ jam/ 100 blok} \\
 & = 3.75 \text{ jam/100 blok}
 \end{aligned}$$

- 1 Pembantu Tukang
- =  $\frac{2.5+5}{2}$  jam/ 100 blok
- = 3.75 jam/100 blok

Durasi Mencampur dan Mengangkut Mortar

- Untuk produktivitas kerja pembantu tukang dalam 1 jam sebagai berikut:
  - Mencampur adukan mortar 0,75 m<sup>3</sup> sampai 1,5 m<sup>3</sup> dengan mesin pengaduk;
  - Mengangkut 0,5 m<sup>3</sup> sampai 1 m<sup>3</sup> adukan mortar sejauh 12 – 15 m;
- Menghitung durasi bekisting batako sebagai berikut:
  - Durasi Mencampur Mortar  
Durasi = Vol. Mortar / Kapasitas prod) ÷ jumlah pembantu tukang
  - Durasi mengangkut mortar  
Durasi = (Vol. Mortar Kapasitas prod) ÷ jumlah pembantu tukang
  - ❖ Total Durasi = durasi mencampur adukan mortar + durasi mengangkut mortar + durasi memasang batako

### 2.6.3. Pekerjaan Struktur Atas

Grup tenaga kerja untuk pekerjaan pengecoran yang dipakai pada proyek pembangunan pelaksanaan gedung Hotel Volendam Rotterdam Malang dari 1 mandor dan 20 buruh/pekerja. Pekerjaan pengecoran struktur atas dilakukan dengan *Tower Crane*.

Perhitungan kapasitas produksi pengecoran sesuai dengan spesifikasi *Tower Crane* yang digunakan, sesuai dengan tabel 2. 22 adalah :

- Kecepatan Hoisting (m/menit)
- Kecepatan swing (rpm)
- Kecepatan Trolleying (m/menit)
- Kecepatan Landing (m/menit)

Dalam 1 kali siklus *Tower Crane* akan mengangkat beton sebesar 0,8 m<sup>3</sup> sesuai dengan kapasitas bucket cor . Waktu pelaksanaan dalam pengecoran menggunakan tower crane terdapat beberapa tahapan yaitu :

#### 1. Waktu Persiapan

Waktu pengecoran terdiri dari beberapa pekerjaan seperti :

- Pemasangan Bucket pada TC = 2 menit
- Waktu muat Beton = 10 menit
- Persiapan Truck Mixer = 10 menit

#### 2. Perhitungan Waktu Pengangkatan

- Hoisting (Mekanisme Angkat)

Waktu (t<sub>1</sub>)

$$= \frac{\text{Tinggi lantai yang ditinjau (m)}}{\text{Kec.Hoisting} \left( \frac{\text{m}}{\text{menit}} \right) \times 0,75 \times 0,75 \times 0,75}$$

*Ket :*

- Tinggi lantai yang ditinjau ditambah 2 m untuk jarak terhadap lantai agar tidak bertabrakan.
  - 0,75 = faktor kondisi alat, keterampilan operator & cuaca sesuai pada tabel
  - Slewing (Mekanisme Putar)
- Waktu (t<sub>2</sub>)

$$= \frac{\text{sudut swing (m)}}{\text{kecepatan swing (rpm)} \times 0,75 \times 0,75 \times 0,75}$$

*Ket:*

- Sudut swing di konversikan ke o/menit
- 0,75 = faktor kondisi alat, keterampilan operator & cuaca sesuai pada tabel 2.4, 2.5 dan 2.6

- Trolley (Mekanisme Jalan Trolley)

Waktu (t3)

$$= \frac{\text{jarak dari tc ke elemen yang ditinjau (m)}}{\text{Kec.Trolleying (rpm)} \times 0,75 \times 0,75 \times 0,75}$$

*Ket:*

- 0,75 = factor kondisi alat, keterampilan operator & cuaca sesuai pada tabel.2.10

- Landing ( mekanisme turun )

Waktu (t4)

$$= \frac{\text{Tinggi lantai yang ditinjau (m)}}{\text{Kec.Hositing} \left( \frac{\text{m}}{\text{menit}} \right) \times 0,75 \times 0,75 \times 0,75}$$

*Ket:*

- Tinggi lantai yang ditinjau ditambah 2 m untuk jarak terhadap lantai agar tidak bertabrakan.
- 0,75 = factor kondisi alat, keterampilan operator & cuaca sesuai pada tabel 2.4, 2.5 dan 2.6

- ❖ Total Waktu Pengangkatan = t1 + t2 + t3 + t4

### 3. Perhitungan Waktu Kembali

- Hoisting (Mekanisme Angkat)

Waktu (t)

$$= \frac{\text{Tinggi lantai yang ditinjau (m)}}{\text{Kec.Hositing} \left( \frac{\text{m}}{\text{menit}} \right) \times 0,75 \times 0,75 \times 0,75}$$

*Ket :*

- Tinggi lantai yang ditinjau ditambah 2 m untuk jarak terhadap lantai agar tidak bertabrakan.
- 0,75 = faktor kondisi alat, keterampilan operator & cuaca sesuai pada tabel

- Slewing (Mekanisme Putar)

Waktu (t)

$$= \frac{\text{sudut swing (m)}}{\text{kecepatan swing (rpm)} \times 0,75 \times 0,75 \times 0,75}$$

*Ket:*

- Sudut swing di konversikan ke o/menit
- 0,75 = faktor kondisi alat, keterampilan operator & cuaca sesuai pada tabel 2.4, 2.5 dan 2.6

- Trolley (Mekanisme Jalan Trolley)

Waktu (t)

$$= \frac{\text{jarak dari tc ke elemen yang ditinjau (m)}}{\text{Kec.Trolleying (rpm)} \times 0,75 \times 0,75 \times 0,75}$$

*Ket:*

- 0,75 = factor kondisi alat, keterampilan operator & cuaca sesuai pada tabel.2.10

- Landing ( mekanisme turun )

Waktu (t)

$$= \frac{\text{Tinggi lantai yang ditinjau (m)}}{\text{Kec.Hositing} \left( \frac{\text{m}}{\text{menit}} \right) \times 0,75 \times 0,75 \times 0,75}$$

*Ket:*

- Tinggi lantai yang ditinjau ditambah 2 m untuk jarak terhadap lantai agar tidak bertabrakan.

- 0,75 = factor kondisi alat, keterampilan operator & cuaca sesuai pada tabel 2.4, 2.5 dan 2.6
- ❖ Total Waktu Kembali =  $t_1 + t_2 + t_3 + t_4$
- 4. Waktu Bongkar Muat
  - Waktu bongkar = 2 menit
- 5. Perhitungan Waktu Siklus
  - Waktu siklus = waktu muat + waktu angkat + waktu bongkar + waktu kembali
- 6. Perhitungan Produktivitas
  - Produktivitas =  $Q = T \times (60/CT)$
- 7. Kebutuhan Jam Kerja Dalam Pelaksanaan :
  - Durasi =  $\frac{Volume}{Produktivitas} \times 60$

## 2.7. Perhitungan Biaya

### 1. Pengertian Rencana Anggaran Biaya

Menurut Ibrahim (2012) yang dimaksud dengan Rencana Anggaran Biaya (RAB) suatu bangunan atau proyek adalah perhitungan banyaknya biaya yang diperlukan untuk bahan dan upah, serta biaya lain yang berhubungan dengan pelaksanaan bangunan atau proyek tersebut.

Anggaran biaya merupakan harga dari bangunan yang dihitung dengan teliti, cermat dan memenuhi syarat. Anggaran biaya pada bangunan yang sama akan berbeda - beda di setiap daerah, disebabkan karena perbedaan harga bahan dan upah tenaga kerja. Dalam menyusun anggaran biaya dapat dilakukan dengan 2 cara sebagai berikut :

#### a. Anggaran Biaya Kasar (Taksiran)

Sebagai pedoman dalam menyusun anggaran biaya kasar digunakan harga satuan tiap meter persegi ( $m^2$ ) luas. Anggaran biaya kasar dipakai

sebagai pedoman terhadap anggaran biaya yang dihitung secara teliti.

b. Anggaran Biaya Teliti

Yang dimaksud dengan anggaran biaya teliti ialah anggaran biaya bangunan atau proyek yang dihitung dengan teliti dan cermat, sesuai dengan ketentuan dan syarat penyusunan anggaran biaya.

Pada anggaran biaya kasar sebagaimana diuraikan terdahulu harga satuan dihitung berdasarkan harga taksiran setiap setiap luas m<sup>2</sup>. Taksiran tersebut haruslah berdasarkan harga yang wajar, dan tidak terlalu jauh berbeda dengan harga yang dihitung secara teliti.

## 2.8. Kurva S (Hannum Curve)

Kurva S adalah grafik yang dikembangkan oleh Warren T. Hannum atas dasar pengamatan terhadap sejumlah besar proyek sejak awal hingga akhir proyek. Kurva S dapat menunjukkan kemajuan proyek berdasarkan kegiatan, waktu dan bobot pekerjaan yang dipresentasikan sebagai presentase kumulatif dari seluruh kegiatan proyek.

Visualisasi kurva S dapat memberikan informasi mengenai kemajuan proyek dengan membandingkannya terhadap jadwal rencana, sehingga diketahui apakah ada keterlambatan atau percepatan jadwal proyek.

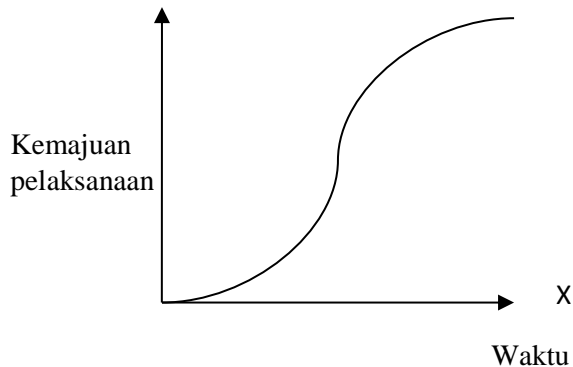
Langkah membuat Kurva S adalah sebagai berikut :

- Langkah pertama adalah menghitung bobot dari setiap pekerjaan

$$\text{Bobot} = \frac{\text{Harga tiap item pekerjaan}}{\text{Harga total pekerjaan}} \times 100\%$$

- Setelah mendapat bobot dari setiap item pekerjaan, selanjutnya adalah membuat tabel bar chart. Data yang dimasukkan dalam tabel bar chart adalah hasil dari bobot pekerjaan dibagi dengan periode (waktu pelaksanaan).

- Selanjutnya, hasil setiap periode dijumlahkan dan selanjutnya bobot per periode ditambahkan periode sebelumnya sehingga akhir proyek akan mencapai bobot 100 %. Setelah itu dibuat kurva dengan memplot nilai bobot per periodenya. Contoh Kurva S:



Gambar 2. 16 Contoh Kurva S

## 2.9. Penjadwalan Proyek

### A. PDM (*Precedence Diagram Program*)

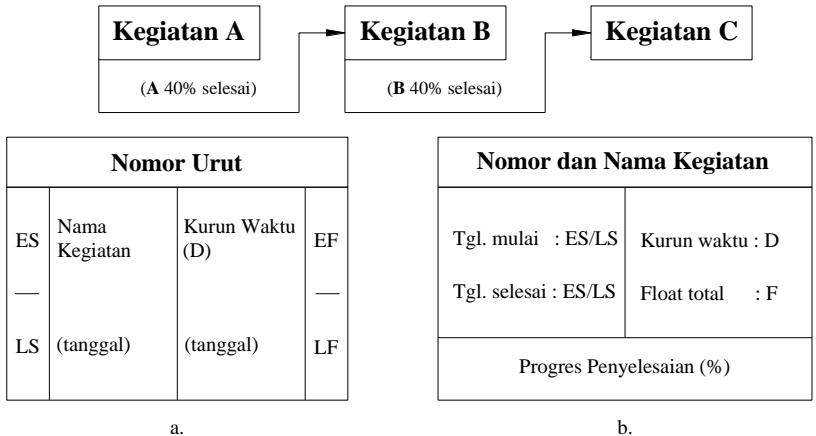
Diagram precedence dapat dibuat dengan node diagram atau *construction block diagram*. Precedence Diagram Methode adalah jaringan kerja yang termasuk klasifikasi AON. Disini kegiatan dituliskan di dalam node yang umumnya berbentuk segi empat, sedangkan anak panah hanya sebagai petunjuk hubungan antara kegiatan-kegiatan bersangkutan.

Ciri – ciri *diagram precedence* adalah sebagai berikut :

- Aktivitas – aktivitas tidak dinyatakan dengan panah melainkan dimasukkan *Node*, Lingkaran atau kotak.



- Anak panah/garis penghubung tidak mempunyai *duration*, sehingga pada diagram *precedence* tidak diperlukan aktivitas *dummy* lagi sehingga diagram menjadi lebih bersih.



Gambar 2. 17 Hubungan Antar Kegiatan - Kegiatan

- **Konstrain, Lead, dan Lag**  
 Telah disinggung bahwa pada PDM, anak panah hanya sebagai penghubung atau memberikan keterangan hubungan antar kegiatan, maka hubungan antar kegiatan berkembang menjadi beberapa kemungkinan berupa konstrain. Konstrain menunjukkan hubungan antar kegiatan dengan satu garis dari node terdahulu ke node berikutnya.  
 Satu konstrain hanya dapat menghubungkan dua node. Karena setiap node memiliki dua ujung yaitu ujung awal atau mulai = (S) dan ujung akhir = (F), maka ada 4 macam konstrain yaitu awal ke awal (SS), awal ke akhir (SF), akhir ke akhir (FF), akhir ke awal (FS). Pada garis konstrain

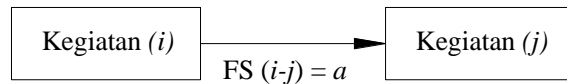
dibutuhkan penjelasan mengenai waktu mendahului (lead) atau terlambat tertunda (lag).

Bila kegiatan (i) mendahului (j) dan satuan waktu adalah hari, maka penjelasan lebih lanjut adalah sebagai berikut :

a) Konstrain Selesai ke Mulai (FS)

Konstrain ini memberikan penjelasan hubungan antara mulainya suatu kegiatan dengan selesainya kegiatan terdahulu. Dirumuskan sebagai  $FS(i-j) = a$  yang berarti kegiatan (j) mulai  $a$  hari, setelah kegiatan yang mendahuluinya (i) selesai.

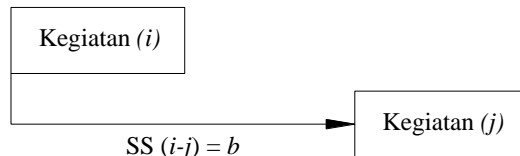
**Konstrain FS**



Gambar 2. 18 Contoh Konstrain FS

b) Konstrain Mulai ke Mulai (SS)

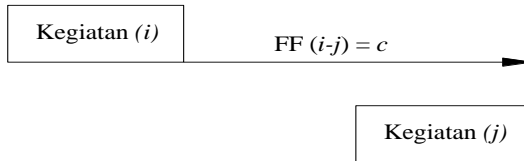
Konstrain ini memberikan penjelasan hubungan antara mulainya suatu kegiatan dengan mulainya kegiatan terdahulu. Dirumuskan sebagai  $SS(i-j) = b$  yang berarti suatu kegiatan (j) mulai setelah  $b$  hari kegiatan terdahulu (i) mulai.



Gambar 2. 19 Contoh Konstrain SS

c) Konstrain Selesai ke Selesai (FF)

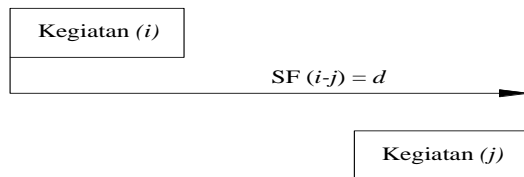
Konstrain ini memberikan penjelasan hubungan antara selesainya suatu kegiatan dengan selesainya kegiatan terdahulu. Dirumuskan sebagai  $FF(i-j) = c$  yang berarti suatu kegiatan (j) selesai setelah  $c$  hari kegiatan terdahulu (i) selesai.



Gambar 2. 20 Contoh Konstrain FF

d) Konstrain Mulai ke Selesai (SF)

Konstrain ini memberikan penjelasan hubungan antara selesainya suatu kegiatan dengan mulainya kegiatan terdahulu. Dirumuskan sebagai  $SF(i-j) = d$  yang berarti suatu kegiatan (j) selesai  $d$  hari kegiatan (i) terdahulu mulai.



Gambar 2. 21 Contoh Konstrain SF

## **2.10. Keselamatan dan Kesehatan Kerja Konstruksi**

Menurut WHO pengertian K3 adalah upaya yang bertujuan untuk meningkatkan dan memelihara derajat kesehatan fisik, mental dan sosial yang setinggi-tingginya bagi pekerja di semua jenis pekerjaan, pencegahan terhadap gangguan kesehatan pekerja yang disebabkan oleh kondisi pekerjaan; perlindungan bagi pekerja dalam pekerjaannya dari risiko akibat faktor yang merugikan kesehatan.

Menurut UU No. 1 Tahun 1970 Tentang Keselamatan Kerja, tujuan dari K3 adalah mencegah terjadinya kecelakaan dan sakit dikarenakan pekerjaan. Selain itu, K3 juga berfungsi untuk melindungi semua sumber produksi agar dapat digunakan secara efektif.

Berikut ini adalah fungsi dan tujuan K3 secara umum:

1. Untuk melindungi dan memelihara kesehatan dan keselamatan tenaga kerja sehingga kinerjanya dapat meningkat.
2. Untuk menjaga dan memastikan keselamatan dan kesehatan semua orang yang berada di lingkungan kerja.
3. Untuk memastikan sumber produksi terpelihara dengan baik dan dapat digunakan secara aman dan efisien.

## **2.11. Pengendalian Mutu**

Menurut (Tjiptono dan Diana, 2000) bahwa mutu merupakan suatu kondisi dinamis yang berhubungan dengan produk, jasa, manusia, proses, dan lingkungan yang memenuhi atau melebihi harapan. Secara konvensional pengertian mutu adalah menggambarkan karakteristik langsung dari

suatu produk, seperti *Performance*, *reliability* (keandalan), mudah dalam penggunaan dan estetika. Sedangkan secara strategis pengertian mutu adalah segala sesuatu yang mampu memenuhi keinginan atau kebutuhan konsumen.

SNI 19-8402-1996 mendefinisikan manajemen mutu sebagai seluruh kegiatan dari keseluruhan fungsi manajemen yang menetapkan kebijakan mutu, sasaran dan tanggung jawab, serta penerapannya dengan cara seperti perencanaan mutu, pengendalian mutu, jaminan mutu dan peningkatan mutu dalam sistem mutu.

Sistem manajemen mutu terdiri atas empat tingkatan yaitu (Rory Burke, 1999) :

- Inspeksi (*Inspection*), adalah mengkaji karakteristik proyek dalam aspek mutu, dalam hubungannya dengan suatu standart yang ditentukan. Inspeksi akan menentukan baik atau tidaknya proyek berdasarkan mutu.
- Pengendalian kualitas (*Quality Control – QC*), terdiri dari kegiatan pemeriksaan pekerjaan, bersama -sama dengan manajemen dan pendokumentasian bahwa pelaksanaan pekerjaan sudah sesuai dengan persyaratan kontrak dan peraturan – peraturan yang berlaku. QC merupakan suatu unsur atau bagian dari QA.
- Jaminan Kualitas (*Quality Assurance – QA*) adalah semua perencanaan, metode dan langkah sistematis yang diperlukan untuk memberi keyakinan bahwa semua perencanaan, perancangan dan pelaksanaan

yang dilakukan sudah sesuai dengan standar – standar yang berlaku, serta syarat-syarat yang dispesifikasikan dalam kontrak.

- *Total Quality Management (TQM)* adalah gabungan dari semua bentuk manajemen kualitas yang tujuan utamanya adalah memenuhi kepuasan pelanggan dengan menitikberatkan pada keinginan pada peningkatan berkelanjutan.

## **BAB III METODOLOGI**

### **3.1. Umum**

Metodologi dimulai dari identifikasi masalah yang ada sesuai dengan latar belakang . dilanjutkan dengan pengumpulan data dalam menunjang pekerjaan. Selanjutnya melakukan studi dan pengolahan data untuk menyelesaikan masalah yang ada. Kemudian dapat disimpulkan.

### **3.2. Pengumpulan Data**

Pengumpulan data sebagai berikut :

#### **3.2.1.Data Primer**

Data yang diambil secara langsung meliputi :

1. Observasi Lapangan

#### **3.2.2.Data Sekunder**

Data yang diperoleh secara tidak langsung dapat berupa referensi buku maupun internet yang digunakan untuk menunjang tugas akhir , yaitu meliputi :

1. Data Proyek
2. Harga Satuan Pokok Kegiatan (HSPK) Malang 2017 untuk menghitung anggaran biaya.
3. Spesifikasi alat berat
4. Program ms. Project

### **3.3. Pengolahan Data**

#### **3.3.1.Analisa Plat *Precast***

Tahapan yang digunakan dalam pembahasan , Analisa plat *precast* dimulai dengan mengecek momen kapasitas plat konvensional ( $M_{n1}$ ), kemudian dilanjutkan dengan langkah sebagai berikut :

1. Perencanaan tebal plat *precast*,
2. Perencanaan titik angkat plat *precast*,
3. Perencanaan tulangan plat *precast* dengan 3 kondisi (angkat, pasang dan *service*),
4. Cek Momen kapasitas dari plat *precast* ( $Mn2$ ),
5. Cek apabila  $Mn2 > Mn1$ .

### **3.3.2. Metode Plat Precast**

Metode pelaksanaan plat *precast*, yaitu :

1. Pengiriman plat *precast*,
2. Penumpukan plat *precast*,
3. Pemasangan plat *precast*,
4. Pengangkatan plat *precast*,
5. Pemasangan plat *precast*,
6. Pembesian plat *precast*,
7. Pengecoran *overtopping*.

### **3.3.3. Menyusun Item Pekerjaan**

1. Menyusun item pekerjaan
2. Pekerjaan Persiapan
3. Pekerjaan Struktur Bawah
4. Pemancangan
5. Galian Pilecap & sloof
6. Bekisting batako
7. Pekerjaan Struktur Atas
8. Pembesian
9. Pengecoran

### **3.3.4. Menghitung Volume Pekerjaan**

1. Menghitung volume pekerjaan,
2. Pekerjaan Persiapan
3. Pekerjaan tiang pancang
4. Pekerjaan Bekisting Batako
5. Pekerjaan Pembesian
6. Pekerjaan Pengecoran



### 3.3.5. Menghitung Produktivitas Pekerjaan

### 3.3.6. Menghitung Biaya Pelaksanaan

1. Koefisien telah ditentukan
2. Harga upah
3. Harga sewa alat
4. Harga material
5. Menghitung RAP

### 3.3.7. Menghitung Waktu Pelaksanaan

1. Menghitung durasi pekerjaan, meliputi;
 
$$\text{durasi} = \frac{\text{volume item pekerjaan}}{\text{Produktivitas alat/pekerja}}$$
2. Membuat Precedence Diagram Method (PDM)
3. Menghitung bobot pekerjaan
 
$$\text{Bobot} = \frac{\text{Harga tiap item pekerjaan}}{\text{Harga total pekerjaan}} \times 100\%$$
4. Membuat bar chart
5. Membuat kurva S dengan alat bantu MS Project

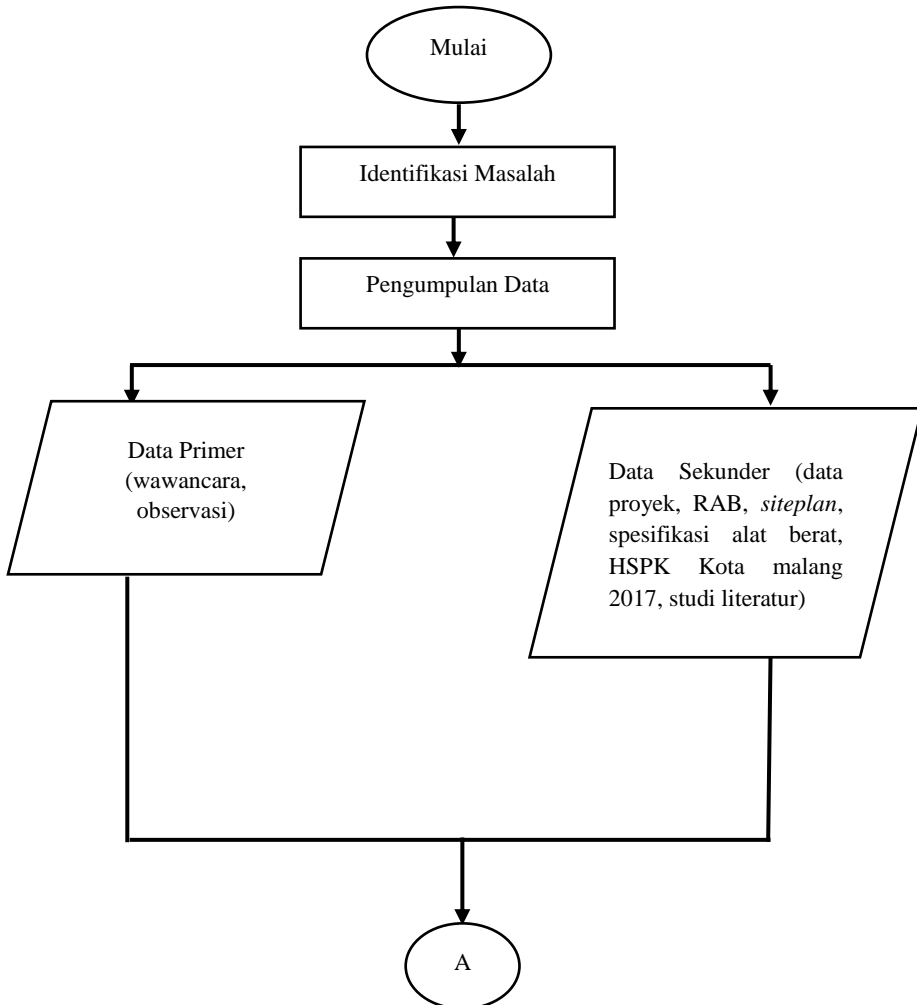
## 3.4. Hasil Pembahasan

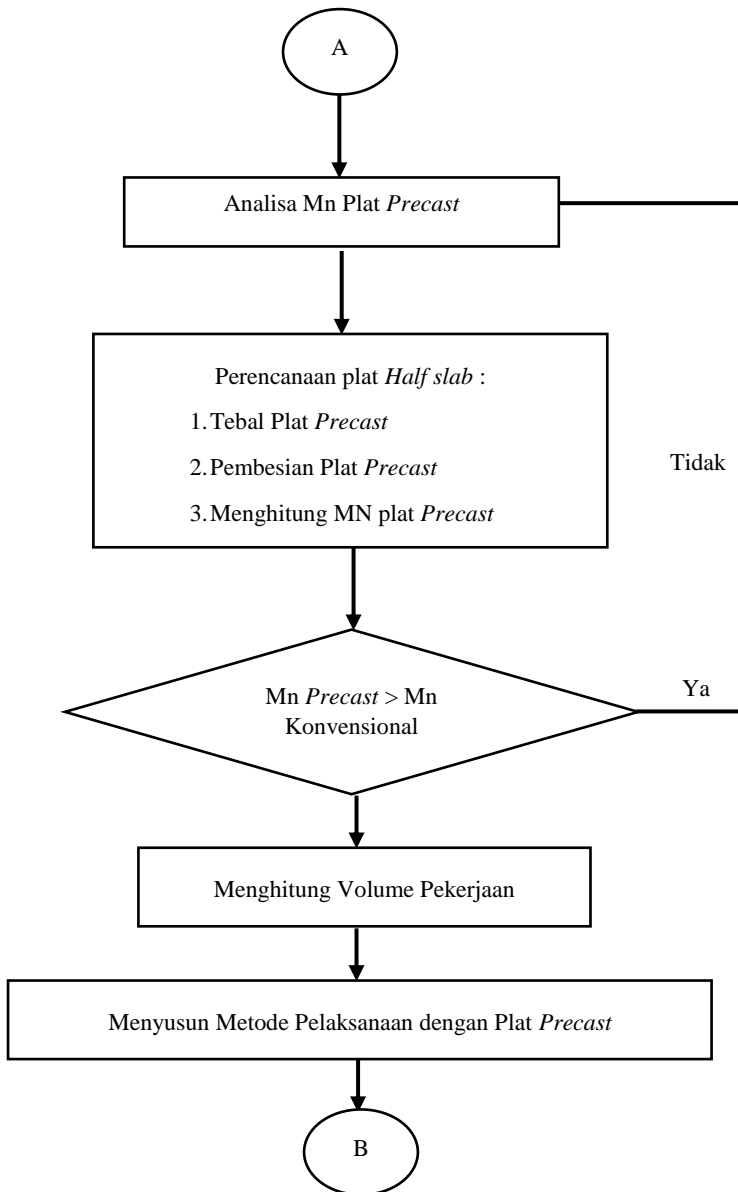
Semua perhitungan dan pengendalian yang dibahas, didasari pada batasan masalah yang telah direncanakan.

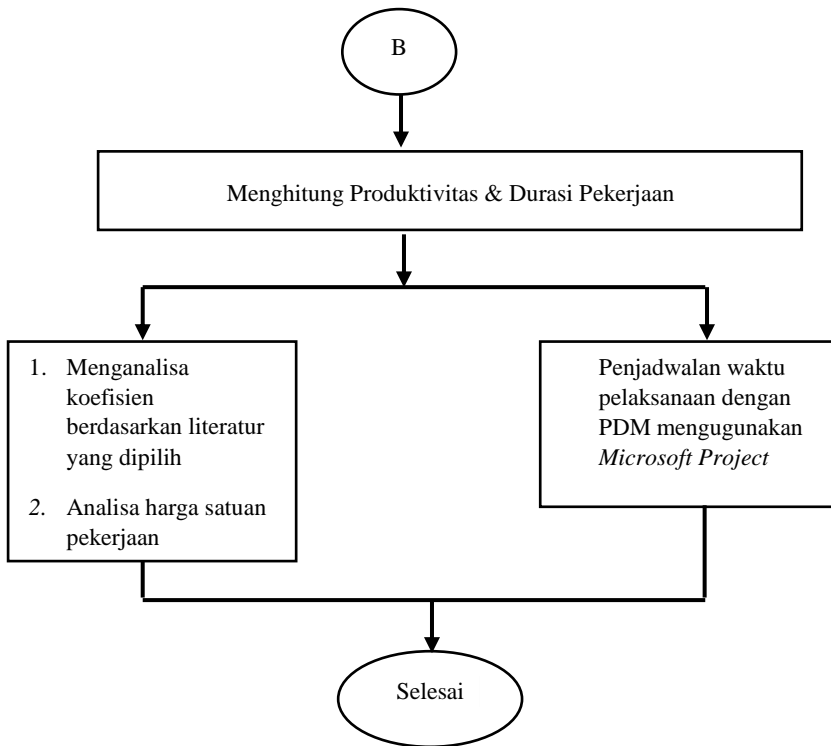
## 3.5. Kesimpulan

Dari hasil analisa diperoleh hasil perhitungan biaya dan waktu dengan metode plat *precast*.

### 3.6. Flow Chart Metodologi







**Gambar 3. 1 Bagan Alir Metodologi**

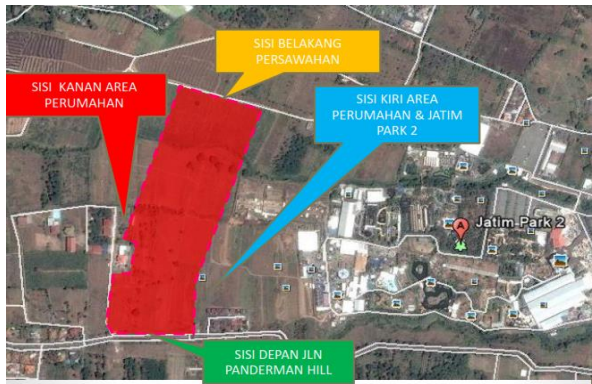
## BAB IV DATA PROYEK

### 4.1. Data Umum

Data proyek yang dibahas dalam pelaksanaan pembangunan Hotel Volendam Rotterdam Malang meliputi data struktur lantai LG 5 sampai lantai atap adapun data-data proyek tersebut antara lain :

- Nama Proyek : Hotel Volendam Rotterdam
- Lokasi Proyek : Malang
- Struktur Bangunan : Konstruksi Beton Bertulang
- Kontraktor : PT. GRIYAWIRA PERSADA
- Luas Bangunan : 1270,08 m<sup>2</sup>
- Rencana Penyelesaian : 540 hari

### 4.2. Lokasi Proyek



Sumber : Metode Holland Park Condotel  
Gambar 4. 1 Lokasi Proyek Tampak Atas



Sumber : Metode Holland Park Condotel  
Gambar 4. 2 Lokasi Proyek

### 4.3. Data-Data Bangunan

#### 4.3.1. Data Fisik Bangunan

- Data Pilecap

No	Pile Cap	Panjang	Lebar	kedalaman	Jumlah
		m	m	m	buah
1	PC1	0,8	0,8	0,4	2
2	PC2	1,4	0,65	0,5	6
3	PC3	1,3	1,4	0,6	3
4	PC4	1,4	1,4	0,7	21

5	PC5	1,6	1,6	0,8	45
---	-----	-----	-----	-----	----

- Data Sloof

No	Sloof	Lebar	Tinggi
		m	m
1	S3	0,2	0,6
2	S4	0,2	0,5

- Data Balok

No	Balok	Dimensi kolom	
		Panjang (m)	Lebar (m)
1	B10	0,2	0,5
2	B11	0,2	0,45
3	B12	0,2	0,45
4	B13	0,2	0,45
5	B14	0,2	0,4
6	B15	0,2	0,4
7	B16	0,15	0,5
8	B17	0,15	0,4
9	B18	0,15	0,85

10	B19	0,15	0,3
11	BK1	0,3	0,7
12	BK2	0,3	0,7
13	BK3	0,2	0,45
14	BK4	0,2	0,4
15	BK5	0,2	0,35
16	BK6	0,2	0,35
17	BK7	0,2	0,35
18	BK8	0,2	0,3
19	BK9	0,2	0,3
20	BK10	0,2	0,3

- Data Kolom

No	Kolom	Dimensi			Jumlah
		Panjang	Lebar	Tinggi	Buah
		(m)	(m)	(m)	
1	K11	0,2	0,8	3,42	37
2	K12	0,3	0,8	3,42	31
3	K13	0,3	0,6	3,42	2
4	K14	0,3	0,6	3,42	3
5	K19	0,2	0,8	3,42	3



6	K21	0,2	0,6	3,42	2
7	K30	0,2	0,4	3,42	2

#### 4.3.2.Data Material Bangunan

NO.	Elemen		Material
1.	Pondasi Pilecap		K-500
2.	Pilecap & Sloof		K-500
3.	Kolom		K-300
4.	Balok		K-300
5.	Plat Lantai		K-300
6.	Tangga		K-300
7.	Tulangan	Plat, pondasi, pilecap.	BJTD-40
		Balok dan Kolom	BJTD-50

#### 4.4. Volume Pekerjaan

**Tabel 4. 1 Rekapitulasi Volume Pekerjaan**

NO	URAIAN PEKERJAAN	VOL UME	T
<b>I. PEKERJAAN PERSIAPAN</b>			
I.1	Pekerjaan Uitzet (pengukuran)	315	m <sub>2</sub>
I.2	Pekerjaan Pemagaran	288,2	m <sub>,</sub>

I.3	Pekerjaan Direksi kit	30	m
<b>II. PEKERJAAN STRUKTUR BAWAH</b>			
II.1	Pemancangan	1992	m
II.2	Galian dengan Alat Berat		m <sup>3</sup>
II.3	Pemotongan Tiang Pancag	332	titik
II.4	Bekisting Batako Pilecap	203	m <sup>3</sup>
II.5	Cor Lantai Kerja Bawah Pilecap	8,47	m <sup>3</sup>
II.6	Pembesian Pilecap (2 zone)	46559,41	kg
II.7	Pengecoran Pilecap (2 zone)	127,95	m <sup>3</sup>
II.8	Bekisting Batako Sloof	72	m <sup>3</sup>
II.9	Cor Lantai Kerja Sloof	3,57	m <sup>3</sup>
II.10	Urug Tanah Bawah Plat lantai LG 5	205,48	m <sup>3</sup>

II.11	Cor Lantai Kerja Plat lantai LG 5 zone 1	25,68	m <sub>3</sub>
II.12	Cor Lantai Kerja Plat lantai LG 3 zone 2	21,76	m <sub>3</sub>
II.13	Pembesian Sloof lantai LG 5 zona 1	6020,27	kg
II.14	Pembesian Sloof lantai LG 3 zona 1	4608,92	kg
II.15	Pengecoran Sloof lantai LG 5 zona 1	41,46	m <sub>3</sub>
II.16	Pengecoran Sloof lantai LG 3 zona 2	31,45	m <sub>3</sub>
II.17	Pembesian Kolom Lantai LG 5	789,8	kg
II.18	Bekisting Kolom Lantai LG 5	334,48	m <sub>2</sub>
II.19	Pengecoran Kolom Lantai LG 5	30,71	m <sub>3</sub>
<b>III. PEKERJAAN STRUKTUR LANTAI LG 3</b>			
<b>III.1 Pekerjaan Struktur Lantai LG 3 Zona 1</b>			
III.1.1	Bekisting Balok lantai LG 3	432,66	m <sub>2</sub>

III.1. 2	Pembesian Balok lantai LG 3	10541, 59	kg
III.1. 3	Pengecoran Balok lantai LG 3	30,25	m <sub>3</sub>
III.1. 4	Bongkar Bekisting Balok lantai LG 3	432,66	m <sub>2</sub>
III.1. 5	Bekisting Plat lantai LG 3	157,67	m <sub>2</sub>
III.1. 6	Pembesian Plat lantai LG 3	10664, 75	kg
III.1. 7	Pengecoran Plat konvensional + overtopping	27,39	m <sub>3</sub>
III.1. 8	Pembongkaran Bekisting Plat Lantai LG 3	157,67	m <sub>2</sub>
III.1. 9	Pembesian Kolom lantai LG 3	9661,4	kg
III.1. 10	Bekisting Kolom LG 3	294,12	m <sub>2</sub>
III.1. 11	Pengecoran Kolom LG 3	23,2	m <sub>3</sub>
<b>III.2 Pekerjaan Struktur Lantai LG 3 Zona 2</b>			
III.2. 1	Pembesian Kolom lantai LG 3	11296, 8	kg

III.2. 2	Bekisting Kolom lantai LG 3	213,9	m <sub>2</sub>
III.2. 3	Pengecoran Kolom lantai LG 3	17,11	m <sub>3</sub>
III.2. 4	Bongkar Bekisting Kolom lantai LG 3	213,9	m <sub>2</sub>

#### **IV. PEKERJAAN STRUKTUR LANTAI LG 2**

##### **IV.1 Pekerjaan Struktur Lantai LG 2 Zona 1**

IV.1. 1	Bekisting Balok lantai LG 2	294,5	m <sub>2</sub>
IV.1. 2	Pembesian Balok lantai LG 2	6178,8 1	kg
IV.1. 3	Pengecoran Balok Lantai LG 2	19,57	m <sub>3</sub>
IV.1. 4	Bongkar Bekisting Balok Lantai LG 2	294,5	m <sub>2</sub>
IV.1. 5	Bekisting Plat lantai LG 2	228,23	m <sub>2</sub>
IV.1. 6	Pembesian Plat lantai LG 2	10,664 ,75	kg
IV.1. 7	Pengecoran Plat lantai LG 2	29,6	m <sub>3</sub>

IV.1. 8	Pembongkaran Bekisting Plat Lantai LG 2	228,2	m <sub>2</sub>
IV.1. 9	Pembesian Kolom Lantai LG 2	9661,4 3	kg
IV.1. 10	Bekisting Kolom Lantai LG 2	294,12	m <sub>2</sub>
IV.1. 11	Pengecoran Kolom Lantai LG 2	23,2	m <sub>3</sub>
IV.1. 12	Bongkar Bekisting Kolom Lantai LG 2	294,12	m <sub>2</sub>
<b>IV.2 Pekerjaan Struktur Lantai LG 2 Zona 2</b>			
IV.2. 1	Bekisting Balok Lantai LG 2	436,94	m <sub>2</sub>
IV.2. 2	Pembesian Balok Lantai LG 2	10643, 14	kg
IV.2. 3	Pengecoran Balok Lantai LG 2	33,83	m <sub>3</sub>
IV.2. 4	Bongkar Bekisting Balok Lantai LG 2	436,94	m <sub>2</sub>
IV.2. 5	Bekisting Plat lantai LG 2	200,01 5	m <sub>2</sub>
IV.2. 6	Pembesian Plat lantai LG 2	9157,5	kg
IV.2. 7	Pengecoran Plat lantai LG 2	26,002	m <sub>3</sub>

IV.2. 8	Pembongkaran Bekisting Plat Lantai LG 2	200,01 5	m <sup>2</sup>
IV.2. 9	Pembesian Kolom Lantai LG 2	8411,7	kg
IV.2. 10	Bekisting Kolom Lantai LG 2	246,24	m <sup>2</sup>
IV.2. 11	Pengecoran Kolom Lantai LG 2	19,22	m <sup>3</sup>
IV.2. 12	Bongkar Bekisting Kolom Lantai LG 2	246,24	m <sup>2</sup>

## V. PEKERJAAN STRUKTUR LANTAI LG 1

### V.1 Pekerjaan Struktur Lantai LG 1 Zona 1

V.1.1	Bekisting Balok Lantai LG 1	294,5	m <sup>2</sup>
V.1.2	Pembesian Balok Lantai LG 1	6178,8 1	kg
V.1.3	Pengecoran Balok dan Plat Lantai LG 1	19,57	m <sup>3</sup>
V.1.4	Bongkar Bekisting Balok Lantai	294,5	m <sup>2</sup>
V.1.5	Bekisting Plat lantai LG 1	228,23	m <sup>2</sup>

V.1.6	Pembesian Plat lantai LG 1	10,664 ,75	kg
V.1.7	Pengecoran Plat lantai LG 1	29,6	m <sub>3</sub>
V.1.8	Pembongkaran Bekisting Plat Lantai LG 1	228,2	m <sub>2</sub>
V.1.9	Pembesian Kolom Lantai LG 1	9661,4 3	kg
V.1.1 0	Bekisting Kolom Lantai LG 1	294,12	m <sub>2</sub>
V.1.1 1	Pengecoran Kolom Lantai LG 1	23,26	m <sub>3</sub>
V.1.1 2	Bongkar Bekisting Kolom Lantai LG 1	294,12	m <sub>2</sub>
<b>V.2 Pekerjaan Struktur Lantai LG 1 Zona 2</b>			
V.2.1	Bekisting Balok Lantai LG 1	436,94	m <sub>2</sub>
V.2.2	Pembesian Balok Lantai LG 1	10643, 14	kg
V.2.3	Pengecoran Balok dan Plat Lantai LG 1	33,83	m <sub>3</sub>
V.2.4	Bongkar Bekisting Balok Lantai	436,94	m <sub>2</sub>
V.2.5	Bekisting Plat lantai LG 1	200,01 5	m <sub>2</sub>



V.2.6	Pembesian Plat lantai LG 1	9157,5	kg
V.2.7	Pengecoran Plat lantai LG 1	26,002	m <sub>3</sub>
V.2.8	Pembongkaran Bekisting Plat Lantai	200,015	m <sup>2</sup>
V.2.9	Pembesian Kolom Lantai LG 1	8411,73	kg
V.2.10	Bekisting Kolom Lantai LG 1	246,24	m <sup>2</sup>
V.2.11	Pengecoran Kolom Lantai LG 1	19,22	m <sub>3</sub>
V.2.12	Bongkar Bekisting Kolom Lantai LG 1	246,24	m <sup>2</sup>
<b>VI. PEKERJAAN STRUKTUR LANTAI LOBBY</b>			
<b>VI.1 Pekerjaan Struktur Lantai Lobby Zona 1</b>			
VI.1.1	Bekisting Balok Lantai lobby	294,5	m <sup>2</sup>
VI.1.2	Pembesian Balok Lantai lobby	6178,81	kg
VI.1.3	Pengecoran Balok Lantai lobby	19,57	m <sub>3</sub>
VI.1.4	Bongkar Bekisting Balok Lantai lobby	294,5	m <sup>2</sup>

VI.1. 5	Bekisting Plat lantai lobby	228,23	m <sub>2</sub>
VI.1. 6	Pembesian Plat lantai lobby	10,664 ,75	kg
VI.1. 7	Pengecoran Plat lantai konvensional dan overtopping	29,6	m <sub>3</sub>
VI.1. 8	Pembongkaran Bekisting Plat Lantai lobby	228,2	m <sub>2</sub>
VI.1. 9	Pembesian Kolom Lantai lobby	9661,4 3	kg
VI.1. 10	Bekisting Kolom Lantai lobby	294,12	m <sub>2</sub>
VI.1. 11	Pengecoran Kolom Lantai lobby	23,26	m <sub>3</sub>
VI.1. 12	Bongkar Bekisting Kolom Lantai lobby	294,12	m <sub>2</sub>
<b>VI.2 Pekerjaan Struktur Lantai Lobby Zona 2</b>			
VI.2. 1	Bekisting Balok Lantai lobby	436,94	m <sub>2</sub>
VI.2. 2	Pembesian Balok Lantai lobby	10643, 14	kg
VI.2. 3	Pengecoran Balok dan Kolom Lantai lobby	33,83	m <sub>3</sub>
VI.2. 4	Bongkar Bekisting Balok Lantai lobby	436,94	m <sub>2</sub>

VI.2. 5	Bekisting Plat lantai lobby	200,01 5	m <sup>2</sup>
VI.2. 6	Pembesian Plat lantai lobby	9157,5	kg
VI.2. 7	Pengecoran Plat lantai lobby	26,002	m <sup>3</sup>
VI.2. 8	Pembongkaran Bekisting Plat Lantai lobby	200,01 5	m <sup>2</sup>
VI.2. 9	Pembesian Kolom Lantai lobby	8411,7 3	kg
VI.2. 10	Bekisting Kolom Lantai lobby	246,24	m <sup>2</sup>
VI.2. 11	Pengecoran Kolom Lantai lobby	19,22	m <sup>3</sup>
VI.2. 12	Bongkar Bekisting Kolom Lantai lobby	246,24	m <sup>2</sup>
<b>VII. PEKERJAAN STRUKTUR LANTAI 1</b>			
<b>VII.1 Pekerjaan Struktur Lantai 1 Zona 1</b>			
VII.1 .1	Bekisting Balok Lantai 1	294,5	m <sup>2</sup>
VII.1 .2	Pembesian Balok Lantai 1	6178,8 1	kg
VII.1 .3	Pengecoran Balok dan Plat Lantai 1	19,57	m <sup>3</sup>

VII.1 .4	Bongkar Bekisting Balok Lantai 1	294,5	m <sub>2</sub>
VII.1 .5	Bekisting Plat lantai 1	228,23	m <sub>2</sub>
VII.1 .6	Pembesian Plat lantai 1	10,664 ,75	kg
VII.1 .7	Pengecoran Plat lantai 1	29,6	m <sub>3</sub>
VII.1 .8	Pembongkaran Bekisting Plat Lantai 1	228,2	m <sub>2</sub>
VII.1 .9	Pembesian Kolom Lantai 1	9661,4 3	kg
VII.1 .10	Bekisting Kolom Lantai 1	294,12	m <sub>2</sub>
VII.1 .11	Pengecoran Kolom Lantai 1	23,26	m <sub>3</sub>
VII.1 .12	Bongkar Bekisting Kolom Lantai 1	294,12	m <sub>2</sub>
<b>VII.2 Pekerjaan Struktur Lantai 1 Zona 2</b>			
VII.2 .1	Bekisting Balok Lantai 1	436,94	m <sub>2</sub>
VII.2 .2	Pembesian Balok Lantai 1	10643, 14	kg
VII.2 .3	Pengecoran Balok dan Plat Lantai 1	33,83	m <sub>3</sub>

VII.2 .4	Bongkar Bekisting Balok Lantai 1	436,94	m <sup>2</sup>
VII.2 .5	Bekisting Plat lantai 1	200,01 5	m <sup>2</sup>
VII.2 .6	Pembesian Plat lantai 1	9157,5	kg
VII.2 .7	Pengecoran Plat konvensional dan overtopping lantai 1	26,002	m <sup>3</sup>
VII.2 .8	Pembongkaran Bekisting Plat Lantai 1	200,01 5	m <sup>2</sup>
VII.2 .9	Pembesian Kolom Lantai 1	8411,7 3	kg
VII.2 .10	Bekisting Kolom Lantai 1	246,24	m <sup>2</sup>
VII.2 .11	Pengecoran Kolom Lantai 1	19,22	m <sup>3</sup>
VII.2 .12	Bongkar Bekisting Kolom Lantai 1	246,24	m <sup>2</sup>
<b>VIII. PEKERJAAN STRUKTUR LANTAI 2</b>			
<b>VIII.1 Pekerjaan Struktur Lantai 2 Zona 1</b>			
VIII. 1.1	Bekisting Balok Lantai 2	294,5	m <sup>2</sup>
VIII. 1.2	Pembesian Balok Lantai 2	6178,8 1	kg

VIII. 1.3	Pengecoran Balok Lantai 2	19,57	m <sub>3</sub>
VIII. 1.4	Bongkar Bekisting Balok Lantai 2	294,5	m <sub>2</sub>
VIII. 1.5	Bekisting Plat lantai 2	228,23	m <sub>2</sub>
VIII. 1.6	Pembesian Plat lantai 2	10,664 ,75	kg
VIII. 1.7	Pengecoran Plat konvensional dan overtopping lantai 2	29,6	m <sub>3</sub>
VIII. 1.8	Pembongkaran Bekisting Plat Lantai 2	228,2	m <sub>2</sub>
VIII. 1.9	Pembesian Kolom Lantai 2	9661,4 3	kg
VIII. 1.10	Bekisting Kolom Lantai 2	294,12	m <sub>2</sub>
VIII. 1.11	Pengecoran Kolom Lantai 2	23,26	m <sub>3</sub>
VIII. 1.12	Bongkar Bekisting Kolom Lantai 2	294,12	m <sub>2</sub>
<b>VIII.1 Pekerjaan Struktur Lantai 2 Zona 2</b>			
VIII. 2.1	Bekisting Balok Lantai 2	436,94	m <sub>2</sub>
VIII. 2.2	Pembesian Balok Lantai 2	10643, 14	kg

VIII. 2.3	Pengecoran Balok dan Plat Lantai 2	33,83	m <sub>3</sub>
VIII. 2.4	Bongkar Bekisting Balok Lantai 2	436,94	m <sub>2</sub>
VIII. 2.5	Bekisting Plat lantai 2	200,01 5	m <sub>2</sub>
VIII. 2.6	Pembesian Plat lantai 2	9157,5	kg
VIII. 2.7	Pengecoran Plat lantai konvensional dan overtopping	26,002	m <sub>3</sub>
VIII. 2.8	Pembongkaran Bekisting Plat Lantai 2	200,01 5	m <sub>2</sub>
VIII. 2.9	Pembesian Kolom Lantai 2	8411,7 3	kg
VIII. 2.10	Bekisting Kolom Lantai 2	246,24	m <sub>2</sub>
VIII. 2.11	Pengecoran Kolom Lantai 2	19,22	m <sub>3</sub>
VIII. 2.12	Bongkar Bekisting Kolom Lantai 2	246,24	m <sub>2</sub>
<b>IX. PEKERJAAN STRUKTUR LANTAI 3</b>			
<b>IX.1 Pekerjaan Struktur Lantai 3 Zona 1</b>			
IX.1. 1	Bekisting Balok Lantai 3	294,5	m <sub>2</sub>

IX.1. 2	Pembesian Balok Lantai 3	6178,8 1	kg
IX.1. 3	Pengecoran Balok lantai 3	19,57	m <sub>3</sub>
IX.1. 4	Bongkar Bekisting Balok Lantai 3	294,5	m <sub>2</sub>
IX.1. 5	Bekisting Plat konvensional dan overtopping lantai 3	228,23	m <sub>2</sub>
IX.1. 6	Pembesian Plat lantai 3	10,664 ,75	kg
IX.1. 7	Pengecoran Plat lantai 3	29,6	m <sub>3</sub>
IX.1. 8	Pembongkaran Bekisting Plat Lantai 3	228,2	m <sub>2</sub>
IX.1. 9	Pembesian Kolom Lantai 3	9661,4 3	kg
IX.1. 10	Bekisting Kolom Lantai 3	294,12	m <sub>2</sub>
IX.1. 11	Pengecoran Kolom Lantai 3	23,26	m <sub>3</sub>
IX.1. 12	Bongkar Bekisting Kolom Lantai 3	294,12	m <sub>2</sub>
<b>IX.1 Pekerjaan Struktur Lantai 3 Zona 2</b>			
IX.2. 1	Bekisting Balok lantai 3	436,94	m <sub>2</sub>



IX.2. 2	Pembesian Balok lantai 3	10643, 14	kg
IX.2. 3	Pengecoran Balok lantai 3	33,83	m <sub>3</sub>
IX.2. 4	Bongkar Bekisting Balok lantai 3	436,94	m <sub>2</sub>
IX.2. 5	Bekisting Plat konvensional dan overtopping lantai 3	200,01 5	m <sub>2</sub>
IX.2. 6	Pembesian Plat lantai 3	9157,5	kg
IX.2. 7	Pengecoran Plat lantai 3	26,002	m <sub>3</sub>
IX.2. 8	Pembongkaran Bekisting Plat Lantai 3	200,01 5	m <sub>2</sub>
IX.2. 9	Pembesian Kolom Lantai 3	8411,7 3	kg
IX.2. 10	Bekisting Kolom Lantai 3	246,24	m <sub>2</sub>
IX.2. 11	Pengecoran Kolom Lantai 3	19,22	m <sub>3</sub>
IX.2. 12	Bongkar Bekisting Kolom Lantai 3	246,24	m <sub>2</sub>
<b>X. PEKERJAAN TANGGA</b>			
X.1	Pemasangan Bekisting Tangga	95,6	m <sub>2</sub>

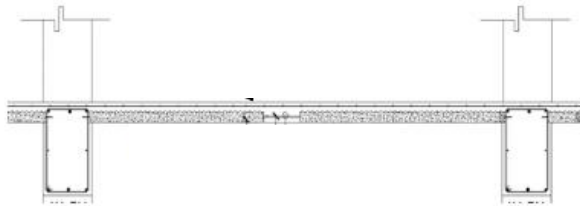
X.2	Pembesian Tangga	2364	K g
X.3	Pengecoran Tangga	21,32	m <sup>3</sup>
X.4	Bongkar Bekisting Tangga	95,6	m <sup>2</sup>
<b>IX. PEKERJAAN ATAP</b>			
XI.1	<b>Pekerjaan Atap Beton</b>		
XI.2	Bekisting Plat Atap	208,98 1	m <sup>2</sup>
XI.3	Pembesian Plat Atap	3448,2	K g
XI.4	Pengecoran Plat Atap	15,43	m <sup>3</sup>
XI.5	Bongkar Bekisting Plat	208,98 1	

(Sumber: Data Gambar Kerja)

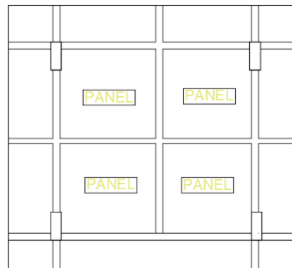
## BAB V PERHITUNGAN PLAT PRECAST

### 5.1. Perencanaan Plat *Half Slab*

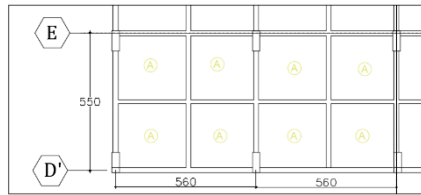
Pelat lantai pada metode *half slab* pracetak memiliki perbedaan komposisi struktur dengan pelat lantai dengan metode konvensional, yaitu terdapat tulangan bawah pelat yang terpotong pada balok. Adapun beberapa tahapan desain antara lain: menentukan data perencanaan, data pembebanan, menghitung penulangan (kondisi pengangkatan, sebelum komposit, setelah komposit). Adapun beberapa gambar denah, potongan dan modul pelat yang sesuai dengan gambar 5.1, 5.2 , 5.3.



Sumber : gambar pribadi  
Gambar 5. 1 Potongan Pelat dan Balok



sumber : gambar pribadi  
Gambar 5. 2 Model Pelat Half Slab



sumber : gambar kerja hotel Volendam Rotterdam

Gambar 5. 3 Denah Pelat

### 5.1.1.Data Perencanaan Pelat Precast

Direncanakan elemen pelat precast sebagai berikut :

- Untuk pelat lantai
 

Tipe	: P1
Tebal pelat Precast	: 8 cm
Tebal overtopping	: 5 cm
Lx	: 1,4 m
Ly	: 2,75 m
Tebal Plat	: 130 mm
Tebal decking	: 20 mm
Fc'	: 25 Mpa
Fy	: 400 Mpa

#### Sebelum Komposit

Tinggi efektif pelat lantai

$$D_x = 80 - 20 - (0,5 \times 12) \text{ mm} = 54 \text{ mm}$$

$$D_y = 80 - 20 - 12 - (0,5 \times 12) \text{ mm} = 42 \text{ mm}$$

#### Setelah Komposit

$$D_x = 130 - 20 - (0,5 \times 12) = 104 \text{ mm}$$

$$D_y = 130 - 20 - 12 - (0,5 \times 12) = 92 \text{ mm}$$

- Bentang bersih plat sumbu panjang ( $l_n$ ) :

$$l_n = l_y - \frac{bw}{2} - \frac{bw}{2}$$

$$l_n = 275 \text{ cm} - \frac{50 \text{ cm}}{2} - \frac{45 \text{ cm}}{2}$$

$$l_n = 227,5 \text{ cm}$$

- Bentang bersih plat sumbu pendek ( $S_n$ ) :

$$S_n = l_x - \frac{bw}{2} - \frac{bw}{2}$$

$$S_n = 140 \text{ cm} - \frac{50 \text{ cm}}{2} - \frac{30 \text{ cm}}{2}$$

$$S_n = 107,5 \text{ cm}$$

Rasio antara bentang bersih sumbu panjang terhadap bentang bersih sumbu pendek:

$$\beta = \frac{l_n}{S_n}$$

$$\beta = \frac{227,5}{107,5}$$

$$\beta = 2,11 > 2 \text{ (one way slab)}$$

- Panjang landasan pelat pracetak :

Berdasarkan SNI 7833-2012 gambar R4.6.2 ditentukan panjang landasan untuk pelat adalah sebagai berikut:

$$\frac{L_n}{180} \geq 50 \text{ mm}$$

$$\frac{227,5 \text{ mm}}{180} \geq 50 \text{ mm}$$

12,63 mm  $\geq$  50 mm , maka panjang landasan yang digunakan adalah 50 mm.

Jadi, dimensi pracetak yang digunakan:

$$l_n = l_n + (2 \times \text{panjang landasan})$$

$$= 2275 \text{ mm} + (2 \times 50 \text{ mm})$$

$$= 2375 \text{ mm}$$

$$= 2,4 \text{ m}$$

$$\begin{aligned}
 S_n &= S_n + (2 \times \text{panjang landasan}) \\
 &= 1075 \text{ mm} + (2 \times 50 \text{ mm}) \\
 &= 1175 \text{ mm} \\
 &= 1,2 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \beta &= \frac{l_n}{S_n} \\
 \beta &= \frac{2375 \text{ mm}}{1175 \text{ mm}}
 \end{aligned}$$

$$\beta = 2,02 > 2 \text{ (one way slab)}$$

- Tebal minimum pelat satu arah (*one way slab*) menggunakan rumus sesuai dengan SNI 2847-2013 pasal 9.5.2 (table 9.5(a)). Tebal minimum (h) bila lendutan tidak dihitung, pelat tertumpu sederhana, dan untuk  $f_y$  selain 420 Mpa tebal plat harus dikalikan dengan  $(0,4 + \frac{f_y}{700})$ . Sehingga:

$$\frac{L}{20} \times (0,4 + \frac{f_y}{700}) = \frac{2375 \text{ mm}}{20} \times (0,4 + \frac{400}{700}) = 115,357 \text{ mm}$$

Maka diambil tebal pelat = 130 mm

Dengan konfigurasi pelat pracetak = 80 mm dan pelat *overtopping* = 50 mm

## 5.2. Kontrol Tegangan saat Penumpukan

Penumpukan pelat pracetak dilokasi stok pelat pracetak dilakukan dengan 3 tumpuan pada saat umur 3 hari, sehingga diasumsikan usia beton menurut PBI 1971 adalah:

$$\begin{aligned}
 f_c'' &= 0,46 \times f_c' \\
 &= 0,46 \times 25 \text{ MPa} = 11,5 \text{ MPa} \\
 f_r &= 0,62 \times \lambda \times \sqrt{f_c''} \\
 &= 0,62 \times 1 \times \sqrt{11,5 \text{ MPa}} \\
 &= 2,10 \text{ MPa}
 \end{aligned}$$

$$= 21,02 \text{ kg/cm}^2$$

**a. Pembebanan**

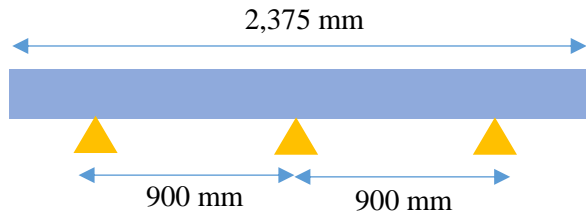
$$\begin{aligned} Q_d &= \gamma_{\text{beton}} \times t_1 \times a \times f_k \\ &= 2400 \text{ kg/m}^3 \times 0,08 \text{ m} \times 1,2 \text{ m} \times 1,5 \\ &= 345,6 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

$$Q_u = 1,2 \times Q_d = 1,2 \times 345,6 \text{ kg/m} = 414,72 \text{ kg/m}$$

$$P_u = 100 \text{ kg/m} \times 1,6 = 160 \text{ kg/m}$$

$$L = 0,375 \times L_n = 0,375 \times 2,4 \text{ m} = 0,9 \text{ m}$$

- Diasumsikan menggunakan 3 buah balok penumpu



Gambar 5. 4 Sketsa Tumpuan Penumpukan Pelat

**b. Perhitungan Momen**

- Mu lapangan

$$\begin{aligned} &= \left( \frac{Q_u \times L^2}{10} \right) + \left( \frac{1}{4} \times P_u \times L \right) \\ &= \left( \frac{414,72 \text{ kg/m} \times (1,2 \text{ m})^2}{10} \right) + \left( \frac{1}{4} \times 160 \text{ kg/m} \times 1,2 \text{ m} \right) \\ &= 107,72 \text{ kgm} \end{aligned}$$

- Mu tumpuan

$$\begin{aligned} &= \frac{1}{8} \times Q_u \times L^2 = \frac{1}{8} \times 414,72 \text{ kg/m} \times (1,2 \text{ m})^2 \\ &= 74,65 \text{ kgm} \end{aligned}$$

- Momen Tahanan

$$\begin{aligned} W &= (S_n \times t_1^2) / 6 \\ &= (1,2 \text{ m} \times (0,08 \text{ m})^2) / 6 = 0,0013 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

**c. Kontrol Tegangan**

$$\begin{aligned}
 - \quad \sigma_x &= \frac{Mu_{lap}}{W} = 107,72 \text{ kgm} / 0,0013 \text{ m}^3 \\
 &= 84.156,25 \text{ kg/m}^2 = 8,416 \text{ kg/cm}^2 \\
 - \quad \sigma_y &= \frac{Mu_{tump}}{W} = 74,65 \text{ kgm} / 0,0013 \text{ m}^3 \\
 &= 57.423,07 \text{ kg/m}^2 = 5,74 \text{ kg/cm}^2
 \end{aligned}$$

Tegangan beton pada komponen pracetak tidak boleh melebihi modulus kehancuran beton maka :

$$\begin{aligned}
 \sigma_x < f_r &\rightarrow 8,416 \text{ kg/cm}^2 < 21,02 \text{ kg/cm}^2 && \text{OK} \\
 \sigma_y < f_r &\rightarrow 5,74 \text{ kg/cm}^2 < 21,02 \text{ kg/cm}^2 && \text{OK}
 \end{aligned}$$

#### d. Jumlah Tumpukan

Jumlah tumpukan yang mampu diterima, digunakan kayu dengan ukuran 5/10 untuk penumpu pelat pracetak, maka luas bidang kontak yaitu :

$$\begin{aligned}
 A &= 0,05 \text{ m} \times 3 \text{ balok kayu} = 0,15 \text{ m}^2 = 150.000 \text{ mm}^2 \\
 Q_u &= 1,2 \times \gamma_{\text{beton}} \times t_1 \times L_n \times S_n \times f_k \\
 &= 1,2 \times 2400 \text{ kg/m}^3 \times 0,08 \text{ m} \times 2,4 \text{ m} \times 1,2 \times 1,5 \\
 &= 995 \text{ kg} \\
 L_u &= 1,6 \times 100 \text{ kg} = 160 \text{ kg} \\
 P_u &= Q_u + L_u = 995 \text{ kg/m} + 160 \text{ kg/m} \\
 &= 1155 \text{ kg/m} = 11.550 \text{ N} \\
 F &= P / A = 11.550 \text{ N} / 150.000 \text{ mm}^2 = 0,077 \text{ MPa} \\
 \text{Sehingga untuk jumlah penumpukan adalah :} \\
 N &= \frac{Fr}{F \times SF} = \frac{2,10 \text{ MPa}}{0,077 \text{ MPa} \times 3} = 9,09 \approx \mathbf{9 \text{ tumpukan pelat}}
 \end{aligned}$$

### 5.3. Perhitungan Tulangan Pelat Pracetak

#### 5.3.1. Kondisi Saat Pengangkatan

##### a. Pembebanan

Beban Mati (*DL*)

$$\text{Berat sendiri pracetak} = 0,08 \times 2400 = 192 \text{ kg/m}^2$$

$$\begin{array}{r}
 \text{Beban kejut} \quad \quad \quad = 0,5 \times 192 = 96 \text{ kg/m}^2 + \\
 \hline
 \text{DL} = 288 \text{ kg/m}^2
 \end{array}$$



$$\begin{aligned}\text{Beban total} &= 1,4 DL \\ &= 1,4 (288) = 403,2 \text{ kg/m}^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Beban untuk 1 m pias} &= 403,2 \times 1 \\ q_u &= 403,2 \text{ kg/m}\end{aligned}$$

### b. Penulangan

Momen yang terjadi, persamaan di dapat dari *PCI 7<sup>th</sup> Edition*.

- Momen Arah X :

$$M_x = 0,0107 \times q_u \times a^2 \times b$$

$$M_x = 0,0107 \times 403,2 \text{ kg/m}^2 \times (2,4 \text{ m})^2 \times 1,2 \text{ m} \times 10^{-2}$$

$$M_x = 0,45 \text{ kNm} = 454,291 \text{ Nmm}$$

- Momen Arah Y:

$$M_y = 0,0107 \times q_u \times a \times b^2$$

$$M_y = 0,0107 \times 403,2 \text{ kg/m}^2 \times 2,4 \text{ m} \times (1,2 \text{ m})^2 \times 10^{-2}$$

$$M_y = 0,2 \text{ kNm} = 224,755 \text{ Nmm}$$

- **Penulangan Arah X**

Tebal selimut = 20 mm

Direncanakan tulangan D12

$$d_x = h - \text{cover} - \frac{1}{2} \text{ tul. Lentur} = 80 - 20 - \frac{1}{2}(12) = 54 \text{ mm}$$

Pada perencanaan awal diasumsikan  $\phi = 0,9$



Gambar 5. 5 Sketsa Penulangan Pelat Satu Arah X Saat Pengangkatan

$$R_n = \frac{Mu}{\phi \times b \times dx^2} = \frac{454.291 \text{ Nmm}}{0,9 \times 1000 \times (54 \text{ mm})^2}$$

$$= 0,17 \text{ Mpa}$$

$$m = \frac{fy}{0,85 fc'} = \frac{400}{0,85 \times 25} = 18,82$$

$$\rho_{perlu} = \frac{1}{m} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2m \times R_n}{fy}} \right)$$

$$= \frac{1}{18,82} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2(18,82) \times 0,17 \text{ Mpa}}{400}} \right)$$

$$= 0,000435$$

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

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 duktail.

$$\varepsilon_t = 0,003 \times \left( \frac{dx}{c} - 1 \right)$$

$$= 0,003 \times \left( \frac{0,85 \times fc' \times \beta_1}{\rho \times fy} - 1 \right)$$

$$0,004 = 0,003 \times \left( \frac{0,85 \times 25 \times 0,8}{\rho \times 400} - 1 \right)$$

$$\rho_{max} = 0,0255$$

syarat :  $\rho_{min} < \rho_{perlu} < \rho_{max}$

$$0,002 < 0,000435 < 0,0255 \text{ (Tidak OK)}$$

$$\rho_{perlu} \text{ dinaikan } 30\% = 1,3 \times 0,000435 =$$

$$0,000565 \text{ (Tidak OK, kurang dari } \rho_{min})$$

maka  $\rho$  yang digunakan adalah  $\rho_{min} = \mathbf{0,002}$

➤ Tulangan Utama

$$A_s = \rho_{perlu} \times b \times dx$$

$$= 0,002 \times 1000 \text{ mm} \times 54 \text{ mm}$$

$$= 108 \text{ mm}^2$$

Digunakan tulangan D12 mm ( $A_s = 113,1 \text{ mm}^2$ )

$$\text{Jarak tulangan } (s) = \frac{b \times A_s \text{ Tulangan}}{A_s \text{ Perlu}}$$

$$= \frac{1000 \text{ mm} \times 113,1 \text{ mm}^2}{108 \text{ mm}^2}$$

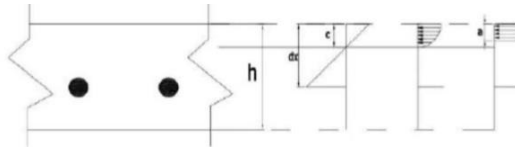
$$= 1048 \text{ mm}$$

Syarat : (SNI 2847-2013 Pasal 10.5.4)

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

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

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



Dipilih yang terkecil, jadi dipilih memakai  
 $s = 200 \text{ mm}$

$$A_{s \text{ pakai}} = \frac{1000 \text{ mm} \times 113,1 \text{ mm}^2}{200 \text{ mm}} = 566 \text{ mm}^2$$

Syarat :  $A_{s \text{ pakai}} > A_{s \text{ perlu}}$

$$566 \text{ mm}^2 > 108 \text{ mm}^2$$

Kekuatan tulangan yang terpasang  
 mencukupi

- Kontrol Kapasitas Lentur dan Geser
  - Kontrol Faktor Reduksi
  - Tinggi blok tegangan persegi ekuivalen**

$$a = \frac{A_s \times F_y}{0.85 \times f_c' \times b} = \frac{566 \text{ mm}^2 \times 400 \text{ Mpa}}{0.85 \times 25 \text{ Mpa} \times 1000 \text{ mm}}$$

$$= 10,65 \text{ mm}$$

**Jarak dari serat tekan terjauh ke sumbu netral**

$$c = \frac{a}{\beta_1} = \frac{10,65 \text{ mm}}{0.8} = 13,31 \text{ mm}$$

**Regangan tarik**

$$\varepsilon_t = 0.003 \times \left( \frac{d_x}{c} - 1 \right) = 0.003 \times \left( \frac{54 \text{ mm}}{13,31 \text{ mm}} - 1 \right) = 0.0092$$

Dipakai  $\phi = 0,9$

$$\phi M_n = \phi \times A_s \times f_y \times x (d_x - 0.5a)$$

$$\phi M_n = 0,9 \times 566 \text{ mm}^2 \times 400 \text{ Mpa} \times (54 \text{ mm} - 0,5(10,65 \text{ mm})) = 9,913,140 \text{ Nmm}$$

$$= 9,913 \text{ kNm}$$

$$\phi M_n = 9,9131 \text{ kNm} > M_u = 0,454 \text{ kNm}$$

(OK)

Jadi, dipakai tulangan utama **D12 - 200 mm.**

- **Kontrol Terhadap Persyaratan Geser**  
 Kontrol persyaratan geser ditinjau berdasarkan *SNI 2847-2013 Pasal 11.4.6.1*  
 Vu pada jarak d dari tumpuan sebesar:

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

$$Vu = 403,2 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \times \left( \frac{1,2 \text{ m}}{2} - \frac{54 \text{ mm}}{1000} \right) \times 10^{-2} = 2,605 \text{ kN}$$

$$\phi Vc = \phi (0,17 \lambda \sqrt{f_c'} b dx)$$

$$\begin{aligned}\phi V_c &= 0,75 (0,17 \times 1 \times \sqrt{25 \text{ Mpa}} \times \\ &1000 \text{ mm} \times 54 \text{ mm}) \\ &= 34400 \text{ N} \\ &= 34,4 \text{ kN}\end{aligned}$$

$$\frac{1}{2} \phi V_c \geq Vu = 17,213 \text{ kN} \geq 2,6 \text{ kN}$$

### Kekuatan geser pelat mencukupi

- **Penulangan Arah Y**

Tebal selimut = 20 mm

Direncanakan tulangan D12

- Penulangan Pelat Arah Y Akibat Pengangkatan



Gambar 5. 6 Sketsa Penulangan Pelat Arah Y Saat Pengangkatan

$$\begin{aligned}d_y &= h - \text{cover} - \frac{1}{2} \text{tul. Lentur} \\ &= 80 - 20 - 12 - \frac{1}{2} (12) = 42 \text{ mm}\end{aligned}$$

Pada perencanaan awal diasumsikan  $\phi = 0,9$

$$\begin{aligned}R_n &= \frac{Mu}{\phi \times b \times d_y^2} = \frac{224755 \text{ Nmm}}{0,9 \times 1000 \text{ mm} \times 42 \text{ mm}^2} \\ &= 0,29 \text{ Mpa}\end{aligned}$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 f_c'} = \frac{400 \text{ Mpa}}{0,85 \times 25 \text{ Mpa}} = 18,82$$

$$\begin{aligned}\rho_{\text{perlu}} &= \frac{1}{m} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2m \times R_n}{f_y}} \right) \\ &= \frac{1}{18,82} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2(18,82) \times 0,29 \text{ Mpa}}{400 \text{ Mpa}}} \right) \\ &= 0,00072\end{aligned}$$

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

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 duktail.

$$\varepsilon_t = 0,003 \times \left( \frac{d_y}{c} - 1 \right) = 0,003 \times \left( \frac{0,85 \times f_c' \times \beta_1}{\rho \times f_y} - 1 \right)$$

$$0,004 = 0,003 \times \left( \frac{0,85 \times 25 \text{ Mpa} \times 0,8}{\rho \times 400 \text{ Mpa}} - 1 \right)$$

$$\rho_{max} = 0,0255$$

$$\text{syarat : } \rho_{min} < \rho_{perlu} < \rho_{max}$$

$$0,002 < 0,00072 < 0,0255 \text{ (Tidak OK)}$$

$$\rho_{perlu} \text{ dinaikan } 30\% = 1,3 \times 0,00072 = 0,000936$$

(Tidak OK, kurang dari  $\rho_{min}$ )

maka  $\rho$  yang digunakan adalah  $\rho_{min} = \mathbf{0,002}$

➤ Tulangan Utama

$$A_s = \rho_{perlu} \times b \times d_y = 0,002 \times 1000 \times 42 = 84 \text{ mm}^2$$

Digunakan tulangan D12 mm ( $A_s = 113,1 \text{ mm}^2$ )

$$\begin{aligned} \text{Jarak tulangan (s)} &= \frac{b \times A_s \text{ Tulangan}}{A_s \text{ Perlu}} \\ &= \frac{1000 \text{ mm} \times 113,1 \text{ mm}^2}{84 \text{ mm}^2} \\ &= 1347 \text{ mm} \end{aligned}$$

Syarat : (SNI 2847-2013 Pasal 10.5.4)

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

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

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

Dipilih yang terkecil, jadi dipilih memakai  $s = 200$  mm

$$A_s \text{ pakai} = \frac{1000 \text{ mm} \times 113,1 \text{ mm}^2}{200 \text{ mm}} = 566 \text{ mm}^2$$

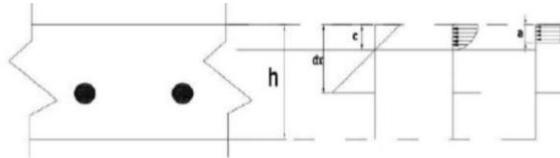
Syarat :  $A_s \text{ pakai} > A_s \text{ perlu}$

$$566 \text{ mm}^2 > 84 \text{ mm}^2$$

Kekuatan tulangan yang terpasang mencukupi

➤ Kontrol Kapasitas Lentur dan Geser

- Kontrol Faktor Reduksi



Gambar 5. 7 Diagram Tulangan Pelat Pracetak

Berdasarkan SNI 2847-2013 Pasal 9.3

- Tinggi blok tegangan persegi ekuivalen

$$a = \frac{A_s \times F_y}{0,85 \times f_c' \times b} = \frac{566 \text{ mm}^2 \times 400 \text{ Mpa}}{0,85 \times 25 \text{ Mpa} \times 1000 \text{ mm}} = 10,65 \text{ mm}$$

- Jarak dari serat tekan terjauh ke sumbu netral  
Sesuai SNI 2847-2013 Pasal 10.2.7.3, untuk  $f_c' 25$  Mpa dapat digunakan  $\beta_1 = 0,8$

$$c = \frac{a}{\beta_1} = \frac{10,65}{0,8} = 13,31 \text{ mm}$$

- Regangan tarik

$$\varepsilon_t = 0,003 \times \left( \frac{d_y}{c} - 1 \right) = 0,003 \times \left( \frac{42 \text{ mm}}{13,31 \text{ mm}} - 1 \right)$$

$$= 0.0065$$

Dipakai  $\phi = 0,9$

$$\phi M_n = \phi \times A_s \times f_y \times (d_y - 0.5a)$$

$$\phi M_n = 0,9 \times 566 \text{ mm}^2 \times 400 \text{ Mpa} \times (42 \text{ mm} - 0,5(10,65\text{mm}))$$

$$= 7.469.254 \text{ Nmm} = 7,469 \text{ kNm}$$

$$\phi M_n = 7,469 \text{ kNm} > M_u = 0,2 \text{ kNm (OK)}$$

Jadi, dipakai tulangan utama **D12 - 200 mm.**

- Kontrol Terhadap Persyaratan Geser  
Kontrol persyaratan geser ditinjau berdasarkan *SNI 2847-2013 Pasal 11.4.6.1*  $V_u$  pada jarak  $d$  dari tumpuan sebesar:

$$V_u = q_u \left( \frac{ly}{2} - \frac{dy}{1000} \right)$$

$$V_u = 403,2 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \times \left( \frac{2,4 \text{ m}}{2} - \frac{42 \text{ mm}}{1000} \right)$$

$$= 5,544 \text{ kN}$$

$$\phi V_c = \phi (0,17 \lambda \sqrt{f_c'} b dy)$$

$$\phi V_c = 0,75 (0,17 \times 1 \times \sqrt{25 \text{ Mpa}} \times 1000 \text{ mm} \times 42 \text{ mm})$$

$$= 26800 \text{ N}$$

$$= 26,8 \text{ kN}$$

$$\frac{1}{2} \phi V_c \geq V_u = 13,38 \text{ kN} \geq 5,54 \text{ kN}$$

**Kekuatan geser pelat mencukupi**

- Kontrol Persyaratan Penulangan



- Kontrol Retak

Kontrol retak ditinjau menurut *SNI 2847-2013*

*Pasal 9.5.2.3* momen batas retak yang terjadi pada pelat saat beton berumur 3 hari :

$$f'_c = 0,46 \times f_c' = 0,46 \times 25 \text{ Mpa} = 11,5 \text{ Mpa}$$

$$f_r = 0,62 \lambda \sqrt{f'_c} = 0,62 \times 1 \times \sqrt{11,5} \text{ Mpa} \\ = 2,10 \text{ Mpa}$$

$$\lambda = 1 \text{ (untuk beton normal)}$$

$$I = \frac{1}{12} \times b \times h^3 = \frac{1}{12} \times 1000 \text{ mm} \times (80 \text{ mm})^3 \\ = 42666666,67 \text{ mm}^4$$

$$M_{cr} = \frac{f_r \times I}{c} = \frac{2,10 \text{ Mpa} \times 42666666,67 \text{ mm}^4}{13,31 \text{ mm}} \\ = 6.739.398 \text{ Nmm}$$

Momen layan yang bekerja adalah :

$$M_x = 0,0107 \times qDL \times a^2 \times b$$

$$M_x = 0,0107 \times 288 \text{ kg/m}^2 \times (2,4 \text{ m})^2 \times 1,2 \text{ m} \times 10^{-2}$$

$$M_x = 0,45 \text{ kNm} = 454.291 \text{ Nmm}$$

Momen Arah Y:

$$M_y = 0,0107 \times qDL \times a \times b^2$$

$$M_y = 0,0107 \times 288 \text{ kg/m}^2 \times 2,4 \text{ m} \times (1,2 \text{ m})^2 \times 10^{-2}$$

$$M_y = 0,2 \text{ kNm} = 224.755 \text{ Nmm}$$

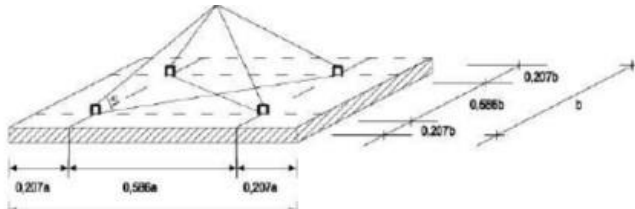
$$M_{cr} = 6.739.398 \text{ Nmm} \geq M_x$$

$$= 6.739.398 \text{ Nmm} \geq 454.291 \text{ Nmm} \quad \text{(OK)}$$

$$M_{cr} = 6.739.398 \text{ Nmm} \geq 224.755 \text{ Nmm} \quad \text{(OK)}$$

- Kontrol Tegangan Akibat Pengangkatan

Kontrol ini mengacu pada metode pengangkatan pelat yang dikeluarkan oleh PCI edisi ke-7 seperti pada gambar berikut :



Gambar 5. 8 Titik Pengangkatan Pelat Pracetak  
 Diasumsikan pelat pracetak diangkat setelah berumur 3 hari.  
 Tegangan ditahan oleh  $b$  yang merupakan nilai terkecil dari  $a/2$ ,  $b/2$  atau  $15t$ .

$$b/2 = 2,75 \text{ m} / 2 = 1,38 \text{ m}$$

$$a/2 = 1,4 \text{ m} / 2 = 0,7 \text{ m}$$

$$15t = 15 \times 0,08 = 1,2 \text{ m}$$

$$\text{Dipakai } b = 0,7 \text{ m} = 700 \text{ mm}$$

$$S = \frac{1}{6} b h^2 = \frac{1}{6} (700 \text{ mm})(80 \text{ mm})^2 = 746.667 \text{ mm}^3$$

$$P = \frac{a \times b \times t \times \gamma_{\text{beton}}}{4} = \frac{1,4 \text{ m} \times 2,75 \text{ m} \times 0,08 \text{ m} \times 2400 \text{ kg}}{4} = 172,48 \text{ kg} = 1724,8 \text{ N}$$

$$\theta_1 = 60^\circ$$

$$P_1 = P \sin \theta_1 = 1724,8 \text{ N} \sin 60 = 1494 \text{ N}$$

$$\sigma_{\text{max}} = \frac{M y c}{I} + \frac{P}{b \times t} < f_r$$

$$\sigma_{\text{max}} = \frac{224.755 \text{ Nmm} \times 13,31 \text{ mm}}{42666666,67 \text{ mm}^4} + \frac{1724,8 \text{ N}}{700 \times 80} < 2,1$$

$$\text{Mpa}$$

$$\sigma_{max} = 0,1725 \text{ Mpa} < 2,1 \text{ Mpa (OK)}$$

- Dimensi Angkur Pengangkatan  
Setiap angkur menerima beban sebesar  $P$ , yaitu 172,48 kg. Maka, dibutuhkan diameter angkur sebesar:

$$\begin{aligned} d &= \sqrt{\frac{4P}{\pi f_y}} = \sqrt{\frac{4 \times 172,48 \text{ kg}}{\pi \times 400 \text{ Mpa}}} \\ &= \sqrt{\frac{4 \times 177,48 \text{ kg}}{\pi \times 2400 \text{ kg/mm}^2}} \\ &= 0,23 \text{ mm} \approx 1 \text{ cm} = 10 \text{ mm} \end{aligned}$$

Digunakan angkur dengan **D10 mm-4 Buah**

- Kontrol Lendutan  
Momen Akibat Beban Mati :

$$M_{DL} = M_{DLx} = 342.000 \text{ Nmm} = 34,20 \text{ kgm}$$

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

$$M_a = M_{DL} = 34,20 \text{ kgm} = 342.000 \text{ Nmm}$$

Momen batas retak :

$$\begin{aligned} M_{cr} &= (f_r \times I_g) / (0,5 \times \text{tebal } \textit{precast}) \\ &= (2,10 \text{ Mpa} \times 42666666,67 \text{ mm}^4) / (0,5 \times 80 \text{ mm}) \\ &= 2.242.690 \text{ Nmm} \end{aligned}$$

Momen inersia bruto terhadap sumbu berat penampang tanpa memperhitungkan tulangan baja :

$$I_g = \frac{1}{12} \times b \times h^3 = \frac{1}{12} \times 1000 \text{ mm} \times (80 \text{ mm})^3$$

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

Momen inersia retak penampang, dengan tulangan baja yang ditransformasikan ke penampang beton. D dicari nilai  $x$  terlebih dahulu :

$$0 = \frac{bx^2}{2} - n \times As(dy - x)$$

$$0 = \frac{1000x^2}{2} - \left(\frac{b}{s \text{ pakai}} + 1\right) \times 113,1 \text{ mm}^2 (42 \text{ mm} - x)$$

$$0 = \frac{bx^2}{2} - n \times As(dy - x)$$

$$0 = 500 \text{ mm} \cdot x^2 - \left(\frac{1000}{200} + 1\right) \times 113,1 \text{ mm}^2 (42 \text{ mm} - x)$$

$$0 = 500 \text{ mm} \cdot x^2 - 6 \times 113,1 \text{ mm}^2 (42 \text{ mm} - x)$$

$$0 = 500 x^2 + 867,477 x - 36434$$

$$x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

$$f(x) = 0 \quad \begin{array}{l} x_1 = 10,06 \text{ mm} \\ x_2 = -12 \text{ mm} \end{array}$$

digunakan  $x = 10,06 \text{ mm}$

$$I_{cr} = \frac{bx^3}{3} - n \times As(dy - x)^2$$

$$= \frac{1000 \text{ mm} (10,06 \text{ mm})^3}{3} - 6 \times 113,1 \text{ mm}^2 (42 \text{ mm} - x)$$

$$= 1.031.915 \text{ mm}^4$$

- Momen Inersia Efektif

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

$$= \left(\frac{2.242.690}{342.000}\right)^3 42666667 + \left[1 -$$

$$\left(\frac{2.242.690}{342.000}\right)^3\right] I_{cr} \leq I_g$$

$$= 11.741.506.773 \text{ mm}^4$$

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

$$I_e = 11.741.506.773 \text{ mm}^4 \leq$$

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

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

$$(\Delta i)_{DL} = \frac{5q ly^4}{384E_c I_g}$$

$$E_c = 4700\sqrt{f'c'} = 4700\sqrt{0,88 \times 25 \text{ Mpa}}$$

$$= 22,045 \text{ Mpa}$$

$$(\Delta i)_{DL} = \frac{5 \times 288 \times 10^{-5} \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \times (2375 \text{ mm})^4}{384 \times 22,045 \text{ Mpa} \times 42666666,67 \text{ mm}^4}$$

$$= 1,27 \text{ mm}$$

Berdasarkan SNI 2847-2013 batasan lendutan untuk pelat lantai adalah :

$$\frac{l}{240} = \frac{2375 \text{ mm}}{240} = 9,9 \text{ mm}$$

$$\text{Cek : } \Delta = 1,27 \text{ mm} \leq \frac{l}{240} = 9,9 \text{ mm} \text{ (OK)}$$

### 5.3.2. Kondisi Sebelum Komposit

#### a. Pembebanan

Beban Mati (*DL*)

$$\text{Berat sendiri pracetak} = 0,08 \times 2400 = 192 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Beban } \textit{topping} = 0,05 \times 2400 \times 1,5 = 180 \text{ kg/m}^2 +$$

$$DL = 375$$

kg/m<sup>2</sup>

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

$$\text{Beban total} = 1,2 DL + 1,6 LL$$

$$= 1,2 (375) + 1,6 (100)$$

$$= 606,4 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Beban untuk 1 m pias} = 606,4 \times 1$$

$$q_u = 606,4 \text{ kg/m}$$

## b. Penulangan

Data perencanaan penulangan pelat :

$$\text{Dimensi pelat} = 2375 \text{ mm} \times 1175 \text{ mm}$$

$$\text{Tebal pracetak} = 80 \text{ mm}$$

$$\text{Tebal } \textit{overtopping} = 50 \text{ mm}$$

$$\text{Tebal } \textit{decking} = 20 \text{ mm}$$

$$\text{Diameter tul. rencana} = 12 \text{ mm}$$

$$D_y = h - \textit{cover} - \emptyset - 1/2 \emptyset$$

$$= 80 \text{ mm} - 20 \text{ mm} - 12 \text{ mm} - 1/2 (12 \text{ mm}) = 42 \text{ mm}$$

Momen maksimum arah Y

$$M_u = 1/8 q_u (L_y)^2 = 1/8 (606,4 \text{ kg/m}) (2,4 \text{ m})^2 \times 10^{-2}$$

$$= 4,276 \text{ kNm} = 4.275.594 \text{ Nmm}$$

## • Penulangan Utama

Pada perencanaan awal diasumsikan  $\phi = 0,9$

$$R_n = \frac{M_u}{\phi \times b \times d y^2} = \frac{4.275.594 \text{ Nmm}}{0,9 \times 1000 \text{ mm} \times (42 \text{ mm})^2} = 2,7 \text{ Mpa}$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 f_c'} = \frac{400 \text{ Mpa}}{0,85 \times 25 \text{ Mpa}} = 18,82$$

$$\begin{aligned} \rho_{\text{perlu}} &= \frac{1}{m} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2m \times R_n}{f_y}} \right) \\ &= \frac{1}{18,82} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2(918,82) \times 2,7 \text{ Mpa}}{400 \text{ Mpa}}} \right) = \\ &0,0072 \end{aligned}$$

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

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 duktail.

$$\varepsilon_t = 0,003 \times \left( \frac{d_y}{c} - 1 \right) = 0,003 \times \left( \frac{0,85 \times f_c' \times \beta_1}{\rho \times f_y} - 1 \right)$$

$$0,004 = 0,003 \times \left( \frac{0,85 \times 25 \text{ Mpa} \times 0,8}{\rho \times 400 \text{ Mpa}} - 1 \right)$$

$$\rho_{\text{max}} = 0,0255$$

$$\text{syarat : } \rho_{\text{min}} < \rho_{\text{perlu}} < \rho_{\text{max}}$$

$$0,002 < 0,0072 < 0,0255 \text{ (OK)}$$

maka  $\rho$  yang digunakan adalah  $\rho_{\text{perlu}} = \mathbf{0,0072}$

#### ➤ Tulangan Utama

$$A_s = \rho_{\text{perlu}} \times b \times d_y = 0,0072 \times 1000 \text{ mm} \times 42 \text{ mm}$$

$$= 303,4 \text{ mm}^2$$

Digunakan tulangan D12 mm ( $A_s = 113,1 \text{ mm}^2$ )

$$\begin{aligned} \text{Jarak tulangan (s)} &= \frac{b \times A_s \text{ Tulangan}}{A_s \text{ Perlu}} \\ &= \frac{1000 \text{ mm} \times 113,1 \text{ mm}^2}{303,4 \text{ mm}^2} \end{aligned}$$

$$= 373 \text{ mm}$$

Syarat : (SNI 2847-2013 Pasal 10.5.4)

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

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

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

dipilih memakai  $s = 150 \text{ mm}$

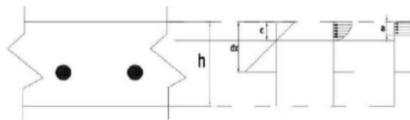
$$A_{s \text{ pakai}} = \frac{1000 \text{ mm} \times 113,1 \text{ mm}^2}{150 \text{ mm}} = 754,28 \text{ mm}^2$$

Syarat :  $A_{s \text{ pakai}} > A_{s \text{ perlu}}$

$$754,28 \text{ mm}^2 > 303,4 \text{ mm}^2$$

Kekuatan tulangan yang terpasang mencukupi

- Kontrol Kapasitas Lentur dan Geser
- Kontrol Faktor Reduksi



Gambar 5. 10 Diagram Tulangan Pelat Pracetak  
**Berdasarkan SNI 2847-2013 Pasal 9.3**

- Tinggi blok tegangan persegi ekuivalen
 
$$a = \frac{A_s \times F_y}{0.85 \times f'c' \times b} = \frac{754,28 \text{ mm}^2 \times 400 \text{ Mpa}}{0.85 \times 25 \text{ Mpa} \times 1000 \text{ mm}} = 14,2 \text{ mm}$$
- Jarak dari serat tekan terjauh ke sumbu netral
 
$$c = \frac{a}{\beta_1} = \frac{14,2 \text{ mm}}{0.8} = 17,75 \text{ mm}$$



- Regangan tarik

$$\varepsilon_t = 0.003 \times \left( \frac{d_y}{c} - 1 \right) = 0.003 \times \left( \frac{42 \text{ mm}}{17,75 \text{ mm}} - 1 \right) = 0,004$$

Dipakai  $\phi = 0,9$

$$\phi M_n = \phi \times A_s \times f_y \times (d_y - 0,5a)$$

$$\phi M_n = 0,9 \times 754,28 \text{ mm}^2 \times 400 \text{ Mpa} \times (42 \text{ mm} - 0,5(14,2 \text{ mm}))$$

$$= 9.477.074 \text{ Nmm} = 9,47 \text{ kNm}$$

$$\phi M_n = 9,47 \text{ kNm} > M_u = 4,28 \text{ kNm} \text{ (OK)}$$

Jadi, dipakai tulangan utama **D12 - 150 mm**.

- **Penulangan Susut**

- Tulangan Susut

Penulangan arah x adalah penulangan susut. Luasan tulangan susut dan suhu harus menyediakan paling sedikit memiliki rasio luas tulangan terhadap luas bruto penampang beton tidak kurang dari 0,0014. (*SNI 2847-2013 Pasal 7.12.2.1*)

$$f_y = 400 \text{ Mpa}, \rho_{min} = 0.0020$$

$$A_{sh} = \rho \times b \times h = 0,002 \times 1000 \times 80 = 160 \text{ mm}^2$$

Digunakan tulangan D12 mm ( $A_s = 131.1 \text{ mm}^2$ )

$$\begin{aligned} \text{Jarak tulangan } (s) &= \frac{b \times A_s \text{ Tulangan}}{A_s \text{ Perlu}} \\ &= \frac{1000 \text{ mm} \times 113,1 \text{ mm}^2}{160 \text{ mm}^2} \\ &= 707 \text{ mm} \end{aligned}$$

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

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

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

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

Dipilih yang terkecil, jadi dipilih memakai  $s = 150$  mm

Dipakai tulangan susut **D12 -150 mm**.

$$A_{s \text{ pakai}} = \frac{1000 \text{ mm} \times 113,1 \text{ mm}^2}{150 \text{ mm}} = 754,28 \text{ mm}^2$$

Syarat :  $A_{s \text{ pakai}} > A_{s \text{ perlu}}$

$$754,28 \text{ mm}^2 > 160 \text{ mm}^2$$

- Momen Tumpuan yang Berada di Atas Perancah  
Dipakai D12 -150 mm

$$\begin{aligned} M_{\text{tump}} &= 1/10 \times q_u \times (Ly/2)^2 \\ &= 1/10 (606,4 \text{ kg/m}) (2,4/2 \text{ m})^2 \times 10^{-2} \\ &= 1,07 \text{ kNm} = 1068898 \text{ Nmm} \end{aligned}$$

Regangan tarik

$$\begin{aligned} \varepsilon_t &= 0.003 \times \left( \frac{d_y}{c} - 1 \right) = 0.003 \times \left( \frac{42 \text{ mm}}{13,75 \text{ mm}} - 1 \right) \\ &= 0.006 \end{aligned}$$

Dipakai  $\phi = 0,9$

$$\begin{aligned} \phi M_n &= \phi \times A_s \times f_y \times (d_y - 0.5a) \\ \phi M_n &= 0,9 \times 754,28 \text{ mm}^2 \times 400 \text{ Mpa} \\ &\quad \times (42 \text{ mm} - 0,5(17,75 \text{ mm})) \\ &= 9.477.074 \text{ Nmm} = 9,48 \text{ kNm} \end{aligned}$$

$$\phi M_n = 9,47 \text{ kNm} > M_{\text{tump}} = 1,07 \text{ kNm} \text{ (OK)}$$

Jadi, dipakai tulangan utama **D12 - 150 mm**.

- Kontrol Terhadap Persyaratan Geser  
Kontrol persyaratan geser ditinjau berdasarkan *SNI 2847-2013 Pasal 11.4.6.1*  $V_u$  sebesar :

$$V_u = qu \left( \frac{ly/2}{2} - \frac{dy}{1000} \right)$$

$$\begin{aligned} V_u &= 606,4 \frac{\text{kg}}{\text{m}} \times \left( \frac{2,4 \text{ m}}{2} - \frac{0,042 \text{ m}}{1000} \right) \times 10^{-2} \\ &= 3,35 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\phi V_c = \phi (0,17 \lambda \sqrt{f_c'} b dy)$$

$$\begin{aligned} \phi V_c &= 0,75 (0,17 \times 1 \times \sqrt{25} \times 1000 \times 42) \times 10^{-3} \\ &= 26,775 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\frac{1}{2} \phi V_c \geq V_u = 13,388 \text{ kN} \geq 3,35 \text{ kN}$$

### **Kekuatan geser pelat mencukupi**

- Kontrol Persyaratan Penulangan

- Kontrol Retak

Diasumsikan pelat saat beton berumur 3 hari :

$$f'_c = 0,46 \times f_c' = 0,46 \times 25 \text{ Mpa} = 11,5 \text{ Mpa}$$

$$f_r = 0,62 \lambda \sqrt{f''_c} = 0,62 \times 1 \times \sqrt{11,5} = 2,1 \text{ Mpa}$$

$$\lambda = 1 \text{ (untuk beton normal)}$$

Direncanakan pengecoran overtopping setelah berumur 3 hari

$$f_r = 2,10 \text{ Mpa}$$

$$I = \frac{1}{12} \times b \times h^3 = \frac{1}{12} \times 1000 \text{ mm} \times (80 \text{ mm})^3$$

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

Momen layan yang bekerja :

$$\begin{aligned} M &= 1/10 q_{DL} (L_y)^2 \\ &= 1/10(606,4 \text{ kg/m}^2) (2,4 \text{ m})^2 \times 10^4 \\ &= 974700 \text{ Nmm} \end{aligned}$$

$$\sigma = Mc / I < f_r$$

$$\sigma = \frac{974700 \text{ Nmm} \times 17,75 \text{ mm}}{42666666,67 \text{ mm}^4} < 2,10 \text{ Mpa}$$

**(OK)**

$$\sigma = 0,405 \text{ Mpa} < 2,10 \text{ Mpa} \text{ (OK)}$$

$$\begin{aligned} M_{cr} &= \frac{f_r \times I}{c} = \frac{2,10 \text{ Mpa} \times 42666666,67 \text{ mm}^4}{17,75 \text{ mm}} \\ &= 5.054.549 \text{ Nmm} \end{aligned}$$

$$M_{cr} = 5.054.549 \text{ Nmm} \geq M_y = 974.700 \text{ Nmm}$$

**(OK)**

- Kontrol Lentutan

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

$$\begin{aligned} M_a &= 1/10 q_{DL} (L_y)^2 \\ &= 1/10 (606,4 \text{ kg/m}^2) (2,4 \text{ m})^2 \times 10^4 \\ &= 974.700 \text{ Nmm} \end{aligned}$$

Momen batas retak :

$$\begin{aligned} M_{cr} &= (f_r \times I_g) / (0,5 \times \text{tebal } \textit{precast}) \\ &= (2,10 \text{ Mpa} \times 42666666,67 \text{ mm}^4) / (0,5 \times 80 \\ \text{mm}) \\ &= 2.242.690 \text{ Nmm} \end{aligned}$$

Momen inersia bruto terhadap sumbu berat penampang tanpa memperhitungkan tulangan baja :

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

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

$$0 = \frac{bx^2}{2} - n x A_s(dy - x) \\ 0 = \frac{1000x^2}{2} - \left(\frac{b}{s_{pakai}} + 1\right) x 113,1 \text{ mm}^2(42 \text{ mm} - x) \\ 0 = \frac{500x^2}{2} - n x A_s \left(\frac{1000}{50} + 1\right) x 113,1 \text{ mm}^2(42 \text{ mm} - x) \\ 0 = 500 \text{ mm} \cdot x^2 - 6,67 x 113,1 \text{ mm}^2(54 \text{ mm} - x) \\ 0 = 500 x^2 + 1244,1 x - 52252$$

$$x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

$$f(x) = 0 \quad x_1 = 10,6 \text{ mm} \\ x_2 = -10,73 \text{ mm}$$

digunakan  $x = 10,6 \text{ mm}$

$$I_{cr} = \frac{bx^2}{3} - n x A_s(dy - x) \\ = \frac{1000 \text{ mm}(7,67 \text{ mm})^2}{3} - 11 x 113,1 \text{ mm}^2(42 \text{ mm} - x) \\ = 1.224.288 \text{ mm}^4$$

- Momen Inersia Efektif

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

$$\left(\frac{M_{cr}}{M_a}\right)^3 I_g + \left[1 - \left(\frac{M_{cr}}{M_a}\right)^3\right] I_{cr} \leq I_g$$

$$\begin{aligned}
&= \left( \frac{2.242.690}{974.700} \right)^3 42666667 + \left[ 1 - \right. \\
&\quad \left. \left( \frac{2.242.690}{974.700} \right)^3 \right] 1.224.288 \\
&= 506.048.030 \text{ mm}^4 \\
I_g &= 42666666,67 \text{ mm}^4 \\
I_e &= 506.048.030 \text{ mm}^4 \leq 42666666,67 \text{ mm}^4 \\
I_e &= I_g = 42666666,67 \text{ mm}^4
\end{aligned}$$

$$(\Delta i)_{DL} = \frac{5q ly^4}{384 E_c I_g}$$

$$\begin{aligned}
E_c &= 4700 \sqrt{f'' c'} = 4700 \sqrt{0,88 \times 25} \text{ Mpa} \\
&= 22,045 \text{ Mpa}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
(\Delta i)_{DL} &= \frac{5 \times 606,4 \times 10^{-5} \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \times (2375 \text{ mm})^4}{384 \times 22,045 \text{ Mpa} \times 42666666,67 \text{ mm}^4} \\
&= 3,044 \text{ mm}
\end{aligned}$$

Berdasarkan SNI 2847-2013 batasan lendutan untuk pelat lantai adalah :

$$\frac{l}{240} = \frac{2375 \text{ mm}}{240} = 9,9 \text{ mm}$$

$$\text{Cek : } \Delta = 3,044 \text{ mm} \leq \frac{l}{240} = 9,9 \text{ mm} \quad (\text{OK})$$

### 5.3.3. Kondisi Sesudah Komposit (Pelat P1)

#### a. Pembebanan

Beban Mati (*DL*)

Berat sendiri pelat penuh =  $0,13 \times 2400 = 312 \text{ kg/m}^2$

Dinding Bata Ringan Fastcon  $10 \times 20 \times 60 = 60 \text{ kg/m}^2$

Plafond gypsum + penggantung	= 6,6	kg/m <sup>2</sup>
Granit Tile 60 x 60	= 15	kg/m <sup>2</sup>
Spesi t = 2 cm	= 42	kg/m <sup>2</sup>
<i>Ducting + pipa</i>	<u>= 50</u>	
<u>kg/m<sup>2</sup></u>		
	<i>DL</i>	= 485,6 kg/m <sup>2</sup>

Beban Hidup (*LL*)

$$L_o \text{ (hunian/hotel)} = 192 \text{ kg/m}^2$$

$$\begin{aligned} \text{Beban total (qu)} &= 1,2 \text{ DL} + 1,6 \text{ LL} \\ &= 1,2 (485,6) + 1,6 (192) \\ &= 888,92 \text{ kg/m}^2 \end{aligned}$$

$$\text{Beban untuk 1 m pias} = 888,92 \times 1 = 888,92 \text{ kg/m}$$

## b. Penulangan

$$\begin{aligned} d_y &= h - \text{cover} - \emptyset - 1/2\emptyset \\ &= 130 \text{ mm} - 20 \text{ mm} - 12 \text{ mm} - 1/2 (12 \text{ mm}) = 92 \text{ mm} \end{aligned}$$

Momen maksimum arah Y

$$\begin{aligned} M_u &= 1/8 q_u L_y^2 = 1/8 (888,92 \text{ kg/m}) (2,4 \text{ m})^2 \times 10^{-2} \\ &= 6,275 \text{ kNm} = 6.274.631 \text{ Nmm} \end{aligned}$$

### • Penulangan Utama

Pada perencanaan awal diaksumsikan  $\phi = 0,9$

$$R_n = \frac{M_u}{\emptyset \times b \times d_y^2} = \frac{6.274.631 \text{ Nmm}}{0,9 \times 1000 \text{ mm} \times (92 \text{ mm})^2} = 0,20 \text{ Mpa}$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 f_c'} = \frac{400 \text{ Mpa}}{0,85 \times 25 \text{ Mpa}} = 18,82$$

$$\begin{aligned}\rho_{perlu} &= \frac{1}{m} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2m \times Rn}{f_y}} \right) \\ &= \frac{1}{18,82} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2(18,82) \times 0,2 \text{ Mpa}}{400 \text{ Mpa}}} \right) = \\ &0,0005\end{aligned}$$

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

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 duktail.

$$\varepsilon_t = 0,003 \times \left( \frac{d_y}{c} - 1 \right) = 0,003 \times \left( \frac{0,85 \times f_c' \times \beta_1}{\rho \times f_y} - 1 \right)$$

$$0,004 = 0,003 \times \left( \frac{0,85 \times 25 \times 0,8}{\rho \times 400} - 1 \right)$$

$$\rho_{max} = 0,0255$$

$$\text{syarat : } \rho_{min} < \rho_{perlu} < \rho_{max}$$

$$0,002 < 0,0005 < 0,0255 \text{ (OK)}$$

$$\rho_{perlu} \text{ dinaikkan } 30 \% = 0,00065838$$

maka  $\rho$  yang digunakan adalah  $\rho_{min} = \mathbf{0,002}$

➤ Tulangan Utama

$$A_s = \rho_{perlu} \times b \times d_y$$

$$= 0,002 \times 1000 \text{ mm} \times 92 \text{ mm}$$

$$= 184 \text{ mm}^2$$

Digunakan tulangan D12 mm ( $A_s = 113,1 \text{ mm}^2$ )

$$\text{Jarak tulangan (s)} = \frac{b \times A_s \text{ Tulangan}}{A_s \text{ Perlu}}$$

$$= \frac{1000 \text{ mm} \times 113,1 \text{ mm}^2}{184 \text{ mm}^2} = 165 \text{ mm}$$



Syarat : (SNI 2847-2013 Pasal 10.5.4)

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

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

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

dipilih memakai  $s = 150 \text{ mm}$

$$A_{s \text{ pakai}} = \frac{1000 \text{ mm} \times 113,1 \text{ mm}^2}{150 \text{ mm}} = 754,29 \text{ mm}^2$$

Syarat :  $A_{s \text{ pakai}} > A_{s \text{ perlu}}$

$$754,29 \text{ mm}^2 > 184 \text{ mm}^2$$

Kekuatan tulangan yang terpasang mencukupi

➤ Kontrol Kapasitas Lentur dan Geser

• Kontrol Faktor Reduksi

Berdasarkan SNI 2847-2013 Pasal 9.3

- Tinggi blok tegangan persegi ekuivalen

$$a = \frac{A_s \times F_y}{0,85 \times f_c' \times b} = \frac{754,29 \text{ mm}^2 \times 400 \text{ Mpa}}{0,85 \times 25 \text{ Mpa} \times 1000 \text{ mm}} = 14,2 \text{ mm}$$

- Jarak dari serat tekan terjauh ke sumbu netral

$$c = \frac{a}{\beta_1} = \frac{14,2 \text{ mm}}{0,8} = 17,75 \text{ mm}$$

- Regangan tarik

$$\varepsilon_t = 0,003 \times \left( \frac{d_y}{c} - 1 \right) = 0,003 \times \left( \frac{92 \text{ mm}}{17,75 \text{ mm}} - 1 \right) = 0,0125$$

Dipakai  $\phi = 0,9$

$$\phi M_n = \phi \times A_s \times f_y \times (d_y - 0,5a)$$

$$\begin{aligned} \phi M_n &= 0,9 \times 754,29 \text{ mm}^2 \times 400 \text{ Mpa} \\ &\quad \times (92 \text{ mm} - 0,5(14,2 \text{ mm})) \\ &= 23.054.217 \text{ Nmm} = 23,05 \text{ kNm} \end{aligned}$$

$$\phi M_n = 23,05 \text{ kNm} > M_u = 6,275 \text{ kNm} \text{ (OK)}$$

Jadi, dipakai tulangan utama **D12 - 150 mm**.

### • Penulangan Susut

#### ➤ Tulangan Susut

Penulangan arah x menggunakan penulangan susut. Luasan tulangan susut dan suhu harus menyediakan paling sedikit memiliki rasio luas tulangan terhadap luas bruto penampang beton tidak kurang dari 0,0014. (*SNI 2847-2013 Pasal 7.12.2.1*)

$$f_y = 400 \text{ Mpa}, \rho_{min} = 0.0020$$

$$A_{sh} = \rho b h = 0,002 \times 1000 \times 140 = 280 \text{ mm}^2$$

Digunakan tulangan D12 mm ( $A_s = 131.1 \text{ mm}^2$ )

$$\text{Jarak tulangan } (s) = \frac{b \times A_s \text{ Tulangan}}{A_s \text{ Perlu}}$$

$$\begin{aligned} &= \frac{1000 \text{ mm} \times 131,1 \text{ mm}^2}{280 \text{ mm}^2} \\ &= 404 \text{ mm} \end{aligned}$$

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

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

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

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

Dipilih yang terkecil, jadi dipilih memakai  $s = 150$  mm

Dipakai tulangan susut **D12 -150 mm**.

$$A_{s \text{ pakai}} = \frac{1000 \text{ mm} \times 113,1 \text{ mm}^2}{150 \text{ mm}} = 754,28 \text{ mm}^2$$

Syarat :  $A_{s \text{ pakai}} > A_{s \text{ perlu}}$

$$754,28 \text{ mm}^2 > 280 \text{ mm}^2$$

- Kontrol Terhadap Persyaratan Geser  
Kontrol persyaratan geser ditinjau berdasarkan *SMI 2847-2013 Pasal 11.4.6.1*  $V_u$  sebesar :

$$V_u = qu \left( \frac{ly/2}{2} - \frac{dy}{1000} \right)$$

$$\begin{aligned} V_u &= 889,2 \frac{\text{kg}}{\text{m}} \times \left( \frac{2,4 \text{ m}}{2} - \frac{0,92 \text{ m}}{1000} \right) \times 10^{-2} \\ &= 9,7 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\phi V_c = \phi (0,17 \lambda \sqrt{f_c'} b dy)$$

$$\begin{aligned} \phi V_c &= 0,75 (0,17 \times 1 \times \sqrt{25} \times 1000 \times 92) \times 10^{-3} \\ &= 58,65 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\frac{1}{2} \phi V_c \geq V_u = 29,325 \text{ kN} \geq 9,75 \text{ kN}$$

### **Kekuatan geser pelat mencukupi**

- Kontrol Persyaratan Penulangan

- Kontrol Retak

Diasumsikan pelat saat beton berumur 3 hari :

$$f'_c = 0,7 \times f_c' = 0,7 \times 25 \text{ Mpa} = 17,5 \text{ Mpa}$$

$$f_r = 0,62 \lambda \sqrt{f'_c} = 0,62 \times 1 \times \sqrt{17,5} = 2,59 \text{ Mpa}$$

$$\lambda = 1 \text{ (untuk beton normal)}$$

Direncanakan pengecoran overtopping setelah berumur 3 hari

$$f_r = 2,59 \text{ Mpa}$$

$$I = \frac{1}{12} x b x h^3 = \frac{1}{12} x 1000 \text{ mm} x (140 \text{ mm})^3$$

$$= 228666667 \text{ mm}^4$$

Momen layan yang bekerja :

$$M = 1/8 q_{DL} (L_y)^2 = 1/8 (889,2 \text{ kg/m}^2) (2,4 \text{ m})^2 x 10^4$$

$$= 4.777.609 \text{ Nmm}$$

$$\sigma = Mc / I < f_r$$

$$\sigma = \frac{4.777.609 \text{ Nmm} x 17,75 \text{ mm}}{228666667 \text{ mm}^4} < 2,59 \text{ Mpa (OK)}$$

$$\sigma = 0,441 \text{ Mpa} < 2,59 \text{ Mpa (OK)}$$

$$M_{cr} = \frac{f_r x I}{c} = \frac{2,59 \text{ Mpa} x 228666667 \text{ mm}^4}{17,75 \text{ mm}}$$

$$= 26.755.469 \text{ Nmm}$$

$$M_{cr} = 26.755.469 \text{ Nmm} \geq M_y = 4.777.609 \text{ Nmm}$$

**(OK)**

- Kontrol Lendutan

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

$$M_a = 1/8 q_{DL} (L_y)^2 = 1/8 (889,2 \text{ kg/m}^2) (2,4 \text{ m})^2 x 10^4$$

$$= 3.423.859 \text{ Nmm}$$

Momen batas retak :

$$\begin{aligned} M_{cr} &= (f_r \times I_g) / (0,5 \times \text{tebal } precast) \\ &= (2,59 \text{ Mpa} \times 228666667 \text{ mm}^4) / (0,5 \times 130 \text{ mm}) \\ &= 7.305.436 \text{ Nmm} \end{aligned}$$

Momen inersia bruto terhadap sumbu berat penampang tanpa memperhitungkan tulangan baja :

$$\begin{aligned} I_g &= \frac{1}{12} \times b \times h^3 = \frac{1}{12} \times 1000 \text{ mm} \times (140 \text{ mm})^3 \\ &= 228666667 \text{ mm}^4 \end{aligned}$$

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

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

$$\begin{aligned} 0 &= \frac{1000x^2}{2} - \left(\frac{b}{s \text{ pakai}} + 1\right)x \cdot 113,1 \text{ mm}^2(92 \text{ mm} - x) \\ x) \quad 0 &= \frac{bx^2}{2} - n \times A_s(dy - x) \end{aligned}$$

$$0 = 500 \text{ mm} \cdot x^2 - \left(\frac{1000}{150} + 1\right) \times 113,1 \text{ mm}^2(102 \text{ mm} - x)$$

$$0 = 500 \text{ mm} \cdot x^2 - 7,7 \times 113,1 \text{ mm}^2(102 \text{ mm} - x)$$

$$0 = 500 x^2 + 867,1 x - 88444$$

$$x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

$$\begin{aligned} f(x) = 0 \quad x_1 &= 15,6 \text{ mm} \\ x_2 &= -18 \text{ mm} \end{aligned}$$

digunakan  $x = 15,6 \text{ mm}$

$$\begin{aligned}
 I_{cr} &= \frac{bx^3}{3} - n x A_s(dy - x) \\
 &= \frac{1000 \text{ mm}(15,6\text{mm})^3}{3} - 7,7 x 113,1 \text{ mm}^2(92 \text{ mm} - x) \\
 &= 8.529.986 \text{ mm}^4
 \end{aligned}$$

- Momen Inersia Efektif

$$\begin{aligned}
 I_e &= \left(\frac{M_{cr}}{M_a}\right)^3 I_g + \left[1 - \left(\frac{M_{cr}}{M_a}\right)^3\right] I_{cr} \leq I_g \\
 &= \left(\frac{7305436}{4.777.609}\right)^3 228666667 + \left[1 - \left(\frac{7305436}{4.777.609}\right)^3\right] 8529986 \\
 &= 632.602.092 \text{ mm}^4 \\
 I_g &= 228666667 \text{ mm}^4 \\
 I_e &= 169224173 \text{ mm}^4 \leq 228666667 \text{ mm}^4 \\
 I_e &= I_g = 228666667 \text{ mm}^4
 \end{aligned}$$

$$(\Delta i)_{DL} = \frac{5q ly^4}{384E_c I_g}$$

$$\begin{aligned}
 E_c &= 4700\sqrt{f''c'} = 4700\sqrt{0,88 x 25 \text{ Mpa}} \\
 &= 19,66 \text{ Mpa}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 (\Delta i)_{DL} &= \frac{5x 889,2 x 10^{-5} \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} x (2375 \text{ mm})^4}{384 x 19,66 \text{ Mpa} x 228666667 \text{ mm}^4} \\
 &= 0,78 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan SNI 2847-2013 batasan lendutan untuk pelat lantai adalah :

$$\frac{l}{240} = \frac{2375 \text{ mm}}{240} = 9,9 \text{ mm}$$

$$\text{Cek : } \Delta = 0,78 \text{ mm} \leq \frac{l}{240} = 9,9 \text{ mm (OK)}$$

➤ Perhitungan *shear connector*

- Direncanakan memakai tulangan  $\emptyset 10 \text{ mm}$

$$A_{cv} = b \times t_2 = 1000 \text{ mm} \times 50 \text{ mm} = 50.000 \text{ mm}^2$$

Berdasarkan Ps 11.9.9.2 SNI 2847:2013,  $\rho_t$  dapat diambil 0,0025

$$\begin{aligned} V_{n1} &= A_{cv} \times (0,17 \times \lambda \times \sqrt{f_c} + \rho_t \times f_y) \\ &= 50.000 \text{ mm}^2 \times (0,17 \times 1 \times \sqrt{25 \text{ MPa}} + \\ &\quad 0,0025 \times 400 \text{ MPa}) \\ &= 75.813,34 \text{ N} = 75,81 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\begin{array}{lcl} \text{Syarat : } V_{n1} & < & V_{n2} \\ 75,81 \text{ kN} & < & 2/3 \times A_{cv} \times \sqrt{f_c} \\ 75,81 \text{ kN} & < & 2/3 \times 50.000 \text{ mm}^2 \times \sqrt{29,05} \\ 75,81 \text{ kN} & < & 179,66 \text{ kN} \quad \text{(OK)} \end{array}$$

$$\begin{aligned} V_n &= A_{vf} \times f_y \times \mu = 0,25 \times \pi \times (12 \text{ mm})^2 \times 400 \text{ MPa} \\ &\times 1 = N = 18,86 \text{ kN} \end{aligned}$$

Maka dipakai  $V_n$  terkecil = 18,86 kN

$$V_u = V_n / \emptyset = 18,86 \text{ kN} / 0,75 = 25,1 \text{ kN}$$

$\phi V_c = 85,21 \text{ kN}$  (perhitungan geser plat setelah komposit)

Berdasarkan ps 11.4.6.1 SNI 2847-2013 apabila  $V_u > \phi V_c$ , maka dapat digunakan luas tulangan geser minimum,  $A_v$  min. Digunakan  $A_v$  min dengan jarak s :

Syarat :

$$s \leq 4h \text{ atau } 450 \text{ mm}$$

$$s \leq 4(50) \text{ atau } 450 \text{ mm}$$

$$s \leq 200 \text{ atau } 450 \text{ mm}$$

Maka, dipakai jarak yang terkecil jadi memakai  $s = 200 \text{ mm}$

$$\begin{aligned} A_v \text{ min} &= 0,062 \times \sqrt{f_c} \times \frac{b_w \times s}{f_{yt}} \\ &= 0,062 \times \sqrt{29,05} \times \frac{1000 \times 200 \text{ mm}}{240} \\ &= 282,99 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Tetapi tidak boleh kurang dari

$$= \frac{0,35 \times b_w \times s}{f_{yt}} = \frac{0,35 \times 1000 \times 200 \text{ mm}}{240 \text{ MPa}} = 292 \text{ mm}^2$$

Maka dipasang shear connector D10-200 ( $A_v = 471 \text{ mm}^2 > A_{v\text{min}} = 169,8 \text{ mm}^2$ )

#### 5.4. Pembesian Untuk Overtopping

Untuk pembesian overtopping digunakan tulangan D12-150 mm, untuk mempercepat waktu pembesian yang direncanakan diganti dengan wiremesh sehingga perlu adanya konversi ke mutu tulangan wiremesh yang digunakan. Pembesian pada overtopping plat digunakan wiremesh dengan spesifikasi sebagai berikut :

- Tipe = M11
- Mutu = U-50
- Ukuran per lembar = 2,1 x 5,4 m
- Ukuran per roll = 2,1 x 54 m
- Berat per lembar = 116,9 kg/roll

Berikut adalah perhitungan konversi mutu tulangan ke mutu wiremesh:

- a. Data Tulangan :



- Diameter = D12-150 mm
- Mutu tulangan ( $f_y$ ) = 400 MPa
- Mutu wiremesh ( $f_{yw}$ ) = 500 Mpa

b. Konversi :

- Untuk D12-150 mm

$$\text{As tul} = \frac{\frac{1}{4} \times \phi \times \phi^2 \times b}{s} = \frac{\frac{1}{4} \times \frac{22}{7} \times (12 \text{ mm})^2 \times 1000 \text{ mm}}{150 \text{ mm}}$$

$$= 753,98 \text{ mm}^2$$

- Luas tulangan *wiremesh* yang dibutuhkan

$$\text{As} = \text{As tul} \times (f_y / f_{yw})$$

$$= 753,98 \text{ mm}^2 \times \left( \frac{400 \text{ N/mm}^2}{500 \text{ N/mm}^2} \right) = 603,184 \text{ mm}^2$$

- Digunakan *wiremesh* M9

$$\text{Asw} = \frac{\frac{1}{4} \times \phi \times \phi^2 \times b}{s} = \frac{\frac{1}{4} \times \frac{22}{7} \times (11 \text{ mm})^2 \times 1000 \text{ mm}}{150 \text{ mm}}$$

$$= 633,8 \text{ mm}^2$$

Syarat :

$$\text{Asw} > \text{As} \rightarrow 633,8 \text{ mm}^2 > 603,184 \text{ mm}^2 \text{ OK}$$

Maka *wiremesh* M11 dapat digunakan.

## 5.5. Rekapitulasi Penulangan *Half Slab Precast*

Tabel 5. 1 Rekap Penulangan *Half Slab Precast*

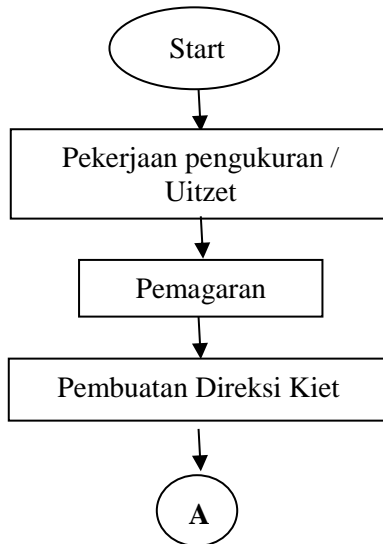
No	Kondisi	Arah	As Perlu (mm)	As Pasang (mm)	Tulangan
TIPE 1 = 2,75 x 1,4 m					
1	Saat Pengangkatan	x	108,00	565.71	12-200
		y	39,33	565.71	12-200
2	Sebelum Komposit	x	1055,5 1	1131,4 3	12-100
		y	1055,5 1	1131,4 3	12-100
3		x	208,00	754.29	12-150

	Setelah Komposit	y	208,00	754,29	12-150
TIPE 2 = 2,75 x 0,9125 m					
1	Saat Pengangkatan	x	108,00	565,71	12-200
		y	84,00	565,71	12-200
2	Sebelum Komposit	x	249,72	565,71	12-200
		y	249,72	565,71	12-200
3	Setelah Komposit	x	208,00	754,29	12-150
		y	208,00	754,29	12-150
TIPE 3 = 3,5 x 1,2 m					
1	Saat Pengangkatan	x	108,00	565,71	12-200
		y	84,00	565,71	12-200
2	Sebelum Komposit	x	485,17	565,71	12-200
		y	485,17	565,71	12-200
3	Setelah Komposit	x	208,00	754,29	12-150
		y	208,00	754,29	12-150

## **BAB VI METODE PELAKSANAAN**

### **6.1. Pekerjaan Persiapan**

Pekerjaan persiapan dalam pelaksanaan di lapangan terdiri dari pekerjaan pengukuran, pemagaran, pembuatan direksi kiet, gudang material dan pekerjaan bowplank. Berikut ini adalah garis besar tahapan pelaksanaan dari pekerjaan persiapan :



#### **6.1.1. Pekerjaan Uitzet ( Pengukuran)**

Hal yang paling mendasar adalah memastikan bahwa lahan yang dilaksanakan adalah sesuai dengan kontrak dan sertifikat tanah yang dimiliki oleh owner, karena semua acuan perletakan bangunan dan infrastruktur, harus mengacu pada batas – batas yang benar. Langkah pemeriksaan dan pematokan batas lahan adalah sebagai berikut :

- Pastikan bahwa batas patok lahan , pada tiap sudut perimeter lahan sesuai dengan data Badan Pertahanan Nasional
- Jika patok yang ada belum permanen (tidak dicor) atau tidak terlindungi dengan baik, sebaiknya dibuat patok beton dengan cor dan memasang titik batas dengan tanda paku tertanam di tiap patok dan lindungi dengan perimeter yang baik dan mudah dipantau.
- Setelah dipastikan seluruh patok perimeter sesuai, Berita Acara Joint Survey yang sudah di sah kan bersama instansi terkait dan konsultan pengawas atau owner harus disimpan dan menjadi dasar acuan seluruh pengukuran.
- Titik batas lahan dan garis perimeter diplot kegambar dan dilakukan cross check apakah sesuai dengan batas yang diberikan gambar desain atau gambar konstruksi, jika terjadi perbedaan maka harus dilaporkan kepada konsultan untuk dilakukan penyesuaian desain.
- Periksa luas lahan apakah sesuai dengan luasan pada sertifikat tanah yang dimiliki owner.
- Buatlah patok-patok benchmark utama (BM) yang terhubung dengan titik sudut perimeter lahan di lokasi yang tidak terganggu selama proses pelaksanaan proyek dan diplotkan pada bangunan-bangunan yang akan dilaksanakan.
- Jika diperlukan,dapat dibuat patok-patok pinjaman untuk mempermudah pelaksanaan pengukuran dan pematokan berikutnya.

Setelah batas lahan dipastikan sesuai, segera dilakukan pemeriksaan level dan kontur tanah eksisting menggunakan teodolite, untuk mendapatkan data acuan level bangunan serta infrastruktur yang akan dilaksanakan. Data dari pemeriksaan ini juga dapat digunakan untuk perhitungan cut and fill serta galian/urugan yang diperlukan. Selain pengukuran dan pendataan serta

pembuatan gambar seperti diuraikan di atas, kondisi lapangan baik di dalam lokasi maupun di sekitar lokasi proyek proyek, perlu diamati antara lain :

- Kondisi tanah dan vegetasi serta konstruksi dan utilitas di lokasi proyek
- Bahaya alam (lereng yang mudah longsor, daerah sambaran petir)
- Kondisi lalu lintas serta manuver kendaraan di sekitar lokasi proyek
- Lokasi dan nomor telepon instansi penting (kantor pemerintah dan kawasan dengan lokasi proyek, kantor kelurahan atau kecamatan, kantor polisi, klinik atau rumah sakit, kantor pemadam kebakaran, tempat ibadah)
- Kondisi sosial di sekitar lokasi proyek

Hal ini dimaksudkan supaya tim kontraktor dapat mengantisipasi segala kendala yang mungkin timbul serta membuat persiapan pencegahan.

### **6.1.2 Pekerjaan Pemagaran**

Pekerjaan pemagaran didirikan pada batas-batas yang mengelilingi tapak proyek seperti ditentukan dengan tinggi 2 meter. Pagar proyek terbuat dari seng gelombang BJLS 30 , dipasang pada tiang. Rangka pada tianb dan rangka kayu kelas II, dan diperkuat dengan beton stempat. Pada tempat-tempat yang ditentukan dalam gambar dibuat pintu masuk orang, dan kendaraan angkutan material.

### **6.1.3 Pekerjaan Direksi Kiet**

Untuk pembuatan kantor kontraktor serta tempat simpan bahan material, disesuaikan dengan kebutuhan dengan tidak mengabaikan keamanan dan kebersihan dan bahaya kebakaran, serta memperhatikan tempat yang tersedia dan bahaya kebakaran, serta memperhatikan tempat yang tersedia sehingga tidak mengganggu kelancaran kerja dan arus lalu lintas, harus disediakan 3 buah penyempnot api (extinghuizer) 20 kgs/cm<sup>2</sup>. Khusus

untuk menyimpan bahan material seperti semen, alat alat kerja, Alat Pelindung Diri (APD) dipisah , sehingga bahan tidak tercampur dengan yang lain.

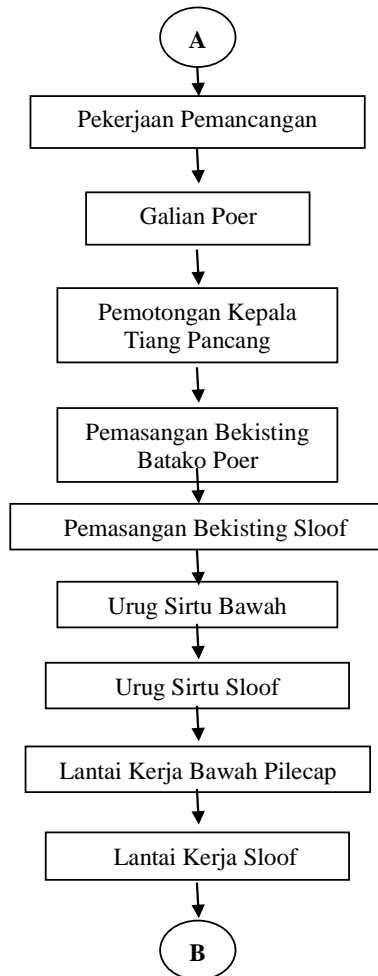
## 6.2. Pekerjaan Struktur Bawah

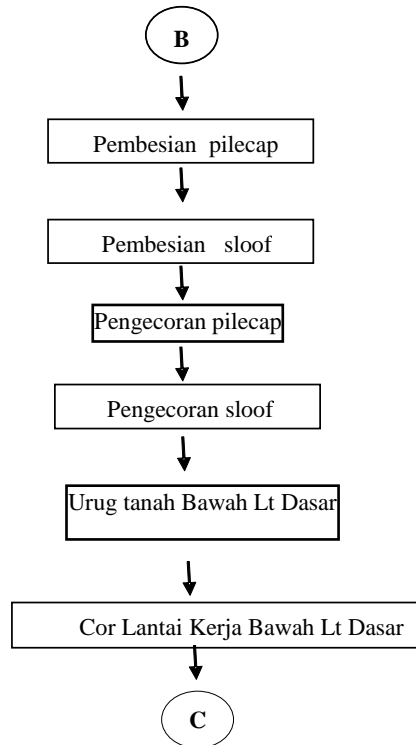
Berikut ini adalah garis besar tahapan pekerjaan struktur bawah pelaksanaan Hotel Volendam Rotterdam Malang :



Sumber : metode Holland Park Condotel

Gambar 6.1 Site Plan





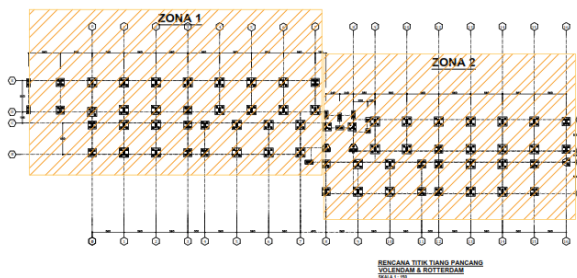
### 6.2.1. Pemancangan

Pemancangan pondasi tiang pancang menggunakan alat HSPD (*Hydraulic Static Pile Driver*). Pemilihan alat HSPD (*Hydraulic Static Pile Driver*) pada proyek ini didasarkan dari kondisi lingkungan lapangan yang berada di dekat area Perumahan dan berhadapan dengan tempat wisata yayoiu Jatim Park 2 . Pekerjaan pondasi Tiang Pancang terbagi dalam beberapa tahapan yakni:

- Mengatur lalu lintas dan jalan akses alat



- Mobilisasi peralatan
- Membawa tiang pancang ke lokasi
- Set up mesin Hydraulic Static Pile Driver (HSPD)
- Pemancangan tiang
- Penyambungan tiang
- Pemancangan Kepala tiang
- Pemotongan kepala tiang
- Pekerjaan de-mobilisasi peralatan



Sumber : gambar kerja Hollad Park Condotel

Gambar 6.2 Pengelompokan Zona

Tahapan Pekerjaan Pemancangan :

- Menentukan/menetapkan penggunaan tanda-tanda yang disepakati yang digunakan dalam pelaksanaan pekerjaan pengukuran dan pematokan (Uitzet) agar tidak terjadi kerancuan dalam membedakan titik-titik pemancangan dengan as bangunan atau titik-titik bantu lainnya.
- Untuk menghindarkan terjadi pergeseran as tiang dari koordinat yang telah ditentukan maka digunakan titik bantu (reference point) selama proses penekanan tiang kedalam tanah. Melakukan pengukuran as tiang

terhadap titik bantu pada kedalaman 2 meter dengan menggunakan waterpass, apabila terjadi penyimpangan jarak antara as tiang dan as titik bantu, apabila posisi tiang yang tertanam masih dapat dilakukan pengangkatan/pencabutan dan posisikan kembali as tiang tepat pada koordinat yang telah ditentukan.

- Check verticality tiang pancang setiap kedalaman 50 cm s/d kedalaman 2 meter. (verticality tiang, posisi vertical tiang)
- Proses awal dari pemasangan tiang dengan system tekan, posisikan alat HSPD unit pada koordinat yang ditentukan, check keadaan HSPD unit dalam keadaan rata dengan bantuan “alat nivo” yang terdapat dalam ruangan operator dibantu dengan alat waterpass yang diletakkan diposisi chasis panjang (Long-Boat).
- Selanjutnya setelah kondisi HSPD unit tepat pada posisinya, tiang pancang (yang telah diberi marking skala panjang tiap tiang 500 mm) dimasukkan kedalam alat penjepit (Clamping-Box), kemudian posisikan tiang pancang tepat pada koordinat yang telah ditentukan, kontrol posisi tiang pada arah tegak dengan bantuan waterpass. Setelah semuanya terpenuhi selanjutnya dilakukan penjepitan tiang dengan tekanan maksimum  $\pm 20$  Mpa dibaca pada manometer C.
- Setelah penjepitan pada uraian nomor 5 dilakukan, kemudian lakukan penekanan tiang pancang dengan menggunakan 2 Cylinder Jack, selanjutnya dilakukan penekanan dengan menggunakan 4 Cylinder Jack, sampai mencapai daya dukung yang diinginkan. Dalam proses pemancangan tiang tersebut harus dicatat (Pilling Record) tekanan yang timbul vs kedalaman tiang tertanam. Selama proses pemancangan tersebut

lakukan pengukuran kembali posisi as tiang terhadap titik bantu. (tiap 2 meter kedalaman tiang tertanam)

- Apabila dalam proses pemancangan tiang ternyata tiang tersebut tidak dapat ditekan lagi, sehingga mengakibatkan tiang terdapat sisa diatas permukaan tanah, maka tiang tersebut harus dipotong rata tanahuntuk memberikan jalan kerja bagi HSPD unit untuk berpindah ketitik yang lain. Untuk mengetahui bahwa pemancangantiang sudah sesuai dengan daya dukung yang diinginkan, kita melakukan pressing sebanyak 2x.
- Setelah proses tersebut dilakukan secara benar, kemudian lakukan pengukuran ulang posisi tiang, sehingga apabila terjadi pergeseran as tiang terpasang dan rencana dapat segera diketahui, yang selanjutnya akan dibutakn keputusan cara-cara perbaikan dari pergeseran.

### **6.2.2 Galian Poer**

Sebelum dilakukan nya pemotongan kepala tiang pancang dilakukan pekerjaan galian terlebih dahulu. Karena nanti akan memudahkan pekerjaan pemotongan tiang pancang dan juga setelah itu stek besi dari tiang pancang akan diikat dalam pilecap. Pekerjaan galian terbagi dalam dua macam galian antara lain galian pilecap dan galian sloof. Metode yang digunakan adalah metode galian dengan tenaga manusia yang kemudian di kumpulkan ke tempat dumping dan di angkat dengan eskavator ke dumptruk dan di buang ke tempat dumping.

### **6.2.3 Pemotongan Tiang Pancang**

Kapasitas pemotongan tiaang pancang berdasarkan buku Referensi untuk Kontraktor PP adalah 6 titik per hari. Pemotongan tiang pancang secara manual dilakukan oleh 2 orang per titik dan perhari dapat menyelesaikan 6

buah tiang pancang. Pada saat pemotongan tiang pancang disisakan stek besi yang nantinya akan digunakan untuk pengikat dengan pilecap.

#### **6.2.4 Bekisting Batako Poer**

Untuk bekisting poer/pilecap digunakan bekisting batako agar mempermudah pelaksanaan karena untuk bekisting batako ini tidak perlu dilepas lagi atau bisa dikatakan menyatu dengan pilecapnya beda dengan bekisting kayu yang harus diambil setelah pengecoran selesai.

#### **6.2.5 Cor Lantai Kerja Bawah Poer dan Sloof**

Sebagai landasan pilecap, dibuatlah lantai kerja terlebih dahulu dengan ketebalan 10 cm. Lantai kerja yang berbahan beton biasa.

#### **6.2.6 Pembesian Pilecap**

Setelah dilakukan pengecoran lantai kerja maka akan dilakukan pembesian pilecap yang dilakukan oleh tenaga manusia. Untuk memudahkan pekerjaan pembesian pilecap biasanya kerangka pilecap dibuat terlebih dahulu kemudian akan diangkat oleh Tower Crane untuk dipasang.

#### **6.2.7 Pengecoran Pilecap**

Pekerjaan pengecoran adalah pekerjaan penuangan beton segar kedalam cetakan suatu elemen struktur yang telah dipasangi besi tulangan. Sebelum pekerjaan pengecoran dilakukan, harus dilakukan inspeksi pekerjaan untuk memastikan bekisting dan tulangan telah terpasang sesuai rencana. Beberapa hal yang perlu diperhatikan sebelum melakukan pekerjaan pengecoran :

- Setiap pekerjaan harus memakai pakaian pelindung
- Ketepatan ukuran dan elevasi harus dipastikan kuat agar tidak terjadi pergerakan selama pekerjaan pengecoran
- Beton yang sudah mengeras dan bahan-bahan lain yang tidak diperlukan harus dibersihkan dari permukaan bagian dalam alat pengangkut

- Bekisting harus sudah siap tanpa genangan air dan kotoran/sampah
- Pembesian, bahan ekspansi, joint, angkur dan bahan yang hendak ditanam dalam beton harus sudah terpasang
- Semua persiapan dan pembesian akan diperiksa dan disetujui secara tertulis oleh Direksi Pengawas.

Pekerjaan pengecoran biasanya dilakukan di malam hari untuk menghindari kemacetan saat pengangkutan beton ready mix dari batching plant ke lokasi proyek. Untuk memastikan kualitas beton ready mix, maka saat mixer truck datang dilakukan pengecekan nilai slump. Nilai slump harus sesuai dengan nilai slump yang tertera pada spesifikasi teknis dengan toleransi yang diizinkan. Apabila nilai slump test lebih besar, maka dikhawatirkan akan terjadi segregasi. Namun apabila nilai slump test lebih kecil, maka beton terlalu kering sehingga dikhawatirkan akan menimbulkan crack.

Untuk perawatan beton dilakukan setelah beton mencapai final setting, artinya beton telah mengeras. Perawatan ini dilakukan agar proses hidrasi selanjutnya tidak mengalami gangguan.

#### **6.2.8 Bekisting Batako Sloof**

Melakukan pekerjaan bekisting sloof dari batako.

Penggunaan batako ini dipilih karena batako cukup kuat untuk menahan beban sebagai bekisting serta harganya cukup murah. Dan penggunaan bekisting batako ini menghemat waktu karena tidak ada waktu untuk membongkar.

### **6.3. Pekerjaan Struktur Atas**

#### **6.3.1 Pekerjaan Pembesian**

Pekerjaan pembesian meliputi penulangan kolom, balok dan plat. Sebelum dilakukan pekerjaan pembesian dilakukan pemesanan besi ulir maupun polos sehingga

terdapat persediaan di lapangan. Pekerjaan pembesian terdiri dari fabrikasi tulangan dan pemasanga tulangan.

a. Pekerjaan Fabrikasi Tulangan

Dalam pekerjaan fabrikasi besi meliputi pemotongan tulangan yang dibantu dengan alat *Bar Cutter* dan pembengkokan tulangan yang dibantu dengan alat *Bar Bender*.



Sumber : google.com  
Gambar 6.3 Bar Cutter



Sumber : google.com  
Gambar 6.4 Bar Bernder

b. Pemasangan Tulangan

Setelah kerangka tulangan selesai maka akan dilanjutkan dengan pemasangan tulangan. Untuk tulangan struktur kolom harus sudah dirakit terlebih dahulu di area fabrikasi selanjutnya akan diangkat dengan Tower Crane menuju sesuai titik gambar kerja.



Sumber : google.com

Gambar 6.5 Pengangkatan Tulangan menggunakan Tower Crane

### 6.3.2 Pekerjaan Bekisting

#### a) Bekisting Kolom



Sumber : dokumen PT.PP

Gambar 6.6 Pengangkatan Bekisting Kolom Menggunakan Tower Crane

Pekerjaan bekisting kolom dikerjakan setelah penulangan kolom selesai. Bahan bekisting kolom terbuat dari kayu dengan panjang dan lebar yang disesuaikan dengan dimensi kolom.

Berikut tahapan pekerjaan bekisting kolom,

Persiapan bahan dan pengangkutan ke lokasi bekisting. Pada proses ini disiapkan bahan – bahan yang akan digunakan untuk bekisting kolom dan proses pengangkutan bekisting kolom ke area yang bersangkutan.

Pemasangan bekisting pada tulangan kolom. Untuk pemasangan bekisting kolom, akan menggunakan bantuan tower crane. Jadi proses pemasangan dilakukan langsung setelah proses pengangkatan.

Dilakukan proses pengukuran ketegakan kolom. Setelah proses pemasangan bekisting, dilakukan proses pengukuran ketegakan kolom. Kegiatan ini untuk mengetahui kolom tegak apa tidak. Kegiatan ini menggunakan alat theodolit.

Dipasang penunjang miring penahan badan dan sepatu kolom. Setelah dicek ketegakkan kolom, dipasang penunjang miring agar tidak miring dan tidak berubah kedudukan bekistingnya, sehingga nantinya ketika dicor, posisi bekistingnya tidak miring.

#### **b) Bekisting Balok dan Pelat**

Bekisting balok dan pelat disetel hingga rata, lurus, kuat dan rapat. Untuk pelat lantai dipasang balok kayu kemudian dipasang multiplek. Kemudian dicek kembali kerataan dan kedatarannya sesuai elevasi yang telah ditentukan dan dipastikan dalam keadaan bersih dan kokoh. Adapun urutan pelaksanaan pekerjaan bekisting balok dan pelat adalah sebagai berikut :



Pasang perancah sesuai gambar kerja / metode kerja dengan tarikan benang sehingga lurus dan rapi. Pasang selasar balok kayu 6/12 diatas perancah. Pasang balok suri-suri 5/10 dengan jarak 60 cm arah melintang diatas balok selasar 6/12. Setelah suri-suri dipasang, kemudian pasang bekisting bodeman yang sudah difabrikasi lebih dulu. Stel bodeman dengan tarikan benang sehingga datar dan rata sesuai elevasi yang direncanakan. Pasang bekisting tembiring kiri dan kanan serta stel hingga rata dan lurus. Pasang sabuk kasau 2 x 5/7 (khusus balok induk) dengan terod jarak 120 cm dan pasang klos/skur penguat dengan kasau 5/7, sehingga lurus, rata, dan kuat serta rapat. Untuk bekisting pelat lantai, pasang balok kayu 6/12 diatas perancah, kemudian pasang multiplek sesuai yang disyaratkan. Setelah distel perataan dan kedatarannya kemudian pasang accesorisnya dan talipan sambungan. Cek kembali kerataan dan kedatarannya sesuai elevasi yang telah ditentukan. Setelah beton berumur 21 hari dapat dibongkar keseluruhannya, atau sesuai hasil test kuat tekan beton mencapai > 70% mutu rencana.

### 6.3.3. Pekerjaan Pengecoran

- Pengecoran Kolom

Pengecoran kolom dilakukan dengan menggunakan beton *Ready Mix* dengan bantuan alat *concrete bucket* dan diangkat menggunakan *tower crane*. Kemudian dipadatkan menggunakan *vibrator* serta dilakukan ketukan-ketukan dari luar bekisting. Setelah pengecoran selesai minimal 7 hari bekisting kolom dibongkar untuk selanjutnya dilakukan proses curing beton dengan cara disiram air pada permukaan beton dan ditutup plastik atau kertas zak semen. Pengecekan

ulang kolom Pengecekan ulang kolom dilakukan agar memastikan bahwa kolom yang akan dicor sudah sesuai dengan perencanaannya. Agar nantinya tidak menyalahi aturan. Pengecekan ulang berupa pengecekan apakah bekisting kolom sudah sesuai, apakah bekisting kolom sudah kuat, dsb. Pengujian slump test dan kuat tekan beton. Pengujian ini untuk mengetahui nilai slump pada beton tersebut. Penuangan beton dari truck mixer ke media cor Pengarahan concrete pump ke lokasi yang akan dicor. Pengecoran pada kolom yang dituju. Dilakukan proses pemadatan menggunakan vibrator

Proses pemadatan dilakukan setelah proses pengecoran. Proses pemadatan ini berfungsi agar beton tidak mengeras di satu titik dan bisa menyebar ke berbagai ruang. Pemadatan menggunakan vibrator.

- Pengecoran Kolom

Pengecoran balok dan pelat dilakukan dengan menggunakan beton *Ready Mix* dengan alat *Concrete Pump*. Setelah 1 hari, pengecoran pada permukaan atas pelat dilakukan curing beton selama 3 hari.

Berikut tahapan pekerjaan pengecoran balok dan pelat, Pengecekan kembali area yang akan di cor, Pembersihan area cor menggunakan air compressor, Pengujian test slump, Menyalurkan beton ready mix ke media penyalur cor, Pengarahan media penyalur cor ke lokasi yang akan di cor. Pengecoran pada area yang akan dituju. Setelah berada di area yang akan dicor, pekerjaan pengecoran dapat dilakukan. Memadatkan area cor menggunakan vibrator. Setelah beton dituang, area cor langsung dipadatkan menggunakan vibrator. Perataan permukaan beton. Pengecoran kolom, balok,

dan pelat secara umum dibagi menjadi 2 zona tiap lantai.

### 6.3.4 Pekerjaan Precast

Beton pracetak adalah beton yang dicetak di beberapa lokasi (baik yang di cetak di lingkungan maupun di pabrik-pabrik). Menurut SKSNI T-15-1991-03 beton pracetak adalah komponen beton yang dicor di tempat yang bukan merupakan posisi akhir dalam suatu struktur.

Berikut adalah tahap-tahap pekerjaan precast,

#### 1. Pengiriman

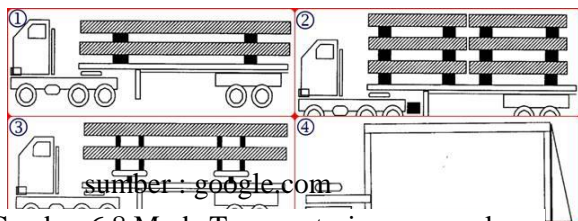


sumber : google.com

Gambar 6.7 Pengiriman Beton Precast

Berikut adalah hal – hal yang perlu diperhatikan dalam pengiriman beton pracetak dari *supplier* ke proyek,

#### a. Pemilihan Mode Transportasi



Gambar 6.8 Mode Transportasi menggunakan Truck

Sistem transportasi yang digunakan adalah jalur jalan raya. Alasan utama pemakaian jalur ini adalah tersedianya jaringan jalan raya sampai ke lokasi proyek sehingga hambatan yang timbul untuk mentransportasikan komponen relatif kecil. Hal penting lainnya yang perlu diperhatikan adalah kegiatan handling yang hanya terjadi pada saat pemuatan dan pembongkaran muatan ke dan dari mode transportasi darat.

Untuk mentransportasikan komponen beton pracetak ke lokasi proyek digunakan Jlatbed truck dengan sistem typical two point support. Pelaksanaan pengangkutan dengan sistem ini adalah dengan memberikan alas berupa potongan kayu di bawah pelat Hollow Core Slab di 2 (dua) tempat.

Maksud pemberian alas ini adalah untuk menghindari terjadinya tegangan yang tidak diinginkan yang diakibatkan oleh fleksibilitas truk pada saat pengangkutan ke lokasi proyek. Dengan demikian komponen pelat pracetak harus didisain sedemikian rupa sehingga hollow core slab dapat dengan aman diangkat pada 2 (dua) titik angkat.

Jarak yang masih layak antara lokasi pabrik dengan lokasi proyek berkisar + 200 km. Sedangkan kuat rencana komponen beton pracetak agar layak ditransportasikan adalah berkisar antara 50% - 75%o dari kuat rencana.

#### b. Sistem Transportasi

Komponen beton pracetak biasanya diangkat dengan sistem dua titik angkat untuk menghindari terjadinya tegangan yang disebabkan oleh fleksibilitas dari truk pengangkut dalam perjalanan menuju lokasi pekerjaan.

Setiap unit beton pracetak harus didisain untuk dua titik pengangkatan, yang difungsikan juga pada saat handling. Untuk keperluan erection, sistem dua titik angkat ini digunakan untuk komponen berupa double T, L beam, hollow core slab.

Jika komponen berupa panel di mana kemungkinan besar akan terjadi rotasi pada saat pengangkatan maka diperlukan lebih dari dua titik angkat, bahkan diperlukan titik angkat pada bagian atas untuk keperluan erection. Jika ukuran dari komponen beton pracetak (memerlukan lebih dari dua titik angkat) maka sistem transportasi yang digunakan adalah rocker system.

Terhadap jalur jalan yang direncanakan akan dilalui oleh truk pengangkut komponen beton pracetak harus dilakukan pengecekan atas kemampuan daya dukung serta beban maksimum yang diizinkan. Hal serupa juga dilakukan terhadap jembatan-jembatan yang akan dilewati.

Sistem pengangkutan yang dapat dilakukan dalam upaya mentransportasikan komponen beton pracetak dibedakan menjadi dua, yaitu secara horizontal dan secara vertikal.

## 2. Penumpukan Beton *Precast*

Penyimpanan komponen *precast* sebaiknya dilakukan di dua tumpuan saja / dekat lokasi titik angkat. Jika direncanakan diletakkan lebih dari dua tumpuan, harus dijamin seluruhnya kontak dengan elemen.



sumber : google.com

Gambar 6. 9 penyimpanan Komponen Precast

Yang perlu diperhatikan dalam tahap penumpukan komponen *precast* ini antara lain;

- a. Ketersediaan lahan untuk menumpuk komponen *precast*.
- b. Merencanakan dan mengontrol jumlah tumpukan.



Sumber : google.com

Gambar 6.10 Penumpukan  
Komponen Precast

### 3. Tahap pemasangan (Site Erection)

Setelah komponen pracetak telah tersedia, maka komponen pracetak tersebut dapat segera dipasang sesuai dengan sistem/metode pracetak yang digunakan dimana masing-masing komponen dirangkai dengan sambungan (joint) tertentu. Proses ini disebut dengan erection, yaitu

kegiatan/proses yang dilaksanakan untuk menyatukan komponen-komponen bangunan beton pracetak yang telah dicetak dengan standar kualitas yang terjaga menjadi bagian dari bangunan (Try Puji, 2011). Selama proses pemasangan (erection) berlangsung, hal-hal yang perlu diperhatikan antara lain kelurusan, elevasi, posisi, dan kerataan sesuai dengan toleransi yang diijinkan. Pada tahapan pemasangan dapat digunakan alat angkut/angkat berupa mobile crane/tower crane. Selain itu, digunakan pula alat bantu sebagai penopang sementara untuk beton pracetak yaitu scaffolding. Jumlah sumber daya manusia yang dibutuhkan untuk satu team erection rata-rata adalah lima orang : dua orang berada di permukaan tanah, dua orang berada di lokasi komponen pracetak akan ditempatkan untuk melakukan penyetulan atas unit pracetak/precast, dan satu orang sebagai pengendali crane. Jumlah tersebut akan bertambah jika dibutuhkan pekerja las dan grouting.



Gambar 6.11 Pengangkatan dan Pemasangan Komponen Precast

#### **6.4. Pekerjaan Tangga**

Tangga merupakan kelengkapan struktur sekunder sebuah bangunan bila bangunan itu bertingkat. Proses

pekerjaan tangga juga melewati 4 tahapan proses, yaitu dimulai dengan tahapan bekisting, tahapan pembesian, tahapan pengecoran dan terakhir tahapan pembongkaran bekisting tangga.

#### 6.4.1 Pemasangan Bekisting Tangga

Tangga merupakan kelengkapan struktur sekunder sebuah bangunan bila bangunan itu bertingkat. Proses pekerjaan tangga juga melewati 4 tahapan proses, yaitu dimulai dengan tahapan bekisting, tahapan pembesian, tahapan pengecoran dan terakhir tahapan pembongkaran bekisting tangga.



Sumber : google.com

Gambar 6.12 Bekisting Tangga

Berikut tahapan pekerjaan bekisting tangga :

- a. Memasang *jack base* yang berfungsi sebagai penyangga utama untuk tetap menjaga mainframe berdiri dengan kokoh menahan beban yang dipikul. Penggunaan *jack base* sebagai pengatur ketinggian/elevasi *scaffolding* sesuai ketinggian yang telah direncanakan.



- b. Memasang *mainframe* sebagai struktur utama dari *scaffolding* itu sendiri
- c. Memasang *cross brace* sebagai pengaku dan pengikat antar *mainframe* untuk menjaga struktur *scaffolding* tetap kokoh dan berdiri tegak.
- d. Memasang *u-head jack* sebagai penyangga balok suri – suri. Selain itu *u-head* juga berfungsi untuk mengatur ketinggian dan kemiringan bekisting.
- e. Memasang *plywood* dengan kemiringan yang telah direncanakan sebagai dasar plat tangga. Selanjutnya di pasang *plywood* pada bagian kanan dan kiri tangga untuk cetakan tanjakan. Berikut ilustrasi bekisting tangga.

#### **6.4.2 Pembesian Tangga**

Berikut tahapan pekerjaan penulangan tangga :

- a. Pemotongan baja tulangan
- b. Pengangkatan baja tulangan dari lokasi fabrikasi ke area tangga
- c. Merakit tulangan utama pada tangga
- d. Pemasangan tulangan cakar ayam
- e. Pemasangan beton decking sebagai selimut tangga
- f. Pemasangan tulangan pondasi tangga

#### **6.4.3 Pengecoran Tangga**

Berikut tahapan pekerjaan pengecoran :

- a. Patikan semua tulangan dan bekisting telah dicek
- b. Pembersihan area yang akan dicor menggunakan mesin air compressor
- c. Pengujian test slump dan kuat tekan beton
- d. Pemindahan beton segar dari truck mixer ke media cor
- e. Salurkan ke area siap cor
- f. Tuang beton segar kedalam area tangga siap cor
- g. Beton yang dituang secara bertahap dari atas tangga ke bawah hingga pondasi tangga

- h. Gunakan cangkul untuk menyebarkan campuran beton segar dan batang kayu serta baja tulangan untuk memadatkan dan memasukkan campuran beton
- i. Beton yang telah dituang kemudian dipadatkan dengan mesin vibrator.
- j. Ratakan permukaan injakan dengan ruskam.

#### **6.4.4 Bongkar Bekisting Tangga**

Bekisting bisa dibongkar bila umur beton sudah cukup. Definisi umur sudah cukup yaitu sudah mampu menahan berat sendiri dan berat balok. Berikut tahapan pekerjaan pembongkaran bekisting tangga,

- a. Siapkan peralatan yang digunakan untuk pembongkaran
- b. Bongkar plywood secara hati – hati untuk bagian pinggir area yang betonnya telah cukup umur.
- c. Longgarkan u-head dan bongkar plywood secara hati – hati
- d. Buka balok suri – suri kemudian hollow dan bongkar scaffolding
- e. Setelah proses pembongkaran bekisting, maka selanjutnya pengecekan hasil cor yang dilakukan oleh QC. Jika ditemui hasil cor yang kurang bagus, maka selanjutnya dilakukan perbaikan sesuai dengan instruksi yang QC berikan.

## 6.5. Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3)

Keselamatan kerja adalah dari dan untuk setiap tenaga kerja serta orang lainnya dan juga masyarakat pada umumnya. Beberapa hal yang diperhatikan untuk K3 dalam sebuah proyek adalah penggunaan APD, rambu-rambu, kelayakan alat. Untuk APD (alat pelindung diri) setiap orang yang masuk kedalam proyek harus memakai alat pelindung diri berupa helm, sepatu safety, rompi. Untuk orang yang bekerja dalam ketinggian harus memakai body harness. Untuk melihat kelayakan alat maka petugas K3 harus mengecek secara berkala alat yang akan digunakan menggunakan form tertentu.



Safety belt



Lighting jacket



Helm



wearpack



safety shoes



Sarung tangan

Sumber : google.com

Gambar 6.13 Peralatan APD

Peranan kesehatan dan keselamatan kerja (K3) dalam pekerjaan *Precast* untuk mengurangi potensi bahaya sebagai berikut : eliminasi, substitusi , pengendalian teknis, pengendalian administratif, dan penggunaan alat pelindung

diri (APD). Dalam penggunaan plat *Precast* terdapat beberapa tahapan pekerjaan yang dikendalikan dengan metode eliminasi. Substitusi adalah teknik pengendalian bahaya dengan mengganti alat, bahan, sistem atau prosedur yang berbahaya dengan lebih aman atau lebih rendah bahayanya. Pengendalian teknis adalah pengendalian bahaya melalui perbaikan desain, penambahan peralatan, dan pemasangan peralatan pengaman.

Untuk mengendalikan resiko pada pemasangan plat *Precast* pengendalian teknis diterapkan dengan memasang besi pelindung pada tepian bangunan, memasang jaring ditepi bangunan, dan kawat pelindung dari kejatuhan material. Pengendalian administratif antara lain pekerja pemasang atau *Rigger* dan operator *tower crane* yang harus memiliki Surat Perintah Kerja dari perusahaan. Perusahaan juga mengutamakan menggunakan pekerja yang sehat dan berpengalaman. Terakhir, penggunaan alat pelindung diri dengan memberikan *safety helmet*, sarung tangan, kacamata dan *safety belt*.

## 6.6 Pengendalian Mutu

Untuk memastikan mutu proyek petugas quality harus mengecek beberapa bahan yang masuk ke proyek agar mutu yang diisyaratkan tercapai. Untuk pengecekan kualitas beton dengan test slump dan pembuatan benda uji yang nantinya akan ditest tekan di sebuah laboratorium.. Untuk pengetesan slump di random setiap beberapa truck mixer. Untuk memilih besi yang bagus harus ditest terlebih dahulu sebelum menyetujui kontrak. Untuk pengecekan besi, setiap besi yang datang di cek labelnya dan ketepatan dengan mill testnya. Untuk pengawas mutu bekisting ada beberapa form yang digunakan.

## **BAB VII**

### **PERHITUNGAN WAKTU DAN BIAYA**

#### **7.1 Pekerjaan Persiapan**

Pekerjaan persiapan dalam pelaksanaan di lapangan terdiri dari pekerjaan pengukuran, pemagaran, oembuatan direksi kiet, gudang material dan pekerjaan bowplank. Berikut ini adalah garis besar tahapan pelaksanaan dari pekerjaan persiapan :

##### **7.1.1 Pekerjaan Uitzet ( Pengukuran)**

Luas

- Lahan = 4075,5 m<sup>2</sup> = 0.4075 Ha
- Bangunan = 1229,5 m<sup>2</sup> = 0.1229 Ha

Keliling

- Lahan = 288,8 m = 0.28 km
- Bangunan = 213,2 m = 0.213 km

Berdasarkan tabel 2.1 pekerjaan pengukuran terdiri dari beberapa pekerjaan yaitu :

- Pengukuran rangka (polygon utama)  
= 1.5 km/regu/hari
- Pengukuran situasi = 5 Ha/regu/hari
- Penggambaran hasil ukuran situasi  
= 20 ha/regu/hari

Maka untuk menetapkan kebutuhan tenaga kerja dalam 1 grup pelaksanaan dipergunakan :

- 1 orang surveyor atau tukang ukur
- 2 orang pembantu pemegang rambu
- 2 orang tukang pasang patok dan mengukur pita ukur
- 1 orang tukang gambar atau memplot hasil ukur
- 1 orang pembantu tukang untuk mengangkat peralatan

Direncanakan jumlah grup dalam pelaksanaan :

- Pengukuran rangka/polygon utama = 1 grup
- Pengukuran situasi = 1 grup

- Penggambaran hasil ukuran situasi dengan skala 1 : 2000 = 1 grup

**Kebutuhan jam kerja dalam pelaksanaan :**

Pengukuran rangka/polygon utama

Keliling

- Lahan
 
$$= \frac{0.28 \text{ km/grup}}{1.5 \frac{\text{km}}{\text{grup}}/\text{hari}} = 0.18 \text{ hari}$$

- Bangunan
 
$$= \frac{0.213 \text{ km/grup}}{1.5 \frac{\text{km}}{\text{grup}}/\text{hari}} = 0.142 \text{ hari}$$

Pengukuran Situasi

Luas

- Lahan
 
$$= \frac{0.4075 \text{ ha/grup}}{5 \frac{\text{Ha}}{\text{grup}}/\text{hari}} = 0.0815 \text{ hari}$$

- Bangunan
 
$$= \frac{0.1299 \text{ Ha/grup}}{5 \frac{\text{Ha}}{\text{grup}}/\text{hari}} = 0.025 \text{ hari}$$

Penggambaran atau memplot hasil ukuran situasi dengan skala 1:2000 di lapangan.

Luas

- Lahan
 
$$= \frac{0.4075 \text{ Ha/grup}}{20 \frac{\text{Ha}}{\text{orang}}/\text{hari}} = 0.0203 \text{ hari}$$

- Bangunan
 
$$= \frac{0.1299 \text{ Ha/grup}}{20 \frac{\text{Ha}}{\text{orang}}/\text{hari}} = 0.00649 \text{ hari}$$

Jadi total waktu yang dibutuhkan untuk pekerjaan pengukuran / uitzet adalah 0.267 hari  $\approx$  1 hari.

**Perhitungan Biaya**

Harga material berdasarkan Keputusan kota Malang tentang standart harga bahan bangunan tahun 2016. Sehingga harga material untuk pekerjaan ini adalah :

- Biaya upah tenaga kerja : 1 grup untuk pekerjaan pengukuran terdiri dari 1 tukang ukur, 2 tukang patok, 1 tukang gambar, 2 pembantu tukang ukur:
  - Tukang ukur
    - = 1 orang x Rp 121.000,00/hari x 1 hari
    - = Rp 121.000,00
  - Tukang pemasang patok
    - = 2 x Rp 121.000,00/hari x 1 hari
    - = Rp 242.000,00
  - Tukang gambar
    - = 1 x Rp 158.000,00/hari x 1 hari
    - = Rp 158.000,00
  - Pembantu tukang
    - = 2 x Rp 110.000,00/hari x 1 hari
    - = Rp 220.000,00

Maka total biaya upah tenaga kerja untuk pekerjaan pengukuran adalah Rp 741.000,00

- Biaya sewa alat pengukuran :
  - Theodolit
    - = 1 x Rp 368.800,00/hari
    - = Rp 368.000,00

**Total biaya** = biaya upah tenaga kerja + biaya sewa alat pengukuran

= Rp 741.000,00 + Rp 368.800,00

= Rp 1.109.000,00

**Biaya per satuan** = Rp 1.109.000,00/288,8 m  
= Rp 3.840,00

### 7.1.2 Pekerjaan Pemagaran

Data :

- Keliling pagar = 290 m
- Tinggi tiang = 1,8 m
- Jarak antar tiang = 1,5 m
- Ukuran seng gelombang BJLS 30 = 1.8 m x 0.9 m
- Ukuran tiang kayu kamper kaso 5/7 = 0.05 m x 0.07 m

## Perhitungan volume

- Jumlah Tiang vertikal =  $\frac{\text{keliling bangunan}}{\text{jarak antar tiang}}$   
 $= \frac{213,2 \text{ m}}{1,5 \text{ m}}$   
 $= 142 \text{ buah}$
- Vol. Tiang horizontal =  $142 \text{ buah} \times 0,05 \text{ m} \times 0,07 \text{ m} \times 1 \text{ m}$   
 $= 0,497 \text{ m}^3$
- Volume tiang struktural  
 Setiap jarak 4 m direncanakan dipasang tiang struktural (horizontal) sebanyak 2 buah  
 Volume tiang = jumlah tiang x tebal tiang x lebar tiang x keliling lahan  
 $= 2 \times 0,05 \text{ m} \times 0,07 \text{ m} \times 290 \text{ m}$   
 $= 2,03 \text{ m}^3$
- Volume seng = keliling bangunan x tinggi papan x lebar papan  
 $= 213,2 \text{ m} \times 1,8 \text{ m} \times 0,9 \text{ m}$   
 $= 345,384 \text{ m}^3$
- Volume seng  
 $= \text{keliling lahan} \times \text{tebal seng} \times \text{tinggi seng}$   
 $= 290 \text{ m} \times 1,8 \text{ m} \times 0,9 \text{ m}$   
 $= 469,8 \text{ m}^3$

## Perhitungan kebutuhan seng

$$\begin{aligned} \text{Luas 1 seng} &= 1,8 \text{ m} \times 0,9 \text{ m} \\ &= 1,62 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Karena setiap 1 lembar seng berukuran 1,8 m x 0,9 m maka total seng yang dibutuhkan yaitu :

$$\begin{aligned} &= \text{Volume seng} : \text{Luas 1 lembar seng} \\ &= 469,8 \text{ m}^3 : 1,62 \text{ m}^2 \\ &= 290 \text{ lembar} \end{aligned}$$

- Kebutuhan paku =  $3 \text{ paku tiap tiang} \times 290$   
 $= 870 \text{ buah}$   
 $= 870 \text{ buah} / (200 \text{ buah/kg})$



$$= 4,35 \text{ kg}$$

**Kebutuhan tenaga kerja dalam pelaksanaan dipergunakan :**

- Jam kerja 1 hari = 7 jam/hari
- Jumlah tenaga kerja = 2 grup ( 1 grup = 3 tukang kayu dan 2 orang pembantu tukang)
- Dalam 2 grup membutuhkan 1 mandor, 6 tukang kayu, dan 4 orang pembantu tukang.

Berdasarkan tabel 2.2 keperluan tenaga kerja untuk pekerjaan pemagaran tiap  $2.36 \text{ m}^3$  adalah :

- Pemasangan tiang  $= \frac{16+24}{2}$   
 $= 20 \text{ jam}$
- Pemasangan pendukung mendatar  $= \frac{27+40}{2}$   
 $= 33.5 \text{ jam}$

Sedangkan berdasarkan tabel 2.3 keperluan tenaga kerja untuk pemasangan papan kasar tiap  $10 \text{ m}^2$  adalah :

- Pemasangan papan dinding  $= \frac{1.62+3.02}{2}$   
 $= 2.32 \text{ jam}$

**Kebutuhan jam kerja dalam pelaksanaan :**

- Pemasangan tiang vertikal  
Durasi = vol. Kayu struktur x kapasitas produksi  
 $= 2,03 \text{ m}^3 \times \frac{20 \text{ jam}}{2,36 \text{ m}^3}$   
 $= 17,2 \text{ jam}$

Jika dijadikan dalam satuan hari

$$= \frac{17,2 \text{ durasi}}{7 \frac{\text{jam}}{\text{hari}} \times 2 \text{ jumlah grup kerja}}$$

$$= \frac{17,2 \text{ jam}}{7 \frac{\text{jam}}{\text{hari}} \times 2 \text{ grup}}$$

$$= 1,2 \text{ hari}$$

- Pemasangan pendukung papan

$$\begin{aligned} \text{Durasi} &= \text{vol. kayu vertikal} \times \text{kapasitas produksi} \\ &= 0,497 \text{ m}^3 \frac{20 \text{ jam}}{2.36 \text{ m}^3} \\ &= 4,21 \text{ jam} \end{aligned}$$

Jika dijadikan dalam satuan hari

$$\begin{aligned} &= \frac{4,21 \text{ durasi}}{7 \frac{\text{jam}}{\text{hari}} \times 2 \text{ jumlah grup kerja}} \\ &= \frac{32,56 \text{ jam}}{7 \frac{\text{jam}}{\text{hari}} \times 2 \text{ grup}} \\ &= 0,3 \text{ hari} \end{aligned}$$

Jadi total waktu yang dibutuhkan untuk pekerjaan pemagaran adalah 1,5 hari.

### Perhitungan Biaya :

Harga material berdasarkan Keputusan kota Malang tentang standart harga bahan bangunan tahun 2016. Sehingga harga material untuk pekerjaan ini adalah :

- Biaya upah 2 grup tenaga kerja :
  - Mandor
    - = 1 orang x Rp 158.000,00/hari x 2 hari
    - = Rp 316.000,00
  - Tukang kayu
    - = 6 orang x Rp 121.000,00/hari x 2 hari
    - = Rp 1.452.000,00
  - Pembantu tukang
    - = 4 orang x Rp 110.000/hari x 2 hari
    - = Rp 880.000,00

Maka total biaya upah tenaga kerja untuk pekerjaan pemagaran adalah Rp 2.648.000,00

- Biaya bahan pekerjaan pemagaran
  - Kayu kamper kaso(5/7)= 0,497m<sup>3</sup> x Rp 2.785.714/m<sup>3</sup>
  - = Rp 1.364.999,00

- Seng gelombang = 290 lembar x Rp 148.900,00  
= Rp 42.920.000,00
- Paku = 4,35 kg x Rp 33.600,00  
= Rp 146.160,00

Maka total biaya bahan untuk pekerjaan pemagaran adalah Rp 44.431.159,00

**Biaya total**

- = biaya upah tenaga kerja + biaya sewa alat pengukuran
- = Rp 2.648.000,00 + Rp 44.431.159,00
- = Rp 47.079.159,00

$$\begin{aligned} \text{Biaya per satuan} &= \frac{\text{Rp.47.079.159}}{213 \text{ m}} \\ &= \text{Rp 221.028,00} \end{aligned}$$

### 7.1.3 Pekerjaan Bowplank

Pekerjaan bowplank bertujuan untuk membatasi lahan yang akan dikerjakan sesuai dengan denah perencanaan. Metode yang dikerjakan menggunakan metode manual atau dengan tenaga manusia.

- Data perencanaan
  - Keliling bangunan = 213,5 m
  - Tinggi bowplank = 1 m
  - Jarak antar tiang = 2 m
- Data material
  - Ukuran papan = (0,02 x 0,2 x 4) m
  - Ukuran tiang = (0,05 x 0,07 x 1) m

- Perhitungan volume

- Volume tiang vertikal

$$\begin{aligned} \text{Jumlah tiang} &= \frac{\text{keliling bangunan}}{\text{jarak antar tiang}} \\ &= \frac{213,5 \text{ m}}{2 \text{ m}} \\ &= 107 \text{ buah} \end{aligned}$$

$$\text{Volume tiang} = \text{jumlah tiang} \times \text{dimensi}$$

$$\begin{aligned}
 &= 107 \text{ buah} \times 0,05 \text{ m} \times 0,07 \text{ m} \times \\
 &\quad 1 \text{ m} \\
 &= 0,37 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 - \text{ Volume papan} \\
 &= \text{keliling bangunan} \times \text{tebal papan} \times \text{lebar papan} \\
 &= 213,5 \text{ m} \times 0,02 \text{ m} \times 0,2 \text{ m} \\
 &= 0,854 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

- Kebutuhan bahan :

$$\begin{aligned}
 \text{Kebutuhan papan} &= \frac{\text{volume papan}}{\text{volume 1 lembar papan}} \\
 &= \frac{0,854 \text{ m}^3}{0,016 \text{ m}^3} \\
 &= 54 \text{ lembar}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Kebutuhan paku} &= 3 \text{ paku setiap tiang} \times 107 \text{ buah} \\
 &\quad \text{Tiang} \\
 &= 321 \text{ buah} \\
 &= 321 \text{ buah} / (200 \text{ buah/kg}) \\
 &= 1,6 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Kebutuhan tiang} &= 107 \text{ buah} / (4 \text{ buah/lonjor}) \\
 &= 27 \text{ lonjor}
 \end{aligned}$$

- Durasi pemasangan tiang vertikal :

$$\begin{aligned}
 \text{Durasi} &= \text{vol. kayu vertikal} \times \text{kapasitas produksi} \\
 &= 0,37 \text{ m}^3 \times \frac{20 \text{ jam}}{2,36 \text{ m}^3} \\
 &= 3,1 \text{ jam}
 \end{aligned}$$

Waktu yang diperlukan dalam satuan hari

$$\begin{aligned}
 &= \frac{\text{durasi}}{7 \frac{\text{jam}}{\text{hari}} \times \text{jumlah grup kerja}} \\
 &= \frac{3,1 \text{ jam}}{7 \frac{\text{jam}}{\text{hari}} \times 1 \text{ grup}}
 \end{aligned}$$

$$= 0,44 \text{ hari}$$

- Durasi pemasangan papan :

$$\begin{aligned} \text{Durasi} &= \text{vol. kayu vertikal} \times \text{kapasitas produksi} \\ &= 0,854 \text{ m}^3 \times \frac{20 \text{ jam}}{2,36 \text{ m}^3} \\ &= 7,2 \text{ jam} \end{aligned}$$

Waktu yang diperlukan dalam satuan hari

$$= \frac{\text{durasi}}{7 \frac{\text{jam}}{\text{hari}}} \times \text{jumlah grup kerja}$$

$$= \frac{7,2 \text{ jam}}{7 \frac{\text{jam}}{\text{hari}}} \times 1 \text{ grup}$$

$$= 1,04 \text{ hari}$$

- Total durasi :
  - = durasi pemasangan kayu vertikal + durasi pemasangan papan
  - = 0,44 hari + 1,04 hari
  - = 1,84 hari

Jadi total waktu yang diperlukan untuk melaksanakan pekerjaan bowplank yaitu 2 hari.

- **Perhitungan Biaya :**

Tenaga Kerja terdiri dari 1 mandor, 2 tukang kayu, dan 4 pembantu tukang

- Mandor = 1 orang x Rp.158.000,00 / hari  
= Rp.158.000,00
- Tukang Kayu = 2 orang x Rp.121.000,00 / hari  
= Rp. 242.000,00
- Pemb.Tukang = 4 orang x Rp.110.000,00 / hari  
= Rp.440.000,00
- Total = Rp.840.000,00

- **Bahan**

- Kayu Kamper Kaso (5/7)

$$\begin{aligned}
 &= 0,37 \text{ m}^3 \times \text{Rp.}2.785.714,00 / \text{m}^3 &= \\
 &\text{Rp.}1.030.714,00 \\
 - &\text{Kayu Papan Meranti (2/20)} \\
 &= 0,854 \text{ m}^3 \times \text{Rp.} 5.750.000,00 / \text{m}^3 &= \text{Rp.} \\
 &4.910.500,00 \\
 - &\text{Paku} \\
 &= 1,6 \text{ kg} \times \text{Rp.}17.900,00 / \text{kg} &= \text{Rp.}286.400,00 \\
 &\text{Total} = \text{Rp.}6.227.614,00
 \end{aligned}$$

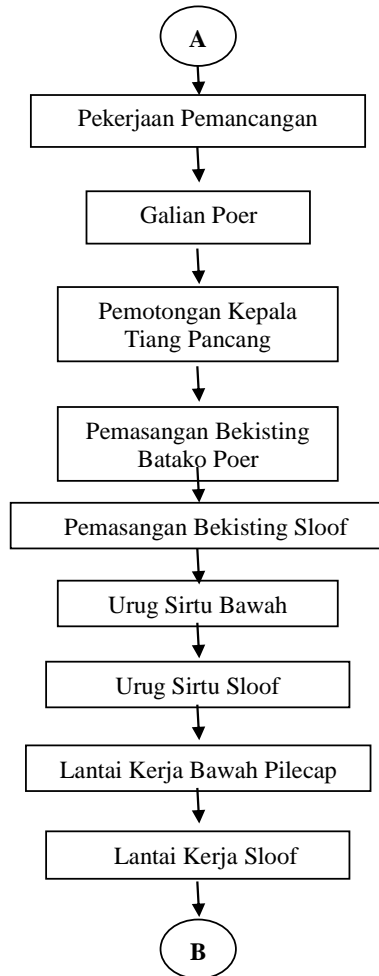
- **Total** = Upah pekerja + Biaya bahan  
 = Rp. 840.000,00+ Rp. 6.227.614,00  
 = Rp. 7.067.614,00
- **Harga Satuan** =  $\frac{\text{Rp.}7.067.614,00}{213,5 \text{ m}} = \text{Rp.} 33.103,00$

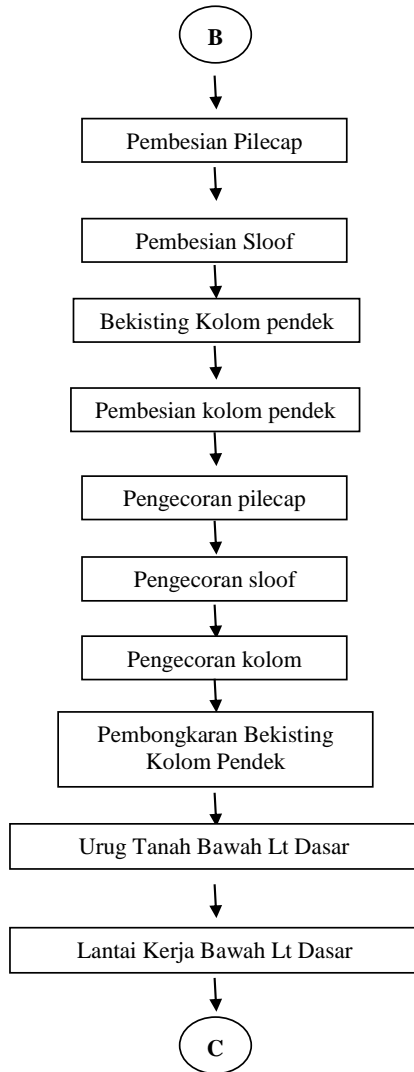
#### 7.1.4 Pekerjaan Direksi Kiet

Untuk direksi kiet menggunakan kontainer berukuran 20 feet. Dengan sewa 2 kontainer berukuran 20 feet. Untuk ukuran 20 feet harga sewa kontainer per bulan adalah Rp. 7.000.000,00.

#### 7.2 Pekerjaan Struktur Bawah

Berikut ini adalah garis besar tahapan pekerjaan struktur bawah pelaksanaan Ruko Kozko Surabaya :







### 7.2.1 Pemancangan

Pemancangan pondasi tiang pancang menggunakan alat HSPD (*Hydraulic Static Pile Driver*). Pemilihan alat HSPD (*Hydraulic Static Pile Driver*) pada proyek ini didasarkan dari kondisi lingkungan lapangan yang berada di dekat area Perumahan dan berhadapan dengan Universitas Ciputra. Pekerjaan pondasi Tiang Pancang terbagi dalam beberapa tahapan yakni:

- Mengatur lalu lintas dan jalan akses alat
- Mobilisasi peralatan
- Membawa tiang pancang ke lokasi
- Set up mesin Hydraulic Static Pile Driver (HSPD)
- Pemancangan tiang
- Penyambungan tiang
- Pemancangan Kepala tiang
- Pekerjaan de-mobilisasi peralatan

Berikut analisa pekerjaan pemancangan pondasi tiang pancang diameter 25 centimeter dan kedalaman 6 meter. berdasarkan literatur internet, dan brosur alat berat :

- a. Jumlah Titik = 332 Titik = 1992 m  
 Kedalaman tiang = 6 m  
 Jenis bahan = Tiang Pancang beton  
 Penampang = Lingkaran Ø 25 cm  
 Mutu beton = K 500
- b. Spesifikasi alat Hydraulic Injection
  - Model = Mitsubishi 6D14CT
  - Type = Water cooled, 4-cyle
  - Panjang Lengan = 6,2 m
  - Kecepatan angkat = 51,8 m / menit
  - Kecepatan jelajah = 2,7 rpm
- c. Perhitungan produksi alat pancang

Berikut ini beberapa langkah perhitungan waktu produksi peralatan pancang:

Item Pekerjaan	Perkiraan Durasi
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ <b>Sentring</b> Tahap ini berfungsi untuk mengetahui apakah alat pancang telah berada tepat diatas titik yang akan dipancang.</li> </ul>	$t_1 = 1$ menit
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ <b>Pengangkatan tiang pancang</b> Tiang pancang diangkat dan dimasukkan ke dalam cember dengan bantuan katrol pengangkat tiang yang terdapat pada alat pancang.</li> </ul>	$t_2 = 1$ menit.
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ <b>Sentting tiang pancang</b> Penyentringan tiang pancang ini berfungsi untuk mengetahui apakah tiang pancang dalam posisi lurus atau tidak, penyentringan ini dibantu dengan alat theodolit.</li> </ul>	$t_3 = 2$ menit.
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ <b>Injection segmen 1 (6m)</b> Tabung injection menekan tiang pancang kedalam tanah sedalam 10m.</li> </ul>	$t_4 = 5$ menit.
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ <b>Setting dolly</b> Waktu yang diperlukan untuk menyeting dolly</li> </ul>	$T_5 = 1$ menit.

➤ Pemindahan dolly Waktu yang diperlukan untuk pemindahan dolly	$T_6 = 2,5$ menit.
--	--------------------

Sehingga didapatkan waktu total untuk memancang satu tiang pancang ialah :

$$\begin{aligned} T_{\text{total}} &= t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5 + t_6 \\ &= 1 + 1 + 2 + 5 + 1 + 2,5 \\ &= 12,5 \text{ menit} \end{aligned}$$

#### d. Perhitungan Waktu

Sehingga waktu total yang dibutuhkan dalam pengerjaan perencanaan yaitu :

##### ➤ Waktu total pindah posisi

Waktu pindah alat pancang satu dalam satu segmen	201,52 menit
Waktu pindah posisi alat pancang dari pile group ke u pile group berikutnya	12,5 menit
Waktu total pindah posisi	214,86 menit

##### ➤ Waktu total pemancangan

Total waktu siklus x Jumlah tiang pancang	$= 12,5 \text{ menit} \times 332$ titik $= 4150 \text{ menit}$
Waktu total pindah posisi	214,86 menit

Waktu total pindah posisi	4364,86 menit
------------------------------	---------------

Waktu rata-rata untuk pemancangan 1 titik tiang pancang adalah :

$$\begin{aligned}
 &= \frac{\text{Waktu total pemancangan}}{\text{jumlah tiang pancang}} \\
 &= \frac{4364,86 \text{ menit}}{332 \text{ titik}} \\
 &= 13,14 \text{ menit / titik}
 \end{aligned}$$

Sehingga didapatkan jumlah siklus dalam satu jam (N), yaitu sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 N &= \frac{60}{\text{waktu siklus total}} \\
 &= \frac{60}{12,5} \\
 &= 4 \text{ titik / jam}
 \end{aligned}$$

Dengan asumsi faktor waktu kerja efektif dalam kondisi sebagai dengan waktu kerja efektif 45 menit/jam dimana nilai efisiensi kerja tersebut adalah 0,75 m dan faktor keterampilan operator dan crew rata-rata baik dengan efisiensi kerja 0,75 maka dapat ditentukan produksi per jam dari alat pancang ialah :

$$\begin{aligned}
 Q &= q \times N \times E_k \\
 &= 1 \times 4 \times (0,75 \times 0,75) \\
 &= 2,25 \text{ titik / jam}
 \end{aligned}$$

Selanjutnya dengan asumsi 1 hari sama dengan 8 jam kerja, maka pemancangan tiang pancang keseluruhan dapat diselesaikan dengan waktu sebagai berikut :

$$Q = 2,25 \text{ titik /jam} \times 8 \text{ jam} = 18 \text{ titik/hari}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Durasi} &= \frac{\text{Jumlah total titik tiang pancang}}{\text{titik dalam 1 hari}} \\
 &= \frac{332}{18} = 18,4 \text{ hari}
 \end{aligned}$$

e. Perhitungan Biaya

## 1) Biaya pemancangan

Tenaga Kerja terdiri dari 1 mandor, 4 tukang

- Mandor = 1 orang x Rp.158.000,00 / hari x 19 hari  
= Rp. 3.002.000
- Tukang = 4 orang x Rp. 121.000,00/hari x 19 hari  
= Rp. 9.196.000
- Bahan tiang pancang = 332 titik x Rp. 650.000,00  
= Rp. 215.800.000,00
- Sewa alat Tower crane = 1 alat x 19 hari x Rp. 1.932.917,00  
= Rp. 36.725.423
- Sewa alat Hidraulic jack in pile = 1 alat x 19 hari x Rp. 3.574.606,00  
= Rp. 67.917.514

Total Biaya = Rp. 332.640.937

Harga per satuan = Rp. 1.001.930

**7.2.2 Galian Poer**

Pekerjaan galian terbagi dalam dua macam galian antara lain galian pilecap dan galian sloof. Metode yang digunakan adalah metode galian dengan *Escavator* yang kemudian di kumpulkan ke tempat dumping dan di angkat dengan *Eskavator* ke dumptruk dan di buang ke tempat dumping.

- Volume = 599,92 m<sup>3</sup>
- Tanah digali dengan menggunakan excavator yang lalu dibuang dengan *dump truck*
- Spesifikasi Alat :

**Excavator :**

Tipe = PC 200-8

Kapasitas bucket = 0,8 m<sup>3</sup>

Koef Alat	= 0,81
<b>Dumptruck :</b>	
Tipe	= DT-130HD
Kapasitas	= 8 m <sup>3</sup>
V bermuatan	= 30 km/jam
V kosong	= 40 km/jam
Koef Alat	= 0,81

### Perhitungan Durasi

#### Kebutuhan tenaga kerja dalam pelaksanaan :

- Mandor = 1 orang
- Tukang gali = 2 orang
- Pekerja = 4 orang

#### Perhitungan produktifitas :

##### ➤ Escavator

- Produktivitas per siklus (q)

$$q = \text{Kapasitas Bucket} \times \text{Faktor Bucket}$$

$$q = 0,8 \text{ m}^3 \times 0,8$$

$$q = 0,64 \text{ m}^3$$

- Waktu Siklus (Cm)

$$Cm = \text{Waktu Gali} + (2 \times \text{Waktu Putar}) + \text{Waktu Buang}$$

$$Cm = 13 \text{ detik} + (2 \times 5) \text{ detik} + 7 \text{ detik}$$

$$Cm = 30 \text{ detik} = 0,5 \text{ menit}$$

- Produktivitas alat (Q)

$$Q = \frac{q \times 3600 \frac{\text{detik}}{\text{jam}} \times \text{Eff. alat}}{Cm}$$

$$Q = \frac{0,64 \text{ m}^3 \times 3600 \frac{\text{detik}}{\text{jam}} \times 0,81}{30 \text{ detik}}$$

$$Q = 62,21 \text{ m}^3/\text{jam}$$

##### ➤ Dump truck

- Waktu Siklus (Cm)

Faktor swell = 25 %

Jarak buang = 5 km

a. Waktu muat (*loading*)

$C_m = 30$  detik

Jumlah siklus yang diperlukan untuk mengisi DT (n)

$$n = \frac{\text{kapasitas DT}}{\text{kapasitas bucket} \times \text{faktor bucket}}$$

$$n = \frac{8 \text{ m}^3}{0,64 \text{ m}^3}$$

n = 13 kali

$$\begin{aligned} \text{Loading} &= n \times C_m \\ &= 13 \times 0,5 \text{ menit} \\ &= 6 \text{ menit} \end{aligned}$$

b. Waktu pergi (*hauling*)

$$\begin{aligned} \text{hauling} &= \frac{60 \frac{\text{menit}}{\text{jam}} \times \text{jarak buang}}{V. \text{ kosong}} \\ &= \frac{60 \frac{\text{menit}}{\text{jam}} \times 5 \text{ km}}{40 \text{ km/jam}} \\ &= 8 \text{ menit} \end{aligned}$$

c. Waktu buang (*dumping*)

*Dumping* = 1,5 menit

d. Waktu persiapan kembali (*setting*)

Setting = 0,5 menit

$$\begin{aligned} \text{Waktu Siklus (Cm)} &= \text{Loading} + \text{Hauling} + \text{Dumping} \\ &\quad + \text{Return} + \text{Setting} \\ &= 6 \text{ menit} + 10 \text{ menit} + 1,5 \text{ menit} \\ &\quad + 8 \text{ menit} + 0,5 \text{ menit} \\ &= 26 \text{ menit} \end{aligned}$$

- Jumlah kebutuhan dump truck (M)

$$\begin{aligned}
 M &= \frac{Cm}{\text{waktu muat}} \\
 &= \frac{26 \text{ menit}}{6 \text{ menit}} \\
 &= 5 \text{ unit}
 \end{aligned}$$

- Produktivitas (Q)

$$\begin{aligned}
 Q &= \frac{n \times \text{kap. bucket} \times \text{faktor bucket} \times 60 \times \text{Eff. alat}}{Cm} \times M \\
 &= \frac{13 \times 0,8 \times 0,81 \times 60 \times 0,8}{26} \times 5 \text{ unit} \\
 &= 76,44 \text{ m}^3/\text{jam}
 \end{aligned}$$

- Durasi *Dump Truck*

$$\begin{aligned}
 \text{Siklus dalam 1 jam} &= \frac{60 \frac{\text{menit}}{\text{jam}}}{\text{waktu muat}} \\
 &= \frac{60 \frac{\text{menit}}{\text{jam}}}{10 \frac{\text{menit}}{\text{jam}}} = 10 \text{ siklus/jam}
 \end{aligned}$$

= Volume galian yang dapat diangkut dalam 1 jam

= Siklus tiap 1 jam x (Kapasitas DT x (1 + faktor swell))

= 10 siklus/jam x (8 m<sup>3</sup> x (1 + 25%))

= 96 m<sup>3</sup>/jam

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

$$= \frac{599,92 \text{ m}^3}{96 \frac{\text{m}^3}{\text{jam}}}$$

$$= 6,2 \text{ jam} = 1 \text{ hari}$$

Durasi galian *pilecap* dan *sloof* pada adalah 1 hari.

## Perhitungan Biaya



- Upah Pekerja
  - Operator = 1 OH x 1 Hari x Rp. 158.000,00  
= Rp. 158.000,00
  - Pekerja = 2 OH x 1 Hari x Rp. 110.000,00  
= Rp. 220.000
  - Total Upah = Rp. 378.000,00
- Alat
  - Excavator = 1 buah x Rp. 630.000/hari  
x1 hari  
= Rp. 630.000
  - Dump Truck = 5 buah x @Rp.1.500.000/hari  
x 1 hari  
= Rp. 7.500.000,00
  - Total Alat = Rp. 8.130.000,00
- Total Biaya = Total Upah + Total Alat  
= Rp. 378.000,00 + Rp.  
8.130.000,00  
= Rp. 8.508.000
- Biaya tiap m<sup>3</sup> =  $\frac{\text{Rp.8.508.000}}{599,92} = \text{Rp.14.203,67}$

### 7.2.3 Pemotongan Tiang Pancang

Data :

Volume TP = 332 buah

Kapasitas pemotongan tiang pancang berdasarkan buku Referensi untuk Kontraktor PP adalah 6 titik per hari

Kebutuhan jam kerja dalam pelaksanaan :

- Jam kerja pekerja = 8 jam/hari
- Jumlah tenaga kerja = 10 grup ( 1 grup = 1 Tukang besi)
- Maka dalam 10 grup membutuhkan 10 tukang besi, sedangkan untuk keperluan 1 mandor membawahi 20 tukang
- Keperluan mandor =  $10/20 = 0,5$  mandor

**Kebutuhan jam kerja dalam pelaksanaan :**

$$\begin{aligned}
 \text{Untuk 1 grup pekerja} &= \frac{332 \text{ buah}}{6 \text{ buah/hari}} \\
 &= 56 \text{ hari} \\
 \text{Maka grup pekerja} &= \frac{56 \text{ hari}}{10} \\
 &= 5,6 \text{ hari} = 6 \text{ hari}
 \end{aligned}$$

Jadi, waktu yang dibutuhkan untuk pemotongan tiang pancang 6 hari.

#### **Perkiraan Biaya :**

- Biaya upah tenaga kerja :

- Mandor = 1 x Rp 158.000/hari x 6 hari  
= Rp 3.476.000
- Tukang = 4 x Rp 121.000/hari x 6 hari  
= Rp 10.648.000
- Pekerja = 20 x Rp 110.000/hari x 6 hari  
= Rp 48.400.000

#### **Sewa Alat**

- Tower Crane = Rp. 1.932.917 x 6 hari  
= Rp. 42.524.174

$$\begin{aligned}
 \text{Total Biaya} &= \text{Biaya Upah} + \text{Biaya Alat} \\
 &= \text{Rp. } 62.524.000 + \text{Rp. } 42.524.174 \\
 &= \text{Rp. } 105.048.174
 \end{aligned}$$

Maka total biaya upah tenaga kerja untuk pekerjaan pemotongan tiang pancang adalah Rp105.048.174/1265 titik = Rp. 316.410

#### **7.2.4 Pekerjaan Lantai Kerja Pilecap dan Sloof**

- Zona = 1
- Volume = 30,05 m<sup>3</sup>
- *Vertical equivalent length* = 90 m
- *Horizontal equivalent length* = 550 m

- Faktor kondisi peralatan = 0,75  
(Ir.Rochmanhadi hal 8)
- Faktor operator dan mekanik = 0,75  
(Ir.Rochmanhadi hal 8)
- Faktor cuaca = 0,75  
(Ir.Rochmanhadi hal 8)
- Efisiensi kerja alat = 0,42
- *Delivery Capacity* = 50 m<sup>3</sup>/jam

### **Perhitungan Durasi**

Efisiensi Kerja (EK) :

Kapasitas produksi *concrete pump*

= Delivery capacity x Efisiensi kerja

= 50 m<sup>3</sup>/jam x 0,42

= 21.09 m<sup>3</sup>/jam

Kebutuhan truk mixer untuk melakukan pengecoran adalah:

$$= \frac{\text{Volume beton}}{\text{Kapasitas truk mixer}} = \frac{30,05 \text{ m}^3}{7 \text{ m}^3} = 5 \text{ truk mixer}$$

### **Kebutuhan tenaga kerja dalam pelaksanaan**

Maka dalam pekerjaan pengecoran lantai kerja *pile cap* dan *sloof* zona 1 dipakai 1 grup dengan 1 mandor dan 7 pekerja.

Dimana dalam sehari bekerja selama 7 jam.

Jam kerja tenaga kerja dalam satu hari :

- Pekerja = 4 orang x 7 jam = 28 jam

- Tukang = 1 orang x 7 jam = 7 jam

- Mandor = 2 orang x 7 jam = 14 jam

Total jam kerja dalam seluruh tenaga kerja dalam satu hari adalah 49 jam/hari

**Kebutuhan jam kerja dalam pelaksanaan :**

Perhitungan waktu yang dibutuhkan dalam pelaksanaan pengecoran lantai kerja *pile cap* dan *sloof* yaitu :

1. Waktu persiapan

- Pengaturan posisi truk *mixer* dan *concrete pump*  
= 5 menit
  - Pemasangan pompa = 15 menit
  - Waktu tunggu (idle) pompa = 10 menit
- Total waktu persiapan adalah 30 menit

2. Waktu persiapan tambahan

- Pergantian truk mixer  
= 2 TM x 5 menit/TM  
= 10 menit
- Waktu uji slump  
= 2 TM x 5 menit/TM  
= 10 menit

3. Waktu operasional pengecoran

$$= \frac{\text{Volume beton}}{\text{Kapasitas produksi}}$$

$$= \frac{8,94 \text{ m}^3}{21,09 \text{ m}^3/\text{jam}} = 0,4 \text{ menit}$$

4. Waktu pasca operasional

- Pembersihan pompa = 10 menit
  - Pembongkaran pompa = 15 menit
  - Persiapan kembali = 5 menit
- Total waktu pasca operasional adalah 30 menit

**Waktu total** = Persiapan + persiapan tambahan + waktu pengecoran + pasca operasional

$$= 30 \text{ menit} + 20 \text{ menit} + 0,4 \text{ menit} + 30 \text{ menit}$$

$$= 80,4 \text{ menit}$$

$$= 1,34 \text{ jam}$$

Jadi, durasi pengecoran lantai kerja *pile cap* zona 1 adalah 1,34 jam = 1 hari

**Perhitungan Biaya :**

- Biaya upah pekerja dalam satu hari
    - Mandor = Rp158.000 x 1 orang = Rp 158.000
    - Tukang = Rp121.000 x 2 orang = Rp 242.000
    - Pekerja = Rp100.000 x 4 orang = Rp 400.000

Maka total biaya tenaga sebesar Rp 800.000 per hari.
  - Biaya pekerja selama pelaksanaan
    - Pengecoran lantai kerja *pile cap* zona 1 dilakukan selama 1 hari
    - Biaya pekerja selama pelaksanaan = Rp 800.000
  - Biaya bahan
    - Beton B0 = Rp. 690.000/m<sup>3</sup>
    - Biaya bahan = 30,05 m<sup>3</sup> x Rp 690.000
    - = Rp 20.734.500
  - Biaya alat
    - Concrete pump = Rp 4.760.000 x 1 hari
    - = Rp 4.760.000
    - Vibrator = Rp. 295.000 x 1 hari
    - = Rp. 295.000
    - Biaya peralatan = Rp5.055 .000
- Biaya Total = Biaya upah + biaya bahan + biaya alat
- $$= \text{Rp } 800.000 + \text{Rp } 20.734.500$$
- $$+ \text{Rp } 5.055.000$$
- $$= \text{Rp } 26.629.500$$

Harga satuan pekerjaan pengecoran poer adalah

$$= \frac{\text{Biaya total}}{\text{Volume}} = \frac{\text{Rp } 26.629.500}{30,05 \text{ m}^3} = \text{Rp } 886.173$$

### 7.2.5 Bekisting Batako Poer dan Sloof

Data :

Volume	= 41,51 m <sup>3</sup>
Luas poer dan sloof	= 300,96 m <sup>2</sup>
Kebutuhan batako	= 9908 buah
Kebutuhan mortar	= 15,21 m <sup>3</sup>
Kebutuhan semen	= 194 zak
Kebutuhan pasir	= 16,42 zak

#### **Perhitungan Durasi :**

- Mortar

Berdasarkan buku Ir.Sudrajat halaman 127 & 128 maka didapat :

Kapasitas Produksi mencampur mortar = 1,125 m<sup>3</sup>/jam

Kapasitas Produksi mengangkut mortar = 0,75 m<sup>3</sup>/jam

- Batako

Berdasarkan buku Ir.Sudrajat halaman 127 & 128 maka didapat :

Kapasitas Produksi memilih batako = 300 btk/jam

Kapasitas memisah dan menumpuk batako = 450 btk/jam

Kapasitas Produksi mengangkut batako = 950 btk/jam

Berikut ini adalah keperluan jam kerja yang dibutuhkan tenaga kerja dalam pemasangan bekisting batako sesuai dengan buku Ir. Soedrajat S, Analisa (cara modern) Anggaran Biaya Pelaksanaan, Nova, Bandung, halaman 139.

Jenis Pekerjaan	Jam / 100 blok	
	Tukang pasang batu	Pembantu tukang
Pondasi , 10 cm x 20 cm x 40 cm	2.5 - 5	2.5 – 5
Bagian diatas Pondasi: ukuran blok sama dg diatas, ada sedikit lubang pintu dan sudut	2.8 – 5.5	2.8 – 6.5
Dinding pembagi ruangan, ukuran blok 15 cm x 20 cm x 30 cm, sedikit lobang-lobang pintu	2.5 - 4	2.5 – 5
Dinding pembagi ruangan sama dengan diatas hanya ada beberapa lubang pintu	<b>2.8 – 5.5</b>	<b>2.8 – 6</b>

Maka diambil nilai rata-rata:

Tukang = 3,75 jam/100 blok

Pembantu Tukang = 3,75 jam/100 blok

Rata-rata = 3,75 jam/100 blok

Tenaga kerja yang digunakan :

- Tukang = 6 orang x 7 jam = 42 jam

- Pembantu tukang = 9 orang x 7 jam = 63 jam

Total jam kerja yang dilakukan pekerja dalam satu hari adalah 105 jam.

Produktivitas :

- Pekerjaan Mortar

Mencampur = 105 jam x 1,125 m<sup>3</sup>/jam

= 118,125

Mengangkat = 105 jam x 0,75 m<sup>3</sup>/jam

= 78,75 m<sup>3</sup>/jam

- Pekerjaan Batako

$$\begin{aligned} \text{Memilih} &= 105 \text{ jam} \times 300 \text{ batako/jam} \\ &= 31.500 \text{ batako/hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Menumpuk} &= 105 \text{ jam} \times 450 \text{ batako/jam} \\ &= 47.250 \text{ batako/hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Mengangkat} &= 105 \text{ jam} \times 950 \text{ batako/jam} \\ &= 99.750 \text{ batako/hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Pasang} &= \frac{105 \text{ jam}}{3,75 \text{ jam}} \times 100 \text{ blok} \\ &= 2800 \text{ batako/hari} \end{aligned}$$

Durasi

- Pekerjaan mortar

$$\text{Mencampur} = \frac{15,21 \text{ m}^3}{70,88 \text{ m}^3/\text{hari}} = 0,21 \text{ hari}$$

$$\text{Mengangkut} = \frac{15,21 \text{ m}^3}{47,25 \text{ m}^3/\text{hari}} = 0,32 \text{ hari}$$

- Pekerjaan batako

$$\text{Memilih} = \frac{9908 \text{ batako}}{31500 \text{ batako/hari}} = 0,3 \text{ hari}$$

$$\text{Menumpuk} = \frac{9908 \text{ batako}}{47250 \text{ batako/hari}} = 0,21 \text{ hari}$$

$$\text{Mengangkut} = \frac{9908 \text{ batako}}{99750 \text{ batako/hari}} = 0,09 \text{ hari}$$

$$\text{Pasang} = \frac{9908 \text{ batako}}{2800 \text{ batako/hari}} = 3,5 \text{ hari}$$



Total durasi = 0,21 hari + 0,32 hari + 0,3 hari + 0,21 hari + 0,09 hari + 3,5 hari

$$= 4,63 \text{ hari} = 5 \text{ hari}$$

### Perkiraan Biaya

#### Upah

- Mandor = 1 x Rp.158.000 / hari x 5 hari  
= Rp.790.000
- Tukang = 6 x Rp.121.000/ hari x 5 hari  
= Rp.3.630.000
- Pekerja = 9 x Rp.110.000,00 / hari x 5 hari  
= Rp. 4.950.000
- Total = Rp.9.370.000

#### Bahan

- Batako  
= 9908 x Rp. 2450 / bh = Rp. 24.274.600
- Semen Holcim  
= 194 x Rp 64.500,00 / zak = Rp. 12.513.000
- Pasir  
= 16,42 x Rp. 143.500/ m<sup>3</sup> = Rp. 2.356.270

Total biaya = Rp. 39.143.870

- Total Harga  
= Upah + Bahan  
= Rp.9.370.000+ Rp. 39.143.870  
= Rp. 43.513.870
- Harga Satuan =  $\frac{\text{Biaya total}}{\text{Volume}} = \frac{\text{Rp.43.513.870}}{41,51 \text{ m}^3}$   
= Rp. 1.168.717,29

## 7.2.6 Pembesian Pilecap dan Overstek Kolom

Zona 1

Volume = 20.073,7 kg

Diameter Tulangan

Utama = D16 – D13

Tulangan  $\leq$  D13

Jumlah batang = 1712 buah

Jumlah bengkokan = 5616 bengkokan

Jumlah kaitan = 5616 kaitan

### **Perhitungan Durasi**

Dalam pembesian poer dipakai 2 grup dengan 1 mandor, 8 tukang besi, dan 10 pekerja. Dimana dalam sehari bekerja selama 7 jam.

### **Kebutuhan jam kerja dalam pelaksanaan :**

Jam kerja tenaga kerja dalam satu hari :

- Pekerja = 10 orang x 7 jam = 70 jam

- Tukang besi = 8 orang x 7 jam = 56 jam

- Mandor = 1 orang x 7 jam = 7 jam

Total jam kerja dalam seluruh tenaga kerja dalam satu hari adalah 133 jam/hari

produktifitas untuk pekerjaan pembesian yaitu :

Produktifitas tiap pekerjaan untuk tulangan D16- D13 dalam satu hari :

$$\begin{aligned} \text{- Memotong} &= \frac{\text{jumlah jam kerja pekerja}}{\text{jam kerja tiap 100 potong}} \times 100 \text{ potong} \\ &= \frac{133 \text{ jam}}{2 \text{ jam}} \times 100 \text{ potong} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &= 6650 \text{ potong/hari} \\ \text{- Bengkokan} &= \frac{133 \text{ jam}}{1,15 \text{ jam}} \times 100 \text{ bengkokan} \\ &= 11565,2 \text{ bengkokan/hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{- Kaitan} &= \frac{133 \text{ jam}}{1,85 \text{ jam}} \times 100 \text{ kaitan} \\ &= 7189,2 \text{ kaitan/hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 - \text{ Pasang} &= \frac{133 \text{ jam}}{5,92 \text{ jam}} \times 100 \text{ batang} \\
 &= 2246,6 \text{ batang/hari}
 \end{aligned}$$

Durasi tiap pekerjaan untuk tulangan Tulangan D16-D22:

$$- \text{ Memotong} = \frac{6650}{2800} = 2,3 \text{ hari}$$

$$- \text{ Bengkokan} = \frac{11565,2}{3733} = 3,09 \text{ hari}$$

$$- \text{ Kaitan} = \frac{7189,2}{2432} = 2,9 \text{ hari}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Total durasi pabrikan pembesian} &= 8,29 \text{ hari} \\
 &\approx 9 \text{ hari}
 \end{aligned}$$

$$- \text{ Pasang} = \frac{2246,6}{790} = 2,8 \text{ hari}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Total durasi pasang pembesian} &= 2,8 \text{ hari} \\
 &\approx 3 \text{ hari}
 \end{aligned}$$

Total durasi

$$- \text{ Pabrikan} = 9 \text{ hari}$$

$$- \text{ Pasang} = 3 \text{ hari}$$

### Perkiraan Biaya

- Biaya upah pekerja dalam 12 hari

$$- \text{ Mandor} = \text{Rp}158.000 \times 1 \text{ orang} \times 1 \text{ hari} = \text{Rp} 158.000$$

$$- \text{ Tukang besi} = \text{Rp} 121.000 \times 8 \text{ orang} \times 1 \text{ hari} = \text{Rp} 968.000$$

$$- \text{ Pekerja} = \text{Rp}110.000 \times 10 \text{ orang} \times 1 \text{ hari} = \text{Rp} 1.100.000$$

$$\text{Total per hari} = \text{Rp} 2.226.000$$

- Biaya pekerja selama pelaksanaan

$$- \text{ Pabrikan} = \text{Rp} 2.226.000 \times 9 \text{ hari} = \text{Rp} 20.034.000$$

$$- \text{ Memasang} = \text{Rp} 2.226.000 \times 3 \text{ hari} = \text{Rp} 6.678.000$$

$$- \text{ Biaya pekerja selama pelaksanaan} = \text{Rp} 26.712.000$$

- Biaya bahan

$$- \text{ Besi ulir} = 20073 \text{ kg} \times \text{Rp} 9.500/\text{kg}$$

$$= \text{Rp} 190.693.500$$

$$\begin{aligned}
 - \text{Bendrat} &= 15 \% \times 20073 \text{ kg} = 3010,95 \text{ kg} \\
 &= 3010,95 \text{ kg} \times \text{Rp.}13.700 \\
 &= \text{Rp.} 41.250.015
 \end{aligned}$$

$$\text{Biaya bahan} = \text{Rp.} 231.943.515$$

• **Biaya alat**

$$\begin{aligned}
 - \text{Bar bender} &= \text{Rp } 350.000 \times 9 \text{ hari} \times 2 \text{ buah} \\
 &= \text{Rp } 6.300.000
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 - \text{Bar cutter} &= \text{Rp } 350.000 \times 9 \text{ hari} \times 2 \text{ buah} = \text{Rp} \\
 &6.300.000
 \end{aligned}$$

$$\text{Biaya peralatan} = 12.600.000$$

$$\text{Biaya Total} = \text{Biaya upah} + \text{biaya bahan} + \text{biaya alat}$$

$$\begin{aligned}
 &= \text{Rp } 26.712.000 + \text{Rp } 231.943.515 \\
 &\quad + \text{Rp } 12.600.000 \\
 &= \text{Rp } 271.255.515
 \end{aligned}$$

Harga satuan pekerjaan pembesian poer adalah

$$= \frac{\text{Biaya total}}{\text{Volume}} = \frac{\text{Rp } 271.255.515}{20.073 \text{ kg}} = \text{Rp } 13.513,45$$

### 7.2.7 Pembesian Sloof

Pada pekerjaan pembesian dilakukan dengan tenaga manusia, berikut analisa pekerjaan pembesian:

$$- \text{Volume} = 6020,27 \text{ kg}$$

$$\text{Besi beton polos} = 2375,91 \text{ kg}$$

$$\text{Besi beton ulir} = 3644,36 \text{ kg}$$

- Diameter Tulangan

$$\text{Utama} = \text{D16} - \text{D13}$$

$$\text{Sengkang} = \text{Ø8} - \text{Ø10}$$

- Tulangan  $\leq \text{Ø } 10$

$$\text{Jumlah batang} = 3086 \text{ buah}$$

$$\text{Jumlah bengkokan} = 15430 \text{ bengkokan}$$

Jumlah kaitan	= 6172 kaitan
- Tulangan D16-D13	
Jumlah batang	= 352 buah
Jumlah bengkokan	= 704 bengkokan
Jumlah kaitan	= 704 kaitan

**Kebutuhan jam kerja dalam pelaksanaan :**

Maka dalam pekerjaan pembesian sloof dipakai 2 grup dengan 1 mandor, 8 tukang besi, dan 10 pekerja. Dimana dalam sehari bekerja selama 7 jam.

**Kebutuhan jam kerja dalam pelaksanaan :**

- Jam kerja tenaga kerja dalam satu hari :
  - Pekerja = 8 orang x 7 jam = 56 jam
  - Tukang besi = 10 orang x 7 jam = 70 jam

Total jam kerja dalam satu hari adalah 126 jam/hari produktifitas untuk pekerjaan pembesian yaitu :
- Produktifitas tiap pekerjaan untuk tulangan  $\leq$  D13 dalam satu hari :
  - Memotong =  $\frac{\text{jumlah jam kerja pekerja}}{\text{jam kerja tiap 100 potong}} \times 100 \text{ potong}$   
 =  $\frac{126 \text{ jam}}{2 \text{ jam}} \times 100 \text{ potong}$   
 = 6300 potong/hari
  - Bengkokan =  $\frac{126 \text{ jam}}{1,15 \text{ jam}} \times 100 \text{ bengkokan}$   
 = 10956,5 bengkokan/hari
  - Kaitan =  $\frac{126 \text{ jam}}{1,85 \text{ jam}} \times 100 \text{ kaitan}$   
 = 6810,8 kaitan/hari
  - Pasang =  $\frac{126 \text{ jam}}{5,92 \text{ jam}} \times 100 \text{ batang}$   
 = 2128,4 batang/hari
- Produktifitas tiap pekerjaan untuk tulangan Tulangan D16-D13 dalam satu hari :

$$\begin{aligned}
 \text{- Memotong} &= \frac{\text{jumlah jam kerja pekerja}}{\text{jam kerja tiap 100 potong}} \times 100 \text{ potong} \\
 &= \frac{126 \text{ jam}}{2 \text{ jam}} \times 100 \text{ potong} \\
 &= 6300 \text{ potong/hari} \\
 \text{- Bungkakan} &= \frac{126 \text{ jam}}{1,5 \text{ jam}} \times 100 \text{ bungkakan} \\
 &= 8400 \text{ bungkakan/hari} \\
 \text{- Kaitan} &= \frac{126 \text{ jam}}{2,3 \text{ jam}} \times 100 \text{ kaitan} \\
 &= 5478,28 \text{ kaitan/hari} \\
 \text{- Pasang} &= \frac{126 \text{ jam}}{7,083 \text{ jam}} \times 100 \text{ batang} \\
 &= 1779,6
 \end{aligned}$$

• Durasi tiap pekerjaan untuk tulangan  $\leq$  D13 :

$$\begin{aligned}
 \text{- Memotong} &= \frac{3086}{6800} = 0,45 \text{ hari} \\
 \text{- Bungkakan} &= \frac{15430}{8400} = 1,8 \text{ hari} \\
 \text{- Kaitan} &= \frac{6172}{6810} = 0,9 \text{ hari}
 \end{aligned}$$

Total durasi pabrikan pembesian = 3,15 hari

$$\text{- Pasang} = \frac{3086}{2128} = 1,45 \text{ hari}$$

Total durasi pasang pembesian = 4,6 hari

• Durasi tiap pekerjaan untuk tulangan Tulangan D16-D22:

$$\begin{aligned}
 \text{- Memotong} &= \frac{352}{6300} = 0,05 \text{ hari} \\
 \text{- Bungkakan} &= \frac{704}{8400} = 0,08 \text{ hari} \\
 \text{- Kaitan} &= \frac{704}{5478} = 0,13 \text{ hari}
 \end{aligned}$$

Total durasi pabrikan pembesian = 0,26 hari

- Pasang  $= \frac{352}{1779} = 0,2$  hari
- Total durasi pasang pembesian = 0,46 hari

- Total durasi

- Pabrikasi = 3,15 hari + 0,26 hari  $\approx$  4 hari
- Pasang = 1,45 hari + 0,2 hari  $\approx$  2 hari

### Perkiraan Biaya

- Biaya upah pekerja dalam satu hari

- Mandor = Rp158.000 x 1 orang = Rp 158.000
- Tukang besi = Rp.121.000 x 8 orang = Rp 968.000
- Pekerja = Rp110.000 x 10 orang= Rp 1.100.000
- Total per hari = Rp2.226.000

- Biaya pekerja selama pelaksanaan

- Pabrikasi = Rp 2.226.000 x 4 hari = Rp 8.904.000
- Memasang = Rp 2.226.000 x 2 hari = Rp 4.452.000
- Biaya pekerja selama pelaksanaan = Rp 13.356.000

- Biaya bahan

- Besi beton polos = 2375,91 kg x Rp 9.500/kg  
= Rp. 22.571.050
- Besi beton ulir = 3644 kg x Rp 9.500/kg  
= Rp. 34.618.000
- Bendrat = 15 % x 6019,91 kg  
= 902,98 kg x Rp. 13.500/kg  
= Rp. 12.190.230

Biaya bahan = Rp. 69.559.944

- Biaya alat

- Bar bender = Rp 350.000 x 2 hari x 2 buah  
= Rp 1.400.000
- Bar cutter = Rp 350.000 x 2 hari x 1 buah  
= Rp 1.400.000

$$\begin{aligned}
 \text{Biaya peralatan} &= \text{Rp } 2.800.000 \\
 \text{Biaya Total} &= \text{Biaya upah} + \text{biaya bahan} + \text{biaya alat} \\
 &= \text{Rp } 8.904.000 + \text{Rp } 69.559.944 \\
 &\quad + \text{Rp } 2.800.000 \\
 &= \text{Rp } 81.263.944
 \end{aligned}$$

Harga satuan pekerjaan pembesian poer adalah

$$= \frac{\text{Biaya total}}{\text{Volume}} = \frac{\text{Rp } 81.263.944}{6019,9 \text{ kg}} = \text{Rp } 13.499,22$$

### 7.2.8 Pengecoran Pilecap

Berdasarkan lampiran Perhitungan volume beton Pilecap didapatkan :

$$\text{Volume beton} = 127,03 \text{ m}^3$$

Dan dibagi menjadi 2 zona pengecoran.

#### 7.2.8.1 Pengecoran Pilecap zona 1

Berdasarkan Perhitungan volume beton Pilecap didapatkan :

$$\text{Volume beton} = 64,45 \text{ m}^3$$

$$\text{Vertical Equivalent Length} = 90 \text{ m}$$

$$\text{Horizontal equivalent length} = 550 \text{ m}$$

$$\text{Faktor kondisi peralatan} = 0,75 \text{ (Ir.Rochmanhadi hal 8)}$$

$$\text{Faktor operator dan mekanik} = 0,75 \text{ (Ir.Rochmanhadi hal 8)}$$

$$\text{Faktor cuaca} = 0,75$$

(Ir.Rochmanhadi hal 8)

$$\text{Efisiensi kerja alat} = 0,42$$

$$\text{Delivery Capacity} = 50 \text{ m}^3/\text{jam}$$

**Perhitungan Durasi**



Efisiensi Kerja (EK) :

Kapasitas produksi *concrete pump*

= Delivery capacity x Efisiensi kerja

= 50 m<sup>3</sup>/jam x 0,42

= 21,09 m<sup>3</sup>/jam

Kebutuhan truk mixer untuk melakukan pengecoran adalah:

$$= \frac{\text{Volume beton}}{\text{Kapasitas truk mixer}} = \frac{64,45 \text{ m}^3}{7 \text{ m}^3} = 9,2 \text{ truk mixer}$$

### **Kebutuhan tenaga kerja dalam pelaksanaan**

Maka dalam pekerjaan pengecoran lantai kerja *pile cap* dan *sloof* zona 1 dipakai 1 grup dengan 1 mandor dan 7 pekerja. Dimana dalam sehari bekerja selama 7 jam.

Jam kerja tenaga kerja dalam satu hari :

- Pekerja = 7 orang x 7 jam = 49 jam

- Mandor = 1 orang x 7 jam = 7 jam

Total jam kerja dalam seluruh tenaga kerja dalam satu hari adalah 56 jam/hari.

### **Kebutuhan jam kerja dalam pelaksanaan :**

Perhitungan waktu yang dibutuhkan dalam pelaksanaan pengecoran *pile cap* yaitu :

#### 1. Waktu persiapan

- Pengaturan posisi truk *mixer* dan *concrete pump*

= 5 menit

- Pemasangan pompa = 15 menit

- Waktu tunggu (idle) pompa = 10 menit

Total waktu persiapan adalah 30 menit

#### 2. Waktu persiapan tambahan

- Pergantian truk mixer

= 10 TM x 5 menit/TM

= 50 menit

- Waktu uji slump  
= 10 TM x 5 menit/TM  
= 50 menit

- Waktu operasional pengecoran  
=  $\frac{\text{Volume beton}}{\text{Kapasitas produksi}}$   
=  $\frac{64,45 \text{ m}^3}{21,09 \text{ m}^3/\text{jam}}$  = 3,05 menit

- Waktu pasca operasional
  - Pembersihan pompa = 10 menit
  - Pembongkaran pompa = 15 menit
  - Persiapan kembali = 5 menit
 Total waktu pasca operasional adalah 30 menit

**Waktu total** = Persiapan + persiapan tambahan + waktu pengecoran + pasca operasional  
= 30 menit + 100 menit + 3,05 menit + 30 menit  
= 163,05 menit  
= 2,7 jam

Jadi, durasi pengecoran lantai kerja *pile cap* zona 1 adalah 2,7 jam = 1 hari

**Perkiraan Biaya :**

- Biaya upah pekerja dalam satu hari
  - Mandor = Rp158.000 x 1 orang = Rp 158.000
  - Pekerja = Rp110.000 x 7 orang = Rp 770.000
 Maka total biaya tenaga sebesar Rp 928.000 per hari.
- Biaya pekerja selama pelaksanaan  
Pengecoran poer dilakukan selama 1 hari  
Biaya pekerja selama pelaksanaan = Rp 928.000
- Biaya bahan
  - Beton K-500 = 60,45 m<sup>3</sup> x Rp 870.000  
= Rp. 52.591.500

Biaya bahan = Rp. 52.591.500

• Biaya alat

- Concrete pump = Rp 4.760.000 x 1 hari  
= Rp 4.760.000

- Vibrator = Rp 295.000 x 1 hari  
= Rp 295.000

Biaya peralatan = Rp 5.055.000

Biaya Total = Biaya upah + biaya bahan + biaya alat

$$= \text{Rp } 928.000 + \text{Rp } 52.591.500 \\ + \text{Rp } 5.055.000 \\ = \text{Rp.}58.574.500$$

Harga satuan pekerjaan pengecoran poer adalah

$$= \frac{\text{Biaya total}}{\text{Volume}} = \frac{\text{Rp } 58.574.500}{60,45 \text{ m}^3} = \text{Rp } 968.974$$

### 7.2.8.2 Pengecoran Pilecap zona 2

Berdasarkan Perhitungan volume beton Pilecap didapatkan :

Volume beton = 63,032 m<sup>3</sup>

Vertical Equivalent Length = 90 m

*Horizontal equivalent length* = 550 m

Faktor kondisi peralatan = 0,75 (*Ir.Rochmanhadi hal 8*)

Faktor operator dan mekanik = 0,75 (*Ir.Rochmanhadi hal 8*)

Faktor cuaca = 0,75

(*Ir.Rochmanhadi hal 8*)

Efisiensi kerja alat = 0,42

*Delivery Capacity* = 50 m<sup>3</sup>/jam

#### **Perhitungan Durasi**

Efisiensi Kerja (EK) :

$$\begin{aligned}
 & \text{Kapasitas produksi } \textit{concrete pump} \\
 & = \text{Delivery capacity} \times \text{Efisiensi kerja} \\
 & = 50 \text{ m}^3/\text{jam} \times 0,42 \\
 & = 21,09 \text{ m}^3/\text{jam}
 \end{aligned}$$

Kebutuhan truk mixer untuk melakukan pengecoran adalah:

$$= \frac{\text{Volume beton}}{\text{Kapasitas truk mixer}} = \frac{63,03 \text{ m}^3}{7 \text{ m}^3} = 9 \text{ truk mixer}$$

### **Kebutuhan tenaga kerja dalam pelaksanaan**

Maka dalam pekerjaan pengecoran lantai kerja *pile cap* dan *sloof* zona 1 dipakai 1 grup dengan 1 mandor dan 7 pekerja. Dimana dalam sehari bekerja selama 7 jam.

Jam kerja tenaga kerja dalam satu hari :

- Pekerja = 7 orang x 7 jam = 49 jam
- Mandor = 1 orang x 7 jam = 7 jam

Total jam kerja dalam seluruh tenaga kerja dalam satu hari adalah 56 jam/hari.

### **Kebutuhan jam kerja dalam pelaksanaan :**

Perhitungan waktu yang dibutuhkan dalam pelaksanaan pengecoran *pile cap* yaitu :

#### 1. Waktu persiapan

- Pengaturan posisi truk *mixer* dan *concrete pump*  
= 5 menit
  - Pemasangan pompa = 15 menit
  - Waktu tunggu (idle) pompa = 10 menit
- Total waktu persiapan adalah 30 menit

#### 2. Waktu persiapan tambahan

- Pergantian truk mixer  
= 9 TM x 5 menit/TM  
= 45 menit
- Waktu uji slump

$$= 9 \text{ TM} \times 5 \text{ menit/TM}$$

$$= 45 \text{ menit}$$

- Waktu operasional pengecoran
 
$$= \frac{\text{Volume beton}}{\text{Kapasitas produksi}}$$

$$= \frac{63,03 \text{ m}^3}{21,09 \text{ m}^3/\text{jam}} = 2,9 \text{ menit}$$

- Waktu pasca operasional
  - Pembersihan pompa = 10 menit
  - Pembongkaran pompa = 15 menit
  - Persiapan kembali = 5 menit

Total waktu pasca operasional adalah 30 menit

**Waktu total** = Persiapan + persiapan tambahan + waktu pengecoran + pasca operasional

$$= 30 \text{ menit} + 100 \text{ menit} + 2,9 \text{ menit} + 30 \text{ menit}$$

$$= 152,9 \text{ menit}$$

$$= 2,5 \text{ jam}$$

Jadi, durasi pengecoran lantai kerja *pile cap* zona 2 adalah 2,5 jam = 1 hari

**Perkiraan Biaya :**

- Biaya upah pekerja dalam satu hari
  - Mandor = Rp158.000 x 1 orang = Rp 158.000
  - Pekerja = Rp110.000 x 7 orang = Rp 770.000
 Maka total biaya tenaga sebesar Rp 928.000 per hari.
- Biaya pekerja selama pelaksanaan
  - Pengecoran poer dilakukan selama 1 hari
  - Biaya pekerja selama pelaksanaan = Rp 928.000
- Biaya bahan
  - Beton K-500 =  $60,45 \text{ m}^3 \times \text{Rp } 870.000$
  - = Rp. 52.591.500
  - Biaya bahan = Rp. 52.591.500

- Biaya alat
  - Concrete pump = Rp 4.760.000 x 1 hari  
= Rp 4.760.000
  - Vibrator = Rp 295.000 x 1 hari  
= Rp 295.000
  - Biaya peralatan = Rp 5.055.000
  - Biaya Total = Biaya upah + biaya bahan + biaya alat  
  
= Rp 928.000 + Rp 52.591.500  
+ Rp 5.055.000  
= Rp.58.574.500

Harga satuan pekerjaan pengecoran pilecap adalah

$$= \frac{\text{Biaya total}}{\text{Volume}} = \frac{\text{Rp } 58.574.500}{63,032 \text{ m}^3} = \text{Rp } 929.281$$

## 7.2.9 Pengecoran Sloof

### 7.2.9.1 Pengecoran Sloof zona 1

- Volume = 41,46 m<sup>3</sup>
- *Vertical equivalent length* = 90 m
- *Horizontal equivalent length* = 550 m
- Faktor kondisi peralatan = 0,75  
(*Ir.Rochmanhadi hal 8*)
- Faktor operator dan mekanik = 0,75  
(*Ir.Rochmanhadi hal 8*)
- Faktor cuaca = 0,75 (*Ir.Rochmanhadi hal 8*)
- Efisiensi kerja alat = 0,42
- *Delivery Capacity* = 50 m<sup>3</sup>/jam

### Perhitungan Durasi

Efisiensi Kerja (EK) :

Kapasitas produksi *concrete pump*

= Delivery capacity x Efisiensi kerja

=  $50 \text{ m}^3/\text{jam} \times 0,42$

=  $21,09 \text{ m}^3/\text{jam}$

Kebutuhan truk mixer untuk melakukan pengecoran adalah :

$$= \frac{\text{Volume beton}}{\text{Kapasitas truk mixer}} = \frac{41,46 \text{ m}^3}{7 \text{ m}^3} = 5,9 \text{ truk mixer}$$

### Kebutuhan tenaga kerja dalam pelaksanaan

Maka dalam pekerjaan pengecoran lantai kerja *pile cap* dan *sloof* zona 1 dipakai 1 grup dengan 1 mandor dan 7 pekerja.

Dimana dalam sehari bekerja selama 7 jam.

Jam kerja tenaga kerja dalam satu hari :

- Pekerja = 7 orang x 7 jam = 49 jam

- Mandor = 1 orang x 7 jam = 7 jam

Total jam kerja dalam seluruh tenaga kerja dalam satu hari adalah 56 jam/hari

### Kebutuhan jam kerja dalam pelaksanaan :

Perhitungan waktu yang dibutuhkan dalam pelaksanaan pengecoran *sloof* yaitu :

#### 1. Waktu persiapan

- Pengaturan posisi truk *mixer* dan *concrete pump*  
= 5 menit

- Pemasangan pompa = 15 menit

- Waktu tunggu (idle) pompa = 10 menit

Total waktu persiapan adalah 30 menit

#### 2. Waktu persiapan tambahan

- Pergantian truk mixer

= 6 TM x 5 menit/TM

= 30 menit

- Waktu uji slump

= 6 TM x 5 menit/TM

= 30 menit

- Waktu operasional pengecoran
 
$$= \frac{\text{Volume beton}}{\text{Kapasitas produksi}}$$

$$= \frac{41,46 \text{ m}^3}{21,09 \text{ m}^3/\text{jam}} = 1,9 \text{ menit}$$
- Waktu pasca operasional
  - Pembersihan pompa = 10 menit
  - Pembongkaran pompa = 15 menit
  - Persiapan kembali = 5 menit
 Total waktu pasca operasional adalah 30 menit

**Waktu total** = Persiapan + persiapan tambahan + waktu pengecoran + pasca operasional  
 = 30 menit + 60 menit + 1,9 menit + 30 menit  
 = 121,9 menit  
 = 2,03 jam

Jadi, durasi pengecoran lantai kerja *sloof* zona 1 adalah 2,03 jam = 1 hari

**Analisa harga :**

- Biaya upah pekerja dalam satu hari
  - Mandor = Rp158.000 x 1 orang = Rp 158.000
  - Pekerja = Rp110.000 x 7 orang = Rp 770.000
 Maka total biaya tenaga sebesar Rp 928.000 per hari.
- Biaya pekerja selama pelaksanaan
  - Pengecoran poer dilakukan selama 1 hari
  - Biaya pekerja selama pelaksanaan = Rp 928.000
- Biaya bahan
  - Beton K-500 =  $41,46 \text{ m}^3 \times \text{Rp } 870.000$   
 = Rp. 36.070.200
  - Biaya bahan = Rp. 36.070.200
- Biaya alat
  - Concrete pump = Rp 4.760.000 x 1 hari



$$\begin{aligned}
 &= \text{Rp } 4.760.000 \\
 - \text{ Vibrator} &= \text{Rp } 295.000 \times 1 \text{ hari} \\
 &= \text{Rp } 295.000 \\
 \text{Biaya peralatan} &= \text{Rp } 5.055.000 \\
 \text{Biaya Total} &= \text{Biaya upah} + \text{biaya bahan} + \text{biaya alat} \\
 &= \text{Rp } 928.000 + \text{Rp } 36.070.200 \\
 &\quad + \text{Rp } 5.055.000 \\
 &= \text{Rp.}42.053.200
 \end{aligned}$$

Harga satuan pekerjaan pengecoran poer adalah

$$= \frac{\text{Biaya total}}{\text{Volume}} = \frac{\text{Rp } 42.053.200}{41,46 \text{ m}^3} = \text{Rp } .1.014.307,77$$

### 7.2.9.2 Pengecoran Sloof zona 2

- Volume = 31,45 m<sup>3</sup>
- *Vertical equivalent length* = 90 m
- *Horizontal equivalent length* = 550 m
- Faktor kondisi peralatan = 0,75  
(*Ir.Rochmanhadi hal 8*)
- Faktor operator dan mekanik = 0,75  
(*Ir.Rochmanhadi hal 8*)
- Faktor cuaca = 0,75 (*Ir.Rochmanhadi hal 8*)
- Efisiensi kerja alat = 0,42
- *Delivery Capacity* = 50 m<sup>3</sup>/jam

#### Perhitungan Durasi

Efisiensi Kerja (EK) :

Kapasitas produksi *concrete pump*

= Delivery capacity x Efisiensi kerja

$$= 50 \text{ m}^3/\text{jam} \times 0,42$$

$$= 21,09 \text{ m}^3/\text{jam}$$

Kebutuhan truk mixer untuk melakukan pengecoran adalah :

$$= \frac{\text{Volume beton}}{\text{Kapasitas truk mixer}} = \frac{31,45 \text{ m}^3}{7 \text{ m}^3} = 4,5 \text{ truk mixer}$$

### **Kebutuhan tenaga kerja dalam pelaksanaan**

Maka dalam pekerjaan pengecoran lantai kerja *pile cap* dan *sloof* zona 1 dipakai 1 grup dengan 1 mandor dan 7 pekerja. Dimana dalam sehari bekerja selama 7 jam.

Jam kerja tenaga kerja dalam satu hari :

- Pekerja = 7 orang x 7 jam = 49 jam

- Mandor = 1 orang x 7 jam = 7 jam

Total jam kerja dalam seluruh tenaga kerja dalam satu hari adalah 56 jam/hari

### **Kebutuhan jam kerja dalam pelaksanaan :**

Perhitungan waktu yang dibutuhkan dalam pelaksanaan pengecoran *sloof* yaitu :

1. Waktu persiapan

- Pengaturan posisi truk *mixer* dan *concrete pump*  
= 5 menit

- Pemasangan pompa = 15 menit

- Waktu tunggu (idle) pompa = 10 menit

Total waktu persiapan adalah 30 menit

2. Waktu persiapan tambahan

- Pergantian truk mixer

= 5 TM x 5 menit/TM

= 25 menit

- Waktu uji slump

= 5 TM x 5 menit/TM

= 25 menit

• Waktu operasional pengecoran

$$= \frac{\text{Volume beton}}{\text{Kapasitas produksi}}$$

$$= \frac{31,45 \text{ m}^3}{21,09 \text{ m}^3/\text{jam}} = 1,5 \text{ menit}$$

- Waktu pasca operasional
  - Pembersihan pompa = 10 menit
  - Pembongkaran pompa = 15 menit
  - Persiapan kembali = 5 menit
 Total waktu pasca operasional adalah 30 menit

**Waktu total** = Persiapan + persiapan tambahan + waktu pengecoran + pasca operasional  
 = 25 menit + 25 menit + 1,5 menit + 30 menit  
 = 81,5 menit  
 = 1,3 jam

Jadi, durasi pengecoran lantai kerja *sloof* zona 2 adalah 1,3 jam = 1 hari

**Perkiraan Biaya:**

- Biaya upah pekerja dalam satu hari
    - Mandor = Rp158.000 x 1 orang = Rp 158.000
    - Pekerja = Rp110.000 x 7 orang = Rp 770.000
 Maka total biaya tenaga sebesar Rp 928.000 per hari.
  - Biaya pekerja selama pelaksanaan
    - Pengecoran poer dilakukan selama 1 hari
    - Biaya pekerja selama pelaksanaan = Rp 928.000
  - Biaya bahan
    - Beton K-300 =  $31,45 \text{ m}^3 \times \text{Rp } 870.000$   
 = Rp. 27.361.500
    - Biaya bahan = Rp. 27.361.500
  - Biaya alat
    - Concrete pump = Rp 4.760.000 x 1 hari  
 = Rp 4.760.000
    - Vibrator = Rp 295.000 x 1 hari  
 = Rp 295.000
    - Biaya peralatan = Rp 5.055.000
- Biaya Total = Biaya upah + biaya bahan + biaya alat

$$\begin{aligned}
 &= \text{Rp } 928.000 + \text{Rp } 27.361.500 \\
 &\quad + \text{Rp } 5.055.000 \\
 &= \text{Rp.}33.344.500
 \end{aligned}$$

Harga satuan pekerjaan pengecoran poer adalah

$$= \frac{\text{Biaya total}}{\text{Volume}} = \frac{\text{Rp } 33.344.500}{31,45 \text{ m}^3} = \text{Rp } 1.060.238,47$$

### 7.2.10 Pembesian Kolom lantai LG 5 Zona 1

Pada pekerjaan pembesian dilakukan dengan tenaga manusia, perhitungan durasi pekerjaan tergantung dari jumlah bengkokan dan kait setiap diameter tulangan. Maka dalam perhitungan volume tulangan, juga harus dihitung jumlah bengkokan dan kait. berikut analisa pekerjaan pembesian :

Volume = 8514,59 kg  
 Besi polos = 1562,65 kg  
 Besi Ulir = 6951,95 kg

- Tulangan  $\leq$  D13

Jumlah batang = 1087 buah  
 Jumlah bengkokan = 1435 bengkokan  
 Jumlah kaitan = 2174 kaitan

- Tulangan D16 – D22

Jumlah batang = 590 buah  
 Jumlah bengkokan = 1180 bengkokan  
 Jumlah kaitan = 1180 kaitan

• Perhitungan durasi

**Kebutuhan tenaga kerja dalam pelaksanaan**

Maka dalam pekerjaan pembesian poer dipakai 2 grup dengan 1 mandor, 3 tukang besi, dan 6 pekerja. Dimana dalam sehari bekerja selama 7 jam.

**Kebutuhan jam kerja dalam pelaksanaan :**

- Jam kerja tenaga kerja dalam satu hari :
  - Pekerja = 6 orang x 7 jam = 42 jam
  - Tukang besi = 3 orang x 7 jam = 21 jam
 Total jam kerja dalam seluruh tenaga kerja yang bekerja dalam satu hari adalah 63 jam/hari

### **Perhitungan Durasi**

- Produktifitas tiap pekerjaan untuk tulangan  $\leq$  D13 dalam satu hari :

$$\begin{aligned}
 \text{- Memotong} &= \frac{\text{jumlah jam kerja pekerja}}{\text{jam kerja tiap 100 potong}} \times 100 \text{ potong} \\
 &= \frac{63 \text{ jam}}{2 \text{ jam}} \times 100 \text{ potong}
 \end{aligned}$$

$$= 3150 \text{ potong/hari}$$

$$\begin{aligned}
 \text{- Bengkokan} &= \frac{63 \text{ jam}}{1,15 \text{ jam}} \times 100 \text{ bengkokan} \\
 &= 5478 \text{ bengkokan/hari}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{- Kaitan} &= \frac{63 \text{ jam}}{1,85 \text{ jam}} \times 100 \text{ kaitan} \\
 &= 3405 \text{ kaitan/hari}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{- Pasang} &= \frac{63 \text{ jam}}{5,92 \text{ jam}} \times 100 \text{ batang} \\
 &= 1064 \text{ batang/hari}
 \end{aligned}$$

- Produktifitas tiap pekerjaan untuk tulangan Tulangan D16-D22 dalam satu hari :

$$\begin{aligned}
 \text{- Memotong} &= \frac{\text{jumlah jam kerja pekerja}}{\text{jam kerja tiap 100 potong}} \times 100 \text{ potong} \\
 &= \frac{63 \text{ jam}}{2 \text{ jam}} \times 100 \text{ potong}
 \end{aligned}$$

$$= 3150 \text{ potong/hari}$$

$$\begin{aligned}
 \text{- Bengkokan} &= \frac{63 \text{ jam}}{1,5 \text{ jam}} \times 100 \text{ bengkokan}
 \end{aligned}$$

$$= 2400 \text{ bengkokan/hari}$$

$$\begin{aligned} \text{- Kaitan} &= \frac{63 \text{ jam}}{2,3 \text{ jam}} \times 100 \text{ kaitan} \\ &= 2739 \text{ kaitan/hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{- Pasang} &= \frac{63 \text{ jam}}{7,083 \text{ jam}} \times 100 \text{ batang} \\ &= 889 \text{ batang/hari} \end{aligned}$$

• Durasi tiap pekerjaan untuk tulangan  $\leq$  D13 :

$$\text{- Memotong} = \frac{1087}{31500} = 0,34 \text{ hari}$$

$$\text{- Bengkokan} = \frac{1435}{5478} = 0,26 \text{ hari}$$

$$\text{- Kaitan} = \frac{2174}{3405} = 0,6 \text{ hari}$$

$$\text{Total durasi pabrikan pembesian} = 1,2 \text{ hari}$$

$$\text{- Pasang} = \frac{1087}{1064} = 1,02 \text{ hari}$$

$$\text{Total durasi pasang pembesian} = 1,02 \text{ hari}$$

• Durasi tiap pekerjaan untuk tulangan Tulangan D16-D22:

$$\text{- Memotong} = \frac{590}{3150} = 0,18 \text{ hari}$$

$$\text{- Bengkokan} = \frac{1180}{2400} = 0,49 \text{ hari}$$

$$\text{- Kaitan} = \frac{1180}{2739} = 0,235 \text{ hari}$$

$$\text{Total durasi pabrikan pembesian} = 0,905 \text{ hari}$$

$$\text{- Pasang} = \frac{358}{988} = 0,3523 \text{ hari}$$

$$\text{- Total durasi pasang pembesian} = 0,3523 \text{ hari}$$

• Total durasi

- Pabrikasi = 3 hari
- Pasang = 2 hari

### **Perkiraan Harga**

- Biaya upah pekerja dalam satu hari
  - Mandor = Rp.158.000 x 1 orang = Rp 158.000
  - Tukang besi = Rp.121.000 x 3 orang = Rp 363.000
  - Pekerja = Rp.110.000 x 6 orang = Rp 660.000
  - Total per hari = Rp 1.121.000
- Biaya pekerja selama pelaksanaan
  - Biaya pekerja selama pelaksanaan = Rp 1.121.000 x 5 hari = Rp. 5.605.000
- Biaya bahan
  - Besi beton polos = 1562 kg x Rp 9.500/kg  
= Rp 14.839.000
  - Besi beton ulir = 6952 kg x Rp 9.500/kg  
= Rp 66.044.000
  - Bendrat = 15 % x 8514,59 kg  
= 1277,2 kg x Rp. 14.500/kg  
= 18.516.500
  - Biaya bahan = Rp. 99.407.838
- Biaya alat
  - Bar bender = Rp 350.000 x 2 hari x 1 buah  
= Rp 700.000
  - Bar cutter = Rp 350.000 x 2 hari x 1 buah  
= Rp.700.000
  - Biaya peralatan = Rp 1.400.000
  - Biaya Total = Biaya upah + biaya bahan + biaya alat  
  
= Rp 5.605.000 + Rp.99.407.838  
+ Rp 1.400.000  
= Rp 103.169.838

Harga satuan pekerjaan pembesian kolom zona 1 adalah =

$$\frac{\text{Biaya total}}{\text{Volume}} = \frac{\text{Rp } 103.169.838}{8514,59 \text{ kg}} = \text{Rp } 12.116,8$$

### 7.2.11 Bekisting Kolom lantai LG 5 Zona 1

Perhitungan volume area bekisting memakai satuan m<sup>2</sup>. Dari hasil tersebut ditentukan jumlah kayu untuk cetakan beton, paku, baut, dan kawat memakai tabel 5.

- Volume = 334,5 m<sup>2</sup>
- Perhitungan durasi

Berdasarkan tabel pekerjaan bekisting kolom diperoleh lama kerja tiap cetakan 10m<sup>2</sup> adalah :

$$\text{- Menyetel} = \frac{4 \text{ jam} + 8 \text{ jam}}{2} = 6 \text{ jam/ } 10\text{m}^2$$

$$\text{- Memasang} = \frac{2 \text{ jam} + 4 \text{ jam}}{2} = 3 \text{ jam/ } 10\text{m}^2$$

#### **Kebutuhan tenaga kerja dalam pelaksanaan :**

Menurut HSPK berdasarkan SNI 7394-2008

Maka dalam pekerjaan bekisting kolom lantai dasar dipakai 1 grup dengan 1 mandor, 5 tukang kayu, dan 7 pekerja. Dimana dalam sehari bekerja selama 7 jam.

#### **Kebutuhan jam kerja dalam pelaksanaan**

##### **Jam kerja dalam satu hari**

$$\text{Pekerja} = 7 \text{ orang} \times 7 \text{ jam} = 49 \text{ jam}$$

$$\text{Tukangh Kaya} = 5 \text{ orang} \times 7 \text{ jam} = 35 \text{ jam}$$

Total jam tenaga kerja yang bekerja dalam satu hari adalah 84 jam/hari.

Produktifitas dalam satu hari

$$\begin{aligned} \text{- Menyetel} &= \frac{\text{jumlah jam kerja pekerja}}{\text{jam kerja tiap } 10\text{m}^2} \times 10 \text{ m}^2 \\ &= \frac{84 \text{ jam}}{6 \text{ jam}} \times 10 \text{ m}^2 = 140 \text{ m}^2/\text{hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{- Memasang} &= \frac{\text{jumlah jam kerja pekerja}}{\text{jam kerja tiap } 10\text{m}^2} \times 10 \text{ m}^2 \\ &= \frac{84 \text{ jam}}{3 \text{ jam}} \times 10 \text{ m}^2 = 280 \text{ m}^2/\text{hari} \end{aligned}$$



Durasi tiap pekerjaan :

- Menyetel =  $\frac{Volume}{Produktifitas} = \frac{334,5}{140 \text{ m}^2} = 2,4$  hari
- Memasang =  $\frac{Volume}{Produktifitas} = \frac{334,5}{280} = 1,2$

Jadi waktu yang diperlukan untuk fabrikasi kolom lantai LG 5 adalah 3 hari, untuk pemasangan bekisting kolom LG 5 2 hari.

• Kebutuhan bahan untuk bekisting :

Perkiraan keperluan kayu untuk cetakan beton setiap luas cetakan 10 m<sup>2</sup> menurut buku Ir.Soedrajat adalah diambil rata-rata dari tabel berikut:

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

Sudut-sudut tiang/balok*berukir	0,58 - 1,84	3,18 - 6,36
Ambang jendela dan lintel*		

Sumber : Ir. Soedrajat S, Analisa (cara modern)

Kebutuhan minyak bekisting untuk setiap 10 m<sup>2</sup> bekisting kolom adalah 2,875 liter

Jadi kebutuhan bahan bekisting kolom adalah sebagai berikut:

- Luasan bekisting = 334,5 m<sup>2</sup>
- Kebutuhan tiap 10 m<sup>2</sup> = 33,4 m<sup>2</sup>
- Kebutuhan kayu = 0,59 m<sup>3</sup> x 33,4  
= 19,7 m<sup>3</sup>
- Kebutuhan paku = 3,865 kg x 33,4  
= 129,09 kg
- Kebutuhan minyak = 2,875 liter x 33,4  
= 96,025 liter
- Kebutuhan plywood (2,44 x 1,22 x 0,12 m)  
= 334,5 m<sup>2</sup> / (2,44 x 1,22)  
= 112,4 lembar

#### Perkiraan Biaya

- Biaya upah pekerja dalam satu hari
    - Mandor = Rp 158.000 x 1 orang x 3 hari = Rp 474.000
    - Tukang kayu = Rp 121.000 x 5 orang x 3 hari = Rp 1.815.000
    - Pekerja = Rp 110.000 x 7 orang x 3 hari = Rp 2.310.000
- Maka total biaya tenaga sebesar Rp. 4.599.000 per hari.

- Biaya pekerja selama pelaksanaan
  - Pabrikasi = Rp 1.533.000 x 3 hari = Rp 4.599.000

- Memasang = Rp 1.533.000 x 2 hari = Rp 3.066.000  
 Biaya total = Rp. 7.665.000

• **Biaya bahan**

Biaya bahan setiap 1 m<sup>2</sup>

- Kayu bekisting (5/7) = 19,7 m<sup>3</sup> x Rp 1.813.000  
 = Rp 35.716.100

- Paku usuk = 129,09 kg x Rp 14.000  
 = Rp 1.807.260

- Minyak bekisting = 96 liter x Rp 6.500  
 = Rp 624.162

- Plywood = 113 lembar x Rp 160.000  
 = Rp 18.080.000

Biaya bahan = Rp. 56.227.522

Biaya Total = Biaya upah + biaya bahan  
 = Rp. 4.599.000 + Rp 56.227.522  
 = Rp 60.826.525

Harga satuan pekerjaan bekisting kolom lantai dasar adalah

$$= \frac{\text{Biaya total}}{\text{Volume}} = \frac{\text{Rp } 60.826.525}{334,5 \text{ m}^2} = \text{Rp } 182.112$$

### 7.2.12 Pengecoran Kolom lantai LG 5 Zona 1

Berdasarkan lampiran Perhitungan volume beton

Kolom zona 1 didapatkan :

Volume beton = 30,7 m<sup>3</sup>

Pengecoran Kolom Lantai LG 3 zona 1 menggunakan mobile crane seri TENGDA TC6018 dengan spesifikasi data sebagai berikut :

- Kecepatan hoisting & landing = 25 m/menit
- Kecepatan slewing = 216 °/menit
- Kecepatan trolleying = 50 m/menit
- Tinggi pengangkatan (hoisting) = 6 m
- Tinggi penurunan (lowering) = 2 m
- Kapasitas Bucket = 0,8 m<sup>3</sup>
- Kebutuhan truck mixer untuk pengecoran Kolom zona 1 :

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

$$= \frac{30,7 \text{ m}^3}{5 \text{ m}^3} = 6,2 \text{ truck mixer}$$

$$\approx 7 \text{ truck mixer}$$

- Waktu Siklus rata-rata (detail waktu tertera pada lampiran) = 16,87 menit
- Produktivitas =
 
$$Q = T \times (60/CT)$$

$$= 0,8 \text{ m}^3 \times (60/16,87 \text{ menit})$$

$$= 2,84 \text{ m}^3/\text{jam}$$

#### **Kebutuhan jam kerja dalam pelaksanaan :**

$$\text{Durasi} = \frac{\text{Volume}}{\text{Produktivitas}} \times 60$$

$$= \frac{30,7 \text{ m}^3}{2,84 \text{ m}^3/\text{jam}} \times 60 = 648,6 \text{ menit}$$

$$= 10,8 \text{ jam}$$

Jadi, pengecoran Kolom zona 1 membutuhkan waktu 10,8 jam.

#### **Perkiraan Biaya**

- Biaya upah pekerja dalam satu hari :
  - Mandor = 1 orang x Rp 158.000 = Rp 158.000,-
  - Tukang beton = 7 orang x Rp 110.000
  - = Rp 770.000,-
  - Total upah = Rp. 928.000
- Biaya bahan untuk pekerjaan pembesian balok adalah : (brosur harga beton Jayamix)
  - Beton (k-300) =  $1,03 \text{ m}^3 \times \text{Rp } 810.000,- / \text{m}^3$
  - = Rp 834.300,-

Maka total biaya bahan untuk pekerjaan Pembesian balok adalah Rp 834.300,-

- Biaya alat untuk pekerjaan pembesian balok adalah :
  - Concrete pump =  $0,4756 \times \text{Rp } 14.204,-$
  - = Rp 6.755,-
  - Mobile crane =  $0,1585 \times \text{Rp } 1.000.000,-$
  - = Rp 158.532,-

Maka total biaya alat untuk pekerjaan Pembesian balok adalah Rp 165.287

**Biaya total**

= biaya upah tenaga kerja + biaya bahan + biaya alat

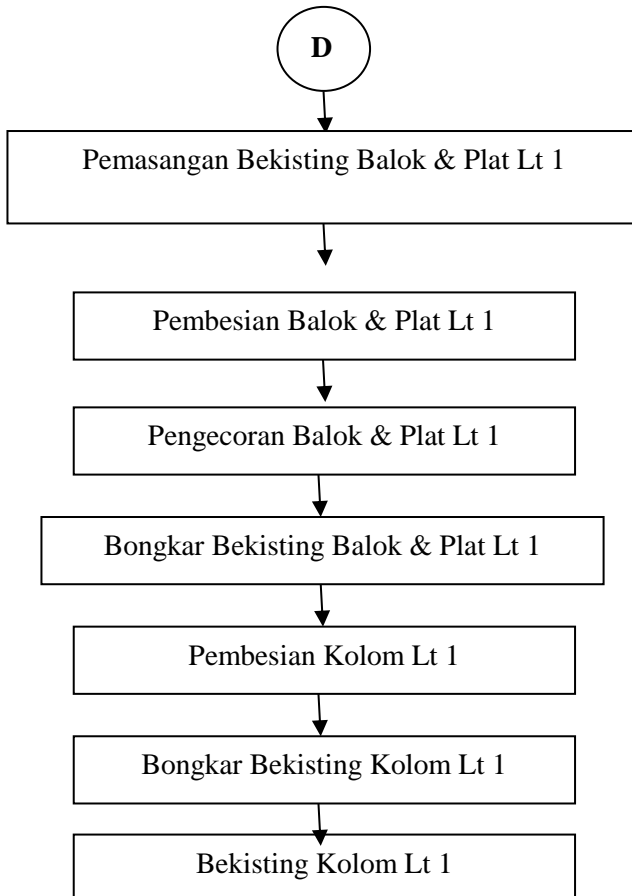
= Rp 28.162,- + Rp 834.300,- + Rp 165.287,-

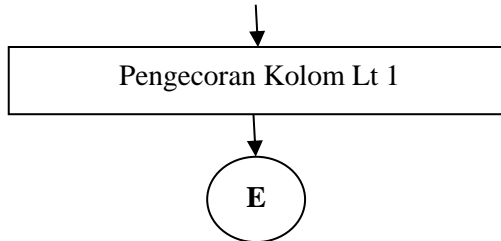
= Rp 1.027.749,-

**Biaya per satuan** = Rp 1.027.749,-

### 7.3 Pekerjaan Struktur Lantai LG 3

Berikut ini adalah garis besar tahap pelaksanaan struktur lantai LG 3 ruko Kozko Surabaya.





### 7.3.1 Pekerjaan Struktur Lantai LG 3 Zona 1

#### 7.3.1.1 Pekerjaan Pengadaan Plat precast Lantai LG 3 Zona 1

Pengadaan plat *Precast* membutuhkan proses yang lama setelah pemesanan. Untuk pemasangan dibantu dengan Tower Crane.

Berikut adalah data perhitungan pengadaan plat precast Efisiensi alat :

Faktor kondisi alat = (0,8)

Faktor Operator = (0,7)

Faktor Cuaca = (0,83)

Spesifikasi Tower Crane seri SANY SYT80 (T6011-6) dengan spesifikasi sebagai berikut

Kecepatan hoisting & landing = 25 m/menit

Kecepatan slewing = 216/ menit

Kecepatan trolleying = 50 m/menit

Tinggi pengangkatan (hoisting) = 3,6 m

Tinggi penurunan (landing) = 2 m

Beban maksimum ujung TC = 1.600 kg

Jumlah siklus = 104 siklus

Tenaga kerja 1 hari = 7 jam/hari

Jumlah pekerja = 1 mandor dan 6 pekerja

#### **Perhitungan Durasi**

Waktu persiapan = 2 menit

Waktu pengangkatan = hoisting, slewing, trolleying

$$\begin{aligned} \text{Hoisting} &= \frac{\text{tinggi yang ditinjau} + 2 \text{ m}}{\text{kec.hoisting} \times Fa} \\ &= \frac{3,42 \text{ m} + 2 \text{ m}}{25 \frac{\text{m}}{\text{menit}} \times 0,8 \times 0,7 \times 0,83} = 0,46 \text{ menit} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Slewing} &= \frac{\text{sudut swing}}{\text{kec.slweing} \times Fa} \\ &= \frac{52^\circ}{216^\circ / \text{menit} \times 0,8 \times 0,7 \times 0,83} = 0,5 \text{ menit} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Trolleying} &= \frac{\text{jarak dari titik yang ditinjau}}{\text{kec.trolleying} \times Fa} \\ &= \frac{23,05 \text{ m}}{50 \frac{\text{m}}{\text{menit}} \times 0,8 \times 0,7 \times 0,83} = 1,07 \text{ menit} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Landing} &= \frac{2 \text{ m}}{\text{kec.hoisting} \times Fa} \\ &= \frac{2 \text{ m}}{25 \frac{\text{m}}{\text{menit}} \times 0,8 \times 0,7 \times 0,83} = 0,17 \text{ menit} \end{aligned}$$

Total waktu pengangkatan = 2,2 menit

Waktu kembali

$$\begin{aligned} \text{Hoisting} &= \frac{2 \text{ m}}{\text{kec.hoisting} \times Fa} \\ &= \frac{2 \text{ m}}{25 \frac{\text{m}}{\text{menit}} \times 0,8 \times 0,7 \times 0,83} = 0,17 \text{ menit} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Slewing} &= \frac{\text{sudut swing}}{\text{kec.slweing} \times Fa} \\ &= \frac{52^\circ}{216^\circ / \text{menit} \times 0,8 \times 0,7 \times 0,83} = 0,5 \text{ menit} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Trolleying} &= \frac{\text{jarak dari titik yang ditinjau}}{\text{kec.trolleying} \times Fa} \\ &= \frac{23,05 \text{ m}}{50 \frac{\text{m}}{\text{menit}} \times 0,8 \times 0,7 \times 0,83} = 1,07 \text{ menit} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Landing} &= \frac{2 \text{ m}}{\text{kec.hoisting} \times Fa} \\ &= \frac{2 \text{ m}}{25 \frac{\text{m}}{\text{menit}} \times 0,8 \times 0,7 \times 0,83} = 0,17 \text{ menit} \end{aligned}$$

Waktu kembali = 2,2 menit

Waktu pasca pelaksanaan = 2 menit

Waktu Siklus = 2 menit + 2,2 menit + 2,2 menit + 2 menit  
= 8,4 menit

Durasi = waktu siklus x jumlah siklus  
= 8,4 menit x 108 siklus

$$= 873,6 \text{ menit} / 60 \text{ menit} = 14,56 \text{ jam}$$

$$= 14,56 \text{ jam} / 7 \text{ jam/hari} = 2,08 \text{ hari} = 3 \text{ hari}$$

**Perhitungan Biaya**

Supplier = PT. Adhi Mix Precast Indonesia

Mutu Beton = K300

Tulangan Ø12-100

Ukuran panel

$$P1 = 2,75 \times 1,4 = 24 \text{ panel}$$

$$P2 = 2,75 \times 0,9125 = 72 \text{ panel}$$

$$P3 = 3,65 \times 1,4 = 12 \text{ panel}$$

Biaya

$$\text{Plat tipe P1} = 24 \times \text{Rp. } 1.001.000 = \text{Rp. } 24.024.000$$

$$\text{Plat tipe P2} = 72 \times \text{Rp. } 1.001.000 = \text{Rp. } 72.072.000$$

$$\text{Plat tipe P3} = 12 \times \text{Rp. } 1.620.000 = \text{Rp. } 19.440.000$$

$$\text{Total} = \text{Rp. } 115.536.000$$

**Biaya Pemasangan**

Volume = 108 panel

Durasi untuk pemasangan precast 3 hari

**Upah**

$$\text{Mandor} = 1 \text{ orang} \times \text{Rp. } 158.000 \times 3 \text{ hari} = \text{Rp. } 474.000$$

$$\text{Tukang} = 3 \text{ orang} \times \text{Rp. } 121.000 \times 3 \text{ hari} = \text{Rp. } 1.089.000$$

$$\text{Pekerja} = 3 \text{ orang} \times \text{Rp. } 110.000 \times 3 \text{ hari} = \text{Rp. } 990.000$$

$$\text{Total upah} = \text{Rp. } 2.553.000$$

**Sewa Alat**

$$\text{Tower crane} = 3 \text{ hari} \times \text{Rp. } 1.900.000 = \text{Rp. } 5.700.000$$

$$\text{Total} = \text{Rp. } 8.253.000 + \text{Rp. } 115.536.000$$

$$\text{Harga Satuan} = \text{Rp. } 123.789.000 / 108 \text{ panel}$$

$$= \text{Rp. } 1.146.195$$

**7.3.1.2 Pekerjaan Bekisting Balok Lantai LG 3 Zona 1**

Data luasan bekisting zona 1

$$\text{Luas bekisting balok} = 95 \text{ m}^2$$



Berdasarkan tabel 2.20 untuk pekerjaan bekisting balok didapatkan kapasitas produksi tenaga kerja tiap luas cetakan  $10 \text{ m}^2$  adalah

- Menyetel = 6 jam /  $10 \text{ m}^2$
- Memasang = 3 jam /  $10 \text{ m}^2$

**Kebutuhan tenaga kerja dalam pelaksanaan :**

- Dengan jam kerja = 8 jam/hari
- Jumlah pekerja = 2 grup ( 1 grup = 1 mandor, 3 tukang kayu, 3 pembantu tukang kayu dan 3 pekerja )
- Maka dalam 2 grup membutuhkan 6 tukang kayu, sedangkan untuk keperluan 1 mandor membawahi 20 tukang
- Keperluan mandor 1 mandor

**Kebutuhan jam kerja dalam pelaksanaan :**

- Menyetel =  $\frac{\text{Luas Bekisting}}{10 \text{ m}^2} \times \text{kep. Jam}$   
 $= \frac{95 \text{ m}^2}{10 \text{ m}^2} \times 6 \text{ jam}$   
 $= 57 \text{ jam}$
- Memasang =  $\frac{\text{Luas Bekisting}}{10 \text{ m}^2} \times \text{kep. Jam}$   
 $= \frac{95 \text{ m}^2}{10 \text{ m}^2} \times 3 \text{ jam}$   
 $= 28,5 \text{ jam}$
- Total waktu = Menyetel + Memasang  
 $= 57 \text{ jam} + 28,5 \text{ jam}$   
 $= 85,5 \text{ jam}$
- Untuk 1 grup pekerja =  $\frac{85,5 \text{ jam}}{8 \text{ jam/hari}}$   
 $= 10,6 \text{ hari}$
- Maka untuk 2 grup pekerja =  $\frac{10,6 \text{ hari}}{2}$   
 $= 5,3 \text{ hari}$

Jadi, waktu yang diperlukan untuk pemasangan bekisting balok Lt LG 3 Zona 1 membutuhkan waktu pelaksanaan 5,3 hari.

### **Perkiraan Biaya :**

Sehingga harga upah dan material untuk pekerjaan ini adalah :

- Biaya upah 2 grup tenaga kerja :
  - mandor = 1 x Rp 158.000  
= Rp 158.000,-
  - Tukang kayu = 5 x Rp 121.000 = Rp 605.000,-
  - Pembantu tukang = 5 x Rp 110.000  
= Rp 550.000

Total biaya upah = Rp. 1.313.000

Maka total biaya upah tenaga kerja untuk pekerjaan bekisting balok lantai LG 3 adalah Rp 7.878.000,-

- Biaya bahan untuk pekerjaan bekisting balok adalah :
  - Kayu meranti = 0,069 m<sup>3</sup> x Rp 3.350.400,-  
= Rp 231.178,-
  - Paku = 0,364 kg x Rp 19.800,-  
= Rp 7.207,-
  - Minyak bekisting = 0,2 liter x Rp 29.600,-  
= Rp 5.920,-

Maka total biaya bahan untuk pekerjaan bekisting balok material adalah Rp 244.305,-

### **Biaya total**

= biaya upah tenaga kerja + biaya bahan

= Rp 7.878.000 + Rp 244.305

= Rp 8.122.305

**Biaya per satuan** = Rp 85.497

### **7.3.1.2 Pembesian Balok Lantai LG 3 Zona 1**

Pada pekerjaan pembesian dilakukan dengan tenaga manusia, berikut analisa pekerjaan pembesian:

- Volume: 10541 kg

- Jumlah: 12274 potong, 31446 bengkokan, 13956 kaitan dan 6978 batang tulangan
- **Kebutuhan tenaga kerja dalam pelaksanaan :**
  - Jam bekerja 1 hari = 8 jam/hari
  - Jumlah tenaga kerja = 10 grup (1 grup = 3 tukang pembesian)
  - Maka dalam 10 grup membutuhkan 30 tukang pembesian, sedangkan untuk keperluan 1 mandor membawahi 20 tukang
  - Keperluan mandor 2 mandor

- **Perhitungan Durasi**

- Kapasitas produksi (Qt)

$$\text{Potong} = \frac{2 \text{ jam}}{100 \text{ bengkokan dan kaitan}}$$

$$\text{Bengkokan} = \frac{1,5 \text{ jam}}{100 \text{ bengkokan dan kaitan}}$$

$$\text{Kaitan} = \frac{2,3 \text{ jam}}{100 \text{ bengkokan dan kaitan}}$$

$$\text{Batang tulangan} = \frac{6,5 \text{ jam}}{100 \text{ btg tulangan}}$$

- Perhitungan Durasi

- **Potong**

$$\text{Durasi} = \frac{\frac{12274}{100} \times 2 \text{ jam}}{8 \text{ jam/hari}} = 30,69$$

- **Bengkokan**

$$\text{Durasi} = \frac{\frac{31446}{100} \times 1,5 \text{ jam}}{8 \text{ jam/hari}} = 56,72$$

- **Kaitan**

$$\text{Durasi} = \frac{\frac{13956}{100} \times 2,3 \text{ jam}}{8 \text{ jam/hari}} = 57,09$$

- **Pasang**

$$Durasi = \frac{\frac{6978}{100} \times 6,5 \text{ jam}}{8 \text{ jam/hari}} = 56,7 \text{ hari}$$

$$\begin{aligned} \text{Total waktu} &= \text{Potong} + \text{Bengkok} + \text{Kait} + \text{Pasang} \\ &= 30,69 + 56,72 + 57,09 + 56,70 \text{ hari} \\ &= 201,2 \text{ hari} \end{aligned}$$

Untuk 1 grup pekerja = 201,2 hari

$$\begin{aligned} \text{Maka untuk 10 grup pekerja} &= \frac{201,2 \text{ hari}}{10} \\ &= 20,1 \text{ hari} \end{aligned}$$

Jadi, waktu yang diperlukan untuk pemasangan pembesian balok Lt LG 3 Zona 1 membutuhkan waktu pelaksanaan 21 hari.

#### **Perkiraan Biaya :**

Sehingga harga upah dan material untuk pekerjaan ini adalah :

- Mandor = Rp.158.000 x 1 orang = Rp 158.000
- Tukang besi = Rp.121.000 x 30 orang = Rp 3.630.000
- Total per hari = Rp 3.788.000

Maka total biaya upah tenaga kerja untuk pekerjaan pembesian balok lantai LG 3 zona 1 adalah Rp 79.548.000,-

- Biaya bahan untuk pekerjaan pembesian balok adalah :
    - Besi = 10541 kg x Rp 12.500 = Rp 131.762.500
    - Bendrat = 0,15 x Rp 25.500,- = Rp 3832,-
  - Biaya alat
    - Bar bender = Rp 350.000 x 21 hari x 2 buah = Rp 14.700.000
    - Bar cutter = Rp 350.000 x 21 hari x 1 buah = Rp. 7.350.000
- Biaya peralatan = Rp 22.050.000

Maka total biaya bahan untuk pekerjaan Pembesian balok adalah Rp 233.364.332

**Biaya per satuan** = Rp 22.138

### 7.3.1.3 Pengecoran Balok dan Plat Lantai LG 3 Zona 1

Berdasarkan lampiran 3.1 Perhitungan volume beton Balok didapatkan :

Volume beton = 120,95 m<sup>3</sup>

Vertical Equivalent Length = 22,55 m

Sesuai dengan gambar 2.16 grafik hubungan antara *Delivery Capacity* dan jarak transport pipa vertikal didapatkan kapasitas produksi sebesar 34 m<sup>3</sup>/jam.

Efisiensi kerja (Ek) :

- Faktor kondisi peralatan = sangat Baik = 0,85  
Berdasarkan tabel 2.10
- Faktor operator dan mekanik = sangat baik = 0,8  
berdasarkan tabel 2.11
- Faktor cuaca= terang, panas = 0.83  
Berdasarkan tabel 2.12
- Kapasitas produksi *concrete pump*  
= *Delivery Capacity* (m<sup>3</sup>/jam) x Efisiensi kerja  
= 34 m<sup>3</sup>/jam x (0,8 x 0,85 x 0,83)  
= 19,19 m<sup>3</sup>/jam
- Kebutuhan truck mixer untuk pengecoran pilecap  
=  $\frac{\text{Volume beton yang dibutuhkan (m}^3\text{)}}{\text{Kapasitas truck Mixer (m}^3\text{)}}$   
=  $\frac{120,95 \text{ m}^3}{5 \text{ m}^3}$  = 24,19 *truck mixer*  
≈ 25 *truck mixer*

**Kebutuhan tenaga kerja dalam pelaksanaan :**

- Jam bekerja 1 hari = 8 jam/hari
- Jumlah pekerja = 1 grup berisi 1 mandor dan 20 buruh / pekerja

**Kebutuhan jam kerja dalam pelaksanaan :**

Perhitungan waktu pelaksanaan pengecoran terdiri dari :

- Waktu persiapan :

- Pengaturan posisi *truck mixer* dan *concrete pump*  
= 10 menit
- Pemasangan pompa = 30 menit
- Idle (Waktu tunggu) pompa = 10 menit
- Total waktu persiapan = 50 menit
- Waktu persiapan tambahan
  - Waktu untuk pengujian slump  
= 2 *truck mixer* x 5 menit tiap 1 *truck mixer*  
= 10 menit
  - Total waktu persiapan tambahan = 10 menit
- Waktu Operasional pengecoran
 
$$= \frac{\text{Volume pengecoran (m}^3\text{)}}{\text{Kapasitas produksi (m}^3\text{/jam)}}$$

$$= \frac{120,95 \text{ m}^3}{19,19 \text{ m}^3/\text{jam}}$$

$$= 6,3 \text{ jam} = 378 \text{ menit}$$
- Waktu pasca pelaksanaan :
  - Pembesihan pompa = 10 menit
  - Pembongkaran pompa = 30 menit
  - Persiapan kembali = 10 menit
  - Total waktu pasca pelaksanaan = 50 menit

**Waktu total** = persiapan + persiapan tambahan + waktu pengecoran + pasca pelaksanaan  
= 50 menit + 10 menit + 378 menit + 50 menit

**Waktu total** = 488 menit  
= 8,13 jam

Jadi, pengecoran Balok lantai LG 3 zona 1 membutuhkan waktu 1 hari.

- **Analisa harga satuan :**  
Sehingga harga upah dan material untuk pekerjaan ini adalah :
  - Biaya upah 1 grup tenaga kerja :
    - Mandor = 1 x Rp 158.000 = Rp 158.000,-
    - Tukang beton = 5 orang x Rp 121.000 = Rp 605.000,-

Maka total biaya upah tenaga kerja untuk pekerjaan pengecoran balok lantai LG 3 zona 1 adalah Rp 763.000,-

- Biaya bahan untuk pekerjaan pembesian balok adalah :  
(brosur harga beton Jayamix)
- Beton (k-300) =  $120,95 \times \text{Rp } 810.000,-$   
= Rp 97.969.500

Maka total biaya bahan untuk pekerjaan Pengecoran balok adalah Rp Rp 97.969.500,-

- Biaya alat untuk pekerjaan pembesian balok adalah :
- Concrete pump =  $2 \times \text{Rp } 6.500.000,-$   
= Rp 13.000.000,-
- Vibrator =  $2 \times \text{Rp } 400.000$   
= Rp 800.000

Maka total biaya alat untuk pekerjaan Pengecoran balok adalah Rp 13.800.000

#### **Biaya per satuan**

= biaya upah tenaga kerja + biaya bahan + biaya alat  
= Rp. 763.000 + Rp. 97.969.500 + Rp. 13.800.000  
= Rp. 112.532.500 / 120,95  
= Rp. 930.405

#### **7.3.1.4 Bongkar Bekisting Balok Lantai LG 3 Zona 1**

Luas bekisting balok =  $95 \text{ m}^2$

Berdasarkan tabel 2.20 untuk pekerjaan membongkar dan membersihkan bekisting balok didapatkan kapasitas produksi tenaga kerja tiap  $10 \text{ m}^2$  adalah

$$\begin{aligned} - \text{ Membongkar} &= \frac{2 \text{ jam} + 5 \text{ jam}}{2} \\ &= 3,5 \text{ jam} \end{aligned}$$

#### **Kebutuhan tenaga kerja dalam pelaksanaan :**

- Jam bekerja 1 hari = 8 jam /hari
- Jumlah pekerja = 2 grup ( 1 grup = 3 tukang 3 pembantu tukang kayu dan 3 buruh)
- Maka dalam 2 grup membutuhkan 6 tukang kayu, sedangkan untuk keperluan 1 mandor membawahi 20 tukang

- Keperluan mandor =  $15/20 = 0,75$  mandor

**Kebutuhan jam kerja dalam pelaksanaan :**

$$\begin{aligned}
 - \text{Membongkar} &= \frac{\text{Luas Bekisting}}{10 \text{ m}^2} \times \text{kep. jam} = \\
 &\frac{95 \text{ m}^2}{10 \text{ m}^2} \times 3,5 \text{ jam} \\
 &= 33,25 \text{ jam}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Untuk 1 grup pekerja} &= \frac{33,25 \text{ jam}}{8 \text{ jam/hari}} \\
 &= 4,15 \text{ hari}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Maka untuk 2 grup pekerja} &= \frac{4,15 \text{ hari}}{2} \\
 &= 2,075 \text{ hari}
 \end{aligned}$$

Jadi, pembongkaran bekisting balok Lt 1 zona 1 membutuhkan waktu pelaksanaan 2,075 hari.

**Analisa harga satuan :**

Sehingga harga upah dan material untuk pekerjaan ini adalah :

- Biaya upah 2 grup tenaga kerja :
  - mandor =  $1 \times \text{Rp } 158.000$   
= Rp 158.000
  - Tukang kayu =  $6 \times \text{Rp } 121.000 = \text{Rp } 726.000$
  - Pembantu tukang =  $6 \times \text{Rp } 110.000$   
= Rp 660.000

Maka total biaya upah tenaga kerja untuk pekerjaan bekisting balok lantai LG 3 zona 1 adalah Rp 4.632.000

**Biaya per satuan** = Rp 48.757

**7.3.1.5 Bekisting Plat Lantai LG 3 Zona 1**

Data luasan bekisting plat lantai LG 3 zona 1

Luas bekisting plat =  $274,45 \text{ m}^2$

Berdasarkan tabel 2.20 untuk pekerjaan bekisting plat didapatkan kapasitas produksi tenaga kerja tiap luas cetakan  $10 \text{ m}^2$  adalah

- Menyetel =  $3 \text{ jam} / 10 \text{ m}^2$
- Memasang =  $2 \text{ jam} / 10 \text{ m}^2$

**Kebutuhan tenaga kerja dalam pelaksanaan :**



- Dengan jam kerja = 8 jam/hari
- Jumlah pekerja = 2 grup ( 1 grup = 1 mandor, 3 tukang kayu, 3 pembantu tukang kayu dan 3 pekerja)
- Maka dalam 2 grup membutuhkan 6 tukang kayu, sedangkan untuk keperluan 1 mandor membawahi 20 tukang
- Keperluan mandor 1 mandor

**Kebutuhan jam kerja dalam pelaksanaan :**

- Menyetel 
$$= \frac{\text{Luas bekisting}}{10 \text{ m}^2} \times \text{kep. Jam}$$
$$= \frac{274,45 \text{ m}^2}{10 \text{ m}^2} \times 3 \text{ jam}$$
$$= 82,33 \text{ jam}$$
  - Memasang 
$$= \frac{\text{Luas bekisting}}{10 \text{ m}^2} \times \text{kep. Jam}$$
$$= \frac{274,45 \text{ m}^2}{10 \text{ m}^2} \times 2 \text{ jam}$$
$$= 54,89 \text{ jam}$$
  - Total waktu = menyetel + memasang  
= 82,33 jam + 54,89 jam  
= 137,22 jam
  - Untuk 1 grup 
$$= \frac{137,22 \text{ jam}}{8 \text{ jm/hari}}$$
$$= 17,15 \text{ hari}$$
- Maka untuk 2 grup 
$$= \frac{17,15 \text{ hari}}{2}$$
$$= 8,57 \text{ hari}$$

Jadi, waktu yang diperlukan untuk pemasangan bekisting plat Lt LG 3 Zona 1 membutuhkan waktu pelaksanaan 9 hari.

**Perkiraan Biaya :**

Sehingga harga upah dan material untuk pekerjaan ini adalah :

- Biaya upah 2 grup tenaga kerja :
  - Mandor = Rp 158.000 x 1 orang x 9 hari = Rp 1.422.000
  - Tukang kayu = Rp 121.000 x 5 orang x 9 hari = Rp 5.445.000

- Pekerja = Rp 110.000 x 5 orang x 9 hari = Rp 5.445.000

Maka total biaya tenaga sebesar Rp. 12.312.000 per hari.

- Maka total biaya upah tenaga kerja untuk pekerjaan bekisting balok lantai LG 3 zona 1 adalah Rp 12.312.000

- Biaya bahan untuk pekerjaan bekisting balok adalah :

- Kayu meranti =  $0,041 \text{ m}^3 \times \text{Rp } 3.350.400,-$   
= Rp 137.366,-
- Paku =  $0,273 \text{ kg} \times \text{Rp } 19.800,-$   
= Rp 5.405,-
- Minyak bekisting =  $0,2 \text{ liter} \times \text{Rp } 29.600,-$   
= Rp 5.920,-

Maka total biaya bahan untuk pekerjaan bekisting balok material adalah Rp 148.692,-

**Biaya total**

= biaya upah tenaga kerja + biaya bahan

= Rp 12.312.000 + Rp 148.692

= Rp 12.460.692

**Biaya per satuan** = Rp 45.402

### 7.3.1.6 Pembesian Plat Lantai LG 3 Zona 1

Pada pekerjaan pembesian dilakukan dengan tenaga manusia, berikut analisa pekerjaan pembesian:

- a. Berdasarkan lampiran 3.80 data pembesian Plat Lantai LG 3 zona 1 adalah :
  - Diameter tulangan
    - Atas = D10
    - Bawah = D10
  - Volume: 9456,246 kg
  - Panjang tulangan
    - Atas = 7638,4 m
    - Bawah = 7699,25 m
  - Banyaknya Tulangan
    - Atas = 5856 buah
    - Bawah = 5922 buah

- Jumlah bengkakan
    - Atas = 11712 buah
    - Bawah = 11844 buah
  - Jumlah kaitan
    - Atas = 11712 buah
    - Bawah = 11844 buah
- b. Berdasarkan Tabel 5.37 dan Tabel 5.38 didapatkan jam kerja buruh untuk membuat bengkakan dan kaitan menggunakan mesin serta pemasangan tulangan adalah :
- Jam kerja tiap 100 bengkakan dan kaitan
    - Pemotongan D10 = 2 jam
    - Pembengkakan D10 = 1,15 jam
    - Kaitan D10 = 1,85 jam
  - Jam kerja tiap 100 batang
    - D10 panjang 3-6 m = 6 jam
- c. **Kebutuhan tenaga kerja dalam pelaksanaan :**
- Jam bekerja 1 hari = 8 jam / hari
  - Jumlah tenaga kerja = 15 grup ( 1 grup = 3 tukang pembesian)
  - Maka dalam 15 grup membutuhkan 45 tukang pembesian, sedangkan untuk keperluan 1 mandor membawahi 20 tukang
  - Keperluan mandor 2 Mandor
- d. **Kebutuhan jam kerja dalam pelaksanaan :**
- Berikut ini adalah waktu yang dibutuhkan tenaga kerja untuk pekerjaan pembesian Plat Lantai LG 3 zona 1.
- **Pemotongan**
    - Atas =  $\frac{5856}{100} \times 2 \text{ jam} = 117,12 \text{ jam}$
    - Bawah =  $\frac{5922}{100} \times 2 \text{ jam} = 118,44 \text{ jam}$
    - Jumlah = 235,56 jam
  - **Pembengkakan**

- Atas =  $\frac{11712}{100} \times 1,15 \text{ jam} = 134,688 \text{ jam}$
- Bawah =  $\frac{11844}{100} \times 1,15 \text{ jam} = 136,206 \text{ jam}$
- Jumlah = 270,89 jam
- **Kaitan**
  - Atas =  $\frac{11712}{100} \times 1,85 \text{ jam} = 216,672 \text{ jam}$
  - Bawah =  $\frac{11844}{100} \times 1,85 \text{ jam} = 219,114 \text{ jam}$
  - Jumlah = 435,78 jam
- **Pemasangan**
  - Atas =  $\frac{5856}{100} \times 3,5 \text{ jam} = 204,96 \text{ jam}$
  - Bawah =  $\frac{5922}{100} \times 3,5 \text{ jam} = 207,27 \text{ jam}$
  - Jumlah = 412,23 jam

**e. Waktu total untuk 1 grup pekerja pembesian :**

- Pemotongan
 
$$= \frac{235,56 \text{ jam}}{8 \text{ jam/hari} \times 1 \text{ Grup}} = 29 \text{ hari}$$
- Pembengkakan
 
$$= \frac{270,89 \text{ jam}}{8 \text{ jam/hari} \times 1 \text{ Grup}} = 33,5 \text{ hari}$$
- Kaitan
 
$$= \frac{435,78 \text{ jam}}{8 \text{ jam/hari} \times 1 \text{ Grup}} = 54,45 \text{ hari}$$
- Pemasangan
 
$$= \frac{412,23 \text{ jam}}{8 \text{ jam/hari} \times 1 \text{ grup}} = 51,5 \text{ hari}$$

❖ Total hari untuk 1 grup = 168,5 hari

Jadi, pekerjaan penulangan Pelat Lantai LG 3 zona 1 untuk 15 grub membutuhkan waktu 12 hari.

**Perkiraan Biaya :**

Sehingga harga upah dan material untuk pekerjaan ini adalah :

$$\text{- Mandor} = \text{Rp.}158.000 \times 2 \text{ orang} \times 12 \text{ hari} = \text{Rp } 3.792.000$$

$$\text{- Tukang besi} = \text{Rp.}121.000 \times 45 \text{ orang} \times 12 \text{ hari} = \text{Rp } 65.340.000$$

$$\text{Total upah} = \text{Rp } 69.132.000$$

Maka total biaya upah tenaga kerja untuk pekerjaan pembesian plat lantai LG 3 zona 1 adalah Rp 69.132.000

- Biaya bahan untuk pekerjaan pembesian balok adalah :

$$\text{- Besi} = 9456,24 \text{ kg} \times \text{Rp } 12.500$$

$$= \text{Rp } 118.203.000$$

$$\text{- Bendrat} = 0,15 \times \text{Rp } 25.500,-$$

$$= \text{Rp } 3.825,-$$

Maka total biaya bahan untuk pekerjaan Pembesian balok adalah Rp 118.206.825

- Biaya alat

$$\text{- Bar bender} = \text{Rp } 350.000 \times 12 \text{ hari} \times 2 \text{ buah}$$

$$= \text{Rp } 8.400.000$$

$$\text{- Bar cutter} = \text{Rp } 350.000 \times 12 \text{ hari} \times 1 \text{ buah}$$

$$= \text{Rp } 4.200.000$$

$$\text{Biaya peralatan} = \text{Rp } 12.600.000$$

### **Biaya total**

= biaya upah tenaga kerja + biaya bahan + biaya alat

$$= \text{Rp } 69.132.000 + \text{Rp } 118.206.825 + \text{Rp } 12.600.000$$

$$= \text{Rp } 199.938.825$$

$$\text{Biaya per satuan} = \text{Rp } 21.143$$

### **7.3.1.8 Pembongkaran Bekisting Plat Lantai LG 3 Zona 1**

$$\text{Luas bekisting plat} = 274,45 \text{ m}^2$$

Berdasarkan tabel 2.20 untuk pekerjaan membongkar dan membersihkan bekisting balok didapatkan kapasitas produksi tenaga kerja tiap 10 m<sup>2</sup> adalah

$$\text{- Membongkar} = \frac{2 \text{ jam} + 5 \text{ jam}}{2}$$

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

**Kebutuhan tenaga kerja dalam pelaksanaan :**

- Jam bekerja 1 hari = 8 jam /hari
- Jumlah pekerja = 2 grup ( 1 grup = 3 tukang 3 pembantu tukang kayu dan 3 buruh)
- Maka dalam 2 grup membutuhkan 6 tukang kayu, 6 pembantu tukang, sedangkan untuk keperluan 1 mandor membawahi 20 tukang
- Keperluan mandor 1 mandor

**Kebutuhan jam kerja dalam pelaksanaan :**

$$\begin{aligned}
 - \text{ Membongkar} &= \frac{\text{Luas Bekisting}}{10 \text{ m}^2} \times \text{kep. jam} = \\
 &= \frac{274,45 \text{ m}^2}{10 \text{ m}^2} \times 3,5 \text{ jam} \\
 &= 96,057 \text{ jam}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Untuk 1 grup pekerja} &= \frac{96,057 \text{ jam}}{8 \text{ jam/hari}} \\
 &= 12 \text{ hari}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Maka untuk 2 grup pekerja} &= \frac{12 \text{ hari}}{2} \\
 &= 6 \text{ hari}
 \end{aligned}$$

Jadi, pembongkaran bekisting plat Lt LG 3 zona 1 membutuhkan waktu pelaksanaan 6 hari.

**Analisa harga satuan :**

Sehingga harga upah dan material untuk pekerjaan ini adalah :

- Biaya upah 2 grup tenaga kerja :
  - mandor = 1 x Rp 158.000 x 6 hari = Rp 948.000
  - Tukang kayu = 6 x Rp 121.000 x 6 hari = Rp 4.356.000
  - Pembantu tukang = 6 x Rp 110.000 x 6 hari = Rp 1.320.000

Maka total biaya upah tenaga kerja untuk pekerjaan bekisting balok lantai LG 3 zona 1 adalah Rp 6.624.000

**Biaya per satuan** = Rp 24.135

**7.3.1.9 Pembesian Kolom Lantai LG 3 Zona 1**

Pada pekerjaan pembesian dilakukan dengan tenaga manusia, perhitungan durasi pekerjaan tergantung dari

jumlah bengkokan dan kait setiap diameter tulangan. Maka dalam perhitungan volume tulangan, juga harus dihitung jumlah bengkokan dan kait. berikut analisa pekerjaan pembesian :

Volume	= 9.661 kg
Jumlah kait d19	= 1304 buah
Jumlah kait d16	= 176 buah
Jumlah kait d10	= 2070 buah
Jumlah bengkokan d16	= 1304 buah
Jumlah bengkokan d13	= 176 buah
Jumlah bengkokan d10	= 5175 buah
Jumlah batang tulangan	= 1775

- Perhitungan durasi

Kapasitas produksi (Qt)

$$\text{Kaitan d16} = \frac{4 \text{ jam}}{100 \text{ kaitan}}$$

$$\text{Kaitan d13 dan d10} = \frac{3 \text{ jam}}{100 \text{ kaitan}}$$

$$\text{Bengkokan d13 dan d10} = \frac{2 \text{ jam}}{100 \text{ kaitan}}$$

$$\text{Bengkokan d16} = \frac{2,5 \text{ jam}}{100 \text{ kaitan}}$$

$$\text{Batang tulangan} = \frac{4,5 \text{ jam}}{100 \text{ kaitan}}$$

Durasi pekerjaan adalah total volume dibagi kapasitas perhari, jumlah tenaga kerja dalam 1 grup terdiri dari 1 mandor, 3 tukang besi. Direncanakan menggunakan 10 grup.

$$\begin{aligned} \text{Durasi kaitan d19} &= \frac{\frac{1304}{100} \times 4 \text{ jam}}{8 \text{ jam/hari} \times 1 \text{ grup}} \\ &= 6,52 \text{ hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Durasi kaitan d16} &= \frac{\frac{176}{100} \times 3 \text{ jam}}{8 \text{ jam/hari} \times 1 \text{ grup}} \\ &= 0,07 \text{ hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Durasi kaitan d10} &= \frac{\frac{2070}{100} \times 3 \text{ jam}}{8 \text{ jam/hari} \times 1 \text{ grup}} \\ &= 7,7 \text{ hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Total durasi kaitan} &= 6,52 + 0,07 + 7,7 \\ &= 14,29 \text{ hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Durasi bengkokan d19} &= \frac{\frac{1304}{100} \times 2,5 \text{ jam}}{8 \text{ jam/hari} \times 1 \text{ grup}} \\ &= 4,07 \text{ hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Durasi bengkokan d13} &= \frac{\frac{176}{100} \times 2 \text{ jam}}{8 \text{ jam/hari} \times 1 \text{ grup}} \\ &= 0,44 \text{ hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Durasi bengkokan d10} &= \frac{\frac{5175}{100} \times 2 \text{ jam}}{8 \text{ jam/hari} \times 1 \text{ grup}} \\ &= 12,9 \text{ hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Total durasi bengkokan} &= 4,07 + 0,44 + 12,9 \\ &= 17,41 \text{ hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Durasi batang tulangan} &= \frac{\frac{1775}{100} \times 4,5 \text{ jam}}{8 \text{ jam/hari} \times 1 \text{ grup}} \\ &= 9,9 \text{ hari} \end{aligned}$$

Untuk 1 grup membutuhkan waktu 41,6 hari sehingga untuk 10 grup membutuhkan 4,16 hari. Sehingga waktu yang diperlukan untuk penulangan kolom lantai LG 3 zona 1 adalah 4,16 hari.



**Perkiraan Biaya :**

Sehingga harga upah dan material untuk pekerjaan ini adalah :

- Mandor = Rp.158.000 x 1 orang = Rp 158.000
- Tukang besi = Rp.121.000 x 3 orang = Rp 363.000
- Pekerja = Rp.110.000 x 6 orang = Rp 660.000
- Total per hari = Rp 1.121.000

Maka total biaya upah tenaga kerja untuk pekerjaan pembesian kolom lantai LG 3 zona 1 adalah Rp 5.605.000

- Biaya bahan untuk pekerjaan pembesian balok adalah :
  - Besi = 9661 kg x Rp 12.500 = Rp 120.762.500
  - Bendrat = 0,15 x Rp 25.500 = Rp 3825

Maka total biaya bahan untuk pekerjaan Pembesian balok adalah Rp 120.766.325

- Biaya alat
    - Bar bender = Rp 350.000 x 5 hari x 1 buah = Rp 1.750.000
    - Bar cutter = Rp 350.000 x 5 hari x 1 buah = Rp.1.750.000
- Biaya peralatan = Rp 3.500.000

**Biaya total**

= biaya upah tenaga kerja + biaya bahan + biaya alat  
 = Rp 5.605.000 + Rp 120.766.325 + Rp 3.500.000  
 = Rp 129.871.325

**Biaya per satuan** = Rp 13.442

**7.3.1.10 Bekisting Kolom Lantai LG 3 Zona 1**

Perhitungan volume area bekisting memakai satuan m<sup>2</sup>. Dari hasil tersebut ditentukan jumlah kayu untuk cetakan beton, paku, baut, dan kawat memakai tabel 5.

- Volume = 375,54 m<sup>2</sup>
- Perhitungan durasi

$$\begin{aligned} \text{Menyetel} &= \frac{4 \text{ jam}}{10 \text{ m}^2} \\ \text{Memasang bekisting} &= \frac{2 \text{ jam}}{10 \text{ m}^2} \end{aligned}$$

### **Kebutuhan tenaga kerja untuk pelaksanaan**

Menurut HSPK berdasarkan SNI 7394-2008

Maka dalam pekerjaan bekisting kolom lantai dasar dipakai 1 grup dengan 1 mandor, 5 tukang kayu, dan 7 pekerja. Dimana dalam sehari bekerja selama 7 jam.

### **Kebutuhan jam kerja dalam pelaksanaan**

#### **Jam kerja dalam satu hari**

Pekerja = 7 orang x 7 jam = 49 jam

Tukang Kayu = 5 orang x 7 jam = 35 jam

Total jam tenaga kerja yang bekerja dalam satu hari adalah 84 jam/hari.

Produktifitas dalam satu hari

$$\begin{aligned} - \text{Menyetel} &= \frac{\text{jumlah jam kerja pekerja}}{\text{jam kerja tiap } 10\text{m}^2} \times 10 \text{ m}^2 \\ &= \frac{84 \text{ jam}}{6 \text{ jam}} \times 10 \text{ m}^2 = 140 \text{ m}^2/\text{hari} \\ - \text{Memasang} &= \frac{\text{jumlah jam kerja pekerja}}{\text{jam kerja tiap } 10\text{m}^2} \times 10 \text{ m}^2 \\ &= \frac{84 \text{ jam}}{3 \text{ jam}} \times 10 \text{ m}^2 = 280 \text{ m}^2/\text{hari} \end{aligned}$$

Durasi tiap pekerjaan :

$$- \text{Menyetel} = \frac{\text{Volume}}{\text{Produktifitas}} = \frac{375,54}{140 \text{ m}^2} = 2,6 \text{ hari}$$

$$- \text{Memasang} = \frac{\text{Volume}}{\text{Produktifitas}} = \frac{375,54}{280} = 1,3 \text{ hari}$$

Jadi waktu yang diperlukan untuk fabrikasi kolom lantai LG 5 adalah 3 hari, untuk pemasangan bekisting kolom LG 5 2 hari.

- **Kebutuhan bahan untuk bekisting :**

Perkiraan keperluan kayu untuk cetakan beton setiap luas cetakan  $10 \text{ m}^2$  menurut buku Ir.Soedrajat adalah diambil rata-rata dari tabel berikut:

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

Sumber : Ir. Soedrajat S, Analisa (cara modern)

Kebutuhan minyak bekisting untuk setiap 10 m<sup>2</sup> bekisting kolom adalah 2,875 liter

Jadi kebutuhan bahan bekisting kolom adalah sebagai berikut:

- Luasan bekisting = 375,54 m<sup>2</sup>
- Kebutuhan tiap 10 m<sup>2</sup> = 37,5 m<sup>2</sup>
- Kebutuhan kayu = 0,59 m<sup>3</sup> x 37,5 m<sup>2</sup>  
= 22,125 m<sup>3</sup>
- Kebutuhan paku = 3,865 kg x 37,5  
= 144,9 kg
- Kebutuhan minyak = 2,875 liter x 37,5  
= 107,8 liter
- Kebutuhan plywood (2,44 x 1,22 x 0,12 m)  
= 375,54 m<sup>2</sup> / (2,44 x 1,22)  
= 126,155 lembar

### **Perkiraan Biaya :**

Sehingga harga upah dan material untuk pekerjaan ini adalah :

- Mandor = Rp 158.000 x 1 orang x 3 hari = Rp 474.000
- Tukang kayu = Rp 121.000 x 5 orang x 3 hari = Rp 1.815.000
- Pekerja = Rp 110.000 x 7 orang x 3 hari = Rp 2.310.000

Maka total biaya tenaga sebesar Rp. 4.599.000 per hari.

Maka total biaya upah tenaga kerja untuk pekerjaan bekisting kolom lantai LG 3 zona 1 adalah Rp 82.058,-

- Biaya bahan untuk pekerjaan bekisting kolom pendek adalah :

- Kayu meranti = 0,044 m<sup>3</sup> x Rp 3.350.400,-  
= Rp147.418,-
- Paku = 0,273 kg x Rp 19.800,-  
= Rp 5.405,-
- Minyak bekisting = 0,2 liter x Rp 29.600,-  
= Rp 5.920,-

Maka total biaya bahan untuk pekerjaan bekisting balok material adalah Rp 158.743,-

### **Biaya total**

= biaya upah tenaga kerja + biaya bahan

= Rp 82.058,- + Rp 158.743,-

= Rp 240.801,-

**Biaya per satuan** = Rp 240.801,-

### 7.3.1.11 Pengecoran Kolom Lantai LG 3 Zona 1

Berdasarkan lampiran 3.1 Perhitungan volume beton

Kolom Lantai LG 3 zona 1 didapatkan :

Volume beton = 57,09 m<sup>3</sup>

Pengecoran Kolom Lantai LG 3 zona 1 menggunakan mobile crane seri TENGDA TC6018 dengan spesifikasi data sebagai berikut :

- Kecepatan hoisting & landing = 25 m/menit
- Kecepatan slewing = 216 °/menit
- Kecepatan trolleying = 50 m/menit
- Tinggi pengangkatan (hoisting) = 6 m
- Tinggi penurunan (lowering) = 2 m
- Kapasitas Bucket = 0,8 m<sup>3</sup>
- Kebutuhan truck mixer untuk pengecoran Kolom Lantai LG 3 zona 1 :

$$= \frac{\text{Volume beton yang dibutuhkan (m3)}}{\text{Kapasitas truck Mixer (m3)}}$$

$$= \frac{57,09 \text{ m}^3}{5 \text{ m}^3} = 11,4 \text{ truck mixer}$$

$$\approx 12 \text{ truck mixer}$$

- Waktu Siklus rata-rata (detail waktu tertera pada lampiran) = 19,25 menit
- Produktivitas =
 
$$Q = T \times (60/CT)$$

$$= 0,8 \text{ m}^3 \times (60/19,25 \text{ menit})$$

$$= 2,49 \text{ m}^3/\text{jam}$$

#### **Kebutuhan jam kerja dalam pelaksanaan :**

$$\text{Durasi} = \frac{\text{Volume}}{\text{Produktivitas}} \times 60$$

$$= \frac{57,09 \text{ m}^3}{2,49 \text{ m}^3/\text{jam}} \times 60 = 1375,6 \text{ menit}$$

$$= 22,9 \text{ jam} \approx 23 \text{ jam} = 3 \text{ hari}$$

Jadi, pengecoran Kolom Lantai LG 3 zona 1 membutuhkan waktu 3 hari.

Perhitungan durasi pengecoran Kolom Lantai LG 3 Zona 1 lebih lengkap terlampir. (*Lihat: lampiran 4.72 Pengecoran Kolom Lt 1 zona 1*)

### **Perkiraan Biaya :**

Sehingga harga upah dan material untuk pekerjaan ini adalah :

- Mandor = Rp.158.000 x 1 orang = Rp 158.000
- Tukang besi = Rp.121.000 x 3 orang = Rp 363.000
- Pekerja = Rp.110.000 x 6 orang = Rp 660.000
- Total per hari = Rp 1.121.000

Maka total biaya upah tenaga kerja untuk pekerjaan pengecoran kolom lantai LG 3 zona 1 adalah Rp 33.868,-

- Biaya bahan untuk pekerjaan pembesian balok adalah : (brosur harga beton Jayamix)
- Beton (k-250) =  $1,03 \text{ m}^3 \times \text{Rp } 810.000,- / \text{m}^3$   
= Rp 834.300,-

Maka total biaya bahan untuk pekerjaan Pembesian balok adalah Rp 834.300,-

- Biaya alat untuk pekerjaan pembesian balok adalah :
- Concrete pump =  $0,6306 \times \text{Rp } 800.000,-$   
= Rp 504.467,-

Maka total biaya alat untuk pekerjaan Pembesian balok adalah Rp 504.467

### **Biaya total**

= biaya upah tenaga kerja + biaya bahan + biaya alt  
= Rp 33.868,- + Rp 834.300,- + Rp 504.467  
= Rp 1.372.634,-

**Biaya per satuan** = Rp 877.124,-

### **7.3.1.12 Bongkar Bekisting Kolom Lantai LG 3 Zona 1**

Volume =  $375,54 \text{ m}^2$

Berdasarkan tabel 2.10 untuk pekerjaan membongkar dan membersihkan bekisting kolom didapatkan kapasitas produksi tenaga kerja tiap  $10 \text{ m}^2$  adalah

$$\begin{aligned} - \text{ Membongkar} &= \frac{2 \text{ jam} + 4 \text{ jam}}{2} / 10 \text{ m}^2 \\ &= 3 \text{ jam} / 10 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Kebutuhan tenaga kerja dalam pelaksanaan :

- Jam bekerja 1 hari = 8 jam /hari
- Jumlah tenaga kerja = 2 grup ( 1 grup = 3 tukang 3 pembantu tukang kayu dan 3 buruh)
- Maka dalam 2 grup membutuhkan 6 tukang kayu sedangkan untuk keperluan 1 mandor membawahi 20 tukang
- Keperluan mandor 1 mandor

#### **Kebutuhan jam kerja dalam pelaksanaan :**

$$\begin{aligned} - \text{ Membongkar} &= \frac{\text{Luas Bekisting}}{10 \text{ m}^2} \\ &= \frac{375,54 \text{ m}^2}{10 \text{ m}^2} \times 3 \text{ jam} \\ &= 112,662 \text{ jam} \\ \text{Untuk 1 grup pekerja} &= \frac{112,662 \text{ jam}}{8 \text{ jam/hari}} \\ &= 14,08 \text{ hari} \\ \text{Maka 2 grup pekerja} &= \frac{14,08 \text{ hari}}{2} \\ &= 7,04 \text{ hari} \end{aligned}$$

Jadi, waktu yang diperlukan untuk membongkar bekisting kolom lantai LG 3 zona 1 membutuhkan waktu 7,04 hari.

#### **Perkiraan Biaya :**

Sehingga harga upah dan material untuk pekerjaan ini adalah :

$$\begin{aligned} - \text{ Mandor} &= \text{Rp.}158.000 \times 1 \text{ orang} &&= \text{Rp } 158.000 \\ - \text{ Tukang besi} &= \text{Rp.}121.000 \times 3 \text{ orang} &&= \text{Rp } 363.000 \\ - \text{ Pekerja} &= \text{Rp.}110.000 \times 6 \text{ orang} &&= \text{Rp } 660.000 \\ \text{Total per hari} &&&= \text{Rp } 1.121.000 \end{aligned}$$

Maka total biaya upah tenaga kerja untuk pekerjaan bekisting balok lantai LG 3 zona 1 adalah Rp 41.021,-  
**Biaya per satuan** = Rp 41.021,-

## 7.4 Pekerjaan Tangga

### 7.5.1 Pemasangan Bekisting Tangga

Data

Luas bekisting tangga lt 1 = 20,24 m<sup>2</sup>

Berdasarkan tabel 2.20 untuk pekerjaan bekisting tangga didapatkan kapasitas produksi tenaga kerja tiap luas cetakan 10 m<sup>2</sup> adalah

- Menyetel 
$$= \frac{6 \text{ jam} + 12 \text{ jam}}{2} / 10 \text{ m}^2$$
  

$$= 9 \text{ jam} / 10 \text{ m}^2$$
- Memasang 
$$= \frac{4 \text{ jam} + 8 \text{ jam}}{2} / 10 \text{ m}^2$$
  

$$= 6 \text{ jam} / 10 \text{ m}^2$$

#### **Kebutuhan tenaga kerja dalam pelaksanaan :**

- Dengan jam kerja = 8 jam/hari
- Jumlah pekerja = 2 grup ( 1 grup = 1 mandor, 3 tukang kayu, 3 pembantu tukang kayu dan 3 pekerja )
- Maka dalam 2 grup membutuhkan 6 tukang kayu, sedangkan untuk keperluan 1 mandor membawahi 20 tukang
- Keperluan mandor =  $6/20 = 0,3$  mandor

#### **Kebutuhan jam kerja dalam pelaksanaan :**

- Menyetel 
$$= \frac{\text{Luas Bekisting}}{10 \text{ m}^2} \times \text{Kep. Jam}$$
  

$$= \frac{20,24 \text{ m}^2}{10 \text{ m}^2} \times 9 \text{ jam}$$
  

$$= 18 \text{ jam}$$
- Memasang 
$$= \frac{\text{Luas Bekisting}}{10 \text{ m}^2} \times \text{Kep. Jam}$$



$$\begin{aligned}
 &= \frac{20,24 \text{ m}^2}{10 \text{ m}^2} \times 6 \text{ jam} \\
 &= 12 \text{ jam} \\
 \text{Total waktu} &= \text{Menyetel} + \text{Memasang} \\
 &= 18 \text{ jam} + 12 \text{ jam} \\
 &= 30 \text{ jam} \\
 \text{Untuk 1 grup pekerja} &= \frac{30 \text{ jam}}{8 \text{ jam/hari}} \\
 &= 3 \text{ hari} \\
 \text{Maka untuk 2 grup pekerja} &= \frac{3 \text{ hari}}{2} \\
 &= 1,5 \text{ hari}
 \end{aligned}$$

Jadi, waktu yang diperlukan untuk pemasangan bekisting tangga lift membutuhkan waktu pelaksanaan 2 hari.

### **Perkiraan Biaya :**

Sehingga harga upah dan material untuk pekerjaan ini adalah :

- Mandor = Rp.158.000 x 1 orang = Rp 158.000
- Tukang besi = Rp.121.000 x 3 orang = Rp 363.000
- Pekerja = Rp.110.000 x 6 orang = Rp 660.000
- Total per hari = Rp 1.121.000

Maka total biaya upah tenaga kerja untuk pekerjaan bekisting tangga lantai LG 3 zona 1 adalah Rp 89.231,-

- Biaya bahan untuk pekerjaan bekisting tangga adalah :
  - Kayu meranti =  $0,044 \text{ m}^3 \times \text{Rp } 3.350.400,-$   
= Rp147.418,-
  - Paku =  $0,273 \text{ kg} \times \text{Rp } 19.800,-$   
= Rp 5.405,-
  - Minyak bekisting =  $0,2 \text{ liter} \times \text{Rp } 29.600,-$   
= Rp 5.920,-

Maka total biaya bahan untuk pekerjaan bekisting adalah Rp 158.743,-

### **Biaya total**

$$\begin{aligned}
 &= \text{biaya upah tenaga kerja} + \text{biaya bahan} \\
 &= \text{Rp } 1.121.000 + \text{Rp } 158.743 \\
 &= \text{Rp } 1.274.743
 \end{aligned}$$

**Biaya per satuan** = Rp 63.700

### 7.5.2 Pembesian Tangga

Berdasarkan lampiran didapatkan :

#### Data

Volume = 101 kg

#### Kebutuhan tenaga kerja dalam pelaksanaan :

- Jam bekerja 1 hari = 8 jam/hari
- Rencana Pekerja = 1 grup ( 1 grup = 3 tukang pembesian)
- Maka dalam 1 grup membutuhkan 3 tukang pembesian, sedangkan untuk keperluan 1 mandor membawahi 20 tukang

#### Kebutuhan jam kerja dalam pelaksanaan :

- Pemotongan
  - Tipe lt dasar (1) =  $\frac{40}{100} \times 2 \text{ jam} = 0,8 \text{ jam}$
  - Tipe lt dasar (2) =  $\frac{40}{100} \times 2 \text{ jam} = 0,8 \text{ jam}$
  - Total pemotongan = 1,6 jam
- Pebengkokan
  - Tipe lt dasar (1) =  $\frac{196}{100} \times 1,15 \text{ jam} = 2,3 \text{ jam}$
  - Tipe lt dasar (2) =  $\frac{196}{100} \times 1,15 \text{ jam} = 2,3 \text{ jam}$
  - Total Pebengkokan = 23 Jam-0ppppp[‘\_?’
- Pemasangan
  - Tipe lt dasar (1) =  $\frac{66}{100} \times 4,75 \text{ jam} = 3,135 \text{ jam}$
  - Tipe lt dasar (2) =  $\frac{66}{100} \times 4,75 \text{ jam} = 3,135 \text{ jam}$
  - Total Pemasangan = 26,75 Jam

Waktu yang dibutuhkan 2 grup tenaga kerja untuk pekerjaan pembesian:

- Pemotongan
  - =  $\frac{(11,28) \text{ jam}}{8 \text{ jam/hari} \times 1 \text{ Grup}} = 1,41 \text{ hari}$

- Pembengkokan  

$$= \frac{(23) \text{ jam}}{8 \text{ jam/hari} \times 1 \text{ Grup}} = 2,87 \text{ hari}$$
  - Pemasangan  

$$= \frac{(26,75) \text{ jam}}{8 \text{ jam/hari} \times 1 \text{ grup}} = 3,34 \text{ hari}$$
- Total hari  $= 7,62 \text{ hari}$   
 $\approx 8 \text{ hari}$

Jadi, pekerjaan penulangan tangga lift membutuhkan waktu 8 hari.

#### **Perkiraan Biaya :**

Sehingga harga upah dan material untuk pekerjaan ini adalah :

- Mandor = Rp.158.000 x 1 orang = Rp 158.000
- Tukang besi = Rp.121.000 x 3 orang = Rp 363.000
- Pekerja = Rp.110.000 x 6 orang = Rp 660.000
- Total per hari = Rp 1.121.000

Maka total biaya upah tenaga kerja untuk pekerjaan pembesian plat lantai LG 3 zona 1 adalah Rp 1.121.000

- Biaya bahan untuk pekerjaan pembesian balok adalah :
  - Besi = 1,05 kg x Rp 12.500  
= Rp 13.125,-
  - Bendrat = 0,15 x Rp 25.500,-  
= Rp 383,-

Maka total biaya bahan untuk pekerjaan Pembesian balok adalah Rp 13.508,-

#### **Biaya total**

- = biaya upah tenaga kerja + biaya bahan
- = Rp 1.223,-Rp 13.508,-
- = Rp 14.731,-

**Biaya per satuan** = Rp 20.139,-

### **7.5.3 Pengecoran Tangga**

Data :

Volume Beton = 17,5 m<sup>3</sup>

keperluan jam kerja untuk pengecoran tangga dengan diambil nilai rata-rata yaitu  $5,90 \text{ m}^3/\text{jam}$ .

**Keperluan tenaga kerja dalam pelaksanaan :**

- Jam kerja 1 hari = 8 jam/hari
- Jumlah tenaga kerja = 1 grup yang terdiri dari 1 mandor, 20 pekerja / buruh.

**Kebutuhan jam kerja dalam pelaksanaan :**

$$\begin{aligned} \text{Durasi pengecoran} &= \frac{\text{Volume (m3)}}{\text{keperluan jam kerja}} \\ &= \frac{17,5 \text{ m3}}{5,90 \text{ m3/jam}} \\ &= 2,9 \text{ jam} \\ &\approx 3 \text{ jam} \end{aligned}$$

Maka waktu yang dibutuhkan untuk pengecoran tangga adalah 3 jam.

**Perkiraan Biaya :**

Sehingga harga upah dan material untuk pekerjaan ini adalah :

- Biaya upah 1 grup tenaga kerja :
    - Mandor =  $\text{Rp.}158.000 \times 1 \text{ orang} = \text{Rp } 158.000$
    - Tukang besi =  $\text{Rp.}121.000 \times 3 \text{ orang} = \text{Rp } 363.000$
    - Pekerja =  $\text{Rp.}110.000 \times 6 \text{ orang} = \text{Rp } 660.000$
- Total per hari =  $\text{Rp } 1.121.000$

Maka total biaya upah tenaga kerja untuk pekerjaan pengecoran adalah  $\text{Rp}13,811,-$

- Biaya bahan untuk pekerjaan pembesian balok adalah : (brosur harga beton Jayamix)
  - Beton (k-300) =  $17,5$
  - $\text{m}^3 \times \text{Rp } 810.000,- / \text{m}^3 = \text{Rp } 834.300,-$

Maka total biaya bahan untuk pekerjaan Pembesian balok adalah Rp 834.300,-

- Biaya alat untuk pekerjaan pembesian balok adalah :
  - Concrete pump = 0,1058 x Rp 800.000,-
  - = Rp 84.675,-

Maka total biaya alat untuk pekerjaan Pembesian balok adalah Rp 84.675,-

**Biaya total**

= biaya upah tenaga kerja + biaya bahan + biaya alat  
 = Rp13,811 + Rp 834.300,- + Rp 84.675,-  
 = Rp 953.083,-

**Biaya per satuan** = Rp 953.083,-

#### 7.5.4 Bongkar Bekisting Tangga

Luas bekisting tangga = 95,9 m<sup>2</sup>

Berdasarkan tabel 2.20 untuk pekerjaan membongkar dan membersihkan bekisting balok didapatkan kapasitas produksi tenaga kerja tiap 10 m<sup>2</sup> adalah

$$\begin{aligned} \text{- Membongkar} &= \frac{3 \text{ jam} + 5 \text{ jam}}{2} \\ &= 4 \text{ jam} \end{aligned}$$

**Kebutuhan tenaga kerja dalam pelaksanaan :**

- Jam bekerja 1 hari = 8 jam /hari
- Jumlah pekerja = 2 grup ( 1 grup = 3 tukang 3 pembantu tukang kayu dan 3 buruh)
- Maka dalam 2 grup membutuhkan 6 tukang kayu, sedangkan untuk keperluan 1 mandor membawahi 20 tukang
- Keperluan mandor = 6/20 = 0,3 mandor

**Kebutuhan jam kerja dalam pelaksanaan :**

$$\begin{aligned} \text{- Membongkar} &= \frac{\text{Luas Bekisting}}{10 \text{ m}^2} \times \text{kep. jam} = \\ &= \frac{95,9 \text{ m}^2}{10 \text{ m}^2} \times 4 \text{ jam} \\ &= 38,36 \text{ jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Untuk 1 grup pekerja} &= \frac{38,36 \text{ jam}}{8 \text{ jam/hari}} \\
 &= 4,8 \text{ hari} \\
 \text{Maka untuk 2 grup pekerja} &= \frac{4,8 \text{ hari}}{2} \\
 &= 2,4 \text{ hari}
 \end{aligned}$$

Jadi, pembongkaran bekisting tangga lift membutuhkan waktu pelaksanaan 2,4 hari.

### **Perkiraan Biaya :**

Sehingga harga upah dan material untuk pekerjaan ini adalah :

- Mandor = Rp.158.000 x 1 orang = Rp 158.000
- Tukang besi = Rp.121.000 x 3 orang = Rp 363.000
- Pekerja = Rp.110.000 x 6 orang = Rp 660.000
- Total per hari = Rp 1.121.000

Maka total biaya upah tenaga kerja untuk pekerjaan bekisting balok lantai 5 zona 1 adalah Rp 40.751,-

**Biaya per satuan** = Rp 40.751,-

## BAB VIII KESIMPULAN DAN SARAN

### 8.1 Kesimpulan

Dari uraian dan pembahasan laporan tugas akhir ini dapat diberikan kesimpulan :

1. Untuk mengetahui perencanaan precast *half slab* dihitung dengan cara 3 kondisi yaitu pada saat pengangkatan, kondisi sebelum komposit dan setelah komposit, yang nantinya tulangan yang digunakan dalam perencanaan *half slab precast* ini adalah setelah komposit. sehingga didapatkan tulangan yang dipakai adalah  $\varnothing 12$  jarak 150 cm.
2. Metode pelaksanaan *half slab precast* ini yaitu pengiriman dari pabrik ke lokasi proyek menggunakan truck, penumpukan *half slab precast* di lokasi proyek, lalu pemasangan *half slab precast* menggunakan *tower crane*.
3. Waktu yang diperlukan untuk pelaksanaan Hotel Volendam Rotterdam dengan metode *half slab precast* ini adalah 365 hari dengan diambil hari kerja Senin sampai Sabtu dengan jam kerja 7 jam sehari.
4. Biaya pelaksanaan yang dibutuhkan untuk Merencanakan *half slab Precast* adalah Rp. 14.574.126.695 (Empat Belas Milyar Lima Ratus Tujuh Puluh Empat Juta Seratus Dua Puluh Enam Ribu Enam Ratus Sembilan Puluh Lima Rupiah).

### 8.2 Saran

Didalam penentuan perencanaan *Half Slab Precast* perlu diadakan kecermatan berhitung, dengan adanya sumber pengalaman kontraktor dan pengamatan langsung di lapangan. Dengan demikian, penulis memandang perlu ada pengamatan dan perekaman data langsung di lapangan pada produktifitas pekerjaan *Half Slab Precast* ini berdasarkan pengalaman

kontraktor karena setiap pekerja sebenarnya memiliki produktifitas masing masing yang tidak sama.



## DAFTAR PUSTAKA

PT.PP (Persero). 2003. Buku Referensi Untuk Kontraktor Bangunan Gedung Dan Sipil. Jakarta : PT. Gramedia Pustaka Utama

Soedrajat. 1984. Analisa (cara modern) Anggaran Biaya Pelaksanaan. Bandung: Nova.

Rochmanhadi. (1987). Kapaitas dan Produksi Alat – alat Berat. Semarang: Badan Penerbit Pekerjaan Umum.

Fatena, Susy. 2002. Alat Berat untuk Proyek Konstruksi. Jakarta: PT. Rineka Cipta.

Badan Standarisasi Nasional. 2012. Tata Cara Perancangan Beton Pracetak dan Beton Prategang untuk Bangunan Gedung (SNI 7833 : 2012).

**DAFTAR PUSTAKA**

PT.PP (Persero). 2003. Buku Referensi Untuk Kontraktor Bangunan Gedung Dan Sipil. Jakarta : PT. Gramedia Pustaka Utama

Soedrajat. 1984. Analisa (cara modern) Anggaran Biaya Pelaksanaan. Bandung: Nova.

Rochmanhadi. (1987). Kapaitas dan Produksi Alat – alat Berat. Semarang: Badan Penerbit Pekerjaan Umum.

Fatena, Susy. 2002. Alat Berat untuk Proyek Konstruksi. Jakarta: PT. Rineka Cipta.

Badan Standarisasi Nasional. 2012. Tata Cara Perancangan Beton Pracetak dan Beton Prategang untuk Bangunan Gedung (SNI 7833 : 2012).

## BIODATA PENULIS



### **Aping Nurfitri Rahma**

Penulis dilahirkan di Lamongan, 27 Desember 1996, merupakan anak kedua dari 2 bersaudara. Penulis telah menempuh pendidikan formal di TK Pertiwi, SD Negeri 1 Kembangbahu 2, SMP Negeri 1 Kembangbahu, SMA Negeri 2 Lamongan. Setelah lulus dari SMA Negeri 2 Lamongan tahun 2014, Diploma III Teknik Infrastruktur Sipil ITS tahun 2017, sebelum Penulis

mengikuti ujian masuk Lanjut Jenjang Diploma IV Teknik Infrastruktur Sipil ITS pada tahun 2018 dan terdaftar dengan NRP 10111.815.000.018. Penulis sempat bekerja selama setahun di Jakarta dan Surabaya sebagai Quality Control. Di program studi Lanjut Jenjang Diploma IV Teknik Infrastruktur Sipil ini penulis mengambil bidang studi Bangunan Gedung.

## UCAPAN TERIMA KASIH

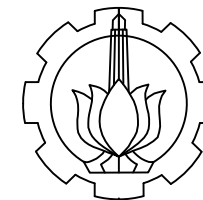
Dalam kesempatan ini, saya Aping Nurfitri Rahma mengucapkan terimakasih kepada :

1. Allah SWT yang telah memberikan karunia-Nya, sehingga tugas akhir terapan ini dapat terselesaikan, walaupun selama penyelesaian tugas akhir terapan mengalami hambatan dan rintangan yang menghadang.
2. Orang tua dan keluarga yang telah memberikan do'a, dukungan moral dan material, sehingga bisa menyelesaikan tugas akhir terapan ini.
3. Dosen pembimbing bapak R. Buyung A. E ST, MT. yang telah membimbing dalam pengerjaan tugas akhir terapan dengan sebaik-baiknya.
4. Seluruh dosen dan karyawan di kampus ITS Manyar yang telah memberikan pendidikan dan bimbingan serta motivasi selama saya belajar di kampus ini.
5. Adel yang membantu ku dalam mengatur halaman dan lain lainya, dan yang selalu mendengarkan cerita ku.
6. Maktin, mbak Ton serta tante Ifa dan om Sugeng yang selalu siap menampungku di rumahnya untuk mengerjakan tugas akhir ini. Dan membantu banyak hal dalam tugas akhir ini .
7. Arini dan Nia yang selalu ngajak mengerjakan tugas akhir diluar sambil nongkrong dan akhirnya malah diskusi tentang liburan sebenarnya hanya rencana , dan akhirnya jadi berangkat ke Bali hahahah memang dasar kalian berdua.
8. My girls Yuyun, Shafira, Yus, Maktin, Adel, Arini, Nia terima kasih banyak telah menemani setahun ku dengan

banyak cerita canda, sedih, susah. Kalian yang membuat hidupku berwarna.

9. Imey yang ada disaat yang tepat , terima kasih banyak.
10. Icco juga terima kasih banyak telah membantu ku.
11. Pak Hely selaku Projeck Manager proyek yang memperbolehkan saya melanjutkan kuliah sambil kerja.
12. Mbak Tika, mbak Ledy, mbak Nisa, mbak Fryska dan seluruh staff proyek terima kasih banyak telah mendukung ku menyelesaikan perkuliah ini.
13. Teman-teman LJ DIV tahun 2018, dan teman-teman sepebimbingan yang telah memberikan semangat, perhatian dan dukungan selama penyusunan tugas akhir terapan ini.

Teman-teman diluar kampus ITS yang telah memberikan semangat, motivasi dan do'a selama penyusunan tugas akhir terapan ini.



**INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH  
NOPEMBER**  
 FAKULTAS VOKASI  
 DEPARTEMEN TEKNIK  
 INFRASTRUKTUR SIPIL  
 PROGRAM D-IV TEKNIK SIPIL

**JUDUL TUGAS AKHIR TERAPAN**

**PERHITUNGAN RENCANA  
PENJADWALAN WAKTU DAN  
BIAYA PELAKSANAAN PEKERJAAN  
BETON PADA STRUKTUR UTAMA  
DENGAN METODE HALF SLAB  
PADA HOTEL VOLENDAM  
ROTTERDAM MALANG**

**DOSEN PEMBIMBING**

Raden Buyung Anugraha Affandhie  
 , ST. MT

NIP. 19740203 200212 1 002

**NAMA MAHASISWA**

Aping Nurfitri Rahma  
 NRP. 10111815000018

**JUDUL GAMBAR**

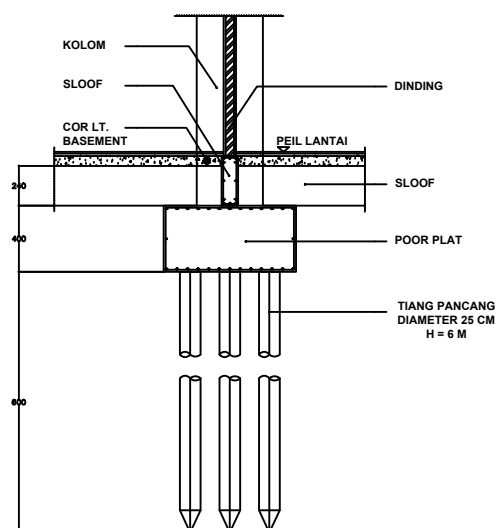
**KETERANGAN**

Fungsi Bangunan : Hotel  
 Lokasi Bangunan : Malang  
 Kondisi Tanah : Tanah Lunak

Mutu bahan  
 - Baja tulangan lentur  $f_y$  (Mpa)  
 : 400  
 - Baja tulangan geser  $f_y$  (Mpa)  
 : 240  
 - Beton  $f'_c$  (Mpa)  
 : 25

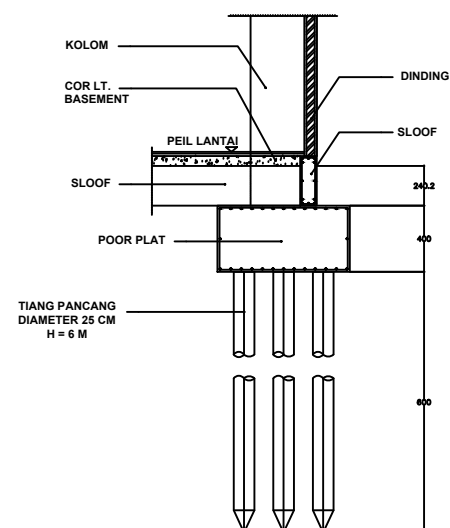
**KODE GAMBAR**      **SKALA**

**NO. LEMBAR**      **JUMLAH LEMBAR**



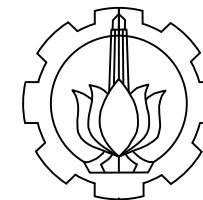
**DETAIL PRINSIP  
POSISI SLOOF & POOR PLAT**

**( POSISI TENGAH )**



**DETAIL PRINSIP  
POSISI SLOOF & POOR PLAT**

**( POSISI TEPI )**



**INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER**  
 FAKULTAS VOKASI  
 DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
 PROGRAM D-IV TEKNIK SIPIL

**JUDUL TUGAS AKHIR TERAPAN**

**PERHITUNGAN RENCANA PENJADWALAN WAKTU DAN BIAYA PELAKSANAAN PEKERJAAN BETON PADA STRUKTUR UTAMA DENGAN METODE HALF SLAB PADA HOTEL VOLENDAM ROTTERDAM MALANG**

**DOSEN PEMBIMBING**

Raden Buyung Anugraha Affandhie, ST. MT  
 NIP. 19740203 200212 1 002

**NAMA MAHASISWA**

Aping Nurfitri Rahma  
 NRP. 10111815000018

**JUDUL GAMBAR**

**KETERANGAN**

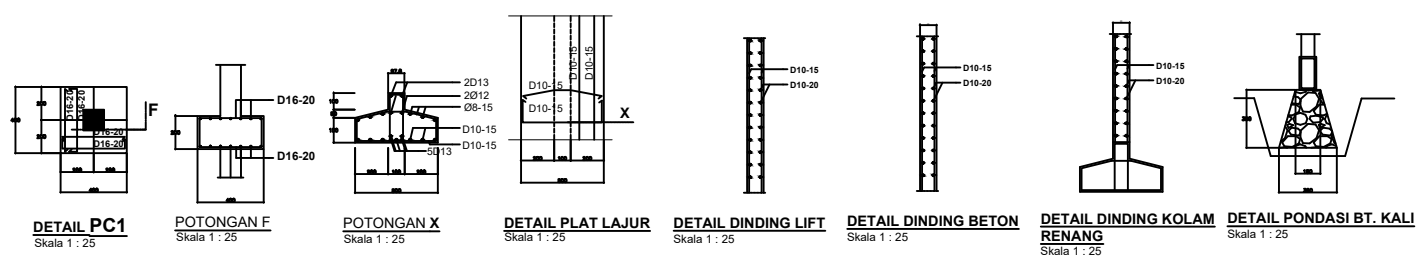
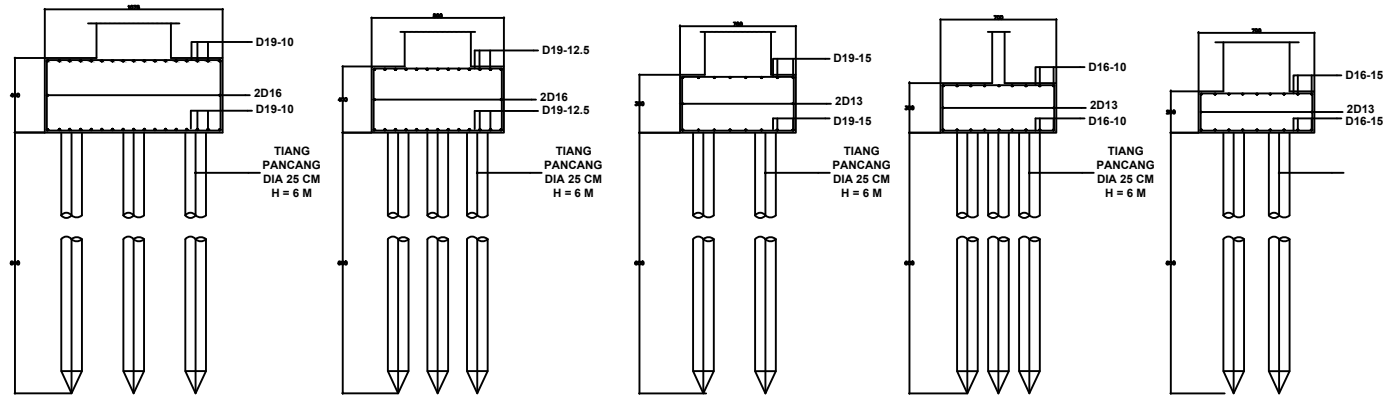
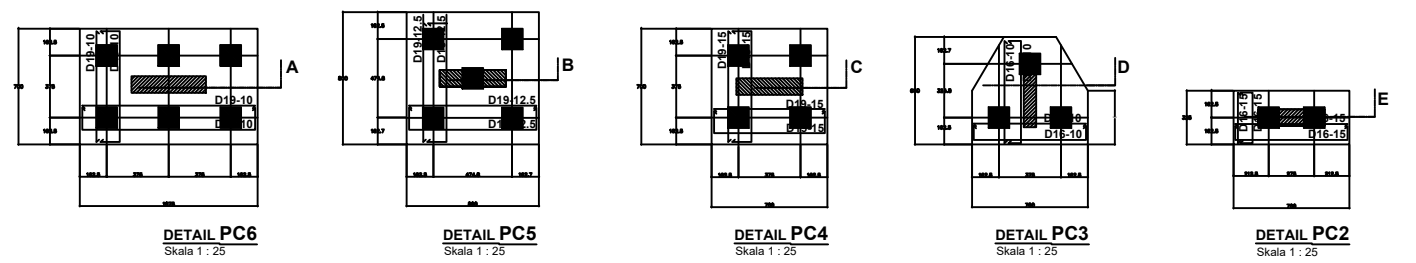
Fungsi Bangunan : Hotel  
 Lokasi Bangunan : Malang  
 Kondisi Tanah : Tanah Lunak  
  
 Mutu bahan  
 - Baja tulangan lentur  $f_y$  (Mpa) : 400  
 - Baja tulangan geser  $f_y$  (Mpa) : 240  
 - Beton  $f'_c$  (Mpa) : 25

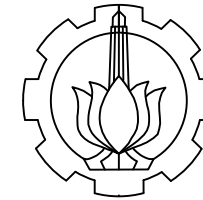
**KODE GAMBAR**

KODE GAMBAR	SKALA

**NO. LEMBAR**

NO. LEMBAR	JUMLAH LEMBAR





**INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH  
NOPEMBER**  
 FAKULTAS VOKASI  
 DEPARTEMEN TEKNIK  
 INFRASTRUKTUR SIPIL  
 PROGRAM D-IV TEKNIK SIPIL

**JUDUL TUGAS AKHIR TERAPAN**

**PERHITUNGAN RENCANA  
PENJADWALAN WAKTU DAN  
BIAYA PELAKSANAAN PEKERJAAN  
BETON PADA STRUKTUR UTAMA  
DENGAN METODE HALF SLAB  
PADA HOTEL VOLENDAM  
ROTTERDAM MALANG**

**DOSEN PEMBIMBING**

**Raden Buyung Anugraha Affandhie  
. ST. MT**

**NIP. 19740203 200212 1 002**

**NAMA MAHASISWA**

**Aping Nurfitri Rahma  
NRP. 10111815000018**

**JUDUL GAMBAR**

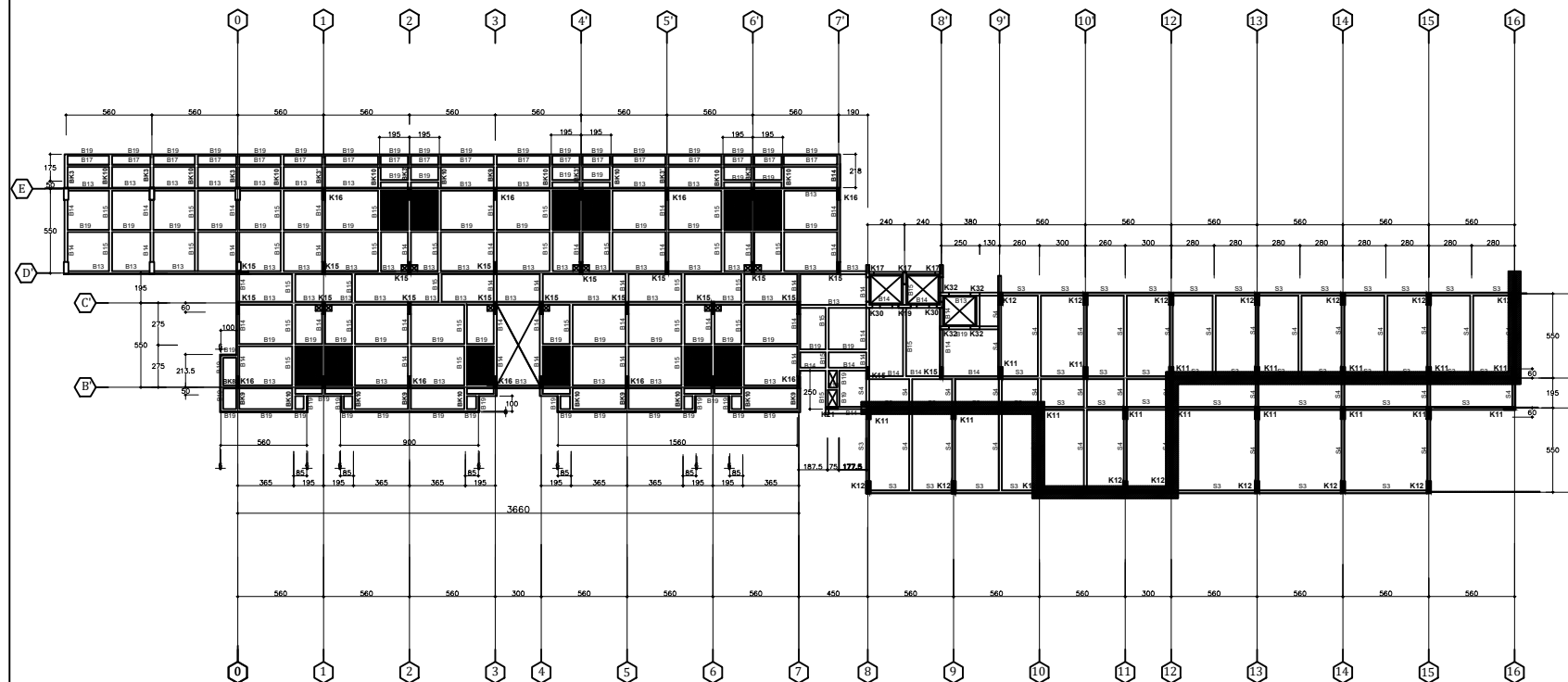
**KETERANGAN**

Fungsi Bangunan : Hotel  
 Lokasi Bangunan : Malang  
 Kondisi Tanah : Tanah Lunak

Mutu bahan  
 - Baja tulangan lentur  $f_y$  (Mpa) : 400  
 - Baja tulangan geser  $f_y$  (Mpa) : 240  
 - Beton  $f'_c$  (Mpa) : 25

**KODE GAMBAR**      **SKALA**

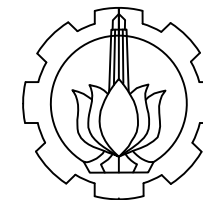
**NO. LEMBAR**      **JUMLAH LEMBAR**



**RENCANA PLAT LAJUR, SLOOF, BALOK & KOLOM  
VOLENDAM & ROTTERDAM LT. LG.3**

SKALA 1 : 150





INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH  
NOPEMBER  
FAKULTAS VOKASI  
DEPARTEMEN TEKNIK  
INFRASTRUKTUR SIPIL  
PROGRAM D-IV TEKNIK SIPIL

JUDUL TUGAS AKHIR TERAPAN

PERHITUNGAN RENCANA  
PENJADWALAN WAKTU DAN  
BIAYA PELAKSANAAN PEKERJAAN  
BETON PADA STRUKTUR UTAMA  
DENGAN METODE HALF SLAB  
PADA HOTEL VOLENDAM  
ROTTERDAM MALANG

DOSEN PEMBIMBING

Raden Buyung Anugraha Affandhie  
ST. MT

NIP. 19740203 200212 1 002

NAMA MAHASISWA

Aping Nurfitri Rahma  
NRP. 10111815000018

JUDUL GAMBAR

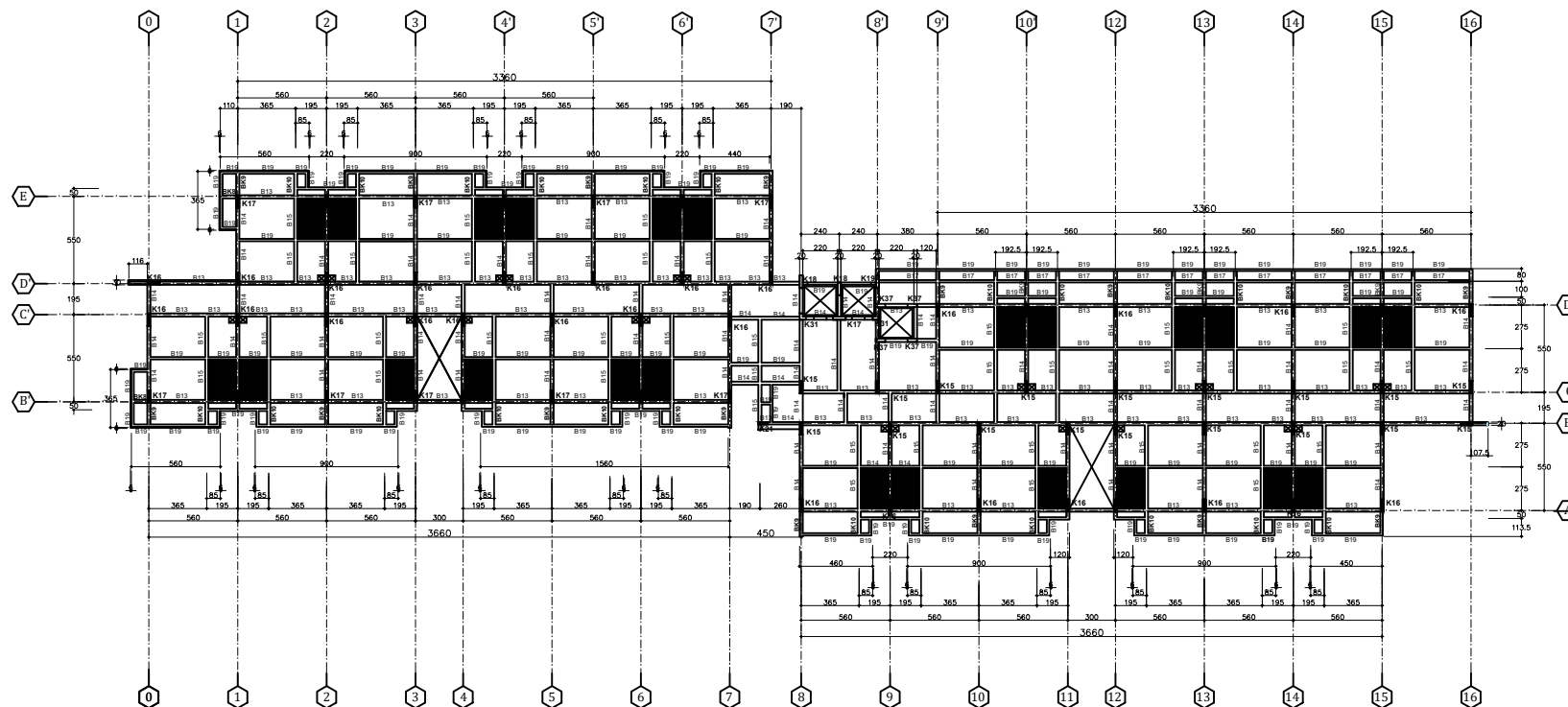
KETERANGAN

Fungsi Bangunan : Hotel  
Lokasi Bangunan : Malang  
Kondisi Tanah : Tanah Lunak

Mutu bahan  
- Baja tulangan lentur  $f_y$  (Mpa) : 400  
- Baja tulangan geser  $f_y$  (Mpa) : 240  
- Beton  $f'_c$  (Mpa) : 25

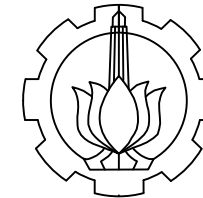
KODE GAMBAR SKALA

NO. LEMBAR JUMLAH LEMBAR



**RENCANA BALOK & KOLOM LANTAI LG. 2 - LANTAI 3  
VOLENDAM - ROTTERDAM**

SKALA 1 : 150



**INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH  
NOPEMBER**  
 FAKULTAS VOKASI  
 DEPARTEMEN TEKNIK  
 INFRASTRUKTUR SIPIL  
 PROGRAM D-IV TEKNIK SIPIL

**JUDUL TUGAS AKHIR TERAPAN**

**PERHITUNGAN RENCANA  
PENJADWALAN WAKTU DAN  
BIAYA PELAKSANAAN PEKERJAAN  
BETON PADA STRUKTUR UTAMA  
DENGAN METODE HALF SLAB  
PADA HOTEL VOLENDAM  
ROTTERDAM MALANG**

**DOSEN PEMBIMBING**

**Raden Buyung Anugraha Affandhie  
ST. MT**

**NIP. 19740203 200212 1 002**

**NAMA MAHASISWA**

**Aping Nurfitri Rahma  
NRP. 10111815000018**

**JUDUL GAMBAR**

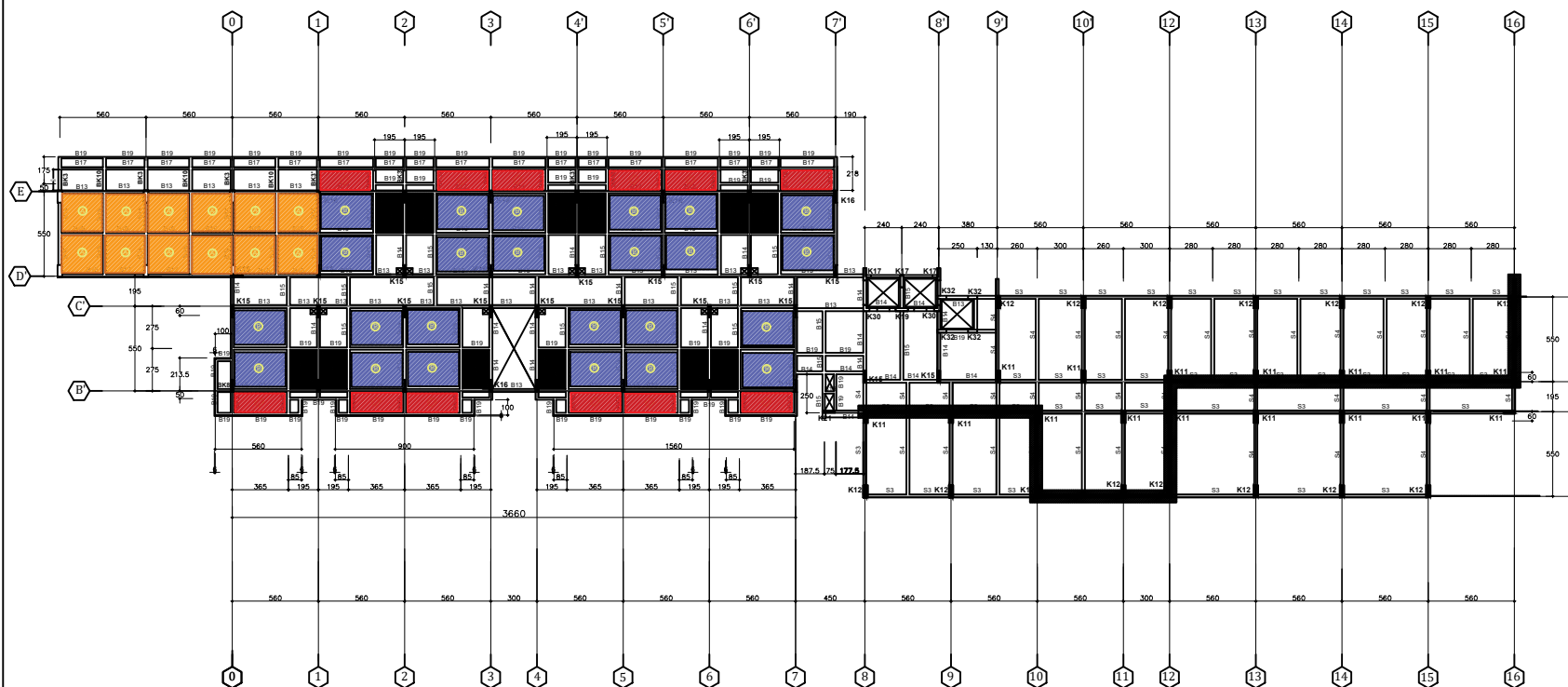
**KETERANGAN**

Fungsi Bangunan : Hotel  
 Lokasi Bangunan : Malang  
 Kondisi Tanah : Tanah Lunak

Mutu bahan  
 - Baja tulangan lentur  $f_y$  (Mpa) : 400  
 - Baja tulangan geser  $f_y$  (Mpa) : 240  
 - Beton  $f'_c$  (Mpa) : 25

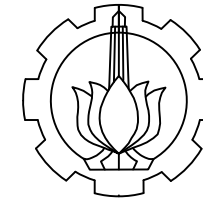
**KODE GAMBAR**      **SKALA**

**NO. LEMBAR**      **JUMLAH LEMBAR**



**RENCANA PLAT LAJUR, SLOOF, BALOK & KOLOM  
VOLENDAM & ROTTERDAM LT. LG.3**

SKALA 1 : 150



**INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH  
NOPEMBER**  
 FAKULTAS VOKASI  
 DEPARTEMEN TEKNIK  
 INFRASTRUKTUR SIPIL  
 PROGRAM D-IV TEKNIK SIPIL

**JUDUL TUGAS AKHIR TERAPAN**

**PERHITUNGAN RENCANA  
PENJADWALAN WAKTU DAN  
BIAYA PELAKSANAAN PEKERJAAN  
BETON PADA STRUKTUR UTAMA  
DENGAN METODE HALF SLAB  
PADA HOTEL VOLENDAM  
ROTTERDAM MALANG**

**DOSEN PEMBIMBING**

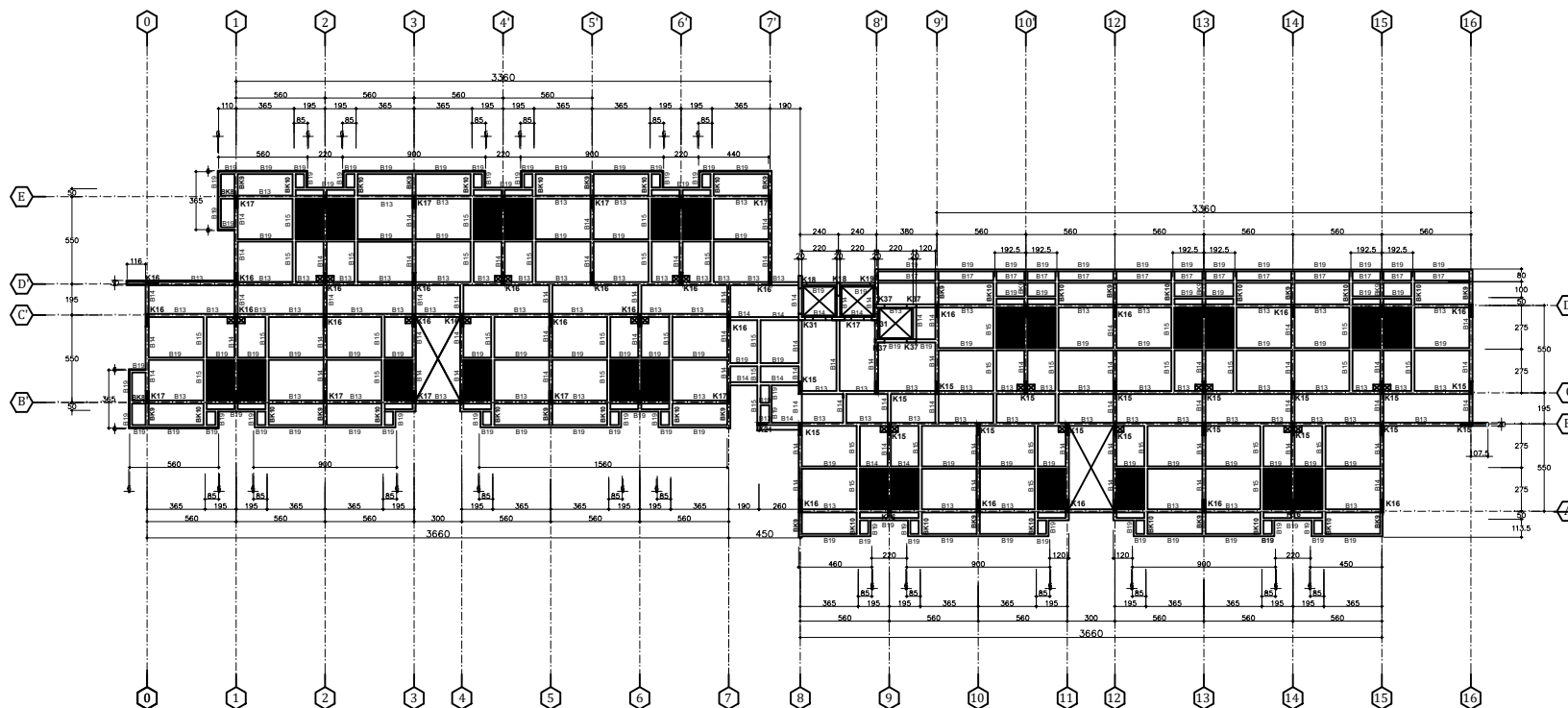
**Raden Buyung Anugraha Affandhie  
ST. MT**

**NIP. 19740203 200212 1 002**

**NAMA MAHASISWA**

**Aping Nurfitri Rahma  
NRP. 10111815000018**

**JUDUL GAMBAR**



**RENCANA BALOK & KOLOM LANTAI LG. 2  
VOLENDAM - ROTTERDAM**

SKALA 1 : 150

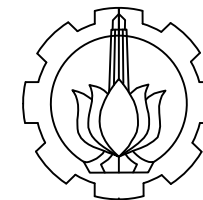
**KETERANGAN**

Fungsi Bangunan : Hotel  
 Lokasi Bangunan : Malang  
 Kondisi Tanah : Tanah Lunak

Mutu bahan  
 - Baja tulangan lentur fy (Mpa) : 400  
 - Baja tulangan geser fy (Mpa) : 240  
 - Beton f'c (Mpa) : 25

**KODE GAMBAR**      **SKALA**

**NO. LEMBAR**      **JUMLAH LEMBAR**



**INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH  
NOPEMBER**  
 FAKULTAS VOKASI  
 DEPARTEMEN TEKNIK  
 INFRASTRUKTUR SIPIL  
 PROGRAM D-IV TEKNIK SIPIL

**JUDUL TUGAS AKHIR TERAPAN**

**PERHITUNGAN RENCANA  
PENJADWALAN WAKTU DAN  
BIAYA PELAKSANAAN PEKERJAAN  
BETON PADA STRUKTUR UTAMA  
DENGAN METODE HALF SLAB  
PADA HOTEL VELODAM  
ROTTERDAM MALANG**

**DOSEN PEMBIMBING**

**Raden Buyung Anugraha Affandhie  
ST. MT**

**NIP. 19740203 200212 1 002**

**NAMA MAHASISWA**

**Aping Nurfitri Rahma  
NRP. 10111815000018**

**JUDUL GAMBAR**

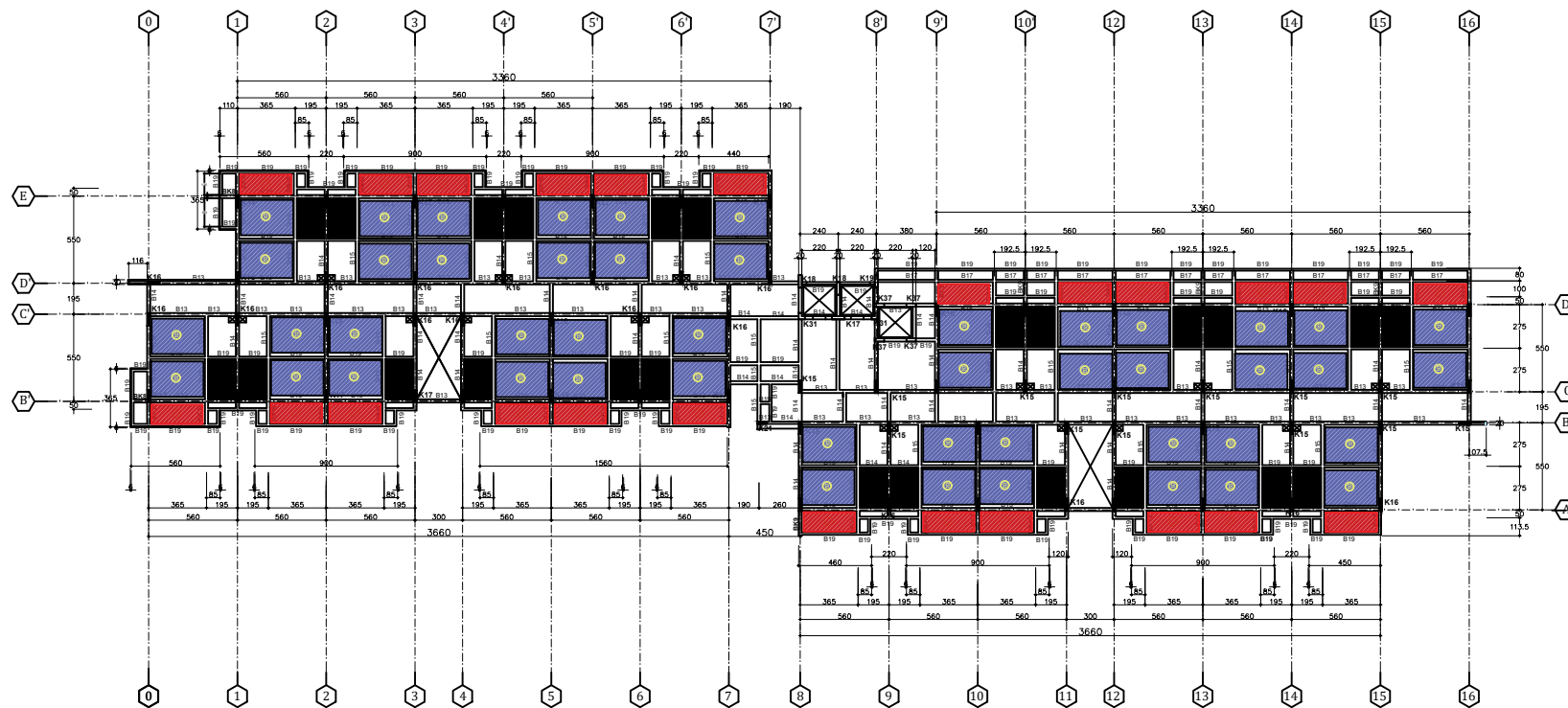
**KETERANGAN**

Fungsi Bangunan : Hotel  
 Lokasi Bangunan : Malang  
 Kondisi Tanah : Tanah Lunak

Mutu bahan  
 - Baja tulangan lentur fy (Mpa) : 400  
 - Baja tulangan geser fy (Mpa) : 240  
 - Beton f'c (Mpa) : 25

**KODE GAMBAR**      **SKALA**

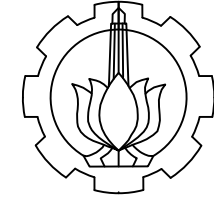
**NO. LEMBAR**      **JUMLAH LEMBAR**



**RENCANA PLAT PRECAST BALOK & KOLOM  
LANTAI LG. 2, LG. 1, LOBBY, LT. 1, LT. 2  
VELODAM - ROTTERDAM**

SKALA 1 : 150





INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH  
NOPEMBER  
FAKULTAS VOKASI  
DEPARTEMEN TEKNIK  
INFRASTRUKTUR SIPIL  
PROGRAM D-IV TEKNIK SIPIL

JUDUL TUGAS AKHIR TERAPAN

PERHITUNGAN RENCANA  
PENJADWALAN WAKTU DAN  
BIAYA PELAKSANAAN PEKERJAAN  
BETON PADA STRUKTUR UTAMA  
DENGAN METODE HALF SLAB  
PADA HOTEL VOLENDAM  
ROTTERDAM MALANG

DOSEN PEMBIMBING

Raden Buyung Anugraha Affandhie  
, ST. MT  
NIP. 19740203 200212 1 002

NAMA MAHASISWA

Aping Nurfitri Rahma  
NRP. 10111815000018

JUDUL GAMBAR

KETERANGAN

Fungsi Bangunan : Hotel  
Lokasi Bangunan : Malang  
Kondisi Tanah : Tanah Lunak

Mutu bahan  
- Baja tulangan lentur fy (Mpa)  
: 400  
- Baja tulangan geser fy (Mpa)  
: 240  
- Beton f'c (Mpa)  
: 25

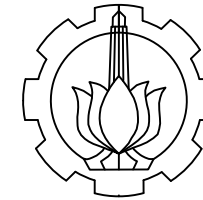
KODE GAMBAR

SKALA

NO. LEMBAR

JUMLAH LEMBAR

<b>KOLOM K1</b>	<b>KOLOM K2</b>	<b>KOLOM K3</b>	<b>KOLOM K4</b>	<b>KOLOM K5</b>	<b>KOLOM K6</b>	<b>KOLOM K7</b>	<b>KOLOM K8</b>	<b>KOLOM K9</b>
Dimensi 50 x 100	Dimensi 40 x 80	Dimensi 40 x 80	Dimensi 40 x 80	Dimensi 40 x 80	Dimensi 40 x 80	Dimensi 35 x 70	Dimensi 35 x 70	Dimensi 35 x 70
Tulangan 20 D19	Tulangan 18 D19	Tulangan 18 D19	Tulangan 14 D19	Tulangan 20 D16	Tulangan 18 D16	Tulangan 16 D16	Tulangan 16 D19	Tulangan 14 D19
Senggang D10-10/15	Senggang D10-10/15	Senggang D10-10/15	Senggang D10-10/15	Senggang D10-10/15	Senggang D10-10/15	Senggang D10-10/15	Senggang D10-10/15	Senggang D10-10/15
Beton K 300	Beton K 300	Beton K 300	Beton K 300	Beton K 300	Beton K 300	Beton K 300	Beton K 300	Beton K 300
<b>KOLOM K10</b>	<b>KOLOM K11</b>	<b>KOLOM K12</b>	<b>KOLOM K13</b>	<b>KOLOM K14</b>	<b>KOLOM K15</b>	<b>KOLOM K16</b>	<b>KOLOM K17</b>	<b>KOLOM K18</b>
Dimensi 35 x 70	Dimensi 30 x 80	Dimensi 30 x 80	Dimensi 30 x 60	Dimensi 30 x 60	Dimensi 20 x 80	Dimensi 20 x 80	Dimensi 20 x 80	Dimensi 20 x 80
Tulangan 14 D16	Tulangan 18 D19	Tulangan 16 D19	Tulangan 16 D16	Tulangan 14 D16	Tulangan 18 D19	Tulangan 16 D19	Tulangan 14 D19	Tulangan 16 D16
Senggang D10-10/15	Senggang D10-10/15	Senggang D10-10/15	Senggang D10-10/15	Senggang D10-10/15	Senggang D10-10/15	Senggang D10-10/15	Senggang D10-10/15	Senggang D10-10/15
Beton K 300	Beton K 300	Beton K 300	Beton K 300	Beton K 300	Beton K 300	Beton K 300	Beton K 300	Beton K 300
<b>KOLOM K19</b>	<b>KOLOM K20</b>	<b>KOLOM K21</b>	<b>KOLOM K22</b>	<b>KOLOM K23</b>	<b>KOLOM K24</b>	<b>KOLOM K25</b>	<b>KOLOM K26</b>	<b>KOLOM K27</b>
Dimensi 20 x 80	Dimensi 20 x 80	Dimensi 20 x 60	Dimensi 20 x 60	Dimensi 15 x 40	Dimensi 15 x 40	Dimensi 15 x 50	Dimensi 15 x 50	Dimensi 55 x 55
Tulangan 14 D16	Tulangan 12 D16	Tulangan 12 D16	Tulangan 10 D19	Tulangan 12 D13	Tulangan 10 D13	Tulangan 12 D16	Tulangan 10 D16	Tulangan 16 D19
Senggang D10-10/15	Senggang D10-10/15	Senggang D10-10/15	Senggang D10-10/15	Senggang D10-10/15	Senggang D10-10/15	Senggang D10-10/15	Senggang D10-10/15	Senggang D10-10/15
Beton K 300	Beton K 300	Beton K 300	Beton K 300	Beton K 300	Beton K 300	Beton K 300	Beton K 300	Beton K 300
<b>KOLOM K28</b>	<b>KOLOM K29</b>	<b>KOLOM K30</b>	<b>KOLOM K31</b>	<b>KOLOM K32</b>	<b>KOLOM K33</b>	<b>KOLOM K34</b>	<b>KOLOM K35</b>	<b>KOLOM K36</b>
Dimensi 55 x 55	Dimensi 55 x 55	Dimensi 2 X 20/40	Dimensi 2 X 20/40	Dimensi 2 X 20/40	Dimensi 2 X 20/40	Dimensi 2 X 20/40	Dimensi 30 X 30	Dimensi 40 X 65
Tulangan 14 D19	Tulangan 12 D19	Tulangan 16 D16	Tulangan 14 D16	Tulangan 12 D16	Tulangan 16 D13	Tulangan 12 D13	Tulangan 8 D13	Tulangan 8 D16
Senggang D10-10/15	Senggang D10-10/15	Senggang D10-10/15	Senggang D10-10/15	Senggang D10-10/15	Senggang D10-10/15	Senggang D10-10/15	Senggang D10-10/15	Senggang D10-10/15
Beton K 300	Beton K 300	Beton K 300	Beton K 300	Beton K 300	Beton K 300	Beton K 300	Beton K 300	Beton K 300
				TIPE BALOK POSISI 				
<b>KOLOM K37</b>	<b>KOLOM KB1</b>	<b>KOLOM KB2</b>	<b>KOLOM KB3</b>					
Dimensi 15 x 30	Dimensi D 70	Dimensi D 70	Dimensi D 70					
Tulangan 6 D13	Tulangan 20 D19	Tulangan 14 D19	Tulangan 18 D16					
Senggang D10-10/15	Senggang D10-10/15	Senggang D10-10/15	Senggang D10-10/15					
Beton K 300	Beton K 300	Beton K 300	Beton K 300					
				Senggang <b>D10 - 10</b> <b>D10 - 15</b> <b>D10 - 15</b>				
				Tulangan Atas <b>4D16</b> <b>2D16</b> <b>4D13</b>				
				Tulangan Samping <b>2D13</b> <b>2D13</b> -				
				Tulangan Bawah <b>2D16</b> <b>4D16</b> <b>2D13</b>				
				Mutu Beton    BETON K 300    K 300				



**INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH  
NOPEMBER**  
 FAKULTAS VOKASI  
 DEPARTEMEN TEKNIK  
 INFRASTRUKTUR SIPIL  
 PROGRAM D-IV TEKNIK SIPIL

**JUDUL TUGAS AKHIR TERAPAN**

**PERHITUNGAN RENCANA  
PENJADWALAN WAKTU DAN  
BIAYA PELAKSANAAN PEKERJAAN  
BETON PADA STRUKTUR UTAMA  
DENGAN METODE HALF SLAB  
PADA HOTEL VOLENDAM  
ROTTERDAM MALANG**

**DOSEN PEMBIMBING**

Raden Buyung Anugraha Affandhie  
 ST. MT  
 NIP. 19740203 200212 1 002

**NAMA MAHASISWA**

Aping Nurfitri Rahma  
 NRP. 10111815000018

**JUDUL GAMBAR**

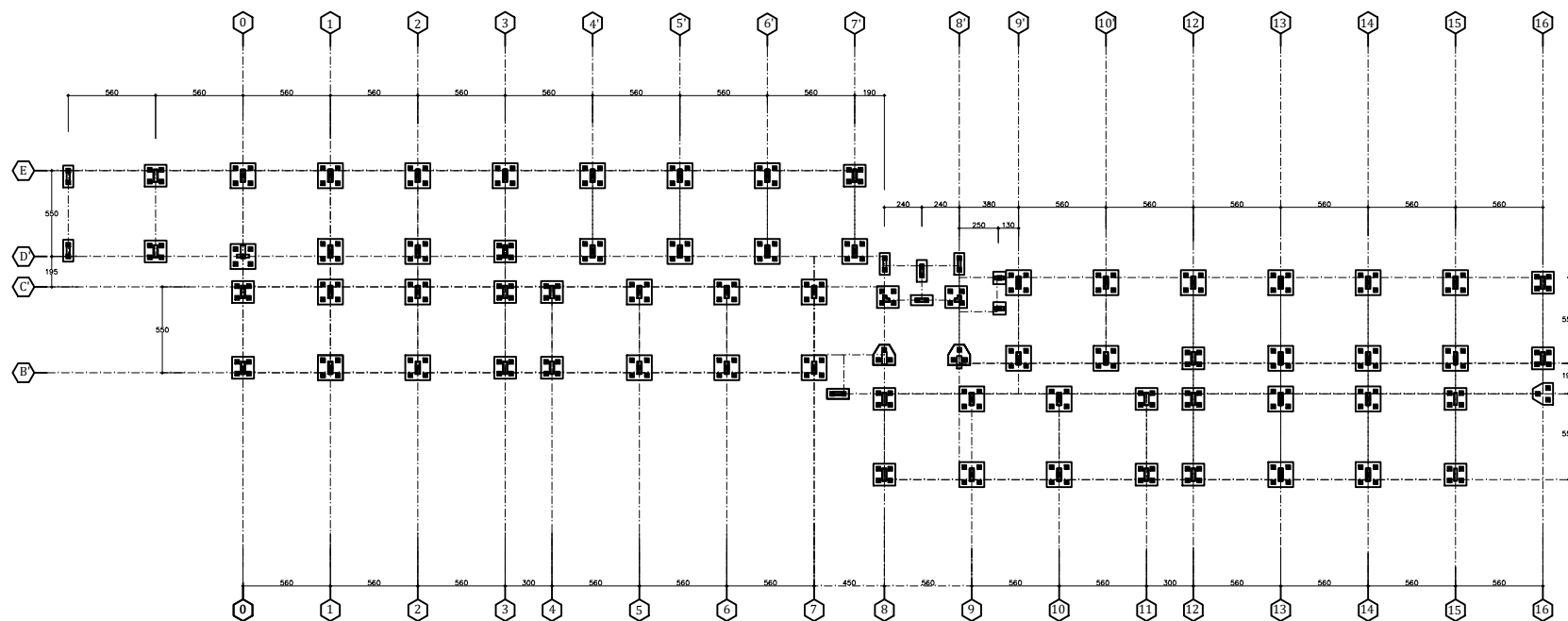
**KETERANGAN**

Fungsi Bangunan : Hotel  
 Lokasi Bangunan : Malang  
 Kondisi Tanah : Tanah Lunak

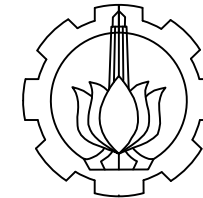
Mutu bahan  
 - Baja tulangan lentur  $f_y$  (Mpa) : 400  
 - Baja tulangan geser  $f_y$  (Mpa) : 240  
 - Beton  $f'_c$  (Mpa) : 25

KODE GAMBAR	SKALA
-------------	-------

NO. LEMBAR	JUMLAH LEMBAR
------------	---------------



**RENCANA TITIK TIANG PANCANG  
VOLENDAM & ROTTERDAM**  
 SKALA 1 : 150



**INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH  
NOPEMBER**  
 FAKULTAS VOKASI  
 DEPARTEMEN TEKNIK  
 INFRASTRUKTUR SIPIL  
 PROGRAM D-IV TEKNIK SIPIL

**JUDUL TUGAS AKHIR TERAPAN**

**PERHITUNGAN RENCANA  
PENJADWALAN WAKTU DAN  
BIAYA PELAKSANAAN PEKERJAAN  
BETON PADA STRUKTUR UTAMA  
DENGAN METODE HALF SLAB  
PADA HOTEL VOLENDAM  
ROTTERDAM MALANG**

**DOSEN PEMBIMBING**

Raden Buyung Anugraha Affandhie  
 ST. MT

NIP. 19740203 200212 1 002

**NAMA MAHASISWA**

Aping Nurfitri Rahma  
 NRP. 10111815000018

**JUDUL GAMBAR**

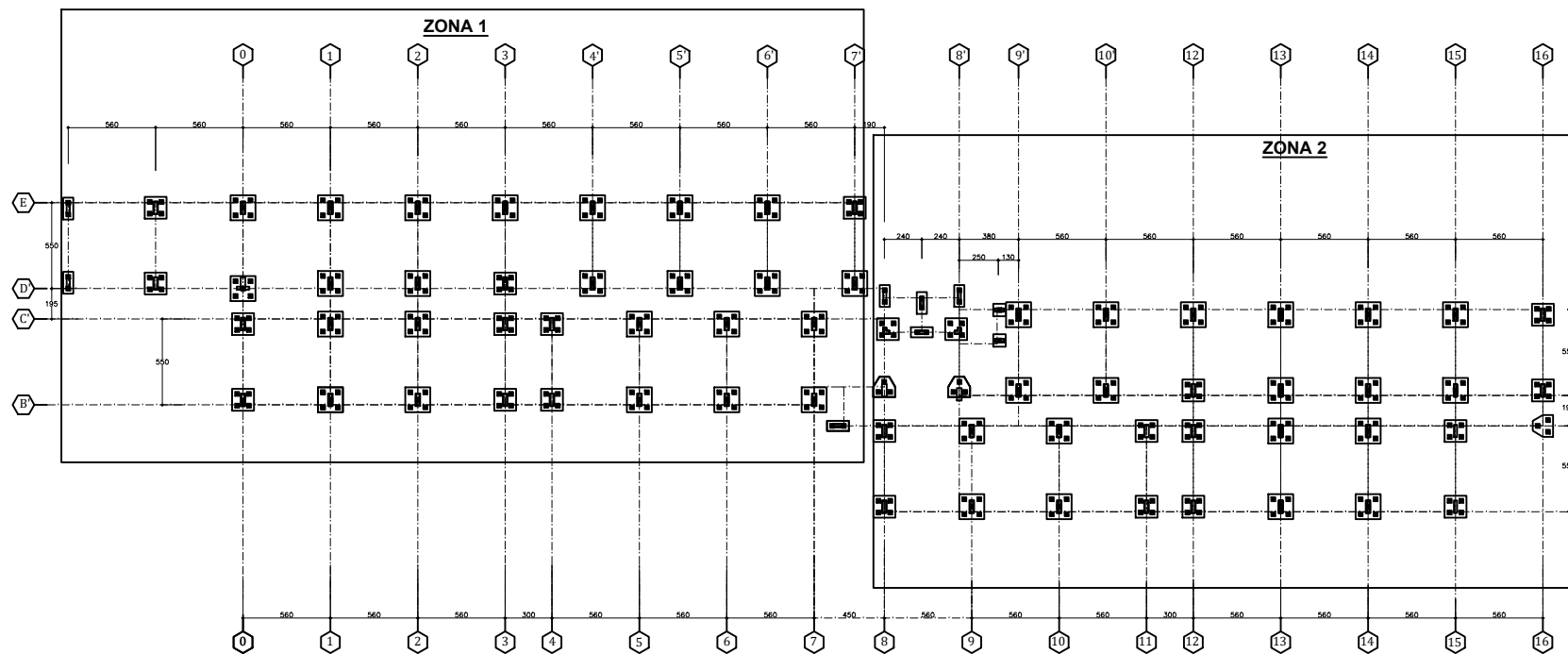
**KETERANGAN**

Fungsi Bangunan : Hotel  
 Lokasi Bangunan : Malang  
 Kondisi Tanah : Tanah Lunak

Mutu bahan  
 - Baja tulangan lentur  $f_y$  (Mpa) : 400  
 - Baja tulangan geser  $f_y$  (Mpa) : 240  
 - Beton  $f'_c$  (Mpa) : 25

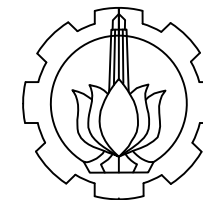
KODE GAMBAR	SKALA
-------------	-------

NO. LEMBAR	JUMLAH LEMBAR
------------	---------------



**RENCANA TITIK TIANG PANCANG  
VOLENDAM & ROTTERDAM**  
 SKALA 1 : 150





**INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH  
NOPEMBER**  
 FAKULTAS VOKASI  
 DEPARTEMEN TEKNIK  
 INFRASTRUKTUR SIPIL  
 PROGRAM D-IV TEKNIK SIPIL

**JUDUL TUGAS AKHIR TERAPAN**

**PERHITUNGAN RENCANA  
PENJADWALAN WAKTU DAN  
BIAYA PELAKSANAAN PEKERJAAN  
BETON PADA STRUKTUR UTAMA  
DENGAN METODE HALF SLAB  
PADA HOTEL VOLENDAM  
ROTTERDAM MALANG**

**DOSEN PEMBIMBING**

Raden Buyung Anugraha Affandhie  
 ST. MT  
 NIP. 19740203 200212 1 002

**NAMA MAHASISWA**

Aping Nurfitri Rahma  
 NRP. 10111815000018

**JUDUL GAMBAR**

**KETERANGAN**

Fungsi Bangunan : Hotel  
 Lokasi Bangunan : Malang  
 Kondisi Tanah : Tanah Lunak

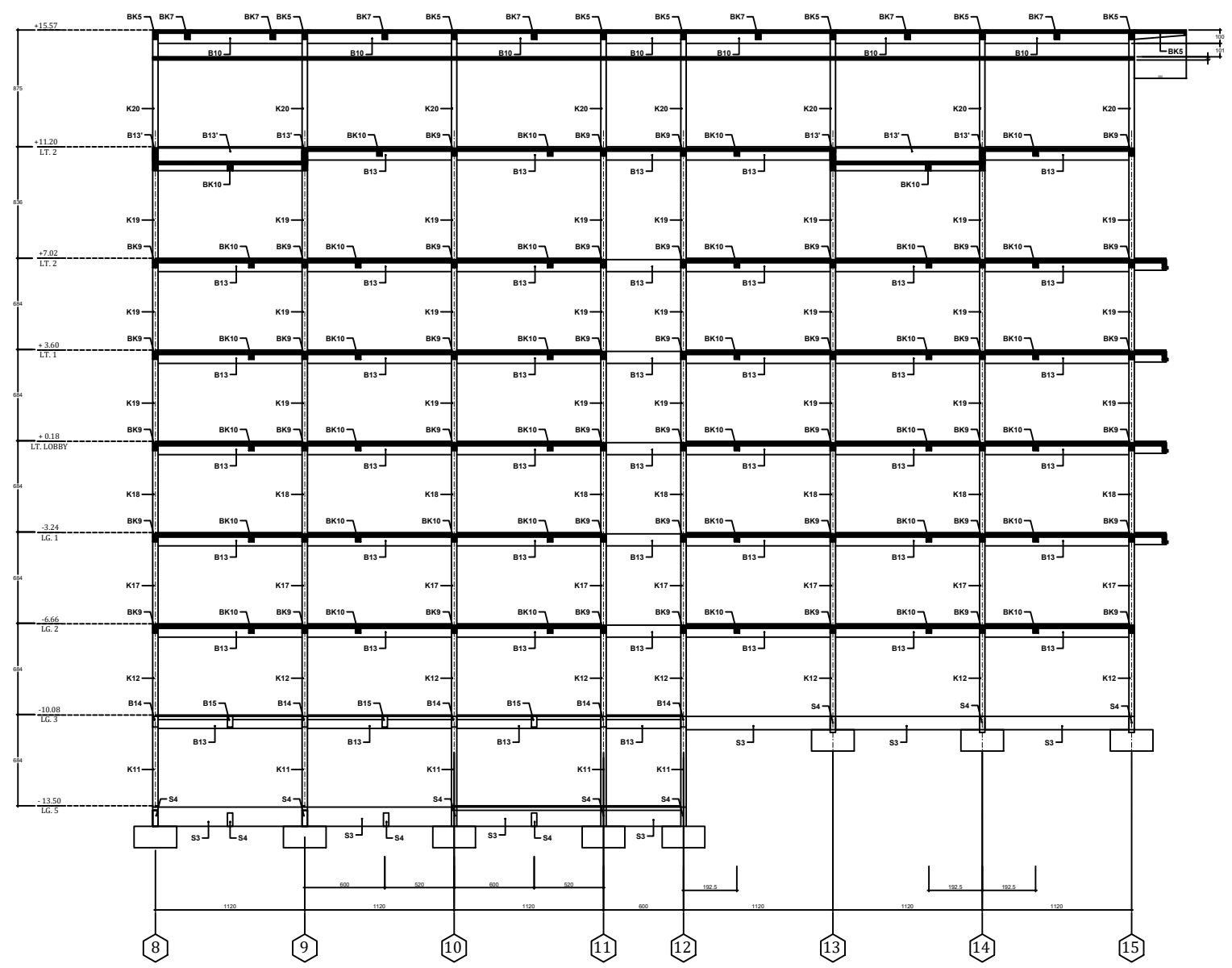
Mutu bahan  
 - Baja tulangan lentur  $f_y$  (Mpa) : 400  
 - Baja tulangan geser  $f_y$  (Mpa) : 240  
 - Beton  $f'_c$  (Mpa) : 25

**KODE GAMBAR      SKALA**

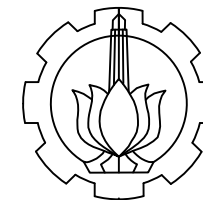
--	--

**NO. LEMBAR      JUMLAH LEMBAR**

--	--



**DETAIL PORTAL AS - A  
VOLENDAM & ROTTERDAM**  
 SKALA 1 : 50



**INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH  
NOPEMBER**  
 FAKULTAS VOKASI  
 DEPARTEMEN TEKNIK  
 INFRASTRUKTUR SIPIL  
 PROGRAM D-IV TEKNIK SIPIL

**JUDUL TUGAS AKHIR TERAPAN**

**PERHITUNGAN RENCANA  
PENJADWALAN WAKTU DAN  
BIAYA PELAKSANAAN PEKERJAAN  
BETON PADA STRUKTUR UTAMA  
DENGAN METODE HALF SLAB  
PADA HOTEL VOLENDAM  
ROTTERDAM MALANG**

**DOSEN PEMBIMBING**

Raden Buyung Anugraha Affandhie  
 ST. MT  
 NIP. 19740203 200212 1 002

**NAMA MAHASISWA**

Aping Nurfitri Rahma  
 NRP. 10111815000018

**JUDUL GAMBAR**

**KETERANGAN**

Fungsi Bangunan : Hotel  
 Lokasi Bangunan : Malang  
 Kondisi Tanah : Tanah Lunak

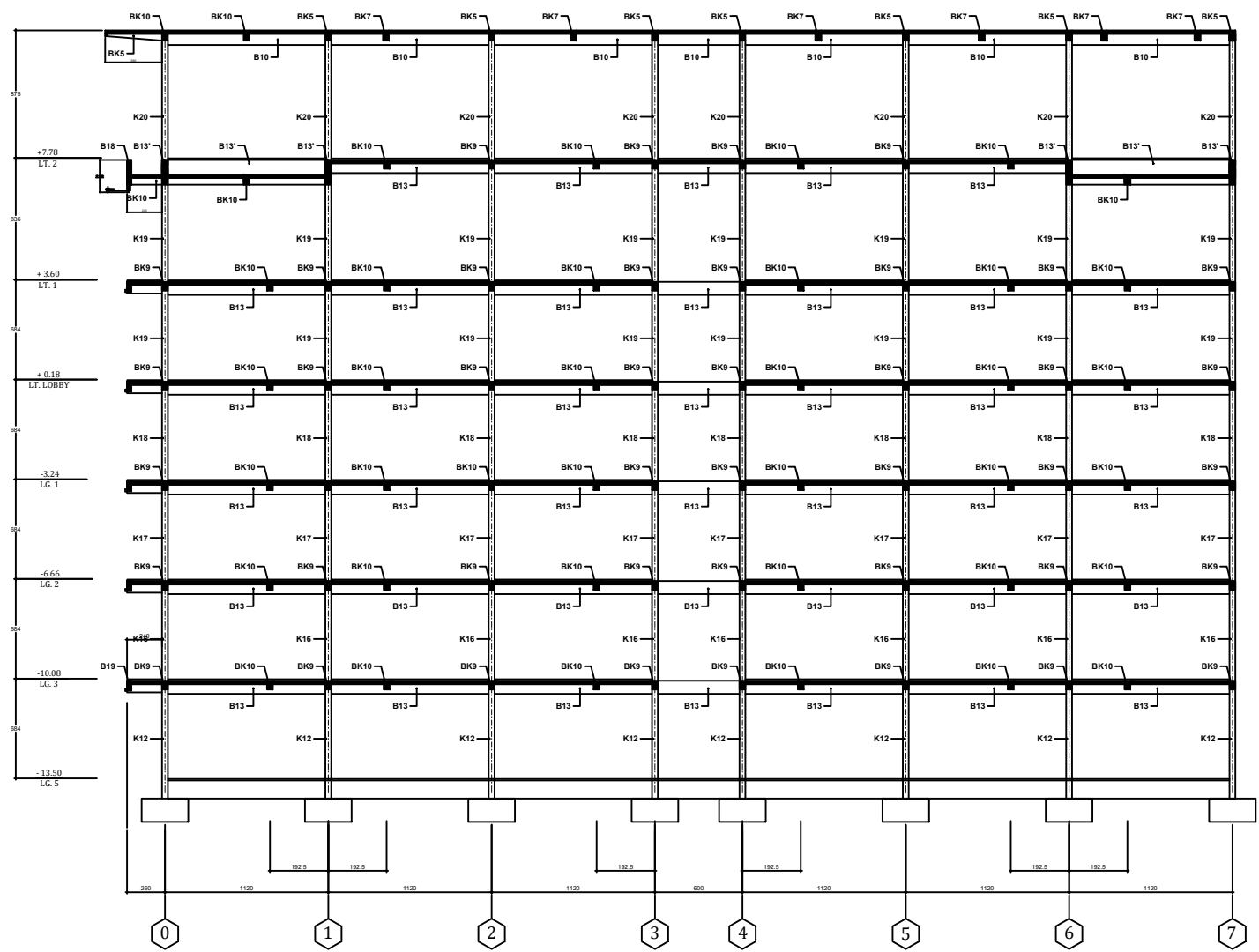
Mutu bahan  
 - Baja tulangan lentur  $f_y$  (Mpa) : 400  
 - Baja tulangan geser  $f_y$  (Mpa) : 240  
 - Beton  $f'_c$  (Mpa) : 25

**KODE GAMBAR**

**SKALA**

**NO. LEMBAR**

**JUMLAH LEMBAR**



**DETAIL PORTAL AS - B'  
VOLENDAM & ROTTERDAM**  
 SKALA 1 : 50

















