



**ITS**  
Institut  
Teknologi  
Sepuluh Nopember

TUGAS AKHIR TERAPAN - VC 181819

**PERHITUNGAN WAKTU DAN BIAYA  
PELAKSANAAN PEMBANGUNAN STRUKTUR  
GEDUNG PRASARANA PENDIDIKAN PROFESI  
GURU UNIVERSITAS NEGERI SURABAYA  
DENGAN MODIFIKASI PELAT HALF SLAB**

ICCO CANDRA ISMAWATI  
10111815000048

DOSEN PEMBIMBING :  
R. Buyung Anugraha A.,. ST.,MT  
NIP. 19740203 200212 1 002

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



## **TUGAS AKHIR TERAPAN - VC 181819**

**PERHITUNGAN RENCANA WAKTU DAN BIAYA  
PELAKSANAAN PEMBANGUNAN GEDUNG PRASARANA  
PENDIDIKAN PROFESI GURU UNIVERSITAS NEGERI  
SURABAYA DENGAN MODIFIKASI PELAT HALF SLAB**

**ICCO CANDRA ISMAWATI  
10111500000025**

**DOSEN PEMBIMBING :  
R. Buyung Anugraha A.,. ST.,MT  
NIP. 19740203 200212 1 002**

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



**FINAL PROJECT - VC 181819**

***COST AND CONSTRUCTION TIME ESTIMATION OF PRASARANA PENDIDIKAN PROFESI GURU UNIVERSITAS NEGERI SURABAYA BUILDING PROJECT USING HALF SLAB METHOD***

**ICCO CANDRA ISMAWATI  
10111815000048**

**SUPERVISOR :  
R. Buyung Anugraha A,. ST.,MT  
NIP. 19740203 200212 1 002**

**BACHELOR DEGREE PROGRAM  
DEPARTMENT OF CIVIL INFRASTRUCTURE ENGINEERING  
FACULTY OF VOCATION  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA  
2019**

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

## LEMBAR PENGESAHAN

### PERHITUNGAN WAKTU DAN BIAYA PELAKSANAAN PROYEK PEMBANGUNAN GEDUNG PRASARANA PENDIDIKAN PROFESI GURU UNIVERSITAS NEGERI SURABAYA DENGAN METODE HALF SLAB

#### TUGAS AKHIR

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

Oleh :

MAHASISWA



ICCO CANDRA ISMAWATI

NRP. 10111815000048

Disetujui Oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir :

Dosen Pembimbing



BUYUNG ANUGRAHA A., ST., MT

NIP. 197402032002121002

DEPARTEMEN  
TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL

16/07/19  
17 JUL 2019

Surabaya, Juli 2019



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

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

Tanggal : 03/07/2019

Judul Tugas Akhir Terapan	Perhitungan Waktu Dan Biaya Pelaksanaan Pembangunan Struktur Gedung Prasarana Pendidikan Profesi Guru Universitas Negeri Surabaya Dengan Modifikasi Pelat Metode Half Slab		
Nama Mahasiswa	ICCO Candra Ismawati	NRP	10111815000048
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. Kesimpulan disetujui dengan Rumusan permasalahan dan Tujuan. (hal 205)	 Ir. Akhmad Yusuf Zuhdy, PG. Dipl. Plg. MRE NIP. 19610608 198601 1 001
2. Batasan masalah untuk K3, disimpulkan secara umum (hal 5)	
3. Hitung PAB utk pekerjaan Struktur kondisi eksisting (hal lampir)	
4. K3 untuk pekerjaan precast. (113)	
1. Cek Jarak tulangan pada pelat precast	 Aan Fauzi, ST. MT. NPP 1986101911090
2. Hitung kembali volume tulangan	
3. Waktu pelaksanaan pekerjaan kondisi eksisting ditunjukkan	
4. Konfigurasi Bangun yang pasang diperbaiki	
	-
	NIP -
	-
	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 Penjilidan Buku Laporan Tugas Akhir Terapan	Dosen Pembimbing 1	Dosen Pembimbing 2
	 Raden Buyung Anugraha Affandhie, ST., MT. NIP. 19740203 200212 1 002	



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

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

**ASISTENSI TUGAS AKHIR TERAPAN**

**Nama** : 1 Icco Candra Ismawati 2  
**NRP** : 1 10111815000048 2  
**Judul Tugas Akhir** :

**Dosen Pembimbing** : Raden Buyung Anugraha Affandhie, ST., MT.

No	Tanggal	Tugas / Materi yang dibahas	Tanda tangan	Keterangan
1.	1-3-2019	Beban hidup gunakan sesuai SNI 1727:2013 (koridor)		
		$\emptyset 10 \rightarrow f_y = 320 \text{ Mpa}$		B C K
		$\emptyset 12 \rightarrow f_y = 390 \text{ Mpa}$		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
		3 kondisi, tulangnya dicari yg terbesar, jika masih kurang dari $f_{min}$ maka digunakan $f_{min}$		B C K
		Overtopping dihitung 2 arah		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
		Temporary support $\rightarrow$ dicek lendutan atau dibesarkan tulangan pracetak atau ditetapkan		B C K
		Dibagi 2 zona		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
2.	6-4-2019	- Garis dummy harus tersambung dengan kegiatan sebelumnya		
		- Angkut hasil galian ke luar proyek dikejakan dari galian s/d sebelum pemancangan TP		B C K
		- Pekerjaan kolom $\rightarrow$ besi dipasang dulu baru belasting		B C K
		- Pada MP kegiatan pasang belasting & pasang besi bisa dijadikan 1.		<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 Icцо Candra Ismawati 2  
 NRP : 1 10111815000048 2  
 Judul Tugas Akhir :

Dosen Pembimbing : R. Buyung Anugraha Affandhie, ST., MT.

No	Tanggal	Tugas / Materi yang dibahas	Tanda tangan	Keterangan
3.	29-4-2019	Koefisiennya dari HSPK		
		Harganya survey		
		Tambahkan di batasan masalah Koef. dari HSPK		B C K <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
		Durasi → sudrajat		
		Durasi pengangkutan di brosur / tanya ke pengawas / survei harga asli		B C K <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
		Ke supplier setor mutu & dimensi		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
		Tempat fabrikasi besi & bekisting dimajukan agar bisa dijangkau		
		Komposisi Mandor dkk 1 : 5 : 5		B C K <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
4.	20-5-2019	Plat precast dipasang mep et.		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
		Julungan overtopping		
		Jika lendutan memenuhi, tidak perlu temporary support		B C K <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
		Kolom dicor setengah dulu dalam 1 lantai		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
		Durasi bucket 1,5 x dari CP		
		Cor kolom 1/2 dulu		B C K <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
		Cek kapasitas geser penampang kolom post.		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>

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





### ASISTENSI TUGAS AKHIR TERAPAN

**Nama** : 1 2  
**NRP** : 1 2  
**Judul Tugas Akhir** :

**Dosen Pembimbing** :

No	Tanggal	Tugas / Materi yang dibahas	Tanda tangan	Keterangan		
5	11-06-2018	Bab 5 → Bab 3 → (32 33) Masuk di bab 3 metode pel. Dihitung atap bajanya disesuaikan WF. Baut = 10% Volume.		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

**PERHITUNGAN WAKTU DAN BIAYA PELAKSANAAN  
PROYEK PEMBANGUNAN GEDUNG PRASARANA  
PENDIDIKAN PROFESI GURU UNIVERSITAS NEGERI  
SURABAYA DENGAN METODE HALF SLAB**

**Nama Mahasiswa** : Icco Candra Ismawati  
**NRP** : 10111815000048  
**Jurusan** : Departemen Teknik Infrastruktur Sipil  
**Dosen Pembimbing** : R. Buyung Anugraha A ., ST.,MT  
**NIP** : 19740203 200212 1 002

**ABSTRAK**

Pembangunan di bidang konstruksi di Indonesia dari tahun ke tahun semakin berkembang pesat dari segi desain maupun dari segi metode konstruksi yang digunakan. Salah satunya adalah metode pelat pracetak. Pelat pracetak yang digunakan merupakan sistem *Half Slab Precast* dengan kelebihan waktu yang cepat, kontrol kualitas yang baik serta tidak membutuhkan banyak bekisting dan pekerja sehingga dapat meminimalkan biaya dan waktu pelaksanaan.

Perhitungan waktu dan biaya pada proyek ini dilakukan dengan menyusun item pekerjaan, menghitung volume, produktivitas, durasi dan menyusun jadwal masing-masing item pekerjaan. Perencanaan waktu menggunakan sistem penjadwalan *Precedence Diagram Method* (PDM). Sedangkan untuk perhitungan anggaran biaya pelaksanaan menggunakan perhitungan analisa dari data lapangan, observasi, brosur dan standart harga di Kota Surabaya.

Hasil akhir pada tugas akhir ini adalah rekapitulasi biaya proyek, metode pelaksanaan yang tepat, durasi pelaksanaan proyek, serta kurva S.

***Kata kunci: rencana anggaran biaya pelaksanaan, precast half slab, Precedence Diagram Method, kurva S***

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

**“COST AND CONSTRUCTION TIME ESTIMATION OF  
PRASARANA PENDIDIKAN PROFESI GRU  
UNIVERSITAS NEGERI SURABAYA BUILDING  
PROJECT USING HALF SLAB METHOD”**

**Student Name** : Icco Candra Ismawati  
**NRP** : 10111815000048  
**Department** : Lanjut Jenjang Diploma IV Departemen  
Teknik Infrastruktur Sipil FV-ITS  
**Lecture Adviser** : R. Buyung Anugraha A., ST., MT  
**NIP** : 19740203 200212 1 002

**ABSTRACT**

Development in the field of construction in Indonesia from year to year is growing rapidly in terms of design and in terms of the construction methods used. One of them is the precast plate method. The precast plate used is the Half Slab Precast system with fast excess time, good quality control and does not require many formworks and workers so as to minimize the cost and time of execution.

Calculation of time and costs on this project is done by compiling work items, calculating volume, productivity, duration and arranging the schedule of each work item. Time planning uses the Prediction Diagram Method (PDM) scheduling system. While for the calculation of the implementation of the budget using the calculation of the analysis of field data, observations, brochures and price standards in the city of Surabaya.

The final result in this final project is the recapitulation of project costs, the right implementation method, the duration of project implementation, and the S curve.

***Keywords: budget plan implementation cost, half slab precast, Precedence Diagram Method, S curve***

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kepada Allah SWT karena atas rahmat serta karunianya sehingga proposal tugas akhir yang berjudul “Perhitungan Waktu Dan Biaya Pelaksanaan Proyek Pembangunan Gedung Prasarana Pendidikan Profesi Guru Universitas Negeri Surabaya Dengan Metode Half Slab” dapat terselesaikan dengan tepat waktu. Proposal tugas akhir ini adalah sebagai implementasi dari ilmu yang telah didapat selama perkuliahan di Program Studi Diploma Departemen Teknik Infrastruktur Sipil, Fakultas Vokasi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa proposal tugas akhir tidak akan terlaksana tanpa bantuan dan bimbingan dari beberapa pihak. Pada kesempatan ini kami ingin mengucapkan terima kasih kepada :

1. Orang Tua kami, yang senantiasa mendoakan kesehatan dan kelancaran studi kami.
2. Bapak Dr. Machus, ST., MT. Selaku Ketua Program Studi Diploma Departemen Teknik Infrastruktur Sipil, Fakultas Vokasi, ITS Surabaya.
3. Bapak R. Buyung Anugraha A, ST., MT. Selaku dosen pembimbing dalam penyusunan proposal tugas akhir yang berjudul “Perhitungan Waktu Dan Biaya Pelaksanaan Proyek Pembangunan Gedung Prasarana Pendidikan Profesi Guru Universitas Negeri Surabaya Dengan Metode Half Slab”.
4. Bapak dan Ibu dosen Program Diploma yang telah membantu setra membimbing dalam proses perkuliahan selama ini.
5. Bapak dan Ibu karyawan ITS yang telah membantu setra membimbing dalam proses administrasi selama masa perkuliahan.
6. Teman-teman kuliah kami, yang senantiasa memberikan dukungan bagi kami.

Penulis menyadari bahwa masih terdapat banyak kekurangan dalam penyusunan Proposal Tugas Akhir ini dan masih jauh dari kata sempurna. Oleh sebab itu, penulis berharap saran dan tanggapan yang membangun untuk kesempurnaan Proposal Tugas Akhir ini. Semoga Proposal Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat bagi penulis pada umumnya dan bagi pembaca pada khususnya.

Surabaya, Juni 2019

Penyusun

## DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	iii
ABSTRAK .....	v
ABSTRACT.....	vii
KATA PENGANTAR.....	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR .....	xv
DAFTAR TABEL .....	xvii
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	4
1.3 Tujuan.....	4
1.4 Batasan Masalah.....	5
1.5 Manfaat.....	5
1.6 Lokasi Proyek.....	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	9
2.1 Half Slab Precast .....	9
2.1.1 Umum .....	9
2.1.2 Analisa Struktur <i>Half Slab Precast</i> .....	10
2.2 Item Pekerjaan.....	24
2.3 Perhitungan Volume.....	26
2.3.1 Pekerjaan Persiapan .....	26
2.3.2 Pekerjaan Struktur Bawah .....	27
2.3.3 Pekerjaan Struktur Utama .....	31
2.4 Perhitungan Durasi Pekerjaan .....	39
2.5 Metode Penjadwalan Proyek .....	39
BAB III METODOLOGI .....	43
3.1 Umum.....	43
3.2 Uraian Metodologi.....	43



3.2.1	Identifikasi Masalah.....	43
3.2.2	Pengumpulan Data.....	43
3.2.3	Pengolahan Data.....	44
3.2.3.9	Perhitungan Biaya Tiap Item Pekerjaan .....	46
3.5	Flow Chart.....	47
BAB IV	DATA PROYEK .....	49
4.1	Data Umum Proyek .....	49
4.2	Data Fisik Bangunan .....	49
BAB V	PERHITUNGAN <i>HALFSLAB PRECAST</i> .....	53
5.1	Preliminary Desain .....	53
5.1.1	Data Perencanaan.....	53
5.1.2	Perencanaan Dimensi Plat .....	54
5.1.3	Perencanaan Tebal Plat.....	55
5.2	Kondisi Pengangkatan.....	55
5.2.1	Perhitungan Pembebanan.....	55
5.2.2	Perhitungan Penulangan Plat .....	55
5.2.3	Kontrol Terhadap Penulangan .....	63
5.2.4	Tulangan Angkur Pengangkatan.....	64
5.3	Kondisi Sebelum Komposit.....	66
5.3.1	Pembebanan .....	66
5.3.2	Perhitungan Penulangan Plat .....	67
5.3.3	Kontrol terhadap Penulangan.....	71
5.4	Kondisi Setelah Komposit.....	73
5.4.1	Pembebanan pada Plat .....	73
5.4.2	Perhitungan Penulangan Plat .....	74
5.4.3	Kontrol Terhadap Penulangan .....	77
5.4.4	Perhitungan Shear Connector .....	80
5.4.5	Perhitungan Momen Nominal Plat Konvensional ..	81
5.5	Rekapitulasi .....	83
5.6	Pembesian Untuk <i>Overtopping</i> .....	85
BAB VI	METODE PELAKSANAAN DAN ASPEK K3 .....	87
6.1	Metode Pelaksanaan.....	87

6.1.1	Pekerjaan Persiapan.....	87
6.1.2	Pekerjaan Pemancangan .....	88
6.1.3	Pekerjaan <i>Pile Cap</i> dan <i>Sloof</i> .....	88
6.1.4	Pekerjaan Kolom.....	89
6.1.5	Pekerjaan <i>Shear Wall</i> .....	91
6.1.6	Pekerjaan Balok .....	92
6.1.7	Pekerjaan Pelat.....	93
6.1.9	Pekerjaan Tangga.....	100
6.1.10	Pekerjaan Rangka Atap Baja .....	100
6.2	Aspek Kesehatan dan Keselamatan Kerja .....	101
6.2.1	Umum .....	101
6.2.2	Pekerjaan Pembesian .....	110
6.2.3	Pekerjaan Bekisting .....	111
6.2.4	Pekerjaan Pengecoran .....	111
6.2.5	Pekerjaan Pembongkaran Bekisting .....	112
6.2.6	K3 <i>Tower Crane</i> .....	112
6.2.7	K3 Precast.....	113
BAB VII PERHITUNGAN WAKTU DAN BIAYA.....		115
7.1	Pekerjaan Pendahuluan.....	115
7.1.1	Pekerjaan Pengukuran (Uitzet) .....	115
7.1.2	Pekerjaan Bouwplank .....	118
7.1.3	Pekerjaan Pemagaran.....	121
7.2	Pekerjaan Struktur Bawah .....	125
7.2.1	Pekerjaan Pemancangan .....	125
7.2.2	Pekerjaan Galian <i>Pile Cap</i> dan <i>Sloof</i> .....	127
7.2.3	Pekerjaan Pecah Kepala Tiang Pancang.....	131
7.2.4	Pekerjaan Urugan Pasir Bawah <i>Pile Cap</i> dan <i>Sloof</i> .....	132
7.2.5	Pekerjaan Lantai Kerja Pilecap dan Sloof .....	133
7.2.6	Pekerjaan Bekisting Batako <i>Pile Cap</i> dan <i>Sloof</i> .....	135
7.2.7	Pekerjaan Pembesian Pilecap.....	138
7.2.8	Pekerjaan Pembesian Sloof.....	141
7.2.9	Pekerjaan Pengecoran Pilecap & Sloof.....	145
7.2.10	Pekerjaan Urug Kembali Galian .....	147

7.3 Pekerjaan Struktur Lantai 1 .....	151
7.3.1 Pekerjaan Pembesian Kolom Lantai 1 .....	151
7.3.2 Pekerjaan Pembesian <i>Shearwall</i> Lantai 1 .....	155
7.3.3 Pekerjaan Bekisting Kolom Lantai 1 .....	158
7.3.4 Pekerjaan Bekisting <i>Shearwall</i> Lantai 1 .....	162
7.3.5 Pekerjaan Pengecoran Kolom & <i>Shear Wall</i> Lt 1166	
7.3.6 Pekerjaan Bongkar Bekisting Kolom dan <i>Shearwall</i> Lantai 1 .....	169
7.4 Pekerjaan Struktur Lantai 2 .....	171
7.4.1 Pekerjaan Bekisting Balok Lantai 2.....	171
7.4.2 Pekerjaan Pembesian Balok Lantai 2.....	175
7.4.3 Pekerjaan Pemasangan Halfslab Precast.....	179
7.4.4 Pekerjaan Tulangan Wiremesh <i>Overtopping</i> Plat.	184
7.4.5 Pekerjaan Pengecoran Balok, <i>Overtopping</i> Plat, dan Tangga Lt.Dasar.....	186
7.4.6 Pekerjaan Bongkar Bekisting Balok Lantai 2.....	189
7.4.7 Pekerjaan Bekisting Tangga Lantai 1 .....	191
7.4.8 Pekerjaan Pembesian Tangga Lantai 1 .....	194
7.4.9 Pekerjaan Bongkar Bekisting Tangga Lantai 1 ....	198
7.5 Pekerjaan Struktur Atap .....	199
7.5.1 Fabrikasi Rangka Atap Baja .....	199
7.5.2 Pemasangan Rangka Atap Baja .....	203
BAB VIII PENUTUP.....	211
6.2 Kesimpulan.....	211
6.3 Saran.....	212
DAFTAR PUSTAKA.....	213
LAMPIRAN .....	214

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1. Layout perubahan Desain Plat konvensional ke Half Slab Precast.....	3
Gambar 1. 2.Peta Lokasi Proyek Gedung .....	6
Gambar 1. 3.Tampak Depan.....	7
Gambar 1.4. Gedung Prasarana Pendidikan Profesi Guru Universitas Negeri Surabaya .....	8
Gambar 2.1 Pengukuran Tulangan Angkat Plat Precast.....	24
Gambar 2. 2 Detail Panjang Penyaluran Kait Standar .....	36
Gambar 5.1. Panjang Landasan untuk Plat Precast .....	54
Gambar 5.2. Sketsa Penulangan Plat Arah X saat Pengangkatan	56
Gambar 5.3. Diagram Tegangan Plat Arah X Saat Pengangkatan .....	57
Gambar 5.4. Sketsa Penulangan Plat Arah X saat Pengangkatan	59
Gambar 5.5. Diagram Tegangan Plat Arah X Saat Pengangkatan .....	61
Gambar 5.6. Skema Pengangkatan Plat.....	64
Gambar 5.7. Sketsa Momen Plat Precast yang Menumpu pada Balok.....	67
Gambar 5.8. Sketsa Penulangan Plat Arah X saat Pengangkatan	67
Gambar 5.9. Diagram Tegangan Plat Arah X Saat Pengangkatan .....	69
Gambar 5.10 Sketsa Momen Plat Precast yang Menumpu pada Balok .....	74
Gambar 5.11. Sketsa Penulangan Plat Arah X saat Pengangkatan .....	74
Gambar 5.12. Diagram Tegangan Plat Arah X Saat Pengangkatan .....	76
Gambar 5.13. Sketsa Penulangan Shear Connector .....	81
Gambar 6. 1 Contoh Penumpukan Plat Precast.....	94
Gambar 6. 2 Contoh Pengangkatan Plat Precast Menggunakan Tower Crane .....	95
Gambar 6. 3 Contoh Pemasangan Plat Precast.....	96

Gambar 6. 4 Contoh Sambungan Plat Precast dengan Balok & Pengecoran Overtopping.....	97
Gambar 6. 5 Contoh Sambungan Antar Plat Precast & Pengecoran Overtopping.....	98
Gambar 6. 6 Wiremesh M7 .....	99
Gambar 6. 7. Alat Pemadam Kebakaran .....	102
Gambar 6. 8. Alat Pelindung Diri.....	106
Gambar 6. 9. Arti Warna Rambu .....	107
Gambar 6. 10. Arti Bentuk pada Rambu .....	108
Gambar 6. 11. Rambu Keselamatan Kerja .....	109

## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Ukuran dan Toleransi Batako Standar.....	29
Tabel 2. 2 Keperluan mortar untuk 1000 buah batako, dengan tebal dinding 1 ½ batu ( $\pm$ 30 cm) .....	30
Tabel 2. 3 Bahan yang digunakan untuk campuran 1 m <sup>3</sup> mortar atau spesi yang terdiri dari semen dan pasir. ....	30
Tabel 2. 4 Perkiraan Keperluan Kayu untuk Cetakan Beton untuk Luas Cetakan 10 m <sup>2</sup> .....	32
Tabel 2. 5 Detail Kait dan Penyaluran Kait Standar .....	35
Tabel 2. 6 Daftar Besi Tulangan dan Ukurannya Dalam mm yang Terdapat Dipasaran.....	38
Tabel 5.7 Rekapitulasi Penulangan Plat Precast.....	84

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Perkembangan teknologi dalam dunia konstruksi khususnya di Indonesia semakin cepat. Hal ini dapat terlihat dari semakin banyaknya pembangunan di berbagai daerah baik itu pembangunan gedung, sarana transportasi maupun bangunan air. Dalam pembangunan-pembangunan tersebut dibutuhkan suatu metode atau teknologi konstruksi yang tepat untuk memperoleh hasil yang diharapkan, khususnya dalam hal biaya dan waktu yang dibutuhkan dalam suatu pekerjaan konstruksi.

Dalam suatu proyek, perhitungan waktu dan biaya pelaksanaan dipengaruhi dari metode pelaksanaan yang dipilih untuk tiap-tiap unit pekerjaan. Berhasilnya suatu proyek sendiri ditentukan oleh metode pelaksanaan konstruksi yang dilakukan untuk mewujudkan bangunan yang ekonomis serta pelaksanaan yang efisien dan efektif. Untuk mencapai hal tersebut, dalam pelaksanaannya terdapat beberapa metode pelaksanaan yang dipakai. Seperti untuk menambah jumlah pekerja dan menggunakan peralatan-peralatan yang lebih canggih. Salah satunya juga adalah pembangunan gedung proyek dengan penggunaan metode pelat lantai *half slab*.

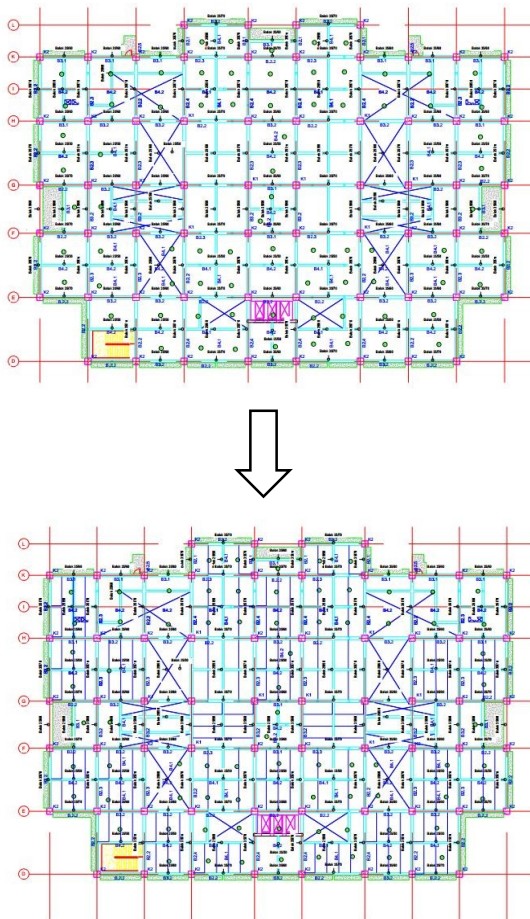
Pekerjaan plat merupakan salah satu pekerjaan konstruksi yang membutuhkan waktu yang relatif lama dalam pengerjaannya. Masih banyak penyedia jasa/kontraktor yang menggunakan pengecoran plat menggunakan metode beton cor konvensional. Pengecoran konvensional membutuhkan waktu yang relatif lebih lama dibandingkan dengan penggunaan plat pracetak karena menggunakan tulangan konvensional dan bekisting dari kayu. Sehingga penyedia produk jasa saat ini sedang berkompetisi mencari suatu alternatif metode konstruksi khususnya untuk plat beton.

Pengertian pelat lantai *half slab* adalah pekerjaan pelat lantai dengan cara setengah *precast* dan setengah sisanya lagi dibuat



ditempat atau pelat *precast* yang masih membutuhkan pengecoran lagi (*overtopping*). *Precast* sendiri merupakan beton pracetak, yang sesuai dengan SNI 7832-2012 adalah konstruksi yang komponen pembentuknya melalui proses fabrikasi atau dicetak. Dengan demikian beton *precast* tidak dibuat di tempat pelaksanaan, melainkan di tempat lain dimana proses pengecoran dan perawatan dilakukan dengan baik sesuai metode yang ada. Penggunaan metode pracetak dianggap memiliki kelebihan dibandingkan dengan metode beton cor konvensional yaitu tidak membutuhkan bekisting dalam jumlah banyak, mereduksi kebutuhan scaffolding, waktu yang dibutuhkan cenderung lebih singkat dan tidak membutuhkan jumlah pekerja yang banyak sehingga dapat menekan biaya dan waktu pelaksanaan.

Dalam tugas akhir terapan ini, objek gedung yang diambil adalah Gedung Prasarana Pendidikan Profesi Guru Universitas Negeri Surabaya yang berlokasi di Jl. Kampus UNESA, Lidah Wetan, Lakarsantri, Kota Surabaya ini seluruh elemen strukturnya menggunakan metode beton cor konvensional, oleh karena itu penulis ingin mengetahui dampak penggunaan *precast half slab* dalam biaya dan waktu yang dibutuhkan untuk pekerjaan konstruksi. Dalam hal ini, perhitungan waktu dan biaya pelaksanaan masuk dalam manajemen konstruksi dimana berfungsi untuk mengontrol fungsi manajemen dengan metode pelaksanaan yang digunakan. Perhitungan dengan menggunakan Kurva S dan *Network Planning* yang akan diolah dengan program *Microsoft Project*. Metode dalam pembuatan *Network Planning* kali ini adalah *Precedence Diagram Method* (PDM). Dan biaya pelaksanaan pekerjaan digunakan perhitungan dengan Rencana Anggaran Biaya Pelaksanaan (RAP). Perhitungan Rencana Anggaran Biaya Pelaksanaan (RAP) ini sendiri bertujuan untuk mendapatkan biaya pelaksanaan paling efisien dan waktu paling efektif.



Sumber : *Dokumen Penulis*

Gambar 1.1. Layout perubahan Desain Plat konvensional ke Half Slab Precast

## 1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang harus diperhatikan pada tugas akhir terapan ini, antara lain:

1. Bagaimana merencanakan plat *half slab precast* yang mempunyai kinerja seperti plat beton eksisting?
2. Bagaimana merencanakan metode pelaksanaan *half slab precast* pada pembangunan Gedung Prasarana Pendidikan Profesi Guru Universitas Negeri Surabaya?
3. Bagaimana merencanakan waktu pelaksanaan pada pembangunan Gedung Prasarana Pendidikan Profesi Guru Universitas Negeri Surabaya dengan menggunakan metode *half slab precast*?
4. Bagaimana perhitungan biaya pelaksanaan pada pembangunan Gedung Prasarana Pendidikan Profesi Guru Universitas Negeri Surabaya dengan menggunakan metode *half slab precast*?

## 1.3 Tujuan

Penyusunan tugas akhir terapan ini dimaksudkan untuk mencapai tujuan, yaitu :

1. Untuk mengetahui tata cara pelaksanaan *half slab precast* yang mempunyai kinerja seperti plat beton eksisting.
2. Untuk mengetahui metode pelaksanaan *half slab precast* pada pembangunan Gedung Prasarana Pendidikan Profesi Guru Universitas Negeri Surabaya.
3. Untuk mengetahui perhitungan waktu pada pembangunan Gedung Prasarana Pendidikan Profesi Guru Universitas Negeri Surabaya dengan menggunakan metode *half slab precast*.
4. Untuk mengetahui perhitungan biaya pada pembangunan Gedung Prasarana Pendidikan Profesi Guru Universitas

Negeri Surabaya dengan menggunakan metode *half slab precast*.

#### 1.4 Batasan Masalah

Adapun batasan-batasan masalah yang akan dibahas dalam tugas akhir terapan ini sebagai berikut:

1. Metode pelaksanaan serta perhitungan rencana anggaran biaya dan waktu pelaksanaan hanya untuk pekerjaan struktur beton saja, tidak meninjau pekerjaan arsitektur maupun utilitas bangunan.
2. Perhitungan waktu dan biaya hanya dikaji dari pekerjaan pada struktur utama yang meliputi pekerjaan pondasi, *pile cap*, *sloof*, kolom, balok, pelat lantai, tangga, dan rangka atap pada proyek pembangunan Gedung Prasarana Pendidikan Profesi Guru Universitas Negeri Surabaya.
3. Metode pelaksanaan beton precast digunakan untuk pekerjaan plat saja.
4. Pekerjaan dengan metode *half slab precast* tidak mengubah desain struktur yang sudah ada.
5. Tidak melakukan kontrol terhadap struktur bangunan yang ada akibat pergantian metode pengecoran beton precast.
6. Harga bahan dasar dan upah pekerja berdasarkan standar wilayah surabaya.
7. K3 hanya ditinjau pada metode pelaksanaan secara umum.

#### 1.5 Manfaat

Manfaat dari pengerjaan tugas akhir terapan ini antara lain:

1. Menambah wawasan dan pengalaman lebih mengenai perhitungan biaya dan waktu pelaksanaan pada proyek bangunan gedung sesuai dengan metode pelaksanaan yang dipilih.
2. Sebagai sarana melatih keterampilan (*skill*) penulis dalam menghadapi dunia kerja.

3. Dapat digunakan sebagai referensi dan bahan acuan untuk para pembaca khususnya mahasiswa Departemen Teknik Infrastruktur Sipil Fakultas Vokasi ITS dalam merencanakan metode pelaksanaan, rencana anggaran biaya, dan waktu pelaksanaan khususnya metode *half slab precast*.

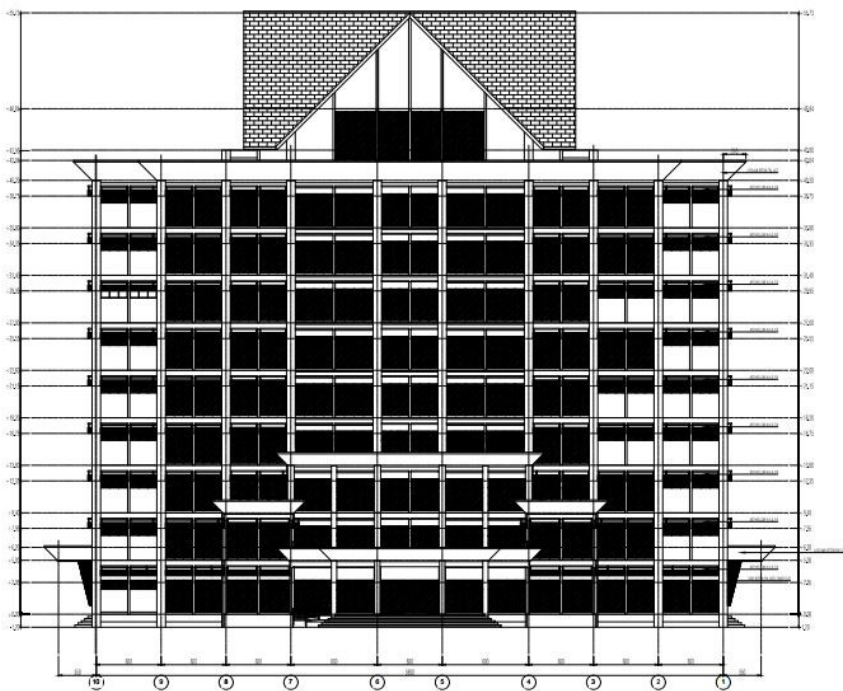
## 1.6 Lokasi Proyek

Gedung Prasarana Pendidikan Profesi Guru Universitas Negeri Surabaya ini bertempat di Jl. Kampus UNESA, Lidah Wetan, Lakarsantri, Kota Surabaya, Jawa Timur.



(Sumber : Google Maps)

Gambar 1. 2. Peta Lokasi Proyek Gedung



(Sumber : Dokumen Penulis)  
Gambar 1. 3. Tampak Depan



*(Sumber : [www.google.com](http://www.google.com))*

Gambar 1. 4. Gedung Prasarana Pendidikan Profesi Guru Universitas Negeri Surabaya

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Half Slab Precast

#### 2.1.1 Umum

Pada bab ini dibahas teori-teori atau materi-materi yang digunakan pada tugas akhir terapan dalam merencanakan metode pelaksanaan serta perhitungan waktu dan biaya pelaksanaan untuk struktur pada pembangunan gedung Prasarana Pendidikan Profesi Guru Universitas Negeri Surabaya dengan metode pelat half slab. Berikut ini akan dibahas teori mengenai pelat half slab serta perhitungan volume, biaya dan waktu untuk setiap item pekerjaan.

Menurut SNI-2847-2013 pasal 2.2, beton pracetak adalah elemen struktur yang dicetak ditempat lain dari posisi akhirnya dalam struktur. Pada dasarnya beton pracetak tidaklah berbeda dengan beton biasa. Yang membedakannya hanya pada metode fabrikasinya.[2]

Jenis-jenis plat *precast* adalah [2] :

1. **Solid Flat Slab** atau *precast Full Slab* yaitu plat *precast* dengan ketebalan penuh sesuai dengan tebal plat yang ditentukan.
2. **Hollow Core Slab** yaitu sama dengan plat *precast Full Slab*, yang membedakan terdapat lubang rongga pada sisinya yang berfungsi untuk meringankan beban struktur.
3. **Half Slab** yaitu plat *precast* yang masih membutuhkan pengecoran lagi (*overtopping*). Misalnya direncanakan plat lantai dengan ketebalan 15 cm, maka digunakan plat *precast* dengan ketebalan 10 cm dan pengecoran *overtopping* setebal 5 cm.

Pada tugas akhir ini pengerjaan plat *precast* menggunakan jenis *half slab*.



## 2.1.2 Analisa Struktur *Half Slab Precast*

Elemen pelat yang dipakai sebagai desain alternatif pada tugas akhir ini adalah *half slab precast*. Hal ini dilakukan dengan harapan mendapat efisiensi dari segi biaya dan waktu pengerjaan dengan kualitas yang sama dari sebelumnya.

Desain *half slab precast* dianalisis dalam kondisi pelaksanaan dan dalam kondisi beban layan. Analisa saat pelaksanaan dilakukan pada saat diangkat lalu dipasang pada masing masing tumpuan, dan pada saat sudah komposit dan menerima beban layan pada bangunan tersebut. Desain tebal dan jumlah tulangan yang dipakai adalah desain yang mampu menahan kombinasi beban yang bekerja.

### 2.1.1.1 Perencanaan Tebal Precast 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 [2]:

$$- h_{min} = \frac{\ell}{20} \dots\dots\dots(2.1)$$

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

### 2.1.1.2 Analisa Pembebanan dan Momen Ultimate

Analisa pembebanan pada pelat lantai *precast* menurut SNI 1727-2013 [1]:

#### 1. Beban Mati

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

- a. Berat sendiri beton bertulang = 2400 kg/ m<sup>3</sup>

- b. Keramik = 20,5 kg/m<sup>3</sup>
- c. Spesi = 5 kg/m<sup>2</sup>
- d. Plafon + penggantung = 6,5 kg/m<sup>2</sup>
- e. Mekanikal + ducting = 19 kg/m<sup>2</sup>

## 2. Beban Hidup

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

- Ruang kelas = 192 kg/m<sup>2</sup>

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 adalah :

- $Q = 1,2D + 1,6L$ ..... (2.2)

## 4. Momen Pada Plat

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

- a. Ujung Tak Menerus Terkekang

$$- M_{lx} = \frac{1}{11} \times Q \times Lx^2 \dots \dots \dots (2.3)$$

- b. Bentang Interior

$$- M_{ly} = \frac{1}{16} \times Q \times Lx^2 \dots \dots \dots (2.4)$$

- c. Momen Negatif Dua Bentang

$$- M_{ty} = \frac{1}{9} \times Q \times Lx^2 \dots \dots \dots (2.5)$$

### 2.1.1.3 Analisa dan Perencanaan Half Slab Precast

Pada analisa dan perencanaan dilakukan dalam 3 tahap analisa sebagai berikut [2] :

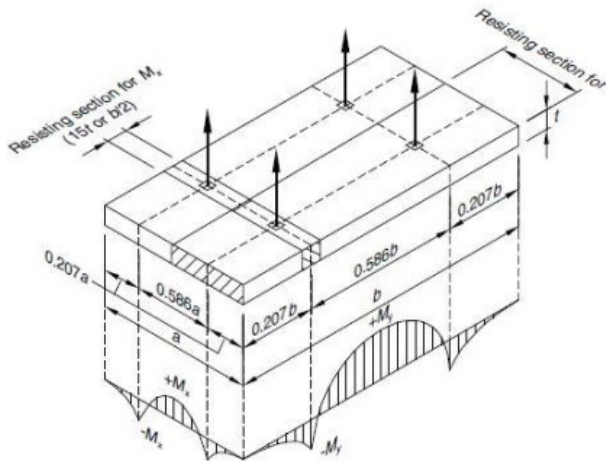
1. Analisa *Half Slab Precast* Sebelum Terpasang  
 Pada kondisi ini, beban yang bekerja pada pelat pracetak adalah berat sendiri elemen pracetak.
2. Analisa *Half Slab Precast* Terpasang dan Beton Topping Dituang  
 Saat pelat pracetak dipasang pada tumpuan, beban yang bekerja pada pelat pracetak adalah 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).

#### 2.1.1.4 Perencanaan Titik Angkat

Kondisi pertama adalah saat pelat pracetak diangkat dengan crane. Beban yang bekerja adalah beban sendiri pelat pracetak sendiri, pada kondisi ini pelat yang diangkat dimodelkan seperti pelat yang menumpu diatas empat atau delapan buah tumpuan. Menurut *PCI Design Handbook 7<sup>th</sup> Edition chapter 8* kedua jenis titik angkat pada plat tersebut dijelaskan sebagai berikut [4] :

1. Pengangkatan dengan 4 Titik Angkat
  - a. Momen maksimum 4 titik angkat :
 
$$+M_x = -M_x = 0,0107 \times w \times a^2 \times b \dots \dots \dots (2.6)$$

$$+M_y = -M_y = 0,0107 \times w \times a \times b^2 \dots \dots \dots (2.7)$$
  - b.  $M_x$  ditahan oleh penampang dengan lebar yang terkecil dan  $15t$  atau  $b/2$
  - c.  $M_y$  ditahan oleh penampang dengan lebar  $a/2$

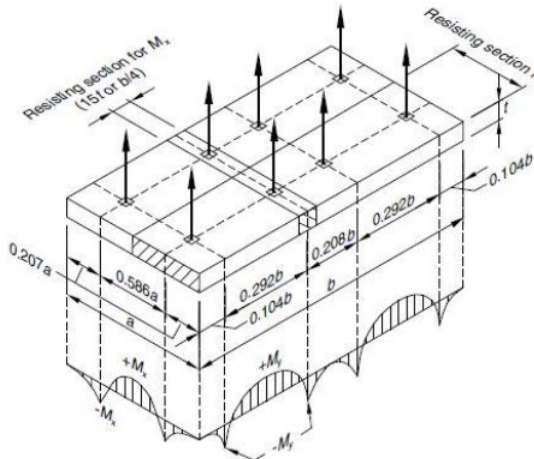


Gambar 2.1 Posisi titik angkat plat precast 4 titik angkat  
 (Sumber : PCI Handbook 7th Edition Precast and  
 Prestressed Concrete)

2. Pengangkatan dengan 8 Titik Angkat

- a. Momen maksimum 8 titik angkat :
  - +M<sub>x</sub> = -M<sub>x</sub> = 0,0054 x w x a<sup>2</sup> x b.....(2.8)
  - +M<sub>y</sub> = -M<sub>y</sub> = 0,0027 x w x a x b<sup>2</sup>.....(2.9)
- b. M<sub>x</sub> ditahan oleh penampang dengan lebar yang terkecil dan 15t atau b/2

- c. My ditahan oleh penampang dengan lebar a/2



Gambar 2.2 Posisi titik angkat plat precast 8 titik angkat  
 (Sumber : PCI Handbook 7<sup>th</sup> Edition Precast and Prestressed Concrete)

**2.1.1.5 Perencanaan Tulangan Half Slab Precast**

**1. Perencanaan Tulangan Half Slab Precast Sebelum Komposit Akibat Pengangkatan**

Beban yang terjadi ketika sebelum komposit akibat pengangkatan adalah beban sendiri pelat dan beban pekerja, sehingga momen ultimate yang terjadi adalah [2] :

$$Mu = \frac{1}{8} \times qu \times l^2 \dots\dots\dots (2.10)$$

Dalam kondisi pengangkatan perlu dikontrol beberapa faktor yang terjadi [2] :

1. Kebutuhan Tulangan Angkat

a. Untuk luas tulangan perlu :

- $d = H - \text{tebal selimut beton} - \frac{1}{2}\phi^2 \dots\dots\dots (2.11)$

- $Rn = \frac{Mn}{\phi \times b \times d^2} \dots\dots\dots (2.12)$

$$- m = \frac{F_y}{0,85 \times f_{cr}} \dots \dots \dots (2.13)$$

$$- \rho b = \left( \frac{0,85 \times \beta \times F_{cr}}{F_y} \right) \times \left( \frac{600}{600 + F_y} \right) \dots \dots \dots (2.14)$$

$$- \rho_{perlu} = \frac{1}{m} \times \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2m \times Rn}{F_y}} \right) \dots \dots \dots (2.15)$$

- b. 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 :

$$- \rho_{max} = 0,75 \times \rho b \dots \dots \dots (2.16)$$

Dan tidak boleh kurang dari :

$$- \rho_{min} = \frac{1,4}{f_y} \dots \dots \dots (2.17)$$

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

- c. Luas Tulangan Perlu

$$- A_s \text{ perlu} = \rho_{perlu} \times b \times d \dots \dots \dots (2.18)$$

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

$$- A_{v \text{ min}} = \frac{0,25 \sqrt{F_{cr}}}{F_y} \times b_w \times d_x$$

$$\text{dan } A_{v \text{ min}} = \frac{1,4 \times b_w \times d_x}{F_y} \dots \dots \dots (2.19)$$

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

- e. Perhitungan Jarak Tulangan :

$$S_{\text{perlu}} = \frac{0,25 \times \lambda \times \phi^2 \times b}{A_s \text{ perlu}} \dots \dots \dots (2.20)$$

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

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

## 2. Kontrol Reduksi

➤ Tinggi blok tegangan persegi ekuivalen :

$$- a = \frac{As \text{ pasang} \times Fy}{0,85 \times Fc' \times b} \dots\dots\dots(2.21)$$

➤ Jarak dari serat tekan ke sumbu netral :

$$- \beta = 0,85 ; c = \frac{a}{\beta} \dots\dots\dots(2.22)$$

➤ Regangan Tarik :

$$- \epsilon t = \left(0,003 \times \frac{dx}{c}\right) - 1 \dots\dots\dots (2.23)$$

➤ Sehingga

$$- \phi Mn = \phi \times As \text{ pasang} \times Fy \times (dx - 0,5a) \dots\dots\dots(2.24)$$

Syarat :  $\phi Mn > Mu$

## 3. Kontrol Terhadap Geser

$$- Vu = qu \times \frac{sn}{2} \times dx > 0,5 \times \phi Vc \\ = 0,5 \times \phi \times 0,17 \times \lambda \times \sqrt{Fc'} \times b \times c \times dx \\ \dots\dots\dots(2.25)$$

## 4. Kontrol Retak

$$- Mcr = \frac{fr \times I_g}{yt} \dots\dots\dots(2.26)$$

Syarat :  $Mcr > Mu$

## 5. Kontrol Tegangan Akibat Pengangkatan

$$- \sigma_{max} = \frac{Mu \times c}{I} \times \frac{P}{b \times t} < fr = \\ 0,52 \times \lambda \times \sqrt{Fc'} \dots\dots\dots(2.27)$$

$$6. \text{ Dimensi Angkur : } d = \sqrt{\frac{4p}{\phi \times fy}} \dots\dots\dots(2.28)$$

## 7. Kontrol Lendutan

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

$$- \Delta t = \frac{5 \times q \times l^4}{384 \times Ec \times Ie} < \frac{l}{240} \dots\dots\dots(2.29)$$

## 2. Kontrol Untuk Penumpukan *Half Slab Precast*

Pada tahap penumpukan ini perhitungan yang digunakan adalah sebagai berikut [2] :

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

$$\text{- Volume beton bertulang (m}^3\text{) x Berat Jenis beton bertulang (2400 kg/m}^3\text{)..... (2.30)}$$

b. Merencanakan jumlah tumpukan beton *precast*.

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

$$\text{- Berat beton } \textit{precast} \text{ (kg) x jumlah rencana tumpukan beton } \textit{precast} \text{.....(2.31)}$$

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

e. Tegangan Tumpukan Beton *Precast* (SNI 03-2847-2013)

$$\text{- } \sigma_{\text{beton}} = 4700 \sqrt{f_c''} \text{.....(2.32)}$$

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*

$$= \frac{\text{Berat Total Tumpukan}}{\text{Luas balok kayu}} \text{.....(2.33)}$$

g. Kontrol Penumpukan

Penumpukan direncanakan dengan 2 tumpuan sehingga kontrol tegangan yang terjadi :

$$\sigma_x = \frac{M_x}{M_y} < f_r ; \sigma_y = \frac{M_y}{M_x} < f_r \text{ ).....(2.34)}$$



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

### 3. Perencanaan Tulangan *Half Slab Precast* Sebelum Komposit

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

$$M_u = \frac{1}{8} \times q_u \times l^2 \dots\dots\dots (2.10)$$

Dalam kondisi pengangkatan perlu dikontrol beberapa faktor yang terjadi [2] :

#### 1. Kebutuhan Tulangan Sebelum Komposit

a. Untuk luas tulangan perlu :

$$- d = H - \text{tebal selimut beton} - \frac{1}{2}\phi^2 \dots\dots\dots (2.11)$$

$$- R_n = \frac{M_n}{\phi \times b \times d^2} \dots\dots\dots (2.12)$$

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

$$- \rho b = \left( \frac{0,85 \times \beta \times F_c'}{F_y} \right) \times \left( \frac{600}{600 + F_y} \right) \dots\dots\dots (2.14)$$

$$- \rho_{perlu} = \frac{1}{m} \times \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2m \times R_n}{F_y}} \right) \dots\dots\dots (2.15)$$

b. 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 :

$$- \rho_{max} = 0,75 \times \rho_b \dots\dots\dots (2.16)$$

Dan tidak boleh kurang dari :

$$- \rho_{min} = \frac{1,4}{f_y} \dots\dots\dots (2.17)$$

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

c. Luas Tulangan Perlu

$$- A_s \text{ perlu} = \rho_{\text{perlu}} \times b \times d \dots\dots\dots(2.18)$$

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

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

$$- \text{ dan } A_{v \text{ min}} = \frac{1,4 \times b_w \times d_x}{F_y} \dots\dots\dots(2.19)$$

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

e. Perhitungan Jarak Tulangan :

$$S_{\text{perlu}} = \frac{0,25 \times \lambda \times \phi^2 \times b}{A_s \text{ perlu}} \dots\dots\dots(2.20)$$

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

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

2. Kontrol Reduksi

a. Tinggi blok tegangan persegi ekuivalen :

$$- a = \frac{A_s \text{ pasang} \times F_y}{0,85 \times F_c' \times b} \dots\dots\dots(2.21)$$

b. Jarak dari serat tekan ke sumbu netral :

$$- \beta = 0,85 ; c = \frac{a}{\beta} \dots\dots\dots(2.22)$$

c. Regangan Tarik :

$$- \epsilon_t = \left( 0,003 \times \frac{d_x}{c} \right) - 1 \dots\dots\dots(2.23)$$

d. Sehingga

$$- \phi M_n = \phi \times A_s \text{ pasang} \times F_y \times (d_x - 0,5a) \dots\dots\dots(2.24)$$

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

3. Kontrol Terhadap Geser

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

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

$$\dots\dots\dots(2.25)$$

4. Kontrol Retak

$$- M_{cr} = \frac{f_r \times I_g}{y_t} \dots\dots\dots(2.26)$$

syarat :  $M_{cr} > M_u$

5. Kontrol Tegangan Akibat Pengangkatan

$$- \sigma_{max} = \frac{M_u \times c}{I} \times \frac{P}{b \times t} < f_r = 0,52 \times \lambda \times \sqrt{F_c'} \dots\dots\dots(2.27)$$

6. Dimensi Angkur :  $d = \sqrt{\frac{4p}{\phi \times f_y}} \dots\dots\dots(2.28)$

7. Kontrol Lendutan

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

$$- \Delta t = \frac{5 \times q \times l^4}{384 \times E_c \times I_e} < \frac{l}{240} \dots\dots\dots(2.29)$$

**4. Perencanaan Tulangan *Half Slab Precast* Setelah Komposit**

Beban yang terjadi ketika setelah komposit adalah berat sendiri plat + *overtopping* dan beban hidup lantai, sehingga momen ultimate yang terjadi :

$$M_u = \frac{1}{8} \times q_u \times l^2 \dots\dots\dots(2.10)$$

Dalam kondisi pengangkatan perlu dikontrol beberapa faktor yang terjadi [2] :

1. Kebutuhan Tulangan Sebelum Komposit

a. Untuk luas tulangan perlu :

$$- d = H - \text{tebal selimut beton} - \frac{1}{2}\phi^2 \dots\dots\dots(2.11)$$

$$- R_n = \frac{M_n}{\phi \times b \times d^2} \dots\dots\dots(2.12)$$

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

$$- \rho b = \left( \frac{0,85 \times \beta \times F_c'}{F_y} \right) \times \left( \frac{600}{600 + F_y} \right) \dots\dots\dots(2.14)$$

$$- \rho_{perlu} = \frac{1}{m} x \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2m x Rn}{F_y}} \right) \dots(2.15)$$

- b. 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 :

$$- \rho_{max} = 0,75 x \rho_b \dots\dots\dots(2.16)$$

Dan tidak boleh kurang dari :

$$- \rho_{min} = \frac{1,4}{f_y} \dots\dots\dots(2.17)$$

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

- c. Luas Tulangan Perlu

$$- A_s \text{ perlu} = \rho_{perlu} x b x d \dots\dots\dots(2.18)$$

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

$$- A_{v \min} = \frac{0,25 \sqrt{F_c'}}{F_y} x b_w x d_x$$

$$\text{dan } A_{v \min} = \frac{1,4 x b_w x d_x}{F_y} \dots\dots\dots(2.19)$$

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

- e. Perhitungan Jarak Tulangan :

$$S_{\text{perlu}} = \frac{0,25 x \lambda x \phi^2 x b}{A_s \text{perlu}} \dots\dots\dots(2.20)$$

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

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

## 2. Kontrol Reduksi

- a. Tinggi blok tegangan persegi ekuivalen :

$$- a = \frac{A_s \text{ pasang} x F_y}{0,85 x F_c' x b} \dots\dots\dots(2.21)$$

- b. Jarak dari serat tekan ke sumbu netral :

$$- \beta = 0,85 ; c = \frac{a}{\beta} \dots\dots\dots(2.22)$$

- c. Regangan Tarik :

$$- \epsilon_t = \left( 0,003 x \frac{d_x}{c} \right) - 1 \dots\dots\dots(2.23)$$

d. Sehingga

$$- \varphi Mn = \varphi x As \text{ pasang} x Fy x (dx - 0,5a) \dots \dots \dots (2.24)$$

Syarat :  $\varphi Mn > Mu$

3. Kontrol Terhadap Geser

$$- Vu = qu x \frac{sn}{2} x dx > 0,5 x \varphi Vc \\ = 0,5 x \varphi x 0,17 x \lambda x \sqrt{Fc'} x b c dx \\ \dots \dots \dots (2.25)$$

4. Kontrol Retak

$$- Mcr = \frac{fr x ig}{yt} \dots \dots \dots (2.26)$$

syarat :  $Mcr > Mu$

5. Kontrol Tegangan Akibat Pengangkatan

$$- \sigma max = \frac{Mu x c}{I} x \frac{P}{b x t} < fr = \\ 0,52 x \lambda x \sqrt{Fc'} \dots \dots \dots (2.27)$$

6. Dimensi Angkur :  $d = \sqrt{\frac{4p}{phi x fy}} \dots \dots \dots (2.28)$

7. Kontrol Lendutan

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

$$- \Delta t = \frac{5 x q x l^4}{384 x Ec x le} < \frac{l}{240} \dots \dots \dots (2.29)$$

## 5. Perencanaan Tulangan Geser Diafragma *Half Slab Precast*

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.[1]

Perencanaan geser diafragma ini mengacu pada SNI 2847:2013 pasal 21.11.9, dimana untuk kuat geser nominal  $V_n$ , struktural tidak boleh melebihi [2] :

$$- V_n = A_{cv} \times [(0,17 \times \lambda \times \sqrt{F_c'}) + (\rho_t \times f_y)] \quad (2.30)$$

## 6. Perencanaan Panjang Penyaluran Tulangan *Half Slab Precast*

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 [2]:

$$a. L_{dh} > 8d_b \dots\dots\dots(2.31)$$

$$b. L_{dh} > 150 \text{ mm} \dots\dots\dots(2.32)$$

$$c. L_{dh} = \frac{100 \times d_b}{\sqrt{F_c'}} \times \frac{F_y}{400} \dots\dots\dots(2.33)$$

## 7. Perencanaan Tulangan Angkur (Stud) *Half Slab Precast* Pada Saat Pengangkatan

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)*. [4]

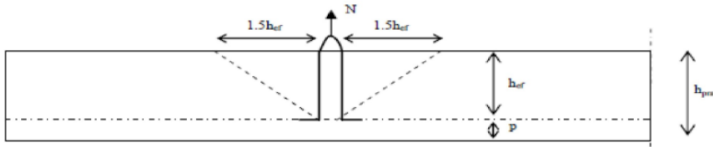
$$- WF = a \times b \times t_{precast} \times b_j \text{ beton bertulan} \dots\dots(2.34)$$

$$- T = WF/2 \dots\dots\dots(2.35)$$

Dimana T merupakan berat total yang diterima oleh sling pada saat pengangkatan.

$$- T_{Angker} = A_g \times F_y \times \emptyset \dots\dots\dots(2.36)$$

Dimana  $A_g$  merupakan luasan rencana angkur (stud) yang digunakan.



(Sumber : PCI Handbook 7<sup>th</sup> Edition Precast and Prestressed Concrete)  
Gambar 2.1 Pengukuran Tulangan Angkat Plat Precast

Menurut *PCI precast and Prestressed Concrete 7 th figure 6.5.1* panjang tulangan angkur setidaknya mencapai garis retak yang terjadi saat beton terjadi jebol (*breakout*) yang terbesar dari. [4]

$$de = \frac{hef}{\tan 35} \text{ atau } de = 1,5 \times hef \dots \dots \dots (2.37)$$

## 2.2 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 yang direncanakan agar mendapatkan hasil yang optimal. Pada pembangunan gedung Prasarana Pendidikan Profesi Guru Universitas Negeri Surabaya, item pekerjaan yang ditinjau meliputi :

1. Pekerjaan Pendahuluan
  - a. Pekerjaan Pembersihan Lokasi
  - b. Pekerjaan Pemagaran
  - c. Pekerjaan Uitzet dan Bowplank
2. Pekerjaan Struktur Bawah
  - a. Pekerjaan Pemancangan
  - b. Pekerjaan Galian Tanah
  - c. Pekerjaan Urugan

- d. Pekerjaan Pecah Kepala Tiang Pancang
  - e. Pekerjaan Pilecap dan Sloof
3. Pekerjaan Struktur Atas
- a. Pekerjaan Balok
    - Pekerjaan Pembesian
    - Pekerjaan Bekisting
    - Pekerjaan Pengecoran
  - b. Pekerjaan Pelat *Half Slab Precast*
    - Pekerjaan Pengangkatan
    - Pekerjaan Penyambungan
    - Pekerjaan Pengecoran *Overtopping*
  - c. Pekerjaan Kolom
    - Pekerjaan Bekisting
    - Pekerjaan Pembesian
    - Pekerjaan Pengecoran
  - d. Pekerjaan Tangga
    - Pekerjaan Bekisting
    - Pekerjaan Pembesian
    - Pekerjaan Pengecoran
4. Pekerjaan Struktur Atap Baja
- Pekerjaan Kuda-kuda
  - Pekerjaan Gording
  - Pekerjaan Penggantung Gording
  - Pekerjaan Ikatan Angin



## 2.3 Perhitungan Volume

Perhitungan volume dilakukan sesuai dengan gambar yang sudah direncanakan.

### 2.3.1 Pekerjaan Persiapan

#### 2.3.1.1 Pekerjaan Pemagaran

Menurut Analisa (cara modern) Anggaran Biaya Pelaksanaan karya Ir. A. Soedradjat pekerjaan pemagaran membutuhkan konstruksi kayu ringan dengan penutup seng. Berikut adalah cara perhitungan volume pada pekerjaan pemagaran [8]:

- Volume tiang vertikal :  $V = \text{dimensi tiang (m}^2\text{) x tinggi (m) x jumlah tiang...}$ (2.38)

- Volume tiang horizontal :

$V = \text{dimensi tiang (m}^2\text{) x tinggi (m) x jumlah tiang.}$ (2.39)

- Volume Seng :

$$V = \frac{\text{Luas Pagar (m}^2\text{)}}{\text{Panjang seng (m) x Lebar seng (m)}} \dots \dots \dots (2.40)$$

#### 2.3.1.2 Pekerjaan Pengukuran

Berikut adalah cara perhitungan volume pada pekerjaan pengukuran :

- Luas lahan :  $Ll = \text{Panjang lahan (m) x Lebar lahan (m) } \dots \dots \dots$ (2.46)

- Keliling lahan :  $Kl = 2 \times [\text{Panjang lahan (m) + Lebar lahan (m) } \dots \dots$ (2.47)

- Luas bangunan :  $Lb = \text{Panjang bangunan(m) x Lebar bangunan (m) } (2.48)$

- Keliling bangunan :  $Kb = 2 \times [\text{Panjang lahan(m)+Lebar bangunan (m) } \dots \dots \dots$ (2.49)

### 2.3.1.3 Pekerjaan Bouwplank

Berikut adalah cara perhitungan volume pada pekerjaan bouwplank:

$$\begin{aligned} & \text{- Jumlah tiang vertikal} = \\ & \frac{\text{keliling bouwplank (m)}}{\text{jarak antar tiang (m)}} \dots\dots\dots \\ & \dots\dots\dots(2.50) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \text{- Volume tiang vertikal (m}^3\text{) = Dimensi tiang (m}^2\text{) x} \\ & \text{tinggi tiang (m) x jumlah} \\ & \text{tiang} \dots\dots\dots \\ & \dots\dots\dots(2.38) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \text{- Jumlah papan} = \\ & \frac{\text{keliling bouwplank (m) x tinggi papan (m)}}{\text{dimensi papan (m}^2\text{)}} \dots\dots\dots \\ & \dots\dots\dots(2.51) \end{aligned}$$

## 2.3.2 Pekerjaan Struktur Bawah

### 2.3.2.1 Pekerjaan Tiang Pancang

Menghitung volume tiang pancang dapat digolongkan sesuai dari bentuk, dan panjang pondasi, dimana bentuk dari pondasi pada pada proyek pembangunan ini menggunakan bentuk lingkaran. Jadi menghitung volume pondasi tiang pancang sebagai berikut :

$$\begin{aligned} & \text{- Volume tiang pancang = jumlah titik tiang} \\ & \text{pancang} \dots\dots\dots(2.52) \end{aligned}$$

### 2.3.2.2 Pekerjaan Galian Tanah

Pekerjaan galian meliputi galian pile cap dan sloof.

#### 1. Volume Galian Pile Cap

$$\begin{aligned} & \text{- Tinggi galian (m) =} \\ & \text{Tinggi pile cap (m) + tebal pasir padat (m) + tebal} \\ & \text{lantai kerja (m)} \dots\dots\dots (2.53) \end{aligned}$$

- Volume galian =

$$V \text{ (m}^3\text{)} = ((\text{sisi} + (2 \times \text{lebar batu bata (m)})) \times \text{tinggi galian (m)}) \dots \dots \dots (2.54)$$

2. Volume Galian Sloof :

- Tinggi galian (m)

$$H \text{ galian} = H \text{ sloof (m)} + \text{tebal pasir padat (m)} + \text{tebal lantai kerja (m)} \dots \dots \dots (2.55)$$

- Volume galian (m<sup>3</sup>)

$$V \text{ galian} = (\text{panjang} - (2 \times \text{lebar batu bata})) \text{ (m)} \times (\text{lebar} + (2 \times \text{lebar batu bata})) \text{ (m)} \times \text{tinggi galian (m)} \dots \dots \dots (2.56)$$

### 2.3.2.3 Pekerjaan Urugan Tanah

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

$$\text{- Volume urugan (m}^3\text{)} = \text{luas plat (m}^2\text{)} \times \text{tebal urugan pasir padat (m)} \dots \dots \dots (2.57)$$

### 2.3.2.4 Pekerjaan Lantai Kerja

Beton yang digunakan pada pekerjaan lantai kerja cukup dengan minimal K100 dengan tinggi lantai kerja 50 mm. Pada proyek ini pekerjaan lantai kerja meliputi lantai kerja pile cap dan sloof.

$$\text{- Vol} = (\text{panjang} + (2 \times \text{lebar batako})) \times (\text{lebar} + (2 \times \text{lebar batako})) \times \text{tebal lantai kerja (m)} \dots \dots \dots (2.58)$$

### 2.3.2.5 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. 1 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 Persyaratan Umum Bangunan Indonesia 1982)

### 1. Perhitungan Kebutuhan Batako pada Pile Cap

Cara menghitung kebutuhan bekisting batako pile cap sebagai berikut:

- Luas Pile Cap ( $m^2$ ) =  $[(\text{panjang (m)} + \text{lebar (m)}) \times 2] \times \text{tebal pile cap (m)}$ ..... (2.59)
- Luas Batako ( $m^2$ ) =  $\text{panjang batako (m)} \times \text{lebar batako (m)}$ .....(2.60)
- Kebutuhan Batako (n) =  $\frac{\text{Luas Pile Cap (m}^2\text{)}}{\text{Luas Batako (m}^2\text{)}}$ .....(2.61)

### 2. Perhitungan Kebutuhan Batako pada Sloof

Cara menghitung kebutuhan bekisting batako sloof sebagai berikut:

- Luas Sloof ( $m^2$ ) =  $[\text{tinggi sloof (m)} \times \text{panjang sloof (m)}] \times 2$ .....(2.62)
- Luas Batako ( $m^2$ ) =  $\text{panjang batako (m)} \times \text{lebar batako (m)}$ .....(2.63)

$$- \text{Kebutuhan Batako (n)} = \frac{\text{Luas Sloof (m}^2\text{)}}{\text{Luas Batako (m}^2\text{)}} \dots\dots\dots(2.64)$$

### 3. Kebutuhan Mortar untuk Perekat

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

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

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

$$- \text{Vol. Mortar (m}^3\text{)} = \text{jumlah batako} \times \text{vol. mortar per 1000 buah batako} \dots\dots\dots(2.65)$$

Keperluan mortar pada Tabel 2.2 disesuaikan dengan tebal mortar perencanaan.

### 4. Kebutuhan Semen

Tabel 2. 3 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)

$$\text{- Vol. semen} = \text{vol. mortar} \times \text{kebutuhan semen} \dots \dots \dots (2.66)$$

*Ket:*

Keperluan semen pada Tabel 2.3 disesuaikan dengan perbandingan campuran dalam hal ini campuran 1: 3.

## 5. Kebutuhan Pasir

$$\text{- Vol. pasir} = \text{vol. mortar} \times \text{kebutuhan pasir} \dots \dots \dots (2.67)$$

*Ket:*

Keperluan semen pada Tabel 2.3 disesuaikan dengan perbandingan campuran dalam hal ini campuran 1: 3.

### 2.3.3 Pekerjaan Struktur Utama

#### 2.3.3.1 Pekerjaan Bekisting Kayu

Perhitungan area volume bekisting memakai satuan  $m^2$ , 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%.**[8]**

Tabel 2. 4 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.

$$- \text{Luas (m}^2\text{)} = \text{luasan kotor (m}^2\text{)} - \text{reduksi ... (2.68)}$$

$$- \text{Vol.kayu} = \frac{\text{luas (m}^2\text{)}}{10 \text{ (m}^2\text{)}} \times \text{keperluan kayu.....(2.69)}$$

$$\text{- Vol.paku usuk} = \frac{\text{luas (m}^2\text{)}}{10 \text{ (m}^2\text{)}} \times \text{keperluan paku usuk} \dots\dots\dots(2.70)$$

*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.

$$\text{- Luas bekisting (m}^2\text{)} = ((h - t) \times p) \times 2 \dots\dots(2.71)$$

$$\text{- Vol.kayu} = \text{Vol.kayu} = \frac{\text{luas (m}^2\text{)}}{10 \text{ (m}^2\text{)}} \times \text{keperluan kayu} \dots\dots\dots(2.72)$$

$$\text{- Vol.paku usuk} = \frac{\text{luas (m}^2\text{)}}{10 \text{ (m}^2\text{)}} \times \text{keperluan paku usuk} \dots\dots\dots(2.73)$$

*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<sup>2</sup>.

$$\text{- Luas bekisting (m}^2\text{) = lebar plat (m) x panjang plat (m) .....(2.74)}$$

$$\text{- Vol.kayu} = \frac{\text{luas (m}^2\text{)}}{10 \text{ (m}^2\text{)}} \text{ x keperluan kayu .....(2.75)}$$

$$\text{- Vol.paku usuk} = \frac{\text{luas (m}^2\text{)}}{10 \text{ (m}^2\text{)}} \text{ x keperluan paku usuk .....(2.76)}$$

*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

$$L1 \text{ (m}^2\text{) = (panjang x lebar ) jumlah .....(2.77)}$$

- Luas bekisting plat bordes

$$L2 \text{ (m}^2\text{) = (panjang x lebar ) jumlah .....(2.78)}$$

- Luas bekisting sisi samping plat tangga

$$L3 \text{ (m}^2\text{) = (panjang x lebar ) jumlah .....(2.79)}$$

- Luas bekisting anak tangga / injakan

$$L4 \text{ (m}^2\text{) = (panjang x lebar ) jumlah anak tangga.....(2.80)}$$

- Total luas (m<sup>2</sup>) = L1 + L2 + L3 + L4.....(2.79)

$$\text{- Vol.kayu} = \frac{\text{luas (m}^2\text{)}}{10 \text{ (m}^2\text{)}} \text{ x keperluan kayu .....(2.80)}$$

$$\text{- Vol.paku usuk} = \frac{\text{luas (m}^2\text{)}}{10 \text{ (m}^2\text{)}} \text{ x keperluan paku usuk .....(2.81)}$$

*Ket :*

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

### 2.3.3.2 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 [2] :

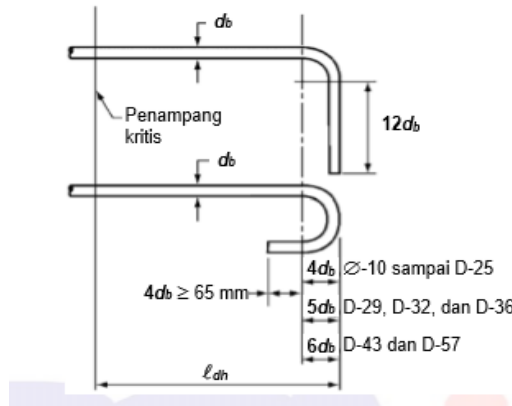
Panjang pembengkokan disesuaikan dengan dengan sudut lengkung dan diameter tulangan.

Tabel 2. 5 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. 2 Detail Panjang Penyaluran 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 [8]:

$$\begin{aligned} & \text{- Panjang besi (m) = panjang (m) + penyaluran} \\ & \quad \text{(m) + panjang kait (m) + panjang bengkok} \\ & \quad \text{(m).....(2.83)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \text{- Vol.besi (kg) = berat (kg/m) x panjang besi} \\ & \quad \text{(m).....(2.84)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \text{- Vol.besi dalam batang =} \\ & \quad \frac{\text{panjang total (m)}}{\frac{12 \text{ m}}{\text{batang}}}\text{.....(2.85)} \end{aligned}$$

*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. 6 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)

### 1. Pembesian Overtopping Plat *Precast Half Slab*

Pembesian pada tahap ini menggunakan besi Wiremesh M7 dengan ukuran 2,1 m x 5,4 m dimana luas efektif dari wiremesh M7 adalah 10 m<sup>2</sup>.

$$\text{- Vol.besi (lbr)} = \frac{\text{Luas plat (m}^2\text{)}}{\text{Luas Wiremesh (m}^2\text{)}} \dots\dots\dots(2.86)$$

#### 2.3.3.3 Pekerjaan Beton

Beton yang digunakan pada pekerjaan struktur utama yaitu beton K350. Perhitungan volume beton pada balok, plat dan kolom tanpa dikurangi dengan volume pembesian didalamnya adalah :

$$1. \text{ Vol. Pile Cap (m}^3\text{)} = \text{panjang poer (m)} \times \text{lebar poer (m)} \times \text{tebal poer (m)} \dots\dots\dots(2.87)$$

2. Vol. Balok ( $m^3$ )= panjang balok (m) x lebar balok (m) x tinggi balok (m).....(2.88)
3. Vol. Kolom ( $m^3$ ) = tinggi kolom (m) x panjang kolom (m) x lebar kolom (m) .....(2.89)
4. Vol. Plat ( $m^3$ ) = panjang plat (m) x lebar plat (m) x tebal plat (m).....(2.90)
5. Vol. Overtopping ( $m^3$ ) = luas plat ( $m^2$ ) x tebal *overtopping* (m).....(2.91)

#### 2.4 Perhitungan Durasi Pekerjaan

Durasi pada setiap pekerjaan berbeda-beda berdasarkan pelaksanaan yang digunakan karena memiliki produktivitas yang berbeda-beda. Suatu pekerjaan yang diselesaikan menggunakan alat berat akan menghabiskan waktu lebih singkat dibandingkan dengan melakukan pekerjaan secara manual. Perhitungan durasi pekerjaan dapat ditentukan dengan menggunakan rumus :

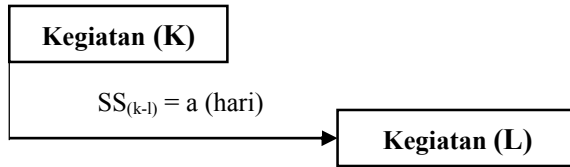
$$\text{Durasi per item} = \frac{\text{Volume}_{\text{item pekerjaan}}}{\text{Kapasitas Produksi alat/pekerja}}$$

#### 2.5 Metode Penjadwalan Proyek

Perencanaan jadwal pelaksanaan pekerjaan pembangunan menggunakan kurva S dan *Microsoft Project* sebagai alat bantu dalam penyusunan penjadwalan proyek dengan memperhatikan hubungan-hubungan antara item pekerjaan. Adapun hubungan antara item-item pekerjaan tersebut dibagi menjadi 4 macam yakni :

##### 1. Hubungan SS (awal-awal)

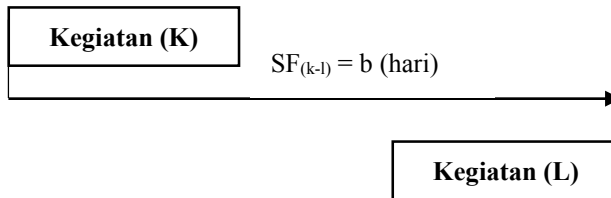
Hubungan ini memberikan penjelasan hubungan antara mulainya suatu kegiatan dengan mulainya kegiatan terdahulu. Dapat dirumuskan sebagai berikut  $SS_{(k-1)} = a$  (hari), artinya suatu kegiatan (l) mulai setelah a (hari) dari kegiatan terdahulu (k) sudah mulai dikerjakan.



Bagan 2. 1. Contoh Hubungan SS

## 2. Hubungan SF (awal-akhir)

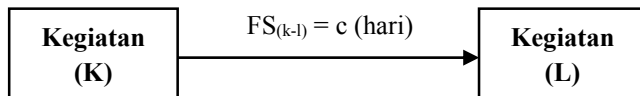
Hubungan ini memberikan penjelasan hubungan antara selesainya suatu kegiatan dengan mulainya kegiatan terdahulu. Dapat dirumuskan sebagai berikut  $SF(k-l) = b$  (hari), artinya suatu kegiatan (l) selesai setelah b (hari) dari kegiatan terdahulu (k) sudah mulai dikerjakan.



Bagan 2. 2. Contoh Hubungan SF

## 3. Hubungan FS (akhir-awal)

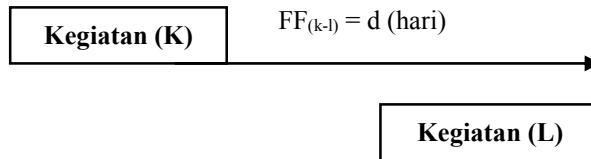
Hubungan ini memberikan penjelasan hubungan antara mulainya suatu kegiatan dengan selesainya kegiatan terdahulu. Dapat dirumuskan sebagai berikut  $FS(k-l) = c$  (hari), artinya suatu kegiatan (l) mulai ketika c (hari) setelah kegiatan terdahulu (k) sudah selesai dikerjakan.



Bagan 2. 3. Contoh Hubungan FS

## 4. Hubungan FF (akhir-akhir)

Konstrain ini memberikan penjelasan hubungan antara selesainya suatu kegiatan dengan selesainya kegiatan terdahulu. Dapat dirumuskan sebagai berikut  $FF(k-l) = d$  (hari), artinya suatu kegiatan (l) selesainya ketika c (hari) setelah kegiatan terdahulu (k) sudah selesai dikerjakan.



Bagan 2. 4 Contoh Hubungan FF



*“Halaman ini sengaja dikosongkan.”*

## **BAB III METODOLOGI**

### **3.1 Umum**

Metodologi yang digunakan dalam pembahasan permasalahan Tugas Akhir ini untuk meminimalisir biaya dan waktu pelaksanaan sebagai berikut :

1. Rumusan Masalah
2. Pengumpulan Data
3. Pengolahan Data
4. Kesimpulan

### **3.2 Uraian Metodologi**

Uraian metodologi yang digunakan dalam penyusunan Tugas Akhir Terapan adalah sebagai berikut :

#### **3.2.1 Identifikasi Masalah**

Setelah didapatkan rumusan masalah, maka dilanjutkan identifikasi masalah dengan cara: menganalisa gambar teknik untuk mendapatkan volume pekerjaan, menguraikan unsur-unsur dari penjadwalan berupa durasi dan melakukan analisa anggaran biaya berupa analisa harga satuan setiap pekerjaan.

#### **3.2.2 Pengumpulan Data**

Penyusunan Tugas Akhir memerlukan data sebagai acuan/ bahan untuk penyusunan. Data yang diperoleh berupa:

- a. Data Sekunder
  - Gambar Struktur Gedung Prasarana Pendidikan Profesi Guru Universitas Negeri Surabaya
  - Spesifikasi Alat Berat
  - Buku Referensi
  - Brosur
  - Studi Literatur

- HSPK Kota Surabaya 2019
  - Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat 2016
  - Harga Bahan
  - Harga Sewa Alat
  - Harga Upah Pekerja
- b. Data Primer
- Wawancara
  - Observasi

### 3.2.3 Pengolahan Data

Setelah diperoleh data yang dibutuhkan, dilakukan pengolahan data untuk mencapai tujuan awal dari Tugas Akhir Terapan ini.

#### 3.2.3.1 Analisa Struktur Half Slab Precast

Analisa struktur *half slab precast* dimulai dengan mengecek momen kapasitas plat konvensional ( $Mn_1$ ), kemudian dilanjutkan dengan langkah sebagai berikut :

- a. Perencanaan tebal plat *precast*
- b. Perencanaan titik angkat plat *precast*
- c. Perencanaan tulangan plat precast dengan tiga kondisi yaitu :
  - Kondisi saat pengangkatan
  - Kondidi saat pemasangan
  - Kondisi saat *service*
- d. Cek momen kapasitas dari plat precast ( $Mn_2$ ), Syaratnya yaitu  $Mn_2 > Mn_1$

#### 3.2.3.2 Metode Half Slab Precast

Tahapan pekerjaan *half slab precast*, yaitu :

- a. Pengangkatan *half slab precast*
- b. Pemasangan *half slab precast*
- c. Pekerjaan beton *overtopping*

### 3.2.3.3 Penyusunan Rincian Item Pekerjaan

Rincian Pekerjaan ditentukan dan dikelompokan untuk mengetahui batasan – batasan pekerjaan yang akan dihitung. Rincian pekerjaan sebagai berikut.

- a. Pekerjaan Pendahuluan
  - Pekerjaan Pembersihan Lokasi
  - Pekerjaan Pengukuran
  - Pekerjaan Pemagaran
  - Pekerjaan Bowplank
- b. Pekerjaan Pemancangan
  - Pengadaan Tiang Pancang
  - Pekerjaan Pemancangan
- c. Pekerjaan Galian Tanah
  - Pekerjaan Galian Pilecap
  - Pekerjaan Galian Sloof
- d. Pekerjaan Urugan Tanah
- e. Pekerjaan Lantai Kerja
- f. Pekerjaan Bekisting
  - Bekisting Pilecap
  - Bekisting Sloof
  - Bekisting Balok
  - Bekisting Kolom
  - Bekisting Tangga
- g. Pekerjaan Pembesian
  - Pembesian Pilecap
  - Pembesian Sloof
  - Pembesian Balok
  - Pembesian Kolom
  - Pembesian Tangga
- h. Pekerjaan Pengecoran
  - Pengecoran Pilecap
  - Pengecoran Sloof
  - Pengecoran Balok
  - Pengecoran Kolom

- Pengecoran Tangga
- i. Pekerjaan Atap
  - Pekerjaan Kuda-kuda
  - Pekerjaan Gording
  - Pekerjaan Ikatan Angin

#### **3.2.3.4 Perhitungan Volume Tiap Item Pekerjaan**

Perhitungan volume untuk setiap item pekerjaan struktur digunakan untuk menghitung anggaran biaya dan waktu penjadwaan .

#### **3.2.3.5 Perencanaan Metode Pelaksanaan**

Perencanaan metode Pelaksanaan digunakan untuk menghitung waktu penjadwalan dengan menggunakan metode PDM (Precedence Diagram Method).

#### **3.2.3.6 Menentukan Kebutuhan Sumber Daya**

Menentukan alat berat yang akan digunakan diimbangi dengan mengatur jumlah pekerja yang akan dipekerjakan dalam suatu item pekerjaan tertentu.

#### **3.2.3.7 Perhitungan Produktivitas Pekerjaan**

Perhitungan kapasitas tenaga kerja serta perhitungan kapasitas produksi suatu alat.

#### **3.2.3.8 Perhitungan Durasi Tiap Pekerjaan**

Dengan melakukan perhitungan durasi lamanya waktu pekerjaan setiap item pekerjaan selesai.

#### **3.2.3.9 Perhitungan Biaya Tiap Item Pekerjaan**

Melakukan perhitungan rencana anggaran biaya yang dibutuhkan dalam pengerjaan proyek

#### **3.2.3.10 Network Planning, Bar Chart, Bobot Item pekerjaan dan Kurva S**

Pada tahap ini dilakukan penjadwalan dengan menggunakan network planning yang dibantu dengan aplikasi Microsoft project. Selain, itu penjadwalan juga dilakukan dengan menyusun barchart, didalam barchart terdapat perhitungan bobot per item pekerjaan sehingga akan membentuk diagram kurva S.

### 3.3 Analisa

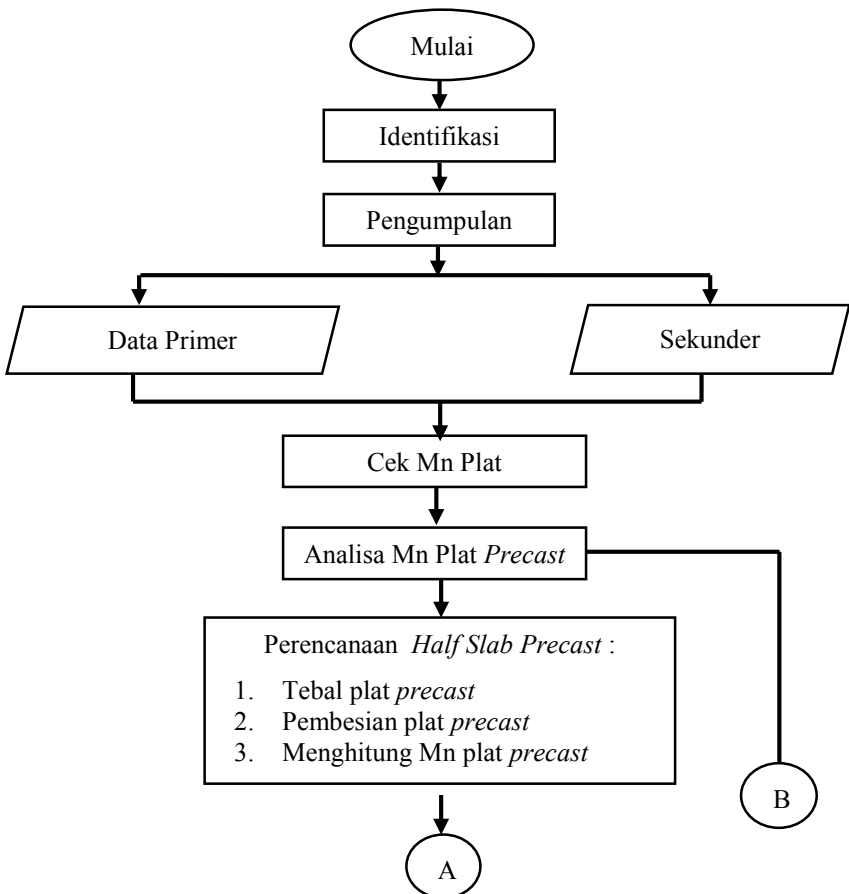
Analisa ini akan menghasilkan perhitungan rencana anggaran biaya pelaksanaan (real cost) dan waktu/ durasi pelaksanaan pekerjaan proyek.

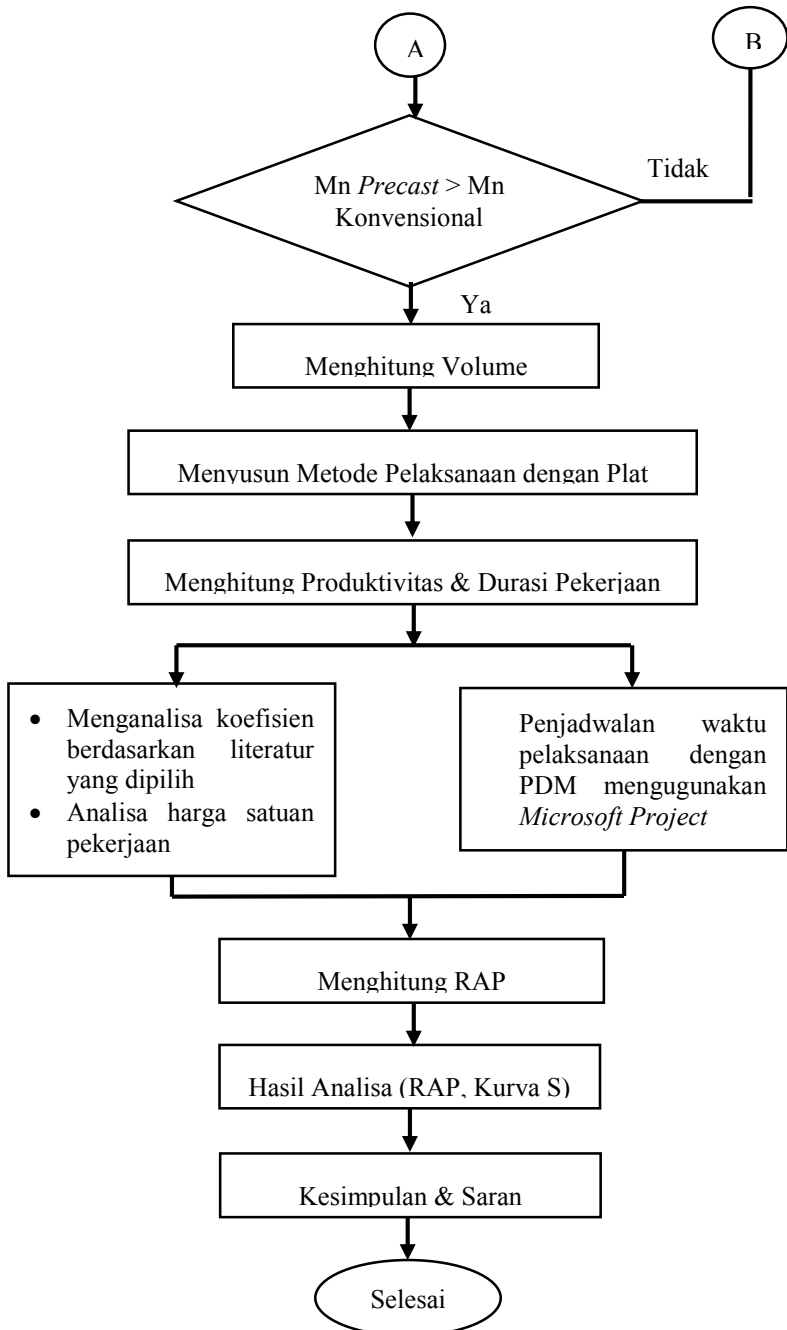
### 3.4 Kesimpulan

Dari hasil analisa tersebut, dapat disimpulkan rencana anggaran biaya Pelaksanaan dan penjadwalan waktu/ durasi pekerjaan pembangunan Proyek Pembangunan Gedung Gedung Prasarana Pendidikan Profesi Guru Universitas Negeri Surabaya Provinsi Jawa Timur.

### 3.5 Flow Chart

Flowchart 3. 1. Flowchart Metodologi Penyusunan Tugas Akhir





## BAB IV DATA PROYEK

### 4.1 Data Umum Proyek

Nama Proyek	: Gedung Prasarana Pendidikan Profesi Guru Universitas Negeri Surabaya
Lokasi Proyek	: Jl. Kampus UNESA, Lidah Wetan, Lakarsantri, Kota Surabaya, Jawa Timur
Pemilik Proyek	: Universitas Negeri Surabaya
Luas Bangunan	: ± 18.319 m <sup>2</sup>
Kontraktor	: PT. PP (Persero) Tbk.
Konsultan Perencana	: PT. Inti Eka Fajar Konsultan

### 4.2 Data Fisik Bangunan

#### 4.2.1 Pilecap

Tabel 4.2 Jumlah Pilecap

Pilecap	Tiang pancang tiap Pilecap	Dimensi Pilecap (m)		
		p	l	t
P1	34	2,7	1,8	1
P2	16	2,2	2,2	1
P3	18	2,2	2,2	1,5
P4	1	3,6	3,6	1

Sumber : *Data Gambar Pilecap*

#### 4.2.2 Sloof

Tabel 4.2 Jumlah Sloof

ZONA 1				
Sloof	Dimensi Galian Pilecap (m)			n
	b	l	h	
S1	0,5	0,4	1	9
S1	0,5	0,9	1	27



S1	0,5	1,4	1	2
S1	0,5	4,4	1	15
S2	0,15	2,5	0,3	2
S2	0,15	4,5	0,3	1
ZONA 2				
Sloof	Dimensi (m)			n
	p	l	t	
S1	0,5	0,4	1	4
S1	0,5	0,9	1	20
S1	0,5	4,4	1	8
S2	0,15	4,5	0,3	1

*Sumber : Data Gambar Sloof*

#### 4.2.3 Kolom

Tabel 4.3 Jumlah Kolom

Kolom	Dimensi (m)			n
	b	l	h	
K1	1	1	5	10
K2	0,8	0,8	4	9
K3	0,8	0,8	4	20

*Sumber : Data Gambar Sloof*

#### 4.2.4 Balok

Tabel 4.3 Jumlah Kolom

Tipe	ZONA 1			ZONA 2		
	Dimensi (m)			Dimensi (m)		
	B	H	L	B	H	L
B1	Lantai 2			Lantai 2		
	0,4	0,8	210,5	0,4	0,8	15
	Lantai 3 - 9			Lantai 3 - 9		

Tipe	ZONA 1			ZONA 2		
	Dimensi (m)			Dimensi (m)		
	B	H	L	B	H	L
	0,4	0,8	33	0,4	0,8	15
	Lantai Atap			Lantai Atap		
	0,4	0,8	8	0,4	0,8	3
B2	Lantai 1			Lantai 1 -		
	0,4	0,6	42	0,4	0,6	20
	Lantai 3 - 9			Lantai 3 - 9		
	0,4	0,6	42	0,4	0,6	20
	Lantai Atap			Lantai Atap		
	0,4	0,6	24	0,4	0,6	10
B3	Lantai 1			Lantai 1		
	0,3	0,4	197,5	0,3	0,4	105,5
	Lantai 3- 9			Lantai 3 - 9		
	0,3	0,4	197,5	0,3	0,4	105,5
	Lantai Atap			Lantai Atap		
	0,3	0,4	20	0,3	0,4	0
B4	Lantai 1 - 5			Lantai 1 - 5		
	0,2	0,3	35,32	0,2	0,3	0
	Lantai 6 - 9			Lantai 6 - 9		
	0,2	0,3	35,32	0,2	0,3	0
	Lantai Atap			Lantai Atap		
	0,2	0,3	9	0,2	0,3	0
B5	Lantai 1 - 5			Lantai 1 - 5		
	0,15	0,25	29,5	0,15	0,25	0
	Lantai 6 - 9			Lantai 6 - 9		
	0,15	0,25	29,5	0,15	0,25	0
	Lantai Atap			Lantai Atap		
	0,15	0,25	0	0,15	0,25	0

Sumber : Data Gambar Balok

*“Halaman ini sengaja dikosongkan.”*

## BAB V

### PERHITUNGAN *HALFSLAB PRECAST*

Dalam perencanaan ini, pelat berupa pelat pracetak yang kemudian pada saat pemasangan elemen pracetak tersebut dilanjutkan dengan pekerjaan *overtopping*. Perencanaan penulangan pelat pracetak yang direncanakan pada beberapa kondisi :

1. Saat Pengangkatan  
Keadaan ini terjadi saat dilakukan pengangkatan pelat pracetak setelah produksi dan saat pemasangan pelat ke area kerja yang telah ditentukan.
2. Sebelum Komposit  
Keadaan ini terjadi pada saat pemasangan dan pengecoran dimana antara komponen pracetak dengan komponen *topping* belum dapat menyatu dalam memikul beban.
3. Sesudah Komposit  
Keadaan ini terjadi apabila *topping* dan komponen pelat pracetak telah bersatu dalam memikul beban.

Kemudian tulangan yang dipakai pada seluruh pelat pracetak adalah tulangan hasil kondisi paling kritis diantara ketiga kondisi tersebut agar komponen mampu menahan gaya yang terjadi serta memudahkan dalam pelaksanaannya.

## 5.1 Preliminary Desain

### 5.1.1 Data Perencanaan

Langkah awal dalam perencanaan pelat pracetak adalah menentukan dimensi elemen struktur yang dipakai. Penentuan dimensi direncanakan sesuai dengan SNI 2847-2013.

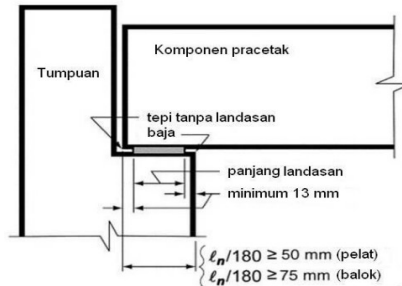
- a. Tipe plat P1 = 4 m x 1.5 m
- b. Mutu beton ( $f_c'$ ) = 29 Mpa
- c. Mutu baja ( $f_y$ ) = 240 Mpa
- d. Selimut beton = 20 mm

### 5.1.2 Perencanaan Dimensi Plat

- $L_n = L_n = L_y - (b \text{ balok}/2) - (b \text{ balok}/2)$   
 $= 4000 \text{ mm} - ((350 \text{ mm} / 2) - (250 \text{ mm} / 2))$   
 $= 3700 \text{ mm}$
- $S_n = L_x - (b \text{ balok}/2) - (b \text{ balok}/2)$   
 $= 1500 \text{ mm} - ((250 \text{ mm} / 2) + (250 \text{ mm} / 2))$   
 $= 1250 \text{ mm}$
- $\beta = \frac{L_n}{S_n} = \frac{3700 \text{ mm}}{1250 \text{ mm}} = 2,96$

Untuk nilai  $\beta > 2$  dianggap memiliki distribusi pembebanan pelat satu arah. Sehingga diambil syarat berdasarkan SNI 2847-2013 ps. 9.5.2 tabel 9.5 (a) [2].

- Berdasarkan SNI 7833-2012 gambar R4.6.2 ditentukan panjang landasan adalah sebagai berikut [3] :



(Sumber : SNI 7833-2012)

Gambar 5.1. Panjang Landasan untuk Plat *Precast*

$$\begin{aligned} \text{Panjang Landasan} &= L_n / 180 \geq 50 \text{ mm} \\ &= 3700 \text{ mm} / 180 \geq 50 \text{ mm} \\ &= 20,55 \text{ mm} \leq 50 \text{ mm} \end{aligned}$$

Maka panjang digunakan panjang landasan 50 mm

Jadi dimensi plat pracetak :

$$L_n = 3700 \text{ mm} + (50 \text{ mm} \times 2) = 3800 \text{ mm} = 3,8 \text{ m}$$

$$S_n = 1250 \text{ mm} + (50 \text{ mm} \times 2) = 1350 \text{ mm} = 1,35 \text{ m}$$

### 5.1.3 Perencanaan Tebal Plat

Berdasarkan SNI 2847-2013 untuk  $f_y$  selain 420 MPa tebal plat harus dikalikan dengan  $(0,4 + f_y/700)$  [2].  
Sehingga :

$$\begin{aligned} h_{\min} &= (L_n / 20) \times (0,4 + f_y / 700) \\ &= (3800 \text{ mm} / 20) \times (0,4 + 240 \text{ MPa} / 700) \\ &= 141,14 \text{ mm} \approx 150 \text{ mm} \end{aligned}$$

Maka dipakai tebal plat ( $t$ ) = 15 cm dengan konfigurasi tebal plat *precast* ( $t_1$ ) = 10 cm dan tebal *overlapping* ( $t_2$ ) = 5 cm.

## 5.2 Kondisi Pengangkatan

### 5.2.1 Perhitungan Pembebanan

#### a. Beban Mati (DL)

$$\begin{aligned} \text{Berat sendiri pracetak} &= 0,10 \times 2400 = 240 \text{ kg/m}^2 \\ \text{Beban kejut} &= 0,5 \times 240 = 120 \text{ kg/m}^2 + \\ &DL = 360 \text{ kg/m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Beban total} &= 1,4 \text{ DL} \\ &= 1,4 (360) = 504 \text{ kg/m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Beban untuk 1 m pias} &= 504 \times 1 \text{ m} \\ q_u &= 504 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

### 5.2.2 Perhitungan Penulangan Plat

#### 1. Arah X

#### a. Perhitungan Momen

Momen yang terjadi, persamaan di dapat dari *PCI Design Handbook 7<sup>th</sup> Edition chapter 8* [5].

Momen Arah X :

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

$$M_x = 0,0107 \times 504 \text{ kg/m}^2 \times (3,8 \text{ m})^2 \times 1,35 \text{ m} \times 10^{-2}$$

$$M_x = 1,55 \text{ kNm} = 1051272 \text{ Nmm}$$

- b. Penulangan Plat Arah X  
 Tebal selimut = 20 mm  
 Direncanakan tulangan Ø12



(Sumber : SNI 2847-2013)

Gambar 5.2. Sketsa Penulangan Plat Arah X saat Pengangkatan

- Mencari tebal efektif plat pracetak  
 $dx = t_1 - \text{decking} - \frac{1}{2} \times \emptyset$   
 $= 100 \text{ mm} - 20 \text{ mm} - (\frac{1}{2} \times 12 \text{ mm}) = 74 \text{ mm}$
- Pada perencanaan awal  $\phi$  diasumsikan 0,9  
 $R_n = \frac{Mu}{\phi \times b \times dx^2} = \frac{1051272 \text{ Nmm}}{0,9 \times 1000 \text{ mm} \times (74 \text{ mm})^2} = 0,213 \text{ MPa}$
- $m = \frac{fy}{0,85 \times fc} = \frac{240 \text{ N/mm}^2}{0,85 \times 30 \text{ N/mm}^2} = 9,412$
- $\rho \text{ perlu} = \frac{1}{m} \times \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2m \times R_n}{fy}} \right)$   
 $= \frac{1}{9,412} \times \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 9,412 \times 0,213 \text{ MPa}}{240 \text{ MPa}}} \right) = 0,00089$
- $\rho \text{ min} = 0,002$  (SNI 2847-2013 ps 7.12.2.1)
- $\rho \text{ maks} = 0,025$

Syarat :

$\rho \text{ min} < \rho \text{ perlu} < \rho \text{ maks} \rightarrow 0,002 < 0,00089 < 0,025$   
 $\rho \text{ perlu}$  kurang dari  $\rho \text{ min}$  maka  $\rho \text{ perlu}$  harus dikali 1,3 = 0,0016

Karena  $\rho \text{ perlu} \times 1,3 = 0,0012$  masih kurang dari  $\rho \text{ min}$ ,  
 maka dipakai  $\rho = 0,002$ .

- c. Perhitungan Tulangan Utama

➤ Luas Tulangan Pakai

$$- A_s = \rho \text{ min} \times b \times dx = 0,002 \times 1000 \text{ mm} \times 74 \text{ mm} \\ = 148 \text{ mm}^2$$

- Digunakan tulangan Ø12  

$$As \text{ tulangan} = \frac{1}{4} \times \pi \times D^2 = \frac{1}{4} \times 22/7 \times (12 \text{ mm})^2$$

$$= 113,1 \text{ mm}^2$$

- Jarak Tulangan (s)  

$$= \frac{1000 \times As \text{ tulangan}}{As} = \frac{1000 \times 113,1 \text{ mm}^2}{148 \text{ mm}^2} = 764 \text{ mm}$$

Syarat :

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

$s \leq 3(100)$  atau 450 mm (SNI 2847:2013 Ps.10.5.4)

$s \leq 300$  atau 450 mm (SNI 2847:2013 Ps.10.5.4)

Maka, dipakai jarak yang terkecil jadi memakai

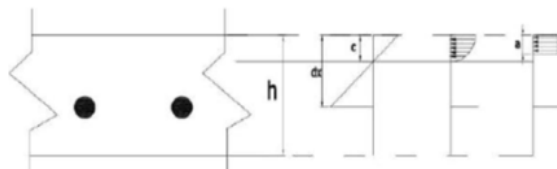
$s = 200 \text{ mm}$

- As pakai =  $\frac{1000 \times As \text{ tulangan}}{s}$   

$$= \frac{1000 \times 113,1 \text{ mm}^2}{200 \text{ mm}} = 565,71 \text{ mm}^2$$

**Dipakai tulangan utama Ø12-200**

- Kontrol Faktor Reduksi  
 Berdasarkan SNI 2847-2013 Ps.9.3 [2]



(Sumber : SNI 2847-2013)

Gambar 5. 3. Diagram Tegangan Plat Arah X Saat Pengangkatan

- Tinggi balok tegangan persegi ekuivalen (a)

$$a = \frac{As \text{ pakai} \times fy}{0,85 \times fc \times b} = \frac{565,71 \text{ mm}^2 \times 240 \text{ N/mm}^2}{0,85 \times 29,05 \text{ N/mm}^2 \times 1000 \text{ mm}}$$

$$= 5,49 \text{ mm}$$

- Jarak dari serat tekan terjauh ke sumbu netral (c)

Sesuai ps.10.2.7.3 untuk  $fc' = 29,05 \text{ MPa}$  digunakan  $\beta_1 = 0,8$

$$c = a / \beta_1 = 5,49 \text{ mm} / 0,8 = 6,87 \text{ mm}$$



- Regangan tarik ( $\epsilon_t$ )

$$\epsilon_t = 0,003 \times \left( \frac{dx}{c} - 1 \right) = 0,003 \times \left( \frac{74 \text{ mm}}{6,87 \text{ mm}} - 1 \right) = 0,029$$

dipakai  $\phi = 0,9$

$$\begin{aligned} - \phi M_n &= \phi \times A_s \text{ pakai} \times f_y \times (dx - 0,5a) \\ &= 0,9 \times 565,71 \text{ mm}^2 \times 240 \text{ N/mm}^2 \times (74 \text{ mm} - \\ &\quad (0,5 \times 5,49 \text{ mm})) \\ &= 8.706.435 \text{ Nmm} = 8,70 \text{ kNm} \end{aligned}$$

Syarat :  $\phi M_n > M_u \rightarrow 8,70 \text{ kNm} > 1,05 \text{ kNm}$  **(OK)**

d. Perhitungan Tulangan Susut

$$- F_y = 240 \text{ MPa} \rightarrow \rho_{\text{min}} = 0,0018$$

$$\begin{aligned} - A_s &= \rho_{\text{min}} \times b \times t_1 = 0,0018 \times 1000 \text{ mm} \times 100 \text{ mm} \\ &= 180 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

- Digunakan tulangan  $\emptyset 12$

$$\begin{aligned} A_s \text{ tulangan} &= \frac{1}{4} \times \phi \times D^2 \\ &= \frac{1}{4} \times 22/7 \times (12 \text{ mm})^2 \\ &= 113,1 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

- Jarak Tulangan (s)

$$= \frac{1000 \times A_s \text{ tulangan}}{A_{sh}} = \frac{1000 \times 113,1 \text{ mm}^2}{180 \text{ mm}^2} = 628,6 \text{ mm}$$

Syarat :

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

$$s \leq 3(100) \text{ atau } 450 \text{ mm (SNI 2847:2013 Ps.10.5.4)}$$

$$s \leq 300 \text{ atau } 450 \text{ mm (SNI 2847:2013 Ps.10.5.4)}$$

Maka, dipakai jarak yang terkecil jadi memakai

$$s = 150 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} A_s \text{ pakai} &= \frac{1000 \times A_s \text{ tulangan}}{s} = \frac{1000 \times 113,1 \text{ mm}^2}{150 \text{ mm}} \\ &= 754 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

**Dipakai tulangan susut  $\emptyset 12$ -150**

e. Kontrol terhadap Persyaratan Geser

- Kontrol terhadap persyaratan geser ditinjau berdasarkan SNI 2847-2013 Ps.11.6.4.1  $V_u$  pada jarak  $d$  dari tumpuan adalah sebesar [2]2 :

$$\begin{aligned} V_u &= q_u \times \left( \frac{Lx}{2} - \frac{dx}{1000} \right) \\ &= 947,52 \frac{\text{kg}}{\text{m}} \times \left( \frac{1,5 \text{ m}}{2} - \frac{74 \text{ mm}}{1000} \right) \times 10^{-2} \\ &= 16,94 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \phi V_c &= \phi \times (0,17 \times \lambda \times \sqrt{f_c} \times b \times dx) \\ &= 0,75 \times (0,17 \times 1 \times \sqrt{29,05 \text{ MPa}} \times 74 \text{ mm}) \times 10^{-3} \\ &= 76,96 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\text{Syarat : } 1/2 \phi V_c \geq V_u \rightarrow 38,48 \text{ kN} \geq 3,40 \text{ kN (OK)}$$

**Kekuatan geser plat mencukupi**

## 2. Arah Y

### a. Perhitungan Momen

Momen yang terjadi, persamaan di dapat dari *PCI Design Handbook 7<sup>th</sup> Edition chapter 8 [5]*.

Momen Arah Y:

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

$$M_y = 0,0107 \times 504 \text{ kg/m}^2 \times 3.8 \text{ m} \times (1,35 \text{ m})^2 \times 10^{-2}$$

$$M_y = 0,4 \text{ kNm} = 373478 \text{ Nmm}$$

### b. Penulangan Plat Arah Y

Tebal selimut = 20 mm

Direncanakan tulangan Ø12



(Sumber : SNI 2847-2013)

Gambar 5.4. Sketsa Penulangan Plat Arah X saat Pengangkatan

- Mencari tebal efektif plat pracetak  

$$d_y = t_1 - \text{decking} - \emptyset - \frac{1}{2} \times \emptyset$$

$$= 100 \text{ mm} - 20 \text{ mm} - 12 \text{ mm} - (\frac{1}{2} \times 12 \text{ mm})$$

$$= 62 \text{ mm}$$
- Pada perencanaan awal  $\phi$  diasumsikan 0,9  

$$R_n = \frac{M_u}{\phi \times b \times d_y^2} = \frac{373478 \text{ Nmm}}{0,9 \times 1000 \text{ mm} \times (62 \text{ mm})^2} = 0,304 \text{ MPa}$$
- $$m = \frac{f_y}{0,85 \times f_c} = \frac{240 \text{ N/mm}^2}{0,85 \times 29,05 \text{ N/mm}^2} = 9,72$$
- $$\rho \text{ perlu} = \frac{1}{m} \times \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2m \times R_n}{f_y}} \right)$$

$$= \frac{1}{9,72} \times \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 9,72 \times 0,304 \text{ MPa}}{240 \text{ MPa}}} \right) = 0,0012$$
- $\rho \text{ min} = 0,002$  (SNI 2847-2013 ps 7.12.2.1)
- $\rho \text{ maks} = 0,025$   
 Syarat :  
 $\rho \text{ min} < \rho \text{ perlu} < \rho \text{ maks} \rightarrow 0,002 < 0,0012 < 0,025$   
 $\rho \text{ perlu}$  kurang dari  $\rho \text{ min}$  maka  $\rho \text{ perlu}$  harus dikali 1,3 = 0,0017  
 Karena  $\rho \text{ perlu} \times 1,3 = 0,0017$  masih kurang dari  $\rho \text{ min}$ ,  
 maka dipakai  $\rho = 0,002$ .

c. Perhitungan Tulangan Utama

➤ Luas Tulangan Pakai

-  $As = \rho \text{ min} \times b \times d_y = 0,002 \times 1000 \text{ mm} \times 62 \text{ mm}$   
 $= 124 \text{ mm}^2$

- Digunakan tulangan  $\emptyset 12$

$As \text{ tulangan} = \frac{1}{4} \times \phi \times D^2 = \frac{1}{4} \times 22/7 \times (12 \text{ mm})^2$   
 $= 113,1 \text{ mm}^2$

- Jarak Tulangan (s)

$= \frac{1000 \times As \text{ tulangan}}{As} = \frac{1000 \times 113,1 \text{ mm}^2}{124 \text{ mm}^2} = 912,4 \text{ mm}$

Syarat :

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

$s \leq 3(100)$  atau 450 mm (SNI 2847:2013 Ps.10.5.4)

$s \leq 300$  atau 450 mm (SNI 2847:2013 Ps.10.5.4)

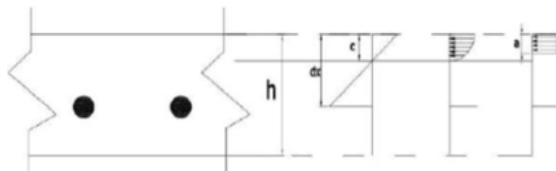
Maka, dipakai jarak yang terkecil jadi memakai

$s = 200$  mm

$$\begin{aligned} \text{- As pakai} &= \frac{1000 \times \text{As tulangan}}{s} \\ &= \frac{1000 \times 113,1 \text{ mm}^2}{200 \text{ mm}} = 556 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

**Dipakai tulangan utama Ø12-200**

- **Kontrol Faktor Reduksi**  
Berdasarkan SNI 2847-2013 Ps.9.3 [2]



(Sumber : SNI 2847-2013)

Gambar 5.5. Diagram Tegangan Plat Arah X Saat Pengangkatan

- Tinggi balok tegangan persegi ekuivalen (a)

$$\begin{aligned} a &= \frac{As \text{ pakai} \times fy}{0,85 \times fc \times b} = \frac{566 \text{ mm}^2 \times 240 \text{ N/mm}^2}{0,85 \times 30 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \times 29,05 \times 1000 \text{ mm}} \\ &= 5,50 \text{ mm} \end{aligned}$$

- Jarak dari serat tekan terjauh ke sumbu netral (c)  
Sesuai ps.10.2.7.3 untuk  $fc' = 29,05$  MPa digunakan  $\beta_1 = 0,8$

$$c = a / \beta_1 = 7,09 \text{ mm} / 0,8 = 6,87 \text{ mm}$$

- Regangan tarik ( $\epsilon_t$ )

$$\begin{aligned} \epsilon_t &= 0,003 \times \left( \frac{dy}{c} - 1 \right) = 0,003 \times \left( \frac{62 \text{ mm}}{6,87 \text{ mm}} - 1 \right) \\ &= 0,018 \end{aligned}$$

dipakai  $\phi = 0,9$

- $\phi Mn = \phi \times As \text{ pakai} \times fy \times (dy - 0,5a)$   
 $= 0,9 \times 566 \text{ mm}^2 \times 240 \text{ N/mm}^2 \times (62 \text{ mm} - (0,5 \times 5,50 \text{ mm}))$

$$= 7.240.140 \text{ Nmm} = 7,24 \text{ kNm}$$

$$\text{Syarat : } \phi M_n > M_u \rightarrow 7,24 \text{ kNm} > 0,37 \text{ kNm} \text{ (OK)}$$

d. Perhitungan Tulangan Susut

$$\text{- } f_y = 240 \text{ MPa} \rightarrow \rho_{\min} = 0,0018$$

$$\text{- } A_s = \rho_{\min} \times b \times t_1 = 0,0018 \times 1000 \text{ mm} \times 100 \text{ mm} \\ = 180 \text{ mm}^2$$

- Digunakan tulangan Ø12

$$\begin{aligned} \text{As tulangan} &= \frac{1}{4} \times \phi \times D^2 \\ &= \frac{1}{4} \times 22/7 \times (12 \text{ mm})^2 \\ &= 113,1 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

- Jarak Tulangan (s)

$$= \frac{1000 \times A_s \text{ tulangan}}{A_{sh}} = \frac{1000 \times 113,1 \text{ mm}^2}{180 \text{ mm}^2} = 628,6 \text{ mm}$$

Syarat :

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

$$s \leq 3(100) \text{ atau } 450 \text{ mm (SNI 2847:2013 Ps.10.5.4)}$$

$$s \leq 300 \text{ atau } 450 \text{ mm (SNI 2847:2013 Ps.10.5.4)}$$

Maka, dipakai jarak yang terkecil jadi memakai

$$s = 150 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} \text{As pakai} &= \frac{1000 \times A_s \text{ tulangan}}{s} = \frac{1000 \times 113,1 \text{ mm}^2}{200 \text{ mm}} \\ &= 566 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

**Dipakai tulangan susut Ø12-150**

e. Kontrol terhadap Persyaratan Geser

- Kontrol terhadap persyaratan geser ditinjau berdasarkan SNI 2847-2013 Ps.11.6.4.1  $V_u$  pada jarak  $d$  dari tumpuan adalah sebesar [2]2 :

$$\begin{aligned} V_u &= q_u \times \left( \frac{L_y}{2} - \frac{d_y}{1000} \right) \\ &= 504 \frac{\text{kg}}{\text{m}} \times \left( \frac{4 \text{ m}}{2} - \frac{62 \text{ mm}}{1000} \right) \times 10^{-2} \\ &= 10,07 \text{ kN} \end{aligned}$$

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

$$= 0,75 \times (0,17 \times 1 \times \sqrt{29,05 \text{ MPa} \times 62 \text{ mm}}) \times 10^{-3}$$

$$= 42,6 \text{ kN}$$

Syarat :  $1/2 \phi V_c \geq V_u \rightarrow 21,03 \text{ kN} \geq 10,1 \text{ kN}$  (**OK**)

### **Kekuatan geser plat mencukupi**

## **5.2.3 Kontrol Terhadap Penulangan**

### **1. Kontrol Retak**

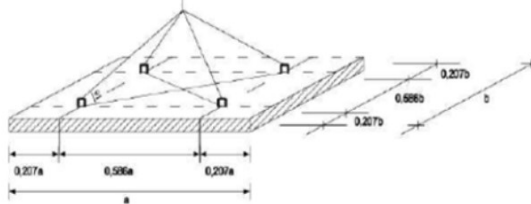
- Diasumsikan plat beton berumur 3 hari :  
 $f_c'' = 0,46 \times f_c' = 0,46 \times 29,05 \text{ MPa} = 13,4 \text{ MPa}$   
 $f_r = 0,62 \times \lambda \times \sqrt{f_c''} = 0,62 \times 1 \times \sqrt{13,4 \text{ MPa}}$   
 $= 2,27 \text{ MPa}$
- Direncanakan pengecoran *overtopping* setelah berumur 3 hari :  
 $f_r = 2,27 \text{ MPa}$   
 $I = 1/12 \times b \times h^3 = 1/12 \times 1000 \text{ mm} \times (100 \text{ mm})^3$   
 $= 83.333.333 \text{ mm}^4$
- Momen layan yang bekerja :  
 $M_{cr} = \frac{f_r \times I}{c} = \frac{1,99 \times 83.333.333 \text{ mm}^4}{6,87} = 27.479.517 \text{ Nmm}$   
 $M_{cr} = 27.479.517 \text{ Nmm} \geq M_x = 1.051.272 \text{ Nmm}$  (**OK**)  
 $M_{cr} = 27.479.517 \text{ Nmm} \geq M_y = 373.478 \text{ Nmm}$  (**OK**)

### **2. Kontrol Tegangan Akibat Pengangkatan**

- Kontrol ini mengacu pada metode pengangkatan plat yang dikeluarkan oleh PCI edisi ke 7 [5]. Diasumsikan plat pracetak diangkat setelah berumur 3 hari. Tegangan ditahan oleh b yang merupakan nilai terkecil dari  $a/2$ ,  $b/2$  atau  $15t$ .  
 $b/2 = 3,8 \text{ m} / 2 = 1,9 \text{ m}$   
 $a/2 = 1,35 \text{ m} / 2 = 0,675 \text{ m}$   
 $15 \times t_1 = 15 \times 0,1 \text{ m} = 1,5 \text{ m}$

Dipakai  $b = 0,675 \text{ m}$

$$S = 1/6 \times b \times h^2 = 1/6 \times 675 \text{ mm} \times (100 \text{ mm})^2 \\ = 1.125.000 \text{ mm}^3$$



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

Gambar 5.6. Skema Pengangkatan Plat

- $$P = \frac{a \times b \times t_1 \times \gamma_{\text{beton}}}{4}$$

$$= \frac{1,35 \text{ m} \times 3,8 \text{ m} \times 0,1 \text{ m} \times 2400 \text{ kg/m}^3}{4} = 287,28 \text{ kg}$$

$$= 2872,8 \text{ N}$$
- $\theta = 60^\circ$ 

$$P_1 = P \sin \theta = 2872,8 \text{ N} \times \sin 60^\circ = 2488 \text{ N}$$
- $$\sigma_{\text{max}} = \frac{M y \times c}{I} + \frac{P_1}{b \times t_1} < f_r$$

$$= \frac{373478 \text{ Nmm} \times 6,87 \text{ mm}}{83.333.333 \text{ mm}^4} + \frac{2872,8 \text{ N}}{3800 \text{ mm} \times 100 \text{ mm}} < 2,27 \text{ MPa}$$

$$= 0,0308 \text{ N/mm}^2 + 0,043 \text{ N/mm}^2 < 2,27 \text{ N/mm}^2$$

$$= 0,0734 \text{ N/mm}^2 < 2,27 \text{ N/mm}^2 \text{ (OK)}$$

## 5.2.4 Tulangan Angkur Pengangkatan

### 1. Perhitungan Tulangan Angkur

- Setiap angkur (hook) menerima beban sebesar  $P = 287,3 \text{ kg}$

Maka dibutuhkan diameter angkur sebesar :

$$d = \sqrt{\frac{4 \times P}{\pi \times f_y}} = \sqrt{\frac{4 \times 287,3 \text{ kg}}{\frac{22}{7} \times 240 \text{ MPa} \times 10}} = 0,39 \text{ cm} = 10 \text{ mm}$$

- Digunakan 4 buah angkur dengan diameter 10 mm

## 2. Kontrol Lendutan

- Momen akibat beban mati :  

$$M_{DL} = 1/8 \times q_{DL} \times (L_y/2)^2$$

$$= 1/8 \times 360 \text{ kg} \times (3,8 \text{ m}/2)^2 \times 10^4$$

$$= 684.000 \text{ Nmm}$$
- Momen terfaktor maksimum yang terjadi pada elemen struktur pada saat lendutan dihitung :  

$$M_a = M_{DL} = 684.000 \text{ Nmm}$$
- Momen inersia bruto terhadap sumbu berat penampang tanpa memperhitungkan tulangan baja :  

$$I_g = 1/12 \times b \times h^3 = 1/12 \times 1000 \text{ mm} \times (100 \text{ mm})^3$$

$$= 83.333.333 \text{ mm}^4$$
- Momen batas retak :  

$$M_{cr} = (f_r \times I_g) / (0,5 \times t_1)$$

$$= (2,3 \text{ MPa} \times 83.333.333 \text{ mm}^4) / (0,5 \times 100 \text{ mm})$$

$$= 3.838.663 \text{ Nmm}$$
- Momen inersia retak penampang dengan tulangan baja yang ditransformasikan ke penampang beton. Dicari nilai  $x$  terlebih dahulu  

$$bx^2 / 2 - n \times A_s \text{ tulangan} \times (dx - x) = 0$$

$$1000x^2 / 2 - 7 \times 113,14 \times (74 - x) = 0$$

$$500x^2 - 791,98 \times (74 - x) = 0$$

$$500x^2 + 791,98x - 58.606,52 = 0$$

$$x_1 = 10,06 \text{ mm} ; x_2 = -11,65 \text{ mm}$$

maka dipakai  $x_1 = 10,06 \text{ mm}$

$$I_{cr} = bx^3 / 3 + n \times A_s \text{ tulangan} \times (d - x)^2$$

$$= (1000 \times (10,06 \text{ mm})^2) / 3 + 7 \times 113,14 \text{ mm} \times (74 \text{ mm} - 10,06 \text{ mm})^2$$



$$= 2.679.487 \text{ mm}^4$$

- Momen inersia efektif

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

$$= \left( \frac{3.838.663 \text{ Nmm}}{684.000 \text{ Nmm}} \right)^3 \times 83.333.333 \text{ mm}^4 + \left[ 1 - \right.$$

$$\left. \left( \frac{3.838.663 \text{ Nmm}}{684.000 \text{ Nmm}} \right)^3 \right] \times 2.679.487 \text{ mm}^4 \leq I_g$$

$$= 14.258.647.992 \text{ mm}^4 \leq 83.333.333 \text{ mm}^4$$

Maka dipilih  $I_e = 144.000.000 \text{ mm}^4$

$$E_c = 4700 \times \sqrt{f'c} = 4700 \times (\sqrt{0,88 \times 30 \text{ MPa}})$$

$$= 24,149 \text{ MPa}$$

$$\begin{aligned} (\Delta_i)_{DL} &= \frac{5 \times q \times L^4}{384 \times E_c \times I_e} \\ &= \frac{5 \times 360 \text{ kg/m}^2 \times 10^{-2} \times (3800 \text{ mm})^4}{384 \times 24,149 \text{ MPa} \times 83.333.333 \text{ mm}^4} \\ &= \frac{3,7532 \times 10^{15}}{0,77276 \times 10^{15}} = 4,857 \text{ mm} \end{aligned}$$

- Berdasarkan SNI 2847-2012 batasan lendutan untuk plat adalah  $L/240$

$$L/240 = 3800 \text{ mm} / 240 = 15,83 \text{ mm}$$

$$\text{Syarat : } \Delta = 4,857 \text{ mm} \leq L/240 = 15,8 \text{ mm (OK)}$$

## 5.3 Kondisi Sebelum Komposit

### 5.3.1 Pembebanan

- a. Beban Mati (DL)

- Berat sendiri plat pracetak (DL)

$$= t_1 \times b_j \text{ beton} = 0,1 \text{ m} \times 2400 \text{ kg/m}^3 = 240 \text{ kg/m}^2$$

- Beban kejut saat penuangan beton *overtopping*

$$= t_2 \times b_j \text{ beton} \times f_k = 0,05 \text{ m} \times 2400 \text{ kg/m}^3 \times 1,5$$

$$= 180 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Total DL} = 240 \text{ kg/m}^2 + 180 \text{ kg/m}^2 = 420 \text{ kg/m}^2$$

- b. Beban Hidup (LL)

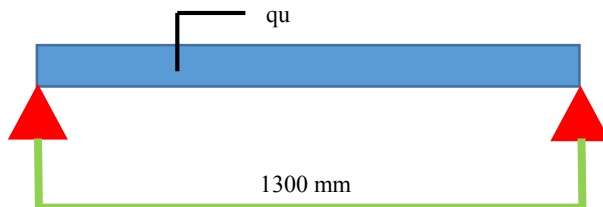
- Berat pekerja =  $100 \text{ kg/m}^2$

- c. Beban Ultimate  
 $= 1,2 \times DL + 1,6 \times LL$   
 $= (1,2 \times 420 \text{ kg/m}^2) + (1,6 \times 100 \text{ kg/m}^2) = 664 \text{ kg/m}^2$
- d. Beban untuk 1 m pias lebar plat ( $q_u$ )  
 $= \text{Beban ultimate} \times 1 \text{ m} = 664 \text{ kg/m}^2 \times 1 \text{ m}$   
 $= 664 \text{ kg/m}$

### 5.3.2 Perhitungan Penulangan Plat

Pada perhitungan penulangan dalam keadaan sebelum komposit dipakai momen arah x.

- a. Perhitungan Momen



Sumber : *perhitungan plat precast*

Gambar 5.7. Sketsa Momen Plat *Precast* yang Menumpu pada Balok

- $M_x = 1/8 \times q_u \times L^2$   
 $= 1/8 \times 664 \text{ kg/m} \times (1,35 \text{ m})^2 \times 10^{-2}$   
 $= 9,6 \text{ kNm} = 9.588.160 \text{ Nmm}$

- b. Penulangan Plat Arah Y



Sumber : *SNI 2847-2013*

Gambar 5.8. Sketsa Penulangan Plat Arah X saat Pengangkatan

- Mencari tebal efektif plat pracetak  
 $dx = t1 - \text{decking} - \frac{1}{2} \times \text{Ø} - \text{Ø}$   
 $= 100 \text{ mm} - 20 \text{ mm} - (\frac{1}{2} \times 12 \text{ mm}) - 12 = 62 \text{ mm}$

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

$$R_n = \frac{Mu}{\phi \times b \times dx^2} = \frac{9.588.160 \text{ Nmm}}{0,9 \times 1000 \text{ mm} \times (62 \text{ mm})^2} = 2,77 \text{ MPa}$$

- $m = \frac{fy}{0,85 \times fc} = \frac{240 \text{ N/mm}^2}{0,85 \times 29,05 \text{ N/mm}^2} = 9,71$

- $\rho \text{ perlu} = \frac{1}{m} \times \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2m \times R_n}{fy}} \right)$   
 $= \frac{1}{9,72} \times \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 9,71 \times 0,245 \text{ MPa}}{240 \text{ MPa}}} \right) = 0,0122$

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

- $\rho \text{ maks} = 0,025$

Syarat :

$$\rho \text{ min} < \rho \text{ perlu} < \rho \text{ maks} \rightarrow 0,002 < 0,012 < 0,025$$

maka dipakai  $\rho = 0,012$ .

### c. Perhitungan Tulangan Utama

#### c.1 Mencari Luas Tulangan Pakai

- $As = \rho \text{ perlu} \times b \times dx = 0,012 \times 1000 \text{ mm} \times 62 \text{ mm}$   
 $= 761,403 \text{ mm}^2$

- Digunakan tulangan  $\emptyset 12$

$$As \text{ tulangan} = \frac{1}{4} \times \phi \times \emptyset^2 = \frac{1}{4} \times 22/7 \times (12 \text{ mm})^2$$

$$= 113,1 \text{ mm}^2$$

- Jarak Tulangan (s)

$$= \frac{1000 \times As \text{ tulangan}}{As} = \frac{1000 \times 113,1 \text{ mm}^2}{761,403 \text{ mm}^2} = 149 \text{ mm}$$

Syarat :

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

$$s \leq 3(100) \text{ atau } 450 \text{ mm (SNI 2847:2013 Ps.10.5.4)}$$

$$s \leq 300 \text{ atau } 450 \text{ mm (SNI 2847:2013 Ps.10.5.4)}$$

Maka, dipakai jarak yang terkecil jadi memakai

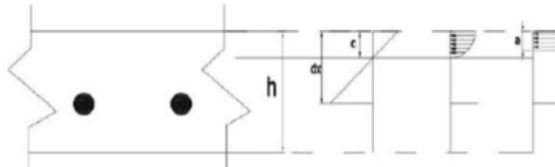
$$s = 150 \text{ mm}$$

- $As \text{ pakai} = \frac{1000 \times As \text{ tulangan}}{s}$   
 $= \frac{1000 \times 113,1 \text{ mm}^2}{150 \text{ mm}} = 754 \text{ mm}^2$

**Dipakai tulangan utama  $\emptyset 12-150$**

### c.2 Kontrol Faktor Reduksi

Berdasarkan SNI 2847-2013 Ps.9.3 [2]



(Sumber : SNI 2847-2013)

Gambar 5.9. Diagram Tegangan Plat Arah X Saat Pengangkatan

- Tinggi balok tegangan persegi ekuivalen (a)
 
$$a = \frac{A_s \text{ pakai } x f_y}{0,85 x f_c x b} = \frac{754 \text{ mm}^2 x 240 \text{ N/mm}^2}{0,85 x 29,05 \text{ N/mm}^2 x 1000 \text{ mm}}$$

$$= 7,33 \text{ mm}$$
- Jarak dari serat tekan terjauh ke sumbu netral (c)  
 Sesuai ps.10.2.7.3 untuk  $f_c' = 29,05 \text{ MPa}$  digunakan  $\beta_1 = 0,8$  [2]
 
$$c = a / \beta_1 = 7,33 \text{ mm} / 0,8 = 9,2 \text{ mm}$$
- Regangan tarik ( $\epsilon_t$ )
 
$$\epsilon_t = 0,003 x \left( \frac{dx}{c} - 1 \right) = 0,003 x \left( \frac{62 \text{ mm}}{9,2 \text{ mm}} - 1 \right)$$

$$= 0,017$$
 dipakai  $\phi = 0,9$
- $\phi M_n = \phi x A_s \text{ pakai } x f_y x (dx - 0,5a)$ 

$$= 0,9 x 754 \text{ mm}^2 x 240 \text{ N/mm}^2 x (62 \text{ mm} - (0,5 x 7,33 \text{ mm}))$$

$$= 9.504.164 \text{ Nmm} = 9,504 \text{ kNm}$$
 Syarat :  $\phi M_n > M_u \rightarrow 9,504 \text{ kNm} > 1,210 \text{ kNm}$  **(OK)**

### d. Perhitungan Tulangan Susut

- $F_y = 240 \text{ MPa} \rightarrow \rho_{\text{min}} = 0,002$
- $A_{sh} = \rho x b x t_1 = 0,002 x 1000 \text{ mm} x 100 \text{ mm}$ 

$$= 200 \text{ mm}^2$$
- Digunakan tulangan  $\emptyset 12$ 

$$A_s \text{ tulangan} = \frac{1}{4} x \phi x \emptyset^2 = \frac{1}{4} x 22/7 x (12 \text{ mm})^2$$

$$= 113,1 \text{ mm}^2$$

$$\begin{aligned} & - \text{ Jarak Tulangan (s)} \\ & = \frac{1000 \times A_s \text{ tulangan}}{A_{\text{Ash}}} = \frac{1000 \times 113,1 \text{ mm}^2}{200 \text{ mm}^2} = 565,7 \text{ mm} \end{aligned}$$

Syarat :

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

$$s \leq 3(100) \text{ atau } 450 \text{ mm (SNI 2847:2013 Ps.10.5.4)}$$

$$s \leq 300 \text{ atau } 450 \text{ mm (SNI 2847:2013 Ps.10.5.4)}$$

Maka, dipakai jarak yang terkecil jadi memakai

$$s = 150 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} & - \text{ As pakai} = \frac{1000 \times A_s \text{ tulangan}}{s} = \frac{1000 \times 113,1 \text{ mm}^2}{150 \text{ mm}} \\ & = 754 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

### Dipakai tulangan susut Ø12-200

e. Momen Tumpuan yang Berada di atas Perancah

$$\begin{aligned} & - \text{ M tump} = 1/10 \times qu \times (Lx/2)^2 \\ & = 1/10 \times 644 \text{ kg/m} \times (1,35 \text{ m} / 2)^2 \times 10^{-2} \\ & = 2,39 \text{ kNm} \end{aligned}$$

- Regangan tarik ( $\epsilon_t$ )

$$\begin{aligned} \epsilon_t & = 0,003 \times \left( \frac{dx}{c} - 1 \right) = 0,003 \times \left( \frac{74 \text{ mm}}{8,87 \text{ mm}} - 1 \right) \\ & = 0,022 \end{aligned}$$

dipakai  $\phi = 0,9$

$$\begin{aligned} & - \phi M_n = \phi \times A_s \text{ pakai} \times f_y \times (dx - 0,5a) \\ & = 0,9 \times 754 \text{ mm}^2 \times 240 \text{ N/mm}^2 \times (62 \text{ mm} - \\ & \quad (0,5 \times 7,33 \text{ mm})) \\ & = 9.504.164 \text{ Nmm} = 9,5 \text{ kNm} \end{aligned}$$

Syarat :  $\phi M_n > M_u \rightarrow 9,5 \text{ kNm} > 2,39 \text{ kNm}$  (OK)

f. Kontrol Terhadap Persyaratan Geser

- Kontrol terhadap persyaratan geser ditinjau berdasarkan SNI 2847-2013 Ps.11.6.4.1  $V_u$  pada jarak  $d$  dari tumpuan adalah sebesar [2] :

$$\begin{aligned} V_u & = qu \times \left( \frac{Lx}{2} - \frac{dx}{1000} \right) \\ & = 664 \frac{\text{kg}}{\text{m}} \times \left( \frac{3,8 \text{ m}}{2} - \frac{62 \text{ mm}}{1000} \right) \times 10^{-2} \end{aligned}$$

$$= 5,896 \text{ kN}$$

- $\phi V_c = \phi \times (0,17 \times \lambda \times \sqrt{f_c} \times b \times dx)$ 

$$= 0,75 \times (0,17 \times 1 \times \sqrt{29,05 \text{ MPa}} \times 62 \text{ mm}) \times 10^{-3}$$

$$= 42,61 \text{ kN}$$

Syarat :  $1/2 \phi V_c \geq V_u \rightarrow 21,3 \text{ kN} \geq 5,9 \text{ kN}$  **(OK)**

**Kekuatan geser plat mencukupi**

### 5.3.3 Kontrol terhadap Penulangan

#### 1. Kontrol Retak

- Diasumsikan plat beton berumur 3 hari :
 
$$f_c'' = 0,46 \times f_c' = 0,46 \times 30 \text{ MPa} = 13,8 \text{ MPa}$$

$$f_r = 0,62 \times \lambda \times \sqrt{f_c''} = 0,62 \times 1 \times \sqrt{13,8 \text{ MPa}}$$

$$= 2,3 \text{ MPa}$$
- Direncanakan pengecoran *overtopping* setelah berumur 3 hari :
 
$$f_r = 2,3 \text{ MPa}$$

$$I = 1/12 \times b \times h^3 = 1/12 \times 1000 \text{ mm} \times (100 \text{ mm})^3$$

$$= 83.333.333 \text{ mm}^4$$
- Momen layan yang bekerja :
 
$$M_{cr} = \frac{f_r \times I}{c} = \frac{2,3 \times 83.333.333 \text{ mm}^4}{8,87} = 21.628.830 \text{ Nmm}$$

$$M_{cr} = 21.628.830 \text{ Nmm} \geq M_x = 3.119.040 \text{ Nmm}$$
 **(OK)**

#### 3. Kontrol Lendutan

- Momen terfaktor maksimum yang terjadi pada elemen struktur pada saat lendutan dihitung :
 
$$M_a = 1/10 \times (q_{DL} + q_{LL}) \times (Lx/2)^2$$

$$= 1/10 \times 520 \text{ kg} \times (1,35 \text{ m} / 2)^2 \times 10^4$$

$$= 1.877.200 \text{ Nmm}$$
- Momen inersia bruto terhadap sumbu berat penampang tanpa memperhitungkan tulangan baja :
 
$$I_g = 1/12 \times b \times h^3 = 1/12 \times 1000 \text{ mm} \times (100 \text{ mm})^3$$

$$= 83.333.333 \text{ mm}^4$$

- Momen batas retak :

$$\begin{aligned} M_{cr} &= (f_r \times I_g) / (0,5 \times t_1) \\ &= (2,3 \text{ MPa} \times 83.333.333 \text{ mm}^4) / (0,5 \times 100 \text{ mm}) \\ &= 3.838.663 \text{ Nmm} \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned} bx^2 / 2 - n \times A_s \text{ tulangan} \times (dx - x) &= 0 \\ 1000x^2 / 2 - 7 \times 113,14 \times (74 - x) &= 0 \\ 500x^2 - 791,98 \times (74 - x) &= 0 \\ 500x^2 + 791,98x - 58.606,52 &= 0 \\ x_1 = 10,06 \text{ mm} ; x_2 = -11,65 \text{ mm} \end{aligned}$$

maka dipakai  $x_1 = 10,06 \text{ mm}$

$$\begin{aligned} I_{cr} &= bx^3 / 3 + n \times A_s \text{ tulangan} \times (d - x)^2 \\ &= (1000 \times (10,06 \text{ mm})^3) / 3 + 7 \times 113,14 \text{ mm} \times \\ &\quad (74 \text{ mm} - 10,06 \text{ mm})^2 \\ &= 3.885.698 \text{ mm}^4 \end{aligned}$$

- Momen inersia efektif

$$\begin{aligned} I_e &= \left( \frac{M_{cr}}{M_a} \right)^3 \times I_g + \left[ 1 - \left( \frac{M_{cr}}{M_a} \right)^3 \right] \times I_{cr} \leq I_g \\ &= \left( \frac{3.838.663 \text{ Nmm}}{1.877.200 \text{ Nmm}} \right)^3 \times 83.333.333 \text{ mm}^4 + \left[ 1 - \right. \\ &\quad \left. \left( \frac{3.838.663 \text{ Nmm}}{1.877.200 \text{ Nmm}} \right)^3 \right] \times 3.885.698 \text{ mm}^4 \leq I_g \\ &= 683.228.980 \text{ mm}^4 \leq 83.333.333 \text{ mm}^4 \end{aligned}$$

Maka dipilih  $I_e = 83.333.333 \text{ mm}^4$

$$\begin{aligned} E_c &= 4700 \times \sqrt{f_{c'}} = 4700 \times (\sqrt{0,88 \times 30 \text{ MPa}}) \\ &= 24,15 \text{ MPa} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} (\Delta i)_{DL} &= \frac{5 \times q \times L^4}{384 \times E_c \times I_e} \\ &= \frac{5 \times 520 \text{ kg/m}^2 \times 10^{-2} \times (3800 \text{ mm})^4}{384 \times 24,15 \text{ MPa} \times 83.333.333 \text{ mm}^4} \end{aligned}$$

$$= \frac{4.378 \times 10^{15}}{0,772 \times 10^{15}} = 5,66 \text{ mm}$$

- Berdasarkan SNI 2847-2012 batasan lendutan untuk plat adalah  $L/240$   
 $L/240 = 3800 \text{ mm} / 240 = 15,38 \text{ mm}$   
 Syarat :  $\Delta = 5,66 \text{ mm} \leq L/240 = 15,38 \text{ mm}$  **(OK)**

## 5.4 Kondisi Setelah Komposit

### 5.4.1 Pembebanan pada Plat

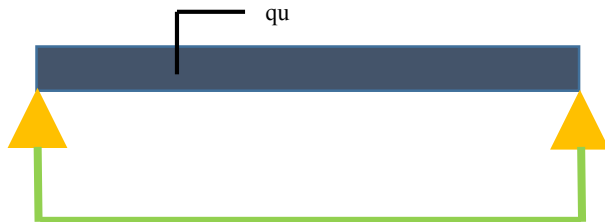
- a. Beban Mati (DL)
  - Berat sendiri plat pracetak (DL)  
 $= t_1 \times b_j \text{ beton} = 0,15 \text{ m} \times 2400 \text{ kg/m}^3 = 360 \text{ kg/m}^2$
  - Dinding bata ringan Fastcon =  $60 \text{ kg/m}^2$
  - Plaffond gypsum 9 mm + penggantung =  $6,6 \text{ kg/m}^2$
  - Granit Tile 60x60 =  $15 \text{ kg/m}^2$
  - Spesi per cm tebal ( $t = 2 \text{ cm}$ ) =  $42 \text{ kg/m}^2$
  - Duting dan plumbing =  $50 \text{ kg/m}^2$
  - Total DL =  $533,6 \text{ kg/m}^2$
- b. Beban Hidup (LL)
  - Berat fungsi bangunan =  $192 \text{ kg/m}^2$  (*SNI 1727-2013 hal 27*)
- c. Beban Ultimate  
 $= 1,2 \times \text{DL} + 1,6 \times \text{LL}$   
 $= (1,2 \times 533,6 \text{ kg/m}^2) + (1,6 \times 192 \text{ kg/m}^2)$   
 $= 947,52 \text{ kg/m}^2$
- d. Beban untuk 1 m pias lebar plat (qu)  
 $= \text{Beban ultimate} \times 1 \text{ m} = 947,52 \text{ kg/m}^2 \times 1 \text{ m}$   
 $= 947,52 \text{ kg/m}$



### 5.4.2 Perhitungan Penulangan Plat

Pada perhitungan penulangan dalam keadaan sebelum komposit dipakai momen arah x.

#### a. Perhitungan Momen



(Sumber : perhitungan plat precast)

Gambar 5.10 Sketsa Momen Plat *Precast* yang Menumpu pada Balok

$$\begin{aligned}
 - \quad M_y &= 1/8 \times q_u \times Lx^2 \\
 &= 1/8 \times 947,52 \text{ kg/m} \times (1,35 \text{ m})^2 \times 10^{-2} \\
 &= 13,38 \text{ kNm} = 13.388.189 \text{ Nmm}
 \end{aligned}$$

#### b. Penulangan Plat Arah X



(Sumber : SNI 2847-2013)

Gambar 5.11. Sketsa Penulangan Plat Arah X saat Pengangkatan

- Mencari tebal efektif plat pracetak
 
$$dx = t - \text{decking} - \frac{1}{2} \times \emptyset$$

$$= 150 \text{ mm} - 20 \text{ mm} - 12 - (\frac{1}{2} \times 12 \text{ mm}) = 112 \text{ mm}$$
- Pada perencanaan awal  $\phi$  diasumsikan 0,9
 
$$R_n = \frac{M_u}{\phi \times b \times dx^2} = \frac{1.726.855 \text{ Nmm}}{0,9 \times 1000 \text{ mm} \times (112 \text{ mm})^2}$$

$$= 0,15 \text{ MPa}$$
- $m = \frac{f_y}{0,85 \times f_c} = \frac{240 \text{ N/mm}^2}{0,85 \times 30 \text{ N/mm}^2} = 9,72$

- $\rho \text{ perlu} = \frac{1}{m} \times \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2m \times Rn}{fy}} \right)$   
 $= \frac{1}{9,72} \times \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 9,72 \times 0,15 \text{ MPa}}{240 \text{ MPa}}} \right) = 0,00063$
- $\rho \text{ min} = 0,002$  (SNI 2847-2013 ps 7.12.2.1)
- $\rho \text{ maks} = 0,025$

Syarat :

$\rho \text{ min} < \rho \text{ perlu} < \rho \text{ maks} \rightarrow 0,002 < 0,0007 < 0,025$   
 $\rho \text{ perlu}$  kurang dari  $\rho \text{ min}$  maka  $\rho \text{ perlu}$  harus dikali 1,3 = 0,0008

Karena  $\rho \text{ perlu} \times 1,3 = 0,0008$  masih kurang dari  $\rho \text{ min}$ ,  
 maka dipakai  $\rho = 0,002$ .

### c. Perhitungan Tulangan Utama

#### c.1 Mencari Luas Tulangan Pakai

- $As = \rho \text{ perlu} \times b \times dx = 0,002 \times 1000 \text{ mm} \times 112 \text{ mm}$   
 $= 244 \text{ mm}^2$
- Digunakan tulangan  $\emptyset 12$   
 $As \text{ tulangan} = \frac{1}{4} \times \text{phi} \times \emptyset^2 = \frac{1}{4} \times 22/7 \times (12 \text{ mm})^2$   
 $= 113,1 \text{ mm}^2$
- Jarak Tulangan (s)  
 $= \frac{1000 \times As \text{ tulangan}}{As} = \frac{1000 \times 113,1 \text{ mm}^2}{244 \text{ mm}^2} = 505 \text{ mm}$

Syarat :

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

$s \leq 3(100)$  atau 450 mm (SNI 2847:2013 Ps.10.5.4)

$s \leq 300$  atau 450 mm (SNI 2847:2013 Ps.10.5.4)

Maka, dipakai jarak yang terkecil jadi memakai

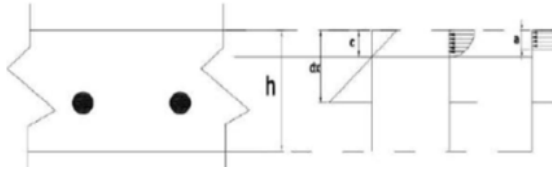
$s = 200 \text{ mm}$

- $As \text{ pakai} = \frac{1000 \times As \text{ tulangan}}{s}$   
 $= \frac{1000 \times 113,1 \text{ mm}^2}{200 \text{ mm}} = 565,7 \text{ mm}^2$

**Dipakai tulangan utama  $\emptyset 12-200$**

### c.2 Kontrol Faktor Reduksi

Berdasarkan SNI 2847-2013 Ps.9.3 [2]



(Sumber : SNI 2847-2013)

Gambar 5.12. Diagram Tegangan Plat Arah X Saat Pengangkatan

- Tinggi balok tegangan persegi ekuivalen (a)

$$a = \frac{A_s \text{ pakai} \times f_y}{0,85 \times f_c \times b} = \frac{566 \text{ mm}^2 \times 240 \text{ N/mm}^2}{0,85 \times 29,05 \text{ N/mm}^2 \times 1000 \text{ mm}}$$

$$= 5,5 \text{ mm}$$

- Jarak dari serat tekan terjauh ke sumbu netral (c)  
Sesuai ps.10.2.7.3 untuk  $f_c' = 29,05 \text{ MPa}$  digunakan  $\beta_1 = 0,8$  [2]

$$c = a / \beta_1 = 5,5 \text{ mm} / 0,8 = 6,87 \text{ mm}$$

- Regangan tarik ( $\epsilon_t$ )

$$\epsilon_t = 0,003 \times \left( \frac{dx}{c} - 1 \right) = 0,003 \times \left( \frac{112 \text{ mm}}{6,87 \text{ mm}} - 1 \right)$$

$$= 0,046$$

dipakai  $\phi = 0,9$

- $\phi M_n = \phi \times A_s \text{ pakai} \times f_y \times (dx - 0,5a)$   
 $= 0,9 \times 566 \text{ mm}^2 \times 240 \text{ N/mm}^2 \times (112 \text{ mm} - (0,5 \times 5,5 \text{ mm}))$   
 $= 13.449.818 \text{ Nmm} = 13,35 \text{ kNm}$

Syarat :  $\phi M_n > M_u \rightarrow 13,45 \text{ kNm} > 13,38 \text{ kNm}$  (OK)

### d. Perhitungan Tulangan Susut

- $F_y = 240 \text{ MPa} \rightarrow \rho_{\text{min}} = 0,002$
- $A_{sh} = \rho \times b \times t = 0,002 \times 1000 \text{ mm} \times 150 \text{ mm}$

$$= 300 \text{ mm}^2$$

- Digunakan tulangan Ø12  

$$\text{As tulangan} = \frac{1}{4} \times \text{phi} \times \text{Ø}^2 = \frac{1}{4} \times 22/7 \times (12 \text{ mm})^2$$

$$= 113,1 \text{ mm}^2$$
- Jarak Tulangan (s)  

$$= \frac{1000 \times \text{As tulangan}}{\text{Ash}} = \frac{1000 \times 113,1 \text{ mm}^2}{300 \text{ mm}^2} = 377 \text{ mm}$$

Syarat :

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

$$s \leq 3(100) \text{ atau } 450 \text{ mm (SNI 2847:2013 Ps.10.5.4)}$$

$$s \leq 300 \text{ atau } 450 \text{ mm (SNI 2847:2013 Ps.10.5.4)}$$

Maka, dipakai jarak yang terkecil jadi memakai

$$s = 100 \text{ mm}$$

- As pakai =  $\frac{1000 \times \text{As tulangan}}{s} = \frac{1000 \times 113,1 \text{ mm}^2}{200 \text{ mm}}$   

$$= 566 \text{ mm}^2$$

#### Dipakai tulangan susut Ø12-200

#### e. Kontrol Terhadap Persyaratan Geser

- Kontrol terhadap persyaratan geser ditinjau berdasarkan SNI 2847-2013 Ps.11.6.4.1  $V_u$  pada jarak  $d$  dari tumpuan adalah sebesar [2] :

$$V_u = qu \times \left( \frac{Lx}{2} - \frac{dx}{1000} \right)$$

$$= 947,52 \frac{\text{kg}}{\text{m}} \times \left( \frac{3,8 \text{ m}}{2} - \frac{112 \text{ mm}}{1000} \right) \times 10^{-2}$$

$$= 16,94 \text{ kN}$$

- $\phi V_c = \phi \times (0,17 \times \lambda \times \sqrt{f_c} \times b \times dx)$   

$$= 0,75 \times (0,17 \times 1 \times \sqrt{29,05 \text{ MPa}} \times 112 \text{ mm}) \times 10^{-3}$$

$$= 76,97 \text{ kN}$$

$$\text{Syarat : } 1/2 \phi V_c \geq V_u \rightarrow 38,48 \text{ kN} \geq 16,94 \text{ kN (OK)}$$

#### Kekuatan geser plat mencukupi

### 5.4.3 Kontrol Terhadap Penulangan

#### 1. Kontrol Retak

- Diasumsikan plat beton berumur 7 hari :  

$$f_c'' = 0,46 \times f_c' = 0,7 \times 29,05 \text{ MPa} = 20,3 \text{ MPa}$$

$$f_r = 0,62 \times \lambda \times \sqrt{f_c''} = 0,62 \times 1 \times \sqrt{20,3 \text{ MPa}}$$

$$= 2,80 \text{ MPa}$$

- Direncanakan pengecoran *overtopping* setelah berumur 7 hari :

$$f_r = 2,8 \text{ MPa}$$

$$I = 1/12 \times b \times h^3 = 1/12 \times 1000 \text{ mm} \times (150 \text{ mm})^3 \\ = 281.250.000 \text{ mm}^4$$

- Momen layan yang bekerja :

$$M_c = 1/8 \times (q_{DL} + q_{LL}) \times (Lx/2)^2 \\ = 1/8 \times 1197,6 \text{ kg} \times (1,3 \text{ m} / 2)^2 \\ = 13.097.080 \text{ Nmm}$$

$$\sigma = M_c / I < f_r$$

$$= \frac{13.097.080 \text{ Nmm}}{281.250.000 \text{ mm}^4} < 2,8 \text{ MPa}$$

$$= 0,78 \text{ MPa} < 2,8 \text{ MPa}$$

$$M_{cr} = \frac{f_r \times I}{c} = \frac{2,8 \times 281.250.000 \text{ mm}^4}{6,87} = 114.407.098 \text{ Nmm}$$

$$M_{cr} = 114.407.098 \text{ Nmm} \geq M_x = 13.097.080 \text{ Nmm} \text{ (OK)}$$

#### 4. Kontrol Lentutan

- Momen terfaktor maksimum yang terjadi pada elemen struktur pada saat lentutan dihitung :

$$M_a = 1/8 \times (q_{DL} + q_{LL}) \times (Lx/2)^2 \\ = 1/8 \times 947,52 \text{ kg} \times (1,35 \text{ m} / 2)^2 \times 10^4 \\ = 17.102.736 \text{ Nmm}$$

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

$$I_g = 1/12 \times b \times h^3 = 1/12 \times 1000 \text{ mm} \times (150 \text{ mm})^3 \\ = 281.250.000 \text{ mm}^4$$

- Momen batas retak :

$$M_{cr} = (f_r \times I_g) / (0,5 \times t) \\ = (2,84 \text{ MPa} \times 281.250.000 \text{ mm}^4) / (0,5 \times 150 \text{ mm})$$

$$= 10.654.488 \text{ Nmm}$$

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

$$bx^2 / 2 - n x A_s \text{ tulangan } x (d - x) = 0$$

$$1000x^2 / 2 - 10 x 113,14 x (124 - x) = 0$$

$$500x^2 - 1131,4 x (124 - x) = 0$$

$$500x^2 + 1131,4x - 140.293,6 = 0$$

$$x_1 = 15,66 \text{ mm} ; x_2 = -17,92 \text{ mm}$$

maka dipakai  $x_1 = 10,06 \text{ mm}$

$$I_{cr} = bx^3 / 3 + n x A_s \text{ tulangan } x (d - x)^2$$

$$= (1000 x (15,66 \text{ mm})^2) / 3 + 10 x 113,14 \text{ mm } x$$

$$(124 \text{ mm} - 15,66 \text{ mm})^2$$

$$= 15.889.356 \text{ mm}^4$$

- Momen inersia efektif

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

$$= \left( \frac{10.654.488 \text{ Nmm}}{17.102.736 \text{ Nmm}} \right)^3 x 281.250.000 \text{ mm}^4 + \left[ 1 - \right.$$

$$\left. \left( \frac{10.654.488 \text{ Nmm}}{17.102.736 \text{ Nmm}} \right)^3 \right] x 15.889.356 \text{ mm}^4 \leq I_g$$

$$= 52.772.396 \text{ mm}^4 \leq 281.250.000 \text{ mm}^4$$

Maka dipilih  $I_e = 52.772.396 \text{ mm}^4$

$$E_c = 4700 x \sqrt{f_c'} = 4700 x (\sqrt{30 \text{ MPa}})$$

$$= 24,149 \text{ MPa}$$

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

$$= \frac{5 x 533,6 \text{ kg/m}^2 x 10^{-2} x (3800 \text{ mm})^4}{384 x 24,149 \text{ MPa } x 52.772.396 \text{ mm}^4}$$

$$= \frac{7,56 x 10^{15}}{0,48 x 10^{15}} = 15,46 \text{ mm}$$

- Berdasarkan SNI 2847-2012 batasan lendutan untuk plat adalah  $L/240$

$$L/240 = 3800\text{mm} / 240 = 15,83 \text{ mm}$$

$$\text{Syarat : } \Delta = 13,04 \text{ mm} \leq L/240 = 15,83 \text{ mm (OK)}$$

#### 5.4.4 Perhitungan Shear Connector

- Direncanakan memakai tulangan  $\varnothing 10 \text{ mm}$

$$A_{cv} = b \times t_2 = 1000 \text{ mm} \times 50 \text{ mm} = 50.000 \text{ mm}^2$$

- Berdasarkan pasal 11.9.9.2 SNI 2847:2013,  $\rho_t$  dapat diambil 0,0025

$$\begin{aligned} V_{n1} &= A_{cv} \times (0,17 \times \lambda \times \sqrt{f_c} + \rho_t \times f_y) \\ &= 50.000 \text{ mm}^2 \times (0,17 \times 1 \times \sqrt{30 \text{ MPa}} + \\ &\quad 0,0025 \times 240 \text{ MPa}) \\ &= 76.556,41 \text{ N} = 76,56 \text{ kN} \end{aligned}$$

Syarat :

$$s \leq 4h \text{ atau } 450 \text{ mm}$$

$$s \leq 4(50) \text{ atau } 450 \text{ mm}$$

$$s \leq 200 \text{ atau } 450 \text{ mm}$$

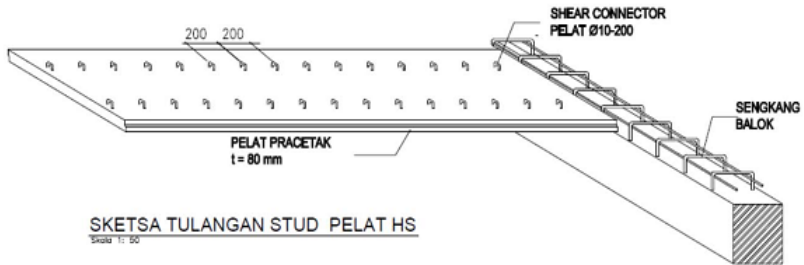
Maka, dipakai jarak yang terkecil jadi memakai  $s = 200 \text{ mm}$

$$\begin{aligned} - A_v \text{ min} &= 0,062 \times \sqrt{f_c} \times \frac{b_w \times s}{f_{yt}} \\ &= 0,062 \times \sqrt{30} \times \frac{1000 \times 200 \text{ mm}}{240} \\ &= 282,99 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Tetapi tidak boleh kurang dari

$$= \frac{0,35 \times b_w \times s}{f_{yt}} = \frac{0,35 \times 1000 \times 200 \text{ mm}}{240 \text{ MPa}} = 291,667 \text{ mm}^2$$

Maka dipasang shear connector  $\text{Ø}10\text{-}200$  ( $A_v = 471 \text{ mm}^2$   
 $> A_{v\text{min}} = 169,8 \text{ mm}^2$ )



(Sumber : Perhitungan Plat Precast)

Gambar 5.13. Sketsa Penulangan *Shear Connector*

### 5.4.5 Perhitungan Momen Nominal Plat Konvensional

Pada tugas akhir ini momen nominal pada plat precast yang telah dihitung akan dibandingkan dengan momen nominal plat eksisting pada proyek.

#### 5.4.5.1 Pembebanan pada Plat

- a. Beban Mati (DL)
  - Berat sendiri plat pracetak (DL)  
 $= t \times b_j \text{ beton} = 0,12 \text{ m} \times 2400 \text{ kg/m}^3 = 288 \text{ kg/m}^2$
  - Dinding bata ringan Fastcon =  $60 \text{ kg/m}^2$
  - Plaffond gypsum 9 mm + penggantung =  $6,6 \text{ kg/m}^2$
  - Granit Tile 60x60 =  $15 \text{ kg/m}^2$
  - Spesi per cm tebal ( $t = 2 \text{ cm}$ ) =  $42 \text{ kg/m}^2$
  - Duting dan plumbing =  $50 \text{ kg/m}^2$
  - Total DL =  $461,6 \text{ kg/m}^2$
- b. Beban Hidup (LL)
  - Berat fungsi bangunan =  $192 \text{ kg/m}^2$  (SNI 1727-2013 hal 25)
- c. Beban Ultimate  
 $= 1,2 \times \text{DL} + 1,6 \times \text{LL}$   
 $= (1,2 \times 461,6 \text{ kg/m}^2) + (1,6 \times 192 \text{ kg/m}^2)$   
 $= 861,12 \text{ kg/m}^2$



### 5.4.5.2 Cek Momen Nominal Plat

Pelat tipe 1 berukuran 3 x 4 m merupakan konstruksi pelat dua arah yang direncanakan terjepit penuh di keempat sisinya, pada plat eksisting dipasang tulangan Ø12-150.

#### a. Perhitungan Momen

Perhitungan momen-momen pelat dihitung menggunakan Tabel 13.3.1 PBI-1971 (Pelat tipe II)

Koefisien momen untuk nilai  $\beta$  :

$$X_1 = 21 \quad X_3 = 52$$

$$X_2 = 21 \quad X_4 = 52$$

$$\begin{aligned} - M_{lx} &= 0,001 \times q_u \times Lx^2 \times X_1 \\ &= 0,001 \times 861,12 \text{ kg/m}^2 \times (3 \text{ m})^2 \times 21 \\ &= 162,73 \text{ kgm/m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} - M_{ly} &= 0,001 \times q_u \times Ly^2 \times X_2 \\ &= 0,001 \times 861,12 \text{ kg/m}^2 \times (4 \text{ m})^2 \times 21 \\ &= 289,33 \text{ kgm/m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} - M_{tx} &= 0,001 \times q_u \times Lx^2 \times X_2 \\ &= 0,001 \times 861,12 \text{ kg/m}^2 \times (3 \text{ m})^2 \times 52 \\ &= 402,95 \text{ kgm/m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} - M_{ty} &= 0,001 \times q_u \times Ly^2 \times X_2 \\ &= 0,001 \times 861,12 \text{ kg/m}^2 \times (4 \text{ m})^2 \times 52 \\ &= 716,45 \text{ kgm/m} \end{aligned}$$

#### b. Kontrol Faktor Reduksi

- Momen nominal pada plat *precast* diambil pada saat kondisi setelah komposit yaitu  $M_n = 13,35 \text{ kNm}$

- Arah X (Tumpuan)

$$\begin{aligned} M_{nk} &= \frac{M_{tx}}{\phi} = \frac{402,95 \text{ kgm/m}}{0,8} \\ &= 503,69 \text{ kgm/m} = 5,03 \text{ kNm/m} \end{aligned}$$

Syarat :

$M_n \text{ precast} > M_n \text{ konvensional}$

$$13,35 \text{ kNm} > 5,03 \text{ kNm} \quad \text{(OK)}$$

- Arah Y (Tumpuan)

$$\begin{aligned} M_{nk} &= \frac{M_{ty}}{\phi} = \frac{716,45 \text{ kgm/m}}{0,8} \\ &= 895,56 \text{ kgm/m} = 8,95 \text{ kNm/m} \end{aligned}$$

Syarat :

$Mn_{precast} > Mn_{konvensional}$

13,35 kNm > 8,95 kNm **(OK)**

- Arah X (Lapangan)

$$Mnk = \frac{Mlx}{\varphi} = \frac{162,73 \text{ kgm/m}}{0,8}$$

$$= 203,41 \text{ kgm/m} = 2,03 \text{ kNm/m}$$

Syarat :

$Mn_{precast} > Mn_{konvensional}$

13,335 kNm > 3,61 kNm **(OK)**

- Arah Y (Lapangan)

$$Mnk = \frac{Mly}{\varphi} = \frac{289,33 \text{ kgm/m}}{0,8}$$

$$= 361,66 \text{ kgm/m} = 3,61 \text{ kNm/m}$$

Syarat :

$Mn_{precast} > Mn_{konvensional}$

13,35 kNm > 3,61 kNm **(OK)**

## 5.5 Rekapitulasi

Setelah dilakukannya perhitungan penulangan pelat 1 arah dengan 3 kondisi maka yang digunakan pada lapangan adalah pada kondisi **saat sesudah komposit** dengan tulangan arah **X Ø12-150** dan tulangan arah **Y Ø12-150**.

$$\text{arat : } Vn1 < Vn2$$

$$76,56 \text{ kN} < 2/3 \times Acv \times \sqrt{f_c}$$

$$76,56 \text{ kN} < 2/3 \times 50.000 \text{ mm}^2 \times \sqrt{30}$$

$$76,56 \text{ kN} < 182,57 \text{ kN} \quad \mathbf{(OK)}$$

$$Vn = Avf \times fy \times \mu = 0,25 \times \pi \times (10 \text{ mm})^2 \times 2400 \text{ MPa}$$

$$\times 1 = 18.857 \text{ N} = 18,86 \text{ kN}$$

Maka dipakai  $Vn$  terkecil = 18,86 kN

- $Vu = Vn / \phi = 18,86 \text{ kN} / 0,75 = 25,1 \text{ kN}$
- $\phi Vc = 86,59 \text{ kN}$  (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,  $A_v \text{ min}$ . Digunakan  $A_v \text{ min}$  dengan jarak  $s$  [2] :
- Dengan perhitungan yang sama dengan plat tipe 1, untuk plat tipe 2 digunakan adalah pada kondisi **saat sesudah komposit** dengan tulangan arah **X Ø12-150** dan tulangan arah **Y Ø12-150**. Berikut adalah tabel rekapitulasi tulangan plat *precast* :

Tabel 5.7 Rekapitulasi Penulangan Plat Precast

No	Kondisi	Arah	As Perlu (mm)	As Pasang (mm)	Tulangan
TIPE 1 = 3,8 x 1,35 m					
1	Saat Pengangkatan	x	148.00	565.71	12-200
		y	124.00	565.71	12-200
2	Sebelum Komposit	x	761.40	754.29	12-150
		y	761.40	754.29	12-150
3	Setelah Komposit	x	224.00	565.71	12-200
		y	224.00	565.71	12-200
TIPE 2 = 3,6 x 1,18 m					
1	Saat Pengangkatan	x	148.00	565.71	12-200
		y	124.00	565.71	12-200
2	Sebelum Komposit	x	759.78	754.29	12-150
		y	759.78	754.29	12-150
3	Setelah Komposit	x	737.04	754.29	12-150
		y	737.04	754.29	12-150
TIPE 3 = 2,1 x 0,85 m					
1	Saat Pengangkatan	x	148.00	565.71	12-200

		y	124.00	565.71	12-200
2	Sebelum Komposit	x	761.40	754.29	12-150
		y	761.40	754.29	12-150
3	Setelah Komposit	x	730.09	754.29	12-150
		y	730.09	754.29	12-150
TIPE 4 = 3,6 x 1,55 m					
1	Saat Pengangkatan	x	148.00	565.71	12-200
		y	124.00	565.71	12-200
2	Sebelum Komposit	x	761.40	754.29	12-150
		y	761.40	754.29	12-150
3	Setelah Komposit	x	730.09	754.29	12-150
		y	730.09	754.29	12-150
TIPE 5 = 2,6 x 0,85 m					
1	Saat Pengangkatan	x	148.00	565.71	12-200
		y	124.00	565.71	12-200
2	Sebelum Komposit	x	761.40	754.29	12-150
		y	761.40	754.29	12-150
3	Setelah Komposit	x	730.09	754.29	12-150
		y	730.09	754.29	12-150

(Sumber: Perhitungan Plat Precast)

### 5.6 Pembesian Untuk *Overtopping*

Sistem plat konvensional yang diterapkan dalam pelaksanaan pembangunan gedung ini menggunakan tulangan lunak Ø12-150 mm, sedangkan untuk perencanaan dalam tugas akhir ini pembesian diganti dengan wiremesh sehingga perlu adanya konversi dari tulangan lunak menjadi tulangan mutu tinggi.

Pembesian pada *overtopping* plat digunakan *wiremesh* dengan spesifikasi sebagai berikut :

- Tipe = M9
- Mutu = U-50
- Ukuran per lembar = 2,1 x 5,4 m
- Ukuran per roll = 2,1 x 54 m
- Berat per roll = 617,9 kg/roll

Berikut adalah perhitungan konversi dari tulangan luna menjadi tulangan mutu tinggi

a. Data Tulangan :

- Diameter = Ø12-150 mm
- Mutu tulangan ( $f_y$ ) = 240 MPa
- Mutu wiremesh ( $f_{yw}$ ) = 500 MPa

b. Konversi :

- Untuk Ø12-150 mm

$$A_s \text{ tul} = \frac{\frac{1}{4} \times \pi \times \phi^2 \times b}{s} = \frac{\frac{1}{4} \times \frac{22}{7} \times (12 \text{ mm})^2 \times 1000 \text{ mm}}{150 \text{ mm}}$$

$$= 753,98 \text{ mm}^2$$

- Luas tulangan *wiremesh* yang dibutuhkan

$$A_s = A_s \text{ tul} \times (f_y / f_{yw})$$

$$= 753,98 \text{ mm}^2 \times \left( \frac{240 \text{ N/mm}^2}{500 \text{ N/mm}^2} \right) = 361,91 \text{ mm}^2$$

- Digunakan *wiremesh* M9

$$A_{sw} = \frac{\frac{1}{4} \times \pi \times \phi^2 \times b}{s} = \frac{\frac{1}{4} \times \frac{22}{7} \times (9 \text{ mm})^2 \times 1000 \text{ mm}}{150 \text{ mm}}$$

$$= 424,12 \text{ mm}^2$$

Syarat :

$$A_{sw} > A_s \rightarrow 424,12 \text{ mm}^2 > 361,91 \text{ mm}^2 \quad \mathbf{OK}$$

**Maka *wiremesh* M9 dapat digunakan.**

## **BAB VI**

### **METODE PELAKSANAAN DAN ASPEK K3**

#### **6.1 Metode Pelaksanaan**

Metode pelaksanaan pekerjaan sangat berperan dalam suatu proyek konstruksi. Penggunaan metode yang tepat, praktis, cepat, dan aman sangat membantu dalam penyelesaian pekerjaan, sehingga target waktu, biaya, dan mutu yang diterapkan dapat tercapai. Dalam tugas akhir terapan ini metode pelaksanaan yang digunakan untuk pembangunan Gedung Fakultas Ilmu Sosial Universitas Negeri Malang adalah sebagai berikut.

##### **6.1.1 Pekerjaan Persiapan**

1. Melakukan pembersihan lapangan  
Pekerjaan pembersihan dimaksudkan untuk membuang terhadap sisa material bebas pada lahan yang akan digunakan untuk pekerjaan konstruksi gedung yang dapat mengganggu dan harus disingkirkan.
2. Membuat pagar batas Proyek  
Pemagaran lokasi proyek dilakukan agar saat pelaksanaan proyek tidak terganggu dengan kegiatan-kegiatan disekitar proyek.
3. Melakukan pengukuran  
Pekerjaan pengukuran berdasarkan gambar kerja (*shop drawing*) sesuai kebutuhan struktur.
4. Pemasangan *bowplank*  
Pekerjaan *bowplank* adalah kelanjutan dari hasil pengukuran, dimana pada posisi-posisi as bangunan akan dilakukan pekerjaan penggalian pondasi. Ukuran *bowplank* menentukan lebar/ luas area galian dan area pekerjaan pondasi.
  - Pengukuran dan pemasangan *bowplank* dilaksanakan sebelum pekerjaan dimulai dan harus bersama dengan Konsultan Pengawas dan Direksi.
  - Pengukuran dan pemasangan *bowplank* dilakukan untuk mementukan titik awal serta letak dan posisi

pekerjaan dan untuk menentukan kesikuan bangunan yang akan dibuat.

### 6.1.2 Pekerjaan Pemancangan

Pada pekerjaan pemancangan pondasi gedung ini, alat yang digunakan adalah *Hydraulic Jack-in Pile* yang memiliki kapasitas minimum sebesar 120 Ton. Kecepatan pemancangan maksimalnya adalah 5,6 m/menit. Tiang pancang yang digunakan berupa beton *precast* mutu K-600 dengan diameter 40 cm. Panjang tiang pancang yang diisipkan adalah 15 m dan 10 m.

### 6.1.3 Pekerjaan *Pile Cap* dan *Sloof*

#### 1. Penggalian

- Pekerjaan galian menggunakan tenaga manusia untuk ruang-ruang yang sempit.
- Pekerjaan galian dilakukan sesuai gambar rencana dan dilakukan pengukuran dengan menggunakan *waterpass* dan *theodolite* sampai pada elevasi yang diinginkan.
- Tanah digali sesuai dengan ukuran dan kedalaman/elevasi yang telah direncanakan sesuai gambar rencana.
- Setelah pekerjaan galian *pile cap* dan *sloof* kemudian dilanjutkan dengan pekerjaan urugan pasir dan lantai kerja untuk dudukan *pile cap* dan *sloof* sesuai dengan elevasi rencana.

#### 2. Pemasangan bekisting *pile cap* dan *sloof*

- Setelah dilakukan penggalian tanah, lalu dilakukan pembobokan *bor pile* yang masih sedikit tersisa sesuai dengan elevasi *pile cap* yang diinginkan dan tersisa tulangan besinya yang nanti akan dijadikan stek pondasi sebagai pengikat dengan *pile cap*.
- Melakukan pemasangan bekisting dari batako di sekeliling daerah *pile cap* dan *sloof* yang nanti ditimbun bersama pengecoran.

- Sebagai landasan *pile cap*, dibuat lantai kerja terlebih dahulu dengan ketebalan sesuai rencana.
3. Pemesian *pile cap* dan *sloof*
- Pabrikasi besi tulangan dilakukan sesuai kebutuhan ukuran dan jumlah yang direncanakan. Pekerjaan pabrikasi antara lain pekerjaan pemotongan dan bengkokan besi tulangan.
  - Pemasangan besi tulangan dilakukan di atas lantai kerja. Kemudian pemasangan stek *pile cap* sebagai penghubung menuju kolom.
4. Pengecoran *pile cap* dan *sloof*
- Pengecoran dengan beton *ready mix*. Sebelum melakukan pengecoran, beton *ready mix* diuji *slump*. Bila sesuai dengan persyaratan maka akan dilakukan pengecoran, apabila tidak memenuhi maka beton ditolak dan dikembalikan. Setelah uji *slump* memenuhi maka pengecoran dapat dilakukan. Adapun langkah-langkah pengecoran sebagai berikut:
- Pada saat truk pembawa beton *ready mix* datang, siapkan tempat untuk beton (*concrete pump*) yang akan dibawa untuk pengecoran.
  - Tuangkan beton dan pengecoran dilakukan bertahap setiap luasannya.
  - Gunakan *vibrator* untuk meratakan adonan beton yang sudah dicor.
  - Gunakan *vibrator* untuk meratakan adonan beton yang sudah dicor.

#### 6.1.4 Pekerjaan Kolom

1. Pemesian kolom
- Pabrikasi besi tulangan dilakukan sesuai kebutuhan ukuran dan jumlah yang direncanakan. Pekerjaan



pabrikasi antara lain pekerjaan pemotongan, kaitan, dan bengkokan besi tulangan.

- Pemasangan besi tulangan yang sudah di pabrikasi dengan *mobile crane* atau *tower crane*, besi tulangan dihubungkan dengan stek dari *pile cap*.

## 2. Bekisting kolom

- Pabrikasi bekisting kolom
  - Persiapkan alat-alat seperti gergaji, alat ukur panjang, paku, palu, dll.
  - Menggunakan *plywood* dengan ukuran dan ketebalan yaitu 12 mm. *Plywood* yang digunakan memiliki penggunaan berkisar 3-4 kali pemakaian untuk bekisting. Pabrikasi panel bekisting disesuaikan dengan luasan keperluan kolom yang dibutuhkan.
  - Setel sesuai kebutuhan yang direncanakan.
- Pemasangan bekisting kolom
  - Selalu bersihkan bekisting terlebih dahulu sebelum pemasangan.
  - Bekisting diolesi dengan minyak bekisting terlebih dahulu.
  - Pemasangan menyesuaikan garis marka yang sudah diukur.
  - Cek ukuran (posisi, ketegakan, dan kedataran).

## 3. Pengecoran kolom

Pengecoran dengan beton *ready mix* dengan bantuan *concrete bucket* dan tremi agar *ready mix* tidak mengalami segregasi. Sebelum melakukan pengecoran, beton *ready mix* diuji *slump*. Bila sesuai dengan persyaratan maka akan dilakukan pengecoran, apabila tidak memenuhi maka beton ditolak dan dikembalikan. Setelah uji *slump* memenuhi maka pengecoran dapat dilakukan.

## 4. Pembongkaran bekisting kolom

Pembongkaran dilakukan setelah tiga hari selesai pengecoran. Bekisting yang dibongkar selanjutnya akan di-*repair* untuk digunakan bekisting pada lantai selanjutnya. Penggunaan bekisting berkisar 3-4 kali pemakaian sesuai kelayakan *plywood* .

### 6.1.5 Pekerjaan *Shear Wall*

1. Pemesan *shear wall*
  - Pabrikasi besi tulangan dilakukan di bawah yang nanti akan diangkat dengan alat *tower crane* atau *mobil crane*.
  - Pabrikasi besi tulangan dilakukan sesuai kebutuhan ukuran dan jumlah yang direncanakan. Pekerjaan pabrikasi antara lain pekerjaan pemotongan, kaitan, dan bengkokan besi tulangan.
  - Pemesan *shear wall* disetel bersamaan dengan pemesan kolom.
2. Pemasangan bekisting *shear wall*
  - Pengecekan as *shear wall* sesuai *shop drawing*.
  - Pemasangan sepatu *shear wall*, menggunakan stek yang dipasang menurut tanda yang dibuat saat proses *marking*.
  - Pemindahan panel bekisting di lokasi yang telah disiapkan menggunakan *tower crane* atau *mobile crane*.
  - Pemasangan panel bekisting, sebelumnya dilakukan pembersihan dan pemberian minyak bekisting.
  - Setelah bekisting berdiri, lakukan pemasangan *adjustable brace* di kedua sisi *shear wall* sebagai pengaku.
3. Pengecoran *shear wall*

Pengecoran dengan beton *ready mix* dengan bantuan *concrete bucket* dan tremi agar *ready mix* tidak mengalami segregasi. Sebelum melakukan pengecoran, beton *ready mix* diuji *slump*. Bila sesuai dengan persyaratan maka akan dilakukan pengecoran, apabila tidak memenuhi maka beton ditolak dan dikembalikan. Setelah uji *slump* memenuhi maka pengecoran dapat dilakukan.

### 6.1.6 Pekerjaan Balok

#### 1. Bekisting balok

- Pabrikasi bekisting balok
  - Persiapkan alat-alat seperti gergaji, alat ukur panjang, paku, palu, dll.
  - Menggunakan *plywood* dengan ukuran dan ketebalan yaitu 12 mm. *Plywood* yang digunakan memiliki penggunaan berkisar 3-4 kali pemakaian untuk bekisting. Pabrikasi panel bekisting disesuaikan dengan luasan keperluan elemen struktur yang dibutuhkan.
  - Setel sesuai kebutuhan yang direncanakan.
- Pemasangan bekisting balok
  - Selalu bersihkan bekisting terlebih dahulu sebelum pemasangan.
  - Bekisting diolesi dengan minyak bekisting terlebih dahulu.
  - Pemasangan menyesuaikan garis marka yang sudah diukur.
  - Cek ukuran (posisi, ketegakan, dan kedataran).

#### 2. Pembesian balok

Pabrikasi besi tulangan dilakukan langsung di tempat pengerjaan balok yang sudah dipasang bekisting oleh pekerja.

#### 3. Pengecoran balok

Pengecoran dengan beton *ready mix* dengan bantuan *concrete pump*. Balok tidak dicor sepenuhnya namun

dikurangi oleh tebal pelat. Hal ini dilakukan agar balok yang telah di cor mampu dipakai sebagai dudukan dari pelat *half slab*.

### 6.1.7 Pekerjaan Pelat

#### 1. Perencanaan Plat *Precast*

Perencanaan *Precast Half Slab* dilakukan seperti pada Bab V, dari perencanaan tersebut didapatkan :

- a. Plat *precast half slab* tipe 1 dengan dimensi 4 m x 1,5 m dengan tebal 10 cm jumlah 85 buah per lantai dan memakai tulangan Ø12-100.
- b. Plat *precast half slab* tipe 2 dengan dimensi 4 m x 1,3 m dengan tebal 10 cm jumlah 48 buah per lantai dan memakai tulangan Ø12-100.
- c. Plat *precast half slab* tipe 3 dengan dimensi 2,5 m x 1 m dengan tebal 8 cm jumlah 6 buah per lantai dan memakai tulangan Ø12-100.
- d. Plat *precast half slab* tipe 4 dengan dimensi 4 m x 1,7 m dengan tebal 10 cm jumlah 1 buah per lantai dan memakai tulangan Ø12-100.
- e. Plat *precast half slab* tipe 5 dengan dimensi 3 m x 1 m dengan tebal 8 cm jumlah 38 buah per lantai dan memakai tulangan Ø12-100.

#### 2. Pengadaan Plat *Precast*

Pada tugas akhir ini pengadaan plat *precast* dilakukan dengan cara pemesanan kepada *supplier*. Hal ini bertujuan untuk mempersingkat waktu pembangunan gedung. Pengadaan plat *precast* harus selesai sebelum pekerjaan pembongkaran bekisting balok dilaksanakan.

#### 3. Pengiriman Plat *Precast*

Pada tahap pengiriman material pracetak ini sangat diperlukan koordinasi antara pihak kontraktor dan supplier pracetak. Pihak *supplier* mengirim material setelah ada instruksi dari kontraktor, karena hal tersebut sangat

berkaitan dengan metode pelaksanaan di lapangan. Jumlah elemen pracetak mengenai bentuk dan ukuran sesuai dengan konfirmasi pihak kontraktor.

Pengiriman material pracetak ke lokasi menggunakan truk trailer. Sebelum pengiriman pihak *supplier* mengadakan survey untuk melihat akses jalan yang akan dilalui. Dalam pengangkutan perlu diperhatikan penempatan posisi material pracetak di atas angkutan untuk menghindari hal hal yang membahayakan, contohnya : tergelincir, berubah dudukan, material retak, dll.

#### 4. Penumpukan Plat *Precast*

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 yang terbatas, sehingga plat *precast* ditumpuk agar tidak mengganggu aktivitas proyek yang lain.



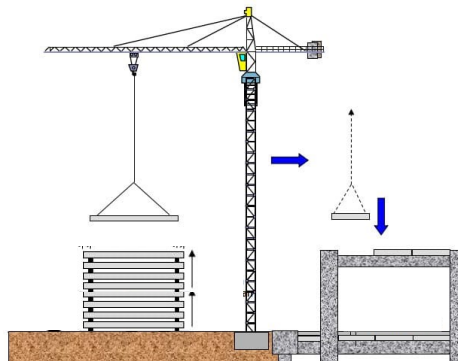
(Sumber : <http://juliant-juve.blogspot.com>)

Gambar 6. 1 Contoh Penumpukan Plat *Precast*

#### 5. Pengangkatan dan Pemasangan Plat *Precast*

Setelah melakukan perhitungan titik angkat sesuai maka plat *precast* diangkat menggunakan *tower crane* dengan dilakukan pemasangan sling berupa kawat baja pada ke 4 titik angkat plat, pengangkatan pelat dilakukan secara hati-hati untuk menjaga agar posisi pelat tetap datar.

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



(Sumber : <http://www.ilmusipil.com/>)

Gambar 6. 2 Contoh Pengangkatan Plat Precast

### ***Menggunakan Tower Crane***

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

- a. Untuk peralatan seperti *tower crane* harus sudah siap terlebih dahulu dilokasi proyek sebelum beton *precast* disiapkan.
- b. Perencanaan posisi *tower crane* dilapangan dimana panjang jangkauannya harus dapat mencapai setiap

- bagian dari struktur pada beton *precast* yang akan dipasang.
- c. Dilakukan pengecekan terhadap kondisi dan tulangan beton *precast* sebelum dipasang.
  - d. Dalam menjalankan tugasnya operator dibantu tenaga kerja untuk penempatan beton *precast* pada posisi akhir.
  - e. 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 diusahakan se efisien mungkin dan se optimal 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.



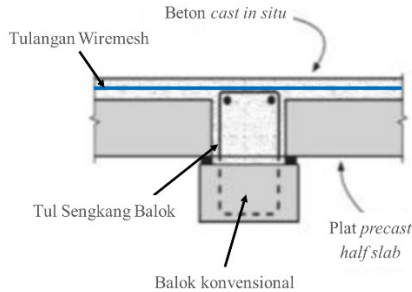
(Sumber: <http://teknoinarotama.blogspot.com>)

Gambar 6. 3 Contoh Pemasangan Plat Precast

## 6. Penyambungan Plat *Precast*

Dalam tugas akhir ini penyambungan plat *precast half slab* menggunakan sambungan basah *In-Situ Concrete Joints* (cor setempat). 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*. Sambungan ini menggunakan tulangan biasa sebagai penyambung / penghubung antar elemen beton baik antar pracetak maupun pracetak dengan cor setempat

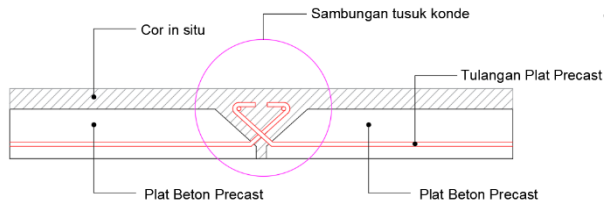


(Sumber : *Precast Concrete Building Design Guide Handbook*)

Gambar 6. 4 Contoh Sambungan Plat *Precast* dengan Balok & Pengecoran *Overtopping*

Elemen pracetak yang sudah berada ditempatnya akan dicor bagian ujungnya untuk menyambungkan elemen satu dengan yang lainnya agar menjadi satu kesatuan yang monolit.





(Sumber : Data Proyek)

Gambar 6. 5 Contoh Sambungan Antar Plat Precast & Pengecoran Overtopping

### 7. *Temporary Support* dan Bekisting

*Temporary support* dipasang pada daerah lapangan plat *precast* dengan tujuan pada saat pengecoran beton *overtopping* plat *precast* dapat menahan beban-beban yang terjadi di atasnya sehingga mengurangilendutan, pemasangan *temporary support* dapat dilihat pada

Spesifikasi *temporary support* ini menggunakan pipa galvanis, diameter 1,5", tebal 3 mm dengan panjang 2 m.

Bekisting bisa dilepas setelah 7 hari setelah pengecoran *overtopping*, sedangkan *temporary support* tetap dipasang sampai umur 30 hari fungsinya sebagai penunjang sampai pelat benar-benar mengeras. Setelah dilaksanakan pengecoran, maka untuk menjaga agar mutu beton tetap terjaga dilakukan perawatan beton. Perawatan beton yang dilakukan adalah dengan menyiram / membasahi beton 2 kali sehari selama 1 minggu.

### 8. *Overtopping Plat Precast*

Tahap *overtopping* dilakukan setelah pemasangan pembesian wiremesh dilakukan. Tahap *overtopping* terdiri dari :

#### a. Bekisting

Bekisting pada plat *precast* dipasang pada pinggirannya untuk cetakan beton *overtopping*. Bekisting yang digunakan yaitu jenis bekisting kayu. Dalam penggunaannya bekisting dapat

direncanakan untuk 1 kali pemakaian ulang. Pekerjaan bekisting pinggiran *overtopping* mempunyai tahapan yang sama dengan bekisting untuk pekerjaan balok.

b. Pembesian

Pembesian pada tahap ini menggunakan besi Wiremesh M7 dengan ukuran 2,1 m x 5,4 m dengan spesifikasi seperti berikut :

- Tipe = M7
- Ukuran = 2,1 x 5,4 m
- Berat = 47,31 kg/lbr
- Diameter tulangan = 6,7 mm



(Sumber : Google image)

Gambar 6. 6 Wiremesh M7

Pelaksanaan pembesian *overtopping* pada plat *precast*, dalam proses pengerjaannya hanya dihitung dari luasan *precast* yang dibutuhkan.

c. Pengecoran

Pada tugas akhir ini direncanakan menggunakan *precast half slab* dengan sambungan basah yaitu pemasangan elemen pracetak selesai maka dilanjutkan tulangan negatif (sambungan tulangan ke balok) di atas balok dan pelat kemudian baru di *cor overtopping* agar menjadi komposit

### 6.1.9 Pekerjaan Tangga

1. Pemasangan bekisting bordes dan badan tangga.
2. Pemasangan tulangan badan dan sengkang badan tangga.
3. Pemasangan tulangan anak tangga.
4. Pemasangan bekisting dinding tangga, bordes, dan *trape*/anak tangga.
5. Pengecoran tangga
6. Pembongkaran bekisting  
Pembongkaran dinding badan tangga dan *trape* dapat dilakukan setelah beton berumur 12 jam, sedangkan untuk badan tangga dan bordes dilakukan setelah tujuh hari atau setelah mendapat ijin dari pihak direksi.

### 6.1.10 Pekerjaan Rangka Atap Baja

1. Persiapan
  - Gambaran perencanaan atap yang akan digunakan dan perlatakan kuda-kuda.
  - Perlengkapan peralatan yang digunakan dalam pemasangan kuda-kuda.
  - Peralatan K3 sebagai persyaratan utama melakukan pekerjaan di atas ketinggian.
2. Fabrikasi rangka atap  
Pekerjaan struktur rangka atap baja sebelumnya dilakukan fabrikasi terlebih dahulu meliputi perakitan, pembautan serta pengelasan. Perakitan dimulai dengan memasang kuda-kuda. Pada setiap sambungan kuda-kuda dilakukan penyambungan dengan sistem baut dan las.
3. *Leveling* dan *marking*
  - Pastikan meratanya permukaan ring balok dan siku.
  - Pastikan rangkaian ring balok telah terikat secara keseluruhan pada bagian bangunan dan sudah tersambung dengan benar pada kolom di bawahnya.

- Pengukuran jarak antar *truss* lalu tandai posisi untuk meletakkan *truss* sesuai dengan gambar rencana kerja.
4. Pemasangan kuda-kuda
- Material rangka atap baja diangkat menggunakan *tower crane* ke lokasi yang akan di pasang atap baja.
  - Kuda-kuda yang sudah dirakit diangkat ke atap untuk dipasang pada angkur yang ada pada kolom kemudian angkur dan plat dudukan kuda-kuda tersebut disambung dengan baut angkur.
  - Kuda-kuda yang lain dipasang dengan jarak sesuai yang ada pada gambar rencana. Lalu pekerjaan dilanjutkan dengan memasang ikatan angin untuk memperkaku serta pemasangan gording.

## 6.2 Aspek Kesehatan dan Keselamatan Kerja

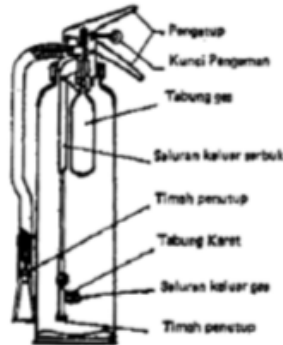
Aspek K3 (Kesehatan dan Keselamatan Kerja) menempati urutan pertama sebagai aspek yang harus diperhatikan dalam penyelenggaraan proyek apalagi dalam tahap konstruksi. Hal ini dikarenakan, dalam area konstruksi terkumpul banyak tenaga kerja pada area yang relatif sempit ditambah resiko pekerjaan yang rawan kecelakaan (elevasi tinggi, aliran listrik, temperatur, material yang berat). Dalam melindungi para pekerja dari bahaya ataupun kecelakaan selama pekerjaan maka ada beberapa aspek K3 yang perlu diperhatikan di antaranya : ketersediaan komponen K3, alat pelindung diri (APD), serta rambu-rambu keselamatan kerja.

### 6.2.1 Umum

- **Alat Pemadam Kebakaran**

Dalam pelaksanaan pekerjaan konstruksi tidak dipungkiri terjadinya bencana berupa kebakaran. Kebakaran bisa jadi dikarenakan adanya korsleting listrik ataupun kerusakan mesin yang digunakan selama pekerjaan konstruksi. Untuk memadamkan api yang masih kecil dapat dihilangkan dengan menuangkan pasir atau dengan karung yang

dibasahi dengan air. Untuk api yang lebih besar disediakan tabung pemadam kebakaran (*fire extinguisher*).



Sumber : *google image*

Gambar 6. 7. Alat Pemadam Kebakaran

Alat ini ditempatkan di ruang kantor atau di lorong-lorong dan digunakan untuk memadamkan sumber api dengan cara seperti berikut :

- a. Melepas kunci pengaman pada bagian atas tabung.
- b. Memegang alat dalam keadaan tegak.
- c. Melepas pipa dari penjepitnya (clip).
- d. Menekan katup (pembuka katup).
- e. Mengarahkan moncong pipa ke sumber api dan menyemburkannya secara merata.

Alat pemadam kebakaran harus ditempatkan pada tempat yang mudah terlihat serta tercapai serta tidak terhalang (terekspose). Untuk penggunaan tabung harus memenuhi syarat di bawah ini.

- a. Tabung harus dalam keadaan baik (tidak penyok).
- b. Label mudah dibaca dengan jelas.
- c. Segel harus dalam keadaan baik sebelum digunakan.
- d. Selang harus tahan tekanan tinggi.

- e. Bahan baku pemadam harus selalu dalam keadaan baik.
- f. Belum kadaluwarsa penggunaannya.

- **Kotak P3K**

Bahan kotak P3K harus terbuat dari bahan yang kuat dan tahan lama tapi ringan dengan desain yang mudah dibawa ke mana mana serta dibeli label yang jelas agar mudah dicari dan menyolok mata. Bahan P3K biasanya terbuat dari multiplek atau MDF, yaitu kayu lapis kokoh dan kuat atau pada pedagang alat-alat kedokteran telah dijual kotak P3K yang sudah jadi biasanya terbuat dari plastik atau alumunium kaca. Kotak P3K hendaknya ditempatkan pada tempat yang mudah dilihat dan dijangkau atau di ruangan yang banyak dilalui orang. sedangkan untuk isi kotak P3K terdiri dari bahan dan obat-obatan yang diperlukan untuk melaksanakan pertolongan pertama.

Tabel 6. 1. Isi Kotak P3K

No	Isi	Kotak A (25 TK)	Kotak B (50 TK)	Kotak C (100 TK)
1	Kasa Steril	20	40	40
2	Perban 5 cm	1	2	4
3	Perban 7.5 cm	1	3	6
4	Kain Transparan 1 pak	1	2	4
5	Plester 1.25	1	1	2
6	Mitela	4	4	6
7	Gunting	1	1	1
8	Peniti	4	4	6
9	Sarung Tangan	2	2	4
10	Masker	1	1	2
11	Aquades 100 ml	1	3	6
12	Buku pedoman P3K	1	1	1
13	Daftar isi kotak P3K	1	1	1

Sumber : *Peraturan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi Republik Indonesia No. PER.15 / MEN / VIII / 2008*

- **Alat Pelindung Diri (APD)**

Alat pelindung diri (APD) dimaksudkan untuk melindungi diri dari cedera atau kecelakaan selama pekerjaan. Selain itu melengkapi pekerja dengan APD dapat memperkecil resiko terjadinya hal-hal yang tidak diinginkan dalam pekerjaan. APD yang digunakan berbeda untuk masing-masing pekerjaan. Pada umumnya pada pekerjaan konstruksi, pelindung yang harus digunakan antara lain:

1. ***Safety Helmet***

Helm, berguna untuk melindungi kepala dari benturan benda yang mungkin jatuh, untuk itu harus dipilih mutu yang terbaik.

**2. Safety Belt**

*Safety belt* berperan sebagai pelindung diri saat pekerja bekerja/ada diatas ketinggian.

**3. Safety Shoes**

*Safety shoes* berperan untuk menghindar kecelakaan fatal yang menerpa kaki karena benda tajam atau berat, benda panas, cairan kimia dsb.

**4. Sepatu Karet**

Sepatu *safety* karet (sepatu *boot*) yaitu sepatu yang di desain spesial untuk pekerja yang ada di ruang basah (becek atau berlumpur). Umumnya sepatu karet di lapisi dengan metal membuat perlindungan kaki dari benda tajam atau berat, benda panas, cairan kimia, dll.

**5. Sarung Tangan**

Berperan sebagai alat pelindung tangan ketika bekerja ditempat atau kondisi yang bisa menyebabkan cedera tangan. Bahan dan bentuk sarung tangan dicocokkan dengan manfaat semasing pekerjaan.

**6. Masker (*Respirator*)**

Berperan sebagai penyaring hawa yang dihirup saat bekerja ditempat dengan kualitas hawa jelek (contoh berdebu, beracun, dll).

**7. Jas Hujan (*Rain Coat*)**

Berperan melindungi dari percikan air saat bekerja (contoh bekerja pada saat hujan atau tengah membersihkan alat).

**8. Kaca Mata Pengaman**

Kaca Mata Pengaman (*Safety Glasses*) Berperan sebagai pelindung mata saat bekerja (contohnya pada saat pekerjaan mengelas).

**9. Penutup Telinga (*Ear Plug*)**



Berperan sebagai pelindung telinga ketika bekerja ditempat yang bising.

#### 10. Pelindung Muka (*Face Shield*)

Berperan sebagai pelindung muka dari percikan benda asing saat bekerja (contoh pekerjaan menggerinda).



Sumber : *google image*

Gambar 6. 8. Alat Pelindung Diri

Untuk pekerjaan dengna elevasi tinggi seperti pemasangan perancah di tepi-tepi lantai elevasi tinggi para pekerja juga dilengkapi dengan *safety harness* atau ikat pinggang pengaman. Rompi yang digunakan juga harus sesuai dengan tubuh sehingga tidak tersangkut selama pekerjaan. Dalam memilih warna rompi sebaiknya gunakan warna-warna yang mencolok atau berbeda dengan keadaan di proyek serta dilengkapi dengan bahan *fluorescence* atau bahan yang berpendar bila tersorot cahaya. Sedangkan untuk sepatu kerja, digunakan sepatu khusus yang diberi pengaman berupa logam di ujung bagian sepatu. Selain itu sepatu kerja juga harus tahan panas serta minyak supaya pekerja tidak mudah terjatuh jika harus bekerja

menggunakan minyak seperti pada saat pelapisan minyak bekisting atau pada saat sedang memasang tulangan pelat.

- **Rambu-Rambu Keselamatan Kerja**

- Rambu-rambu peringatan

Adapun rambu dalam workshop yang sering dipasang adalah:

- Rambu larangan
- Rambu pertolongan
- Rambu peringatan
- Rambu prasyarat

Rambu-rambu tersebut memiliki warna yang berbeda-beda, setiap warna dari setiap rambu memiliki makna masing-masing yaitu:

- Warna merah – tanda larangan (pemadam api)
- Warna kuning – tanda peringatan atau waspada atau beresiko bahaya
- Warna hijau – tanda zona aman atau pertolongan
- Warna biru – tanda wajib ditaati atau prasyarat
- Warna putih – tanda informasi umum
- Warna oranye – tanda beracun

Warna Keselamatan	Warna Kontras (Simbol atau Tulisan)	Makna
<b>MERAH</b>	<b>PUTIH</b>	Larangan
		Pemadam Api
<b>KUNING</b>	<b>HITAM</b>	Perhatian / Waspada
		Potensi Beresiko Bahaya
<b>HIJAU</b>	<b>PUTIH</b>	Zona Aman
		Pertolongan Pertama
<b>BIRU</b>	<b>PUTIH</b>	Wajib Ditaati
<b>PUTIH</b>	<b>HITAM</b>	Informasi Umum

Sumber : *google image*

Gambar 6. 9. Arti Warna Rambu

Penggunaan bentuk rambu yang memuat tanda – tanda atau symbol ada 3 (tiga) bentuk dasar yaitu :

- a. Bentuk Bulat - wajib atau bentuk larangan
- b. Segitiga - tanda peringatan
- c. Segi Empat - darurat, informasi dan tanda tambahan

BENTUK DASAR (KELOMPOK)	ARTI	PENJELASAN
	Bentuk Bulat, dasar warna putih, lingkaran merah, dengan garis 45° miring dari kiri atas ke bawah, logo hitam	Tanda Larangan Contoh: 
	Bentuk Bulat, dasar warna Biru, lingkaran putih, logo atau keterangan gambar warna putih	Tanda Wajib / prasyarat Contoh : 
	Bentuk segitiga, dasar warna kuning garis hitam, dengan logo / gambar warna hitam	Tanda Waspada / Contoh : peringatan 
	Bentuk segi empat, dasar warna hijau, garis luar putih, logo / gambar putih	Tanda pertolongan / Contoh : Arah penyelamatan 

Sumber : *google image*

Gambar 6. 10. Arti Bentuk pada Rambu

Rambu-rambu K3 harus dipasang di tempat yang mudah dilihat dan merupakan bagian yang sangat penting di dalam pelaksanaan proyek. Di antara rambu-rambu yang diperlukan pada pekerjaan gedung adalah :

- a. Wajib menggunakan topi pengaman (helm).

- b. Dilarang merokok atau menyalakan api pada daerah yang berdekatan dengan tempat penyimpanan bahan-bahan yang mudah terbakar seperti bensin, minyak bahan kimia dan lainnya.
- c. Wajib menggunakan kacamata /kedok las bagi tukang las.
- d. Wajib menggunakan penutup telinga pada daerah yang bising akibat bunyi mesin seperti mesin gergaji dan lainnya.
- e. Rambu-rambu lainnya sesuai dengan karakteristik bidang pekerjaannya.

Lokasi proyek juga harus dilengkapi dengan pagar supaya orang-orang yang tidak berkepentingan tidak bisa masuk. Biasanya di dekat pintu masuk ini ditempatkan tanda dan keperluan keamanan akan kemungkinan terjadinya kecelakaan kerja.



Sumber : *google image*

Gambar 6. 11. Rambu Keselamatan Kerja

### 6.2.2 Pekerjaan Pembesian

Faktor peninjauan sistem K3 dalam pembesian meliputi:

1. Faktor lapangan dan alat
  - Pemasangan besi beton yang panjang harus dikerjakan oleh pekerja yang cukup jumlahnya, terutama pada tempat yang tinggi, untuk mencegah besi beton tersebut meliuk/ melengkung dan jatuh.
  - Pada waktu memasang besi beton yang vertikal, pekerja harus berhati-hati agar besi beton tidak melengkung dengan cara mengikatkan bambu atau kayu sementara.
  - Memasang besi beton di tempat tinggi harus memakai perancah, dilarang keras naik/turun melalui besi beton yang sudah terpasang.
  - Ujung-ujung besi beton yang sudah tertanam harus ditutup dengan potongan bambu atau lainnya, baik setiap besi beton masing-masing atau secara kelompok batang besi, untuk mencegah kecelakaan fatal.
  - Bila menggunakan pesawat angkat (*crane*) untuk mengangkat atau menurunkan sejumlah besi beton, harus menggunakan alat bantu angkat yang terbuat dari tali kabel baja (*sling*) untuk mengikat besi beton menjadi satu dan pada saat pengangkatan atau penurunan harus dipandu oleh petugas (misal dengan memakai peluit).
  - Pengangkatan atau penurunan ikatan besi beton harus mengikuti prosedur operasi pesawat angkat (*crane*).
2. Faktor manusia
  - Semua pekerja yang bekerja di tempat tinggi harus dilengkapi dan menggunakan sabuk pengaman.
  - Pekerja mengenakan sepatu khusus dan helm dilokasi proyek.
  - Pekerja mengenakan kaos tangan atau sarung tangan.

- Pekerja mengenakan kaca mata khusus untuk pengelasan.
- Memelihara kebersihan dan ketertiban.
- Mematuhi peraturan dan rambu-rambu yang ada di lokasi proyek.

### **6.2.3 Pekerjaan Bekisting**

Faktor peninjauan sistem K3 dalam pekerjaan bekisting meliputi :

1. Faktor lapangan dan alat
  - Rute aman harus disediakan pada tiap bagian dari bangunan.
  - Bagian bentuk perancah dari pendukung rangkanya bekisting yang menyebabkan tergelincir harus ditutup rapat dengan papan.
  - Bentuk sambungan rangka bekisting menara harus direncanakan mampu menerima beban eksternal dan faktor keselamatan harus diperhitungkan.
2. Faktor manusia
  - Pekerja mengenakan sepatu khusus dan helm dilokasi proyek.
  - Pekerja mengenakan kaos tangan atau sarung tangan.
  - Memelihara kebersihan dan ketertiban.
  - Mematuhi peraturan dan rambu-rambu yang ada di lokasi proyek.

### **6.2.4 Pekerjaan Pengecoran**

Faktor peninjauan sistem K3 dalam pengecoran meliputi :

1. Faktor lapangan dan alat
  - Pemeriksaan semua peralatan dan mesin yang akan digunakan.
  - Pemeriksaan semua perancah, bekisting, dan ikatan penyangga dll.

- Pemasangan pipa tremi perlu diperiksa agar tidak mudah lepas dari *bucket cor*.
- Proses pengecoran harus dilakukan dengan hati-hati agar tidak mengubah posisi bekisting terutama untuk pekerjaan kolom dan *shearwall*.

### 3. Faktor manusia

- Pekerja mengenakan sepatu khusus dan helm dilokasi proyek.
- Pekerja mengenakan kaos tangan atau sarung tangan.
- Memelihara kebersihan dan ketertiban.
- Mematuhi peraturan dan rambu-rambu yang ada di lokasi proyek.

## 6.2.5 Pekerjaan Pembongkaran Bekisting

Faktor peninjauan sistem K3 dalam pembongkaran bekisting meliputi :

1. Faktor lapangan dan alat
  - Memastikan umur beton sudah mencukupi
  - Memeriksa peralatan yang akan dibongkar
  - Memastikan keamanan pengangkatan bekisting
2. Faktor manusia
  - Pekerja mengenakan sepatu khusus dan helm dilokasi proyek.
  - Pekerja mengenakan kaos tangan atau sarung tangan.
  - Memelihara kebersihan dan ketertiban.
  - Mematuhi peraturan dan rambu-rambu yang ada di lokasi proyek.

## 6.2.6 K3 Tower Crane

Faktor peninjauan sistem K3 dalam *tower crane* meliputi :

- Operator harus yang berpengalaman, mempunyai kondisi fisik yang kuat dan mempunyai sertifikat.
- Selalu memonitor kabel dan memastikannya supaya tidak terjadi *overload*.

- Memastikan operator tidak melebihi rating ton-meter bagi *crane*, ketika beban bergerak pada jib. Sebuah alat yang dinamakan *cat head assembly* pada *slewing unit*, dapat mendeteksi secara dini bila terjadi kondisi overload.
- Melakukan pengawasan yang tinggi saat instalasi dan pembongkaran supaya *tower crane* benar-benar kuat dan kokoh.
- Semua pekerja yang bekerja di tempat tinggi harus dilengkapi dan menggunakan sabuk pengaman, sarung tangan, sepatu lapangan, helm dan alat pelindung diri lain yang diperlukan

### 6.2.7 K3 Precast

Peranan kesehatan dan keselamatan kerja (K3) dalam pekerjaan beton *precast* untuk mengurangi potensi bahaya sebagai berikut : eliminasi, substitusi, pengendalian teknis, pengendalian administratif, dan penggunaan alat pelindung diri (APD). Dalam penggunaan *half slab 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 pengendalian resiko pada pemasangan *half slab precast* pengendalian teknis diterapkan dengan memasang besi pelindung pada tepi bangunan, memasang jaring di tepi bangunan, dan kawat pelindung dari kejatuhan material. Pengendalian administratif antara lain pekerja pemasang dan operator tower crane yang harus memiliki Surat Perintah Kerja dari perusahaan. Perusahaan juga mengutamakan menggunakan pekerja yang sehat dan berpengalaman. Terakhir, penggunaan alata pelindung diri dengan memberikan *safety helmet*, sarung tangan, kacamata dan *safety belt*.



*“Halaman ini sengaja dikosongkan.”*

## BAB VII PERHITUNGAN WAKTU DAN BIAYA

### 7.1 Pekerjaan Pendahuluan

#### 7.1.1 Pekerjaan Pengukuran (Uitzet)

Pekerjaan uitzet pada proyek pembangunan Gedung Prasarana Pendidikan Profesi Guru Universitas Negeri Surabaya sebagai berikut :

##### a. Data :

Luas Lahan	= 4095 m <sup>2</sup>
Luas Bangunan	= 2876 m <sup>2</sup>
Keliling Lahan	= 256 m
Keliling Bangunan	= 244 m

##### b. Perhitungan Durasi

➤ Kebutuhan tenaga kerja dalam pelaksanaan :

Diasumsikan dalam 1 grup kerja pengukuran dibutuhkan tenaga kerja yang terdiri dari :

- 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

Diasumsikan jumlah grup dalam pelaksanaan:

- Pengukuran rangka/polygon utama = 1 grup
- Pengukuran situasi = 1 grup
- Penggambaran hasil ukuran situasi dengan skala 1:2000 = 1 grup

➤ Kapasitas kerja

Kapasitas kerja pada pekerjaan pengukuran dapat diasumsikan berdasarkan tabel dibawah, dimana dalam pekerjaan pengukuran ini terdiri dari :

Tabel 7.1 Kapasitas kerja pekerjaan pengukuran

<b>Jenis Pekerjaan</b>	<b>Hasil Pekerjaan</b>
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 : Soedrajat. (1984). *Analisa (cara modern) Anggaran Biaya Pelaksanaan*. Bandung: Nova. Tabel 6-3. Halaman 145)

➤ Perhitungan durasi pengukuran rangka (polygon utama)

- Lahan

$$= \frac{0,26 \text{ km}}{1.5 \text{ km/grup/hari}} / 1 \text{ grup} = 0,170 \text{ hari}$$

- Bangunan

$$= \frac{0,244 \text{ km}}{1.5 \text{ km/grup/hari}} / 1 \text{ grup} = 0,162 \text{ hari}$$

➤ Perhitungan durasi pengukuran situasi

- Lahan

$$= \frac{0,41 \text{ ha}}{5 \text{ ha/grup/hari}} / 1 \text{ grup} = 0,082 \text{ hari}$$

- Bangunan

$$= \frac{0,288 \text{ ha}}{5 \text{ ha/grup/hari}} / 1 \text{ grup} = 0,057 \text{ hari}$$

- Perhitungan durasi penggambaran atau memplot hasil ukuran situasi
  - Lahan
 
$$= \frac{0,41 \text{ ha}}{20 \text{ ha/grup/hari}} / 1 \text{ grup} = 0,020 \text{ hari}$$
  - Bangunan
 
$$= \frac{0,288 \text{ ha}}{20 \text{ ha/grup/hari}} / 1 \text{ grup} = 0,014 \text{ hari}$$
  
- Total durasi
 
$$= \text{durasi pengukuran rangka} + \text{durasi pengukuran situasi} + \text{durasi pengeplotan bangunan}$$

$$= (0,17 \text{ hari} + 0,16 \text{ hari}) + (0,08 \text{ hari} + 0,057 \text{ hari}) + (0,02 \text{ hari} + 0,014 \text{ hari})$$

$$= 0,508 \text{ hari} \approx 1 \text{ hari}$$

Jadi total waktu yang diperlukan untuk melaksanakan pekerjaan pengukuran/uitzet yaitu 1 hari.

### c. Analisa Harga

- Tenaga Kerja
 

Tenaga Kerja terdiri dari 1 mandor, 1 tukang ukur, 2 tukang pasang patok, 1 tukang gambar, 2 pembantu tukang ukur, dan 1 pembantu tukang:

  - Tukang Ukur = 1 orang x Rp.125.000 / hari  
= Rp 125.000
  - Tukang Patok = 2 orang x Rp.120.000 / hari  
= Rp 240.000
  - Tukang Gambar = 1 orang x Rp.120.000 / hari  
= Rp 120.000
  - Pemb.Tk Ukur = 2 orang x Rp 100.000 / hari  
= Rp 200.000
  - Pemb.Tukang = 1 orang x Rp 100.000 / hari  
= Rp 100.000
  - Total = Rp 785.000

➤ Sewa Peralatan :

Theodolit = 1 unit  
 = 1 unit x harga sewa/hari  
 = 1 x Rp. 200.000,00/hari x 1 hari  
 = Rp. 200.000,00

Total = Upah pekerja + biaya sewa peralatan  
 = Rp.785.000 + Rp. 200.000,00  
 = Rp. 985.000

Maka harga satuan pekerjaan uitzet/pengukuran  
 adalah Rp. 985.000 : 256 m = Rp 3.847

### 7.1.2 Pekerjaan Bouwplank

Pekerjaan bouwplank pada proyek pembangunan Gedung Prasarana Pendidikan Profesi Guru Universitas Negeri Surabaya sebagai berikut :

#### a. Data :

Keliling Bangunan = 244 m  
 Jarak antar tiang = 1,5 m  
 Tinggi bouwplank = 1 m  
 Ukuran papan = (0,02 x 0,2 x 3) m  
 Ukuran tiang = (0,05 x 0,07 x 1) m

#### b. Perhitungan Durasi

- Kebutuhan tenaga kerja dalam pelaksanaan :
- Kebutuhan tenaga kerja untuk pekerjaan bouwplank sebagai berikut :
    - Pemasangan tiang vertikal  
Memakai 2 grup kerja, dengan 1 grup kerja terdiri dari 1 pekerja+ 2 pembantu tukang kayu
    - Pemasangan papan  
Memakai 2 grup kerja, dengan 1 grup kerja terdiri dari 1 pekerja + 2 pembantu tukang kayu

- Kapasitas produksi untuk durasi menyiapkan hingga memasang tiang vertikal dan papan diambil nilai dari jenis pekerjaan sebatang kayu yaitu 20 jam/2,36 m<sup>3</sup>
- Perhitungan volume
  - Volume tiang vertikal
 
$$\begin{aligned} \text{Jumlah tiang} &= \frac{\text{keliling bangunan}}{\text{jarak antar tiang}} \\ &= \frac{244 \text{ m}}{1.5 \text{ m}} \\ &= 122 \text{ buah} \end{aligned}$$
  - Volume tiang = jumlah tiang x dimensi
 
$$\begin{aligned} &= 122 \text{ buah} \times 0,05 \text{ m} \times 0,07 \text{ m} \times 1 \text{ m} \\ &= 0,427 \text{ m}^3 \end{aligned}$$
  - Volume papan = keliling bangunan x tebal papan x lebar papan
 
$$\begin{aligned} &= 244 \text{ m} \times 0.02 \text{ m} \times 0.2 \text{ m} \\ &= 0,976 \text{ m}^3 \end{aligned}$$
- Durasi pemasangan tiang vertikal :
 
$$\begin{aligned} \text{Durasi} &= \text{Vol. kayu vertikal} \times \text{kapasitas produksi} \\ &= 0,427 \text{ m}^3 \times \frac{20 \text{ jam}}{2,36 \text{ m}^3} \\ &= 3,62 \text{ jam} \end{aligned}$$

Waktu yang diperlukan dalam satuan hari

$$\begin{aligned} &= \frac{\text{durasi}}{7 \frac{\text{jam}}{\text{hari}} \times \text{jumlah grup kerja}} \\ &= \frac{3,62 \text{ jam}}{7 \frac{\text{jam}}{\text{hari}} \times 1 \text{ grup}} \end{aligned}$$

$$= 0,52 \text{ hari}$$

- Durasi pemasangan papan :
 
$$\text{Durasi} = \text{vol. kayu vertikal} \times \text{kapasitas produksi}$$

$$= 0,976 \text{ m}^3 \times \frac{20 \text{ jam}}{2,36 \text{ m}^3}$$

$$= 8,27 \text{ jam}$$

Waktu yang diperlukan dalam satuan hari

$$= \frac{8,27 \text{ jam}}{7 \frac{\text{jam}}{\text{hari}} \times 1 \text{ grup}} = 1,18 \text{ hari}$$

➤ Total durasi :

= durasi pemasangan kayu vertikal + durasi pemasangan papan

$$= 0,52 \text{ hari} + 1,18 \text{ hari}$$

$$= 1,7 \text{ hari} \approx 2 \text{ hari}$$

Jadi total waktu yang diperlukan untuk melaksanakan pekerjaan bouwplank yaitu 2 hari.

### c. Analisa Harga

➤ Tenaga Kerja :

Tenaga Kerja terdiri dari 1 mandor, 2 tukang kayu, dan 4 pembantu tukang

$$\begin{aligned} \text{- Mandor} &= 1 \text{ orang} \times \text{Rp.}125.000,00/\text{hari} \times 2 \text{ hari} \\ &= \text{Rp } 250.000 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{- Tukang Kayu} &= 2 \text{ orang} \times \text{Rp.}120.000,00/\text{hari} \times 2 \text{ hari} \\ &= \text{Rp } 480.000 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{- Pemb. Tukang} &= 4 \text{ orang} \times \text{Rp.}100.000,00/\text{hari} \times 2 \text{ hari} \\ &= \text{Rp } 800.000 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Total} &= \text{Rp } 1.530.000 \end{aligned}$$

➤ Bahan

- Kayu kamper kaso (5/7)

$$= 0,427 \text{ m}^3 \times \text{Rp } 3.000.000 = \text{Rp } 1.281.000$$

- Kayu papan meranti (2/20)

$$= 0,976 \text{ m}^3 \times \text{Rp } 5.000.000 = \text{Rp } 4.880.000$$

- Paku

$$= 2 \text{ kg} \times \text{Rp.}17.500 / \text{kg} = \text{Rp } 35.000$$

$$\text{Total} = \text{Rp } 6.196.000$$

$$\text{Biaya Total} = \text{Upah pekerja} + \text{Biaya bahan}$$

$$= \text{Rp } 1.530.000 + \text{Rp } 6.196.000$$

$$= \text{Rp } 7.726.000$$

Maka harga satuan pekerjaan bouwplank adalah

$$\text{Rp } 7.726.000 : 244 \text{ m} = \text{Rp } 31.663$$

### 7.1.3 Pekerjaan Pemagaran

Pekerjaan pemagaran pada proyek pembangunan Gedung Prasarana Pendidikan Profesi Guru Universitas Negeri Surabaya sebagai berikut :

#### a. Data :

Keliling lahan = 256 m

Tinggi pagar = 1,5 m

Jarak antar tiang = 2 m

Ukuran seng = 0,8 m x 1,5 m

Ukuran tiang vertikal = (0,06 x 0,12 x 2) m

Ukuran tiang horizontal = 0,05 m x 0,07 m

#### b. Perhitungan Durasi

➤ Kebutuhan tenaga kerja dalam pelaksanaan :

- Pemasangan tiang vertikal

Memakai 2 grup kerja, dengan 1 grup kerja terdiri dari 1 pekerja + pembantu tukang kayu

- Pemasangan papan

Memakai 3 grup kerja, dengan 1 grup kerja terdiri dari 1 pekerja + pembantu tukang kayu

- Pemasangan seng

Memakai 6 grup kerja, dengan 1 grup kerja terdiri dari 1 pekerja + pembantu tukang

Jam kerja dalam 1 hari = 7 jam/hari

➤ Perhitungan volume

- Volume tiang vertikal

$$\text{Jumlah tiang} = \frac{\text{keliling lahan}}{\text{jarak antar tiang}}$$



$$= \frac{256 \text{ m}}{2 \text{ m}}$$

$$= 128 \text{ buah}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume tiang} &= \text{jumlah tiang} \times \text{dimensi} \\ &= 128 \times 0,06 \text{ m} \times 0,12 \text{ m} \times 2 \text{ m} \\ &= 1,84 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

- Volume tiang horizontal

Setiap jarak 2 m direncanakan dipasang tiang horizontal sebanyak 3 buah

$$\begin{aligned} \text{Volume tiang} &= \text{jumlah tiang} \times \text{tebal tiang} \times \\ &\quad \text{lebar tiang} \times \text{keliling lahan} \\ &= 3 \times 0,05 \text{ m} \times 0,07 \text{ m} \times 256 \text{ m} \\ &= 2,688 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

- Volume seng

$$\begin{aligned} &= \text{keliling lahan} \times \text{tebal seng} \times \text{tinggi seng} \\ &= 256 \text{ m} \times 0,8 \text{ m} \times 1,5 \text{ m} \\ &= 307,2 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

➤ Kapasitas Produksi

- Kapasitas produksi untuk durasi menyiapkan dan memasang tiang vertikal diambil nilai tengah dari jenis pekerjaan sebatang kayu yaitu 20 jam/2,36 m<sup>3</sup>

- Kapasitas produksi untuk durasi menyiapkan dan memasang tiang struktural diambil nilai tengah dari jenis pekerjaan pendukung mendatar beberapa batang kayu yaitu 33,5 jam/2,36 m<sup>3</sup>

Kapasitas produksi untuk durasi menyiapkan dan memasang seng diambil nilai tengah dari jenis pekerjaan lapisan dinding tidak dengan sambungan  $\perp$  pendukung yaitu 2,59 jam / 10 m<sup>3</sup>

➤ Perhitungan kebutuhan seng

$$\begin{aligned} \text{Luas seng} &= \text{tinggi pagar} \times \text{keliling lahan} \\ &= 1,5 \text{ m} \times 256 \text{ m} \\ &= 384 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Karena setiap 1 lembar seng berukuran 0,8 m x 1,5 m maka total seng yang dibutuhkan yaitu :

$$\begin{aligned}
 &= \text{Luas seng : dimensi seng} \\
 &= 384 \text{ m}^2 : (0,8 \text{ m} \times 1,5 \text{ m}) \\
 &= 320 \text{ lembar}
 \end{aligned}$$

- Durasi pemasangan tiang vertikal :

$$\begin{aligned}
 \text{Durasi} &= \text{vol. kayu vertikal} \times \text{kapasitas prod.} \\
 &= 1,84 \text{ m}^3 \times \frac{20 \text{ jam}}{2,36 \text{ m}^3} \\
 &= 15,62 \text{ jam}
 \end{aligned}$$

Waktu yang diperlukan dalam satuan hari

$$\begin{aligned}
 \text{Durasi} &= \frac{\text{durasi}}{7 \frac{\text{jam}}{\text{hari}} \times \text{jumlah grup kerja}} \\
 &= \frac{15,62 \text{ jam}}{7 \frac{\text{jam}}{\text{hari}} \times 2 \text{ grup}} \\
 &= 1,12 \text{ hari}
 \end{aligned}$$

- Durasi pemasangan tiang struktural :

$$\begin{aligned}
 \text{Durasi} &= \text{vol. kayu struktural} \times \text{kapasitas prod.} \\
 &= 2,688 \text{ m}^3 \times \frac{33,5 \text{ jam}}{2,36 \text{ m}^3} \\
 &= 38,16 \text{ jam}
 \end{aligned}$$

Waktu yang diperlukan dalam satuan hari

$$\begin{aligned}
 &= \frac{\text{durasi}}{7 \frac{\text{jam}}{\text{hari}} \times \text{jumlah grup kerja}} \\
 &= \frac{38,16 \text{ jam}}{7 \frac{\text{jam}}{\text{hari}} \times 3 \text{ grup}} \\
 &= 1,82 \text{ hari}
 \end{aligned}$$

- Durasi pemasangan seng :

$$\begin{aligned}
 \text{Durasi} &= \text{vol. kayu struktural} \times \text{kapasitas prod.} \\
 &= 307,2 \text{ m}^3 \times \frac{2,59 \text{ jam}}{10 \text{ m}^3} \\
 &= 79,56 \text{ jam}
 \end{aligned}$$

Waktu yang diperlukan dalam satuan hari

$$\begin{aligned}
 \text{Durasi} &= \frac{\text{durasi}}{7 \frac{\text{jam}}{\text{hari}} \times \text{jumlah grup kerja}}
 \end{aligned}$$

$$= \frac{79,56 \text{ jam}}{7 \frac{\text{jam}}{\text{hari}} \times 6 \text{ grup}}$$

$$= 1,89 \text{ hari}$$

- Total durasi :
  - = 1,12 hari + 1,82 hari + 1,89 hari
  - = 4,83 hari  $\approx$  5 hari

Jadi total waktu yang diperlukan untuk melaksanakan pekerjaan pemagaran yaitu 5 hari.

### c. Analisa Harga

- Tenaga Kerja :
  - Tenaga kerja 11 grup terdiri dari 1 mandor, 11 tukang kayu, dan 11 pembantu tukang
  - Mandor = 1 orang x Rp 125.000 x 5 hari  
= Rp 625.000
  - Tukang Kayu = 11 orang x Rp 120.000 x 5 hari  
= Rp 6.600.000
  - Pemb.Tukang = 11 orang x Rp 100.000 x 5 hari  
= Rp 5.500.000
  - Total upah = Rp 12.725.000
  
- Bahan
  - Kayu kamper kaso (5/7)  
= 3,68 m<sup>3</sup> x Rp 3.000.000 = Rp.8.064.000
  - Kayu kamper balok (6/12)  
= 1,84 m<sup>3</sup> x Rp 1.550.000 = Rp 2.856.960
  - Paku  
= 38,4 kg x Rp 17.500 / kg = Rp 672.000
  - Seng Plat BJLS (0,8 x 2,1) m  
= 320 lbr x Rp.70.000,00 / lbr = Rp 5.600.000
  - Total biaya bahan = Rp 17.192.960
  
- Total = Upah pekerja + Biaya bahan  
= Rp 12.725.000 + Rp 17.192.960

= Rp 29.917.960

Maka harga satuan pekerjaan pemagaran adalah  
 Rp 29.917.960 : 256 m = Rp 116.867

## 7.2 Pekerjaan Struktur Bawah

### 7.2.1 Pekerjaan Pemancangan

Pekerjaan pemancangan dilaksanakan dengan alat berat *Hydraulic Jack In Pile* dengan kapasitas 362 ton berdasarkan brosur PT. Jack In Pile SDN BHD

Spesifikasi alat tiang pancang

- Type : YZY 3880 T
- Panjang : 12000 mm
- Lebar : 9500 mm
- Tinggi : 6900 mm
- Kekuatan Pancang Maks : 250 tf
- Kecepatan Pancang Maks : 5,6 m/menit
- Jarak dengan pile : 1,8 m/menit
- Kecepatan perpindahan : 5,6 m/menit
- Sudut Putar : 15 °
- Produktivitas Tiang Pancang : 5,6 m/menit

Spesifikasi Tiang Pancang:

- Dimensi : ø 40 cm
- Panjang yang disiapkan : 10 m
- Kecepatan Pengelasan : 5 cm/min
- Jumlah alat las : 3 buah
- Panjang tiang yang disiapkan : 25 m [10 m (bottom), 10 m (middle), dan 5 m (upper)]

#### a. Data

Jumlah titik tiang Pancang = 377 titik

Volume beton = 9425 m

### b. Perhitungan Durasi

Berdasarkan pengamatan penulis di lapangan, Perhitungan waktu siklus alat pancang adalah sebagai berikut :

Tabel 7.2 Waktu siklus pemancangan

Waktu Siklus Pemancangan		
Sentring Alat	1,5	menit
Pengangkatan Tiang Pancang 1	5	menit
Sentring Tiang Pancang 1	5	menit
Injection Segmen 1 (10 m)	1,8	menit
Pengangkatan Tiang Pancang 2	5	menit
Sentring Tiang Pancang 2	5	menit
Pengelasan Sambungan	5,3	menit
Injection Segmen 2 (10 m)	1,8	menit
Setting Dolly	1	menit
Pemindahan Dolly	5	menit
Sentring Tiang Pancang 3	5	menit
Pengelasan Sambungan	5,3	menit
Injection Segmen 2 (5 m)	1,8	menit
Setting Dolly	1	menit
Pemindahan Dolly	5	menit
Total	39	menit

(Sumber : pengamatan lapangan)

Waktu perpindahan posisi :

= Kecepatan perpindahan x jarak antar TP x Jumlah TP

= 5,6 m/menit x 1m x 337 titik

= 2111,2 menit

Total durasi pemancangan :

= (Waktu Siklus x Jumlah TP) + Waktu Perpindahan Posisi

=  $\left(36,4 \frac{\text{menit}}{\text{titik}} \times 194 \text{ titik}\right) + 2111,2 \text{ menit} = 15817 \text{ menit}$

= 264 jam = 33 hari

### c. Analisa Harga

- Harga Bahan

Beton Tiang Pancang berdasarkan brosur Pt. Teno Tract Indonesia :

$$\begin{aligned} \text{Tiang Pancang} &= 9425 \text{ m} \times \text{Rp } 275.000 \\ &= \text{Rp } 2.591.875.000 \end{aligned}$$

- Upah Pekerja

$$\begin{aligned} \text{Tukang} &= 1 \text{ OH} \times 33 \text{ Hari} \times \text{Rp } 100.000 \\ &= \text{Rp } 3.960.000 \end{aligned}$$

- Biaya Alat

$$\begin{aligned} \text{Hydraulic Jack In Pile} &= 9425 \text{ m} \times \text{Rp } 70.000 \\ &= \text{Rp } 659.750.000 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Joint Welding (Las)} &= 377 \text{ titik} \times \text{Rp } 100.000 \\ &= \text{Rp } 37.700.000 \end{aligned}$$

$$\text{Total Biaya Alat} = \text{Rp } 767.450.000$$

$$\text{Total Harga} = \text{Rp } 3.363.285.000$$

$$\begin{aligned} \text{Maka harga satuan pekerjaan pemancangan adalah} &= \\ \text{Rp } 3.363.285.000 : 9425 \text{ m} &= \text{Rp } 356.847 \end{aligned}$$

## 7.2.2 Pekerjaan Galian *Pile Cap* dan *Sloof*

Pekerjaan galian pada proyek pembangunan Gedung Prasarana Pendidikan Profesi Guru Universitas Negeri Surabaya digali dengan menggunakan excavator yang lalu dibuang dengan *dump truck* sebagai berikut :

### a. Data

Zona 1

$$\text{Volume} = 669,82 \text{ m}^3$$

Spesifikasi Alat :

#### **Excavator :**

$$\text{- Tipe} = \text{PC 200-8}$$

$$\text{- Kapasitas bucket} = 0,8 \text{ m}^3$$

$$\text{- Koef Alat} = 0,81$$

#### **Dumptruck :**

$$\text{- Tipe} = \text{DT-130HD}$$

- Kapasitas = 8 m<sup>3</sup>
- V bermuatan = 30 km/jam
- V kosong = 40 km/jam
- Koef Alat = 0,81

### b. 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 = Kapasitas Bucket x Faktor Bucket

$$q = 0,8 \text{ m}^3 \times 0,8$$

$$q = 0,64 \text{ m}^3$$

Waktu Siklus (Cm)

Cm = Waktu Gali + (2 x Waktu Putar) + 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 = 1 km

Waktu muat (loading)

$$Cm = 30 \text{ detik}$$

Jumlah siklus yang diperlukan untuk mengisi DT

$$n = \frac{\text{kapasitas DT}}{\text{kapasitas bucket} \times \text{faktor bucket}}$$

$$n = \frac{8 \text{ m}^3}{0,64 \text{ m}^3} = 13 \text{ kali}$$

$$\begin{aligned} \text{Waktu Muat (Loading)} &= n \times C_m \\ &= 13 \times 0,5 \text{ menit} \\ &= 6 \text{ menit} \end{aligned}$$

Waktu pergi (hauling)

$$\begin{aligned} \text{hauling} &= \frac{60 \frac{\text{menit}}{\text{jam}} \times \text{jarak buang}}{V. \text{ muat}} \\ &= \frac{60 \frac{\text{menit}}{\text{jam}} \times 1 \text{ km}}{30 \text{ km/jam}} \\ &= 1 \text{ menit} \end{aligned}$$

Waktu buang (dumping) = 1,5 menit

Waktu persiapan kembali (setting)

Setting = 0,5 menit

Waktu Siklus (Cm)

$$\begin{aligned} &= \text{Loading} + \text{Hauling} + \text{Dumping} + \text{Return} + \text{Setting} \\ &= 6 \text{ menit} + 1 \text{ menit} + 1,50 \text{ menit} + 1 \text{ menit} + 0,5 \text{ menit} \\ &= 11 \text{ menit} \end{aligned}$$

Jumlah kebutuhan dump truck (M)

$$M = \frac{C_m}{\text{waktu muat}} = \frac{11 \text{ menit}}{6 \text{ menit}} = 2 \text{ unit}$$

Produktivitas (Q)

$$\begin{aligned} Q &= \frac{n \times \text{kap. bucket} \times \text{faktor bucket} \times 60 \times \text{Eff. alat}}{C_m} \times M \\ &= \frac{13 \times 0,8 \times 0,81 \times 60 \times 0,8}{26} \times 2 \text{ unit} \\ &= 73,58 \text{ m}^3/\text{jam} \end{aligned}$$



Durasi Dump Truck

Siklus dalam 1 jam

$$= \frac{60 \frac{\text{menit}}{\text{jam}}}{\text{waktu muat}} = \frac{60 \frac{\text{menit}}{\text{jam}}}{10 \frac{\text{menit}}{\text{jam}}} = 10 \text{ siklus/jam}$$

Volume galian yang dapat diangkut dalam 1 jam

= Siklus tiap 1 jam x (Kapasitas DT x (1 + faktor swell))

$$= 10 \text{ siklus/jam} \times (8 \text{ m}^3 \times (1 + 25\%))$$

$$= 96 \text{ m}^3/\text{jam}$$

Durasi pekerjaan galian

$$= \frac{\text{Volume galian}}{\text{Produktivitas}} = \frac{669,828 \text{ m}^3}{96 \frac{\text{m}^3}{\text{jam}}} = 7 \text{ jam} = 1 \text{ hari}$$

Durasi galian *pilecap* dan *sloof* pada zona 1 adalah 1 hari.

**c. Analisa harga :**

## • Upah Pekerja

$$\begin{aligned} \text{Mandor} &= 1 \text{ OH} \times 1 \text{ Hari} \times \text{Rp } 125.000 \\ &= \text{Rp. } 125.000 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Tukang gali} &= 2 \text{ OH} \times 1 \text{ Hari} \times \text{Rp } 120.000 \\ &= \text{Rp. } 240.000 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Pekerja} &= 4 \text{ OH} \times 1 \text{ Hari} \times \text{Rp. } 100.000 \\ &= \text{Rp. } 400.000 \end{aligned}$$

$$\text{Total Upah} = \text{Rp. } 765.000$$

## • Alat

$$\begin{aligned} \text{Excavator} &= 1 \text{ buah} \times \text{Rp. } 630.000/\text{hari} \times 1 \text{ hari} \\ &= \text{Rp. } 630.000 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Dump Truck} &= 2 \text{ buah} \times @\text{Rp. } 1.500.000/\text{hari} \times 1 \text{ hari} \\ &= \text{Rp. } 3.000.000 \end{aligned}$$

$$\text{Total Alat} = \text{Rp. } 3.630.000$$

## • Total Biaya = Total Upah + Total Alat

$$= \text{Rp. } 765.000 + \text{Rp. } 3.630.000$$

$$= \text{Rp. } 4.395.000$$

Maka harga satuan pekerjaan galian adalah

$$= \frac{\text{Rp. } 4.395.000}{669,82} = \text{Rp. } 22.772,68$$

### 7.2.3 Pekerjaan Pecah Kepala Tiang Pancang

Pekerjaan pecah kepala tiang pancang pada proyek pembangunan Gedung Prasarana Pendidikan Profesi Guru Universitas Negeri Surabaya sebagai berikut :

#### a. Data

Jumlah titik tiang pancang = 377 titik

#### b. Perhitungan Durasi

➤ Kebutuhan Tenaga Kerja

Jam kerja 1 hari = 7 jam/hari

Jumlah pekerja 1 grup berisi 1 mandor dan 10 tukang

➤ Durasi

$$= \frac{\text{Jumlah titik TP}}{\text{Produktivitas x Jumlah orang}} = \frac{377}{3 \text{ titik/org/hari} \times 10 \text{ org}} = 13 \text{ hari}$$

#### c. Analisa Harga

##### • Upah Pekerja

Mandor = 1 OH x 13 Hari x Rp 120.000

= Rp 1.560.000

Tukang = 10 OH x 13 Hari x Rp 100.000

= Rp 13.000.000

Total Harga = Rp 14.560.000

Maka harga satuan pekerjaan pecah kepala tiang pancang adalah = Rp 14.560.000 : 377 titik = Rp 38.620

### 7.2.4 Pekerjaan Urugan Pasir Bawah *Pile Cap* dan *Sloof*

Pekerjaan urugan pasir bawah *pile cap* dan *sloof* pada proyek pembangunan Gedung Prasarana Pendidikan Profesi Guru Universitas Negeri Surabaya sebagai berikut :

#### a. Data

Zona 1

$$\text{Volume} = 9,46 \text{ m}^3$$

#### b. Perhitungan Durasi

➤ Kebutuhan tenaga kerja dalam pelaksanaan :  
 Dalam pekerjaan urug pasir bawah poer dipakai 1 grup dengan 1 mandor, 3 tukang, dan 3 pekerja. Dimana dalam sehari bekerja selama 7 jam.

➤ Kebutuhan jam kerja dalam pelaksanaan :  
 Jam kerja tenaga kerja dalam satu hari :  
 - Pekerja = 3 orang x 7 jam = 21 jam  
 - Tukang = 3 orang x 7 jam = 21 jam  
 - Mandor = 1 orang x 7 jam = 7 jam  
 Total jam kerja dalam seluruh tenaga kerja dalam satu hari adalah 49 jam/hari

➤ Produktifitas tiap pekerjaan dalam satu hari :  
 Kapasitas tenaga kerja untuk pekerjaan menimbun tanah dengan jenis tanah biasa adalah  $1,3 \text{ m}^3/\text{jam}$

$$\begin{aligned} \text{Produktifitas} &= \frac{\text{jumlah jam kerja pekerja}}{\text{jam kerja tiap } 1 \text{ m}^3} \times 1 \text{ m}^3 \\ &= \frac{49 \text{ jam}}{1,3 \text{ jam}} \times 1 \text{ m}^3 = 37,7 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

➤ Durasi tiap pekerjaan :

$$\text{Durasi} = \frac{\text{Volume}}{\text{Produktifitas}} = \frac{9,46 \text{ m}^3}{37,70 \text{ m}^3} = 0,247 \text{ hari} \approx 1 \text{ hari}$$

Jadi, waktu yang dibutuhkan untuk pembuatan urugan pasir di bawah *pile cap* untuk zona 1 adalah 1 hari

### c. Analisa harga

#### • Upah Pekerja

$$\begin{aligned} \text{Mandor} &= 1 \text{ OH} \times 1 \text{ Hari} \times \text{Rp } 125.000 \\ &= \text{Rp } 125.000 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Tukang} &= 3 \text{ OH} \times 1 \text{ Hari} \times \text{Rp } 120.000 \\ &= \text{Rp } 360.000 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Pekerja} &= 3 \text{ OH} \times 1 \text{ Hari} \times \text{Rp } 100.000 \\ &= \text{Rp } 300.000 \end{aligned}$$

$$\text{Total Harga} = \text{Rp } 785.000$$

#### • Biaya bahan

Biaya bahan setiap  $1 \text{ m}^2$

$$\begin{aligned} \text{Pasir urug} &= 9,46 \text{ m}^3 \times \text{Rp } 280.000/\text{m}^3 \\ &= \text{Rp } 2.649.920 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \bullet \text{ Biaya Total} &= \text{Biaya upah} + \text{biaya bahan} \\ &= \text{Rp } 785.000 + \text{Rp } 2.649.920 \\ &= \text{Rp } 3.434.920 \end{aligned}$$

Maka harga satuan pekerjaan urug pasir bawah *pile cap* dan *sloof* adalah  $= \frac{\text{Rp } 3.434.920}{9,46 \text{ m}^3} = \text{Rp } 362.945$

## 7.2.5 Pekerjaan Lantai Kerja Pilecap dan Sloof

### a. Data

$$\text{Volume beton} = 23,403 \text{ m}^3$$

$$\text{Vertical equivalent length} = 44 \text{ m}$$

$$\text{Horizontal equivalent length} = 40 \text{ m}$$

#### ➤ Efisiensi Kerja (Ek)

$$- \text{Faktor kondisi peralatan} = 0,75$$

$$- \text{Faktor operator dan mekanik} = \text{terampil} = 0,80$$

$$- \text{Faktor cuaca} = \text{terang, cerah, baik} = 0,85$$

- Kapasitas produksi concrete pump  
 = Delivery capacity ( $\text{m}^3/\text{jam}$ ) x Efisiensi kerja  
 =  $67 \text{ m}^3/\text{jam} \times (0,75 \times 0,80 \times 0,85)$   
 =  $34,17 \text{ m}^3/\text{jam}$
- Kebutuhan truck mixer untuk pengecoran lantai kerja pilecap dan sloof :  

$$\text{Truk mixer} = \frac{\text{Volume beton yang dibutuhkan (m}^3\text{)}}{\text{Kapasitas truck mixer (m}^3\text{)}}$$

$$= \frac{23,403 \text{ m}^3}{7 \text{ m}^3} = 4 \text{ truck mixer}$$
- Kebutuhan Tenaga Kerja dalam pelaksanaan  
 Jam kerja 1 hari = 7 jam/hari  
 Jumlah pekerja = 1 grup berisi 1 mandor, 2 tukang dan 4 pembantu tukang  
 Maka dalam 1 grup,  
 Total jam kerja = 7 orang x 7 jam/hari = 49 jam/hari

#### b. Perhitungan Durasi

Perhitungan waktu pelaksanaan pengecoran terdiri dari

- Waktu persiapan :
  - Pengaturan posisi = 5 min
  - Pemasangan pompa = 15 min
  - Waktu tunggu pompa = 15 min
  - Pegantian antar truck = 4 truck x 5 min/truck = 20 min
  - Pengujian Slump = 4 truck x 5 min /truck = 20 min
 Total waktu persiapan = 75 min
- Waktu operasional pengecoran  

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

$$= \frac{23,403 \text{ m}^3}{34,17 \text{ m}^3/\text{jam}} = 0,68 \text{ jam} = 41,094 \text{ menit}$$
- Waktu pasca pelaksanaan :
  - Pembersihan pompa = 10 menit
  - Pembongkaran pompa = 15 menit

- Perpindahan Alat = 5 menit

- Persiapan kembali = 5 menit

Total waktu pasca pelaksanaan = 35 menit

Waktu total = persiapan + pengecoran + pasca

pelaksanaan = 75 menit + 41 menit + 35 menit

= 151 menit = 2,518 jam  $\approx$  1 hari

Maka, pengecoran rantai kerja pile cap & sloof membutuhkan waktu 1 hari

### c. Analisa Harga

#### • Harga Bahan

Beton Readymix K-125 berdasarkan brosur PT. Varia Usaha Beton

Beton Readymix K-125 =  $13,037 \text{ m}^3 \times \text{Rp } 595.000$   
= Rp 13.924.785

#### • Upah Pekerja

Mandor =  $1 \times 1 \text{ Hari} \times \text{Rp } 125.000 = \text{Rp } 125.000$

Tukang =  $2 \times 1 \text{ Hari} \times \text{Rp } 120.000 = \text{Rp } 240.000$

P.Tukang =  $4 \times 1 \text{ Hari} \times \text{Rp } 100.000 = \text{Rp } 400.000$

Total Biaya Pekerja = Rp 765.000

#### • Biaya Alat

Concrete Pump =  $1 \text{ buah} \times 1 \text{ Hari} \times \text{Rp } 4.500.000$   
= Rp 4.500.000

Vibrator =  $1 \text{ buah} \times 1 \text{ Hari} \times \text{Rp } 295.000$   
= Rp 295.000

Total Biaya Alat = Rp 4.795.000

Total Harga = Rp 19.484.785

Maka harga satuan pengecoran rantai kerja pilecap dan sloof =  $\text{Rp } 19.484.785 : 23,403 \text{ m}^3 = \text{Rp } 832.576$

## 7.2.6 Pekerjaan Bekisting Batako *Pile Cap* dan *Sloof*

### a. Data

Luas total bekisting batako =  $505,3 \text{ m}^2$

Jumlah bata yang diperlukan =  $\frac{505,3 \text{ m}^2}{0,4 \text{ m} \times 0,2 \text{ m}} = 6878 \text{ buah}$

Untuk mengatasi kerusakan batu-bata pada saat pembelian, maka jumlah batu-bata yang akan dibeli dilebihkan sebanyak 3%. Maka jumlah batu bata merah yang diperlukan :

➤ Kebutuhan Batako

$$= \frac{505,3 \text{ m}^2}{0,4 \text{ m} \times 0,2 \text{ m}} = 6878 \text{ blok}$$

➤ Volume Mortar

$$= \text{Vol. Batako} \times (\text{Keperluan Mortar: } 1000 \text{ blok}) \\ = 6878 \text{ blok} \times (0,42 \text{ m}^3 : 1000 \text{ blok}) = 2,89 \text{ m}^3$$

➤ Kebutuhan Semen

$$= \text{Vol. Mortar} \times (\text{Keperluan Semen : } 1 \text{ m}^3) \\ = 2,89 \text{ m}^3 \times (11,75 : 1 \text{ m}^3) = 43,54 \text{ Zak}$$

*Keterangan :*

Keperluan semen 11,75 zak / 1 m<sup>3</sup>

➤ Kebutuhan Pasir

$$= \text{Vol. Mortar} \times (\text{Keperluan pasir : } 1 \text{ m}^3) \\ = 3,71 \text{ m}^3 \times (1,3 : 1 \text{ m}^3) = 4,82 \text{ m}^3$$

*Keterangan :*

Keperluan pasir 1,08 m<sup>3</sup> / 1m<sup>3</sup>

### b. Perhitungan Durasi

➤ Produktivitas pekerjaan pemasangan bekisting batako adalah :

Tabel 7.2 Keperluan jam kerja yang dibutuhkan tenaga kerja

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 : *Analisa (cara modern) Anggaran Biaya Pelaksanaan oleh Ir. A Soedrajat. S halaman 139*)

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

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

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

➤ Kebutuhan tenaga kerja dalam pelaksanaan :

$$\text{Mandor} = 0,030 \text{ OH}$$

$$\text{Tukang} = 0,200 \text{ OH}$$

$$\text{P. Tukang} = 0.300 \text{ OH}$$

Kapasitas maksimal pekerja dalam 1 grup :

$$\text{Mandor} = \frac{0,030}{0,030} = 1 \text{ pekerja}$$

$$\text{Tukang} = \frac{0,200}{0,030} = 7 \text{ pekerja}$$

$$\text{P. Tukang} = \frac{0.300}{0,030} = 10 \text{ pekerja}$$

Dalam pelaksanaan pekerjaan pembesian kolom, penulis menggunakan 1 grup yang tiap grupnya terdiri dari 1 mandor, 7 tukang dan 8 pembantu tukang untuk pekerjaan bekisting pilecap dan sloof.

➤ Jam Kerja

$$\text{Mandor} = 1 \text{ orang} \times 7 \text{ jam} = 21 \text{ jam}$$

$$\text{Tukang Batu} = 7 \text{ orang} \times 7 \text{ jam} = 49 \text{ jam}$$

$$\text{P. Tukang} = 8 \text{ orang} \times 7 \text{ jam} = 56 \text{ jam}$$

Total jam kerja dalam seluruh tenaga kerja dalam satu hari adalah 112 jam/hari

➤ Produktivitas :

$$\text{Tukang Batu} = \frac{49 \frac{\text{jam}}{\text{hari}} \times 100 \text{ blok}}{\frac{3,75 \text{ jam}}{100 \text{ blok}}} = 1370 \text{ blok/hari}$$



$$P. \text{ Tukang} = \frac{49 \frac{\text{jam}}{\text{hari}} \times 100 \text{ blok}}{\frac{3,75 \text{ jam}}{100 \text{ blok}}} = 1494 \text{ blok/hari}$$

➤ Total Durasi :

$$\begin{aligned} \text{Pemasangan Blok} &= \frac{\text{Jumlah Total Balok}}{\text{Produktivitas Total}} \\ &= \frac{6878 \text{ blok}}{2801 \text{ blok/hari}} = 2 \text{ hari} \end{aligned}$$

Jadi, waktu yang dibutuhkan untuk pekerjaan pemasangan bekisting batako Pile Cap dan Sloof zona 1 adalah 2 hari.

### c. Analisa Harga

➤ Biaya Material

$$\begin{aligned} \text{Semen} &= 33,94 \text{ zak} \times \text{Rp } 55.000 \\ &= \text{Rp } 1.866.895 \\ \text{Batako} &= 6678 \text{ buah} \times \text{Rp } 1.000 \\ &= \text{Rp } 6.678.000 \\ \text{Pasir} &= 3,76 \text{ m}^3 \times \text{Rp } 15.000 \\ &= \text{Rp } 56.332 \end{aligned}$$

$$\text{Total Biaya Bahan} = \text{Rp } 8.801.352$$

➤ Upah Pekerja

$$\begin{aligned} \text{Mandor} &= 1 \text{ OH} \times \text{Rp } 125.000 \times 2 \text{ hari} = \text{Rp } 250.000 \\ \text{Tukang} &= 7 \text{ OH} \times \text{Rp } 120.000 \times 2 \text{ hari} = \text{Rp } 1.680.000 \\ \text{P.Tukang} &= 8 \text{ OH} \times \text{Rp } 100.000 \times 2 \text{ hari} = \text{Rp } 1.600.000 \\ \text{Total Upah Pekerja} &= \text{Rp } 3.530.000 \end{aligned}$$

Total Biaya :

$$\text{Biaya} = \text{Rp } 8.801.352 + \text{Rp } 3.530.000 = \text{Rp } 18.666.415$$

## 7.2.7 Pekerjaan Pembesian Pilecap

Pada pekerjaan pembesian dilakukan dengan bantuan tenaga manusia, berikut analisa pekerjaan pembesian :

### a. Data :

- Zona 1

- Volume : 38123,25 kg
- Banyaknya tulangan  
 $D19 = 1852$  buah ;  $D22 = 2079$  buah  
 Total Tulangan = 3931 buah
- Jumlah bengkokan  
 $-D19 = 1852$  buah x 2 bengkokan = 3704 bengkokan  
 $-D22 = 2079$  buah x 2 bengkokan = 4158 bengkokan  
 Total bengkokan = 7862 bengkokan
- Jumlah kait  
 $-D19 = 1852$  buah x 2 kaitan = 3704 kaitan  
 $-D22 = 2079$  buah x 2 kaitan = 4158 kaitan  
 Total kaitan = 7862 kaitan

Berdasarkan tabel 2.4 dan tabel 2.5 didapatkan jam kerja buruh untuk membuat potongan, bengkokan dan kaitan manual serta pemasangan tulangan adalah :

- Jam kerja tiap 100 potongan  
 $-Kaitan D19 = 2$  jam  
 $-Kaitan D22 = 2$  jam  
 Rata-rata jam kerja kaitan = 2 jam
- Jam kerja tiap 100 bengkokan dan kaitan  
 $-Pembengkokan D19 = 1,5$  jam  
 $-Pembengkokan D22 = 1,5$  jam  
 Rata-rata jam kerja kaitan = 1,5 jam  
 $-Kaitan D19 = 2,3$  jam  
 $-Kaitan D22 = 2,3$  jam  
 Rata-rata jam kerja kaitan = 2,3 jam
- Jam kerja pemasangan tiap 100 batang  
 $-D19$  panjang 6-9 m = 7,25 jam  
 $-D22$  panjang 6-9 m = 7,25 jam  
 Rata-rata jam kerja pemasangan = 7,25 jam

## b. Perhitungan Durasi

- Kebutuhan tenaga kerja dalam pelaksanaan :

- Jam bekerja 1 hari = 7 jam/hari
- Jumlah tenaga kerja = 1 grup ( 1 grup = 1 mandor, 10 tukang,10 pembantu tukang)
- Maka dalam 1 grup  
Total jam kerja = 21 orang x 7 jam/hari= 147 jam/hari

- Produktivitas kerja 1 grup :

$$\text{Pemotongan} = \frac{147 \frac{\text{jam}}{\text{hari}} \times 100 \text{ buah}}{2 \text{ jam}/100 \text{ buah}} = 7350 \text{ buah/hari}$$

$$\text{Pembengkakan} = \frac{147 \frac{\text{jam}}{\text{hari}} \times 100 \text{ buah}}{1,5 \text{ jam}/100 \text{ buah}} = 9800 \text{ buah/hari}$$

$$\text{Kaitan} = \frac{147 \frac{\text{jam}}{\text{hari}} \times 100 \text{ buah}}{2,3 \text{ jam}/100 \text{ buah}} = 6391 \text{ buah/hari}$$

$$\text{Pemasangan} = \frac{147 \frac{\text{jam}}{\text{hari}} \times 100 \text{ buah}}{7,25 \text{ jam}/100 \text{ buah}} = 2028 \text{ buah/hari}$$

- Kebutuhan jam kerja dalam pelaksanaan :

Berikut ini adalah waktu yang dibutuhkan tenaga kerja untuk pekerjaan pembesian pile cap zona 1 :

$$\text{Pemotongan} = \frac{3931 \text{ buah}}{7350 \text{ buah/hari}} = 0,53 \text{ hari}$$

$$\text{Pembengkakan} = \frac{7862 \text{ buah}}{9800 \text{ buah/hari}} = 0,80 \text{ hari}$$

$$\text{Kaitan} = \frac{7862 \text{ buah}}{6391 \text{ buah/hari}} = 1,23 \text{ hari}$$

$$\text{Pemasangan} = \frac{3931 \text{ buah}}{2028 \text{ buah/hari}} = 1,94 \text{ hari}$$

Total durasi pembesian = 4,51 hari  $\approx$  5 hari

### c. Analisa Harga

Analisa harga fabrikasi besi

- Harga Bahan

$$\begin{aligned} \text{Besi Beton} &= 38123,25 \text{ kg} \times \text{Rp } 9.000 \\ &= \text{Rp } 343.109.235 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kawat Bendrat (8\%)} &= 3049,9 \text{ kg} \times \text{Rp } 17.500 \\ &= \text{Rp } 53.372.551 \end{aligned}$$

$$\text{Total Biaya Bahan} = \text{Rp } 396.481.804$$

- Upah Pekerja

$$\text{Mandor} = 1 \text{ OH} \times 3 \text{ Hari} \times \text{Rp } 125.000 = \text{Rp } 375.000$$

Tukang = 10 OH x 3 Hari x Rp 120.000 = Rp 3.600.000  
 P. Tukang = 10 OH x 3 Hari x Rp 100.000 = Rp 3.000.000  
 Total Biaya Pekerja = Rp 6.975.000

• **Biaya Alat**

Bar bender = Rp 250.000 x 3 hari = Rp 750.000

Bar cutter = Rp 250.000 x 3 hari = Rp 750.000

Total Biaya Alat = Rp 1.500.000

Total Harga = Rp 404.956.804

Maka harga satuan fabrikasi besi pilecap zona 1  
 = Rp 404.956.804 : 38123,25 kg = Rp 10.622

Analisa harga pemasangan besi

• **Upah Pekerja**

Mandor = 1 OH x 2 Hari x Rp 125.000

= Rp 250.000

Tukang = 10 OH x 2 Hari x Rp 120.000

= Rp 2.400.000

P. Tukang = 10 OH x 2 Hari x Rp 100.000

= Rp 2.000.000

Total Biaya Pekerja = Rp 4.650.000

• **Biaya Alat**

Tower Crane = Rp 2.850.000 x 2 hari = Rp 5.700.000

Total Biaya Alat = Rp 5.700.000

Total Harga = Rp 10.350.000

Maka harga satuan pembesian pilecap zona 1

= Rp 10.350.000 : 38123,25 kg = Rp 2271

### 7.2.8 Pekerjaan Pembesian Sloof

Pada pekerjaan pembesian dilakukan dengan bantuan tenaga manusia, berikut analisa pekerjaan pembesian :

**a. Data :**

• Volume = 11938,57 kg

• Banyaknya tulangan

– D22 = 774 buah

– D16 = 116 buah

- Ø10 = 1736 buah
- Total Tulangan Utama = 890 buah
- Total Tulangan Beugel = 1736 buah
- Jumlah bengkokan
  - D22 = 774 buah x 2 bengkokan = 1548 bengkokan
  - D16 = 116 buah x 2 bengkokan = 232 bengkokan
  - Ø 10= 1736 buah x 4 bengkokan = 6944 bengkokan
  - Total Tulangan Utama = 1780 bengkokan
  - Total Tulangan Beugel = 6944 bengkokan
- Jumlah kaitan
  - D22 = 774 buah x 2 kaitan = 1548 kaitan
  - D16 = 116 buah x 2 kaitan = 232 kaitan
  - Ø 10= 1736 buah x 2 kaitan = 3472 kaitan
  - Total Tulangan Utama = 1780 bengkokan
  - Total Tulangan Beugel = 3472 bengkokan

Berdasarkan tabel 2.4 dan tabel 2.5 didapatkan jam kerja buruh untuk membuat potongan, bengkokan dan kaitan manual serta pemasangan tulangan adalah :
- Jam kerja tiap 100 potongan
  - D 22 = 2 jam
  - D16 = 2 jam
  - Ø 10 = 2 jam
  - Rata-rata jam kerja tulangan utama = 2 jam
  - Jam kerja tulangan beugel = 2 jam
- Jam kerja tiap 100 bengkokan
  - D 22 =  $(2+1)/2$  jam = 1,5 jam
  - D16 =  $(2+1)/2$  jam = 1,5 jam
  - Ø 10 =  $(0,8+1,5)/2$  jam = 1,15 jam
  - Rata-rata jam kerja tulangan utama = 1,5 jam
  - Jam kerja tulangan beugel = 1,15 jam
- Jam kerja tiap 100 kaitan
  - D 22 =  $(1,6+3)/2$  jam = 2,3 jam
  - D16 =  $(1,6+3)/2$  jam = 2,3 jam
  - Ø 10 =  $(2,5+1,2)/2$  jam = 1,85 jam

Rata-rata jam kerja tulangan utama = 2,3 jam

Jam kerja tulangan beugel = 1,85 jam

- Jam kerja pemasangan tiap 100 batang

$$-D 22 = (6+8,5)/2 \text{ jam} = 7,25 \text{ jam}$$

$$-D 16 = (6+8,5)/2 \text{ jam} = 7,25 \text{ jam}$$

$$-\emptyset 10 = (5+7)/2 \text{ jam} = 6 \text{ jam}$$

Rata-rata jam kerja tulangan utama = 7,25 jam

Jam kerja tulangan beugel = 6 jam

#### b. Perhitungan Durasi

- Kebutuhan tenaga kerja dalam pelaksanaan :

–Jam bekerja 1 hari = 7 jam/hari

–Jumlah tenaga kerja = 1 grup

(1 grup = 1 mandor, 10 tukang, 10 pembantu tukang)

–Maka dalam 1 grup

Total jam kerja = 21 orang x 7 jam/hari = 147 jam/hari

- Produktivitas kerja 1 grup :

Tulangan Utama:

$$\text{Pemotongan} = \frac{147 \frac{\text{jam}}{\text{hari}} \times 100 \text{ buah}}{2 \text{ jam}/100 \text{ buah}} = 7850 \text{ buah/hari}$$

$$\text{Pembengkakan} = \frac{147 \frac{\text{jam}}{\text{hari}} \times 100 \text{ buah}}{1,5 \text{ jam}/100 \text{ buah}} = 9800 \text{ buah/hari}$$

$$\text{Kaitan} = \frac{147 \frac{\text{jam}}{\text{hari}} \times 100 \text{ buah}}{2,3 \text{ jam}/100 \text{ buah}} = 6391 \text{ buah/hari}$$

$$\text{Pemasangan} = \frac{147 \frac{\text{jam}}{\text{hari}} \times 100 \text{ buah}}{7,25 \text{ jam}/100 \text{ buah}} = 2028 \text{ buah/hari}$$

Tulangan Beugel :

$$\text{Pemotongan} = \frac{147 \frac{\text{jam}}{\text{hari}} \times 100 \text{ buah}}{2 \text{ jam}/100 \text{ buah}} = 7850 \text{ buah/hari}$$

$$\text{Pembengkakan} = \frac{147 \frac{\text{jam}}{\text{hari}} \times 100 \text{ buah}}{1,15 \text{ jam}/100 \text{ buah}} = 12783 \text{ buah/hari}$$

$$\text{Kaitan} = \frac{147 \frac{\text{jam}}{\text{hari}} \times 100 \text{ buah}}{2,3 \text{ jam}/100 \text{ buah}} = 7946 \text{ buah/hari}$$

$$\text{Pemasangan} = \frac{147 \frac{\text{jam}}{\text{hari}} \times 100 \text{ buah}}{7,25 \text{ jam}/100 \text{ buah}} = 2450 \text{ buah/hari}$$

- Kebutuhan jam kerja dalam pelaksanaan :

Berikut ini adalah waktu yang dibutuhkan tenaga kerja untuk pekerjaan pembesian sloof zona 1 :

$$\text{Pemotongan} = \frac{890 \text{ buah}}{7350 \text{ buah/hari}} + \frac{1736 \text{ buah}}{7350 \text{ buah/hari}} = 0,38 \text{ hari}$$

$$\text{Pembengkakan} = \frac{1780 \text{ buah}}{9800 \frac{\text{buah}}{\text{hari}}} + \frac{6944 \text{ buah}}{12783 \frac{\text{buah}}{\text{hari}}} = 0,72 \text{ hari}$$

$$\text{Kaitan} = \frac{1780 \text{ buah}}{9800 \text{ buah/hari}} + \frac{6944 \text{ buah}}{12783 \text{ buah/hari}} = 0,72 \text{ hari}$$

$$\text{Pemasangan} = \frac{890 \text{ buah}}{6391 \text{ buah/hari}} + \frac{1736 \text{ buah}}{2450 \text{ buah/hari}} = 0,85 \text{ hari}$$

Total durasi pembesian = 3 hari

### c. Analisa Harga

Analisa harga fabrikasi besi

- Harga Bahan

Besi Beton=11938,57 kg x Rp 9.000 =Rp 107.447.118

Kawat Bendrat (8%)= 955,09 kg x Rp 17.500

=Rp 16.713.996

Total Biaya Bahan = Rp 124.161.114

- Upah Pekerja

Mandor= 1 OH x 2 Hari x Rp 125.000 = Rp 250.000

Tukang =10 OH x 2 Hari x Rp 120.000= Rp 2.400.000

P.Tukang=10 OHx2 Hari x Rp 100.000=Rp 2.000.000

Total Biaya Pekerja = Rp 4.650.000

- Biaya Alat

Bar bender = Rp 250.000 x 2 hari = Rp 500.000

Bar cutter = Rp 250.000 x 2 hari = Rp 500.000

Analisa harga pemasangan besi

- Upah Pekerja

Mandor=1 OH x 1 Hari x Rp 125.000 = Rp 125.000

Tukang =10 OHx 1 Hari xRp 120.000 = Rp 1.200.000

P.Tukang=10 OH x1 Hari xRp 100.000=Rp 1.000.000

Total Biaya Pekerja = Rp 2.325.000

- Biaya Alat

Tower Crane= Rp 2.850.000 x 1 hari=Rp 2.850.000

Total Biaya Alat = Rp 2.850.000

Total Harga = Rp 5.175.000  
 Maka harga satuan pembesian sloof zona 1  
 = Rp 5.175.000 : 11938,57 kg = Rp 433

## 7.2.9 Pekerjaan Pengecoran Pilecap & Sloof

### a. Data

- Volume beton = 205,393 m<sup>3</sup>
- Vertical equivalent length = 44 m
- Horizontal equivalent length = 40 m
- Efisiensi kerja (Ek) :
  - Faktor kondisi peralatan = Baik = 0,75
  - Faktor operator dan mekanik = terampil = 0,80
  - Faktor cuaca = terang, cerah, baik = 0,85
- Kapasitas produksi concrete pump  
 = Delivery capacity (m<sup>3</sup>/jam) x Efisiensi kerja  
 = 67 m<sup>3</sup>/jam x (0,75 x 0,80 x 0,85)  
 = 34,170 m<sup>3</sup>/jam
- Kebutuhan truck mixer untuk pengecoran lantai kerja pilecap dan sloof :
 
$$\text{Truk mixer} = \frac{\text{Volume beton yang dibutuhkan (m}^3\text{)}}{\text{Kapasitas truck mixer (m}^3\text{)}}$$

$$= \frac{205,393 \text{ m}^3}{7 \text{ m}^3} = 30 \text{ truck mixer}$$
- Kebutuhan Tenaga Kerja dalam pelaksanaan  
 Jam kerja 1 hari = 7 jam/hari  
 Jumlah pekerja = 1 grup berisi 1 mandor, 2 tukang, 4 pembantu tukang  
 Maka dalam 1 grup  
 Total jam kerja = 7 orang x 7 jam/hari = 49 jam/hari

### b. Perhitungan Durasi

Perhitungan waktu pelaksanaan pengecoran terdiri dari :

- Waktu persiapan :
  - Pengaturan posisi = 5 menit



- Pemasangan pompa = 15 menit
- Waktu tunggu pompa = 15 menit
- Pegantian antar truck  
= 30 truck x 5 menit/truck = 150 menit
- Pengujian Slump  
= 30 truck x 5 menit/truck = 150 menit
- Total waktu persiapan = 335 menit
- Waktu operasional pengecoran  

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

$$= \frac{205,393 \text{ m}^3}{34,17 \text{ m}^3\text{/jam}} = 6,09 \text{ jam} = 365,46 \text{ menit}$$
- Waktu pasca pelaksanaan :
  - Pembersihan pompa = 10 menit
  - Pembongkaran pompa = 15 menit
  - Perpindahan Alat = 5 menit
  - Persiapan kembali = 5 menit
  - Total waktu pasca pelaksanaan = 35 menit
- Waktu total = persiapan + waktu pengecoran + pasca pelaksanaan  

$$= 355 \text{ menit} + 365 \text{ menit} + 35 \text{ menit}$$

$$= 735 \text{ menit} = 12,25 \text{ jam} \approx 2 \text{ hari}$$

Maka, pengecoran pile cap & sloof zona 1 membutuhkan waktu 2 hari

### c. Analisa Harga

- Harga Bahan  
 Beton Readymix K-225 berdasarkan brosur PT. Varia Usaha Beton  
 Beton Readymix K-225 =  $208,393 \text{ m}^3 \times \text{Rp } 650.000$   
 = Rp 135.286.254
- Upah Pekerja  
 Mandor =  $1 \text{ OH} \times 2 \text{ Hari} \times \text{Rp } 125.000$   
 = Rp 250.000

Tukang = 2 OH x 2 Hari x Rp 120.000  
 = Rp 480.000  
 P.Tukang= 4 OH x 2 Hari x Rp 100.000  
 = Rp 800.000  
 Total Biaya Pekerja = Rp 1.530.000

• **Biaya Alat**

Concrete Pump = 1 buah x 2 Hari x Rp 4.500.000  
 = Rp 9.000.000  
 Vibrator = 1 buah x 2 Hari x Rp 295.000  
 = Rp 590.000  
 Total Biaya Alat = Rp 9.590.000

Total Harga = Rp 146.406.254

Maka harga satuan pengecoran pilecap dan sloof  
 zona 1 = Rp 146.406.254 : 208,393 m<sup>3</sup> = Rp 703.427

## 7.2.10 Pekerjaan Urug Kembali Galian

### a. Data

Zona = 1

Volume = 237,375 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

#### **Dumptruck :**

Tipe = DT-130HD

Kapasitas = 8 m<sup>3</sup>

V bermuatan = 30 km/jam

V kosong = 40 km/jam

$$\text{Koef Alat} = 0,81$$

### b. Perhitungan Durasi

- Kebutuhan tenaga kerja dalam pelaksanaan :

Mandor = 1 orang

Tukang gali = 3 orang

Pekerja = 6 orang

- Perhitungan produktifitas :

- Excavator

- Produktivitas per siklus (q)

q = Kapasitas Bucket x Faktor Bucket

$$q = 0,8 \text{ m}^3 \times 0,8$$

$$q = 0,64 \text{ m}^3$$

- Waktu Siklus (Cm)

Cm = Waktu Gali + (2 x Waktu Putar) + 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 = 1 km

**a. Waktu muat (*loading*)**

$$C_m = 30 \text{ detik}$$

Jumlah siklus yang diperlukan untuk mengisi DT

$$n = \frac{\text{kapasitas DT}}{\text{kapasitas bucket} \times \text{faktor bucket}}$$

$$n = \frac{26 \text{ m}^3}{4,32 \text{ m}^3}$$

$$n = 6 \text{ kali}$$

$$\begin{aligned} \text{Loading} &= n \times C_m \\ &= 6 \times 0,5 \text{ menit} \\ &= 3 \text{ menit} \end{aligned}$$

**b. Waktu pergi (*hauling*)**

$$\begin{aligned} \text{hauling} &= \frac{60 \frac{\text{menit}}{\text{jam}} \times \text{jarak buang}}{V. \text{ bermuatan}} \\ &= \frac{60 \frac{\text{menit}}{\text{jam}} \times 1 \text{ km}}{30 \text{ km/jam}} \\ &= 2 \text{ menit} \end{aligned}$$

**c. Waktu buang (*dumping*)**

$$\text{Dumping} = 1,15 \text{ menit}$$

**d. Waktu persiapan kembali (*setting*)**

$$\text{Setting} = 0,3 \text{ menit}$$

Waktu Siklus ( $C_m$ )

$$\begin{aligned} &= \text{Loading} + \text{Hauling} + \text{Dumping} + \text{Return} + \\ &\quad \text{Setting} \\ &= 3 \text{ menit} + 2 \text{ menit} + 1,15 \text{ menit} + 2 \text{ menit} + 0,3 \\ &\quad \text{menit} \\ &= 8 \text{ menit} \end{aligned}$$

**- Jumlah kebutuhan dump truck (M)**

$$\begin{aligned} M &= \frac{C_m}{\text{waktu muat}} \\ &= \frac{8 \text{ menit}}{3 \text{ menit}} \end{aligned}$$

$$= 3 \text{ unit}$$

- Produktivitas (Q)

$$Q = \frac{n \times \text{kap. bucket} \times \text{faktor bucket} \times 60 \times \text{Eff. alat}}{Cm} \times M$$

$$= \frac{6 \times 0,8 \times 0,81 \times 60 \times 0,8}{8} \times 3 \text{ unit}$$

$$= 481,36 \text{ m}^3/\text{jam}$$

- Durasi *Dump Truck*

Siklus dalam 1 jam

$$= \frac{60 \frac{\text{menit}}{\text{jam}}}{\text{waktu muat}} = \frac{60 \frac{\text{menit}}{\text{jam}}}{3 \frac{\text{menit}}{\text{jam}}} = 20 \text{ siklus/jam}$$

= Volume galian yang dapat diangkut dalam 1 jam

= Siklus tiap 1 jam x (Kapasitas DT x (1 + faktor swell))

$$= 20 \text{ siklus/jam} \times (8 \text{ m}^3 \times (1 + 25\%))$$

$$= 648 \text{ m}^3/\text{jam}$$

Durasi pekerjaan galian

$$= \frac{\text{Volume galian}}{\text{Produktivitas}} = \frac{237,375 \text{ m}^3}{648 \frac{\text{m}^3}{\text{jam}}} = 1 \text{ jam} = 1 \text{ hari}$$

Durasi urugan *pilecap* dan *sloof* pada zona 1 adalah 1 hari.

### c. Analisa harga :

#### • Upah Pekerja

$$\begin{aligned} \text{Mandor} &= 1 \text{ OH} \times 1 \text{ Hari} \times \text{Rp. } 125.000 \\ &= \text{Rp. } 125.000 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Tukang gali} &= 2 \text{ OH} \times 1 \text{ Hari} \times \text{Rp. } 120.000 \\ &= \text{Rp. } 240.000 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Pekerja} &= 4 \text{ OH} \times 1 \text{ Hari} \times \text{Rp. } 100.000,- \\ &= \text{Rp. } 400.000 \end{aligned}$$

$$\text{Total Upah} = \text{Rp. } 765.000$$

- Alat
    - Excavator = 1 buah x Rp. 630.000/hari x1 hari  
= Rp. 630.000
    - Dump Truck = 3 buah x Rp.380.000/hari x 1  
= Rp. 1.140.000
    - Total Alat = Rp. 5.550.000
  - Total Biaya = Total Upah + Total Alat  
= Rp 765.000 + Rp. 5.550.000  
= Rp. 6.265.000
- Maka harga satuan pekerjaan urugan tanah yaitu
- $$= \frac{\text{Rp } 6.265.000}{237,375 \text{ m}^3} = \text{Rp } 26.392/\text{m}^3$$

### 7.3 Pekerjaan Struktur Lantai 1

#### 7.3.1 Pekerjaan Pembesian Kolom Lantai 1

Pada pekerjaan pembesian dilakukan dengan bantuan tenaga manusia, berikut analisa pekerjaan pembesian :

##### a. Data

- Zona 1
- Jumlah Kolom = 39
- Volume : 31942,4 kg
- Panjang keperluan tulangan
  - D22 = 8681,66 m
  - Ø 10 = 9792 m
- Banyaknya tulangan
  - D22 = 140buah
  - Ø 10 = 510 buah
- Jumlah bengkokan
  - D22 = 280 bengkokan
  - Ø 10 = 1530 bengkokan
- Jumlah kaitan
  - Ø 10 = 1020 kaitan

### b. Perhitungan Durasi

Berdasarkan tabel 2.4 dan tabel 2.5 didapatkan jam kerja buruh untuk membuat potongan, bengkokan dan kaitan manual serta pemasangan tulangan adalah :

- Jam kerja tiap 100 potongan
  - Potongan D22 = 2 jam
  - Potongan Ø10 = 2 jam
  - Total Tulangan Utama = 2 jam
  - Total Tulangan Beugel = 2 jam
- Jam kerja tiap 100 bengkokan
  - Bengkokan D22 = 1,5 jam
  - Bengkokan Ø 10 = 1,15 jam
  - Total Tulangan Utama = 1,5 jam
  - Total Tulangan Beugel = 1,15 jam
- Jam kerja tiap 100 kaitan
  - Kaitan D22 = 2,3 jam
  - Kaitan Ø 10 = 1,85 jam
  - Total Tulangan Utama = 2,3 jam
  - Total Tulangan Beugel = 1,85 jam
- Jam kerja pemasangan tiap 100 batang
  - Pasang D22 = 7,25 jam
  - Pasang Ø 10 = 4,75 jam
  - Total Tulangan Utama = 7,25 jam
  - Total Tulangan Beugel = 4,75 jam
- Kebutuhan tenaga kerja dalam pelaksanaan :
  - Jam bekerja 1 hari = 7 jam/hari
  - Jumlah tenaga kerja = 1 grup ( 1 grup = 1 mandor, 5 tukang, 5 pembantu tukang)
  - Maka dalam 1 grup
  - Total jam kerja = 11 orang x 7 jam/hari = 77 jam/hari
- Produktivitas kerja 1 grup :

Tulangan Utama:

$$\text{Pemotongan} = \frac{77 \frac{\text{jam}}{\text{hari}} \times 100 \text{ buah}}{2 \text{ jam}/100 \text{ buah}} = 3850 \text{ buah/hari}$$

$$\text{Pembengkokan} = \frac{77 \frac{\text{jam}}{\text{hari}} \times 100 \text{ buah}}{1,15 \text{ jam}/100 \text{ buah}} = 5133 \text{ buah/hari}$$

$$\text{Kaitan} = \frac{77 \frac{\text{jam}}{\text{hari}} \times 100 \text{ buah}}{2,3 \text{ jam}/100 \text{ buah}} = 3348 \text{ buah/hari}$$

$$\text{Pemasangan} = \frac{77 \frac{\text{jam}}{\text{hari}} \times 100 \text{ buah}}{7,25 \text{ jam}/100 \text{ buah}} = 1062 \text{ buah/hari}$$

Tulangan Beugel :

$$\text{Pemotongan} = \frac{77 \frac{\text{jam}}{\text{hari}} \times 100 \text{ buah}}{2 \text{ jam}/100 \text{ buah}} = 3850 \text{ buah/hari}$$

$$\text{Pembengkokan} = \frac{77 \frac{\text{jam}}{\text{hari}} \times 100 \text{ buah}}{1,15 \text{ jam}/100 \text{ buah}} = 6696 \text{ buah/hari}$$

$$\text{Kaitan} = \frac{77 \frac{\text{jam}}{\text{hari}} \times 100 \text{ buah}}{1,85 \text{ jam}/100 \text{ buah}} = 4162 \text{ buah/hari}$$

$$\text{Pemasangan} = \frac{77 \frac{\text{jam}}{\text{hari}} \times 100 \text{ buah}}{4,75 \text{ jam}/100 \text{ buah}} = 1621 \text{ buah/hari}$$

- Kebutuhan jam kerja dalam pelaksanaan :

Berikut ini adalah waktu yang dibutuhkan tenaga kerja untuk pekerjaan pembesian kolom lantai 1 zona 1 :

$$\text{Pemotongan} = \frac{140 \text{ buah}}{3850 \text{ buah/hari}} + \frac{510 \text{ buah}}{3850 \text{ buah/hari}} = 0,17 \text{ hari}$$

$$\text{Pembengkokan} = \frac{140 \text{ buah}}{5133 \frac{\text{buah}}{\text{hari}}} + \frac{1530 \text{ buah}}{6696 \frac{\text{buah}}{\text{hari}}} = 0,26 \text{ hari}$$

$$\text{Kaitan} = \frac{0 \text{ buah}}{3348 \text{ buah/hari}} + \frac{1020 \text{ buah}}{4162 \text{ buah/hari}} = 0,25 \text{ hari}$$

$$\text{Pemasangan} = \frac{140 \text{ buah}}{1062 \text{ buah/hari}} + \frac{510 \text{ buah}}{1621 \text{ buah/hari}} = 0,45 \text{ hari}$$

Total durasi fabrikasi = 0,67 hari  $\approx$  1 hari

Total durasi pemasangan = 0,45 hari  $\approx$  1 hari

### c. Analisa Harga

Analisa harga fabrikasi besi

- Harga Bahan

$$\text{Besi Beton} = 31942,4 \text{ kg} \times \text{Rp } 9.000$$



$$= \text{Rp } 287.481.588$$

$$\text{Kawat Bendrat (8\%)} = 2555,39 \text{ kg} \times \text{Rp } 17.500$$

$$= \text{Rp } 44.719.358$$

$$\text{Total Biaya Bahan} = \text{Rp } 332.200.947$$

- Upah Pekerja

$$\text{Mandor} = 1 \text{ OH} \times 1 \text{ Hari} \times \text{Rp } 125.000$$

$$= \text{Rp } 125.000$$

$$\text{Tukang} = 5 \text{ OH} \times 1 \text{ Hari} \times \text{Rp } 120.000$$

$$= \text{Rp } 600.000$$

$$\text{Pemb. Tukang} = 5 \text{ OH} \times 1 \text{ Hari} \times \text{Rp } 100.000$$

$$= \text{Rp } 500.000$$

$$\text{Total Biaya Pekerja} = \text{Rp } 1.225.000$$

$$\text{Total Harga} = \text{Bahan} + \text{Upah}$$

$$= \text{Rp } 332.200.947 + \text{Rp } 1.225.000$$

$$= \text{Rp } 333.925.947$$

$$\text{Maka harga satuan fabrikasi kolom lantai 1 zona 1}$$

$$= \text{Rp } 333.925.947 : 31942,4 \text{ kg} = \text{Rp } 10.454$$

#### Analisa harga pemasangan besi

- Upah Pekerja

$$\text{Mandor} = 1 \text{ OH} \times 1 \text{ Hari} \times \text{Rp } 125.000$$

$$= \text{Rp } 125.000$$

$$\text{Tukang} = 5 \text{ OH} \times 1 \text{ Hari} \times \text{Rp } 120.000$$

$$= \text{Rp } 600.000$$

$$\text{P.Tukang} = 5 \text{ OH} \times 1 \text{ Hari} \times \text{Rp } 100.000$$

$$= \text{Rp } 500.000$$

$$\text{Total Biaya Pekerja} = \text{Rp } 1.350.000$$

- Biaya Alat

$$\text{Tower Crane} = \text{Rp } 2.850.000 \times 1 \text{ hari} = \text{Rp } 2.850.000$$

$$\text{Total Biaya Alat} = \text{Rp } 2.850.000$$

$$\text{Total Harga} = \text{Rp } 4.200.000$$

$$\text{Maka harga satuan pembesian pilecap zona 1}$$

$$= \text{Rp } 4.200.000 : 31942,4 \text{ kg} = \text{Rp } 131,48$$

### 7.3.2 Pekerjaan Pembesian *Shearwall* Lantai 1

Pada pekerjaan pembesian dilakukan dengan bantuan tenaga manusia, berikut analisa pekerjaan pembesian :

#### a. Data

- Jumlah *Shearwall* = 39
- Volume : 4067,12 kg
- Panjang keperluan tulangan
  - D22 = 1016,12 m
  - Ø 10 = 806,072 m
- Banyaknya tulangan
  - D22 = 130 buah
  - Ø 10 = 68 buah
- Jumlah bengkokan
  - D22 = 260 bengkokan
  - Ø 10 = 204 bengkokan
- Jumlah kaitan
  - D22 = 260 kaitan
  - Ø 10 = 136 kaitan

#### b. Perhitungan Durasi

Berdasarkan tabel 2.4 dan tabel 2.5 didapatkan jam kerja buruh untuk membuat potongan, bengkokan dan kaitan manual serta pemasangan tulangan adalah :

- Jam kerja tiap 100 potongan
  - Potongan D22 = 2 jam
  - Potongan Ø10 = 2 jam
  - Total Tulangan Utama = 2 jam
  - Total Tulangan Beugel = 2 jam
- Jam kerja tiap 100 bengkokan
  - Bengkokan D22 = 1,5 jam
  - Bengkokan Ø 10 = 1,15 jam
  - Total Tulangan Utama = 1,5 jam
  - Total Tulangan Beugel = 1,15 jam

- Jam kerja tiap 100 kaitan
  - Kaitan D22 = 2,3 jam
  - Kaitan Ø 10 = 1,85 jam
  - Total Tulangan Utama = 2,3 jam
  - Total Tulangan Beugel = 1,85 jam
- Jam kerja pemasangan tiap 100 batang
  - Pasang D22 = 7,25 jam
  - Pasang Ø 10 = 4,75 jam
  - Total Tulangan Utama = 7,25 jam
  - Total Tulangan Beugel = 4,75 jam
- Kebutuhan tenaga kerja dalam pelaksanaan :
  - Jam bekerja 1 hari = 7 jam/hari
  - Jumlah tenaga kerja = 1 grup ( 1 grup = 1 mandor, 5 tukang, 5 pembantu tukang)
  - Maka dalam 1 grup
  - Total jam kerja = 11 orang x 7 jam/hari = 77 jam/hari

- Produktivitas kerja 1 grup :

Tulangan Utama:

$$\text{Pemotongan} = \frac{77 \frac{\text{jam}}{\text{hari}} \times 100 \text{ buah}}{2 \text{ jam}/100 \text{ buah}} = 3850 \text{ buah/hari}$$

$$\text{Pembengkokan} = \frac{77 \frac{\text{jam}}{\text{hari}} \times 100 \text{ buah}}{1,15 \text{ jam}/100 \text{ buah}} = 5133 \text{ buah/hari}$$

$$\text{Kaitan} = \frac{77 \frac{\text{jam}}{\text{hari}} \times 100 \text{ buah}}{2,3 \text{ jam}/100 \text{ buah}} = 3348 \text{ buah/hari}$$

$$\text{Pemasangan} = \frac{77 \frac{\text{jam}}{\text{hari}} \times 100 \text{ buah}}{7,25 \text{ jam}/100 \text{ buah}} = 1062 \text{ buah/hari}$$

Tulangan Beugel :

$$\text{Pemotongan} = \frac{77 \frac{\text{jam}}{\text{hari}} \times 100 \text{ buah}}{2 \text{ jam}/100 \text{ buah}} = 3850 \text{ buah/hari}$$

$$\text{Pembengkokan} = \frac{77 \frac{\text{jam}}{\text{hari}} \times 100 \text{ buah}}{1,15 \text{ jam}/100 \text{ buah}} = 6696 \text{ buah/hari}$$

$$\text{Kaitan} = \frac{77 \frac{\text{jam}}{\text{hari}} \times 100 \text{ buah}}{1,85 \text{ jam}/100 \text{ buah}} = 4162 \text{ buah/hari}$$

$$\text{Pemasangan} = \frac{77 \frac{\text{jam}}{\text{hari}} \times 100 \text{ buah}}{4,75 \text{ jam}/100 \text{ buah}} = 1621 \text{ buah/hari}$$

- Kebutuhan jam kerja dalam pelaksanaan :  
Berikut ini adalah waktu yang dibutuhkan tenaga kerja untuk pekerjaan pembesian shearwall lantai 1 zona 1 :

$$\text{Pemotongan} = \frac{130 \text{ buah}}{3850 \text{ buah/hari}} + \frac{68 \text{ buah}}{3850 \text{ buah/hari}} = 0,05 \text{ hari}$$

$$\text{Pembengkokan} = \frac{260 \text{ buah}}{5133 \frac{\text{buah}}{\text{hari}}} + \frac{204 \text{ buah}}{6696 \frac{\text{buah}}{\text{hari}}} = 0,08 \text{ hari}$$

$$\text{Kaitan} = \frac{68 \text{ buah}}{3348 \text{ buah/hari}} + \frac{136 \text{ buah}}{4162 \text{ buah/hari}} = 0,25 \text{ hari}$$

$$\text{Pemasangan} = \frac{68 \text{ buah}}{1062 \text{ buah/hari}} + \frac{136 \text{ buah}}{1621 \text{ buah/hari}} = 0,16 \text{ hari}$$

$$\text{Total durasi fabrikasi} = 0,19 \text{ hari} \approx 1 \text{ hari}$$

$$\text{Total durasi pemasangan} = 0,16 \text{ hari} \approx 1 \text{ hari}$$

### c. Analisa Harga

Analisa harga fabrikasi besi

- Harga Bahan

$$\begin{aligned} \text{Besi Beton} &= 3244,04 \text{ kg} \times \text{Rp } 9.000 \\ &= \text{Rp } 29.196.322 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kawat Bendrat (8\%)} &= 259,52 \text{ kg} \times \text{Rp } 17.500 \\ &= \text{Rp } 4.541.650 \end{aligned}$$

$$\text{Total Biaya Bahan} = \text{Rp } 33.737.973$$

- Upah Pekerja

$$\begin{aligned} \text{Mandor} &= 1 \text{ OH} \times 1 \text{ Hari} \times \text{Rp } 125.000 \\ &= \text{Rp } 125.000 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Tukang} &= 5 \text{ OH} \times 1 \text{ Hari} \times \text{Rp } 120.000 \\ &= \text{Rp } 600.000 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Pemb. Tukang} &= 5 \text{ OH} \times 1 \text{ Hari} \times \text{Rp } 100.000 \\ &= \text{Rp } 500.000 \end{aligned}$$

$$\text{Total Biaya Pekerja} = \text{Rp } 1.225.000$$

$$\begin{aligned} \text{Total Harga} &= \text{Bahan} + \text{Upah} \\ &= \text{Rp } 33.737.973 + \text{Rp } 1.225.000 \end{aligned}$$

$$= \text{Rp } 35.462.973$$

Maka harga satuan fabrikasi shearwall lantai 1  
 $= \text{Rp } 333.925.947 : 3244,04 \text{ kg} = \text{Rp } 10.932$

Analisa harga pemasangan besi

- Upah Pekerja

$$\begin{aligned} \text{Mandor} &= 1 \text{ OH} \times 1 \text{ Hari} \times \text{Rp } 125.000 \\ &= \text{Rp } 250.000 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Tukang} &= 5 \text{ OH} \times 1 \text{ Hari} \times \text{Rp } 120.000 \\ &= \text{Rp } 600.000 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{P.Tukang} &= 5 \text{ OH} \times 1 \text{ Hari} \times \text{Rp } 100.000 \\ &= \text{Rp } 500.000 \end{aligned}$$

$$\text{Total Biaya Pekerja} = \text{Rp } 1.350.000$$

- Biaya Alat

$$\text{Tower Crane} = \text{Rp } 2.850.000 \times 1 \text{ hari} = \text{Rp } 2.850.000$$

$$\text{Total Biaya Alat} = \text{Rp } 2.850.000$$

$$\text{Total Harga} = \text{Rp } 4.200.000$$

Maka harga satuan pembesian pilecap zona 1  
 $= \text{Rp } 4.200.000 : 3244,04 \text{ kg} = \text{Rp } 1.294,68$

### 7.3.3 Pekerjaan Bekisting Kolom Lantai 1

#### a. Data

$$\text{Luas Bekisting Kolom} = 567,2 \text{ m}^2$$

Berdasarkan tabel Soedrajat. Analisa (cara modern) Anggaran Biaya Pelaksanaan. Bandung: Nova. Tabel 5.2 Halaman 86 keperluan jam tenaga kerja tiap  $10 \text{ m}^2$  untuk pemasangan bekisting kolom adalah :

$$\text{- Menyetel} = \frac{4 \text{ jam} + 8 \text{ jam}}{2} / 10 \text{ m}^2 = 6 \text{ jam} / 10 \text{ m}^2$$

$$\text{- Memasang} = \frac{2 \text{ jam} + 4 \text{ jam}}{2} / 10 \text{ m}^2 = 3 \text{ jam} / 10 \text{ m}^2$$

Kebutuhan tenaga kerja dalam pelaksanaan :

Koefisien Pekerja :

$$\text{- Mandor} = 0,033 \text{ OH}$$

$$\text{- Tukang} = 0,33 \text{ OH}$$

$$\text{- P. Tukang} = 0,66 \text{ OH}$$

Kapasitas maksimal pekerja dalam 1 grup :

1. Mandor =  $0,033/0,033 = 1$  pekerja
2. Tukang =  $0,33/0,033 = 10$  pekerja
3. P. Tukang =  $0,66/0,033 = 20$  pekerja

Dalam pelaksanaan bekisting pilecap, 1 grup yang terdiri dari 1 mandor, 10 tukang dan 10 pembantu tukang.

Jam kerja efektif 1 hari = 7 jam kerja.

Jumlah jam kerja 1 hari dalam 1 grup :

- Mandor =  $1 \times 7 \text{ Jam} = 7 \text{ Jam}$
- Tukang =  $10 \times 7 \text{ Jam} = 70 \text{ Jam}$
- P. Tukang =  $10 \times 7 \text{ Jam} = 70 \text{ Jam}$
- Total =  $147 \text{ Jam}$

Produktifitas :

- Menyetel =  $\frac{\text{Jumlah jam kerja 1 grup}}{\text{Jam kerja tiap cetakan } 10 \text{ m}^2} \times 10$   
 $= \frac{147 \text{ jam/hari}}{6 \text{ jam}/10\text{m}^2} \times 10$   
 $= 245 \text{ m}^2/\text{hari}$
- Memasang =  $\frac{\text{Jumlah jam kerja 1 grup}}{\text{Jam kerja tiap cetakan } 10 \text{ m}^2} \times 10$   
 $= \frac{147 \text{ jam/hari}}{3 \text{ jam}/10\text{m}^2} \times 10$   
 $= 490 \text{ m}^2/\text{hari}$

#### b. Perhitungan Durasi

- Menyetel =  $\frac{\text{Volume Bekisting}}{\text{Produktivitas}}$   
 $= \frac{567,2 \text{ m}^2}{245 \text{ m}^2/\text{hari}} = 2,32 \text{ hari}$
- Memasang =  $\frac{\text{Volume Bekisting}}{\text{Produktivitas}}$   
 $= \frac{567,2 \text{ m}^2}{490 \text{ m}^2/\text{hari}} = 1,16 \text{ hari}$

Total waktu fabrikasi bekisting  
 = waktu menyetel + waktu memasang  
 = 2,32 hari + 1,16 hari = 3,48 hari  
 = 4 hari

Jadi, fabrikasi dan pemasangan bekisting kolom zona 1 membutuhkan waktu 4 hari.

Kebutuhan bahan untuk bekisting :

Perkiraan keperluan kayu untuk cetakan beton setiap luas cetakan 10 m<sup>2</sup> menurut buku Ir.Sloedrajat adalah diambil rata-rata dari tabel berikut:

Jenis Cetakan	Kayu	Paku,baut-baut dan kawat, (kg)
Pondasi/Pangkal	0,46 - 0,81	2,73 - 5
Jembatan	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*ber ukir	0,58 - 1,84	3,18 - 6,36
Ambang jendela dan lintel*		

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 =  $567,2\text{m}^2$
- Kebutuhan tiap  $10\text{ m}^2$  =  $56,72\text{ m}^2$
- Kebutuhan kayu =  $0,59\text{ m}^3 \times 56,72$   
=  $33,465\text{ m}^3$
- Kebutuhan paku =  $3,865\text{ kg} \times 56,72$   
=  $219,223\text{ kg}$
- Kebutuhan minyak =  $2,875\text{ liter} \times 56,72$   
=  $163\text{ liter}$
- Kebutuhan plywood ( $2,44 \times 1,22 \times 0,12\text{ m}$ )  
=  $576,2\text{ m}^2 / (2,44 \times 1,22)$   
=  $190\text{ lembar}$

**c. Analisa harga :**

Analisa harga fabrikasi bekisting kolom :

Biaya upah

- Mandor =  $\text{Rp } 125.000 \times 1\text{ OH} \times 3\text{ hari} = \text{Rp } 375.000$
- Tukang =  $\text{Rp } 120.000 \times 10\text{ OH} \times 3\text{ hari} = \text{Rp } 3.600.000$
- Pekerja =  $\text{Rp } 100.000 \times 10\text{ OH} \times 3\text{ hari} = \text{Rp } 3.000.000$
- Total biaya upah sebesar  $\text{Rp. } 6.975.000$

Biaya bahan

- Kayu bekisting ( $5/7$ ) =  $33,465\text{ m}^3 \times \text{Rp } 3.200.000$   
=  $\text{Rp } 107.087.360$
- Paku usuk =  $219,223\text{ kg} \times \text{Rp } 14.000 = \text{Rp } 30.400.000$
- Minyak bekisting =  $163\text{ liter} \times \text{Rp } 6.500 = \text{Rp } 1.059.955$
- Plywood =  $190\text{ lembar} \times \text{Rp } 160.000 = \text{Rp } 13.940.000$
- Total Biaya bahan =  $\text{Rp. } 141.702.000$

Biaya Total = Biaya upah + biaya bahan  
=  $\text{Rp. } 6.975.000 + \text{Rp } 141.702.000$   
=  $\text{Rp } 148.677.863$

Maka harga satuan pekerjaan fabrikasi bekisting kolom lantai dasar adalah =  $\frac{\text{Rp } 148.677.863}{576,2\text{ m}^2} = \text{Rp } 262.126$



Analisa harga pemasangan bekisting kolom

Biaya upah

- Mandor = Rp 125.000 x 1 OH x 2 hari = Rp 250.000
  - Tukang= Rp 120.000 x 10 OH x 2 hari = Rp 2.400.000
  - Pekerja= Rp 100.000 x 10 OH x 2 hari = Rp 2.000.000
- Total biaya upah sebesar Rp. 4.650.000

Biaya alat

- Tower Crane = 1 buah x Rp 2.850.000 x 1 hari  
= Rp 2.850.000

Biaya Total = Biaya upah + biaya sewa alat  
= Rp. 4.650.000 + Rp 2.850.000  
= Rp 7.500.000

Maka harga satuan pekerjaan fabrikasi bekisting kolom

lantai dasar adalah =  $\frac{\text{Rp } 7.500.000}{576,2 \text{ m}^2} = \text{Rp } 13.223/\text{m}^2$

### 7.3.4 Pekerjaan Bekisting Shearwall Lantai 1

#### a. Data

Luas Bekisting Kolom = 90,5 m<sup>2</sup>

Berdasarkan tabel Soedrajat. Analisa (cara modern) Anggaran Biaya Pelaksanaan. Bandung: Nova. Tabel 5.2 Halaman 86 keperluan jam tenaga kerja tiap 10 m<sup>2</sup> untuk pemasangan bekisting kolom adalah :

- Menyetel =  $\frac{4 \text{ jam} + 8 \text{ jam}}{2} / 10 \text{ m}^2 = 6 \text{ jam}/10 \text{ m}^2$
- Memasang =  $\frac{2 \text{ jam} + 4 \text{ jam}}{2} / 10 \text{ m}^2 = 3 \text{ jam}/10 \text{ m}^2$

Kebutuhan tenaga kerja dalam pelaksanaan :

Koefisien Pekerja :

- Mandor = 0,033 OH
- Tukang = 0,33 OH
- P. Tukang = 0,66 OH

Kapasitas maksimal pekerja dalam 1 grup :

1. Mandor =  $0,033/0,033$  = 1 pekerja
2. Tukang =  $0,33/0,033$  = 10 pekerja
3. P. Tukang =  $0,66/0,033$  = 20 pekerja

Dalam pelaksanaan bekisting pilecap, 1 grup yang terdiri dari 1 mandor, 5 tukang dan 5 pembantu tukang.

Jam kerja efektif 1 hari = 7 jam kerja.

Jumlah jam kerja 1 hari dalam 1 grup :

- Mandor =  $1 \times 7$  Jam = 7 Jam
- Tukang =  $5 \times 7$  Jam = 35 Jam
- P. Tukang =  $5 \times 7$  Jam = 35 Jam
- Total = 147 Jam

Produktifitas :

- Menyetel =  $\frac{\text{Jumlah jam kerja 1 grup}}{\text{Jam kerja tiap cetakan } 10 \text{ m}^2} \times 10$   
 $= \frac{77 \text{ jam/hari}}{6 \text{ jam}/10\text{m}^2} \times 10$   
 $= 110 \text{ m}^2/\text{hari}$
- Memasang =  $\frac{\text{Jumlah jam kerja 1 grup}}{\text{Jam kerja tiap cetakan } 10 \text{ m}^2} \times 10$   
 $= \frac{77 \text{ jam/hari}}{3 \text{ jam}/10\text{m}^2} \times 10$   
 $= 192 \text{ m}^2/\text{hari}$

## b. Perhitungan Durasi

- Menyetel =  $\frac{\text{Volume Bekisting}}{\text{Produktivitas}}$   
 $= \frac{90,5 \text{ m}^2}{110 \text{ m}^2/\text{hari}} = 5,8 \text{ jam} = 1 \text{ hari}$
- Memasang =  $\frac{\text{Volume Bekisting}}{\text{Produktivitas}}$   
 $= \frac{90,5 \text{ m}^2}{192 \text{ m}^2/\text{hari}} = 3,3 \text{ jam} = 1 \text{ hari}$

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	0,46 - 0,81	2,73 - 5
Jembatan	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*ber ukir	0,58 - 1,84	3,18 - 6,36
Ambang jendela dan lintel*		

Kebutuhan minyak bekisting untuk setiap 10 m<sup>2</sup> bekisting kolom adalah 2,875 liter

Jadi kebutuhan bahan bekisting *shearwall* adalah sebagai berikut:

- Luasan bekisting = 90,5m<sup>2</sup>
- Kebutuhan tiap 10 m<sup>2</sup> = 9,05 m<sup>2</sup>
- Kebutuhan kayu = 0,59 m<sup>3</sup> x 9,05 = 5,34 m<sup>3</sup>
- Kebutuhan paku = 3,865 kg x 9,05

- = 34,98 kg
- Kebutuhan minyak = 2,875 liter x 9,05  
= 25,2 liter
- Kebutuhan plywood (2,44 x 1,22 x 0,12 m)  
=  $90,5 \text{ m}^2 / (2,44 \times 1,22)$   
= 30 lembar

**c. Analisa harga**

Analisa harga fabrikasi bekisting kolom :

Biaya upah

- Mandor = Rp 125.000 x 1 OH x 1 hari = Rp 125.000
- Tukang = Rp 120.000 x 5 OH x 1 hari = Rp 600.000
- Pekerja = Rp 100.000 x 5 OH x 1 hari = Rp 500.000
- Total biaya upah sebesar Rp. 1.225.000

Biaya bahan

- Kayu bekisting (5/7) =  $5,34 \text{ m}^3 \times \text{Rp } 3.200.000$   
= Rp 17.086.400
- Paku usuk = 34,98 kg x Rp 14.000 = Rp 489.696
- Minyak bekisting = 25 liter x Rp 6.500 = Rp 163.828
- Plywood = 30 lembar x Rp 160.000 = Rp 4.864.284
- Total Biaya bahan = Rp. 22.604.207

Biaya Total = Biaya upah + biaya bahan  
= Rp. 1.225.000 + Rp 22.604.207  
= Rp 23.829.207

Maka harga satuan pekerjaan fabrikasi bekisting kolom lantai dasar adalah =  $\frac{\text{Rp } 23.829.207}{90,2 \text{ m}^2} = \text{Rp } 263.306$

Analisa harga pemasangan bekisting kolom

Biaya upah

- Mandor = Rp 125.000 x 1 OH x 1 hari = Rp 125.000
- Tukang = Rp 120.000 x 10 OH x 1 hari = Rp 600.000
- Pekerja = Rp 100.000 x 10 OH x 1 hari = Rp 500.000
- Total biaya upah sebesar Rp. 1.225.000

Biaya alat

$$\begin{aligned} \text{- Tower Crane} &= 1 \text{ buah} \times \text{Rp } 2.850.000 \times 1 \text{ hari} \\ &= \text{Rp } 2.850.000 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Biaya Total} &= \text{Biaya upah} + \text{biaya sewa alat} \\ &= \text{Rp. } 1.225.000 + \text{Rp } 2.850.000 \\ &= \text{Rp } 4.075.000 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Maka harga satuan pekerjaan fabrikasi bekisting kolom} \\ \text{lantai dasar adalah} &= \frac{\text{Rp } 4.075.000}{90,2 \text{ m}^2} = \text{Rp } 45.028/\text{m}^2 \end{aligned}$$

### 7.3.5 Pekerjaan Pengecoran Kolom & Shear Wall Lt 1

Pekerjaan pengecoran kolom & *shear wall* dikerjakan dengan *tower crane* dan *bucket cor* serta dibantu dengan tenaga manusia. **Volume beton = 48,27 m<sup>3</sup>.**

1. Data :

a. Efisiensi kerja (Fa) :

- Faktor kondisi alat = 0,75 (*asumsi kondisi baik*)
- Faktor operator = 0,7 (*asumsi kondisi cukup*)
- Faktor Cuaca = 0,83 (*asumsi kondisi terang, panas, berdebu*)

b. Kapasitas Produksi

- Berdasarkan spesifikasi tower 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) = 3,6 m
- Tinggi penurunan (landing) = 2 m
- Kapasitas Bucket = 0,8 m<sup>3</sup>
- Kebutuhan truck mixer untuk pengecoran kolom & *shear wall* lt dasar :

$$\begin{aligned} &= \frac{\text{Volume beton yang dibutuhkan (m}^3\text{)}}{\text{Kapasitas truck Mixer (m}^3\text{)}} = \frac{48,27 \text{ m}^3}{7 \text{ m}^3} \end{aligned}$$

$$= 6,89 \text{ truck mixer} \approx 7 \text{ truck mixer}$$

2. Kebutuhan Tenaga Kerja Dalam Pelaksanaan

- Jam bekerja 1 hari = 7 jam/hari
- Jumlah pekerja = 1 grup berisi 1 mandor dan 5 pekerja

3. Perhitungan Durasi Pelaksanaan

Perhitungan waktu pelaksanaan pengecoran terdiri dari :

a. Waktu persiapan :

- Pemasangan bucket pada TC = 2 menit
- Waktu muat beton = 5 menit
- Persiapan Truck Mixer = 1 menit
- Total waktu persiapan = 8 menit

b. Waktu Pengangkatan

- Hoisting =  $\frac{\text{tinggi yang ditinjau} + 2 \text{ m}}{\text{kec. hoisting} \times \text{Fa}}$   
 $= \frac{9,2 \text{ m} + 2 \text{ m}}{25 \frac{\text{m}}{\text{menit}} \times 0,75 \times 0,7 \times 0,83} = 0,91 \text{ menit}$
- Slewing =  $\frac{\text{sudut swing}}{\text{kec. slweing} \times \text{Fa}}$   
 $= \frac{110^\circ}{216^\circ / \text{menit} \times 0,75 \times 0,7 \times 0,83} = 1,21 \text{ menit}$
- Trolleying =  $\frac{\text{jarak dari titik yang ditinjau}}{\text{kec. trolleying} \times \text{Fa}}$   
 $= \frac{27,12 \text{ m}}{50 \frac{\text{m}}{\text{menit}} \times 0,75 \times 0,7 \times 0,83} = 1,29 \text{ menit}$
- Landing =  $\frac{2 \text{ m}}{\text{kec. hoisting} \times \text{Fa}}$   
 $= \frac{2 \text{ m}}{25 \frac{\text{m}}{\text{menit}} \times 0,75 \times 0,7 \times 0,83} = 0,19 \text{ menit}$
- Total waktu pengangkatan = 3,59 menit

c. Waktu mengosongkan bucket = 5 menit

d. Waktu Kembali

- Hoisting =  $\frac{2 \text{ m}}{\text{kec. hoisting} \times \text{Fa}}$   
 $= \frac{2 \text{ m}}{25 \frac{\text{m}}{\text{menit}} \times 0,75 \times 0,7 \times 0,83} = 0,19 \text{ menit}$
- Slewing =  $\frac{\text{sudut swing}}{\text{kec. slweing} \times \text{Fa}}$

- $$= \frac{110^0}{216^0 / \text{menit} \times 0,75 \times 0,7 \times 0,83} = 1,21 \text{ menit}$$
- Trolleying =  $\frac{\text{jarak dari titik yang ditinjau}}{\text{kec.trolleying} \times Fa} = \frac{27,12 \text{ m}}{25 \frac{\text{m}}{\text{menit}} \times 0,75 \times 0,7 \times 0,83} = 1,29 \text{ menit}$
- Landing =  $\frac{\text{tinggi yang ditinjau} + 2 \text{ m}}{\text{kec.hoisting} \times Fa} = \frac{3,6 \text{ m} + 2 \text{ m}}{25 \frac{\text{m}}{\text{menit}} \times 0,75 \times 0,7 \times 0,83} = 0,53 \text{ menit}$
- Total waktu kembali = 3,21 menit
- e. Waktu pasca pelaksanaan :
- Pembongkaran = 1 menit
- f. Waktu Siklus (*Cycle Time*)  
 $= a + b + c + d + e$   
 $= 8 \text{ menit} + 3,59 \text{ menit} + 5 \text{ menit} + 3,21 \text{ menit}$   
 $+ 1 \text{ menit}$   
 $= 20,14 \text{ menit}$
- g. Produktivitas  
 $Q = \text{kap.bucket} \times (60/\text{CT}) = 1,1 \text{ m}^3 \times (60/20,14 \text{ menit})$   
 $= 3,28 \text{ m}^3/\text{jam}$
- h. Durasi =  $\frac{\text{Volume}}{\text{Produktivitas}} = \frac{48,27 \text{ m}^3}{3,28 \text{ m}^3/\text{jam}}$   
 $= 14,73 \text{ jam} \approx 15 \text{ jam} / 7 \text{ jam}$   
 $= 2,13 \text{ hari} \approx 3 \text{ hari}$

Maka pengecoran kolom & *shear wall* lantai 1 dengan *Tower Crane* membutuhkan waktu 2 hari.

### Perhitungan Biaya

1. Data :
  - Volume = 48,27 m<sup>3</sup>
  - Durasi untuk pekerjaan kolom & *shear wall* = 3 hari
2. Analisa Harga Satuan
  - a. Tenaga Kerja :  
 Upah Tenaga Kerja (Biaya Upah berdasarkan harga rata-rata HSD Proyek Surabaya) :

- Tenaga Kerja terdiri 1 mandor, 5 tukang dan 5 pekerja.
  - Upah = jml pekerja x upah pekerja x durasi  
Mandor = 1 x Rp120.000,00/hari x 3 hari  
= Rp300.000,00  
Tukang = 5 x Rp105.000,00/hari x 3 hari  
= Rp1.237.500,00  
P.Tukang = 5 x Rp75.000,00/hari x 3 hari  
= Rp975.000,00
  - Total = Rp1.675.000,00
- b. Material
- Berdasarkan Brosur PT. Merak Jaya Beton 1 m<sup>3</sup> K-350 = Rp900.000,00.
  - Beton = 40,55 m<sup>3</sup> x Rp900.000,00  
= Rp36.499.320,00
- c. Alat
- *Tower Crane* = 3 hari x Rp1.932.917,00 / hari  
= Rp5.798.751,00
  - *Bucket* = 3 hari x Rp320.000,00 = Rp960.000,00
  - Total = Rp6.758.751,00
- d. Biaya
- = Upah + Material + Alat  
= Rp1.675.000,00 + Rp36.499.320,00  
+ Rp6.758.751,00  
= Rp39.971.820,00
- e. Harga Satuan = Total biaya / volume  
= Rp39.971.820,00 / 48,27 m<sup>3</sup>  
= Rp828.088,25 / m<sup>3</sup>

### 7.3.6 Pekerjaan Bongkar Bekisting Kolom dan *Shearwall* Lantai 1

#### a. Data

Volume bekisting kolom = 567,2 m<sup>2</sup>

Berdasarkan tabel Soedrajat. Analisa (cara modern)  
Anggaran Biaya Pelaksanaan. Bandung: Nova. Tabel 5.2



Halaman 86 keperluan jam tenaga kerja tiap 10 m<sup>2</sup> untuk pembongkaran bekisting kolom 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 :**

Koefisien Pekerja :

- Mandor = 0,033 OH
- Tukang = 0,3329531 OH
- P. Tukang = 0,6663542 OH

Kapasitas maksimal pekerja dalam 1 grup :

1. Mandor = 0,0332694/0,0332694 = 1 pekerja
2. Tukang = 0,3329531/0,0332694 = 10 pekerja
3. P. Tukang = 0,6663542/0,0332694 = 20 pekerja

Dalam pelaksanaan bekisting kolom, penulis menggunakan 1 grup yang terdiri dari 1 mandor, 10 tukang dan 10 pembantu tukang.

### **Produktifitas kerja dalam 1 grup :**

- Jam bekerja 1 hari = 7 jam kerja.
- Jumlah jam kerja 1 hari dalam 1 grup :

$$\begin{aligned} \text{Mandor} &= 1 \times 7 \text{ Jam} = 7 \text{ Jam} \\ \text{Tukang} &= 10 \times 7 \text{ Jam} = 70 \text{ Jam} \\ \text{P. Tukang} &= 10 \times 7 \text{ Jam} = 70 \text{ Jam} \\ \text{Total} &= 147 \text{ Jam} \end{aligned}$$

Produktifitas :

$$\begin{aligned} - \text{ Membongkar} &= \frac{\text{Jumlah jam kerja 1 grup}}{\text{Jam kerja tiap cetakan 10 m}^2} \times 10 \\ &= \frac{147 \text{ jam/hari}}{3 \text{ jam}/10\text{m}^2} \times 10 \\ &= 490 \text{ m}^2/\text{hari} \end{aligned}$$

### **b. Perhitungan Durasi**

$$\begin{aligned}
 - \text{ Membongkar} &= \frac{\text{Volume Bekisting}}{\text{Produktivitas}} \\
 &= \frac{567,2 \text{ m}^2}{490 \text{ m}^2/\text{hari}} \\
 &= 0,53 \text{ hari} \\
 &\approx 1 \text{ hari}
 \end{aligned}$$

Jadi, pembongkaran bekisting kolom zona 1 membutuhkan waktu pelaksanaan 1 hari.

#### d. Analisa Harga

Biaya upah

- Mandor = Rp 125.000 x 1 OH x 2 hari = Rp 250.000
- Tukang = Rp 120.000 x 10 OH x 2 hari = Rp 2.400.000
- Pekerja = Rp 100.000 x 10 OH x 2 hari = Rp 2.000.000

Total biaya upah sebesar Rp. 4.650.000

Maka harga satuan pekerjaan fabrikasi bekisting kolom lantai dasar adalah =  $\frac{\text{Rp } 4.650.000}{567,2 \text{ m}^2} = \text{Rp } 8.198 / \text{m}^2$

## 7.4 Pekerjaan Struktur Lantai 2

### 7.4.1 Pekerjaan Bekisting Balok Lantai 2

#### a. Data

- Zona = 1
- Volume Bekisting Balok = 609 m<sup>2</sup>

Berdasarkan tabel Soedrajat. Analisa (cara modern) Anggaran Biaya Pelaksanaan. Bandung: Nova. Tabel 5.2 Halaman 86 keperluan jam tenaga kerja tiap 10 m<sup>2</sup> untuk pemasangan bekisting balok adalah :

- Menyetel =  $\frac{6 \text{ jam} + 10 \text{ jam}}{2} / 10 \text{ m}^2$   
= 8 jam / 10 m<sup>2</sup>
- Memasang =  $\frac{3 \text{ jam} + 4 \text{ jam}}{2} / 10 \text{ m}^2$

$$= 3,5 \text{ jam} / 10 \text{ m}^2$$

➤ **Kebutuhan tenaga kerja dalam pelaksanaan :**

Koefisien Pekerja :

- Mandor = 0,033 OH
- Tukang = 0,33 OH
- P. Tukang = 0,66 OH

Kapasitas maksimal pekerja dalam 1 grup :

- Mandor =  $0,033/0,033 = 1$  pekerja
- Tukang =  $0,33/0,033 = 10$  pekerja
- P. Tukang =  $0,66/0,033 = 20$  pekerja

Dalam pelaksanaan bekisting balok digunakan 1 grup yang terdiri dari 1 mandor, 10 tukang dan 10 pembantu tukang.

➤ **Produktifitas kerja dalam 1 grup :**

- Jam bekerja 1 hari = 7 jam kerja.
- Jumlah jam kerja 1 hari dalam 1 grup :
 

Mandor	= 1 x 7 Jam	= 7 Jam
Tukang	= 10 x 7 Jam	= 35 Jam
P. Tukang	= 10 x 7 Jam	= 70 Jam
Total		= 128 Jam

Produktifitas :

- Menyetel =  $\frac{\text{Jumlah jam kerja 1 grup}}{\text{Jam kerja tiap cetakan } 10 \text{ m}^2} \times 10 \text{ m}^2$ 

$$= \frac{128 \text{ jam/hari}}{8 \text{ jam}/10\text{m}^2} \times 10 \text{ m}^2$$

$$= 160 \text{ m}^2/\text{hari}$$
- Memasang =  $\frac{\text{Jumlah jam kerja 1 grup}}{\text{Jam kerja tiap cetakan } 10 \text{ m}^2} \times 10 \text{ m}^2$

$$= \frac{128 \text{ jam/hari}}{3,5 \text{ jam}/10\text{m}^2} \times 10 \text{ m}^2$$

$$= 365,7 \text{ m}^2/\text{hari}$$

➤ **Perhitungan Durasi :**

- Menyetel =  $\frac{\text{Volume Bekisting}}{\text{Produktivitas}}$

$$= \frac{626,85 \text{ m}^2}{160 \text{ m}^2/\text{hari}}$$

$$= 3,91 \text{ hari}$$

$$\approx 4 \text{ hari}$$

- Memasang =  $\frac{\text{Volume Bekisting}}{\text{Produktivitas}}$

$$= \frac{626,85 \text{ m}^2}{365,7 \text{ m}^2/\text{hari}}$$

$$= 1,71 \text{ hari}$$

$$\approx 2 \text{ hari}$$

- Total waktu fabrikasi bekisting  
 = waktu menyetel + waktu memasang  
 = 4 hari + 2 hari  
 = 6 hari

Jadi, fabrikasi dan pemasangan bekisting balok zona 1 membutuhkan waktu 6 hari.

➤ **Perhitungan Biaya**

- **Upah Pekerja**

Perhitungan harga upah berdasarkan harga survey lapangan,

Perhitungan harga upah :

***Jumlah Pekerja x Durasi x Harga Satuan***

- Upah Fabrikasi

Item	Jumlah Pekerja	Satuan	Jumlah Hari	Harga Satuan	Harga Total
Mandor	1	OH	4	Rp120,000	Rp 480.000
Tukang kayu	5	OH	4	Rp100,000	Rp 2.000.000
Pembantu Tukang	10	OH	4	Rp 80,000	Rp 3.200.000
					Rp 5.680.000

- Upah Memasang

Item	Jumlah Item	Satuan	Jumlah Hari	Harga Satuan	Harga Total
Mandor	1	OH	2	Rp120.000	Rp 240.000
Tukang kayu	5	OH	2	Rp100.000	Rp 1.000.000
Pembantu Tukang	10	OH	2	Rp 80.000	Rp 1.600.000
					Rp 2.840.000

Total = Rp 8.520.000

- **Kebutuhan bahan / material :**

- Kayu Meranti (Bekisting)  
=  $0,045 \times 626,85 \text{ m}^2$   
=  $28,2 \text{ m}^3$
- Kayu Meranti (Balok lantai 1 4/6, 5/7)  
=  $0,015 \times 626,85 \text{ m}^2$   
=  $9,40 \text{ m}^3$
- Paku Usuk  
=  $0,3 \times 626,85 \text{ m}^2$   
=  $188,05 \text{ kg}$
- Plywood (Uk .122x 244 x 9 mm)

$$= 0.35 \times 626,85 \text{ m}^2$$

$$= 219,40 \text{ lembar}$$

- Minyak Bekisting

$$= 0,1 \times 626,85 \text{ m}^2$$

$$= 62,69 \text{ liter}$$

- **Harga bahan / material :**

- Kayu Meranti (Bekisting)

$$= 28,2 \text{ m}^3 \times \text{Rp } 225.000$$

$$= \text{Rp } 6.345.000$$

- Kayu Meranti (Balok lantai 1 4/6, 5/7)

$$= 9,4 \text{ m}^3 \times \text{Rp } 145.000$$

$$= \text{Rp } 1.363.000$$

- Paku Usuk

$$= 188,05 \text{ kg} \times \text{Rp } 12.000$$

$$= \text{Rp } 2.256.600$$

- Plywood (Uk .122x 244 x 9 mm)

$$= 219,40 \text{ lembar} \times \text{Rp } 113.000$$

$$= \text{Rp } 24.792.200$$

- Minyak bekisting

$$= 62,69 \text{ liter} \times \text{Rp } 7.500$$

$$= \text{Rp } 470.175$$

$$\text{Total} = \text{Rp } 35.226.375$$

$$\text{Biaya per m}^2 = \text{Rp } 80.256$$

#### 7.4.2 Pekerjaan Pembesian Balok Lantai 2

Pada pekerjaan pembesian dilakukan dengan bantuan tenaga manusia, berikut analisa pekerjaan pembesian :

**a. Data :**

- Volume = 11938,57 kg

- Banyaknya tulangan

$$-D22 = 774 \text{ buah}$$

$$-D16 = 116 \text{ buah}$$

$$-\emptyset 10 = 1736 \text{ buah}$$

- Total Tulangan Utama = 890 buah
- Total Tulangan Beugel = 1736 buah

- Jumlah bengkokan

- D22 = 774 buah x 2 bengkokan = 1548 bengkokan
- D16 = 116 buah x 2 bengkokan = 232 bengkokan
- Ø 10 = 1736 buah x 4 bengkokan = 6944 bengkokan

Total Tulangan Utama = 1780 bengkokan  
Total Tulangan Beugel = 6944 bengkokan

- Jumlah kaitan

- D22 = 774 buah x 2 kaitan = 1548 kaitan
- D16 = 116 buah x 2 kaitan = 232 kaitan
- Ø 10 = 1736 buah x 2 kaitan = 3472 kaitan

Total Tulangan Utama = 1780 bengkokan  
Total Tulangan Beugel = 3472 bengkokan

Berdasarkan tabel 2.4 dan tabel 2.5 didapatkan jam kerja buruh untuk membuat potongan, bengkokan dan kaitan manual serta pemasangan tulangan adalah :

- Jam kerja tiap 100 potongan

- D 22 = 2 jam
- D16 = 2 jam
- Ø 10 = 2 jam

Rata-rata jam kerja tulangan utama = 2 jam  
Jam kerja tulangan beugel = 2 jam

- Jam kerja tiap 100 bengkokan

- D 22 = (2+1)/2 jam = 1,5 jam
- D16 = (2+1)/2 jam = 1,5 jam
- Ø 10 = (0,8+1,5)/2 jam = 1,15 jam

Rata-rata jam kerja tulangan utama	= 1,5 jam
Jam kerja tulangan beugel	= 1,15 jam
• Jam kerja tiap 100 kaitan	
– D 22 = (1,6+3)/2 jam	= 2,3 jam
– D16 = (1,6+3)/2 jam	= 2,3 jam
– Ø 10 = (2,5+1,2)/2 jam	= 1,85 jam
Rata-rata jam kerja tulangan utama	= 2,3 jam
Jam kerja tulangan beugel	= 1,85 jam
• Jam kerja pemasangan tiap 100 batang	
– D 22 = (6+8,5)/2 jam	= 7,25 jam
– D16 = (6+8,5)/2 jam	= 7,25 jam
– Ø 10 = (5+7)/2 jam	= 6 jam
Rata-rata jam kerja tulangan utama	= 7,25 jam
Jam kerja tulangan beugel	= 6 jam

## b. Perhitungan Durasi

Kebutuhan tenaga kerja dalam pelaksanaan :

- Jam bekerja 1 hari = 7 jam/hari
- Jumlah tenaga kerja = 1 grup  
(1 grup = 1 mandor, 10 tukang, 10 pembantu tukang)
- Maka dalam 1 grup

$$\begin{aligned} \text{Total jam kerja} &= 21 \text{ orang} \times 7 \text{ jam/hari} \\ &= 147 \text{ jam/hari} \end{aligned}$$

➤ Produktivitas kerja 1 grup :

Tulangan Utama:

$$\text{Pemotongan} = \frac{147 \frac{\text{jam}}{\text{hari}} \times 100 \text{ buah}}{2 \text{ jam}/100 \text{ buah}} = 7700 \text{ buah/hari}$$

$$\text{Pembengkakan} = \frac{147 \frac{\text{jam}}{\text{hari}} \times 100 \text{ buah}}{1,5 \text{ jam}/100 \text{ buah}} = 10267 \text{ buah/hari}$$



$$\text{Kaitan} = \frac{147 \frac{\text{jam}}{\text{hari}} \times 100 \text{ buah}}{2,3 \text{ jam}/100 \text{ buah}} = 6696 \text{ buah/hari}$$

$$\text{Pemasangan} = \frac{147 \frac{\text{jam}}{\text{hari}} \times 100 \text{ buah}}{7,25 \text{ jam}/100 \text{ buah}} = 2124 \text{ buah/hari}$$

Tulangan Beugel :

$$\text{Pemotongan} = \frac{147 \frac{\text{jam}}{\text{hari}} \times 100 \text{ buah}}{2 \text{ jam}/100 \text{ buah}} = 15400 \text{ buah/hari}$$

$$\text{Pembengkakan} = \frac{147 \frac{\text{jam}}{\text{hari}} \times 100 \text{ buah}}{1,15 \text{ jam}/100 \text{ buah}} = 26783 \text{ buah/hari}$$

$$\text{Kaitan} = \frac{147 \frac{\text{jam}}{\text{hari}} \times 100 \text{ buah}}{2,3 \text{ jam}/100 \text{ buah}} = 16649 \text{ buah/hari}$$

$$\text{Pemasangan} = \frac{147 \frac{\text{jam}}{\text{hari}} \times 100 \text{ buah}}{7,25 \text{ jam}/100 \text{ buah}} = 5133 \text{ buah/hari}$$

- Kebutuhan jam kerja dalam pelaksanaan :
- Berikut ini adalah waktu yang dibutuhkan tenaga kerja untuk pekerjaan pembesian balok zona 1 :

$$\text{Pemotongan} = \frac{2662 \text{ buah}}{15400 \text{ buah/hari}} + \frac{6651 \text{ buah}}{15400 \text{ buah/hari}} = 0,6 \text{ hari}$$

$$\text{Pembengkakan} = \frac{2662 \text{ buah}}{20533 \frac{\text{buah}}{\text{hari}}} + \frac{19953 \text{ buah}}{26783 \frac{\text{buah}}{\text{hari}}} = 0,87 \text{ hari}$$

$$\text{Kaitan} = \frac{13302 \text{ buah}}{16649 \text{ buah/hari}} = 0,8 \text{ hari}$$

$$\text{Pemasangan} = \frac{2662 \text{ buah}}{4248 \text{ buah/hari}} + \frac{6651 \text{ buah}}{5133 \text{ buah/hari}} = 1,92 \text{ hari}$$

$$\text{Total durasi pembesian} = 5 \text{ hari}$$

### c. Analisa Harga

Analisa harga fabrikasi besi

- Harga Bahan

$$\text{Besi Beton} = 43865,27 \text{ kg} \times \text{Rp } 9.000 = \text{Rp } 394.787.400$$

$$\text{Kawat Bendrat (8\%)} = 3509,22 \text{ kg} \times \text{Rp } 17.500$$

$$= \text{Rp } 61.411.373$$

$$\text{Total Biaya Bahan} = \text{Rp } 456.198.773$$

- Upah Pekerja

Mandor = 1 OH x 3 Hari x Rp 125.000 = Rp 125.000  
 Tukang = 10 OH x 3 Hari x Rp 120.000 = Rp 3.600.000  
 P. Tukang = 10 OH x 3 Hari x Rp 100.000 = Rp 3.000.000  
 Total Biaya Pekerja = Rp 6.975.000

➤ Biaya Alat

Bar bender = Rp 250.000 x 3 hari = Rp 750.000  
 Bar cutter = Rp 250.000 x 3 hari = Rp 750.000

Maka harga satuan pembesian balok zona 1  
 = Rp 464.673.773 : 43865,27 kg  
 = Rp 10.593

Analisa harga pemasangan besi

➤ Upah Pekerja

Mandor = 1 OH x 2 Hari x Rp 125.000 = Rp 250.000  
 Tukang = 10 OH x 2 Hari x Rp 120.000 = Rp 2.400.000  
 P. Tukang = 10 OH x 2 Hari x Rp 100.000 = Rp 2.000.000  
 Total Biaya Pekerja = Rp 4.650.000

➤ Biaya Alat

Tower Crane = Rp 2.850.000 x 2 hari  
 = Rp 5.700.000  
 Total Biaya Alat = Rp 5.700.000

Total Harga = Rp 10.350.000

Maka harga satuan pemasangan besi balok zona 1  
 = Rp 10.350.000 : 43865,27 kg  
 = Rp 236

### 7.4.3 Pekerjaan Pemasangan Halfslab Precast

1. Pengadaan

Pengadaan plat *precast half slab* yaitu dengan memesan plat dari supplier yang membutuhkan proses pembuatan 7 hari

setelah pemesanan dan waktu pengiriman 1 hari dari *batching plan* ke lokasi proyek.

## 2. Pemasangan

Pekerjaan pemasangan plat *precast half slab* menggunakan tenaga manusia dibantu dengan Tower Crane. **Berat plat *precast* = 993,6 kg/panel jumlah panel 180 buah.**

### a. Data :

#### a1. Efisiensi kerja (Fa) :

- Faktor kondisi alat = 0,75 (*asumsi kondisi baik*)
- Faktor operator = 0,7 (*asumsi kondisi cukup*)
- Faktor Cuaca = 0,83 (*asumsi kondisi terang, panas, berdebu*)

#### a2. Kapasitas Produksi

- Berdasarkan spesifikasi tower crane seri DAHAN DH6018 dengan spesifikasi data 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 = 100 siklus

### b. Kebutuhan Tenaga Kerja Dalam Pelaksanaan

- Jam bekerja 1 hari = 7 jam/hari.
- Jumlah pekerja = 1 grup berisi 1 mandor dan 5 pekerja

### c. Perhitungan Durasi Pelaksanaan

Perhitungan waktu pelaksanaan pengecoran terdiri dari :

#### c.1 Waktu persiapan :

- Pemasangan sling pada TC = 2 menit
- Total waktu persiapan = 2 menit

## c.2 Waktu Pengangkatan

- Hoisting =  $\frac{\text{tinggi yang ditinjau} + 2 \text{ m}}{\text{kec. hoisting} \times Fa}$   
 $= \frac{3,6 \text{ m} + 2 \text{ m}}{25 \frac{\text{m}}{\text{menit}} \times 0,75 \times 0,7 \times 0,83} = 0,53 \text{ menit}$
- Slewing =  $\frac{\text{sudut swing}}{\text{kec. slweing} \times Fa}$   
 $= \frac{52^\circ}{216^\circ / \text{menit} \times 0,75 \times 0,7 \times 0,83} = 0,57 \text{ menit}$
- Trolleying =  $\frac{\text{jarak dari titik yang ditinjau}}{\text{kec. trolleying} \times Fa}$   
 $= \frac{23,05 \text{ m}}{50 \frac{\text{m}}{\text{menit}} \times 0,75 \times 0,7 \times 0,83} = 1,09 \text{ menit}$
- Landing =  $\frac{2 \text{ m}}{\text{kec. hoisting} \times Fa}$   
 $= \frac{2 \text{ m}}{25 \frac{\text{m}}{\text{menit}} \times 0,75 \times 0,7 \times 0,83} = 0,19 \text{ menit}$
- Total waktu pengangkatan = 2,38 menit

## c3. Waktu Kembali

- Hoisting =  $\frac{2 \text{ m}}{\text{kec. hoisting} \times Fa}$   
 $= \frac{2 \text{ m}}{25 \frac{\text{m}}{\text{menit}} \times 0,75 \times 0,7 \times 0,83} = 0,19 \text{ menit}$
- Slewing =  $\frac{\text{sudut swing}}{\text{kec. slweing} \times Fa}$   
 $= \frac{52^\circ}{216^\circ / \text{menit} \times 0,75 \times 0,7 \times 0,83} = 0,57 \text{ menit}$
- Trolleying =  $\frac{\text{jarak dari titik yang ditinjau}}{\text{kec. trolleying} \times Fa}$   
 $= \frac{23,05 \text{ m}}{50 \frac{\text{m}}{\text{menit}} \times 0,75 \times 0,7 \times 0,83} = 1,09 \text{ menit}$
- Landing =  $\frac{\text{tinggi yang ditinjau} + 2 \text{ m}}{\text{kec. hoisting} \times Fa}$   
 $= \frac{3,6 \text{ m} + 2 \text{ m}}{25 \frac{\text{m}}{\text{menit}} \times 0,75 \times 0,7 \times 0,83} = 0,53 \text{ menit}$
- Total waktu kembali = 2,38 menit

## c4. Waktu pasca pelaksanaan :

- Pembongkaran = 2 menit

c5. Waktu Siklus (*Cycle Time*)

$$= a + b + c + d$$

$$= 2 \text{ menit} + 2,38 \text{ menit} + 2,38 \text{ menit} + 2 \text{ menit}$$

$$= 8,77 \text{ menit}$$

c7. Durasi = CT x jml siklus

$$= 8,77 \text{ menit} \times 100 \text{ siklus}$$

$$= 876,8 \text{ menit} / 60 \text{ menit} = 14,61 \text{ jam}$$

$$= 14,61 \text{ jam} / 7 \text{ jam/hari} = 2,09 \text{ hari} \approx 2 \text{ hari}$$

Maka pemasangan plat *precast half slab* dengan *Tower Crane* membutuhkan waktu 2 hari.

#### 7.4.3.1 Perhitungan Biaya Pengadaan

Pada tugas akhir ini plat *precast half slab* menggunakan cara pemesanan ke supplier dengan spesifikasi seperti berikut :

- Supplier = PT.Adhi Mix Precast Indonesia
- Mutu Beton = K300
- Tulangan = Ø12-100
- Ukuran panel :
 

Type 1 (4 x 1,5 m)	= Rp 1.620.000,00 / panel
Type 2 (4 x 1,3 m)	= Rp 1.001.000,00 / panel
Type 3 (2,5 x 1 m)	= Rp 780.000,00 / panel
Type 4 (4 x 1,7 m)	= Rp 2.200.000,00 / panel
Type 5 (3 x 1 m)	= Rp 920.000,00 / panel

#### 1. Kebutuhan Material

- Plat Tipe 1 = 85 panel
- Plat Tipe 2 = 48 panel
- Plat Tipe 3 = 6 panel
- Plat Tipe 4 = 3 panel
- Plat Tipe 5 = 38 panel

#### 2. Biaya

- Plat Tipe 1
  - = 85 panel x Rp 1.830.000,00 / panel

- = Rp.155.550.000
- Plat Tipe 2
  - = 48 panel x Rp 1.470.000,00 / panel
  - = Rp 70.560.000
- Plat Tipe 3
  - = 6 panel x Rp 980.000,00 / panel
  - = Rp 5.880.000,00
- Plat Tipe 4
  - = 3 panel x Rp 2.700.000 / panel
  - = Rp 8.100.000,00
- Plat Tipe 5
  - = 38 panel x Rp 1.150.000,00 / panel
  - = Rp 43.700.000,00
  
- Total = Rp 283.790.000,00

#### 7.4.3.2 Perhitungan Biaya Pemasangan

##### 1. Data :

- Volume = 180 panel
- Durasi untuk pekerjaan pemasangan plat *precast* = 4 hari

##### 2. Analisa Harga Satuan

##### a. Tenaga Kerja :

Upah Tenaga Kerja (Biaya Upah berdasarkan harga rata-rata HSD Proyek) :

- Tenaga Kerja terdiri 1 mandor, 4 kepala tukang, 1 tukang dan 4 pekerja.
- Upah = jml pekerja x upah pekerja x durasi
- Mandor = 1 x Rp125.000,00/hari x 4 hari  
= Rp 500.000,00
- K.Tukang = 4 x Rp120.000,00/hari x 4 hari  
= Rp 1.920.000,00
- Tukang = 1 x Rp120.000,00/hari x 4 hari  
= Rp 480.000,00

- Pekerja = 4 x Rp 100.000,00/hari x 4 hari  
= Rp 1.600.000,00
- Total = Rp 4,500,000.00
- b. Alat
- Tower Crane = 4 hari x Rp 2.850.000,00 / hari  
= Rp 11.400.000,00
- c. Biaya
- = Upah + Alat + Bahan  
= Rp 4.500.000+Rp 11.400.000+ Rp 283.790.000  
= Rp 299.690.000
- d. Harga Satuan = Total biaya / volume  
= Rp 299.690.000 / 180 buah  
= Rp 1.664.944,44 / buah

## 7.4.4 Pekerjaan Tulangan Wiremesh *Overtopping* Plat

### 7.4.4.1 Perhitungan Durasi

Pekerjaan pembesian plat lt 1 menggunakan besi *wiremesh* terdiri dari fabrikasi di lokasi *stock yard* dan pemasangan dilakukan di titik plat. Pada pekerjaan pembesian dilakukan dengan tenaga mesin manusia. **Volume pembesian plat = 1856 m<sup>2</sup>** dengan data sebagai berikut :

1. Kapasitas produksi pemasangan wiremesh berdasarkan jurnal “Analisis Perbandingan RAB Struktur Plat Lantai Konvensional Dan Sistem Floor Deck Karya Muh. Nur Sahid, Budi Priyanto Dan Winardi” adalah sebesar 164,5 m<sup>2</sup>/hari. [12]
2. Kebutuhan Tenaga Kerja
  - Jam kerja 1 hari = 7 jam/hari
  - Menurut HSPK kota Surabaya 2019 untuk pekerjaan pembesian dengan *wiremesh* dalam 1 grup terdiri dari 1 mandor, 1 tukang dan 1 pembantu tukang.

- Jam kerja yang dihasilkan 1 grup :  
 Tukang = 1 x 7 jam/hari = 7 jam/hari  
 P.Tukang = 1 x 7 jam/hari = 7 jam/hari  
 Total jam kerja 1 grup = 14 jam/hari
- Dalam tugas ini digunakan = 3 grup (3 mandor, 3 tukang, 3 pembantu) total jam kerja = 14 jam/hari.

### 3. Perhitungan Durasi

$$\begin{aligned} \text{Pemasangan} &= \frac{\text{luas plat}}{\text{kap.prod} \times \text{jml grup}} \\ &= \frac{1856 \text{ m}^2}{164,5 \text{ m}^2/\text{hari} \times 3 \text{ grup}} = 0,92 \text{ hari} \\ &\approx 1 \text{ hari} \end{aligned}$$

Maka waktu yang dibutuhkan untuk pekerjaan pemasangan pembesian *overtopping* plat adalah 1 hari dengan 3 grup.

#### 7.4.4.2 Perhitungan Biaya Pasang

##### 1. Data :

- Volume = 1856 m<sup>2</sup>
- Durasi untuk pekerjaan pasang besi *overtopping* = 1 hari

##### 2. Analisa Harga Satuan

###### a. Tenaga Kerja :

Upah Tenaga Kerja (Biaya Upah berdasarkan harga rata-rata HSD Proyek) :

- Tenaga Kerja terdiri 3 mandor, 3 tukang, 3 pembantu tukang.
- Upah = jml pekerja x upah pekerja x durasi  
 Mandor = 3 x Rp125.000,00/hari x 1 hari  
 = Rp 375.000,00  
 Tukang = 3 x Rp120.000,00/hari x 1 hari  
 = Rp 360.000,00  
 P.Tukang = 3 x Rp 100.000,00/hari x 1 hari  
 = Rp 300.000,00
- Total = Rp 1.035.000,00



## b. Material

- Digunakan wiremesh M9 dengan ukuran 2,1 x 5,4 m.  
Kebutuhan =  $1856 \text{ m}^2 / (2,1 \times 5,4) \text{ m}^2 = 164 \text{ lbr}$   
Biaya =  $164 \text{ lbr} \times \text{Rp } 78.115,20 = \text{Rp } 12.810.892$
- Total = Rp 12.810.892

## c. Alat

- Tower Crane = 1 hari x Rp 2.850.000,00 / hari  
= Rp 2.850.000,00
- Total = Rp 2.850.000,00

## d. Biaya

$$\begin{aligned}
 &= \text{Upah} + \text{Material} + \text{Alat} \\
 &= \text{Rp } 1.035.000 + \text{Rp } 12.810.892 + \text{Rp } 2.850.000 \\
 &= \text{Rp } 16.695.892,00
 \end{aligned}$$

## e. Harga Satuan = Total biaya / volume

$$\begin{aligned}
 &= \text{Rp } 16.695.892 / 1856 \text{ m}^2 \\
 &= \text{Rp } 8.996 / \text{m}^2
 \end{aligned}$$

#### 7.4.5 Pekerjaan Pengecoran Balok, *Overtopping* Plat, dan Tangga Lt.Dasar

## a. Data

- Zona = 1
- Volume =  $227,25 \text{ m}^3$
- *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

$$- \text{Delivery Capacity} = 67 \text{ m}^3/\text{jam}$$

### b. Perhitungan Durasi

Efisiensi Kerja (EK) :

$$\begin{aligned} \text{Kapasitas produksi concrete pump} &= \text{Delivery capacity} \times \text{Efisiensi kerja} \\ &= 67 \text{ m}^3/\text{jam} \times 0,51 \\ &= 34,1 \text{ m}^3/\text{jam} \end{aligned}$$

Kebutuhan truk mixer untuk melakukan pengecoran adalah:

$$= \frac{\text{Volume beton}}{\text{Kapasitas truk mixer}} = \frac{227,25 \text{ m}^3}{7 \text{ m}^3} = 33 \text{ truk mixer}$$

### Kebutuhan tenaga kerja dalam pelaksanaan

Dalam pekerjaan pengecoran balok dan pelat *overtopping* lt.2 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 balok dan pelat 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  
= 33 TM x 5 menit/TM  
= 165 menit
- Waktu uji slump  
= 33 TM x 5 menit/TM  
= 165 menit

3. Waktu operasional pengecoran

$$= \frac{\text{Volume beton}}{\text{Kapasitas produksi}}$$

$$= \frac{227,25 \text{ m}^3}{34,1 \text{ m}^3/\text{jam}} = 6,65 \text{ jam} = 339 \text{ menit}$$

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 menit + 330 menit + 339 menit + 30 menit  
 = 794 menit  
 = 13,2 jam

Jadi, durasi pengecoran balok, *overtopping* lt.2 zona 1 , dan tangga adalah 13,2 jam = 2 hari

**a. Perhitungan Biaya**

**Analisa harga :**

- Biaya upah pekerja dalam satu hari
    - Mandor @ Rp125.000 x 2 orang = Rp 250.000
    - Pekerja @ Rp 100.000 x 7 orang = Rp 700.000
- Maka total biaya tenaga sebesar Rp 950.000 per hari.

- Biaya pekerja selama pelaksanaan  
 Pengecoran dilakukan selama 2 hari  
 Biaya pekerja selama pelaksanaan = Rp 1.900.000
- Biaya bahan
  - Beton K-300 =  $227,25 \text{ m}^3 \times \text{Rp } 830.000$   
 = Rp. 188.617.500
  - Biaya bahan = Rp. 188.617.500
- Biaya alat
  - Concrete pump =  $\text{Rp } 4.500.000 \times 2 \text{ hari}$   
 = Rp .9.000.000
  - Vibrator =  $\text{Rp } 295.000 \times 2 \text{ hari} \times 1 \text{ buah}$   
 = Rp 590.000
  - Biaya peralatan = Rp 9.590.000

$$\begin{aligned}
 \text{Biaya Total} &= \text{Biaya upah} + \text{biaya bahan} + \text{biaya alat} \\
 &= \text{Rp } 1.900.000 + \text{Rp } 188.617.500 \\
 &\quad + \text{Rp } 9.590.000 \\
 &= \text{Rp. } 200.107.500
 \end{aligned}$$

Harga satuan pekerjaan pengecoran balok dan pelat lt.2 adalah

$$= \frac{\text{Biaya total}}{\text{Volume}} = \frac{\text{Rp } 200.107.500}{227,25 \text{ m}^3} = \text{Rp } 880.561$$

#### 7.4.6 Pekerjaan Bongkar Bekisting Balok Lantai 2

##### a. Data

Zona = 1

Luas bekisting balok =  $911 \text{ m}^2$

##### b. Perhitungan durasi

lama jam kerja pekerjaan membongkar dan membersihkan bekisting balok setiap  $10 \text{ m}^2$  sebagai berikut :

$$\text{- Membongkar} = \frac{2 \text{ jam} + 5 \text{ jam}}{2} = 3,5 \text{ jam/ } 10\text{m}^2$$

**Kebutuhan tenaga kerja dalam pelaksanaan :**

Dalam pekerjaan bongkar bekisting balok lantai 2 dipakai 1 grup dengan 1 mandor, 10 tukang kayu, 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 kayu = 10 orang x 7 jam = 70 jam
 Total jam kerja dalam seluruh tenaga kerja dalam satu hari adalah 140 jam/hari

- Produktifitas tiap pekerjaan dalam satu hari :

$$\begin{aligned} \text{- Membongkar} &= \frac{\text{jumlah jam kerja pekerja}}{\text{jam kerja tiap } 10\text{m}^2} \times 10\text{m}^2 \\ &= \frac{140 \text{ jam}}{3,5 \text{ jam}} \times 10\text{m}^2 = 400 \text{ m}^2/\text{hari} \end{aligned}$$

- Durasi tiap pekerjaan :

$$\begin{aligned} \text{- Membongkar} &= \frac{\text{Volume}}{\text{Produktifitas}} = \frac{911 \text{ m}^2}{400 \text{ m}^2} = 2,27 \text{ hari} \\ &= 3 \text{ hari} \end{aligned}$$

Jadi, waktu yang dibutuhkan untuk bongkar bekisting balok lantai 2 adalah 3 hari.

**Analisa harga :**

- Biaya upah pekerja dalam satu hari
  - Mandor @ Rp 125.000 x 1 orang = Rp 125.000
  - Tukang kayu @ Rp 120.000 x 10 orang = Rp 1.200.000
  - Pekerja @ Rp 100.000 x 10 orang = Rp 1.000.000
 Maka total biaya tenaga sebesar Rp 2.235.000 per hari.
- Biaya pekerja selama pelaksanaan
  - Membongkar = Rp 2.235.000 x 3 hari

$$= \text{Rp } 6.975.000$$

$$\begin{aligned} \text{Biaya Total} &= \text{Biaya upah} \\ &= \text{Rp } 6.975.000 \end{aligned}$$

Harga satuan pekerjaan bongkar bekisting balok lantai 2 adalah

$$= \frac{\text{Biaya total}}{\text{Volume}} = \frac{\text{Rp } 6.975.000}{911 \text{ m}^2} = \text{Rp } 765.642$$

#### 7.4.7 Pekerjaan Bekisting Tangga Lantai 1

##### a. Data

- Zona = 1
- Volume Bekisting Tangga = 48,15 m<sup>2</sup>

Berdasarkan tabel Soedrajat. Analisa (cara modern) Anggaran Biaya Pelaksanaan. Bandung: Nova. Tabel 5.2 Halaman 86 keperluan jam tenaga kerja tiap 10 m<sup>2</sup> untuk pemasangan bekisting balok adalah :

$$\begin{aligned} \text{- Menyetel} &= \frac{6 \text{ jam} + 12 \text{ jam}}{2} / 10 \text{ m}^2 \\ &= 9 \text{ jam} / 10 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{- Memasang} &= \frac{4 \text{ jam} + 8 \text{ jam}}{2} / 10 \text{ m}^2 \\ &= 6 \text{ jam} / 10 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

##### ➤ Kebutuhan tenaga kerja dalam pelaksanaan :

Koefisien Pekerja :

- Mandor = 0,033 OH
- Tukang = 0,33 OH
- P. Tukang = 0,66 OH

Kapasitas maksimal pekerja dalam 1 grup :

- Mandor = 0,033/0,033 = 1 pekerja
- Tukang = 0,33/0,033 = 10 pekerja

$$- \text{ P. Tukang} = 0,66/0,033 = 20 \text{ pekerja}$$

Dalam pelaksanaan bekisting balok digunakan 1 grup yang terdiri dari 1 mandor, 5 tukang dan 5 pembantu tukang.

➤ **Produktifitas kerja dalam 1 grup :**

- Jam bekerja 1 hari = 7 jam kerja.
- Jumlah jam kerja 1 hari dalam 1 grup :
 

Mandor	= 1 x 7 Jam = 7 Jam
Tukang	= 5 x 7 Jam = 35 Jam
P. Tukang	= 5 x 7 Jam = 35 Jam
Total	= 77 Jam

Produktifitas :

$$\begin{aligned}
 - \text{ Menyetel} &= \frac{\text{Jumlah jam kerja 1 grup}}{\text{Jam kerja tiap cetakan } 10 \text{ m}^2} \times 10 \text{ m}^2 \\
 &= \frac{77 \text{ jam/hari}}{9 \text{ jam}/10\text{m}^2} \times 10 \text{ m}^2 \\
 &= 85,56 \text{ m}^2/\text{hari}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 - \text{ Memasang} &= \frac{\text{Jumlah jam kerja 1 grup}}{\text{Jam kerja tiap cetakan } 10 \text{ m}^2} \times 10 \text{ m}^2 \\
 &= \frac{77 \text{ jam/hari}}{6 \text{ jam}/10\text{m}^2} \times 10 \text{ m}^2 \\
 &= 128,33 \text{ m}^2/\text{hari}
 \end{aligned}$$

**b. Perhitungan Durasi :**

$$\begin{aligned}
 - \text{ Menyetel} &= \frac{\text{Volume Bekisting}}{\text{Produktivitas}} \\
 &= \frac{48,15 \text{ m}^2}{85,56 \text{ m}^2/\text{hari}} \\
 &= 0,56 \text{ hari} \\
 &\approx 1 \text{ hari}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 - \text{ Memasang} &= \frac{\text{Volume Bekisting}}{\text{Produktivitas}} \\
 &= \frac{48,15 \text{ m}^2}{128,33 \text{ m}^2/\text{hari}} \\
 &= 0,38 \text{ hari} \\
 &\approx 1 \text{ hari}
 \end{aligned}$$

- Total waktu fabrikasi bekisting  
= waktu menyetel + waktu memasang  
= 1 hari + 1 hari  
= 2 hari

Jadi, fabrikasi dan pemasangan bekisting balok zona 1 membutuhkan waktu 2 hari.

### c. Analisa harga

Analisa harga fabrikasi bekisting kolom :

Biaya upah

- Mandor = Rp 125.000 x 1 OH x 1 hari = Rp 125.000
  - Tukang = Rp 120.000 x 5 OH x 1 hari = Rp 600.000
  - Pekerja = Rp 100.000 x 5 OH x 1 hari = Rp 500.000
- Total biaya upah sebesar Rp. 1.225.000

Biaya bahan

- Kayu bekisting (5/7) =  $5,34 \text{ m}^3 \times \text{Rp } 3.200.000$   
= Rp 17.086.400
  - Paku usuk =  $34,98 \text{ kg} \times \text{Rp } 14.000$  = Rp 489.696
  - Minyak bekisting =  $25 \text{ liter} \times \text{Rp } 6.500$  = Rp 163.828
  - Plywood =  $30 \text{ lembar} \times \text{Rp } 160.000$  = Rp 4.864.284
- Total Biaya bahan = Rp. 22.604.207

$$\begin{aligned}
 \text{Biaya Total} &= \text{Biaya upah} + \text{biaya bahan} \\
 &= \text{Rp. } 1.225.000 + \text{Rp } 22.604.207 \\
 &= \text{Rp } 23.829.207
 \end{aligned}$$



Maka harga satuan pekerjaan fabrikasi bekisting kolom lantai dasar adalah =  $\frac{\text{Rp } 23.829.207}{48,15 \text{ m}^2} = \text{Rp } 494.895$

Analisa harga pemasangan bekisting kolom

Biaya upah

- Mandor = Rp 125.000 x 1 OH x 1 hari = Rp 125.000
  - Tukang = Rp 120.000 x 5 OH x 1 hari = Rp 600.000
  - Pekerja = Rp 100.000 x 5 OH x 1 hari = Rp 500.000
- Total biaya upah sebesar Rp. 1.225.000

Biaya alat

- Tower Crane = 1 buah x Rp 2.850.000 x 1 hari  
= Rp 2.850.000

Biaya Total = Biaya upah + biaya sewa alat  
= Rp. 1.225.000 + Rp 2.850.000  
= Rp 4.075.000

Maka harga satuan pekerjaan fabrikasi bekisting kolom lantai dasar adalah =  $\frac{\text{Rp } 4.075.000}{48,15 \text{ m}^2} = \text{Rp } 84.631/\text{m}^2$

#### 7.4.8 Pekerjaan Pembesian Tangga Lantai 1

Pada pekerjaan pembesian dilakukan dengan bantuan tenaga manusia, berikut analisa pekerjaan pembesian :

a. **Data :**

- Volume = 1076,51 kg
- Banyaknya tulangan
  - Ø8 = 776 buah
  - D10 = 522 buah
- Jumlah bengkokan
  - Ø8 = 776 bengkokan
  - D10 = 522 bengkokan

- Jumlah kaitan
  - Ø8 = 1552 bengkokan
  - D10 = 1044 bengkokan
  
- Jam kerja tiap 100 potongan
  - D 10 = 2 jam
  - Ø 8 = 2 jam
  - Rata-rata jam kerja tulangan utama = 2 jam
  - Jam kerja tulangan beugel = 2 jam
  
- Jam kerja tiap 100 bengkokan
  - D 10 =  $(0,8+1,5)/2$  jam = 1,15 jam
  - Ø 8 =  $(0,8+1,5)/2$  jam = 1,15 jam
  - Rata-rata jam kerja tulangan utama = 1,15 jam
  - Jam kerja tulangan beugel = 1,15 jam
  
- Jam kerja tiap 100 kaitan
  - D 10 =  $(0,8+1,5)/2$  jam = 1,85 jam
  - Ø 8 =  $(0,8+1,5)/2$  jam = 1,85 jam
  - Rata-rata jam kerja tulangan utama = 1,85 jam
  - Jam kerja tulangan beugel = 1,85 jam
  
- Jam kerja pemasangan tiap 100 batang
  - D 10 =  $(3,5+6)/2$  jam = 4,75 jam
  - Ø 8 =  $(3,5+6)/2$  jam = 4,75 jam
  - Rata-rata jam kerja tulangan utama = 4,75 jam
  - Jam kerja tulangan beugel = 4,75 jam

#### b. Perhitungan Durasi

- Kebutuhan tenaga kerja dalam pelaksanaan :
  - Jam bekerja 1 hari = 7 jam/hari
  - Jumlah tenaga kerja = 1 grup
  - (1 grup = 1 mandor, 10 tukang, 10 pembantu tukang)
  - Maka dalam 1 grup

$$\begin{aligned}\text{Total jam kerja} &= 21 \text{ orang} \times 7 \text{ jam/hari} \\ &= 147 \text{ jam/hari}\end{aligned}$$

• Produktivitas kerja 1 grup :

Tulangan Utama:

$$\begin{aligned}\text{Pemotongan} &= \frac{147 \frac{\text{jam}}{\text{hari}} \times 100 \text{ buah}}{2 \text{ jam}/100 \text{ buah}} = 7350 \text{ buah/hari} \\ \text{Pembengkakan} &= \frac{147 \frac{\text{jam}}{\text{hari}} \times 100 \text{ buah}}{1,15 \text{ jam}/100 \text{ buah}} = 12783 \text{ buah/hari} \\ \text{Kaitan} &= \frac{147 \frac{\text{jam}}{\text{hari}} \times 100 \text{ buah}}{1,15 \text{ jam}/100 \text{ buah}} = 7946 \text{ buah/hari} \\ \text{Pemasangan} &= \frac{147 \frac{\text{jam}}{\text{hari}} \times 100 \text{ buah}}{4,75 \text{ jam}/100 \text{ buah}} = 3095 \text{ buah/hari}\end{aligned}$$

Tulangan Beugel :

$$\begin{aligned}\text{Pemotongan} &= \frac{147 \frac{\text{jam}}{\text{hari}} \times 100 \text{ buah}}{2 \text{ jam}/100 \text{ buah}} = 7850 \text{ buah/hari} \\ \text{Pembengkakan} &= \frac{147 \frac{\text{jam}}{\text{hari}} \times 100 \text{ buah}}{1,15 \text{ jam}/100 \text{ buah}} = 12783 \text{ buah/hari} \\ \text{Kaitan} &= \frac{147 \frac{\text{jam}}{\text{hari}} \times 100 \text{ buah}}{2,3 \text{ jam}/100 \text{ buah}} = 7946 \text{ buah/hari} \\ \text{Pemasangan} &= \frac{147 \frac{\text{jam}}{\text{hari}} \times 100 \text{ buah}}{4,75 \text{ jam}/100 \text{ buah}} = 2450 \text{ buah/hari}\end{aligned}$$

• Kebutuhan jam kerja dalam pelaksanaan :

Berikut ini adalah waktu yang dibutuhkan tenaga kerja untuk pekerjaan pembesian tangga zona 1 :

$$\begin{aligned}\text{Pemotongan} &= \frac{1298 \text{ buah}}{7350 \text{ buah/hari}} = 0,18 \text{ hari} \\ \text{Pembengkakan} &= \frac{1298 \text{ buah}}{12783 \frac{\text{buah}}{\text{hari}}} = 0,10 \text{ hari} \\ \text{Kaitan} &= \frac{2596 \text{ buah}}{7946 \text{ buah/hari}} = 0,33 \text{ hari} \\ \text{Pemasangan} &= \frac{1298 \text{ buah}}{3095 \text{ buah/hari}} = 0,42 \text{ hari} \\ \text{Total durasi pembesian} &= 0,6 = 1 \text{ hari}\end{aligned}$$

**c. Analisa Harga**

## Analisa harga fabrikasi besi

## • Harga Bahan

Besi Beton =  $1076,51 \text{ kg} \times \text{Rp } 9.000 = \text{Rp } 9.688.562$

Kawat Bendrat (8%) =  $86,1 \text{ kg} \times \text{Rp } 17.500$   
 $= \text{Rp } 1.507.110$

Total Biaya Bahan =  $\text{Rp } 11.195.672$

## • Upah Pekerja

Mandor =  $1 \text{ OH} \times 1 \text{ Hari} \times \text{Rp } 125.000$   
 $= \text{Rp } 125.000$

Tukang =  $10 \text{ OH} \times 1 \text{ Hari} \times \text{Rp } 120.000$   
 $= \text{Rp } 1.200.000$

P. Tukang =  $10 \text{ OH} \times 1 \text{ Hari} \times \text{Rp } 100.000$   
 $= \text{Rp } 1.000.000$

Total Biaya Pekerja =  $\text{Rp } 2.325.000$

## • Biaya Alat

Bar bender =  $\text{Rp } 250.000 \times 1 \text{ hari} = \text{Rp } 500.000$

Bar cutter =  $\text{Rp } 250.000 \times 1 \text{ hari} = \text{Rp } 500.000$

## Analisa harga pemasangan besi

## • Upah Pekerja

Mandor =  $1 \text{ OH} \times 1 \text{ Hari} \times \text{Rp } 125.000$   
 $= \text{Rp } 125.000$

Tukang =  $10 \text{ OH} \times 1 \text{ Hari} \times \text{Rp } 120.000$   
 $= \text{Rp } 1.200.000$

P. Tukang =  $10 \text{ OH} \times 1 \text{ Hari} \times \text{Rp } 100.000$   
 $= \text{Rp } 1.000.000$

Total Biaya Pekerja =  $\text{Rp } 2.325.000$

## • Biaya Alat

Tower Crane =  $\text{Rp } 2.850.000 \times 1 \text{ hari}$   
 $= \text{Rp } 2.850.000$

Total Biaya Alat =  $\text{Rp } 2.850.000$

Total Harga =  $\text{Rp } 5.175.000$

$$\begin{aligned}
 &\text{Maka harga satuan pembesian tangga zona 1} \\
 &= \text{Rp } 5.175.000 : 1076,51 \text{ kg} \\
 &= \text{Rp } 4.807/\text{m}^2
 \end{aligned}$$

#### 7.4.9 Pekerjaan Bongkar Bekisting Tangga Lantai 1

##### a. Data

Zona 1

Luas bekisting balok = 48,15 m<sup>2</sup>

##### c. Perhitungan durasi

lama jam kerja pekerjaan membongkar dan membersihkan bekisting balok setiap 10 m<sup>2</sup> sebagai berikut :

$$- \text{Membongkar} = \frac{2 \text{ jam} + 5 \text{ jam}}{2} = 3,5 \text{ jam} / 10\text{m}^2$$

##### **Kebutuhan tenaga kerja dalam pelaksanaan :**

Dalam pekerjaan bongkar bekisting balok lantai 2 dipakai 1 grup dengan 1 mandor, 10 tukang kayu, dan 10 pekerja. Dimana dalam sehari bekerja selama 7 jam.

##### **Kebutuhan jam kerja dalam pelaksanaan :**

##### • Jam kerja tenaga kerja dalam satu hari :

$$- \text{Pekerja} = 10 \text{ orang} \times 7 \text{ jam} = 70 \text{ jam}$$

$$- \text{Tukang kayu} = 10 \text{ orang} \times 7 \text{ jam} = 70 \text{ jam}$$

Total jam kerja dalam seluruh tenaga kerja dalam satu hari adalah 140 jam/hari

##### • Produktifitas tiap pekerjaan dalam satu hari :

$$\begin{aligned}
 - \text{Membongkar} &= \frac{\text{jumlah jam kerja pekerja}}{\text{jam kerja tiap } 10\text{m}^2} \times 10\text{m}^2 \\
 &= \frac{140 \text{ jam}}{3,5 \text{ jam}} \times 10\text{m}^2 = 400 \text{ m}^2/\text{hari}
 \end{aligned}$$

##### • Durasi tiap pekerjaan :

$$\begin{aligned}
 - \text{Membongkar} &= \frac{\text{Volume}}{\text{Produktifitas}} = \frac{48,15 \text{ m}^2}{400 \text{ m}^2} = 0,12 \text{ hari} \\
 &= 1 \text{ hari}
 \end{aligned}$$

Jadi, waktu yang dibutuhkan untuk bongkar bekisting tangga lantai 2 adalah 1 hari.

**Analisa harga :**

- Biaya upah pekerja dalam satu hari
  - Mandor @ Rp 125.000 x 1 orang = Rp 125.000
  - Tukang kayu @ Rp 120.000 x 10 orang = Rp 1.200.000
  - Pekerja @ Rp 100.000 x 10 orang = Rp 1.000.000
 Maka total biaya tenaga sebesar Rp 2.235.000 per hari.
  
- Biaya pekerja selama pelaksanaan
  - Membongkar = Rp 2.235.000 x 3 hari  
= Rp 6.975.000

$$\begin{aligned} \text{Biaya Total} &= \text{Biaya upah} \\ &= \text{Rp } 6.975.000 \end{aligned}$$

Harga satuan pekerjaan bongkar bekisting tangga lantai 2 adalah  $= \frac{\text{Biaya total}}{\text{Volume}} = \frac{\text{Rp } 6.975.000}{48,15 \text{ m}^2} = \text{Rp } 144.859/\text{m}^2$

## 7.5 Pekerjaan Struktur Atap

### 7.5.1 Fabrikasi Rangka Atap Baja

**a. Data :**

- Volume baja = 39.836,31 kg
- Kebutuhan Paku Keling berdasarkan tabel 2.25 adalah 20 – 40 buah paku tiap 1 ton baja dengan mengambil nilai rata-rata adalah :
 
$$\begin{aligned} &= \frac{39.836,31 \text{ kg}}{1000 \text{ kg}} \times \frac{20+40}{2} \\ &= \frac{39.836,31 \text{ kg}}{1000 \text{ kg}} \times 30 \text{ buah} \\ &= 1196 \text{ buah} \end{aligned}$$

- Kebutuhan Baut berdasarkan tabel 2.25 adalah 15-30 buah paku tiap 1 ton baja dengan mengambil nilai rata-rata adalah :

$$\begin{aligned}
 &= \frac{39.836,31 \text{ kg}}{1000 \text{ kg}} \times \frac{15+30}{2} \\
 &= \frac{39.836,31 \text{ kg}}{1000 \text{ kg}} \times 22,5 \text{ buah} \\
 &= 897 \text{ buah}
 \end{aligned}$$

- Kebutuhan Las berdasarkan tabel 2.25 adalah 1,5 m – 3 m las dengan t = 6 mm tiap 30 m dengan mengambil nilai rata-rata adalah :

$$\begin{aligned}
 &= \frac{39.836,31 \text{ kg}}{1000 \text{ kg}} \times \frac{1,5 \text{ m}+3 \text{ m}}{2} \\
 &= \frac{39.836,31 \text{ kg}}{1000 \text{ kg}} \times 2,25 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$= 89,6 \text{ m pengelasan dengan } t = 6 \text{ mm}$$

- Berdasarkan tabel 2.25 jam kerja yang diperlukan untuk mengeling untuk tiap 100 buah kelingan adalah:

$$\begin{aligned}
 \text{Mengeling kuda-kuda atap} &= \frac{7 \text{ jam}+12 \text{ jam}}{2} /1 \text{ ton} \\
 &= 9,5 \text{ jam} / 1 \text{ ton}
 \end{aligned}$$

- Berdasarkan tabel 2.25 jam kerja yang diperlukan untuk membaut untuk tiap 100 buah baut adalah :

$$\begin{aligned}
 \text{Membaut kuda-kuda atap} &= \frac{3 \text{ jam}+ 7 \text{ jam}}{2} /1 \text{ ton} \\
 &= 5 \text{ jam} / 1 \text{ ton}
 \end{aligned}$$

- Berdasarkan tabel 2.25 jam kerja yang diperlukan untuk mengelas untuk tiap 30 m adalah :

$$\begin{aligned}
 \text{Mengelas kuda-kuda atap} &= \frac{14 \text{ jam}+ 30 \text{ jam}}{2} /1 \text{ ton} \\
 &= 22 \text{ jam} / 1 \text{ ton}
 \end{aligned}$$

## b. Perhitungan Durasi

### Kebutuhan tenaga kerja dalam pelaksanaan :

- Jam kerja 1 hari = 7 jam / hari
- Jumlah pekerja mengeling = 5 grup (1 grup = 4 tukang konstruksi baja)

- Maka dalam 5 grup membutuhkan 20 tukang baja, sedangkan untuk keperluan 1 mandor membawahi 20 tukang.
- Kebutuhan mandor =  $20/20 = 1$  mandor
- Jumlah pekerja membaut = 5 grup (1 grup = 4 tukang konstruksi baja)
  - Maka dalam 5 grup membutuhkan 20 tukang baja, sedangkan untuk keperluan 1 mandor membawahi 20 tukang.
  - Kebutuhan mandor =  $20/20 = 1$  mandor
- Jumlah pekerja mengelas = 5 grup (1 grup = 2 tukang konstruksi baja, 2 pembantu tukang)
  - Maka dalam 5 grup membutuhkan 10 tukang baja & 10 pembantu tukang, sedangkan untuk keperluan 1 mandor membawahi 20 tukang.
  - Kebutuhan mandor =  $10/20 = 0,5$  mandor

#### **Kebutuhan jam kerja dalam pelaksanaan :**

- Mengeling kuda-kuda atap
  - = Vol. (buah) x Kapasitas tenaga kerja (Jam/buah)
  - = 1196 buah x 9,5 jam / 100 buah
  - = 113,53 jam
- Untuk 1 grup pekerja =  $\frac{113,53 \text{ jam}}{7 \text{ jam/hari}} = 16,22$  hari
- Maka 5 grup pekerja =  $\frac{16,22 \text{ hari}}{5} \approx 4$  hari
- Membaut kuda-kuda atap
  - = Vol. (buah) x Kapasitas tenaga kerja (Jam/buah)
  - = 897 buah x 5 jam / 100 buah
  - = 44,82 jam
- Untuk 1 grup pekerja =  $\frac{44,82 \text{ jam}}{7 \text{ jam/hari}} = 6,4$  hari
- Maka 5 grup pekerja =  $\frac{6,4 \text{ hari}}{5} \approx 2$  hari
- Mengelas kuda-kuda atap
  - = Vol. (m) x Kapasitas tenaga kerja (Jam/ 30 m)
  - = 89,6 m x 1 jam / 30 m



$$= 1263,24 \text{ jam}$$

$$\text{- Untuk 1 grup pekerja} = \frac{1263,24 \text{ jam}}{7 \text{ jam/hari}} = 180,46 \text{ hari}$$

$$\text{- Maka 10 grup pekerja} = \frac{180,46 \text{ hari}}{10} = 18 \text{ hari}$$

Jadi, waktu yang dibutuhkan untuk fabrikasi rangka atap baja adalah 24 hari.

### c. Analisa Harga

#### • Upah Tenaga Kerja

$$\begin{aligned} \text{-Mandor Keling} &= 1 \times \text{Rp.}125.000 / \text{hari} \times 4 \\ &= \text{Rp} 500.000 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{-Mandor Baut} &= 1 \times \text{Rp.}125.000 / \text{hari} \times 2 \\ &= \text{Rp} 250.000 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{-Mandor Las} &= 0,5 \times \text{Rp.}125.000 / \text{hari} \times 18 \\ &= \text{Rp} 1.125.000 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{-Tukang Keling} &= 20 \times \text{Rp.}120.000 / \text{hari} \times 4 \\ &= \text{Rp} 9.600.000 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{-Tukang Baut} &= 20 \times \text{Rp.}120.000 / \text{hari} \times 2 \\ &= \text{Rp} 4.800.000 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{-Tukang Las} &= 10 \times \text{Rp.}120.000 / \text{hari} \times 18 \\ &= \text{Rp} 21.600.000 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{-Pemb.Tukang Las} &= 10 \times \text{Rp.}100.000 / \text{hari} \times 18 \\ &= \text{Rp} 18.000.000 \end{aligned}$$

#### • Bahan

$$\begin{aligned} \text{-Profil Baja} &= 39.461,83 \text{ kg} \times \text{Rp}13.500,00 / \text{kg} \\ &= \text{Rp} 532.734.686 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{-Penggantung Gording} &= 374,48 \text{ kg} \times \text{Rp} 8.500 / \text{kg} \\ &= \text{Rp} 3.183.080 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{-Paku} &= 1195 \text{ buah} \times \text{Rp} 3.300,00 / \text{buah} \\ &= \text{Rp}3.943.500 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{-Baut} &= 896 \text{ buah} \times \text{Rp}450,00 / \text{buah} \\ &= \text{Rp}403.200 \end{aligned}$$

Total = Rp 540.264.466

• Alat

-Kompresor = 1 x Rp.292.400,00 / hari x 24  
= Rp 7.017.600

-Alat Penunjang = 6 x Rp.50.000 / hari x 24  
= Rp 7.200.000

Total Harga Alat = Rp 14.217.600

Jumlah Harga = Upah + Bahan + Alat

= Rp 55.875.000+ Rp 540.264.466+Rp 14.217.600

= Rp 610.357.066

## 7.5.2 Pemasangan Rangka Atap Baja

### a. Data :

Volume baja = 39.836,31 kg

Berdasarkan tabel 2.25 jam kerja yang diperlukan untuk memasang konstruksi baja untuk tiap 1 ton baja adalah :

- Memasang kuda-kuda atap

$$= \frac{5 \text{ jam} + 12 \text{ jam}}{2} / 1 \text{ ton}$$

= 8,5 jam / 1 ton

### b. Perhitungan Durasi

**Kebutuhan tenaga kerja dalam pelaksanaan :**

• Jam kerja 1 hari = 7 jam / hari

• Jumlah pekerja memasang = 5 grup ( 1 grup = 4 tukang konstruksi baja)

- Maka dalam 5 grup membutuhkan 20 tukang baja, sedangkan untuk keperluan 1 mandor membawahi 20 tukang.

- Kebutuhan mandor = 20/20= 1 mandor

**Kebutuhan jam kerja dalam pelaksanaan :**

Memasang kuda-kuda atap

= Vol. (ton) x Kapasitas tenaga kerja (Jam/ton)

= 39,84 ton x 8,5 jam / 1 ton

$$= 338,61 \text{ jam}$$

$$\text{- Untuk 1 grup pekerja} = \frac{338,61 \text{ jam}}{7 \text{ jam/hari}} = 48,37 \text{ hari}$$

$$\text{- Maka 10 grup pekerja} = \frac{48,37 \text{ hari}}{10} = 5 \text{ hari}$$

Jadi, waktu yang dibutuhkan untuk memasang rangka atap baja adalah 5 hari.

### c. Analisa Harga

- Upah Tenaga Kerja :

- Tenaga Kerja terdiri dari 1 mandor 20 tukang besi

- Mandor = 1 orang x Rp.125.000 / hari x 1 hari  
= Rp500.000,00

- Tukang = 20 orang x Rp.120.000 / hari x 1 hari  
= Rp2.400.000,00

- Alat :

- Tower Crane = 1 x Rp.2.850.000 / hari x 5 hari  
= Rp 14.250.000

Jumlah Harga

= Upah + Alat

= Rp 2.900.000 + Rp 14.250.000

= Rp 17.150.000

## 7.6 Rekapitulasi

Dengan cara perhitungan yang sama didapat rekapitulasi biaya pembangunan gedung Prasarana Pendidikan Profesi Guru Universitas Negeri Surabaya menggunakan metode *Half Slab Precast* adalah :

**Tabel 7.6** Rekapitulasi Biaya Total dengan Metode *Half Slab Precast*

URAIAN PEKERJAAN	Harga
Pekerjaan Pendahuluan	
Pekerjaan Uitzet	Rp 985,000.00
Pekerjaan Bowplank	Rp 7,726,000.00
Pekerjaan Pemagaran	Rp 29,917,960.00
Pekerjaan Struktur Bawah	
Pekerjaan Pondasi	
Pemancangan tiang tekan dia 400 mm	Rp 3,363,285,000
Potong kepala tiang	Rp 14,560,000.00
<b>Pekerjaan Pilecap dan Sloof</b>	
Galian Tanah Pilecap dan Sloof Zona 1	Rp 6,140,000.00
Galian Tanah Pilecap dan Sloof Zona 2	Rp 6,140,000.00
Urugan Pasir Bawah Pile Cap + Sloof Zona 1	Rp 3,434,920.00
Urugan Pasir Bawah Pile Cap + Sloof Zona 2	Rp 3,434,920.00
Pengecoran Lantai Kerja Pilecap + Sloof Zona 1	Rp 19,484,785.00
Pengecoran Lantai Kerja Pilecap + Sloof Zona 2	Rp 19,484,785.00
Pasang Bekisting Batako Pile Cap + Sloof Zona 1	Rp 13,135,479.00

Pasang Bekisting Batako Pile Cap + Sloof Zona 2	Rp 9,855,981.00
Fabrikasi Besi PileCap Zona 1	Rp 404,956,804.00
Fabrikasi Besi PileCap Zona 2	Rp 404,956,804.00
Pasang Besi PileCap Zona 1	Rp 10,350,000.00
Pasang Besi PileCap Zona 2	Rp 10,350,000.00
Fabrikasi Besi Sloof Zona 1	Rp129,811,114.00
Fabrikasi Besi Sloof Zona 2	Rp121,662,002.00
Pasang Besi Sloof Zona 1	Rp 5,175,000.00
Pasang Besi Sloof Zona 2	Rp 7,500,000.00
Pengecoran PileCap & Sloof Zona 1	Rp134,958,955.00
Pengecoran PileCap & Sloof Zona 2	Rp133,328,547.00
Urugan Kembali Pile Cap dan Sloof Zona 1	Rp 8,855,000.00
Urugan Kembali Pile Cap dan Sloof Zona 2	Rp 8,855,000.00
Pekerjaan Struktur Lantai 1	
Pekerjaan Plat Lantai 1	Rp102,984,000.00
Pekerjaan Shearwall Lantai 1	Rp 85,726,786.92
Pekerjaan Kolom Lantai 1	Rp 1,396,672,336.01
Pekerjaan Tangga Lantai 1	Rp 73,872,005.41
Pekerjaan Struktur Lantai 2	
Pekerjaan Balok dan Plat Lantai 2	Rp 2,550,072,927.08
Pekerjaan Shearwall Lantai 2	Rp 72,164,262.77
Pekerjaan Kolom Lantai 2	Rp1,147,220,152.78
Pekerjaan Tangga Lantai 2	Rp 60,881,078.30
Pekerjaan Struktur Lantai 3	
Pekerjaan Balok dan Plat Lantai 3	Rp 2,347,281,656.36
Pekerjaan Shearwall Lantai 3	Rp 71,473,838.08

Pekerjaan Kolom Lantai 3	Rp1,415,436,290.42
Pekerjaan Tangga Lantai 3	Rp 69,053,226.29
Pekerjaan Struktur Lantai 4	
Pekerjaan Balok dan Plat Lantai 4	Rp2,572,416,927.08
Pekerjaan Shearwall Lantai 4	Rp 72,164,262.77
Pekerjaan Kolom Lantai 4	Rp 1,147,220,152.78
Pekerjaan Tangga Lantai 4	Rp 60,881,078.30
Pekerjaan Struktur Lantai 5	
Pekerjaan Balok dan Plat Lantai 5	Rp 2,347,281,656.36
Pekerjaan Shearwall Lantai 5	Rp 81,205,945.54
Pekerjaan Kolom Lantai 5	Rp 1,415,436,290.42
Pekerjaan Tangga Lantai 5	Rp 69,053,226.29
Pekerjaan Struktur Lantai 6	
Pekerjaan Balok dan Plat Lantai 6	Rp2,550,072,927.08
Pekerjaan Shearwall Lantai 6	Rp 72,164,262.77
Pekerjaan Kolom Lantai 6	Rp1,147,220,152.78
Pekerjaan Tangga Lantai 6	Rp 60,881,078.30
Pekerjaan Struktur Lantai 7	
Pekerjaan Balok dan Plat Lantai 7	Rp 2,347,281,656.36
Pekerjaan Shearwall Lantai 7	Rp 81,205,945.54
Pekerjaan Kolom Lantai 7	Rp 1,415,436,290.42
Pekerjaan Tangga Lantai 7	Rp 69,053,226.29
Pekerjaan Struktur Lantai 8	
Pekerjaan Balok dan Plat Lantai 8	Rp 2,550,072,927.08
Pekerjaan Shearwall Lantai 8	Rp 72,164,262.77
Pekerjaan Kolom Lantai 8	Rp 1,147,220,152.78
Pekerjaan Tangga Lantai 8	Rp 60,881,078.30

Pekerjaan Struktur Lantai 9	
Pekerjaan Balok dan Plat Lantai 9	Rp 2,347,281,656.36
Pekerjaan Shearwall Lantai 9	Rp 81,205,945.54
Pekerjaan Kolom Lantai 9	Rp 1,415,436,290.42
Pekerjaan Tangga Lantai 9	Rp 69,053,226.29
Pekerjaan Struktur Lantai Atap	
Pekerjaan Balok dan Plat Lantai Atap	Rp 2,545,341,454.11
Pekerjaan Kolom Lantai Atap	Rp 1,127,570,152.78
Pekerjaan Struktur Baja Lantai Atap	Rp 627,507,066.00
<b>Total Biaya</b>	<b>Rp 41,823,891,907.93</b>

Dan dengan metode pelaksanaan yang sudah disusun menggunakan software microsoft project 2010 didapatkan waktu pelaksanaan yaitu 304 hari atau 10 bulan.

Diketahui dari data kurva S dan RAB proyek pembangunan gedung Prasarana Pendidikan Profesi Guru Universitas Negeri Surabaya menggunakan metode konvensional mempunyai waktu pelaksanaan yaitu kurang lebih 359 hari atau 12 bulan dan berikut adalah rekapitulasi biaya pembangunan dengan metode konvensional :

**Tabel 7.7** Rekapitulasi Biaya Total dengan Metode Konvensional

URAIAN PEKERJAAN	HARGA
Pekerjaan Pendahuluan	Rp 37,892,864.00
Pas Bowplank	Rp 8,394,240.00
Pekerjaan Pemagaran	Rp 29,498,624.00
Pekerjaan Struktur Bawah	
<b>Pekerjaan Pondasi</b>	
Pemancangan tiang tekan dia 400 mm	Rp 3,363,285,000
Potong kepala tiang	Rp 14,560,000.00

Pekerjaan Pilecap dan Sloof	
Galian Tanah Pilecap dan Sloof	Rp 6,688,243.20
Urugan Pasir Bawah Pile Cap + Sloof	Rp 2,601,313.80
Pengecoran Lantai Kerja Pilecap + Sloof	Rp 12,254,014.09
PileCap	Rp 1,199,992,446.95
Urugan Kembali Pile Cap dan Sloof	Rp 2,423,548.80
Pekerjaan Struktur Lantai 1	
Pekerjaan Kolom Lantai 1	Rp 21,821,674.08
Pekerjaan Tangga Lantai 1	Rp 57,244,494.74
Pekerjaan Struktur Lantai 2	
Pekerjaan Balok dan Plat Lantai 2	Rp 2,544,967,526.66
Pekerjaan Kolom Lantai 2	Rp 821,821,674.08
Pekerjaan Tangga Lantai 2	Rp 57,244,494.74
Pekerjaan Struktur Lantai 3	
Pekerjaan Balok dan Plat Lantai 3	Rp 2,544,967,526.66
Pekerjaan Kolom Lantai 3	Rp 821,821,674.08
Pekerjaan Tangga Lantai 3	Rp 57,244,494.74
Pekerjaan Struktur Lantai 4	
Pekerjaan Balok dan Plat Lantai 4	Rp 2,544,967,526.66
Pekerjaan Kolom Lantai 4	Rp 821,821,674.08
Pekerjaan Tangga Lantai 4	Rp 57,244,494.74
Pekerjaan Struktur Lantai 5	
Pekerjaan Balok dan Plat Lantai 5	Rp 2,544,967,526.66
Pekerjaan Kolom Lantai 5	Rp 821,821,674.08
Pekerjaan Tangga Lantai 5	Rp 57,244,494.74
Pekerjaan Struktur Lantai 6	



Pekerjaan Balok dan Plat Lantai 6	Rp 2,544,967,526.66
Pekerjaan Kolom Lantai 6	Rp 821,821,674.08
Pekerjaan Tangga Lantai 6	Rp 57,244,494.74
Pekerjaan S truktur Lantai 7	
Pekerjaan Balok dan Plat Lantai 7	Rp2,544,967,526.66
Pekerjaan Kolom Lantai 7	Rp 821,821,674.08
Pekerjaan Tangga Lantai 7	Rp 57,244,494.74
Pekerjaan Struktur Lantai 8	
Pekerjaan Balok dan Plat Lantai 8	Rp2,544,967,526.66
Pekerjaan Kolom Lantai 8	Rp 821,821,674.08
Pekerjaan Tangga Lantai 8	Rp 57,244,494.74
Pekerjaan Struktur Lantai 9	
Pekerjaan Balok dan Plat Lantai 9	Rp2,544,967,526.66
Pekerjaan Kolom Lantai 9	Rp 821,821,674.08
Pekerjaan Tangga Lantai 9	Rp 57,244,494.74
Pekerjaan Struktur Lantai Atap	
Pekerjaan Balok dan Plat Lantai Atap	Rp 2,544,967,526.66
Pekerjaan Kolom Lantai Atap	Rp 821,821,674.08
Pekerjaan Struktur Baja Lantai Atap	Rp 622,736,294.10
<b>Total Biaya</b>	<b>Rp 38,736,139,454.08</b>

(Sumber : Rencana Anggaran Biaya Proyek PPG UNESA)

## **BAB VIII PENUTUP**

### **8.1 Kesimpulan**

Dari uraian dan pembahasan laporan tugas akhir ini dapat diberikan kesimpulan :

1. Perencanaan perhitungan plat *half slab precast* pada pembangunan gedung Prasarana Pendidikan Profesi Guru Universitas Negeri Surabaya menggunakan 3 kondisi :
  - a. Saat pengangkatan didapatkan tulangan plat Ø12-150
  - b. Sebelum komposit didapatkan tulangan plat Ø12-150
  - c. Setelah komposit didapatkan tulangan plat Ø12-150Dari ke-3 kondisi tersebut dipilih tulangan yang paling kritis yaitu Ø12-150 untuk dipasang pada plat *precast*.
2. Metode pelaksanaan pembangunana gedung Prasarana Pendidikan Profesi Guru Universitas Negeri Surabaya menggunakan metode plat *half slab precast* dimulai dengan pekerjaan struktur bawah, dan pada struktur atau setelah pengecoran balok dipasang plat *precast* menggunakan Tower Crane dengan 1 panel per 1 kali siklus, kemudian dipasang tulangan overtopping berupa *wiremesh* M9.
3. Dari hasil metode pelaksanaan yang telah tersusun dengan menggunakan *software* microsoft project 2010, menghasilkan durasi pelaksanaan struktur beton menggunakan metode *half slab precast* pada proyek pembangunan gedung Prasarana Pendidikan Profesi Guru Universitas Negeri Surabaya selama kurang lebih 304 hari atau 10 bulan.
4. Dari hasil perhitungan Rencana Anggaran Pelaksanaan pekerjaan struktur utama menggunakan metode *half slab precast* yang dibutuhkan pada proyek pembangunan gedung Prasarana Pendidikan Profesi Guru Universitas Negeri Surabaya adalah sebesar Rp.41.823.891.907.

## 8.2 Saran

Dalam penentuan metode pelaksanaan di lapangan perlu dilakukan pertimbangan baik ketersediaan waktu penyelesaian proyek dan anggaran yang tersedia. Untuk perencanaan yang lebih baik dan mendekati kenyataan di lapangan untuk pembaca maupun perencana, berikut adalah saran yang diberikan oleh penulis:

1. Selain dengan referensi dan literatur, penentuan jumlah tukang dan pekerja dapat ditinjau dari data proyek lain yang sejenis agar mengetahui jumlah pekerja yang ideal dalam suatu item pekerjaan.
2. Untuk harga bahan dan material sebaiknya melakukan survey lapangan di kota lokasi proyek dan tidak hanya di satu tempat supaya dapat dipilih harga yang paling murah.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ervianto, Wulfram I. (2007). *Manajemen Proyek Konstruksi*. Yogyakarta : Penerbit Andi.
- [2] *Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 11/PRT/M/2013*. Dinas Pekerjaan Umum, Jakarta, 2013.
- [3] Rostiyanti, S.F. (2008). *Alat Berat Untuk Proyek Konstruksi*. Jakarta : PT. Asdi Mahastya
- [4] Soedrajat. (1994). *Analisa (cara modern) anggaran biaya pelaksanaan*. Bandung: Penerbit Nova.
- [5] Soeharto, Imam. (1999). *Manajemen Proyek : Dari Konstruksi Sampai Operasional (Jilid I)*. Jakarta : Penerbit Erlangga

## **LAMPIRAN**

Kepada Yth,  
**Institut Teknologi Sepuluh Nopember**  
 Up. Sdr. Icco Candra Ismawati

**PERIHAL : PENAWARAN HARGA PRESLAB / HALFLAB**

Dengan hormat, Sesuai dengan Gambar Design yang kami terima perihal untuk pengadaan Preslab pada proyek Pembangunan Gedung Prasarana Pendidikan Profesi Guru Universitas Negeri Surabaya Jl. Kampus UNESA, Lidah Wetan, Lakarsantri, Kota Surabaya, Jawa Timur bersama ini kami sampaikan penawaran harga pengadaan Preslab dengan spesifikasi produk sebagai berikut :

No.	Uraian	Dimensi	Volume	Sat	Harga Satuan	Total Harga
1	S1; T= 10 cm ; t = 5 cm ; topping Fe' 29.05 Mpa	(4 x 1,5)m	85	panel	Rp 1.620.000,00	Rp 155.550.000
2	S2; T= 10 cm ; t = 5 cm ; topping Fe' 29.05 Mpa	(4 x 1,3)m	48	panel	Rp 1.001.000,00	Rp 70.560.000
3	S3; T= 10 cm ; t = 5 cm ; topping Fe' 29.05 Mpa	(2,5 x 1)m	6	panel	Rp 780.000,00	Rp 5.880.000,00
4	S4; T= 10 cm ; t = 5 cm ; topping Fe' 29.05 Mpa	(4 x 1,7)m	3	panel	Rp 2.200.000,00	Rp 8.100.000,00
5	S5; T= 10 cm ; t = 5 cm ; topping Fe' 29.05 Mpa	(3 x 1)m	38	panel	Rp 920.000,00	Rp 43.700.000,00
<b>TOTAL</b>						Rp 283.790.000,00
<b>PPN 10 %</b>						Rp 28.379.000,00
<b>GRAND TOTAL</b>						Rp 312.169.000,00

**Dengan kondisi penawaran sebagai berikut:**

- Harga tersebut belum termasuk PPh 10% dan PPh 2.5%
- Harga satuan produk diatas **sudah termasuk** :
  - Pengadaan dan pengiriman barang diatas Truk diluar penurunan barang, dengan waktu tunggu truk maksimum 60 menit sejak truk angkutan tiba dilokasi.
  - Pemasangan Pre Slab / Half Slab
- Harga satuan produk **tidak termasuk**: Penyediaan alat berat (crane) untuk menurunkan barang dari atas truk, balok kayu, scaffolding/pipe support, pekerjaan pemasangan tulangan tumpuan dan toping concrete.
- Volume preslab dihitung berdasarkan persegi panjang penuh, apabila ada variasi produk berupa lubang blok out pada produk untuk kolom atau sparing instalasi lain maka perhitungan volume sebesar persegi panjang penuh. Apabila ada variasi bentuk diluar spesifikasi diatas maka akan dikenakan tambahan biaya.
- Biaya pengetesan Besi, PC Wire, Wire Rodc dan Beton di Lab independent menjadi tanggung jawab pemberi tugas.
- Pelaksanaan produksi dimulai setelah : Diterimanya Pembayaran dan Shopdrawing disetujui oleh Pihak Pihak Terkait
- Pelaksanaan produksi dimulai setelah : Diterimanya Pembayaran dan Shopdrawing disetujui oleh Pihak Pihak Terkait

7. Persyaratan pembayaran :

- Uang muka sebesar 30% dari total nilai kontrak, sebelum barang diproduksi dan setelah kwitansi diterima dengan lengkap oleh PIHAK PEMBELI dan akan dipotongkan secara proporsional sesuai progress.
- Barang yang sudah diproduksi dan sebelum dikirim diprogreskan sebesar 80% dari harga satuan kontrak dan dapat ditagihkan
- Barang yang sudah terkirim dilokasi proyek diprogreskan sebesar 20% dari harga satuan kontrak dan dapat ditagihkan.
- Realisasi pembayaran dilakukan paling lambat 14 (empat belas) hari sejak kwitansi diterima dengan lengkap oleh Pihak Pembeli.
- Apabila pembayaran menggunakan fasilitas SKBDN maka biaya yang timbul atas penggunaan fasilitas tersebut menjadi tanggung jawab Pembeli.

8. Pihak Pembeli bertanggung jawab atas:

- a. Manajemen traffic, keamanan di lokasi, izin-izin yang diperlukan serta biayanya.
- b. Prasarana dan sarana kerja (kantor lapangan, gudang, air serta lampu penerangan).
- c. Tersedianya jalan yang layak dan mampu untuk dilalui kendaraan angkutan berat (trailler 40 ton maupun crane kapasitas 60 ton), menyediakan lokasi penumpukan yang rata dan padat di lokasi proyek .

9. Harga satuan diatas berlaku sampai dengan 30 hari sejak tanggal surat penawaran ini, atau jika tidak ada kenaikan harga bahan baku (semen, pasir, splid, strand dan besi beton) dan bahan bakar (BBM).

Demikian Penawaran harga ini kami sampaikan, atas perhatian dan kesempatan yang diberikan kami sampaikan terima kasih.

Hormat kami,  
PT. Adhimix PCI Indonesia  
Divisi Gedung



**ADHIMIX PCI**  
INDONESIA

Akhmad Syamsuddin  
General Manager Operasi

CP : Karsono HP 0821 679 14 769  
WA 0857 8048 2649

# SPECIFICATIONS



## ENGINE

Model ..... Komatsu SAA6D170E-5  
 Type ..... 4-cycle, water-cooled, direct injection  
 Aspiration ..... Turbocharged, aftercooled, cooled EGR  
 Number of cylinders ..... 6  
 Bore ..... 170 mm 6.69"  
 Stroke ..... 170 mm 6.69"  
 Piston displacement ..... 23.15 ltr 1413 in<sup>3</sup>  
 Governor ..... All-speed, electronic  
 Horsepower:  
   SAE J1995 ..... Gross 514 kW 688 HP  
   ISO 9249 / SAE J1349 ..... Net 502 kW 672 HP  
 Rated rpm ..... 1800 rpm  
 Fan drive type ..... Hydraulic

U.S. EPA Tier 3 and EU stage 3A emission certified.  
 \*Net horsepower at the maximum speed of radiator cooling fan is 483 kW 620HP.



## HYDRAULIC SYSTEM

Type ..... Open-center load-sensing system  
 Number of selectable working modes ..... 2

### Main pump:

Type ..... Variable-capacity piston pumps  
 Pumps for ..... Boom, arm, bucket, swing, and travel circuits

### Maximum flow:

For implement and travel... 2 x 494 ltr/min 2 x 130.5 U.S. gpm  
 For swing ..... 1 x 600 ltr/min 1 x 158.5 U.S. gpm

Sub-pump for control circuit ..... Gear pump

### Hydraulic motors:

Travel ..... 2 x axial piston motors with parking brake  
 Swing ..... 2 x axial piston motors with swing holding brake

### Relief valve setting:

Implement circuits  
   Backhoe ..... 31.4 MPa 320 kgf/cm<sup>2</sup> 4,550 psi  
   Loading shovel ..... 31.4 MPa 320 kgf/cm<sup>2</sup> 4,550 psi  
   Travel circuit ..... 34.3 MPa 350 kgf/cm<sup>2</sup> 4,980 psi  
   Swing circuit ..... 27.5 MPa 280 kgf/cm<sup>2</sup> 3,980 psi  
   Pilot circuit ..... 2.9 MPa 30 kgf/cm<sup>2</sup> 430 psi

### Hydraulic cylinders:

Number of cylinders—bore x stroke

Backhoe  
   Boom ..... 2 - 225 mm x 2390 mm 8.9" x 94.1"  
   Arm ..... 1 - 250 mm x 2435 mm 9.8" x 95.9"  
   Bucket  
     Std ..... 2 - 160 mm x 1825 mm 6.3" x 71.8"  
     SP ..... 2 - 160 mm x 1950 mm 6.3" x 76.8"  
 Loading shovel  
   Boom ..... 2 - 225 mm x 1960 mm 8.9" x 77.2"  
   Arm ..... 2 - 185 mm x 1765 mm 7.3" x 69.5"  
   Bucket ..... 2 - 200 mm x 1700 mm 7.9" x 66.9"  
   Bottom dump ..... 2 - 160 mm x 435 mm 6.3" x 17.1"



## SWING SYSTEM

Driven by ..... Hydraulic motors  
 Swing reduction ..... Planetary gear  
 Swing circle lubrication ..... Grease-bathed  
 Swing lock ..... Oil disc brake



## DRIVES AND BRAKES

Steering control ..... Two levers with pedals  
 Drive method ..... Fully hydrostatic  
 Travel motor ..... Axial piston motor, in-shoe design  
 Reduction system ..... Planetary double reduction  
 Maximum drawbar pull ..... 686 kN 70000 kgf 154,320 lb  
 Gradeability ..... 70%  
 Maximum travel speed  
   Low ..... 2.1 km/h 1.3 mph  
   High ..... 3.2 km/h 2.0 mph  
 Service brake ..... Hydraulic lock



## UNDERCARRIAGE

Center frame ..... H-leg frame  
 Track frame ..... Box-section  
 Seal of track ..... Sealed  
 Track adjuster ..... Hydraulic  
 No. of shoes ..... 48 each side  
 No. of carrier rollers ..... 3 each side  
 No. of track rollers ..... 8 each side



## COOLANT AND LUBRICANT CAPACITY (REFILLING)

Fuel tank ..... 1360 ltr 359.3 U.S. gal  
 Radiator ..... 142 ltr 37.5 U.S. gal  
 Engine ..... 86 ltr 22.7 U.S. gal  
 Final drive, each side ..... 21 ltr 5.5 U.S. gal  
 Swing drive ..... 20 x 2 ltr 5.3 x 2 U.S. gal  
 Hydraulic tank ..... 670 ltr 177.0 U.S. gal  
 Power Take Off (PTO) ..... 13.5 ltr 3.7 U.S. gal



## OPERATING WEIGHT (APPROXIMATE)

### BACKHOE

PC1250-8: Operating weight, including 9100 mm 29'10" boom, 3400 mm 11'2" arm, SAE heaped 5.0 m<sup>3</sup> 6.5 yd<sup>3</sup> backhoe bucket, operator, lubricant, coolant, full fuel tank, and the standard equipment.

PC1250SP-8: Operating weight, including 7800 mm 25'7" boom, 3400 mm 11'2" arm, SAE heaped 6.7 m<sup>3</sup> 8.8 yd<sup>3</sup> backhoe bucket, full length roller guard, operator, lubricant, coolant, full fuel tank, and the standard equipment.

Shoes	PC1250-8		PC1250SP-8	
	Operating Weight	Ground Pressure	Operating Weight	Ground Pressure
Double grouser 700 mm 28"	106500 kg 234,790 lb	136 kPa 1.39 kgf/cm <sup>2</sup> 19.8 psi	110700 kg 244,050 lb	141 kPa 1.44 kgf/cm <sup>2</sup> 20.4 psi
Double grouser 1000 mm 39.4"	106810 kg 239,880 lb	97 kPa 0.99 kgf/cm <sup>2</sup> 14.1 psi	-	-

### LOADING SHOVEL

Operating weight, including 5300 mm 17'5" boom, 3800 mm 12'6" arm, 6.5 m<sup>3</sup> 8.5 yd<sup>3</sup> heaped bucket, operator, lubricants, coolant, full fuel tank and standard equipment.

Shoes	PC1250-8	
	Operating Weight	Ground Pressure
Double grouser	110000 kg	149 kPa



**SPESIFIKASI TEKNIS HINO 300 DUTRO 130 HD 6.8 PS FIRE TRUCK 3500 LITER WATER  
 SINGLE CABIN, SNI STANDART PROTEKTA FIREFORT VATOR**

NO.	NAMA DAN SPESIFIKASI TEKNIS BARANG		
1	<b>CHASSIS KENDARAAN TAHUN PRODUKSI 2016</b>		
	<b>HINO DUTRO 130 HD</b>		
	<b>PERFORMANCE</b>	Kecepatan maksimum	103 km/jam
		Daya tarjak (tan A)	39.6
	<b>MESIN</b>	Model	W04D-TR
		Tipe	Diesel 4 Stroke; Direct Injection; Turbo Charge
			Intercooler
		Tenaga maks (PS/rpm)	130/2700
		Moment putir maks.(Kgm/rpm)	37.0/1800
		Jumlah Silinder	4
		Diameter x Langkah Piston (mm)	104 x 118
		Isi Silinder	4,009
	<b>KOPLING</b>	Tipe	Dry, hydraulic, 300 (without booster)
		Diameter	380
	<b>TRANSMISI</b>	Tipe	5 Speeds
		Perbanding Gigi	=
		ke-1	4,981
		ke-2	2,911
		ke-3	1,566
		ke-4	1
		ke-5	0.738
		Mundur	4,625
	<b>KEMUDI</b>	Tipe	Recirculating ball screw
		Radius Putar Min. (m)	6.7
	<b>SUMBU</b>	Depan	Reverse Elliot, I-section Beam
		Belakang	Full floating, single reduction, single speed by hypoid gears
		Perbandingan Gigi Akhir	6,833
		Sistem Penggerak	Rear 4x2
	<b>REM</b>	Rem Utama	Vacuum with diaphragm booster
		Rem pelambat	With on exhaust pipe
		Rem Parkir	Internal Expanding tipe pada transmisi output
	<b>RODA &amp; BAN</b>	Ukuran Rim	16 x 6.00GS 127
		Ukuran Ban	7.50-16-14PR
		Jumlah Ban	6
	<b>SISTEM LISTRIK</b>	Accu	12V-60Ah x2
	<b>TANGKI SOLAR</b>	Kapasitas (L)	100
	<b>DIMENSI</b>	Jarak Sumbu Roda	3380
		Panjang bak	4235
		Total panjang	6026
		Total lebar	1945
		Total tinggi	2165

**SPESIFIKASI TEKNIS HINO 300 DUTRO 130 HD 6.8 PS FIRE TRUCK 3500 LITER WATER  
 SINGLE CABIN, SNI STANDART PROTEKTA FIREFORT VATOR**

NO.	NAMA DAN SPESIFIKASI TEKNIS BARANG	
	Lebar jejak depan FR Tr	1455
	Lebar jejak belakang RR Tr	1480
	Julur depan FPH	1066
	Julur belakang ROH	1470
<b>SUSPENSI</b>	Depan & Belakang	Rigid axle and semi-elliptical alloy steel leaf spring
<b>BERAT CHASSIS (kg)</b>	Depan	1419
	Belakang	936
	Berat kosong	2355
	GVWR	8250
<b>2</b>	<b>KAROSERI :</b>	
	<b>CREW CABIN</b>	
	Chassis Cabin	: Kapasitas 3 orang termasuk sopir dilengkapi dengan safety belt 2 tempat.
	Extra Cabin	: Kompartemen terbuka dilengkapi dengan bangku untuk 3-4 orang petugas. Sehingga keseluruhan mampu memuat 6-7 orang petugas.
<b>3</b>	<b>WALKWAYS DAN VEHICLE STEPS</b>	
	Kendaraan dilengkapi dengan 1 buah tangga di bagian belakang kendaraan menggunakan bordes aluminium sebagai tempat pijak dan dilengkapi dengan alat penahan / bumper depan dan belakang.	
<b>4</b>	<b>BODY PENUTUP (BODY COVER) DAN KOMPARTEMEN PERALATAN</b>	
	Bahan	: Carbon steel plate galvanized tahan karat ketebalan 1,2 mm.
	Rangka	: Carbon steel hollow, tahan karat.
	Kompartmen	: Terdiri dari 3 buah kompartmen yang terletak di belakang kendaraan, diberi lampu penerangan dan pintu penutup Aluminium rolling door dengan model yang disesuaikan dan dilengkapi dengan kunci.
	Pengecatan	: Body cover dicat dengan primer coat, top coat (warna sesuai dengan permintaan) dan finished dengan clear protective coating sehingga lebih mudah dibersihkan dan tahan terhadap segala kondisi cuaca.
	Warna	: Merah streaping kuning garis putih.
	Lain - lain	: Logo daerah sesuai permintaan.
<b>5</b>	<b>PEMIPAAN (PIPE WORK)</b>	
	Material	: Besi pipa SCH 40.
	Sistem Pengelasan	: Mig welding.
<b>6</b>	<b>HEAT EXCHANGER</b>	
	Kendaraan dilengkapi dengan penambahan sistem pendinginan (Heat Exchanger) yang berfungsi untuk mendinginkan radiator mesin kendaraan yang airnya diambil dari sirkulasi air pompa pemadam.	
<b>7</b>	<b>POMPA PEMADAM KEBAKARAN UTAMA (FIRE PUMP)</b>	
	Type	: Centrifugal
	Location	: Rear ship mounted.
	Stage units	: 2 (double stage)

**SPESIFIKASI TEKNIS HINO 300 DUTRO 130 HD 6.8 PS FIRE TRUCK 3500 LITER WATER  
 SINGLE CABIN, SNI STANDART PROTEKTA FIREFORT VATOR**

NO.	NAMA DAN SPESIFIKASI TEKNIS BARANG
	<p>Flow Capacity : 2000 l/min @ 10 bar (normal pressure).</p> <p>Material : - Body : Special Aluminium Alloy                      - Fan : Aluminium                      - Pump Shaft : Stainless Steel</p> <p>Driven Type : PTO Split Shaft.</p> <p>Max. Fan Speed : 3,800 Rpm</p> <p>Inlet : 1 unit of 4" suction inlet complete with BS couplings and blank cap equipped with all necessary fittings.</p> <p>Outlet : 2 units of 2,5" machino couplings and 2 units 1,5" machino couplings as outlet complete with valves and blank cap.</p> <p>Priming : Electric magnetic priming system.</p> <p>Suction Depth : 7 m</p> <p>Pump Drainage : Drainage valve.</p> <p>Control Panel : Equipped with following indicators and controls :                      Normal pressure indicator, Rpm indicator, Digital water tank level gauge, Vacuum ON/OFF button, Pump start/stop button, Throttle +/-, Emergency stop, Illumination button for night operations.</p>
8	<p><b>MONITOR / PEMANCAR AIR</b>                      Dilengkapi dengan variable nozzle kapasitas 500 GPM (1900 L/M) dipasang di atas kendaraan dilengkapi dengan ball valve, dapat berputar horizontal 360° vertical +80° dan -45°, type PHYTON.</p>
9	<p><b>PANEL KONTROL POMPA</b>                      Panel kendali (panel kontrol) pompa pemadam kebakaran pada sisi belakang kendaraan dilengkapi pada sisi panel sebagai berikut :</p> <p>Pengendalian putaran pompa (engine throttle) : 1 buah</p> <p>Vacuum gauge : masing - masing 1 buah</p> <p>Pressure gauge : masing - masing 1 buah</p> <p>Katup saluran discharge : masing - masing 2 x 2,5" dengan coupling</p> <p>Saluran penghisap air 4" : masing - masing 1 buah dengan cover</p> <p>Lampu penerangan panel : masing - masing 1 set</p> <p>Tanda pengenalan dan label : 1 set pompa ditulis pada panel</p> <p>Panel kendali dalam bahasa Indonesia.</p>
10	<p><b>TANGKI AIR (WATER TANK)</b></p> <p>Bahan : Besi baja ST37 disertai dengan rust-proofing.</p> <p>Kapasitas : 3.500 Liter</p> <p>Konstruksi : Tangki air ini merupakan bagian yang terpisah dari body cover tengah, dengan rubber mounting pada landasan chassis kendaraan untuk meredam guncangan.</p> <p>Letak : Di tengah kendaraan.</p> <p>Dasar : 4 mm</p> <p>Penyekat/Bufle : 2 mm dengan jarak antar sekat 30 s/d 40 cm. sehingga diperoleh keseimbangan maksimal saat kendaraan bermanuver</p>

**SPESIFIKASI TEKNIS HINO 300 DUTRO 130 HD 6.8 PS FIRE TRUCK 3500 LITER WATER  
 SINGLE CABIN, SNI STANDART PROTEKTA FIREFORT VATOR**

NO.	NAMA DAN SPESIFIKASI TEKNIS BARANG
	<p>atau melaju pada kecepatan penuh dengan membawa air penuh.</p> <p>Lubang Kontrol : - Manhole / lubang perawatan untuk mempermudah pembersihan tangki ukuran 60 x 60 cm dilengkapi dengan penutup.                      - Lengkap dengan mur / baut kupu-kupu.                      - Pengisian dari hydrant 2,5"</p> <p>Limpehan Air : - Pipa overflow 3"                      - Katup pembuangan / drainage pipe 3"</p> <p>Petunjuk Volume Air : Terletak pada panel kontrol pompa dengan sistem elektrik (water level indicator).</p>
11	<p><b>PENGECATAN</b>                      Seluruh kendaraan (body dan chassis) dicat dengan sistem pengecatan yang mampu menahan dari karat dengan baik, melalui proses :                      - Satu kali lapisan primer dengan epoxy primer,                      - Satu kali lapisan dasar, dan                      - Lapisan akhir (finishing) dengan polyurethane.</p>
12	<p><b>POMPA CADANGAN</b></p> <p>Type of Engine :                      Engine : 4-Stroke Honda                      Capacity Power : Min. 6 HP                      Fuel Consumption : 1.3 l/hour                      Starting way : Electrical, Manual                      Pump :                      Flow Rate : Min. 700 lpm                      Pressure : Min. 4 Bar                      Suction Lift : 7 meter                      Normal Pressure : 4 bar                      Outlet Coupling : Machino coupling                      Inlet Diameter : Min. 2.5"                      Outlet Diameter : Min. 1.5"                      Pump Priming : Automatic Priming</p>
13	<p><b>DAFTAR PERLENGKAPAN</b></p> <p>1 (satu) buah Kait pemadam kebakaran                      1 (satu) buah Linggis                      1 (satu) roll Tali manila 1" x 20 m                      1 (satu) buah Tangga aluminium yang terdiri dari dua bagian                      1 (satu) buah Blower dan perlengkapannya                      1 (satu) buah Sekop                      1 (satu) buah Kampak runcing pemadam kebakaran                      1 (satu) buah Kampak rata pemadam kebakaran                      1 (satu) buah Palu Karet                      2 (dua) buah Fire Blanket</p>

**SPESIFIKASI TEKNIS HINO 300 DUTRO 130 HD 6.8 PS FIRE TRUCK 3500 LITER WATER  
 SINGLE CABIN, SNI STANDART PROTEKTA FIREFORT VATOR**

NO.	NAMA DAN SPESIFIKASI TEKNIS BARANG
4 (empat) buah	Hose Ramp 2,5"
1 (satu) set	Self Contained Breathing Apparatus (SCBA)
1 (satu) set	Kunci - kunci standart
1 (satu) set	Sistem public address c/w rotary light bar dan sirine.
2 (dua) buah	Selang hisap 4" x 4 m c/w coupling
1 (satu) buah	Saringan selang hisap 4"
2 (dua) buah	Jet nozzle + variable 2,5"
2 (dua) buah	Jet nozzle + variable 1,5"
2 (dua) buah	Adaptor 2,5" untuk discharge valve
2 (dua) buah	Adaptor 2,5" untuk hydrant inlet
1 (satu) buah	Dividing breeching 2,5"x1,5"x1,5"
2 (dua) buah	Whell stopper
2 (dua) buah	Wrench spanner
10 (sepuluh) roll	Selang pemadam kebakaran polyester diameter 2,5" x 20 m c/w coupling machino
6 (enam) roll	Selang pemadam kebakaran polyester diameter 1,5" x 20 m c/w coupling machino
1 (satu) buah	Alat pemadam ringan 6 kg type (ABC)
2 (dua) Set	Baju tahan panas (fire fighter suits) c/w fire helmet dan fire safety boot pemadam kebakaran
1 (satu) buah	Single rotari red
1 (satu) set	Tail light
2 (dua) buah	Spotlight
1 (satu) buah	Kotak P3K lengkap dengan isinya
1 (satu) buah	Radio RIG
2 (dua) buah	HT (Handy Talky)
14	PENULISAN STRIPPING, NAMA KOTA / KABUPATEN, DAN LOGO SESUAI DENGAN PERMINTAAN

## 3 技术参数表 Parameter

参数名称 Parameter		单位 Unit	设计值 Value			
额定起重力矩 Rated lifting moment		kNm	1600			
最大额定起重量 Rated Max.load capacity		t	10			
工作幅度 Work radius		m	3-60			
最大幅度处额定起重量 Tip load		t	2.4			
塔身高度 Height	独立式 Freestanding	m	59.7			
	附着式 Attached	m	230			
起升机构 Hoisting 45JLF25	电机型号 Motor type	/	YZP225M-4			
	倍率 Fall	/	2	4		
	起升速度 Speed	m/min	0-45	45-90	0-22	22-45
	相应起重量 Load	t	5.0	2.5	10	5
	电机功率 Motor power	kW	45			
变幅机构 Trolley 6JXF5	电机型号 Motor type		YTDVF132M1-4			
	电机功率 Motor power	KW	5.5			
回转机构 Slewing JH13C	电机型号 Motor type	/	YTRVFW132M1-4F1 YTRVFW132M1-4F2			
	功率 Power	kw	5.5*2			
	电机型号 Motor power		YZ160M-4V1			
	系统额定工作压力 Rated work pressure	MPa	35			











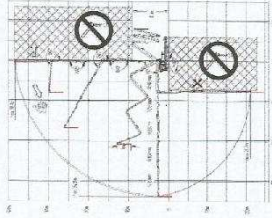
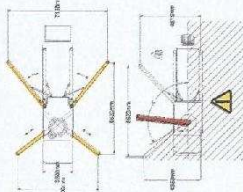
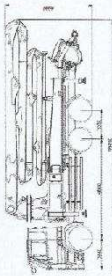
# PRODUCT SPECTRUM

	Axle	Chassis	
33m	6x4	IMB	ISUZU
	6x4	SYG5271THB 38	SYG5271THB 38
43m	6x4	SYG5330THB 43	SYG5330THB 43
	8x4	SYG5360THB 43	
46m	8x4	SYG5310THB 46	
	6x4	SYG5330THB 47	SYG5330THB 47
	8x4	SYG5360THB 47	
48m	3x4	SYG5310THB 48	
	5x4	SYG5330THB 49	SYG5330THB 49
49m	6x4	SYG5360THB 49	
53m	8x4	SYG5418THB 53	
56m	8x4	SYG5418THB 56	
62m	10x4	SYG5530THB 62	

# TECHNICAL PARAMETER

## 33m Concrete Pump Series

Model	Unit	SYG5271THB 38	SYG5330THB 43
Overall Specification	Length	11380	11420
	Width	2200	2200
	Height	3620	4020
	Deck weight	52	2700
	Vertical reach	m	38
	Horizontal reach	m	34
	Reach 30°	m	21.5
	Unloading reach	m	11.3
	1st section length	mm	8510
	Articulation	mm	89
	Length	mm	7200
	2nd section Articulation	mm	190°
	Length	mm	6300
	3rd section Articulation	mm	240°
	Length	mm	6700
	4th section Articulation	mm	190°
	Length	mm	6700
	5th section Articulation	mm	265°
	Height	mm	2660
	Change spread L.R. - 1st	mm	9500
	Change spread L.R. - 2nd	mm	120
	Change spread L.R. - 3rd	mm	140
	Output	m³/h	150
	Pressure	MPa	8.3
	Low pressure	MPa	12
	High pressure	MPa/min	23.5
	Max. concrete per hour per cylinder diameter	mm	18.5
	Stroke length	mm	1800
	Stroke length	mm	282
	Hydraulic system of		Open
	Oil tank capacity	L	32
	Water tank capacity	L	600
	Piping size	mm	125
	500 hose length	m	125
	Hydraulic pump	mm	125
	Chassis model		ISUZU
	Engine type		ISUZU
	Engine power	kW/hp	3341 / 4520
	Emission of 2013/2013		CEM III/A
	Emission of 2013/2013		CEM III/A
	Displacement	L	11.846
	Max. speed	km/h	60
	Brake	mm/ton	15.1025



# KOMATSU®

## PC1250/1250SP-8 BACKHOE PC1250-8 LOADING SHOVEL

ecot3

### HORSEPOWER

Gross: 514 kW 688 HP @ 1800 rpm

Net: 502 kW 672 HP @ 1800 rpm

### OPERATING WEIGHT

Backhoe: 106500-110700 kg

234,790-244,050 lb

Loading shovel: 110900 kg

244,490 lb

PC  
1250



Photo may include optional equipment.

HYDRAULIC EXCAVATOR

**Ecology and Economy Features**

- **Low Emission Engine**

A powerful, turbocharged and air-to-air aftercooled Komatsu SAA6D170E-5 provides **502 kW 672 HP**. This engine is U.S. EPA Tier 3 and EU Stage 3A emissions certified, without sacrificing power or machine productivity.

- **Economy Mode Four-level Setting**

Enables operator to select the appropriate Economy mode level to match production requirement with lowest fuel consumption.

- **Reduction of Ambient Noise**

- Electronically controlled variable speed fan drive
- Large hybrid fan
- Glasswool-furnished low-noise muffler and noise reducing cover around the muffler

See page 4.

**HORSEPOWER**

Gross:514 kW 688 HP @ 1800 rpm

Net:502 kW 672 HP @ 1800 rpm

**OPERATING WEIGHT**

Backhoe

106500 – 110700 kg

234,790 – 240,050 lb

Loading shovel

110900 kg

244,490 lb

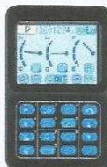


Photo may include optional equipment.

**Working Environment**

- **Large Comfortable Cab**

- Low noise and vibration with cab damper mounting
- Large-capacity air conditioner (optional)
- Pressurized cab prevents external dust from entering
- DPG top guard level 2 (ISO 10262) capable with optional bolt-on top guard.

**Advanced Monitor Features**

- Machine condition can be checked with Equipment Management Monitoring System.

See page 11.

- Two working modes combine with heavy lift mode for maximum productivity.

**Large Digging Force**

Thanks to the high engine output and an excellent hydraulic system, this machine demonstrates powerful digging force.

**Maximum arm crowd force (ISO 6015):**

**412 kN 42.0 ton**

**Maximum bucket digging force (ISO 6015):**

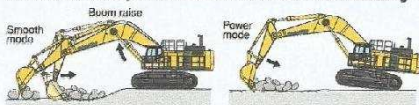
**479 kN 48.8 ton**

**Large Drawbar Pull and Steering Force**

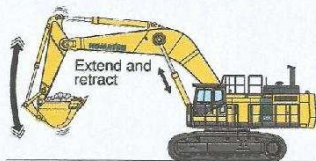
Since the machine has a large drawbar pull and a high steering force, it demonstrates excellent mobility even when it is being used on inclined sites.

**Two-mode Setting for Boom**

**Smooth mode** provides easy operation for gathering blasted rock and scraping operations. When maximum digging force is needed, switch to **power mode** for more effective excavating.

**Shockless Boom Control**

The PC1250-8 boom circuit features a shockless valve (double-check slow return valve) to automatically reduce the amount of vibration present when operating the boom. Operator fatigue is reduced (which can improve safety and productivity), and spillage caused by vibration is minimized.

**Working Mode Selection****Power and Economy Mode**

The PC1250-8 excavator is equipped with two working modes. Each mode is designed to match engine speed, pump flow, and system pressure to the current application, giving the operator flexibility to match equipment performance to the job at hand.

Working Mode	Application	Advantage
P	Power Mode	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Maximum production/power</li> <li>• Fast cycle time</li> </ul>
E (E0,E1,E2,E3)	Economy Mode	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Good cycle time</li> <li>• Good fuel economy</li> </ul>

**Heavy Lift Mode**

Gives the operator 10% more lifting force on the boom when needed for handling rock or heavy lifting applications.

**Swing Priority Setting**

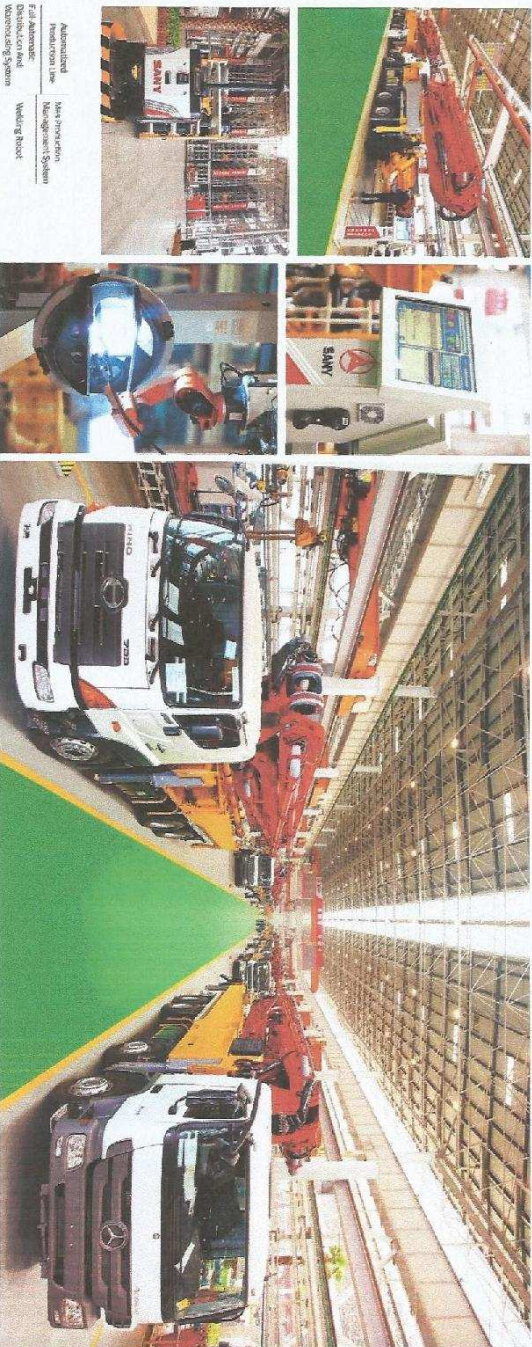
The swing priority setting allows the operator to use the same easy motion for 180° loading as 90° loading operations. By altering the oil flow, this setting allows you to select either boom or swing as the priority for increased production.



# CEB IS PRODUCED BY THE WORLD MOST ADVANCED SUPER FACTORY

## SANY SUPER FACTORY REDEFINES THE CONCEPT OF LEAN PRODUCTION

Automatic production line boosts the perfect and high-quality assembling by forebrain. MES production management system ensures the perfect precision by information technology. Full-automatic oscillation and leveling system makes every precision accessible. Robot welding system realizes the steady, uniform, and perfect working by intelligent operation. Here, every operation is being perfected and every part is being refined, in a bid to output the products with the world top quality.



Advanced  
Production Line  
Full Automatic  
Distribution and  
Warehousing System

Multi-procedure  
Management System  
Welding Robot

# 8 CORE TECHNOLOGIES

**01** One-button stabilization technology

**02** Boom anti-vibration technology

**03** Energy-saving technology

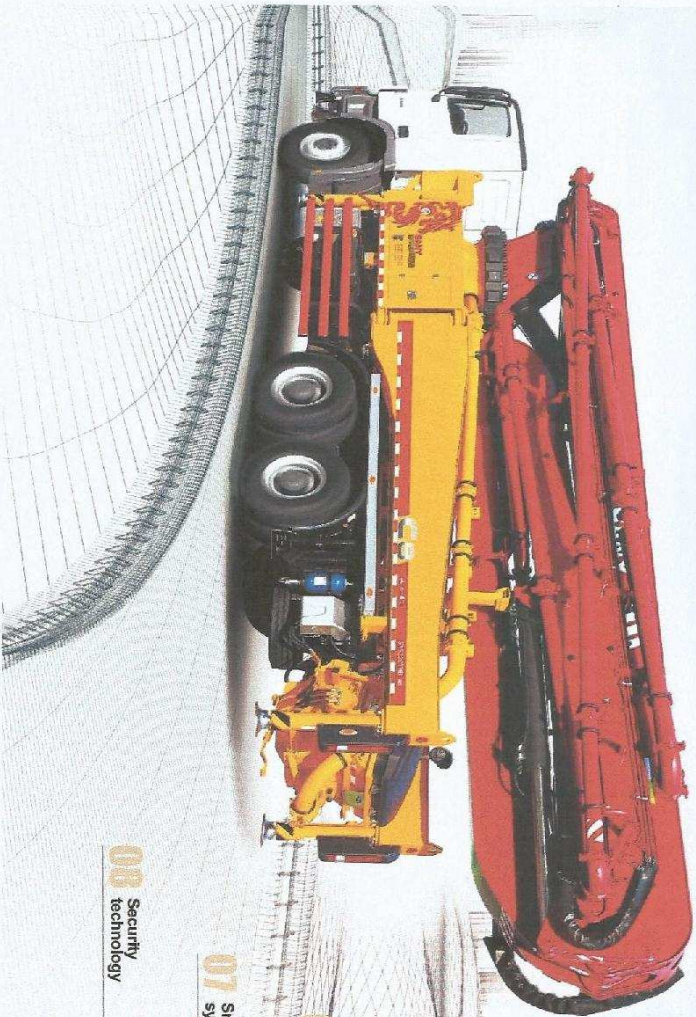
**04** Anti-swing control technology

**05** High wear-resisting parts

**06** Fault-self-diagnosis technology

**07** Smart boom system

**08** Security technology







No. 038/SP/TENO/V/2019

Surabaya, 17 Mei 2019

Kepada Yth.  
**Kepala Departemen**  
**Teknik Infrastruktur Sipil**  
**Institut Teknologi sepuluh Nopember**

**PENAWARAN HARGA PEKERJAAN PEMANCANGAN**  
Proyek Pembangunan Struktur Gedung Prasarana Pendidikan Profesi Guru UNESA

Dengan hormat,

Bersama ini kami berikan Penawaran Harga Pekerjaan Pemancangan untuk proyek tersebut diatas, dengan perincian sebagai berikut :

No	Uraian pekerjaan	Dimensi Pile	Panjang Tiang	Section (m)	Volume	Harga Satuan (Rp)	Jumlah (Rp.)
<b>PEMANCANGAN DENGAN INJECTION (P.ULT = 120 TON)</b>							
1	Mob./Demob. Silent Pile System	-	-	-	1 unit	70.000.000 /unit	70.000.000
2	Supply Tiang Pancang	Ø 40	@ 25	(15+10)	215 titik	275.000 /m'	1.478.125.000
3	Pemancangan	Ø 40	@ 25	(15+10)	215 titik	70.000 /m'	376.250.000
4	Load Unload + Handling	Ø 40	@ 25	(15+10)	215 titik	7.500 /m'	40.312.500
5	Joint Welding	Ø 40	@ 25	(15+10)	215 joint	100.000 /joint	21.500.000
<b>TOTAL PEMANCANGAN</b>							<b>1.986.187.500</b>

**Catatan :**

- Harga tersebut diatas belum termasuk PPN 10 %.
- Harga supply tiang pancang dengan kondisi FOT (Franco On Truct) dilokasi proyek, untuk penurunan tiang dari atas truk ke site menjadi tanggung jawab kontraktor pemancangan.
- Harga diatas dengan kondisi belum dilakukan survey ke lokasi proyek.
- Harga pemancangan tersebut adalah harga pemancangan tegak lurus. (Bukan Raking pile)
- Akses jalan masuk ke proyek disiapkan oleh pemberi tugas.
- Harga diatas sudah termasuk Safety standart PT. Teno, tetapi belum termasuk biaya sertifikasi untuk personel dan peralatan pemancangan.
- Harga di atas belum termasuk izin - izin lokasi di sekitar proyek. Semua izin-izin yang diperlukan untuk pelaksanaan proyek menjadi tanggung jawab pemberi tugas.
- Harga Joint welding adalah menggunakan spesifikasi PT. Teno Indonesia. (Kawat las AWS 7016)
- Pekerjaan tersebut di atas tidak termasuk **Potong tiang** karena kondisi apapun, termasuk karena moving/sequence alat pancang, apabila diperlukan dikenakan Rp. 250.000,-/titik.  
(tidak termasuk buang sisa potongan tiang)
- Harga diatas belum termasuk biaya **Dolly/Ruyung**, bila diperlukan dikenakan biaya 1,5 x biaya pemancangan  
Perhitungan biaya dolly/ruyung, ≤ 1 m dianggap 1 meter dan lebih dari 1 meter diperhitungkan sesuai actual.
- Asuransi baik CAR maupun TPL dan deductibilitynya adalah menjadi tanggung jawab pemberi tugas.
- Pekerjaan tersebut diatas tidak termasuk **Redriving** karena sebab apapun, termasuk apabila terjadi **Pile Heaving**.  
Apabila diperlukan dikenakan biaya Rp. 300.000,-/titik.
- Penentuan titik pemancangan (uitzet + monitoring) menjadi tanggung jawab pihak pemberi tugas.
- Harga diatas belum termasuk biaya **Predrilling**, apabila diperlukan.
- Lahan pemancangan harus rata, padat, bebas dari bekas pondasi lama, pipa, dll, dan perbaikan lahan selama pekerjaan pemancangan, disiapkan oleh pemberi tugas.
- Pengaruh akibat pemancangan menjadi tanggung jawab pihak pemberi tugas.
- Jumlah pekerjaan pemancangan dihitung dari tiang yang terangkat, sedangkan untuk supply tiang pancang dihitung berdasarkan tiang yang telah terproduksi.
- Apabila terjadi Idle Time dari pihak pemberi tugas, maka dikenakan biaya Rp. 5.000.000,-/alat/hari
- Konfirmasi pemancangan dilakukan 3 minggu sebelumnya dengan mengeluarkan SPK (Surat Perintah Kerja).
- Harga sewaktu - waktu dapat berubah bila terjadi perubahan harga bahan bakar minyak, dan moneter dari pemerintah walaupun kontrak telah ditandatangani




- 21 Spesifikasi Tiang Pancang :
- Dimensi Tiang :  $\varnothing 40$
  - Mutu Beton : Prestress,  $F_c' = 500 \text{ Kgf/cm}^2$  (setara K-600)
  - Semen : Tipe 1
  - Jenis Tiang : Bottom = Ujung Pensil + End Plate  
: Top = End Plate + No End Plate
- 22 Sistem pembayaran :
- DP 40% dari harga kontrak, dibayarkan pada saat kontrak ditandatangani
  - Progress lapangan 2 minggu dibayarkan paling lambat 1 minggu setelah invoice masuk.
  - Apabila terjadi keterlambatan pembayaran akan dikenakan denda sebesar 1‰ per hari atau maksimal 5 % dari nilai kontrak.
- 23 Penawaran harga pekerjaan pemancangan diatas, merupakan 1 paket dengan supply tiang pancang.
- 24 Kontrak antara Pekerjaan Pemancangan dan Supply Tiang Pancang dibuat terpisah.
- 25 Produksi tiang akan dilaksanakan setelah DP diterima.
- 26 Penawaran berlaku sampai dengan tanggal **24 Mei 2019**

Demikian surat kami, atas perhatian dan kerjasamanya kami ucapkan terimakasih.

Hormat Kami,

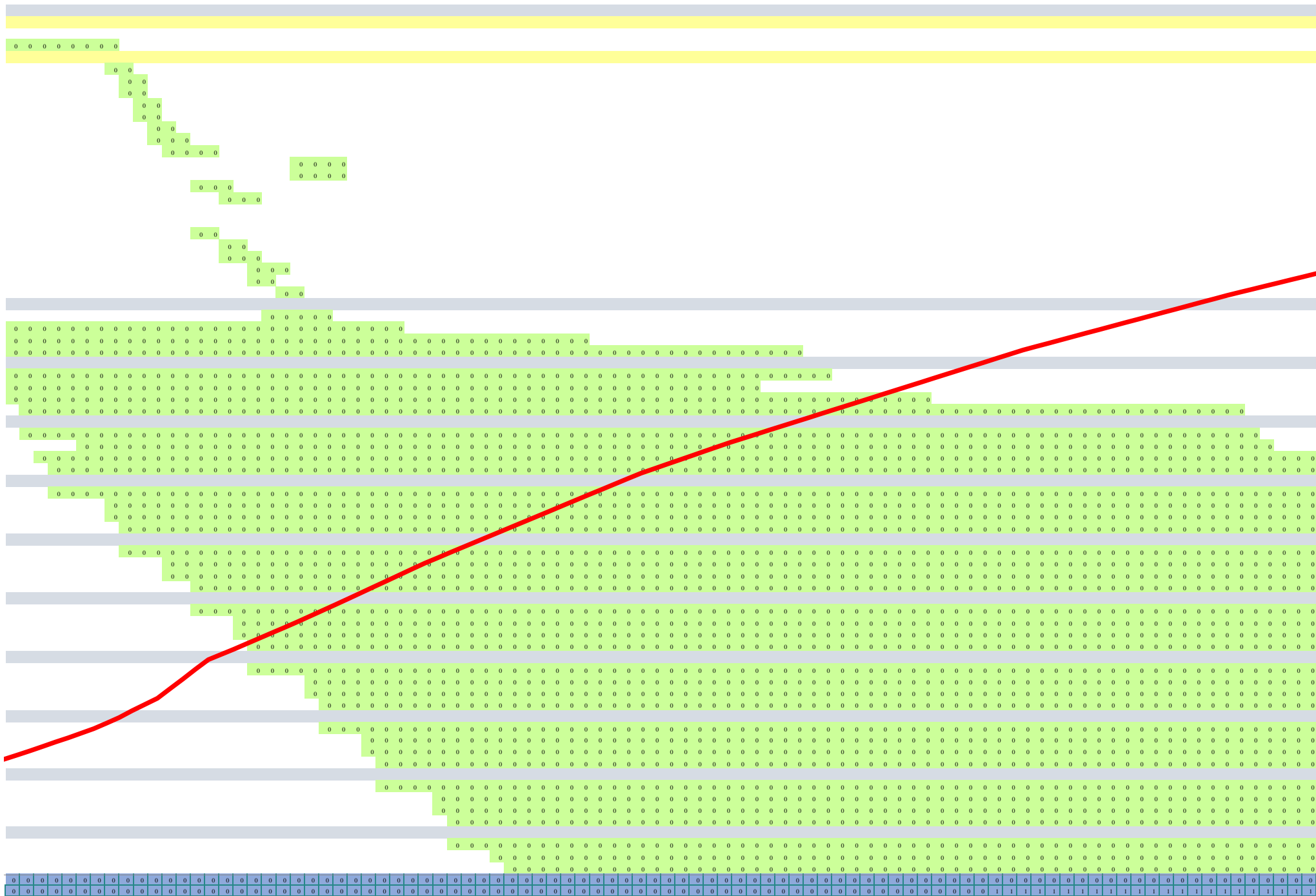
**PT. TERAPAN NILAIOSILASI INDONESIA**



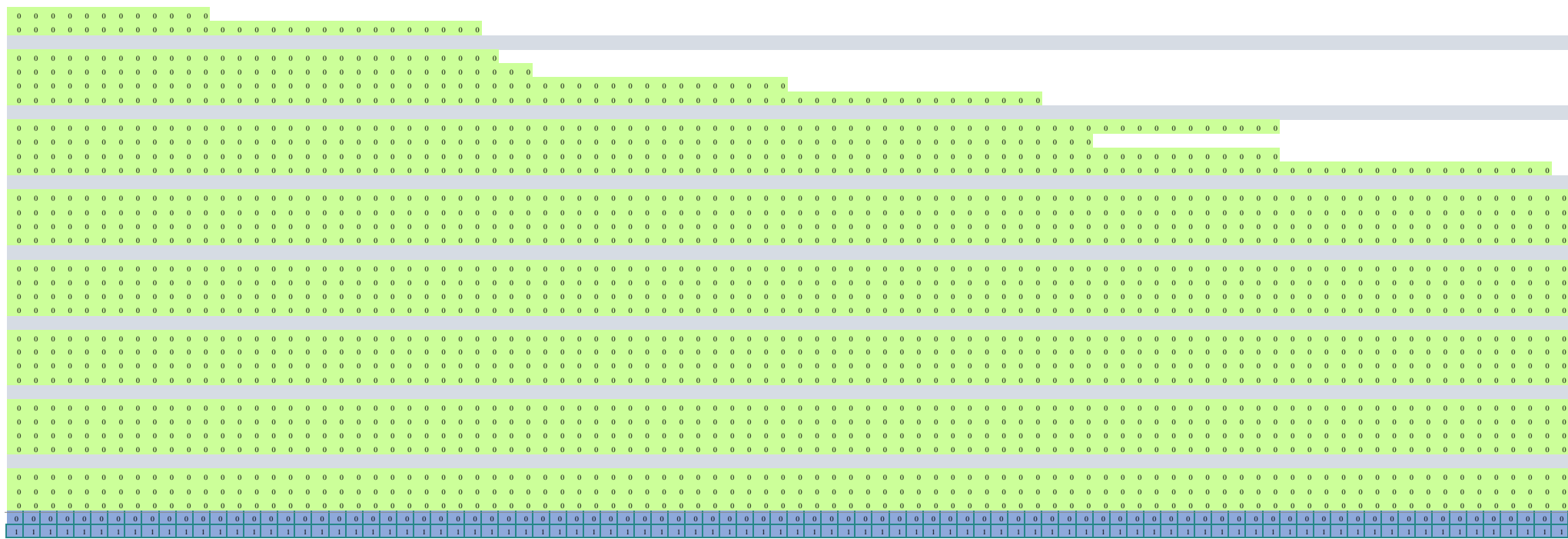
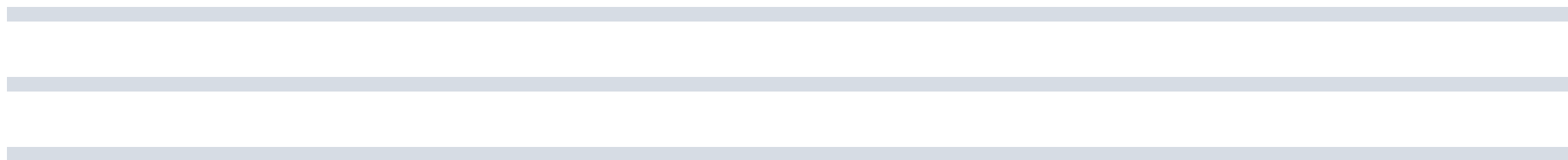
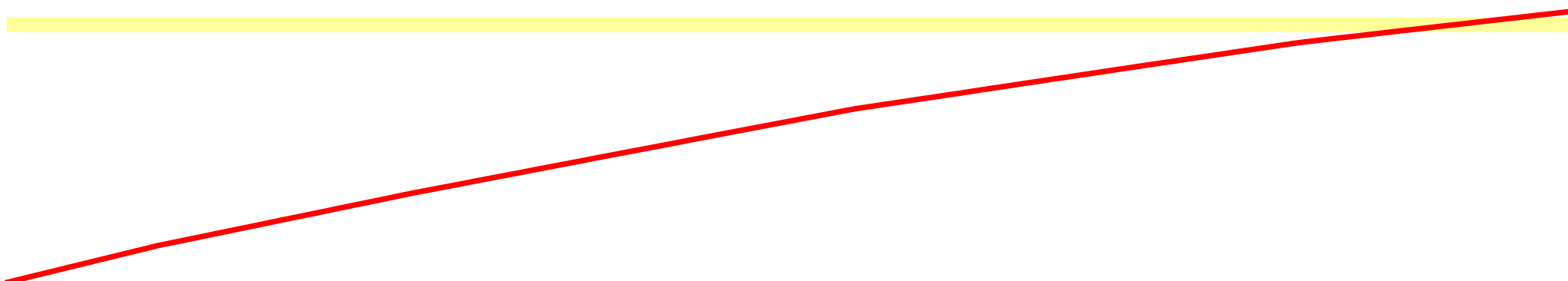
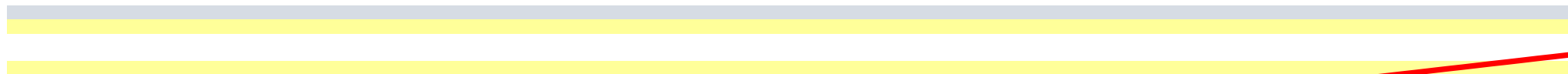
**Edah Ratnasari**  
Marketing Manager



Maret															April															Mei																																																													
28	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30



Juni																															Juli																															Agustus																														
31	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	







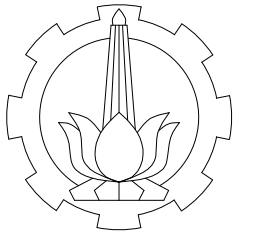
## LAMPIRAN SHOPDRAWING TUGAS AKHIR TERAPAN - VC 181711

### PERHITUNGAN WAKTU DAN BIAYA PELAKSANAAN PROYEK PEMBANGUNAN GEDUNG PRASARANA PENDIDIKAN PROFESI GURU UNIVERSITAS NEGERI SURABAYA DENGAN METODE *HALF SLAB*

ICCO CANDRA ISMAWATI  
NRP. 10 11 18 15 00 00 48

DOSEN PEMBIMBING  
RADEN BUYUNG ANUGERAHA 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



PROGRAM STUDI DIPLOMA 4  
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
FAKULTAS VOKASI  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

### JUDUL TUGAS AKHIR

Perhitungan Waktu dan Biaya  
Pelaksanaan Pembangunan Struktur  
Gedung Prasarana Pendidikan Profesi  
Guru Universitas Negeri Surabaya  
dengan Modifikasi Pelat Half Slab

### DOSEN PEMBIMBING

R. Buyung Anugraha A. ST.,MT  
NIP. 19740203 200212 1 002

### NAMA MAHASISWA

Icco Candra Ismawati  
10111815000048

### NAMA GAMBAR

KEYPLAN  
PONDASI/SLOOF  
1 : 100

### Konsultan Perencana

**PT. INTI EKA FAJAR KONSULTAN**  
Komp. Rungtut YKP RL 2 No. 13 Surabaya - 60293  
Phone : (031) 8702273, 8704580  
Fax : (031) 8704580  
e-mail : ief\_kons@hotmmail.com

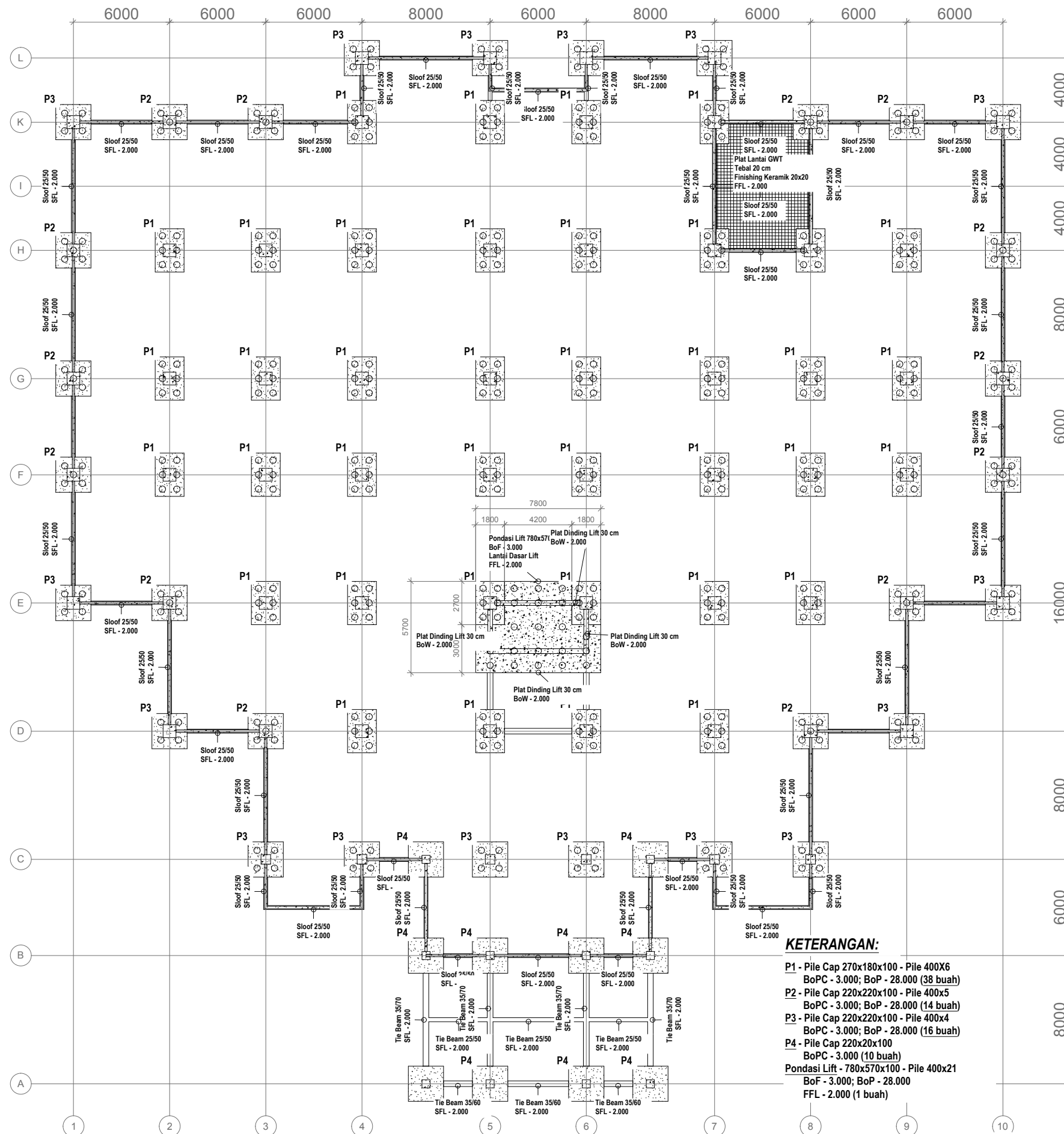
### Sumber :



### Keterangan :

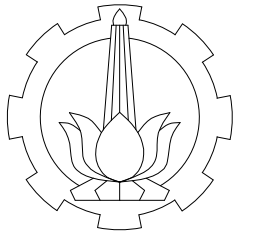
#### KETERANGAN:

- P1 - Pile Cap 270x180x100 - Pile 400x6  
BoPC - 3.000; BoP - 28.000 (38 buah)
- P2 - Pile Cap 220x220x100 - Pile 400x5  
BoPC - 3.000; BoP - 28.000 (14 buah)
- P3 - Pile Cap 220x220x100 - Pile 400x4  
BoPC - 3.000; BoP - 28.000 (16 buah)
- P4 - Pile Cap 220x20x100  
BoPC - 3.000 (10 buah)
- Pondasi Lift - 780x570x100 - Pile 400x21  
BoF - 3.000; BoP - 28.000  
FFL - 2.000 (1 buah)



KODE GBR.	NO. LEMBAR	JML. LEMBAR
STR	01	55





PROGRAM STUDI DIPLOMA 4  
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
FAKULTAS VOKASI  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

### JUDUL TUGAS AKHIR

Perhitungan Waktu dan Biaya  
Pelaksanaan Pembangunan Struktur  
Gedung Prasarana Pendidikan Profesi  
Guru Universitas Negeri Surabaya  
dengan Modifikasi Pelat Half Slab

### DOSEN PEMBIMBING

R. Buyung Anugraha A. ST.,MT  
NIP. 19740203 200212 1 002

### NAMA MAHASISWA

Icco Candra Ismawati  
10111815000048

### NAMA GAMBAR

RENCANA  
BALOK LT. 1

1 : 100

### Konsultan Perencana

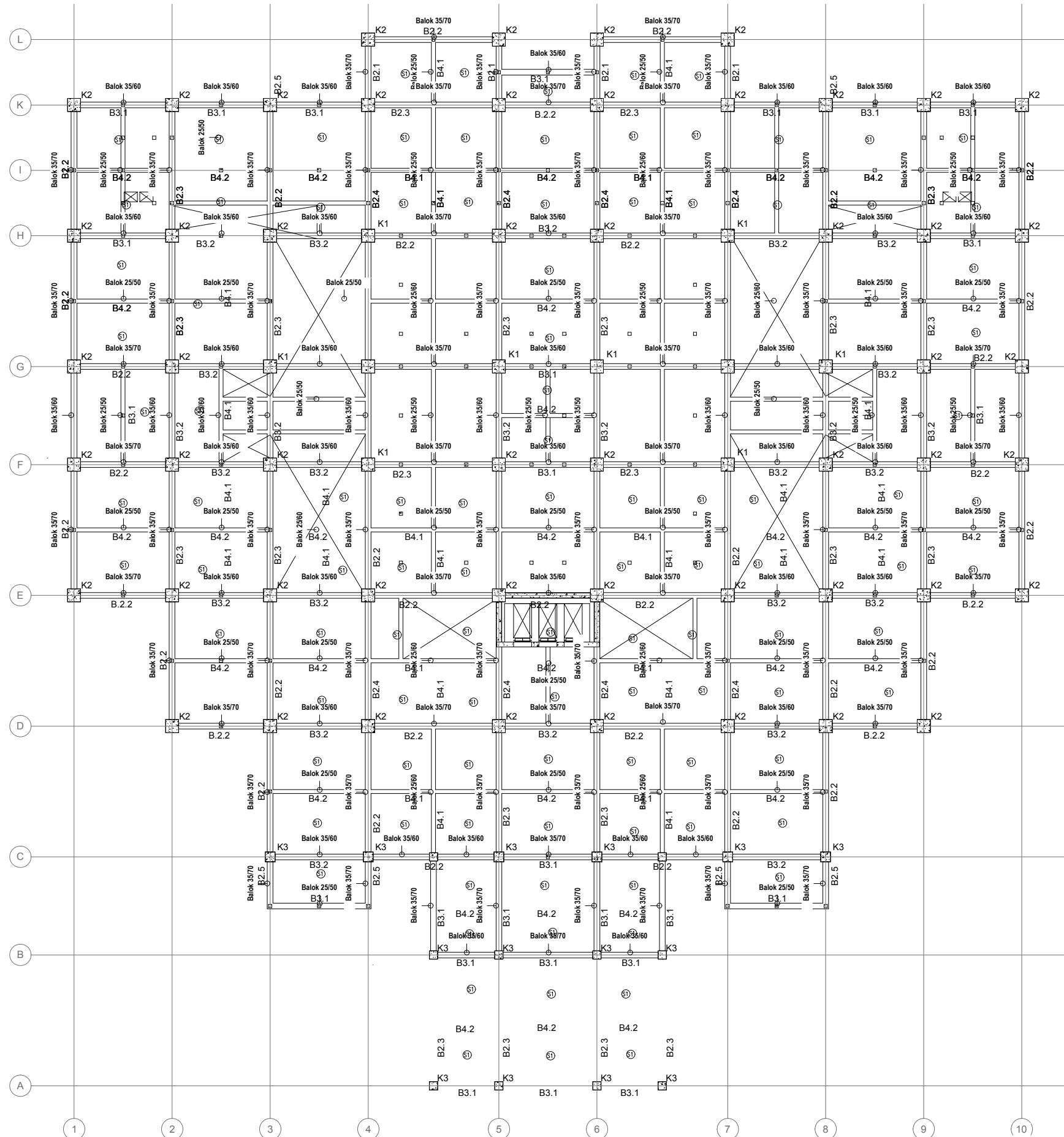


PT. INTI EKA FAJAR KONSULTAN  
Komp. Rungtut YKP RL.2 No. 13 Surabaya - 60293  
Phone : (031) 8702273, 8704580  
Fax : (031) 8704580  
e-mail : int\_ekafaj@hotmail.com

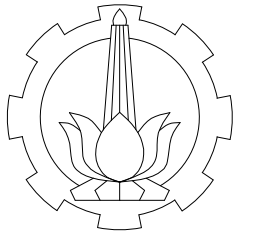
### Sumber :



### Keterangan :



KODE GBR.	NO. LEMBAR	JML. LEMBAR
STR	02	55



PROGRAM STUDI DIPLOMA 4  
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
FAKULTAS VOKASI  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

### JUDUL TUGAS AKHIR

Perhitungan Waktu dan Biaya  
Pelaksanaan Pembangunan Struktur  
Gedung Prasarana Pendidikan Profesi  
Guru Universitas Negeri Surabaya  
dengan Modifikasi Pelat Half Slab

### DOSEN PEMBIMBING

R. Buyung Anugraha A. ST.,MT  
NIP. 19740203 200212 1 002

### NAMA MAHASISWA

Icco Candra Ismawati  
10111815000048

### NAMA GAMBAR

RENCANA  
BALOK LT. 2  
1 : 100

### Konsultan Perencana

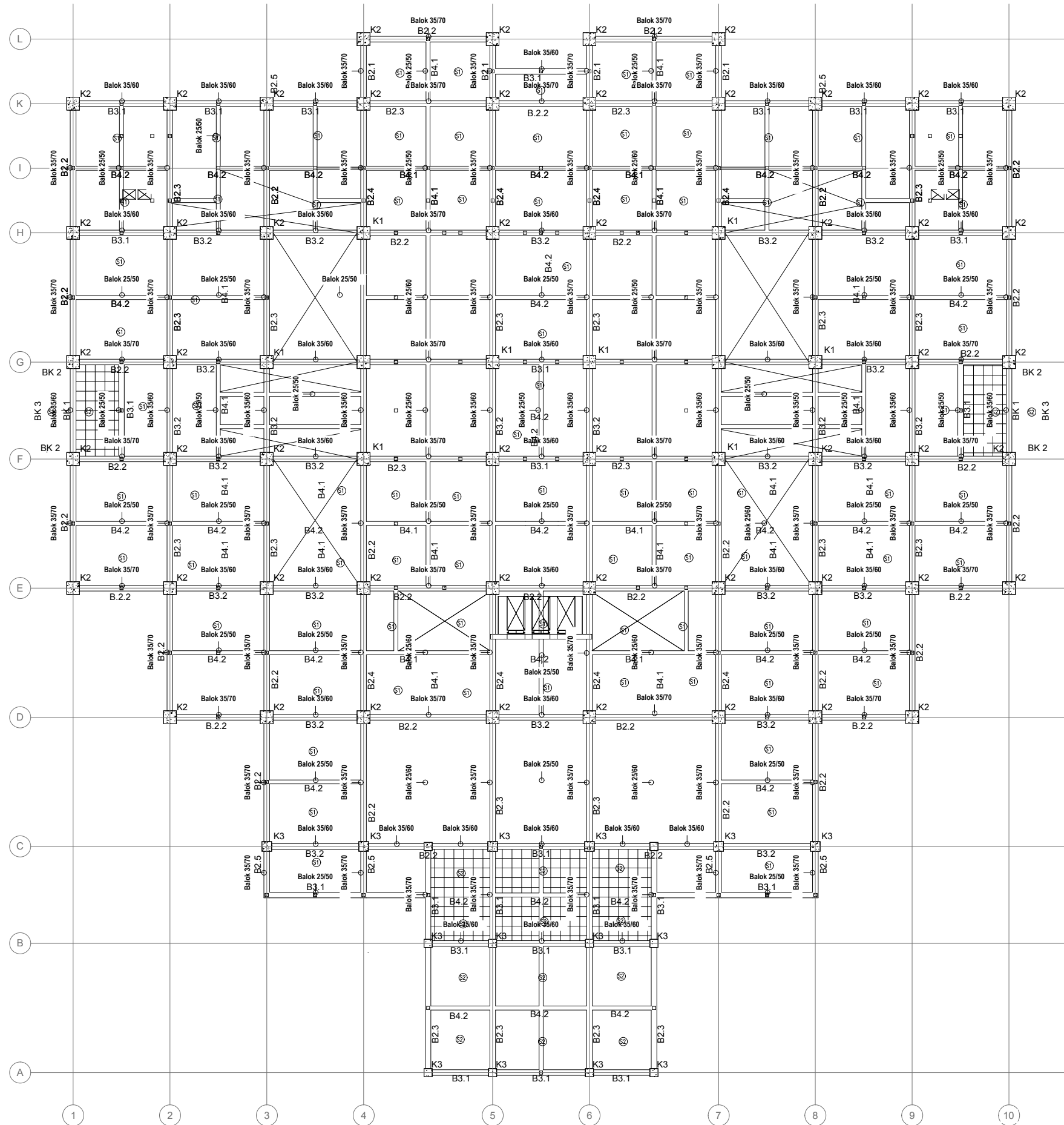


PT. INTI EKA FAJAR KONSULTAN  
Komp. Rungtut YKP RL.2 No. 13 Surabaya - 60293  
Phone : (031) 8702273, 8704580  
Fax : (031) 8704580  
e-mail : inf\_kons@hotmail.com

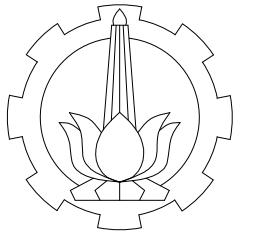
### Sumber :



### Keterangan :



KODE GBR.	NO. LEMBAR	JML. LEMBAR
STR	03	55



PROGRAM STUDI DIPLOMA 4  
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
FAKULTAS VOKASI  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

### JUDUL TUGAS AKHIR

Perhitungan Waktu dan Biaya  
Pelaksanaan Pembangunan Struktur  
Gedung Prasarana Pendidikan Profesi  
Guru Universitas Negeri Surabaya  
dengan Modifikasi Pelat Half Slab

### DOSEN PEMBIMBING

R. Buyung Anugraha A. ST.,MT  
NIP. 19740203 200212 1 002

### NAMA MAHASISWA

Icco Candra Ismawati  
10111815000048

### NAMA GAMBAR

RENCANA  
BALOK LT. 3  
1 : 100

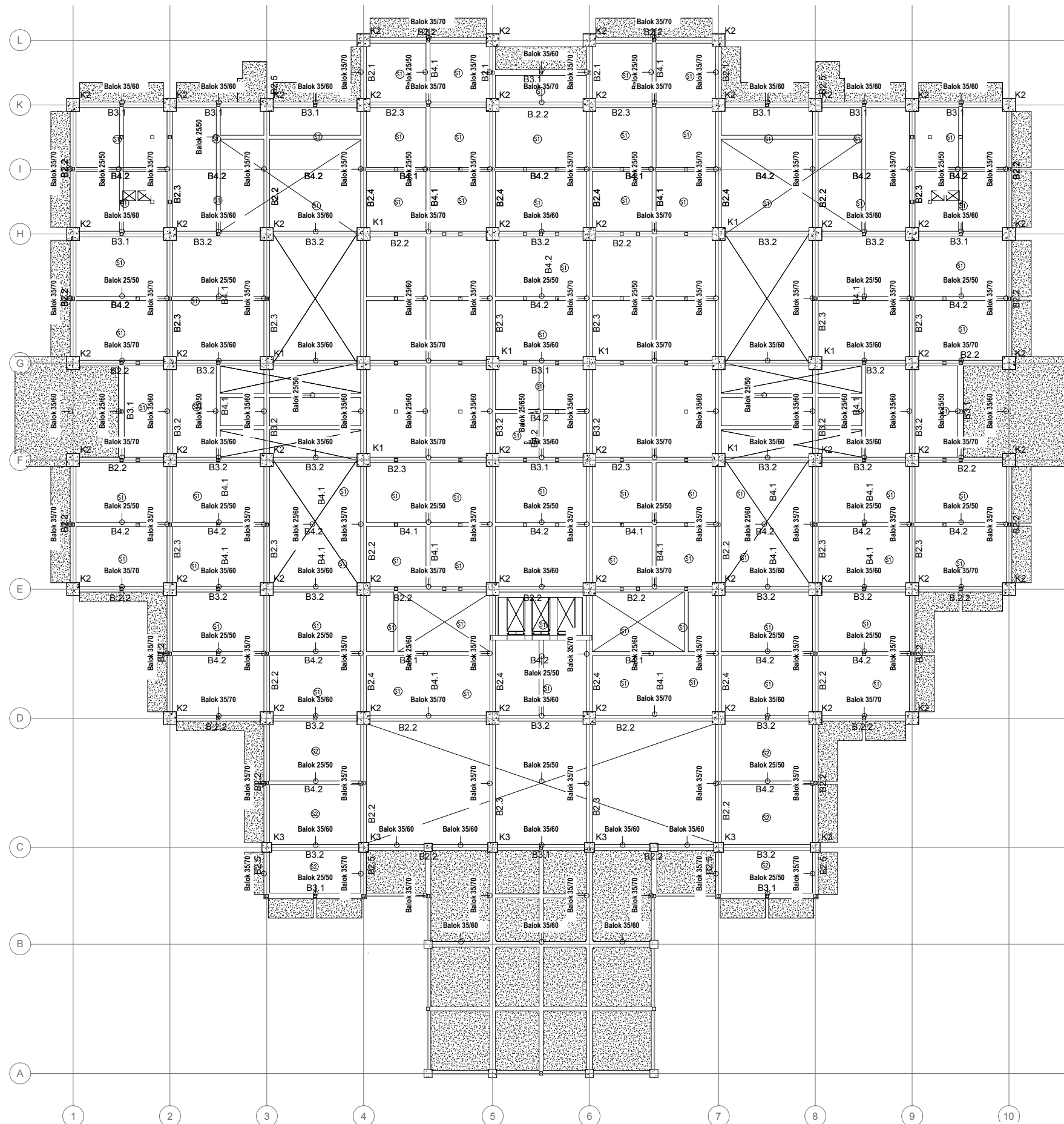
### Konsultan Perencana

 PT. INTI EKA FAJAR KONSULTAN  
Komp. Rungtut YKP RL.2 No. 13 Surabaya - 60293  
Phone : (031) 8702273, 8704580  
Fax : (031) 8704580  
e-mail : ief\_kons@gmail.com

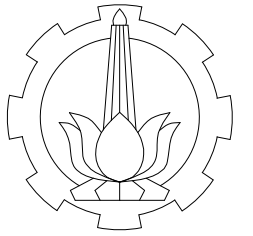
Sumber :



Keterangan :



KODE GBR.	NO. LEMBAR	JML. LEMBAR
STR	04	55



PROGRAM STUDI DIPLOMA 4  
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
FAKULTAS VOKASI  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

### JUDUL TUGAS AKHIR

Perhitungan Waktu dan Biaya  
Pelaksanaan Pembangunan Struktur  
Gedung Prasarana Pendidikan Profesi  
Guru Universitas Negeri Surabaya  
dengan Modifikasi Pelat Half Slab

### DOSEN PEMBIMBING

R. Buyung Anugraha A. ST.,MT  
NIP. 19740203 200212 1 002

### NAMA MAHASISWA

Icco Candra Ismawati  
10111815000048

### NAMA GAMBAR

RENCANA  
BALOK LT. 4

1 : 100

### Konsultan Perencana

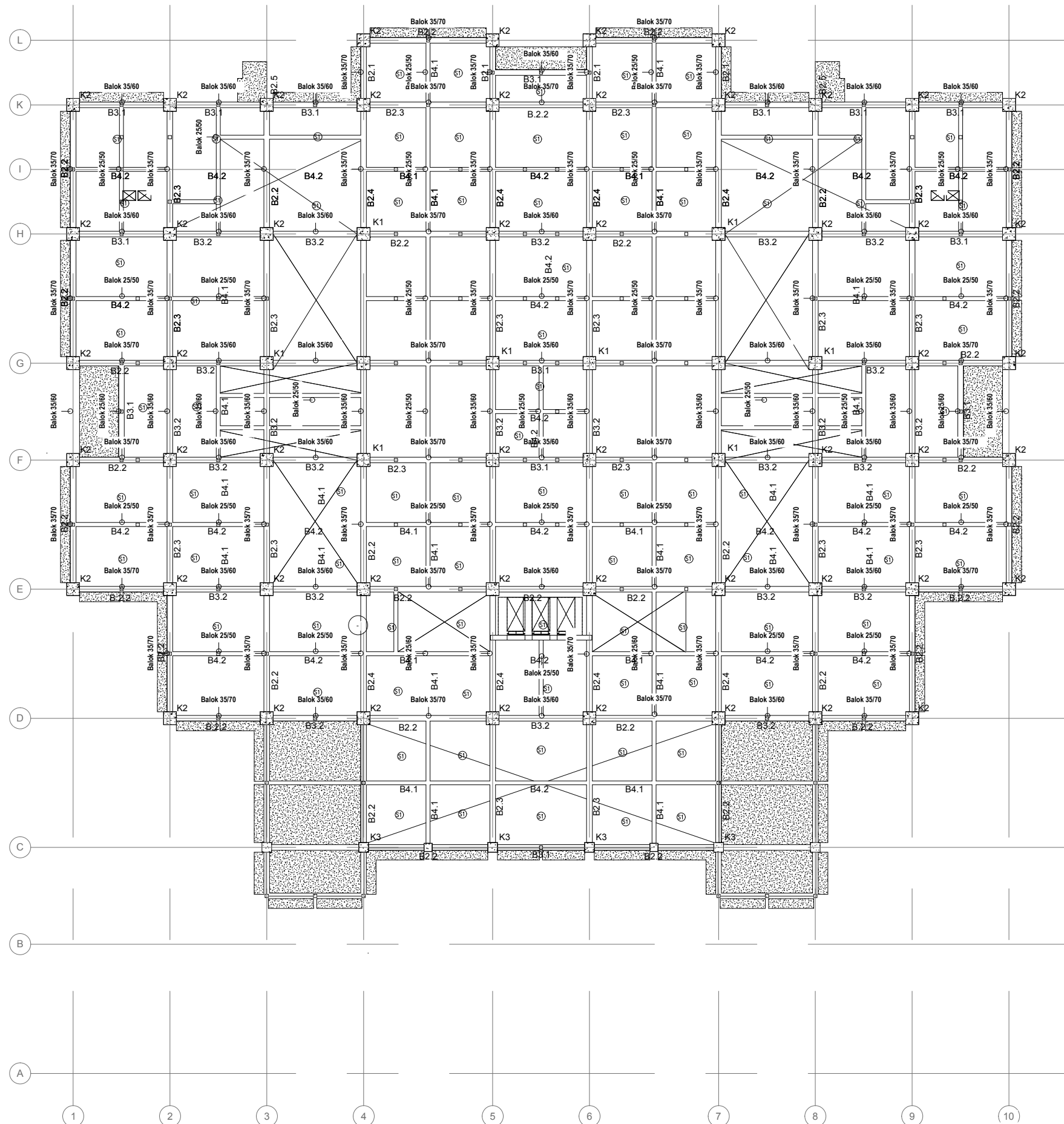


PT. INTI EKA FAJAR KONSULTAN  
Komp. Rungtut YKP RL.2 No. 13 Surabaya - 60293  
Phone : (031) 8702273, 8704580  
Fax : (031) 8704580  
e-mail : int\_ekafajar@hotmail.com

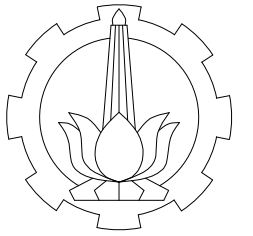
Sumber :



Keterangan :



KODE GBR.	NO. LEMBAR	JML. LEMBAR
STR	05	55



PROGRAM STUDI DIPLOMA 4  
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
FAKULTAS VOKASI  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

### JUDUL TUGAS AKHIR

Perhitungan Waktu dan Biaya  
Pelaksanaan Pembangunan Struktur  
Gedung Prasarana Pendidikan Profesi  
Guru Universitas Negeri Surabaya  
dengan Modifikasi Pelat Half Slab

### DOSEN PEMBIMBING

R. Buyung Anugraha A. ST.,MT  
NIP. 19740203 200212 1 002

### NAMA MAHASISWA

Icco Candra Ismawati  
10111815000048

### NAMA GAMBAR

RENCANA  
BALOK LT. 5  
1 : 100

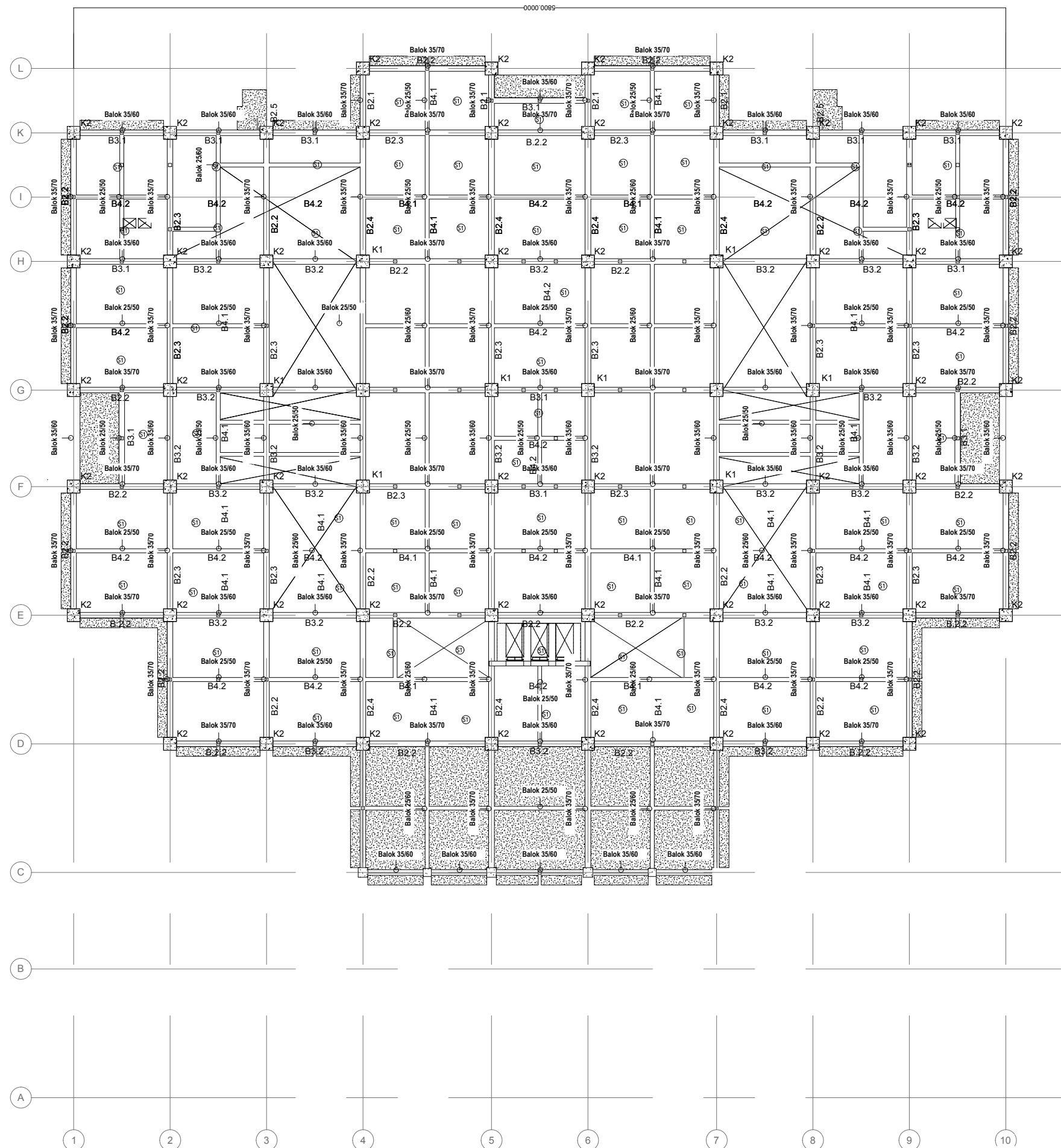
### Konsultan Perencana

 PT. INTI EKA FAJAR KONSULTAN  
Komp. Rungtut YKP RL 2 No. 13 Surabaya - 60293  
Phone : (031) 8702273, 8704580  
Fax : (031) 8704580  
e-mail : inf\_kons@hotmmail.com

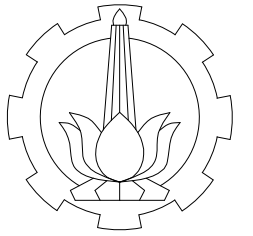
Sumber :



Keterangan :



KODE GBR.	NO. LEMBAR	JML. LEMBAR
STR	O6	55



PROGRAM STUDI DIPLOMA 4  
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
FAKULTAS VOKASI  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

### JUDUL TUGAS AKHIR

Perhitungan Waktu dan Biaya  
Pelaksanaan Pembangunan Struktur  
Gedung Prasarana Pendidikan Profesi  
Guru Universitas Negeri Surabaya  
dengan Modifikasi Pelat Half Slab

### DOSEN PEMBIMBING

R. Buyung Anugraha A. ST.,MT  
NIP. 19740203 200212 1 002

### NAMA MAHASISWA

Icco Candra Ismawati  
10111815000048

### NAMA GAMBAR

RENCANA  
BALOK LT. 6  
1 : 100

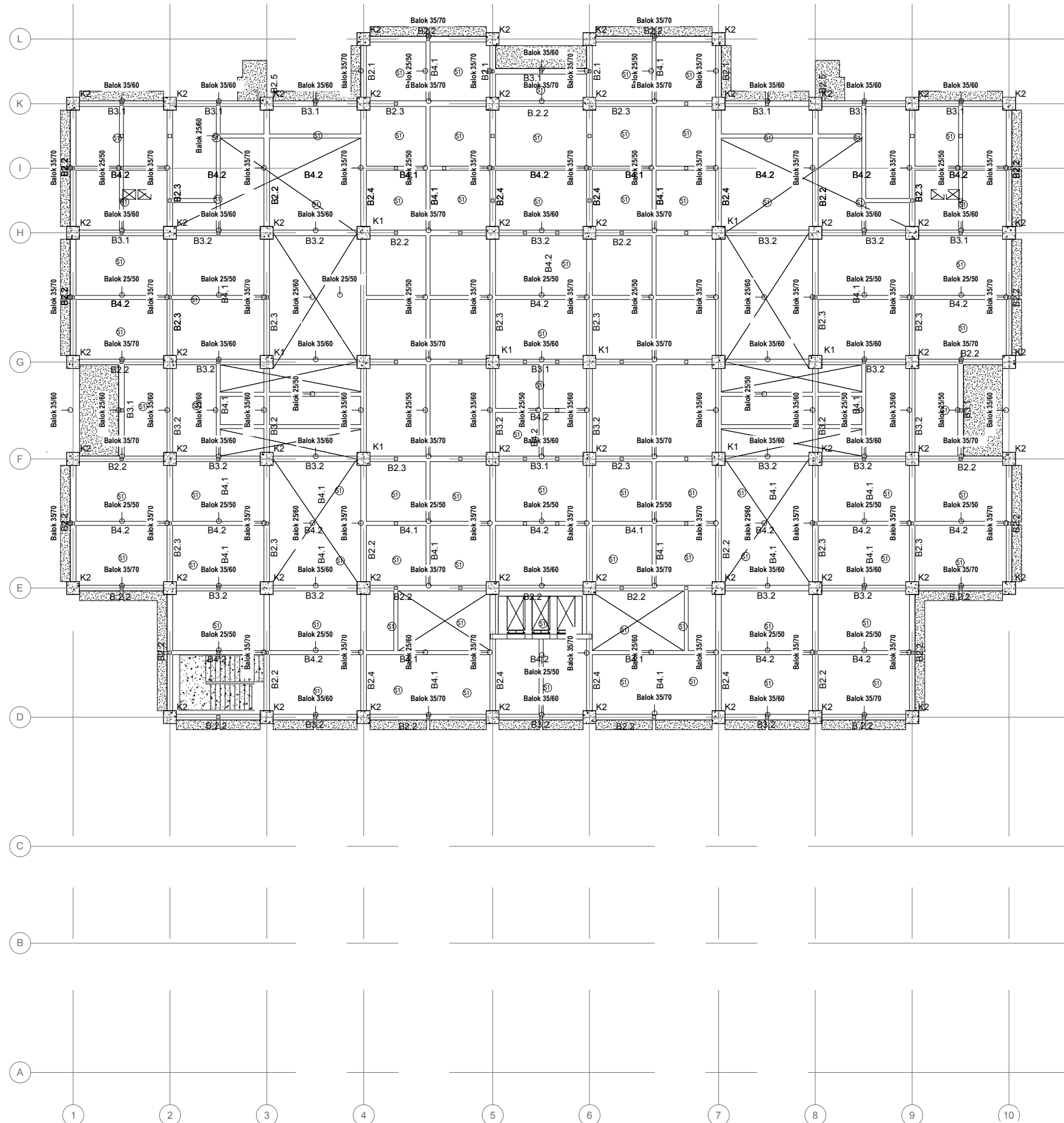
### Konsultan Perencana

 PT. INTI EKA FAJAR KONSULTAN  
Komp. Rungtut YKP RL.2 No. 13 Surabaya - 60293  
Phone : (031) 8702273, 8704580  
Fax : (031) 8704580  
e-mail : ief\_kons@hotmail.com

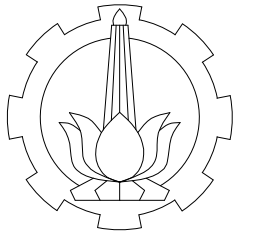
Sumber :



Keterangan :



KODE GBR.	NO. LEMBAR	JML. LEMBAR
STR	07	55



PROGRAM STUDI DIPLOMA 4  
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
FAKULTAS VOKASI  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

### JUDUL TUGAS AKHIR

Perhitungan Waktu dan Biaya  
Pelaksanaan Pembangunan Struktur  
Gedung Prasarana Pendidikan Profesi  
Guru Universitas Negeri Surabaya  
dengan Modifikasi Pelat Half Slab

### DOSEN PEMBIMBING

R. Buyung Anugraha A. ST.,MT  
NIP. 19740203 200212 1 002

### NAMA MAHASISWA

Icco Candra Ismawati  
10111815000048

### NAMA GAMBAR

RENCANA  
BALOK LT. 7  
1 : 100

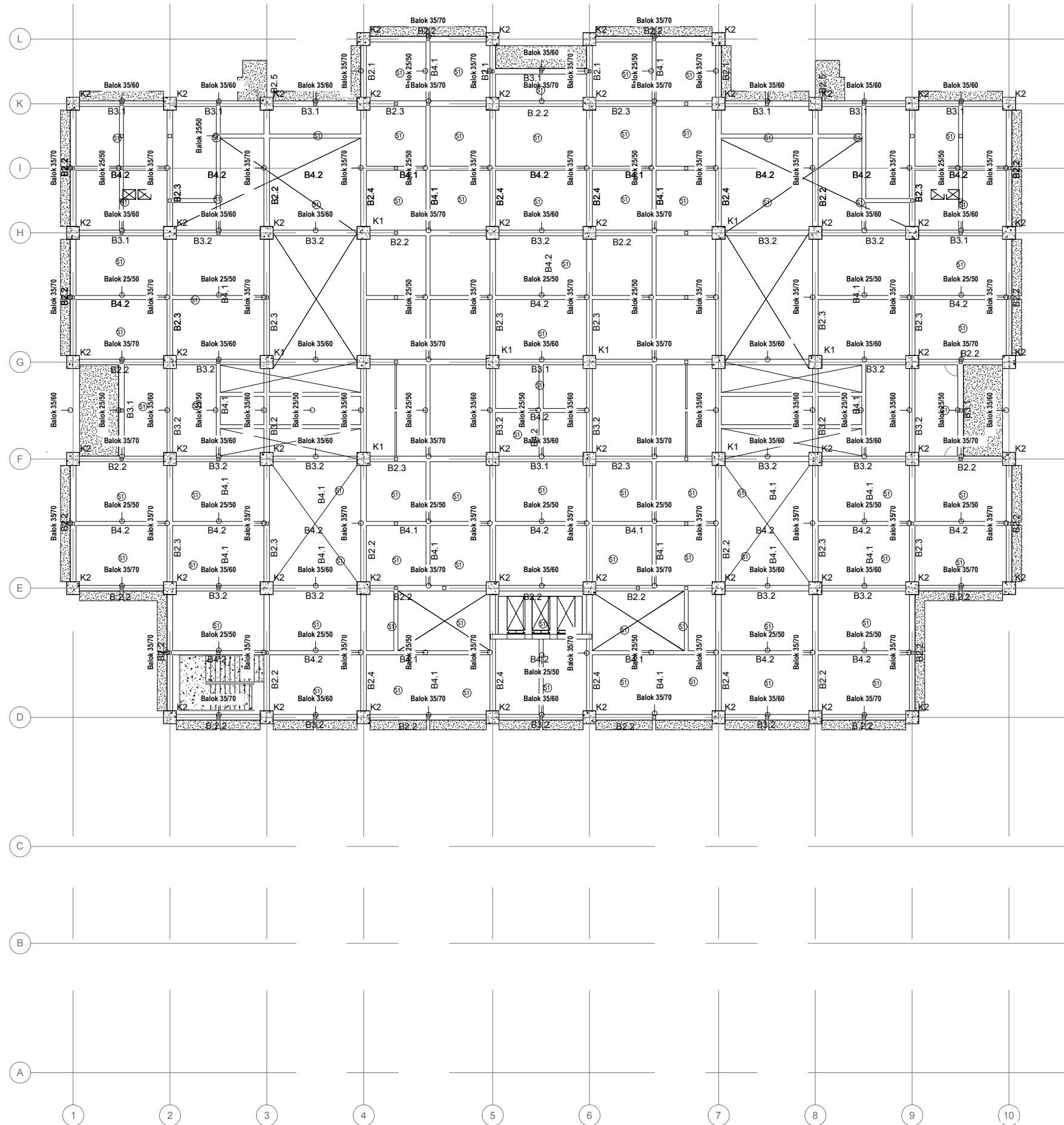
### Konsultan Perencana

 PT. INTI EKA FAJAR KONSULTAN  
Komp. Rungtut YKP RL.2 No. 13 Surabaya - 60293  
Phone : (031) 8702273, 8704580  
Fax : (031) 8704580  
e-mail : ief\_kons@hotmail.com

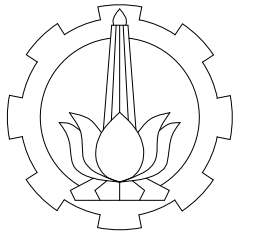
Sumber :



Keterangan :



KODE GBR.	NO. LEMBAR	JML. LEMBAR
STR	08	55



PROGRAM STUDI DIPLOMA 4  
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
FAKULTAS VOKASI  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

### JUDUL TUGAS AKHIR

Perhitungan Waktu dan Biaya  
Pelaksanaan Pembangunan Struktur  
Gedung Prasarana Pendidikan Profesi  
Guru Universitas Negeri Surabaya  
dengan Modifikasi Pelat Half Slab

### DOSEN PEMBIMBING

R. Buyung Anugraha A. ST.,MT  
NIP. 19740203 200212 1 002

### NAMA MAHASISWA

Icco Candra Ismawati  
10111815000048

### NAMA GAMBAR

RENCANA  
BALOK LT. 8  
1 : 100

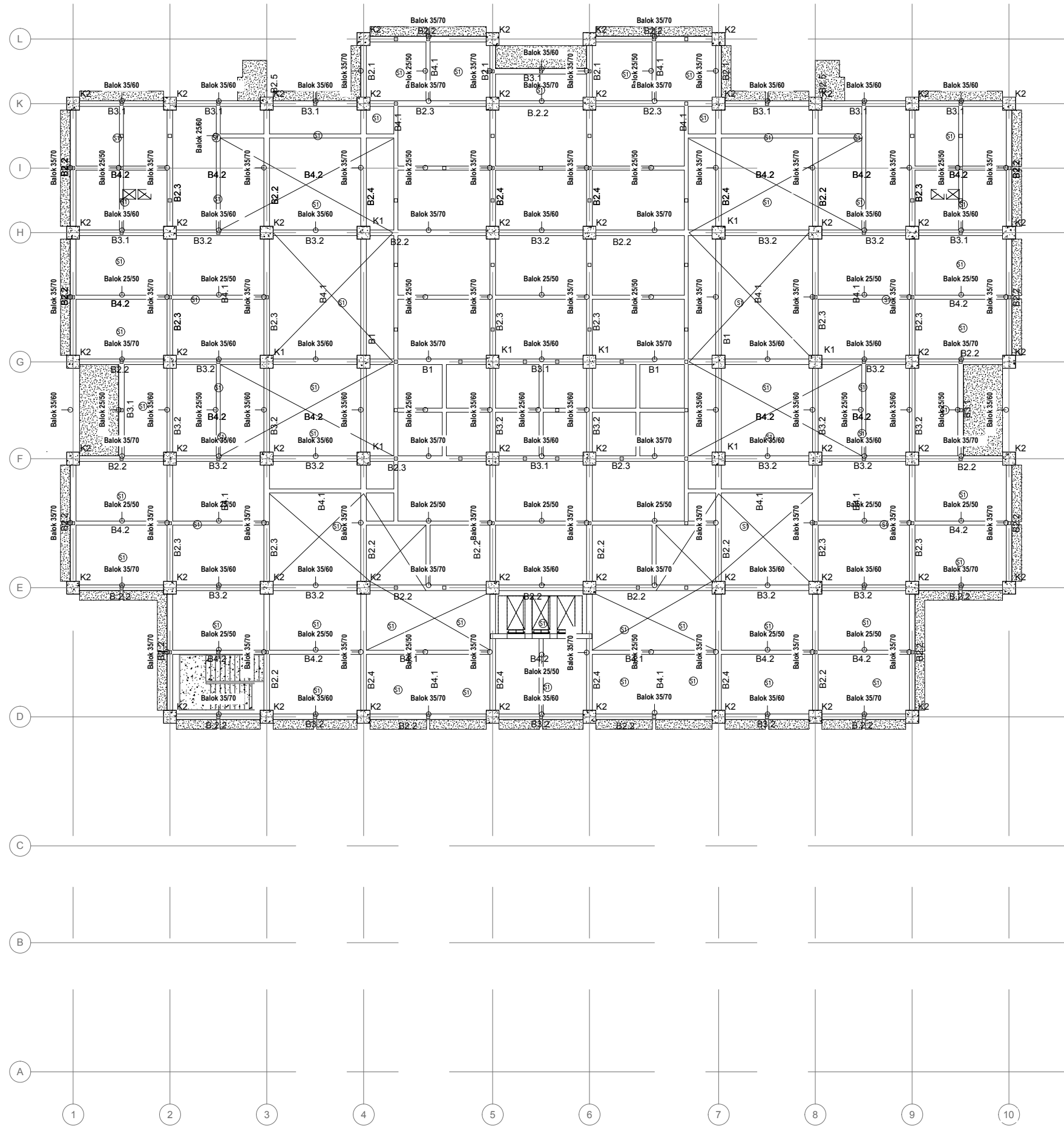
### Konsultan Perencana

 **PT. INTI EKA FAJAR KONSULTAN**  
Komp. Runglut YKP RL.2 No. 13 Surabaya - 60293  
Phone : (031) 8702273, 8704580  
Fax : (031) 8704580  
e-mail : ief\_kons@hotmail.com

Sumber :

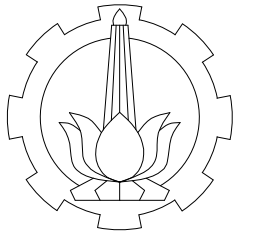


Keterangan :



KODE GBR.	NO. LEMBAR	JML. LEMBAR
STR	09	55





PROGRAM STUDI DIPLOMA 4  
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
FAKULTAS VOKASI  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

### JUDUL TUGAS AKHIR

Perhitungan Waktu dan Biaya  
Pelaksanaan Pembangunan Struktur  
Gedung Prasarana Pendidikan Profesi  
Guru Universitas Negeri Surabaya  
dengan Modifikasi Pelat Half Slab

### DOSEN PEMBIMBING

R. Buyung Anugraha A. ST.,MT  
NIP. 19740203 200212 1 002

### NAMA MAHASISWA

Icco Candra Ismawati  
10111815000048

### NAMA GAMBAR

RENCANA  
BALOK LT. 9  
1 : 100

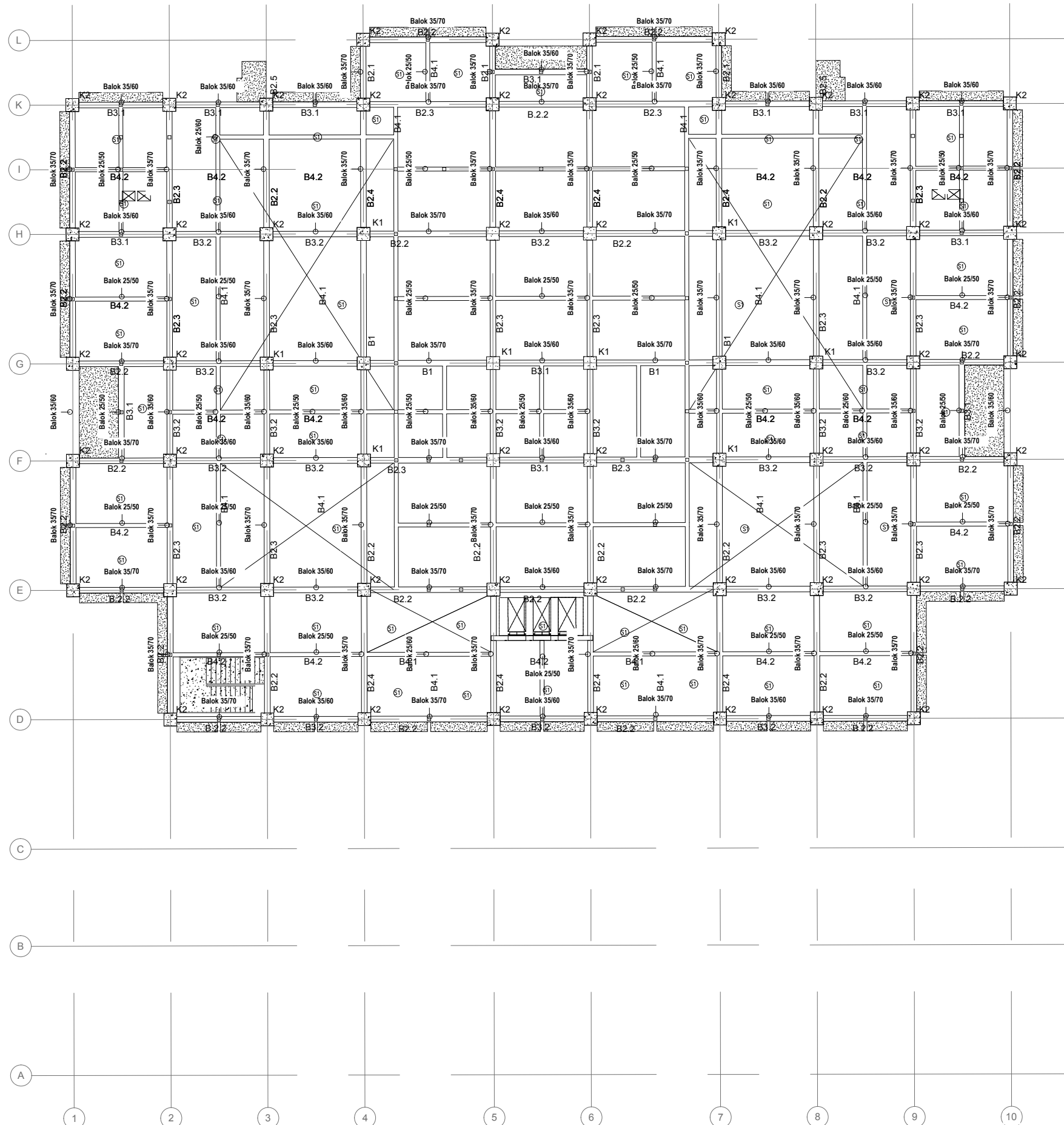
### Konsultan Perencana

 PT. INTI EKA FAJAR KONSULTAN  
Komp. Rungtut YKP RL.2 No. 13 Surabaya - 60293  
Phone : (031) 8702273, 8704580  
Fax : (031) 8704580  
e-mail : ief\_kons@hotmail.com

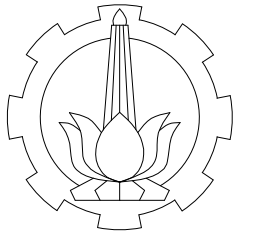
Sumber :



Keterangan :



KODE GBR.	NO. LEMBAR	JML. LEMBAR
STR	10	55



PROGRAM STUDI DIPLOMA 4  
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
FAKULTAS VOKASI  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

### JUDUL TUGAS AKHIR

Perhitungan Waktu dan Biaya  
Pelaksanaan Pembangunan Struktur  
Gedung Prasarana Pendidikan Profesi  
Guru Universitas Negeri Surabaya  
dengan Modifikasi Pelat Half Slab

### DOSEN PEMBIMBING

R. Buyung Anugraha A. ST.,MT  
NIP. 19740203 200212 1 002

### NAMA MAHASISWA

Icco Candra Ismawati  
10111815000048

### NAMA GAMBAR

RENCANA  
BALOK PLAT ATAP  
1:100

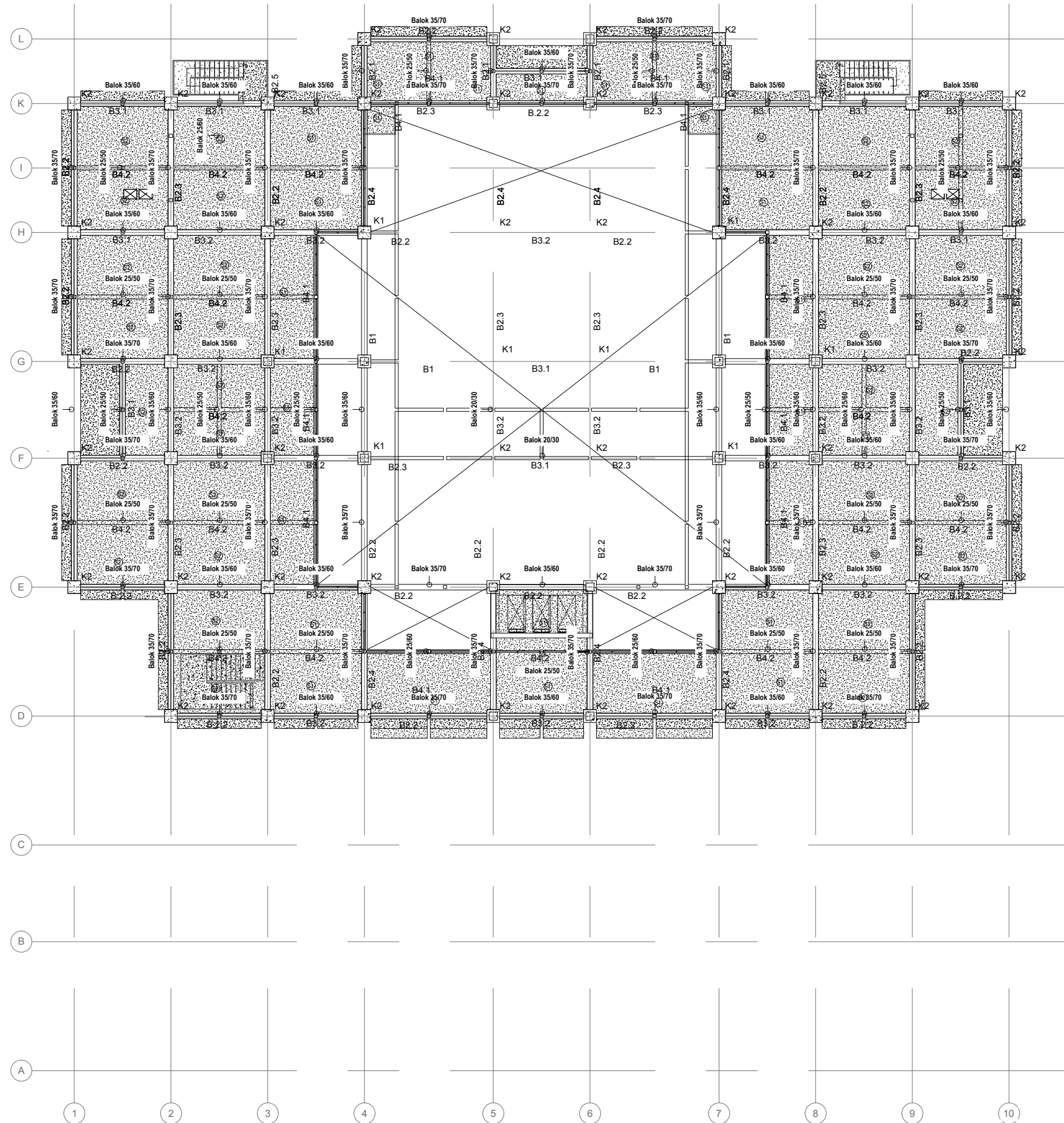
### Konsultan Perencana

 PT. INTI EKA FAJAR KONSULTAN  
Komp. Rungtut YKP RL 2 No. 13 Surabaya - 60293  
Phone : (031) 8702273, 8704580  
Fax : (031) 8704580  
e-mail : ief\_kons@hotmail.com

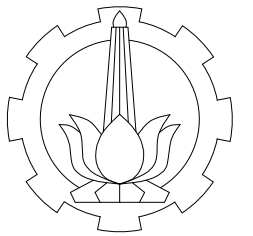
Sumber :



Keterangan :



KODE GBR.	NO. LEMBAR	JML. LEMBAR
STR	11	55



PROGRAM STUDI DIPLOMA 4  
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
FAKULTAS VOKASI  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

**JUDUL TUGAS AKHIR**

Perhitungan Waktu dan Biaya  
Pelaksanaan Pembangunan Struktur  
Gedung Prasarana Pendidikan Profesi  
Guru Universitas Negeri Surabaya  
dengan Modifikasi Pelat Half Slab

**DOSEN PEMBIMBING**

R. Buyung Anugraha A. ST.,MT  
NIP. 19740203 200212 1 002

**NAMA MAHASISWA**

Icco Candra Ismawati  
10111815000048

**NAMA GAMBAR**

KEY PLAN PONDASI  
TIANG PANCANG  
1 : 100

**Konsultan Perencana**

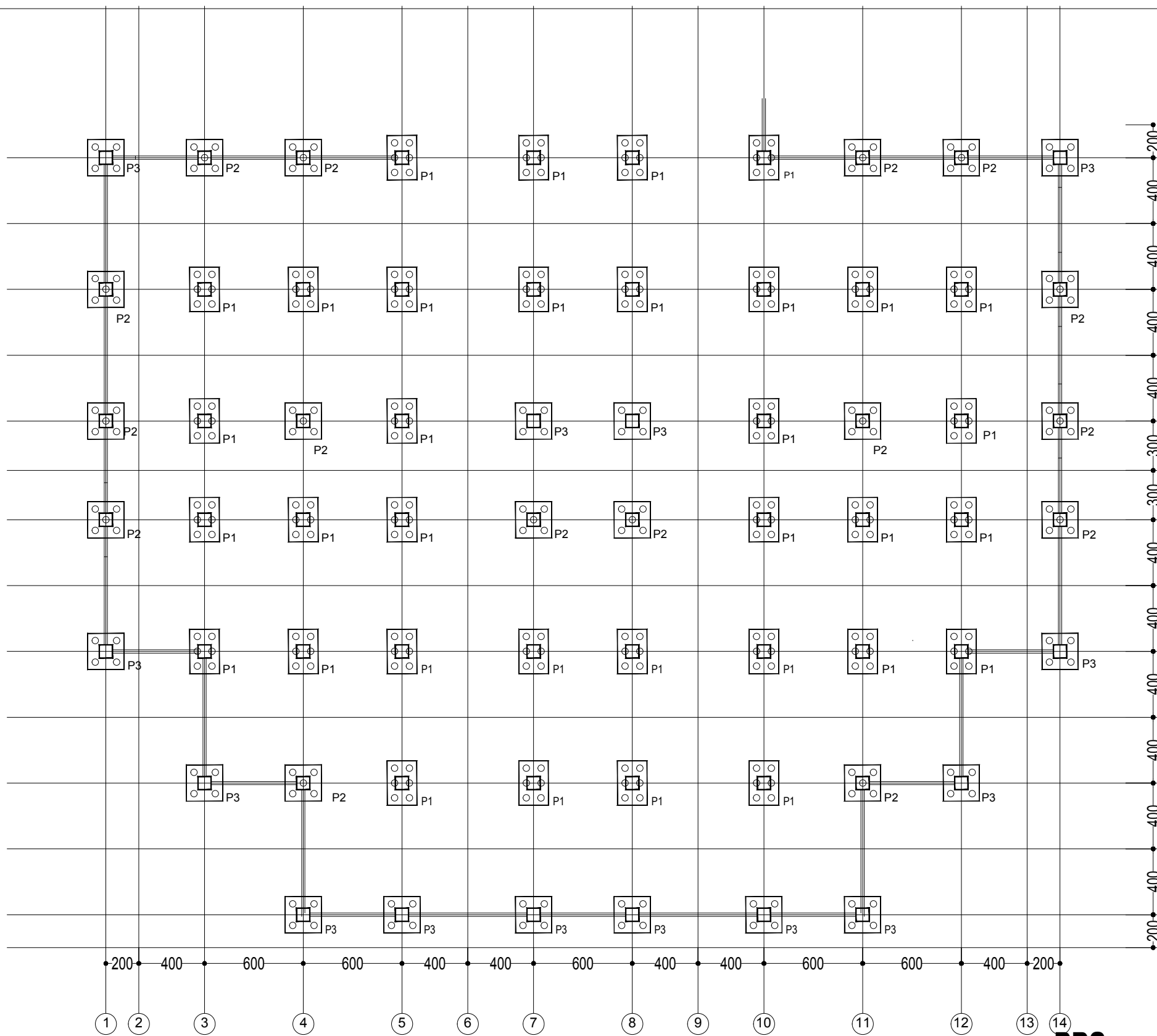
**PT. INTI EKA FAJAR KONSULTAN**  
Komp. Runglut YKP RL 2 No. 13 Surabaya - 60293  
Phone : (031) 8702273, 8704580  
Fax : (031) 8704580  
e-mail : ief\_kons@hotmail.com

Sumber :

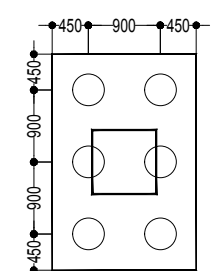


Keterangan :

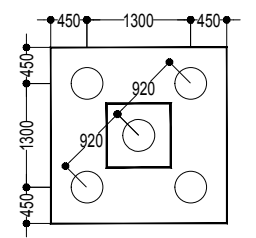
KODE GBR.	NO. LEMBAR	JML. LEMBAR
STR	12	55



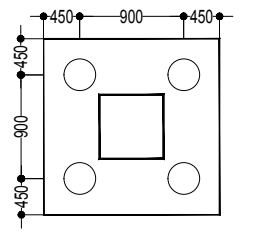
**KEYPLAN PONDASI TIANG PANCANG PPS**  
1 : 100



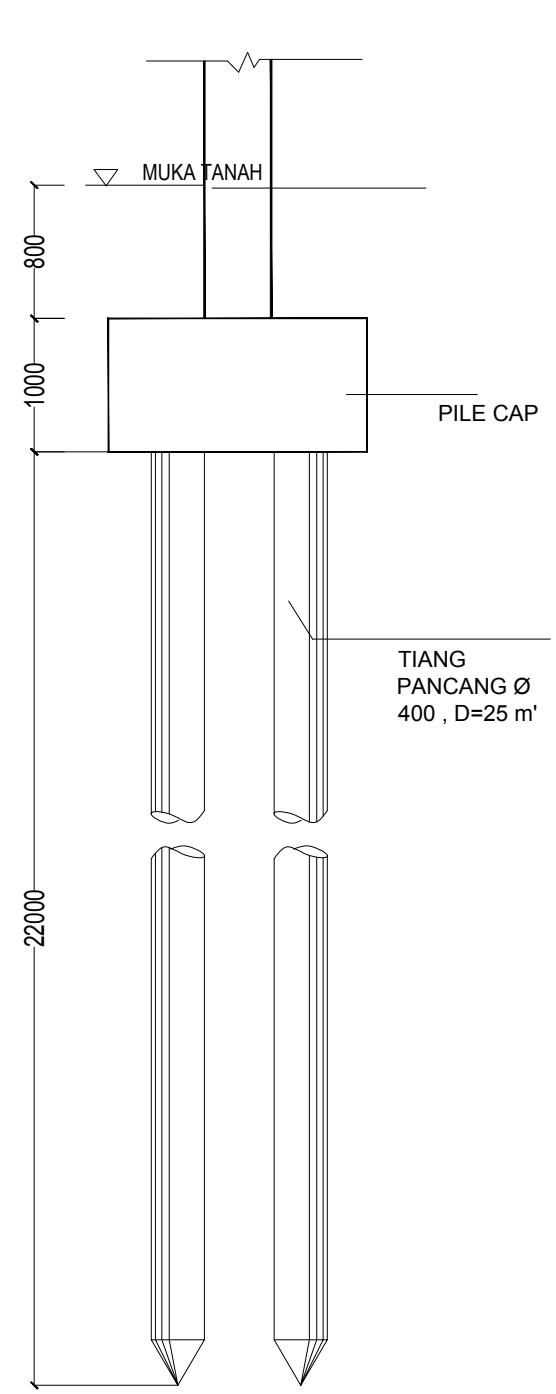
**PONDASI TYPE 1**  
1 : 60

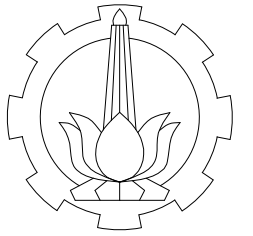


**PONDASI TYPE 2**  
1 : 60



**PONDASI TYPE 3**  
1 : 60





PROGRAM STUDI DIPLOMA 4  
 DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
 FAKULTAS VOKASI  
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

**JUDUL TUGAS AKHIR**

Perhitungan Waktu dan Biaya  
 Pelaksanaan Pembangunan Struktur  
 Gedung Prasarana Pendidikan Profesi  
 Guru Universitas Negeri Surabaya  
 dengan Modifikasi Pelat Half Slab

**DOSEN PEMBIMBING**

R. Buyung Anugraha A. ST.,MT  
 NIP. 19740203 200212 1 002

**NAMA MAHASISWA**

Icco Candra Ismawati  
 10111815000048

**NAMA GAMBAR**

DETAIL PONDASI

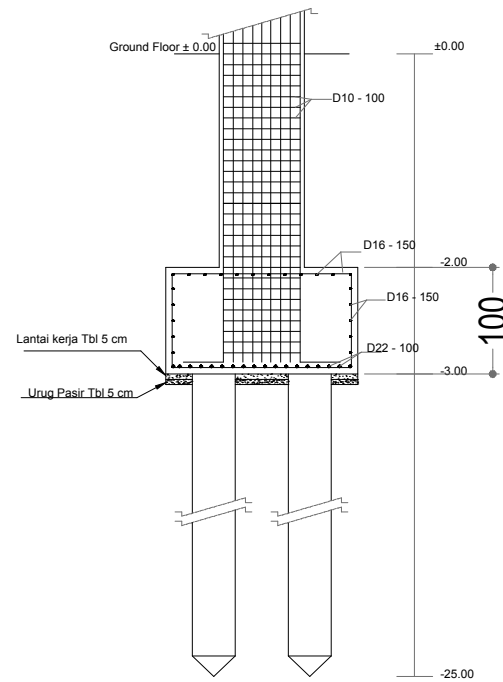
**Konsultan Perencana**

**PT. INTI EKA FAJAR KONSULTAN**  
 Komp. Runglut YKP RL 2 No. 13 Surabaya - 60293  
 Phone : (031) 8702273, 8704580  
 Fax : (031) 8704580  
 e-mail : ief\_konsa@hotmail.com

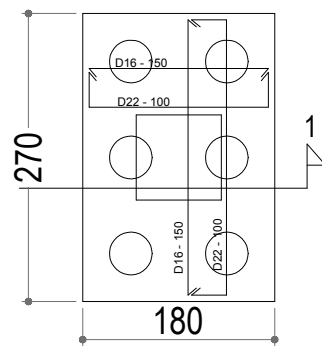
**Sumber :**



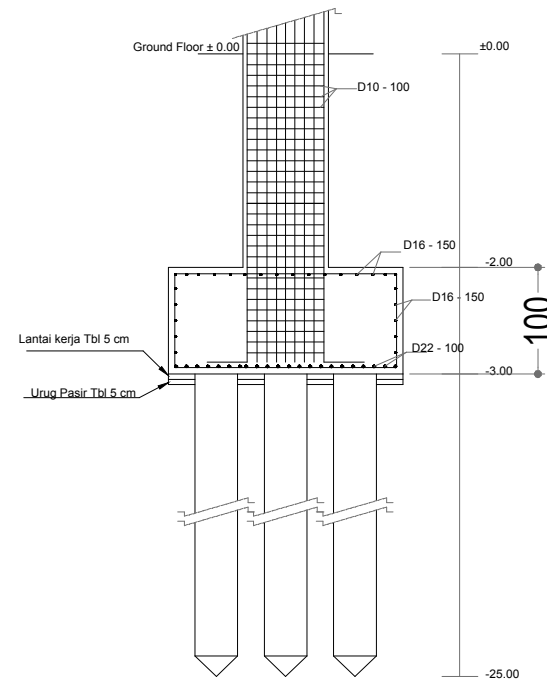
**Keterangan :**



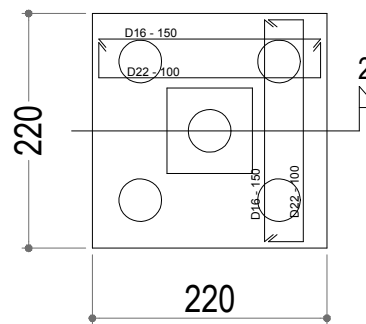
POT. 1 - 1  
 Skala 1 : 25



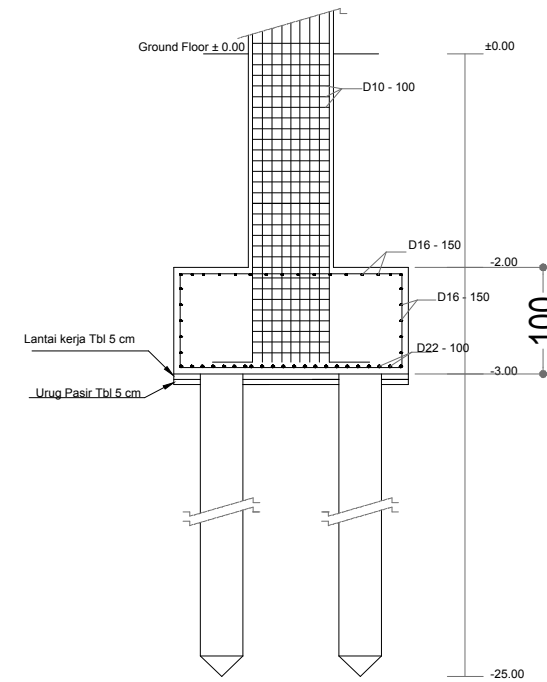
DETAIL PONDASI P1  
 Skala 1 : 25



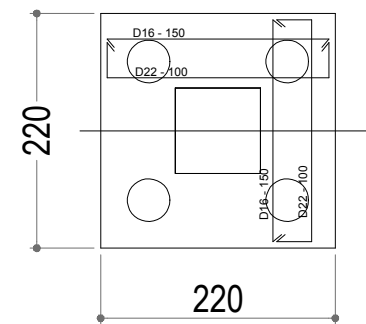
POT. 2 - 2  
 Skala 1 : 25



DETAIL PONDASI P2  
 Skala 1 : 25

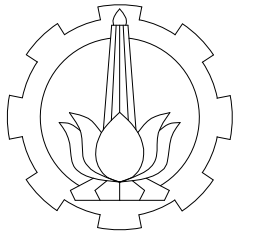
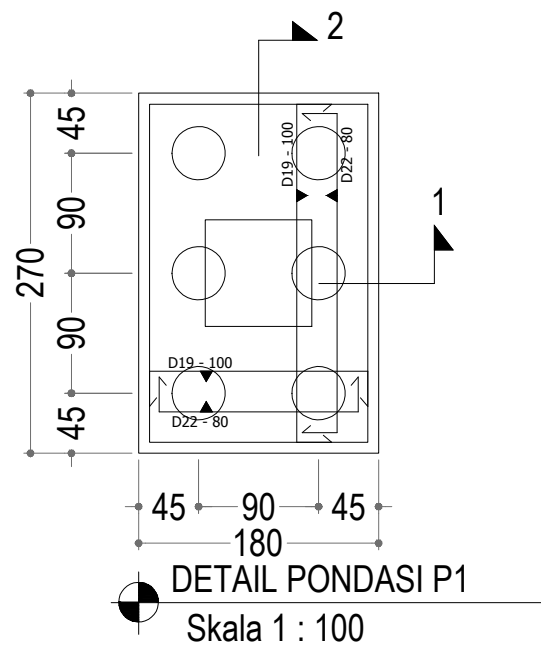
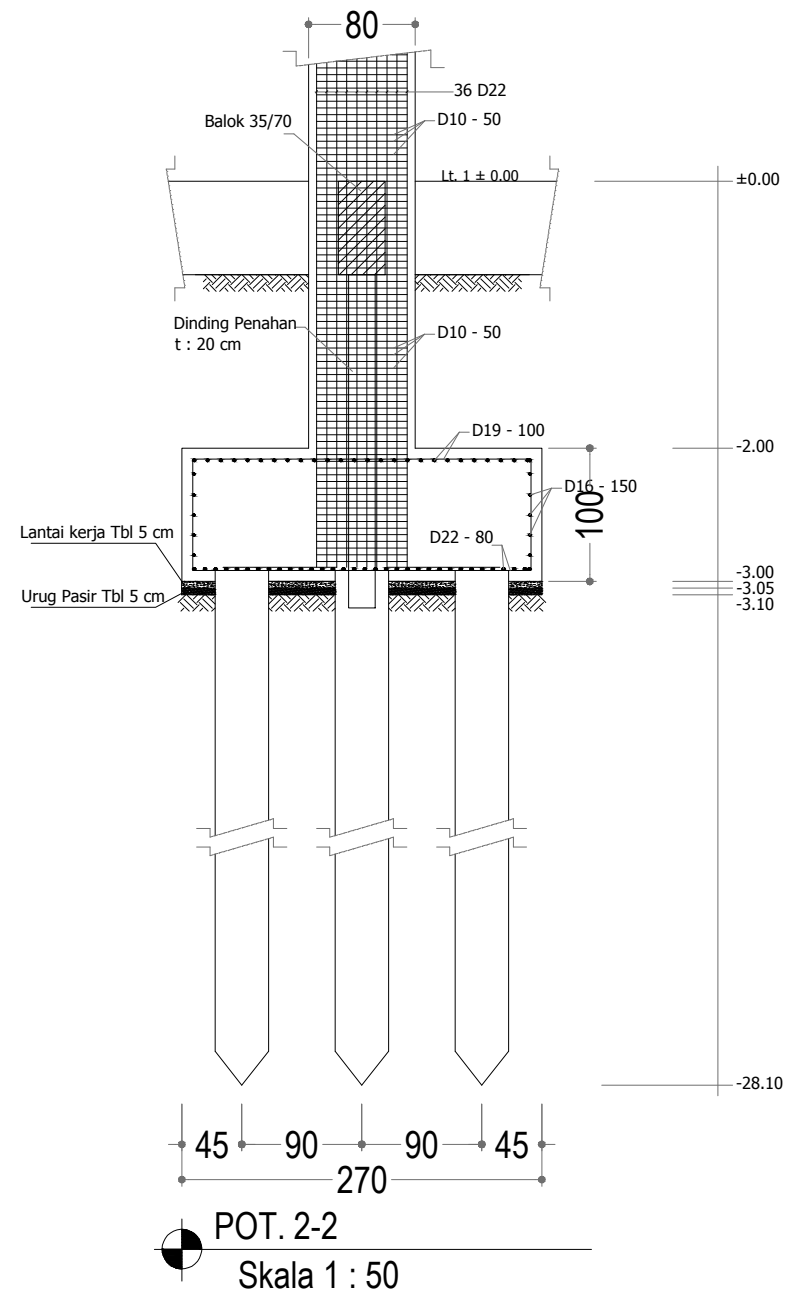
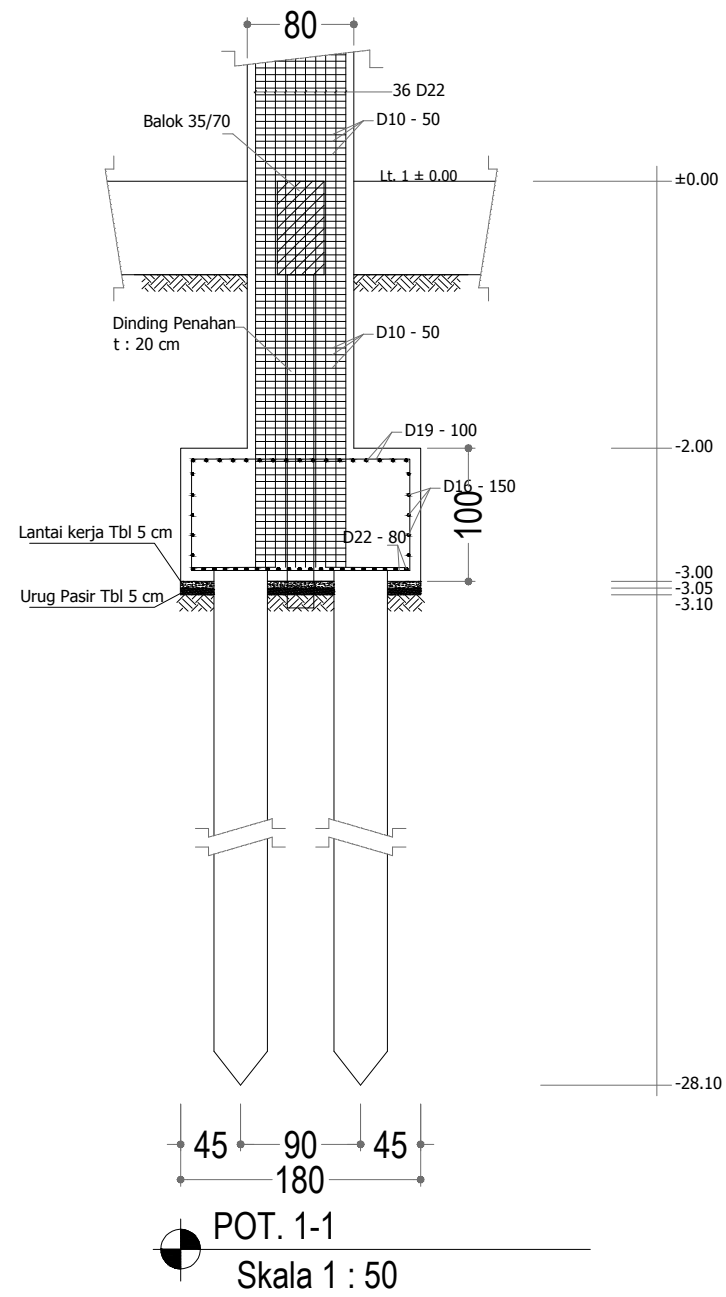


POT. 3 - 3  
 Skala 1 : 25



DETAIL PONDASI P3  
 Skala 1 : 25

KODE GBR.	NO. LEMBAR	JML. LEMBAR
STR	13	55



PROGRAM STUDI DIPLOMA 4  
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
FAKULTAS VOKASI  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

### JUDUL TUGAS AKHIR

Perhitungan Waktu dan Biaya  
Pelaksanaan Pembangunan Struktur  
Gedung Prasarana Pendidikan Profesi  
Guru Universitas Negeri Surabaya  
dengan Modifikasi Pelat Half Slab

### DOSEN PEMBIMBING

R. Buyung Anugraha A. ST.,MT  
NIP. 19740203 200212 1 002

### NAMA MAHASISWA

Icco Candra Ismawati  
10111815000048

### NAMA GAMBAR

DETAIL  
PONDASI - P1

### Konsultan Perencana

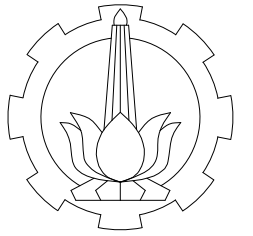


### Sumber :



### Keterangan :

KODE GBR.	NO. LEMBAR	JML. LEMBAR
STR	14	55



PROGRAM STUDI DIPLOMA 4  
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
FAKULTAS VOKASI  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

**JUDUL TUGAS AKHIR**

Perhitungan Waktu dan Biaya  
Pelaksanaan Pembangunan Struktur  
Gedung Prasarana Pendidikan Profesi  
Guru Universitas Negeri Surabaya  
dengan Modifikasi Pelat Half Slab

**DOSEN PEMBIMBING**

R. Buyung Anugraha A. ST.,MT  
NIP. 19740203 200212 1 002

**NAMA MAHASISWA**

Icco Candra Ismawati  
10111815000048

**NAMA GAMBAR**

DETAIL  
PONDASI - P2, P3, P4

**Konsultan Perencana**

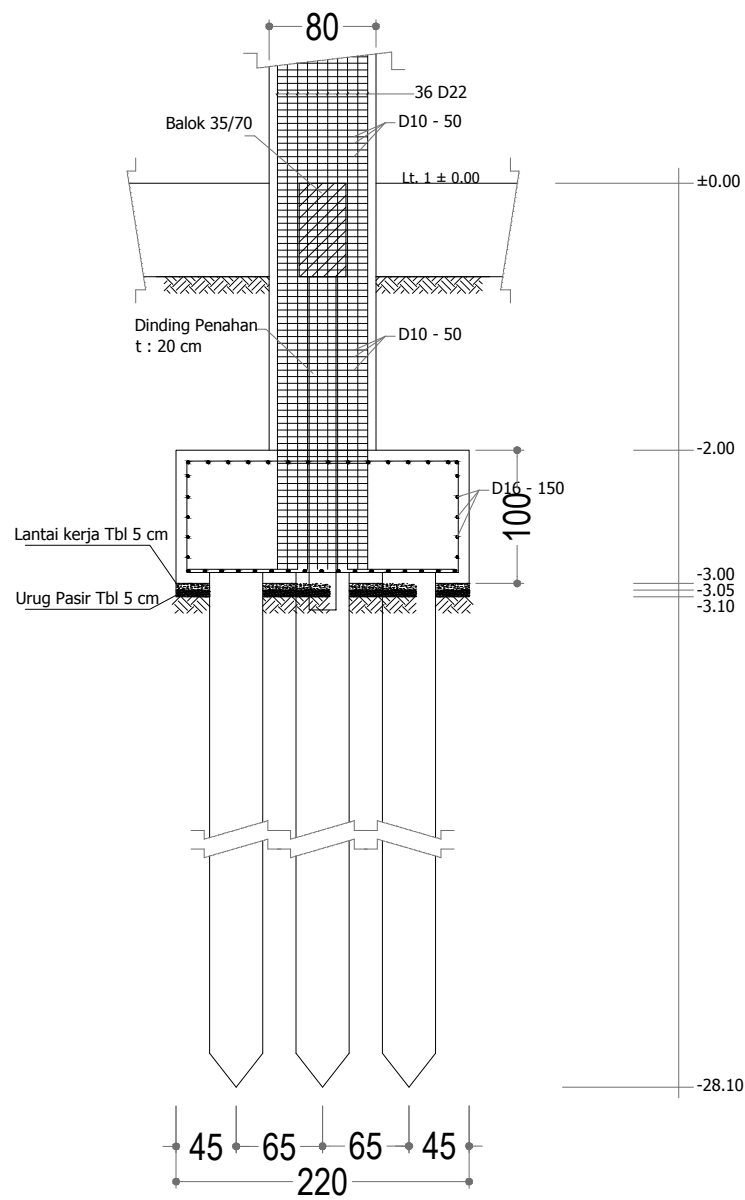


**Sumber :**

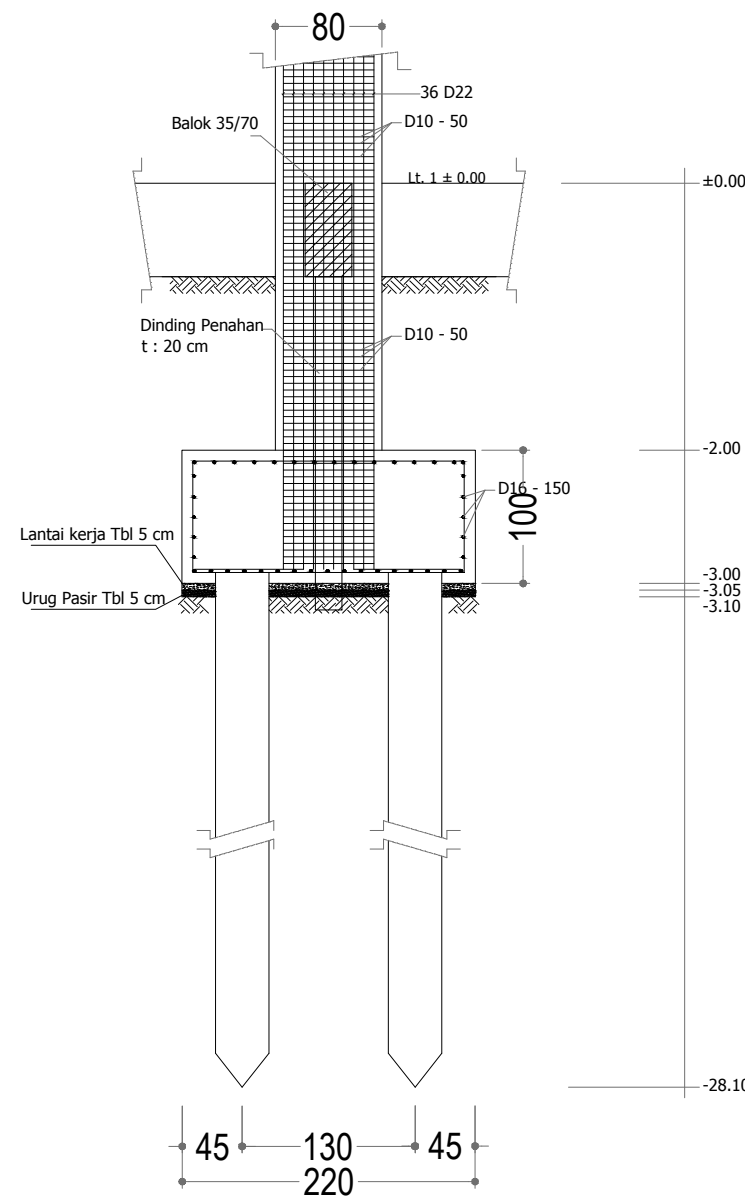


**Keterangan :**

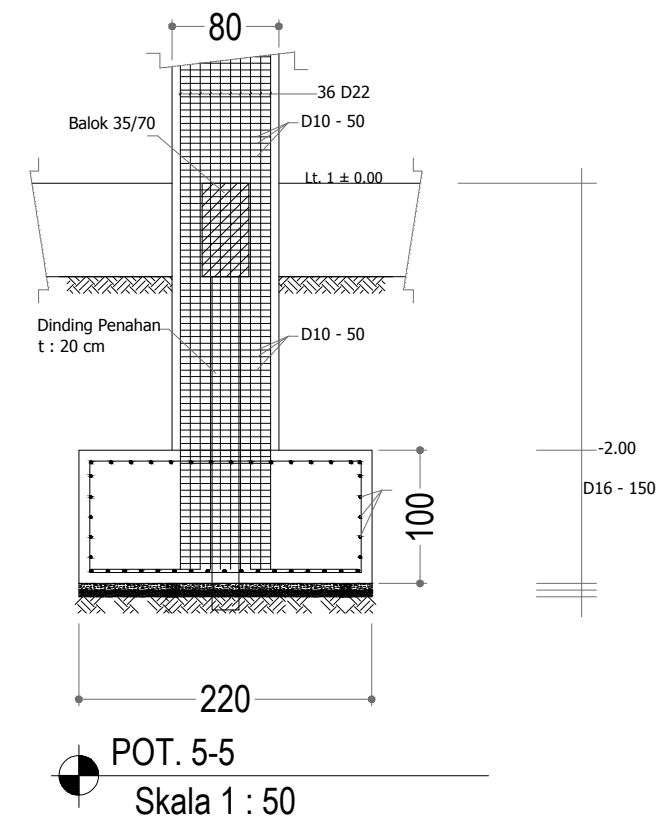
KODE GBR.	NO. LEMBAR	JML. LEMBAR
STR	15	55



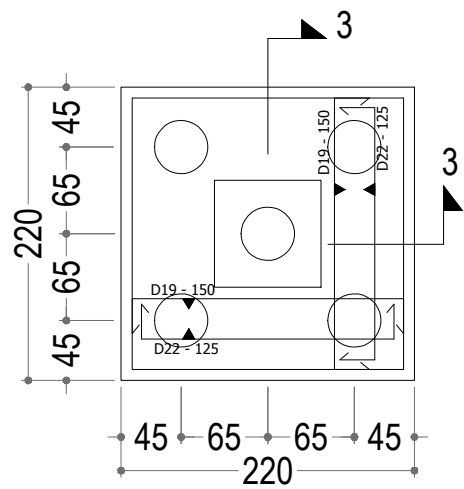
POT. 3-3  
Skala 1 : 50



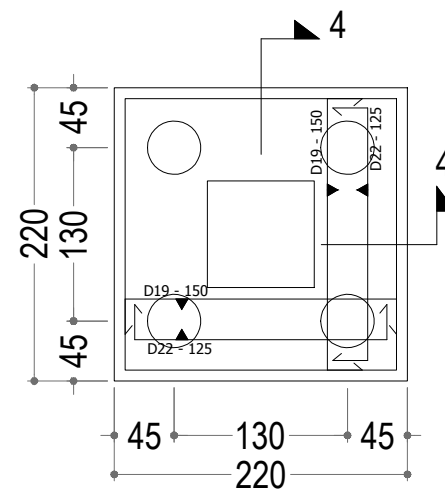
POT. 4-4  
Skala 1 : 50



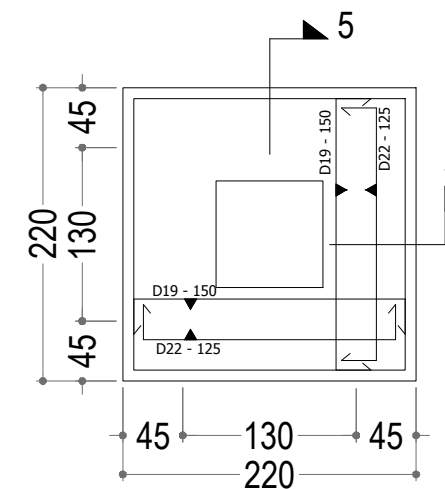
POT. 5-5  
Skala 1 : 50



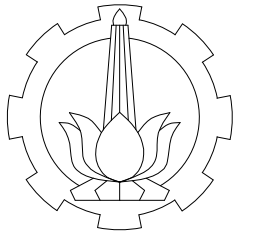
DETAIL PONDASI P2  
Skala 1 : 100



DETAIL PONDASI P3  
Skala 1 : 100



DETAIL PONDASI P4  
Skala 1 : 100



PROGRAM STUDI DIPLOMA 4  
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
FAKULTAS VOKASI  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

### JUDUL TUGAS AKHIR

Perhitungan Waktu dan Biaya  
Pelaksanaan Pembangunan Struktur  
Gedung Prasarana Pendidikan Profesi  
Guru Universitas Negeri Surabaya  
dengan Modifikasi Pelat Half Slab

### DOSEN PEMBIMBING

R. Buyung Anugraha A. ST.,MT  
NIP. 19740203 200212 1 002

### NAMA MAHASISWA

Icco Candra Ismawati  
10111815000048

### NAMA GAMBAR

DETAIL  
PONDASI LIFT

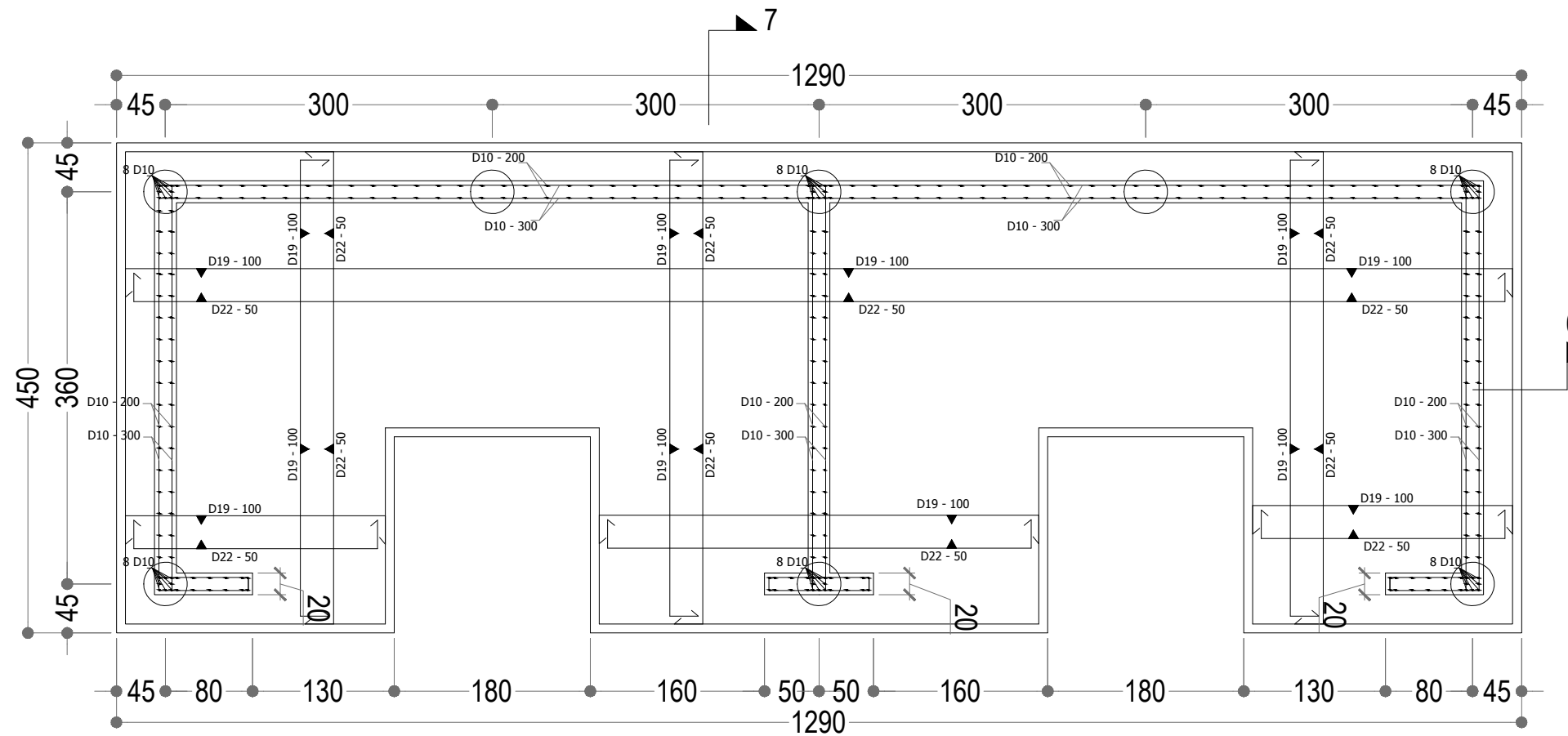
### Konsultan Perencana



Sumber :

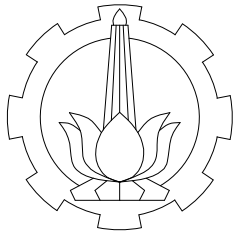


Keterangan :



DETAIL PONDASI LIFT  
Skala 1 : 100

KODE GBR.	NO. LEMBAR	JML. LEMBAR
STR	16	55



PROGRAM STUDI DIPLOMA 4  
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
FAKULTAS VOKASI  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

### JUDUL TUGAS AKHIR

Perhitungan Waktu dan Biaya  
Pelaksanaan Pembangunan Struktur  
Gedung Prasarana Pendidikan Profesi  
Guru Universitas Negeri Surabaya  
dengan Modifikasi Pelat Half Slab

### DOSEN PEMBIMBING

R. Buyung Anugraha A. ST.,MT  
NIP. 19740203 200212 1 002

### NAMA MAHASISWA

Icco Candra Ismawati  
10111815000048

### NAMA GAMBAR

DETAIL PONDASI LIFT  
POTONGAN 6-6

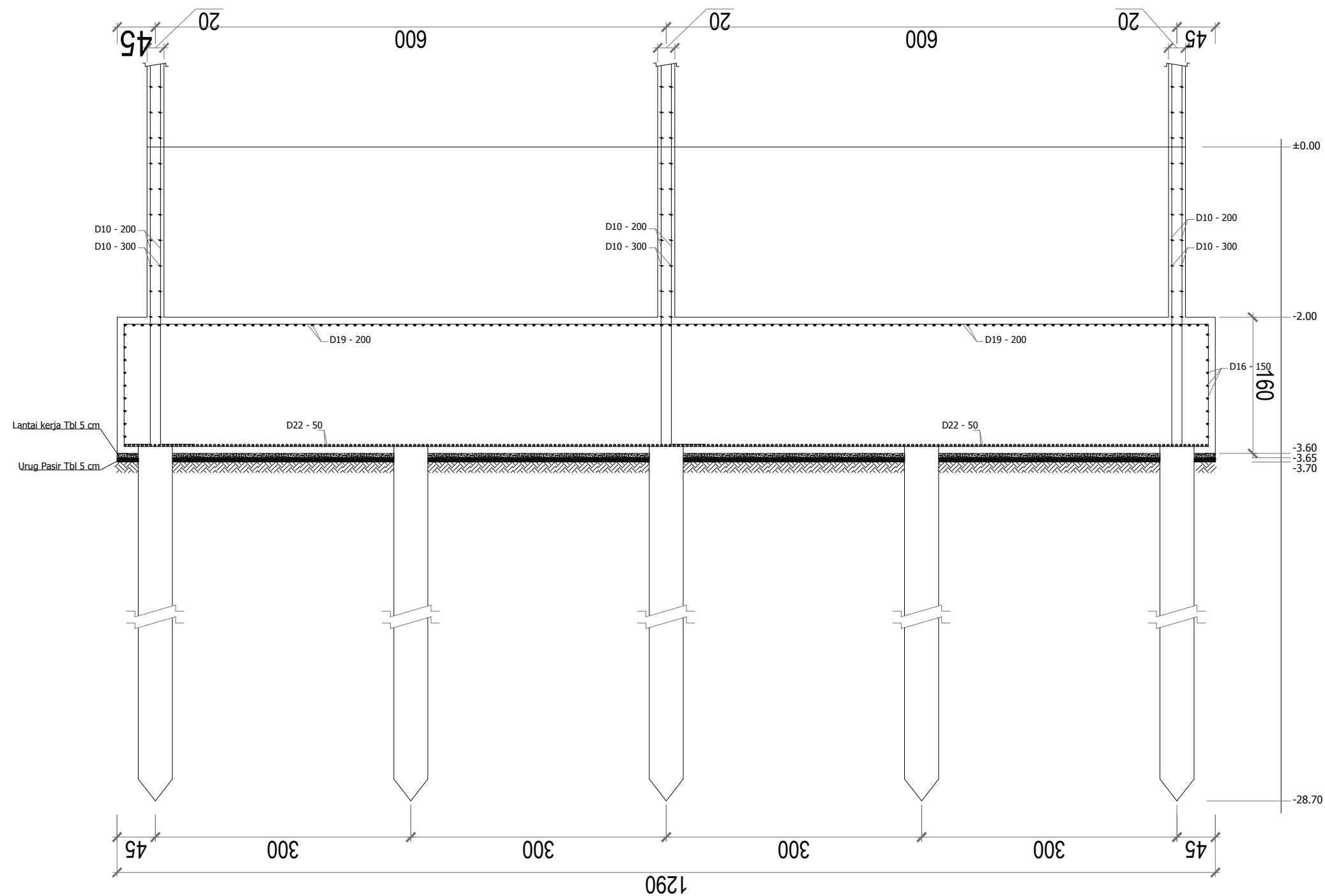
### Konsultan Perencana



Sumber :



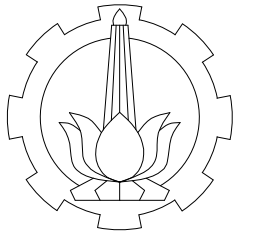
Keterangan :



POT. 6-6  
Skala 1 : 50

KODE GBR.	NO. LEMBAR	JML. LEMBAR
STR	17	55





PROGRAM STUDI DIPLOMA 4  
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
FAKULTAS VOKASI  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

### JUDUL TUGAS AKHIR

Perhitungan Waktu dan Biaya  
Pelaksanaan Pembangunan Struktur  
Gedung Prasarana Pendidikan Profesi  
Guru Universitas Negeri Surabaya  
dengan Modifikasi Pelat Half Slab

### DOSEN PEMBIMBING

R. Buyung Anugraha A. ST.,MT  
NIP. 19740203 200212 1 002

### NAMA MAHASISWA

Icco Candra Ismawati  
10111815000048

### NAMA GAMBAR

DETAIL PONDASI LIFT  
POTONGAN 7-7

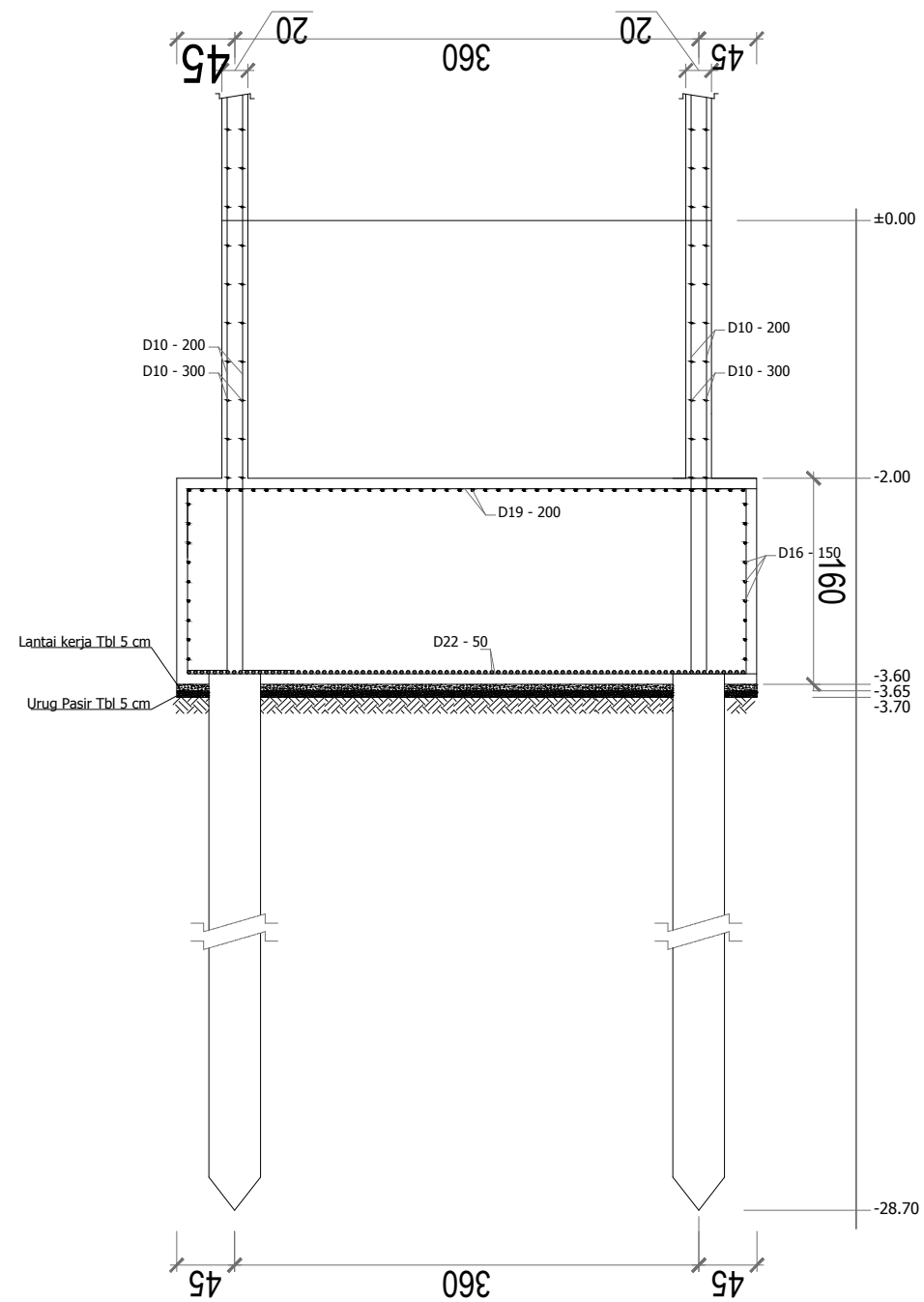
### Konsultan Perencana



Sumber :

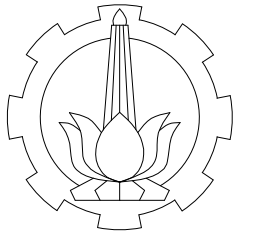


Keterangan :



POT. 7-7  
Skala 1 : 50

KODE GBR.	NO. LEMBAR	JML. LEMBAR
STR	18	55



PROGRAM STUDI DIPLOMA 4  
 DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
 FAKULTAS VOKASI  
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

**JUDUL TUGAS AKHIR**

Perhitungan Waktu dan Biaya  
 Pelaksanaan Pembangunan Struktur  
 Gedung Prasarana Pendidikan Profesi  
 Guru Universitas Negeri Surabaya  
 dengan Modifikasi Pelat Half Slab

**DOSEN PEMBIMBING**

R. Buyung Anugraha A. ST.,MT  
 NIP. 19740203 200212 1 002

**NAMA MAHASISWA**

Icco Candra Ismawati  
 10111815000048

**NAMA GAMBAR**

SECTION PORTAL  
 LINE - H  
 1 : 100

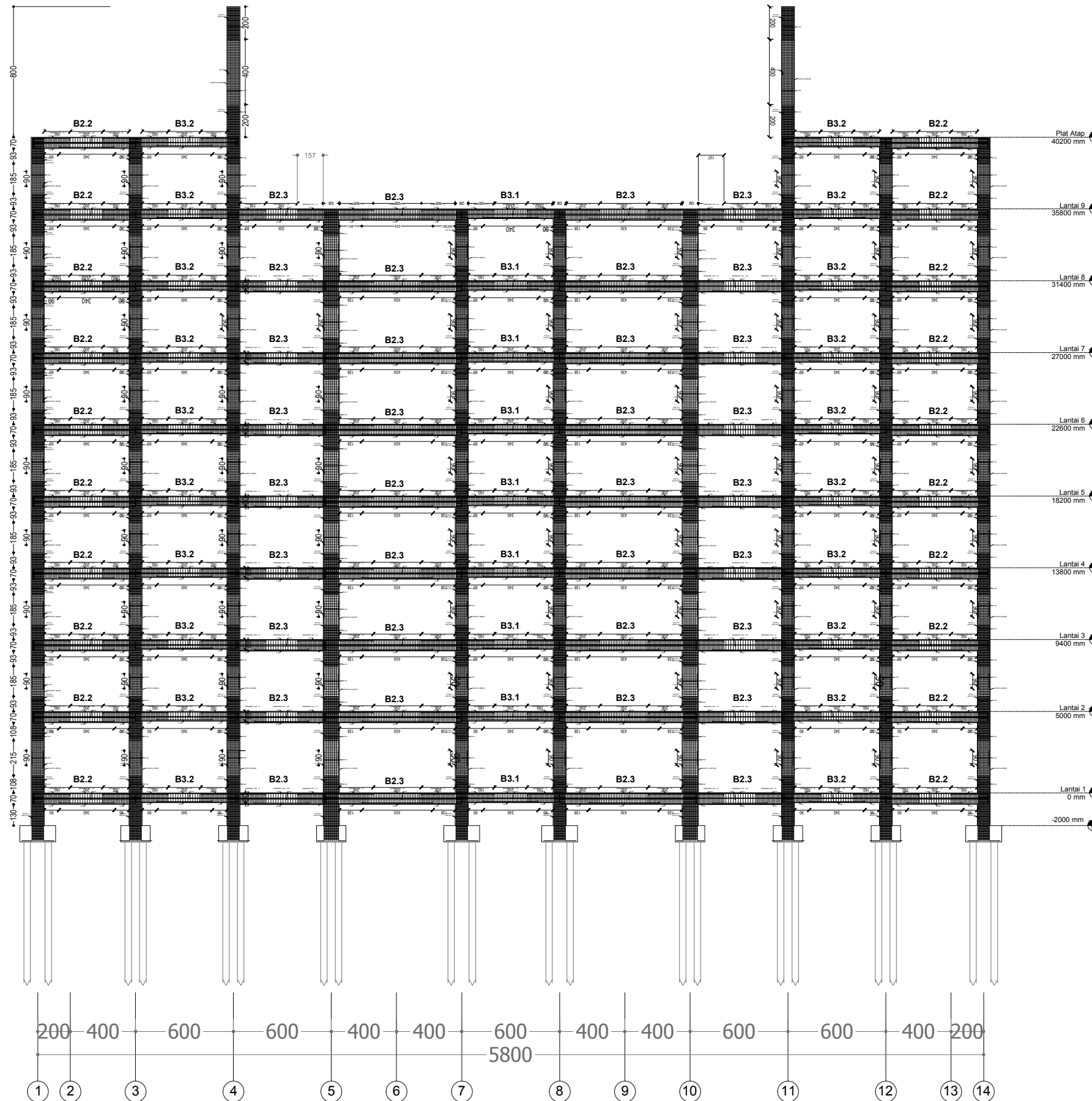
**Konsultan Perencana**

**PT. INTI EKA FAJAR KONSULTAN**  
 Komp. Runglut YKP RL.2 No. 13 Surabaya - 60293  
 Phone : (031) 8702273, 8704580  
 Fax : (031) 8704580  
 e-mail : ief\_kons@hotmail.com

**Sumber :**

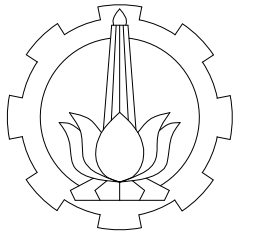


**Keterangan :**



SECTION PORTAL LINE H  
 Skala 1 : 100

KODE GBR.	NO. LEMBAR	JML. LEMBAR
STR	19	55



PROGRAM STUDI DIPLOMA 4  
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
FAKULTAS VOKASI  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

### JUDUL TUGAS AKHIR

Perhitungan Waktu dan Biaya  
Pelaksanaan Pembangunan Struktur  
Gedung Prasarana Pendidikan Profesi  
Guru Universitas Negeri Surabaya  
dengan Modifikasi Pelat Half Slab

### DOSEN PEMBIMBING

R. Buyung Anugraha A. ST.,MT  
NIP. 19740203 200212 1 002

### NAMA MAHASISWA

Icco Candra Ismawati  
10111815000048

### NAMA GAMBAR

DETAIL TANGGA - TYPE 1  
(LT. 1-2)

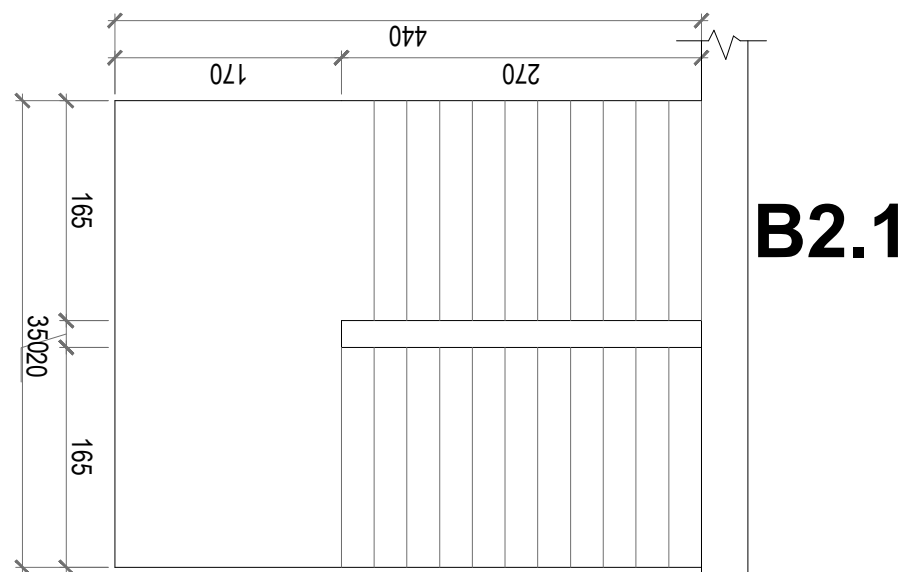
### Konsultan Perencana

 **PT. INTI EKA FAJAR KONSULTAN**  
Komp. Rungtut YKP RL.2 No. 13 Surabaya - 60293  
Phone : (031) 8702273, 8704580  
Fax : (031) 8704580  
e-mail : ief\_kons@hotmail.com

Sumber :

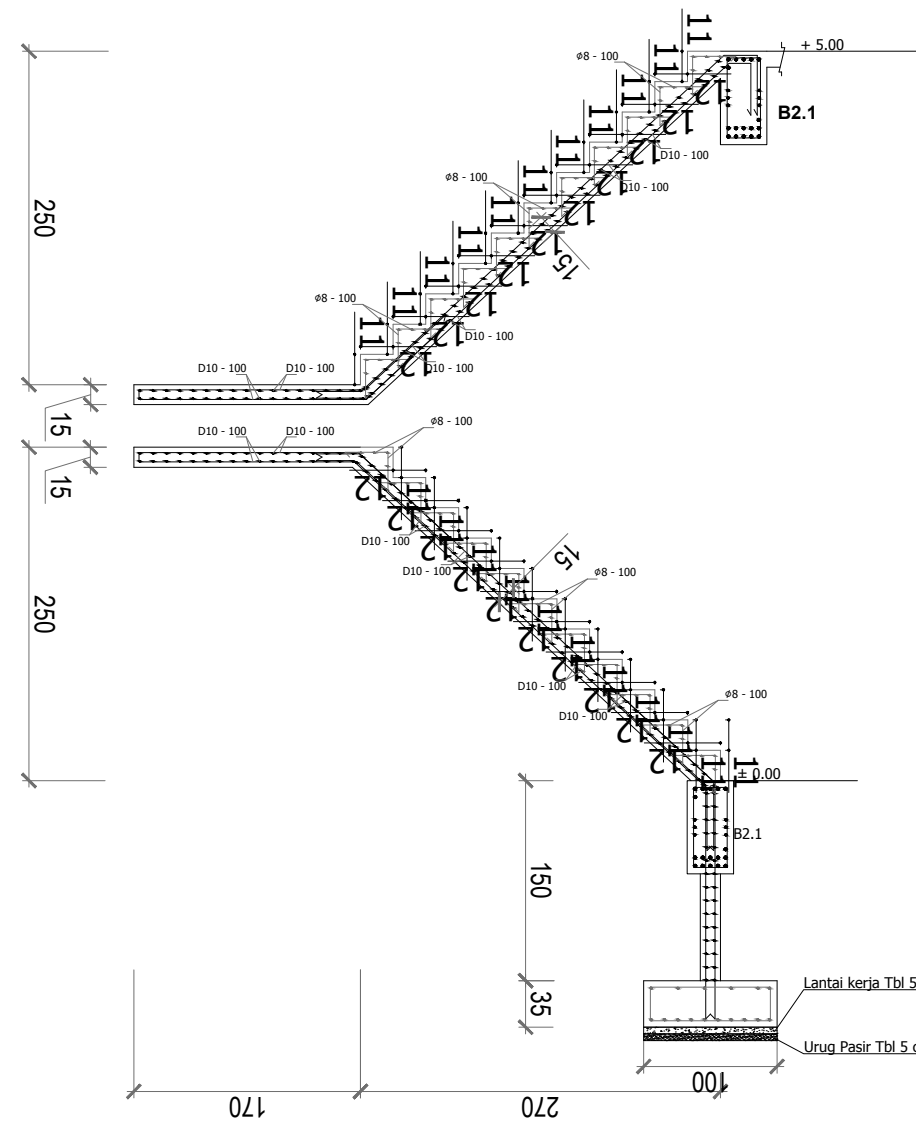


Keterangan :



KEY PLAN TANGGA TYPE 1 (GROUND FL-LT.1)

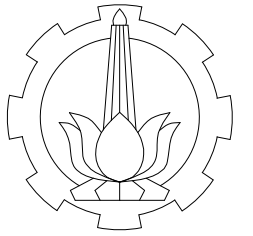
Skala 1 : 50



DETAIL TANGGA TYPE 1 (GROUND FL-LT.1)

Skala 1 : 50

KODE GBR.	NO. LEMBAR	JML. LEMBAR
STR	20	55



PROGRAM STUDI DIPLOMA 4  
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
FAKULTAS VOKASI  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

### JUDUL TUGAS AKHIR

Perhitungan Waktu dan Biaya  
Pelaksanaan Pembangunan Struktur  
Gedung Prasarana Pendidikan Profesi  
Guru Universitas Negeri Surabaya  
dengan Modifikasi Pelat Half Slab

### DOSEN PEMBIMBING

R. Buyung Anugraha A. ST.,MT  
NIP. 19740203 200212 1 002

### NAMA MAHASISWA

Icco Candra Ismawati  
10111815000048

### NAMA GAMBAR

DETAIL TANGGA - TYPE 1  
TIPIKAL (LT. 2-9)

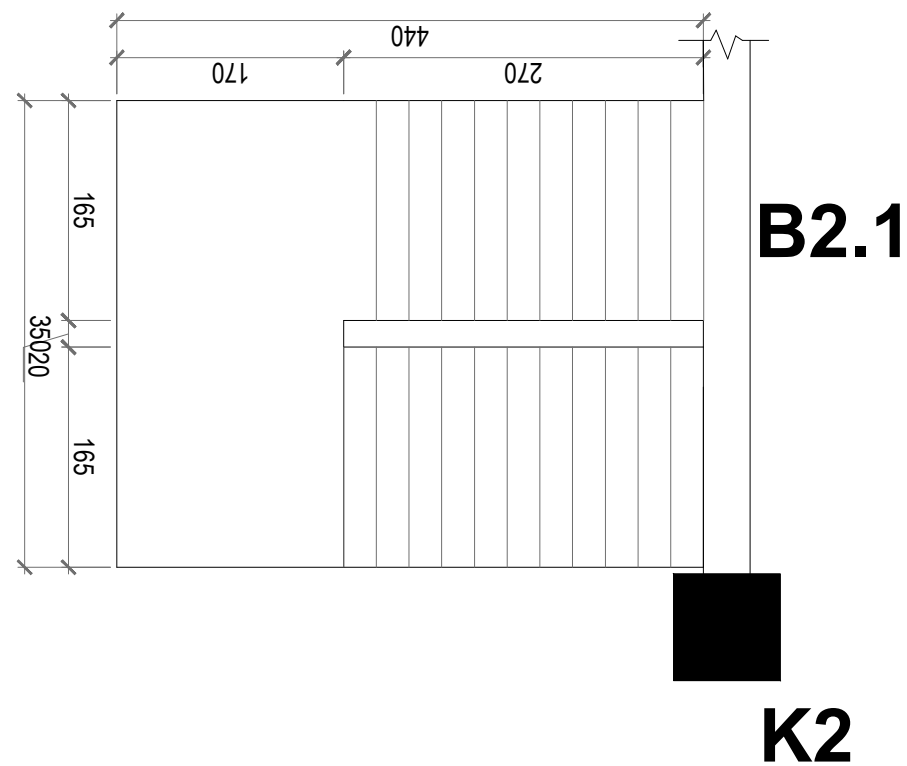
### Konsultan Perencana

 **PT. INTI EKA FAJAR KONSULTAN**  
Komp. Rungkut YKP RL 2 No. 13 Surabaya - 60293  
Phone : (031) 8702273, 8704580  
Fax : (031) 8704580  
e-mail : ief\_kons@hotmail.com

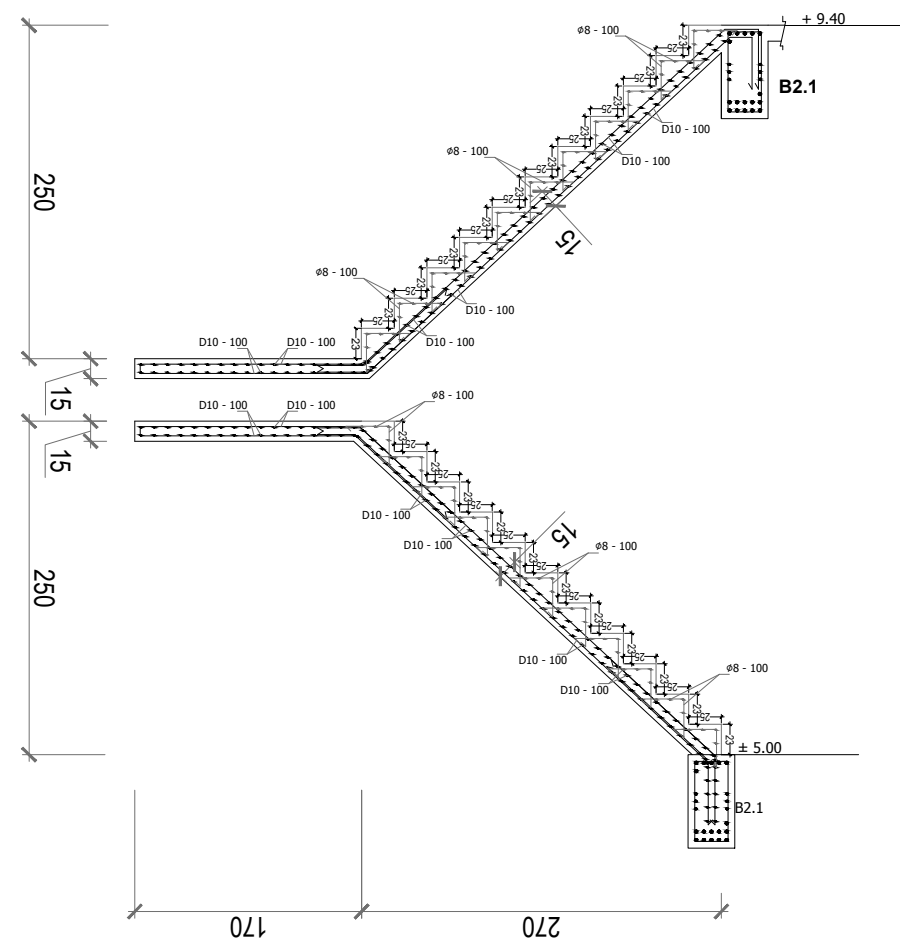
Sumber :



Keterangan :

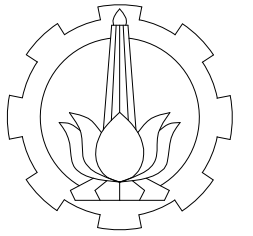


KEY PLAN TANGGA TYPE 1 (LT. 2-LT.9)  
Skala 1 : 50



DETAIL TIPIKAL TANGGA TYPE 1 (LT. 2-LT.9)  
Skala 1 : 50

KODE GBR.	NO. LEMBAR	JML. LEMBAR
STR	21	55



PROGRAM STUDI DIPLOMA 4  
 DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
 FAKULTAS VOKASI  
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

**JUDUL TUGAS AKHIR**

Perhitungan Waktu dan Biaya  
 Pelaksanaan Pembangunan Struktur  
 Gedung Prasarana Pendidikan Profesi  
 Guru Universitas Negeri Surabaya  
 dengan Modifikasi Pelat Half Slab

**DOSEN PEMBIMBING**

R. Buyung Anugraha A. ST.,MT  
 NIP. 19740203 200212 1 002

**NAMA MAHASISWA**

Icco Candra Ismawati  
 10111815000048

**NAMA GAMBAR**

DETAIL TANGGA - TYPE 2  
 (LT. 1-2)

**Konsultan Perencana**

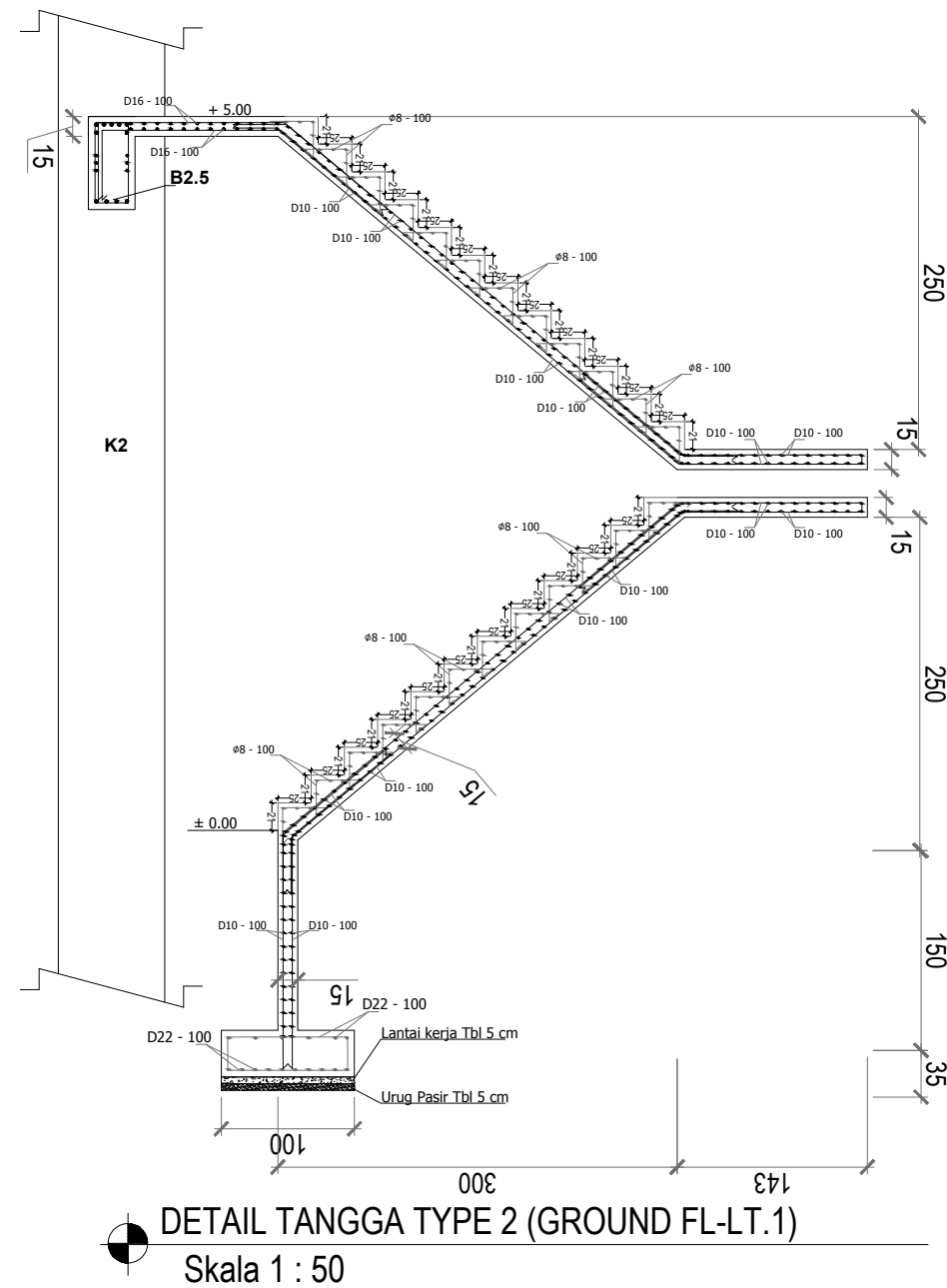
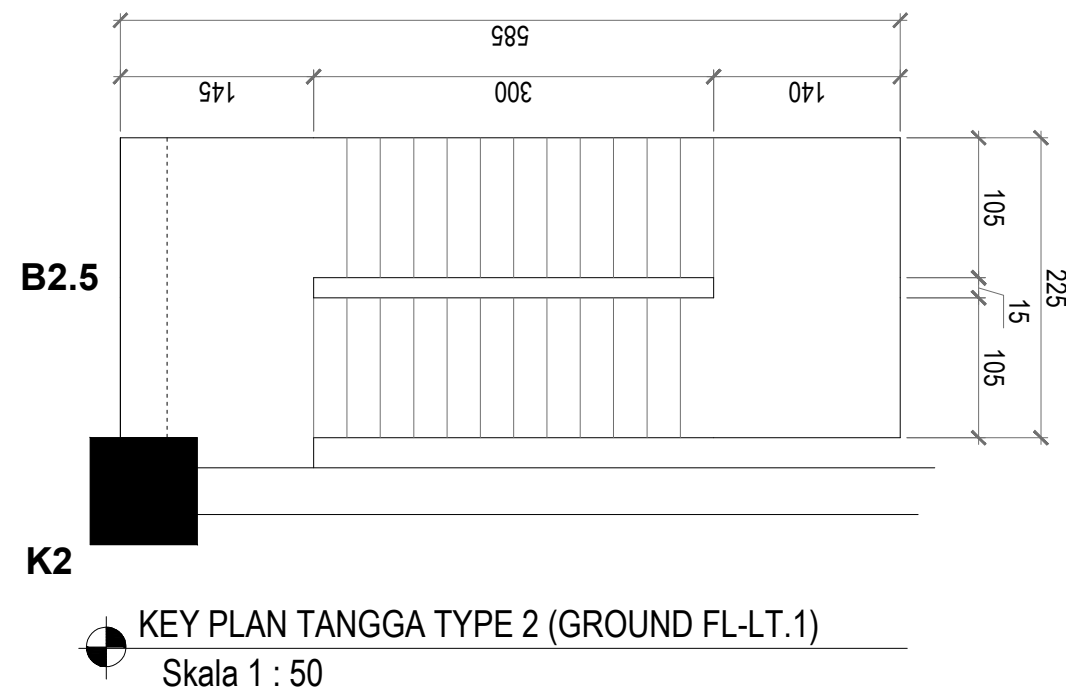


PT. INTI EKA FAJAR KONSULTAN  
 Komp. Rungkut YKP RL.2 No. 13 Surabaya - 60293  
 Phone : (031) 8702273, 8704580  
 Fax : (031) 8704580  
 e-mail : ief\_kons@hotmail.com

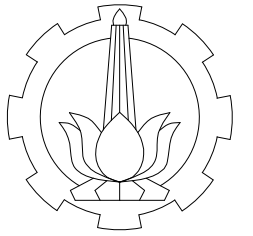
**Sumber :**



**Keterangan :**



KODE GBR.	NO. LEMBAR	JML. LEMBAR
STR	22	55



PROGRAM STUDI DIPLOMA 4  
 DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
 FAKULTAS VOKASI  
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

**JUDUL TUGAS AKHIR**

Perhitungan Waktu dan Biaya  
 Pelaksanaan Pembangunan Struktur  
 Gedung Prasarana Pendidikan Profesi  
 Guru Universitas Negeri Surabaya  
 dengan Modifikasi Pelat Half Slab

**DOSEN PEMBIMBING**

R. Buyung Anugraha A. ST.,MT  
 NIP. 19740203 200212 1 002

**NAMA MAHASISWA**

Icco Candra Ismawati  
 10111815000048

**NAMA GAMBAR**

DETAIL TANGGA - TYPE 2  
 TIPIKAL (LT. 2-ROOF DECK)

**Konsultan Perencana**

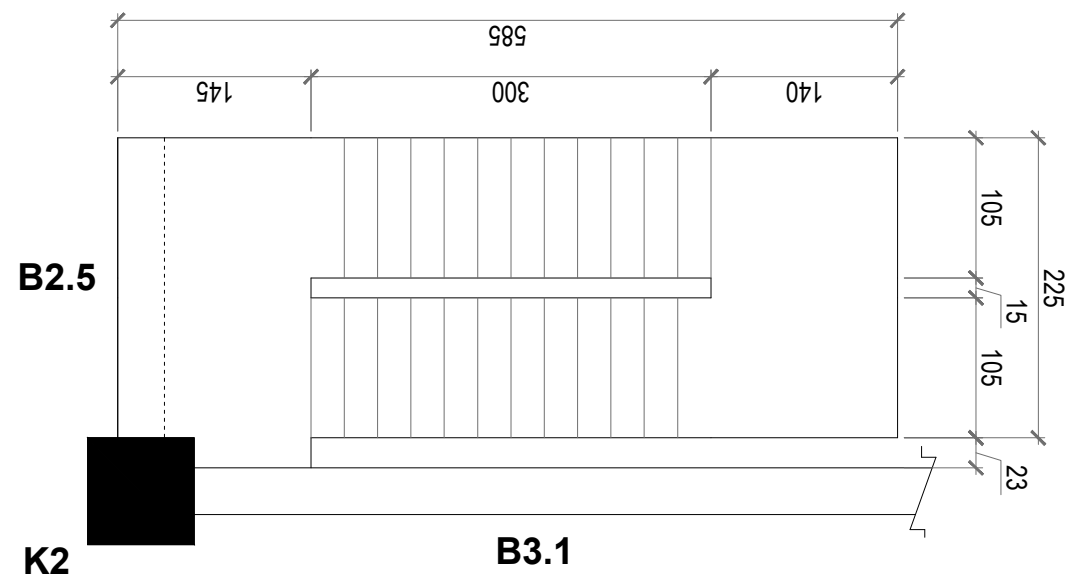
PT. INTI EKA FAJAR KONSULTAN  
 Komp. Runglut YKP RL 2 No. 13 Surabaya - 60293  
 Phone : (031) 8702273, 8704580  
 Fax : (031) 8704580  
 e-mail : ief\_kons@hotmail.com

**Sumber :**



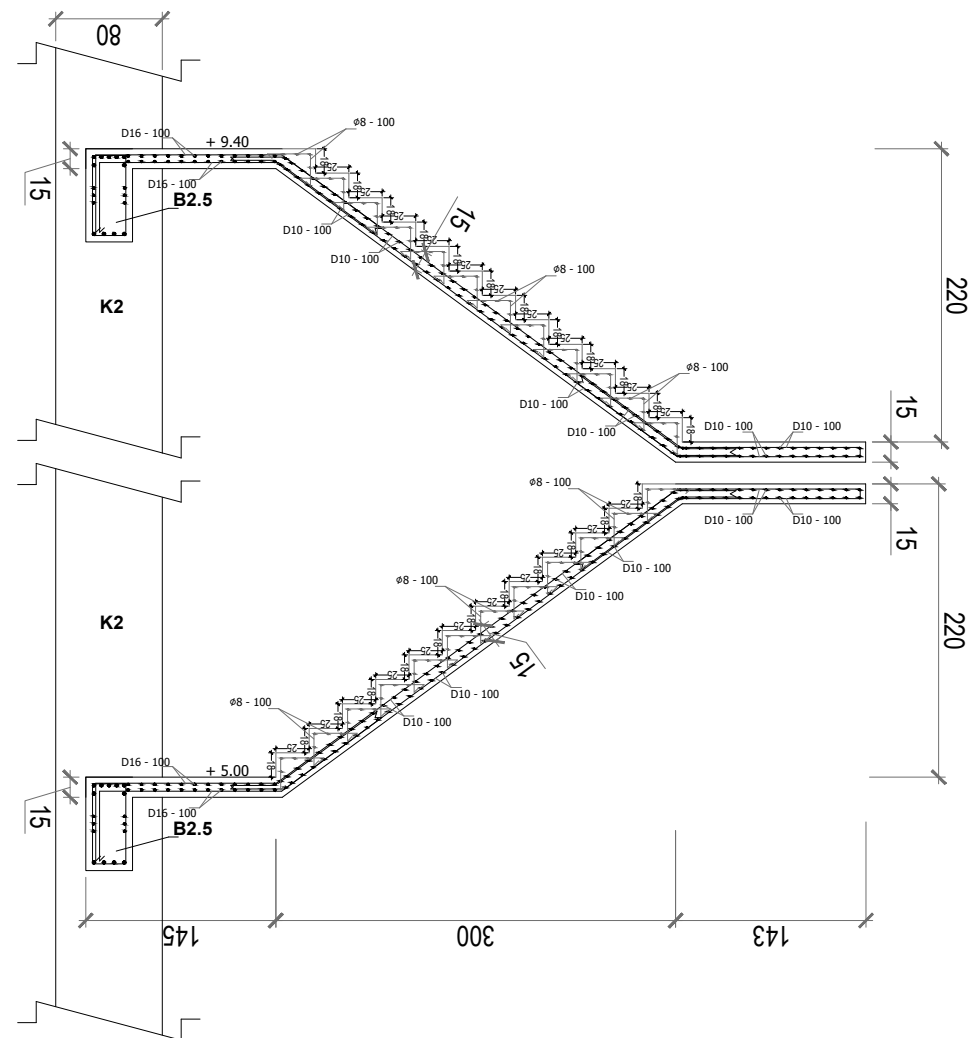
**Keterangan :**

KODE GBR.	NO. LEMBAR	JML. LEMBAR
STR	23	55



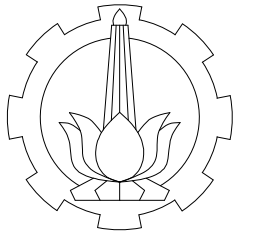
KEY PLAN TIPIKAL TANGGA TYPE 2 (LT.1-ROOF DECK)

Skala 1 : 50



DETAIL TIPIKAL TANGGA TYPE 2 (LT.1-ROOF DECK)

Skala 1 : 50



PROGRAM STUDI DIPLOMA 4  
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
FAKULTAS VOKASI  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

### JUDUL TUGAS AKHIR

Perhitungan Waktu dan Biaya  
Pelaksanaan Pembangunan Struktur  
Gedung Prasarana Pendidikan Profesi  
Guru Universitas Negeri Surabaya  
dengan Modifikasi Pelat Half Slab

### DOSEN PEMBIMBING

R. Buyung Anugraha A. ST.,MT  
NIP. 19740203 200212 1 002

### NAMA MAHASISWA

Icco Candra Ismawati  
10111815000048

### NAMA GAMBAR

DETAIL TANGGA - TYPE 2  
(LT. 1-2)

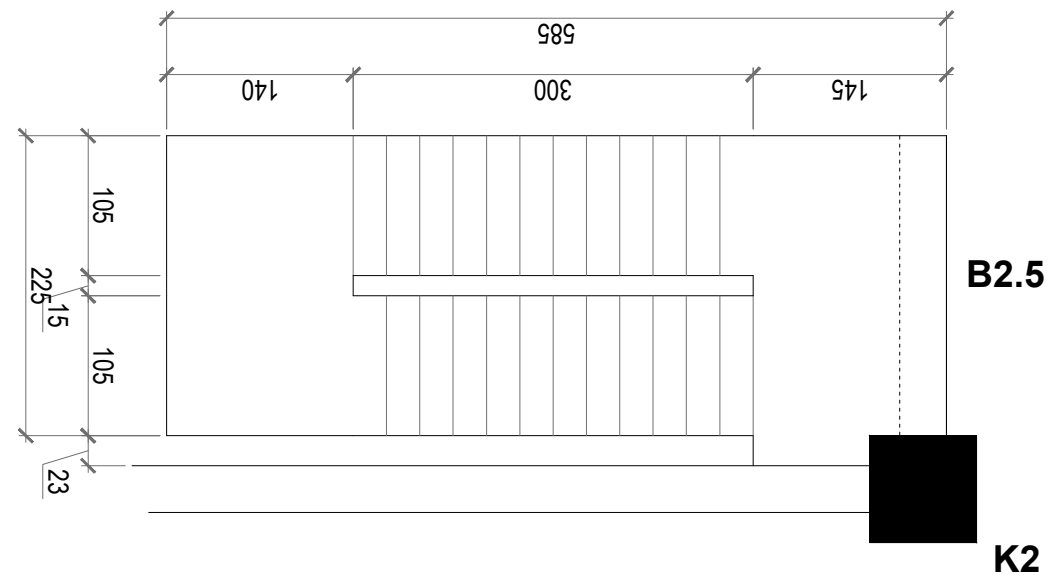
### Konsultan Perencana

 **PT. INTI EKA FAJAR KONSULTAN**  
Komp. Rungtut YKP RL.2 No. 13 Surabaya - 60293  
Phone : (031) 8702273, 8704580  
Fax : (031) 8704580  
e-mail : ief\_kons@hotmail.com

Sumber :

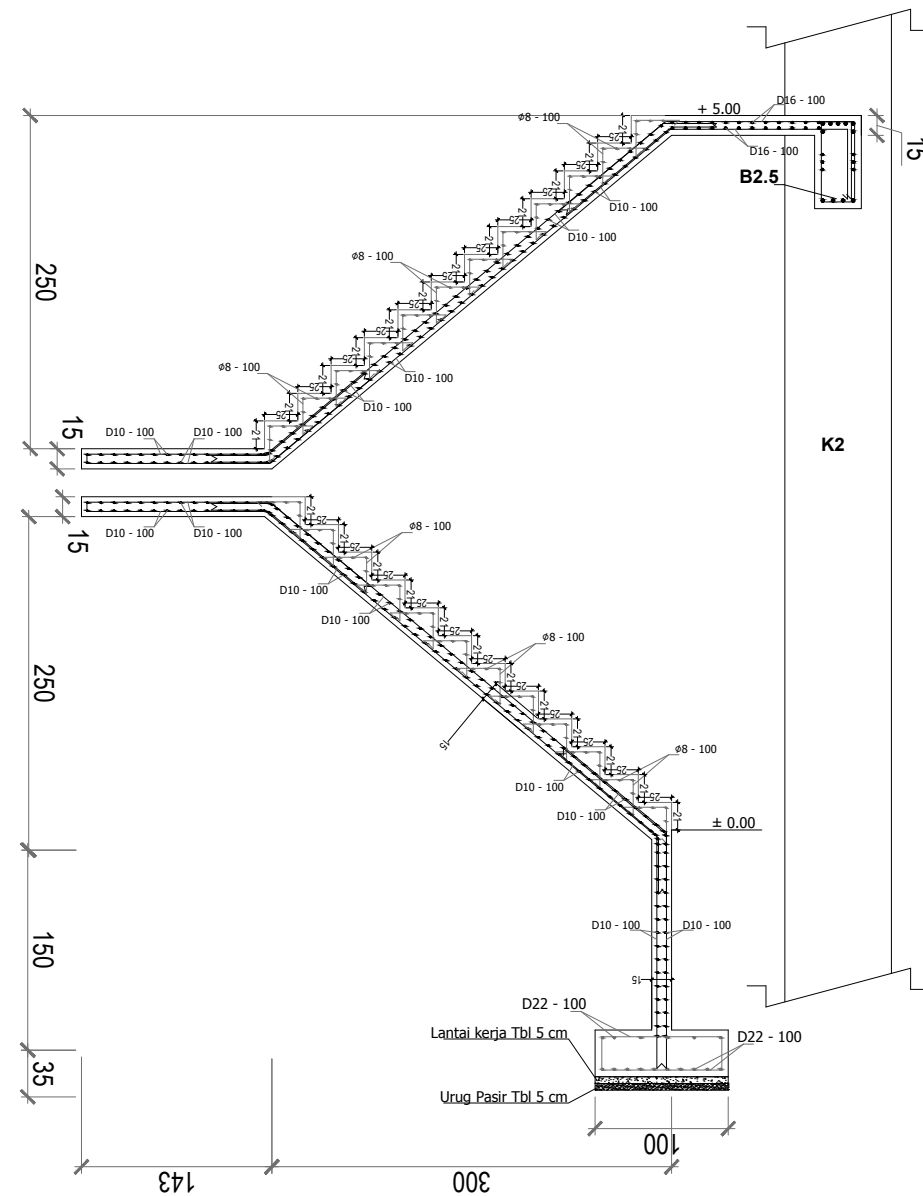


Keterangan :



KEY PLAN TANGGA TYPE 2 (GROUND FL-LT.1)

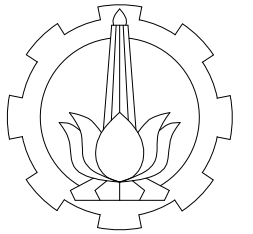
Skala 1 : 50



DETAIL TANGGA TYPE 2 (GROUND FL-LT.1)

Skala 1 : 50

KODE GBR.	NO. LEMBAR	JML. LEMBAR
STR	24	55



PROGRAM STUDI DIPLOMA 4  
 DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
 FAKULTAS VOKASI  
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

**JUDUL TUGAS AKHIR**

Perhitungan Waktu dan Biaya  
 Pelaksanaan Pembangunan Struktur  
 Gedung Prasarana Pendidikan Profesi  
 Guru Universitas Negeri Surabaya  
 dengan Modifikasi Pelat Half Slab

**DOSEN PEMBIMBING**

R. Buyung Anugraha A. ST.,MT  
 NIP. 19740203 200212 1 002

**NAMA MAHASISWA**

Icco Candra Ismawati  
 10111815000048

**NAMA GAMBAR**

DETAIL TANGGA - TYPE 2  
 TIPIKAL (LT. 2-ROOF DECK)

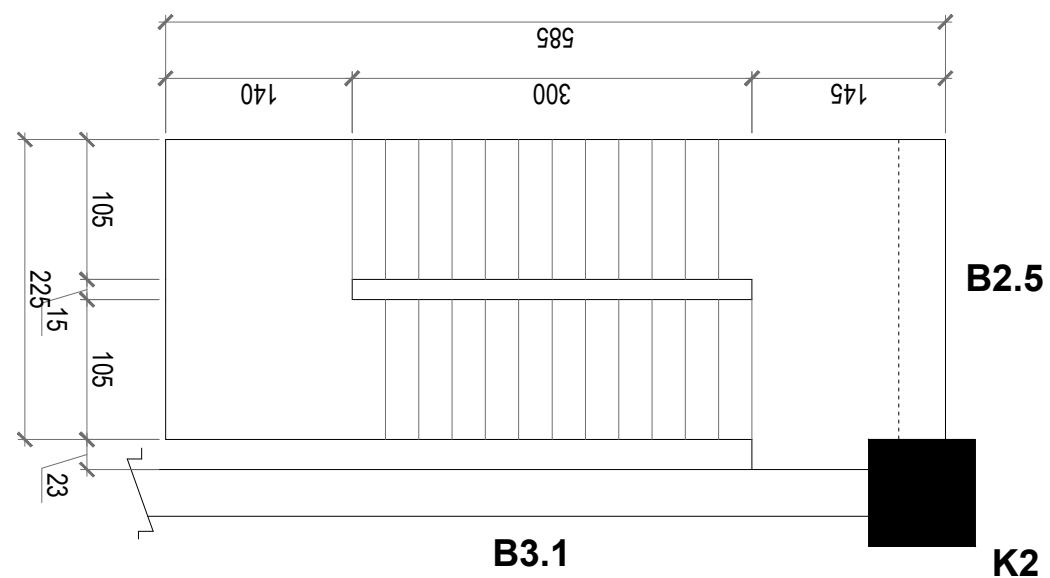
**Konsultan Perencana**

**PT. INTI EKA FAJAR KONSULTAN**  
 Komp. Rungtut YKP RL.2 No. 13 Surabaya - 60293  
 Phone : (031) 8702273, 8704580  
 Fax : (031) 8704580  
 e-mail : ief\_konsa@hotmail.com

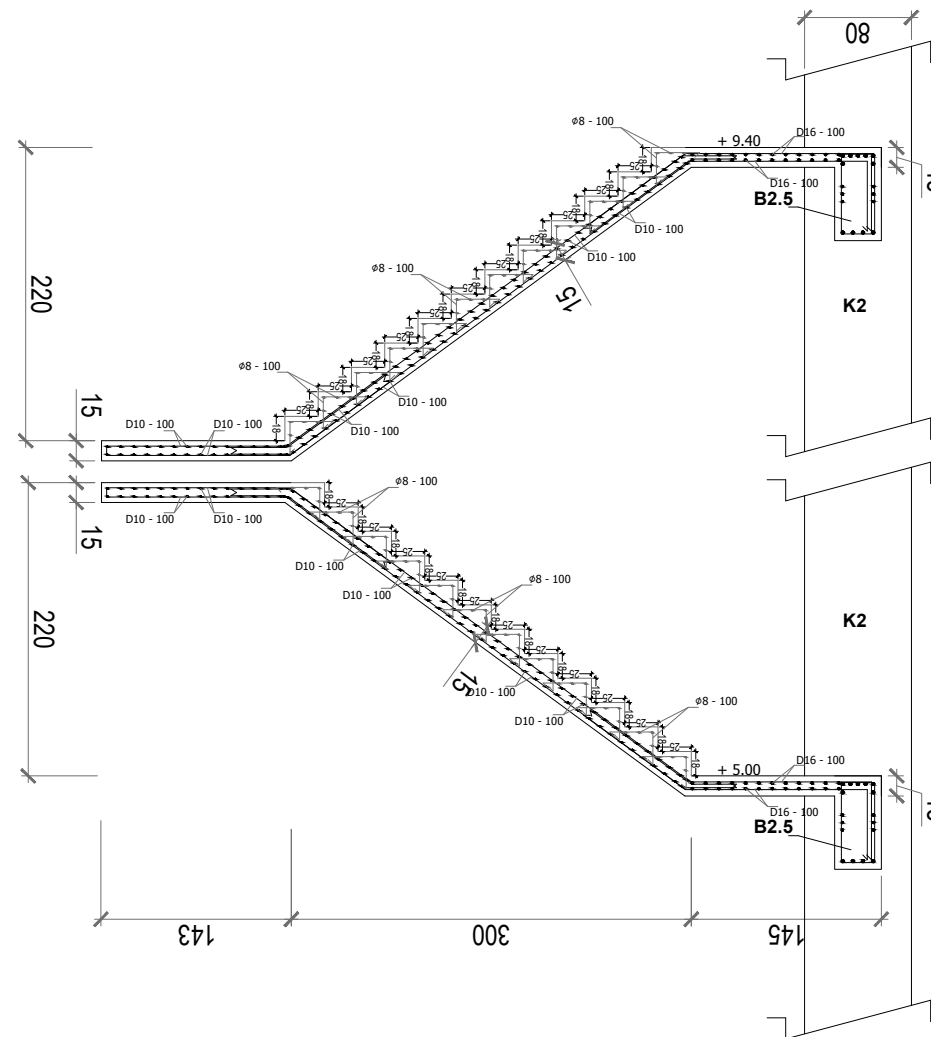
Sumber :



Keterangan :



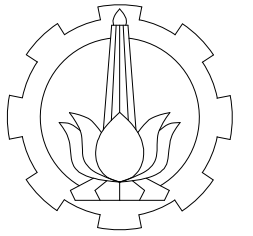
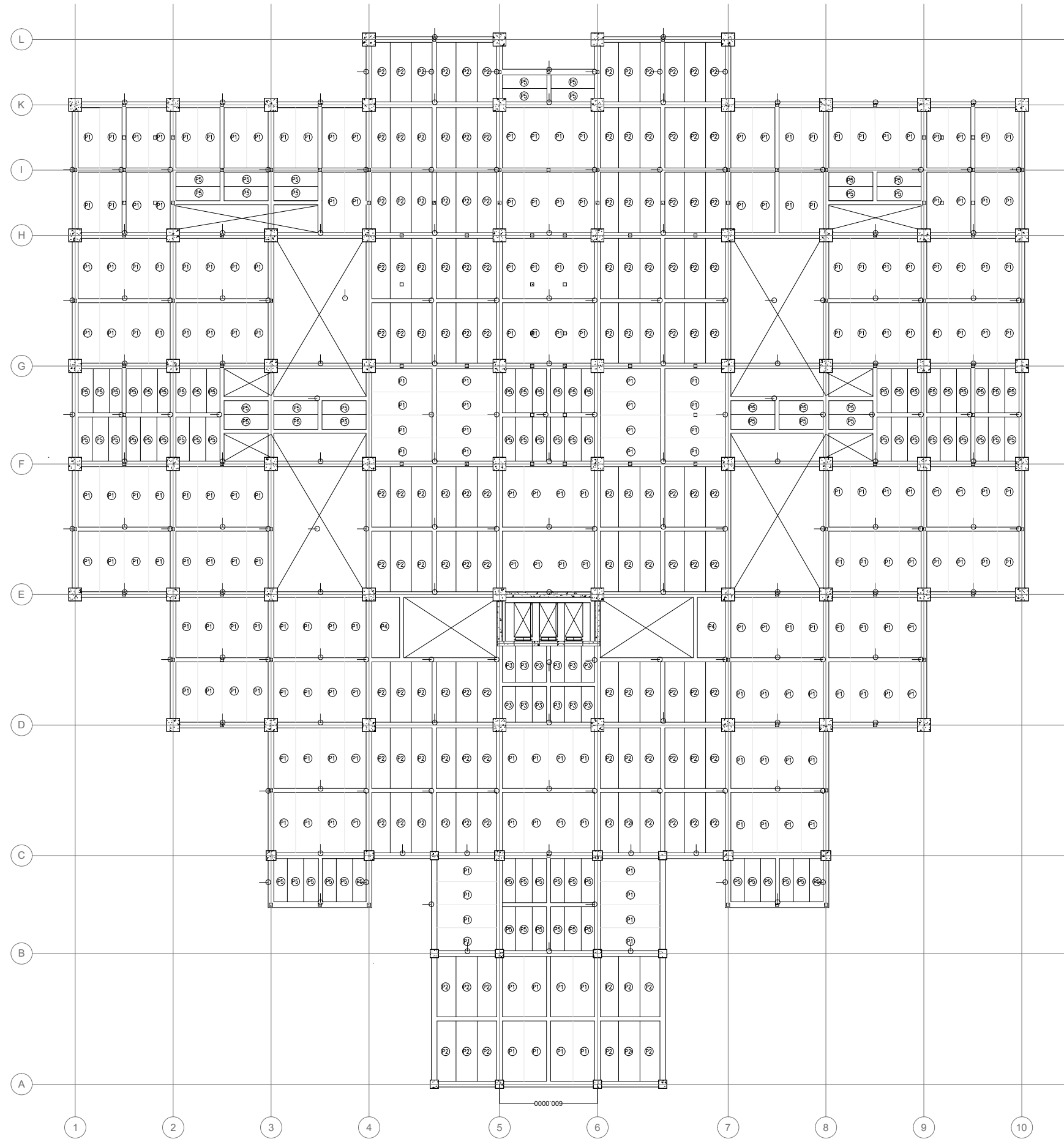
KEY PLAN TIPIKAL TANGGA TYPE 2 (LT.1-ROOF DECK)  
 Skala 1 : 50



DETAIL TIPIKAL TANGGA TYPE 2 (LT.1-ROOF DECK)  
 Skala 1 : 50

KODE GBR.	NO. LEMBAR	JML. LEMBAR
STR	25	55





PROGRAM STUDI DIPLOMA 4  
 DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
 FAKULTAS VOKASI  
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

**JUDUL TUGAS AKHIR**

Perhitungan Waktu dan Biaya  
 Pelaksanaan Pembangunan Struktur  
 Gedung Prasarana Pendidikan Profesi  
 Guru Universitas Negeri Surabaya  
 dengan Modifikasi Pelat Half Slab

**DOSEN PEMBIMBING**

R. Buyung Anugraha A. ST.,MT  
 NIP. 19740203 200212 1 002

**NAMA MAHASISWA**

Icco Candra Ismawati  
 10111815000048

**NAMA GAMBAR**

RENCANA  
 PLAT PRECAST LT. 2-3  
 1 : 100

**Konsultan Perencana**

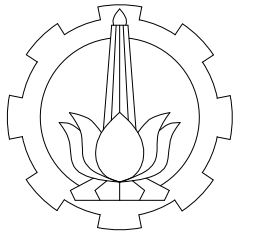
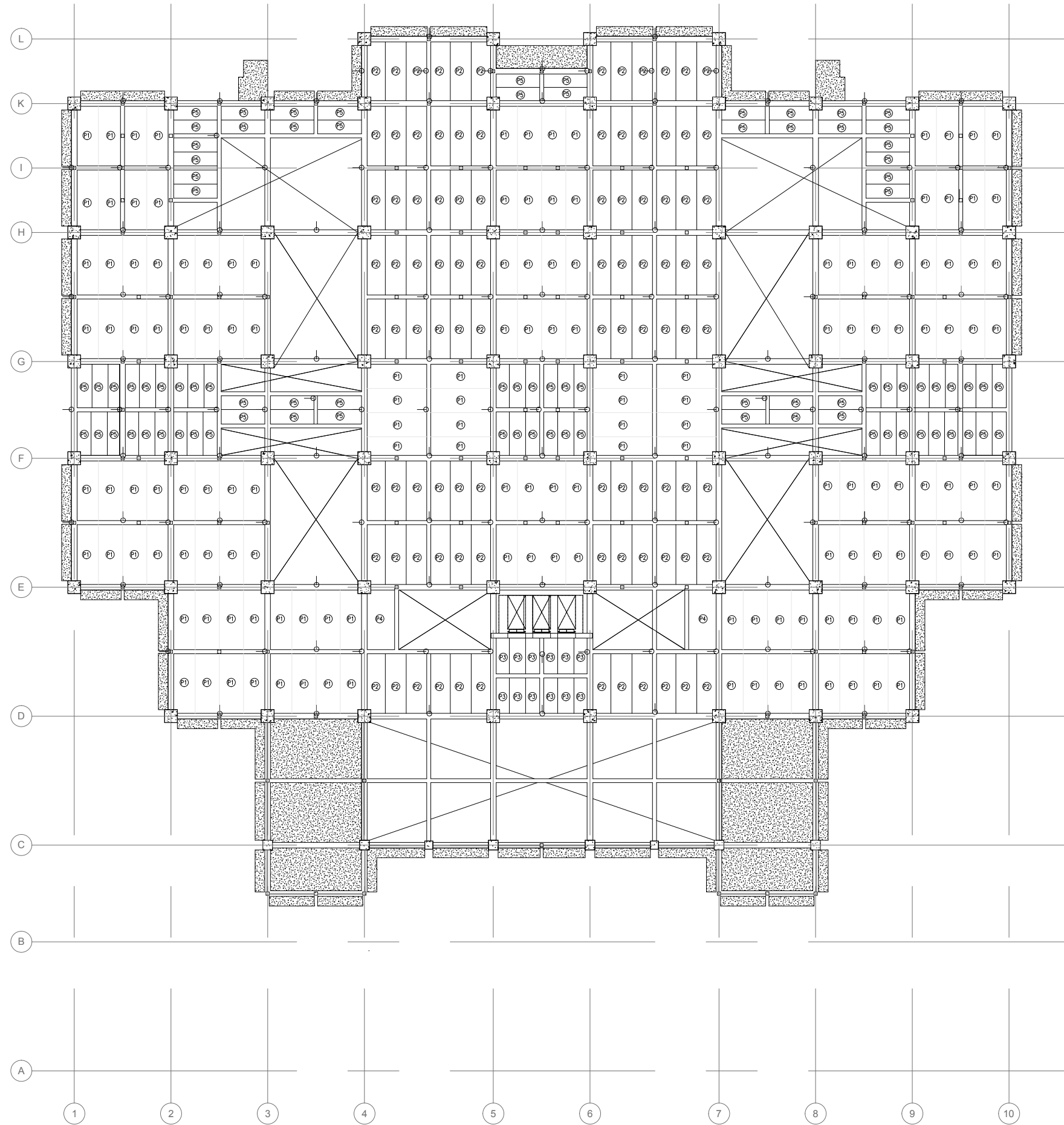
**PT. INTI EKA FAJAR KONSULTAN**  
 Komp. Rungtut YKP RL.2 No. 13 Surabaya - 60293  
 Phone : (031) 8702273, 8704580  
 Fax : (031) 8704580  
 e-mail : ief\_kons@hotmail.com

Sumber :



Keterangan :

KODE GBR.	NO. LEMBAR	JML. LEMBAR
STR	27	55



PROGRAM STUDI DIPLOMA 4  
 DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
 FAKULTAS VOKASI  
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

**JUDUL TUGAS AKHIR**

Perhitungan Waktu dan Biaya  
 Pelaksanaan Pembangunan Struktur  
 Gedung Prasarana Pendidikan Profesi  
 Guru Universitas Negeri Surabaya  
 dengan Modifikasi Pelat Half Slab

**DOSEN PEMBIMBING**

R. Buyung Anugraha A. ST.,MT  
 NIP. 19740203 200212 1 002

**NAMA MAHASISWA**

Icco Candra Ismawati  
 10111815000048

**NAMA GAMBAR**

RENCANA  
 PLAT PRECAST LT. 4  
 1 : 100

**Konsultan Perencana**

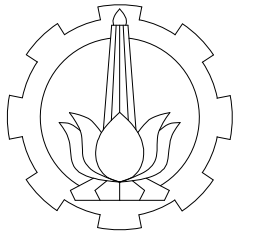
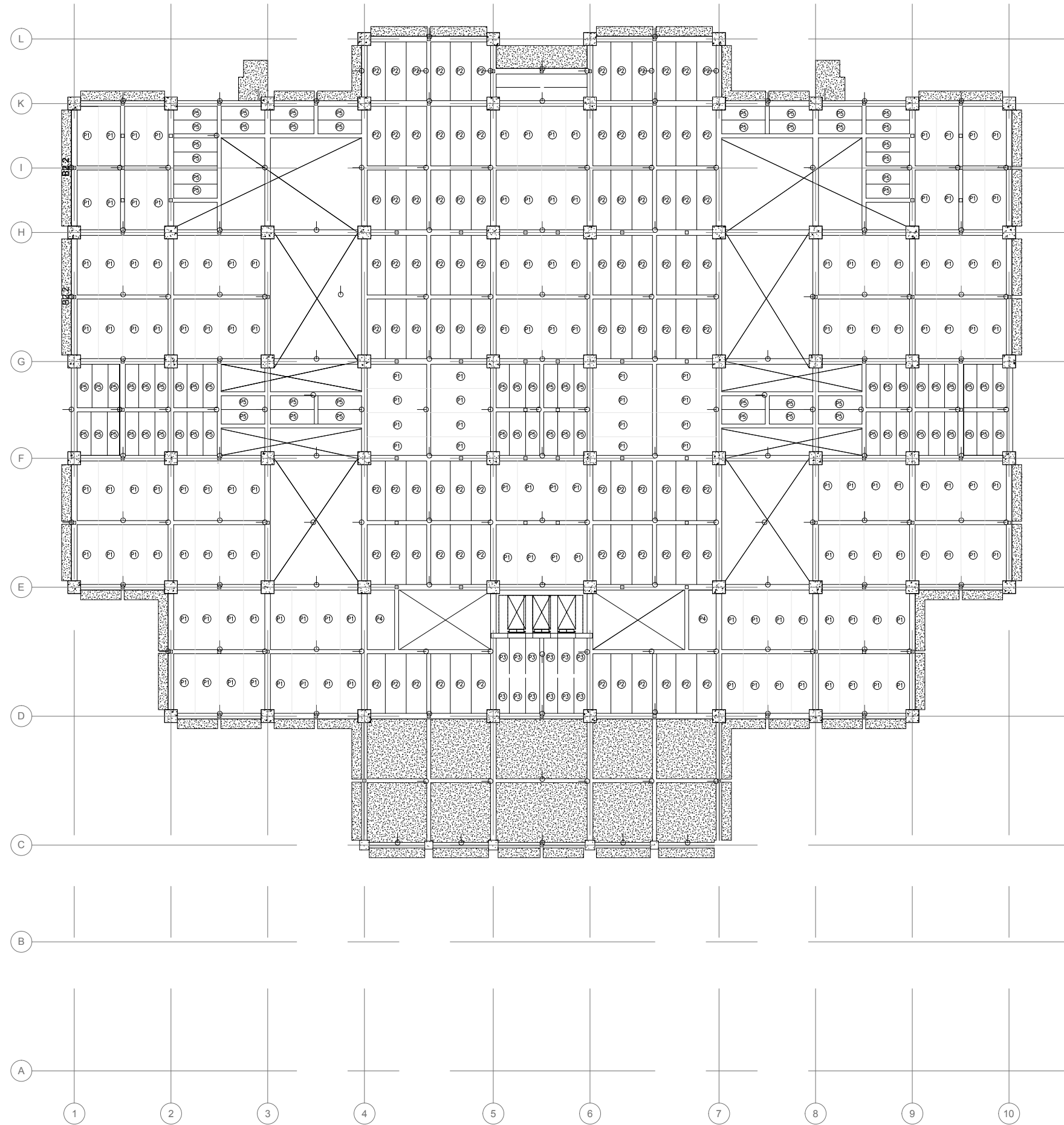
**PT. INTI EKA FAJAR KONSULTAN**  
 Komp. Runglut YKP RL.2 No. 13 Surabaya - 60293  
 Phone : (031) 8702273, 8704580  
 Fax : (031) 8704580  
 e-mail : int\_ekafaj@hotmail.com

Sumber :



Keterangan :

KODE GBR.	NO. LEMBAR	JML. LEMBAR
STR	28	55



PROGRAM STUDI DIPLOMA 4  
 DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
 FAKULTAS VOKASI  
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

**JUDUL TUGAS AKHIR**

Perhitungan Waktu dan Biaya  
 Pelaksanaan Pembangunan Struktur  
 Gedung Prasarana Pendidikan Profesi  
 Guru Universitas Negeri Surabaya  
 dengan Modifikasi Pelat Half Slab

**DOSEN PEMBIMBING**

R. Buyung Anugraha A. ST.,MT  
 NIP. 19740203 200212 1 002

**NAMA MAHASISWA**

Icco Candra Ismawati  
 10111815000048

**NAMA GAMBAR**

RENCANA  
 PLAT PRECAST LT. 5  
 1 : 100

**Konsultan Perencana**



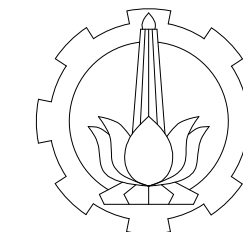
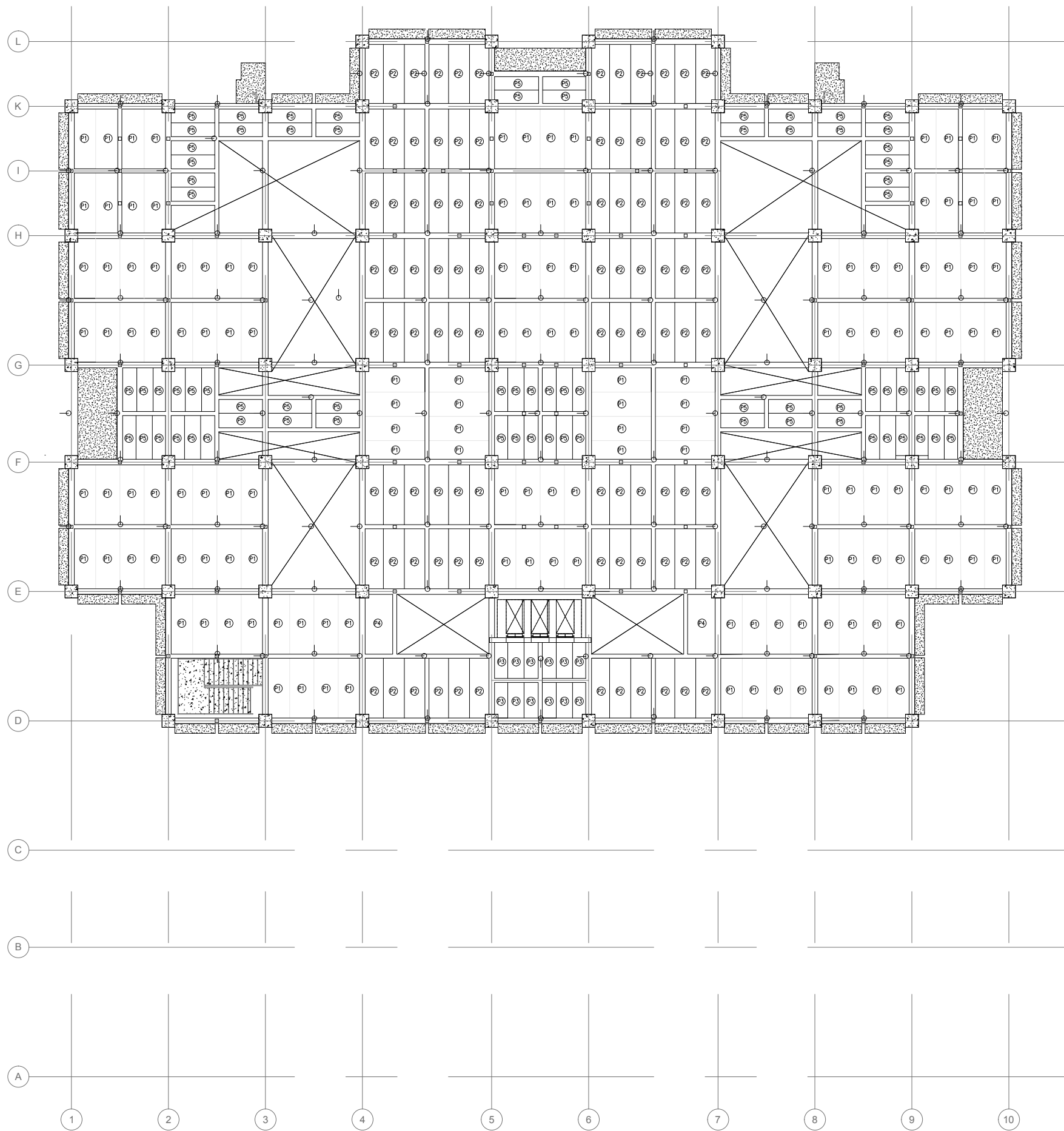
PT. INTI EKA FAJAR KONSULTAN  
 Komp. Runglut YKP RL.2 No. 13 Surabaya - 60293  
 Phone : (031) 8702273, 8704580  
 Fax : (031) 8704580  
 e-mail : int\_ekafaj@hotmail.com

Sumber :



Keterangan :

KODE GBR.	NO. LEMBAR	JML. LEMBAR
STR	29	55



PROGRAM STUDI DIPLOMA 4  
 DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
 FAKULTAS VOKASI  
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

**JUDUL TUGAS AKHIR**

Perhitungan Waktu dan Biaya  
 Pelaksanaan Pembangunan Struktur  
 Gedung Prasarana Pendidikan Profesi  
 Guru Universitas Negeri Surabaya  
 dengan Modifikasi Pelat Half Slab

**DOSEN PEMBIMBING**

R. Buyung Anugraha A. ST.,MT  
 NIP. 19740203 200212 1 002

**NAMA MAHASISWA**

Icco Candra Ismawati  
 10111815000048

**NAMA GAMBAR**

RENCANA  
 PLAT PRECAST LT. 6-9  
 1 : 100

**Konsultan Perencana**



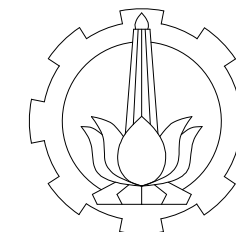
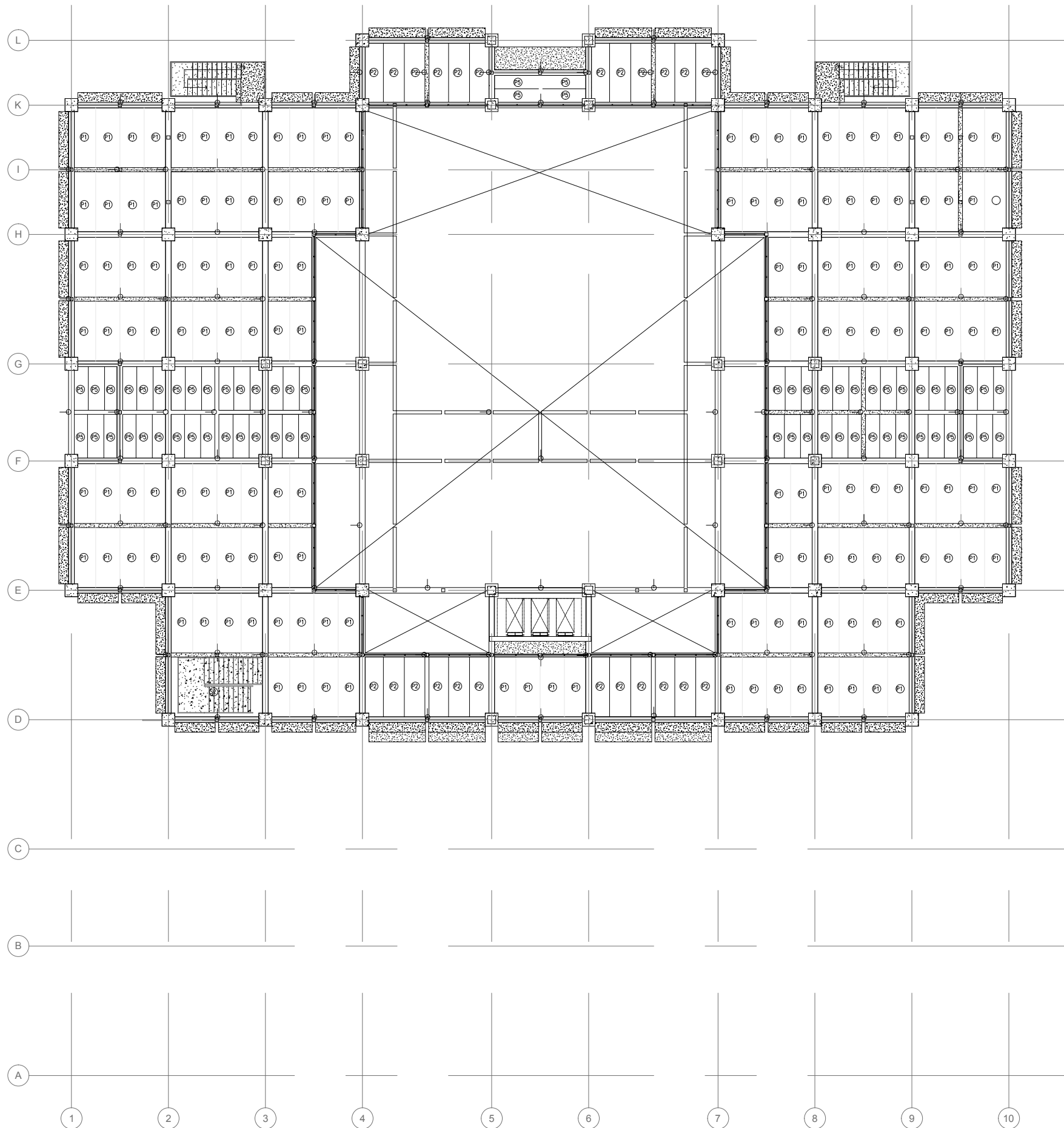
PT. INTI EKA FAJAR KONSULTAN  
 Komp. Rungtut YKP RL.2 No. 13 Surabaya - 60293  
 Phone : (031) 8702273, 8704580  
 Fax : (031) 8704580  
 e-mail : int\_ekafajar@hotmail.com

Sumber :



Keterangan :

KODE GBR.	NO. LEMBAR	JML. LEMBAR
STR	30	55



PROGRAM STUDI DIPLOMA 4  
 DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
 FAKULTAS VOKASI  
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

**JUDUL TUGAS AKHIR**

Perhitungan Waktu dan Biaya  
 Pelaksanaan Pembangunan Struktur  
 Gedung Prasarana Pendidikan Profesi  
 Guru Universitas Negeri Surabaya  
 dengan Modifikasi Pelat Half Slab

**DOSEN PEMBIMBING**

R. Buyung Anugraha A. ST.,MT  
 NIP. 19740203 200212 1 002

**NAMA MAHASISWA**

Icco Candra Ismawati  
 10111815000048

**NAMA GAMBAR**

RENCANA  
 PLAT PRECAST PLAT ATAP  
 1 : 100

**Konsultan Perencana**



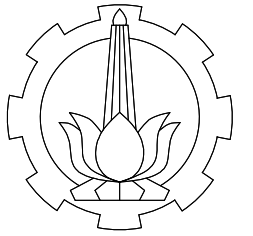
PT. INTI EKA FAJAR KONSULTAN  
 Komp. Runglut YKP RL 2 No. 13 Surabaya - 60293  
 Phone : (031) 8702273, 8704580  
 Fax : (031) 8704580  
 e-mail : int\_ekafaj@hotmail.com

Sumber :



Keterangan :

KODE GBR.	NO. LEMBAR	JML. LEMBAR
STR	31	55



PROGRAM STUDI DIPLOMA 4  
 DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
 FAKULTAS VOKASI  
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

**JUDUL TUGAS AKHIR**

Perhitungan Waktu dan Biaya  
 Pelaksanaan Pembangunan Struktur  
 Gedung Prasarana Pendidikan Profesi  
 Guru Universitas Negeri Surabaya  
 dengan Modifikasi Pelat Half Slab

**DOSEN PEMBIMBING**

R. Buyung Anugraha A. ST.,MT  
 NIP. 19740203 200212 1 002

**NAMA MAHASISWA**

Icco Candra Ismawati  
 10111815000048

**NAMA GAMBAR**

DETAIL PLAT PRECAST TIPE 1

**Konsultan Perencana**

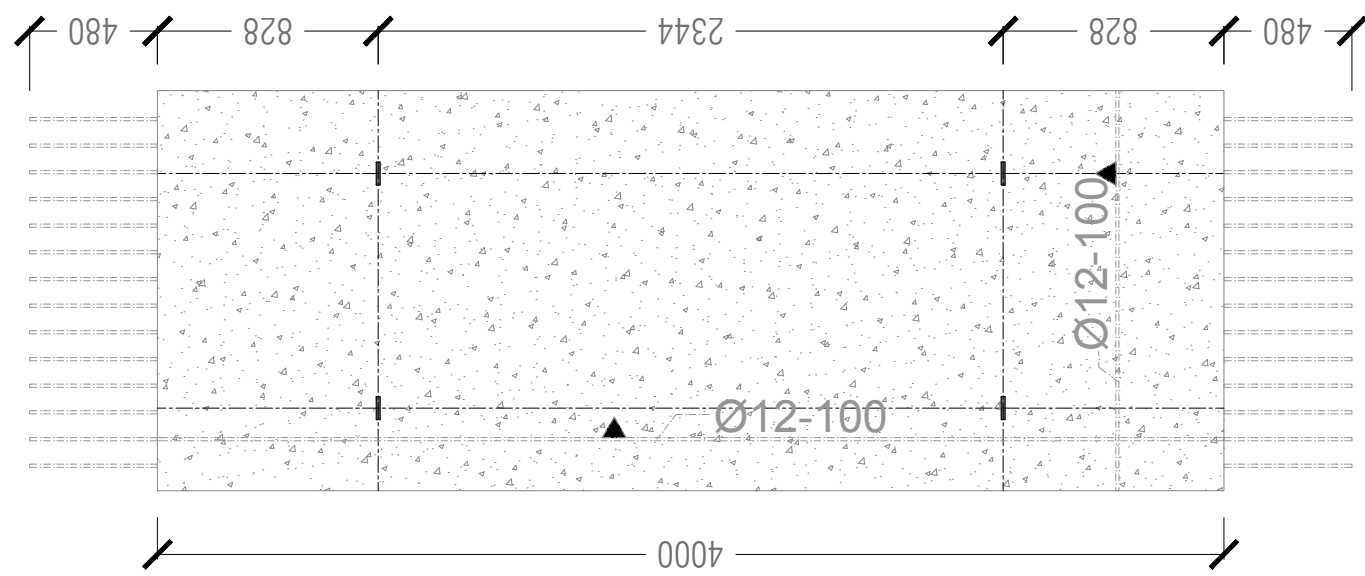
**PT. INTI EKA FAJAR KONSULTAN**  
 Komp. Rungkut YKP RL 2 No. 13 Surabaya - 60293  
 Phone : (031) 8702273, 8704580  
 Fax : (031) 8704580  
 e-mail : inf\_konsa@hotmail.com

**Sumber :**

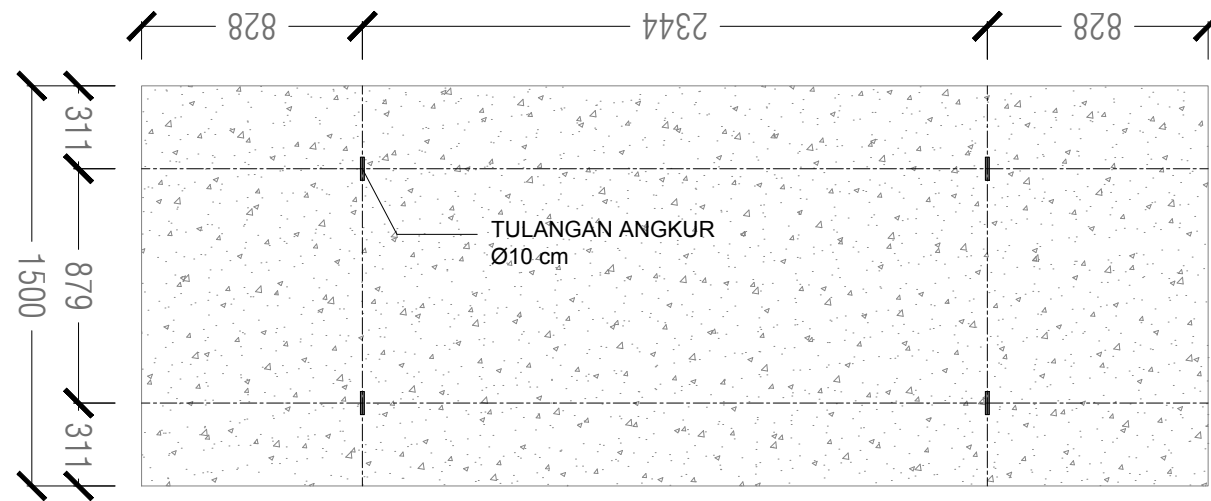
Dokumen penulis

**Keterangan :**

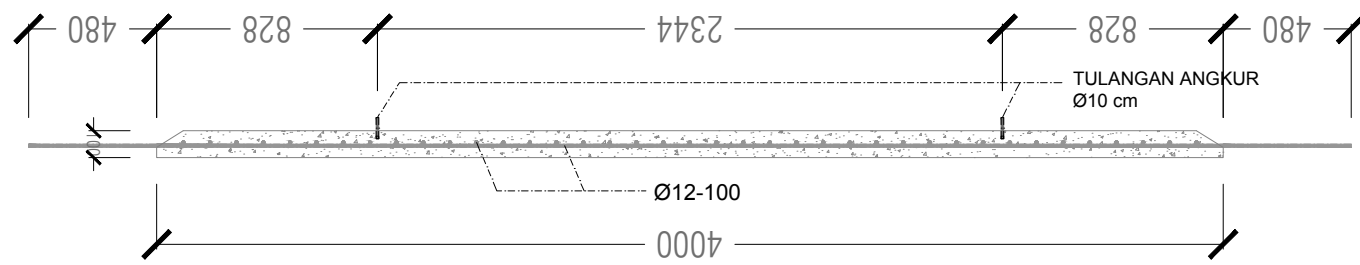
KODE GBR.	NO. LEMBAR	JML. LEMBAR
	32	55



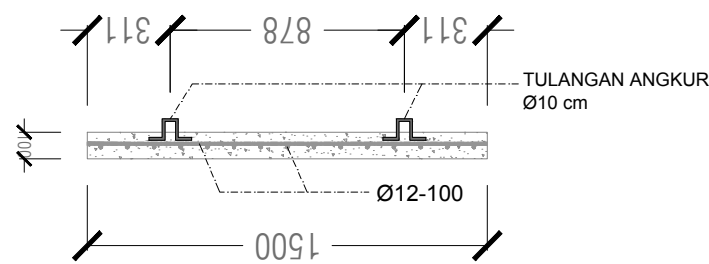
**DETAIL PLAT PRECAST TIPE 1**  
 SCALE 1 : 50



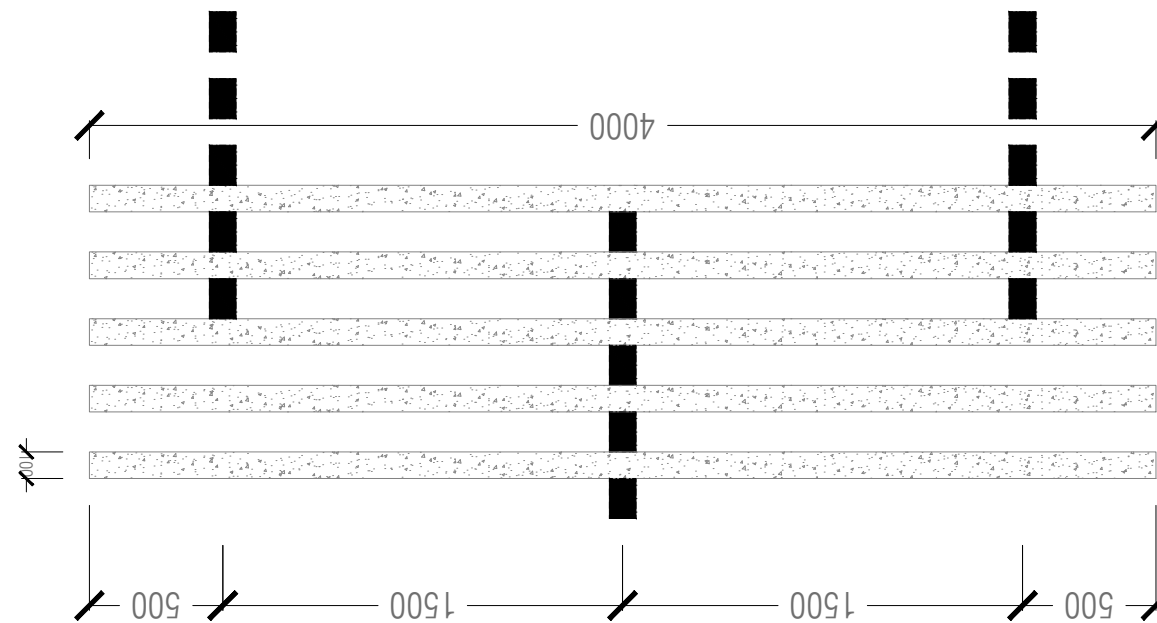
**TITIK ANGKAT PADA PLAT PRECAST TIPE 1**  
 SCALE 1 : 50



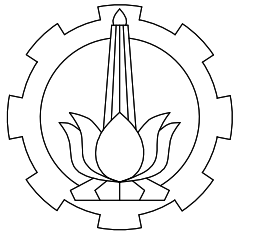
**POTONGAN A - A**  
 SCALE 1 : 50



**POTONGAN B - B**  
 SCALE 1 : 50



**JUMLAH PENUMPUKAN PADA PLAT PRECAST TIPE 1**  
 SCALE 1 : 50



PROGRAM STUDI DIPLOMA 4  
 DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
 FAKULTAS VOKASI  
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

**JUDUL TUGAS AKHIR**

Perhitungan Waktu dan Biaya  
 Pelaksanaan Pembangunan Struktur  
 Gedung Prasarana Pendidikan Profesi  
 Guru Universitas Negeri Surabaya  
 dengan Modifikasi Pelat Half Slab

**DOSEN PEMBIMBING**

R. Buyung Anugraha A. ST.,MT  
 NIP. 19740203 200212 1 002

**NAMA MAHASISWA**

Icco Candra Ismawati  
 10111815000048

**NAMA GAMBAR**

DETAIL PLAT PRECAST TIPE 2

**Konsultan Perencana**

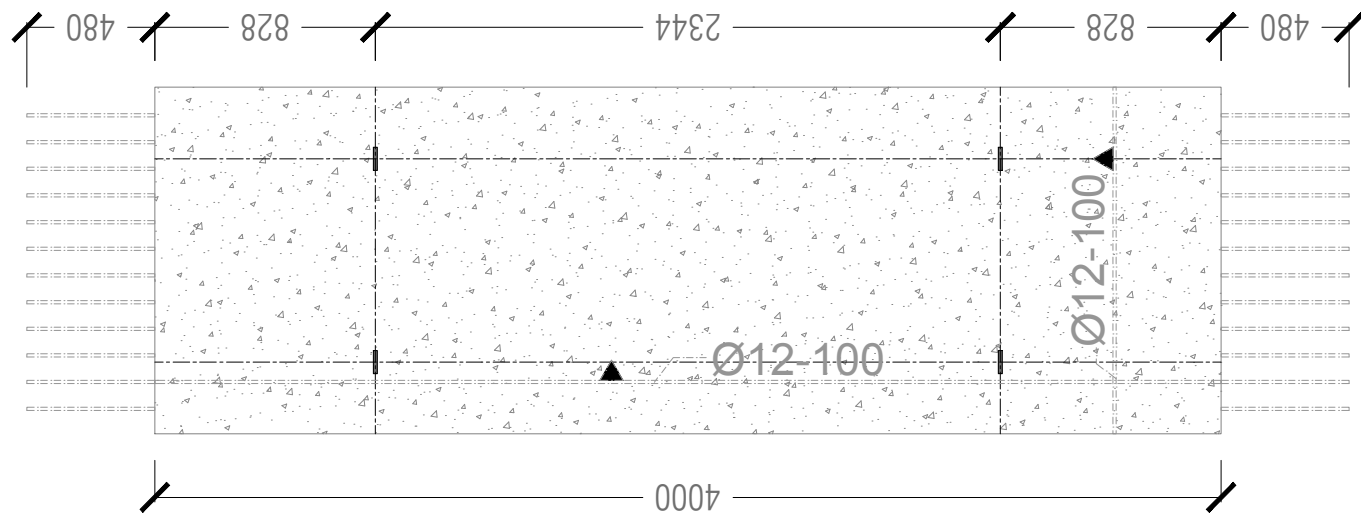
**PT. INTI EKA FAJAR KONSULTAN**  
 Komp. Rungtut YKP RL 2 No. 13 Surabaya - 60283  
 Phone : (031) 8702273, 8704580  
 Fax : (031) 8704580  
 e-mail : int\_ekafajar@hotmail.com

**Sumber :**

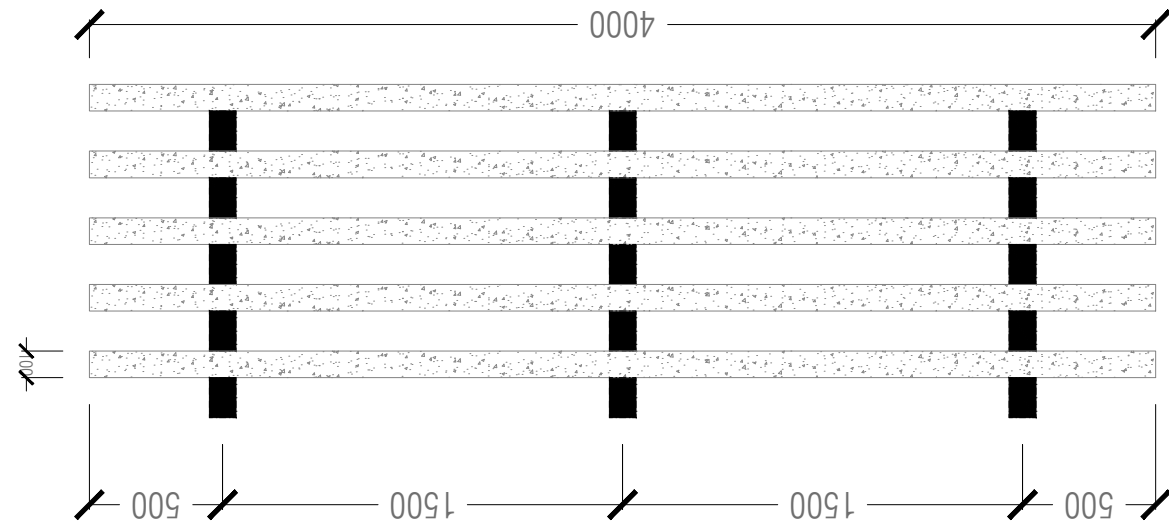
Dokumen penulis

**Keterangan :**

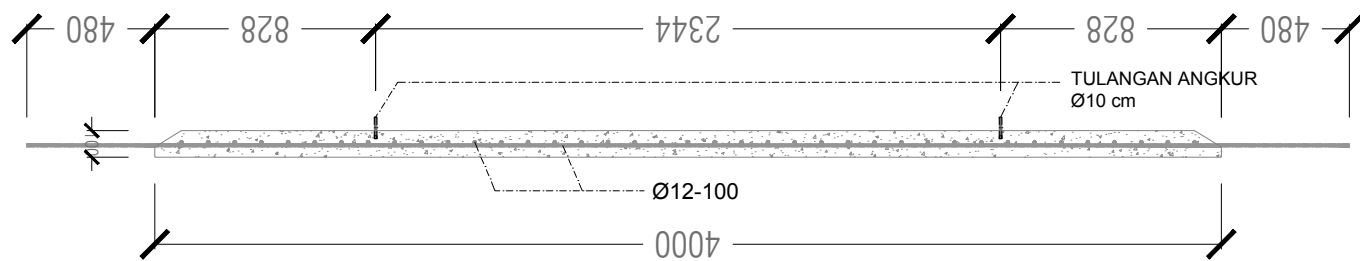
KODE GBR.	NO. LEMBAR	JML. LEMBAR
	33	55



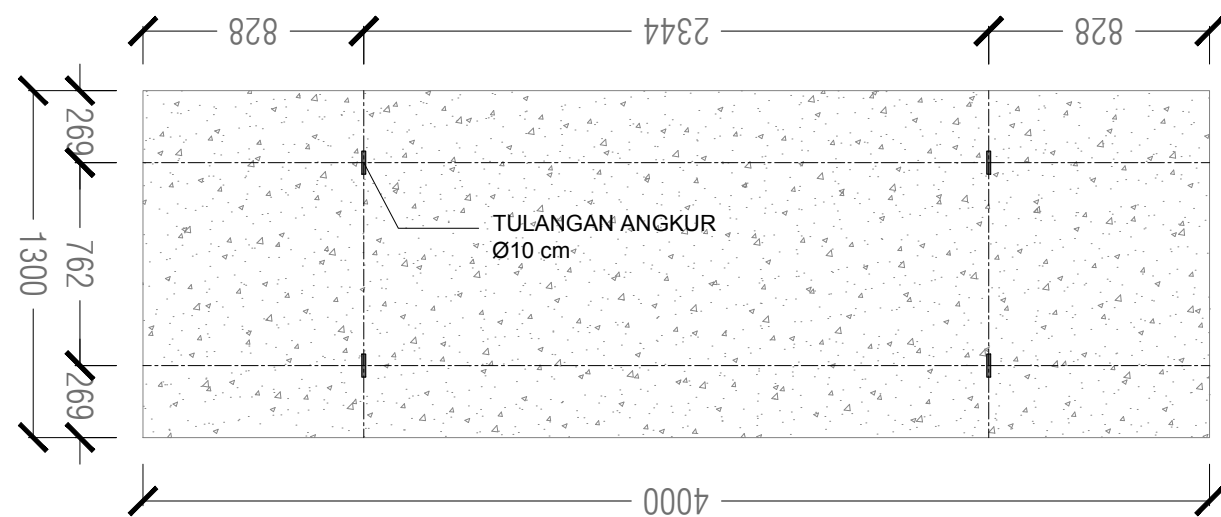
DETAIL PLAT PRECAST TIPE 2  
 SCALE 1 : 50



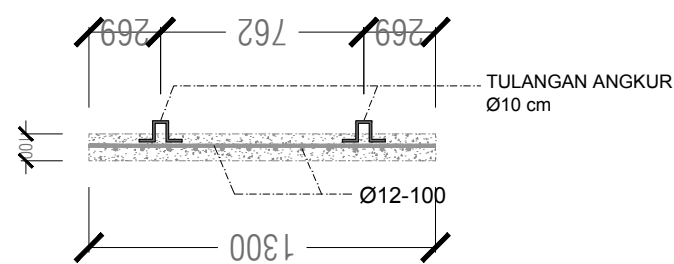
TITIK ANGKAT PADA PLAT PRECAST TIPE 2  
 SCALE 1 : 50



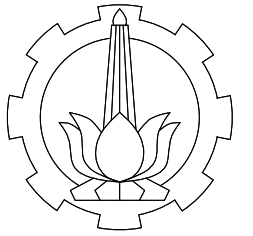
POTONGAN A - A  
 SCALE 1 : 50



JUMLAH PENUMPUKAN PADA PLAT PRECAST TIPE 2  
 SCALE 1 : 50



POTONGAN B - B  
 SCALE 1 : 50



PROGRAM STUDI DIPLOMA 4  
 DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
 FAKULTAS VOKASI  
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

**JUDUL TUGAS AKHIR**

Perhitungan Waktu dan Biaya  
 Pelaksanaan Pembangunan Struktur  
 Gedung Prasarana Pendidikan Profesi  
 Guru Universitas Negeri Surabaya  
 dengan Modifikasi Pelat Half Slab

**DOSEN PEMBIMBING**

R. Buyung Anugraha A. ST.,MT  
 NIP. 19740203 200212 1 002

**NAMA MAHASISWA**

Icco Candra Ismawati  
 10111815000048

**NAMA GAMBAR**

DETAIL PLAT PRECAST TIPE 3

**Konsultan Perencana**

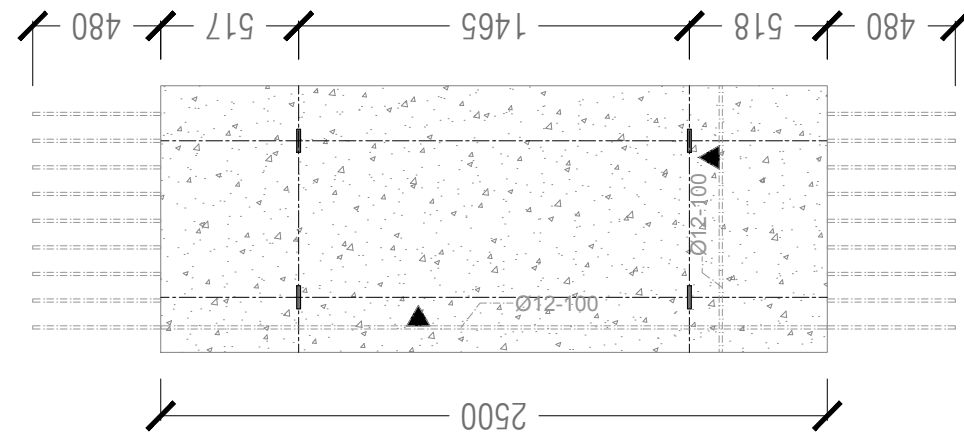
**PT. INTI EKA FAJAR KONSULTAN**  
 Komp. Rungkut YKP RL 2 No. 13 Surabaya - 60293  
 Phone: (031) 8702273, 8704580  
 Fax: (031) 8704580  
 e-mail: inf\_konsa@hotmail.com

**Sumber :**

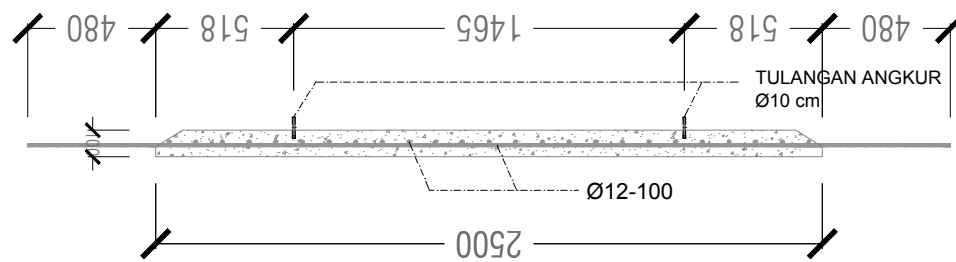
Dokumen penulis

**Keterangan :**

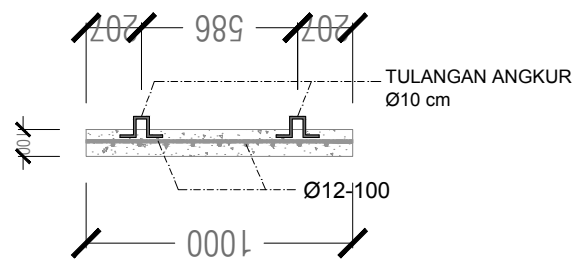
KODE GBR.	NO. LEMBAR	JML. LEMBAR
	34	55



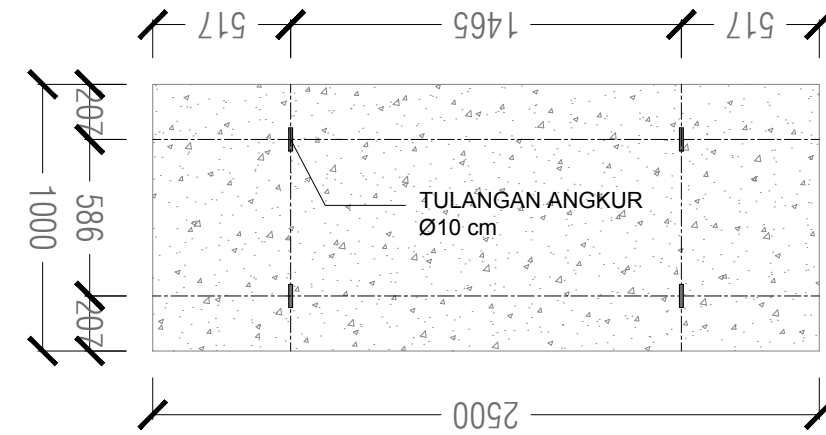
**DETAIL PLAT PRECAST TIPE 3**  
 SCALE 1 : 50



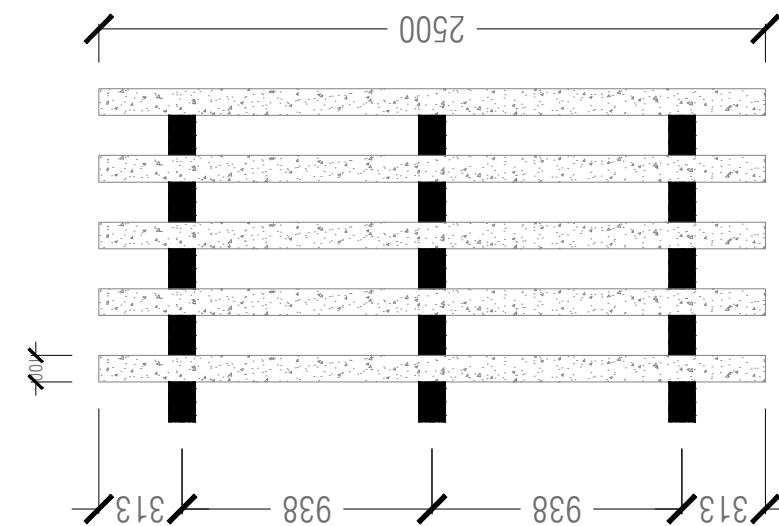
**POTONGAN A - A**  
 SCALE 1 : 50



**POTONGAN B - B**  
 SCALE 1 : 50

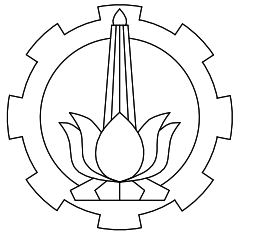


**TITIK ANGKAT PADA PLAT PRECAST TIPE 3**  
 SCALE 1 : 50



**JUMLAH PENUMPUKAN PADA PLAT PRECAST TIPE 2**  
 SCALE 1 : 50





PROGRAM STUDI DIPLOMA 4  
 DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
 FAKULTAS VOKASI  
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

**JUDUL TUGAS AKHIR**

Perhitungan Waktu dan Biaya  
 Pelaksanaan Pembangunan Struktur  
 Gedung Prasarana Pendidikan Profesi  
 Guru Universitas Negeri Surabaya  
 dengan Modifikasi Pelat Half Slab

**DOSEN PEMBIMBING**

R. Buyung Anugraha A. ST.,MT  
 NIP. 19740203 200212 1 002

**NAMA MAHASISWA**

Icco Candra Ismawati  
 10111815000048

**NAMA GAMBAR**

DETAIL PLAT PRECAST TIPE 1

**Konsultan Perencana**

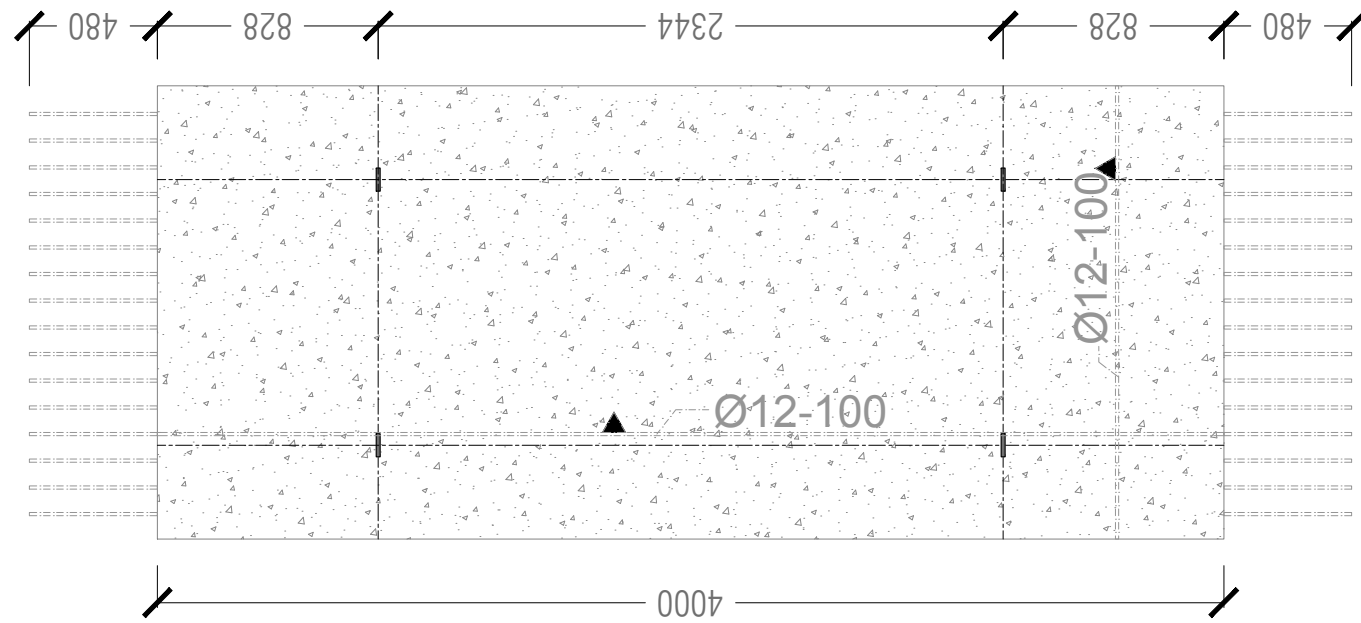
**PT. INTI EKA FAJAR KONSULTAN**  
 Komp. Rungtut YKP RL 2 No. 13 Surabaya - 60283  
 Phone : (031) 8702273, 8704580  
 Fax : (031) 8704580  
 e-mail : inf\_konsa@hotmail.com

**Sumber :**

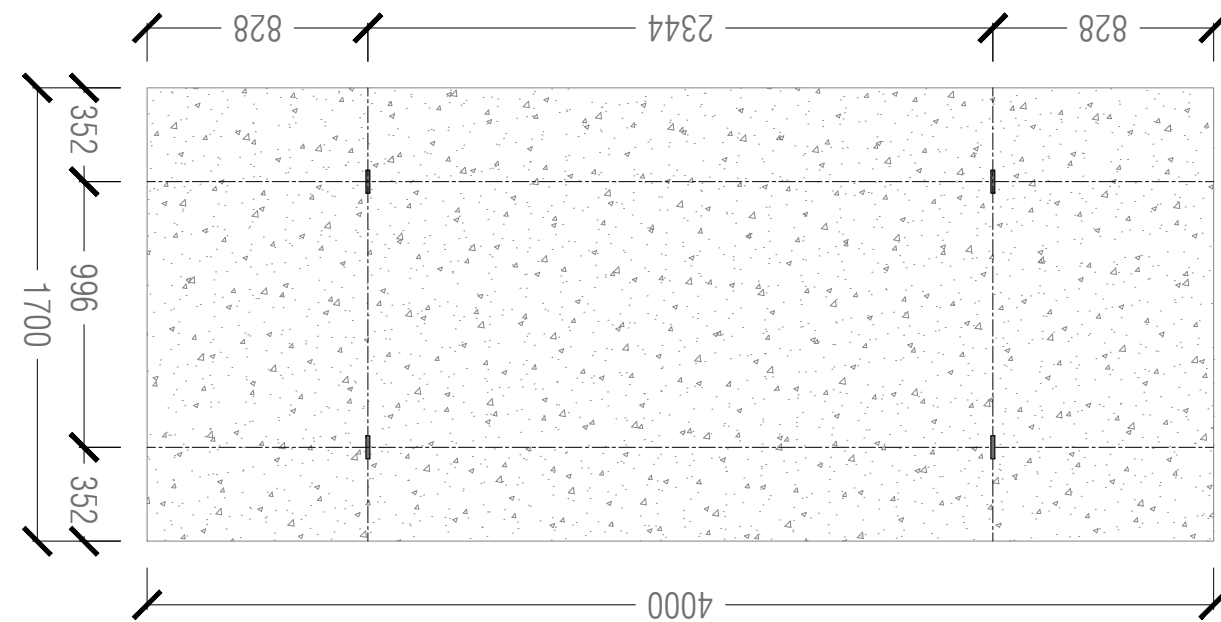
Dokumen penulis

**Keterangan :**

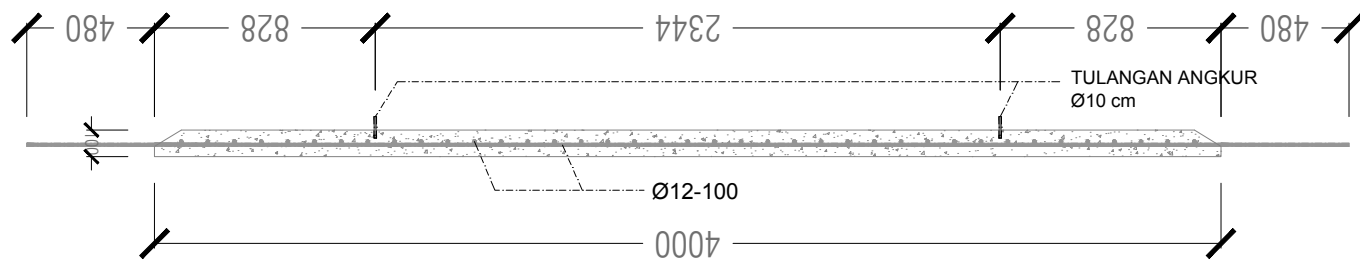
KODE GBR.	NO. LEMBAR	JML. LEMBAR
	35	55



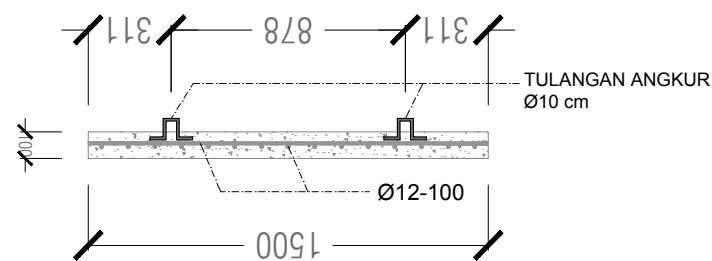
**DETAIL PLAT PRECAST TIPE 2**  
 SCALE 1 : 50



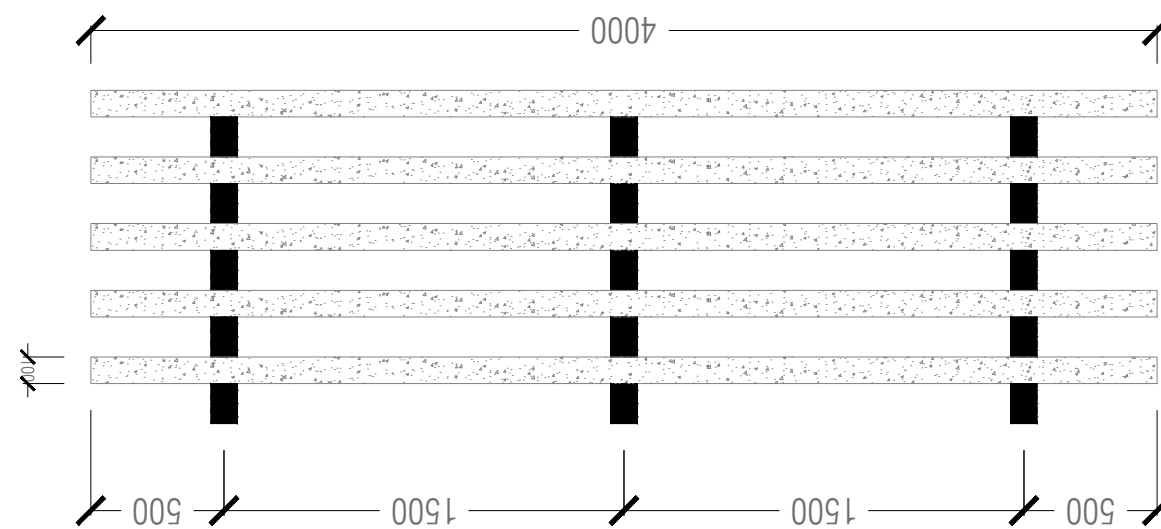
**TITIK ANGKAT PADA PLAT PRECAST TIPE 2**  
 SCALE 1 : 50



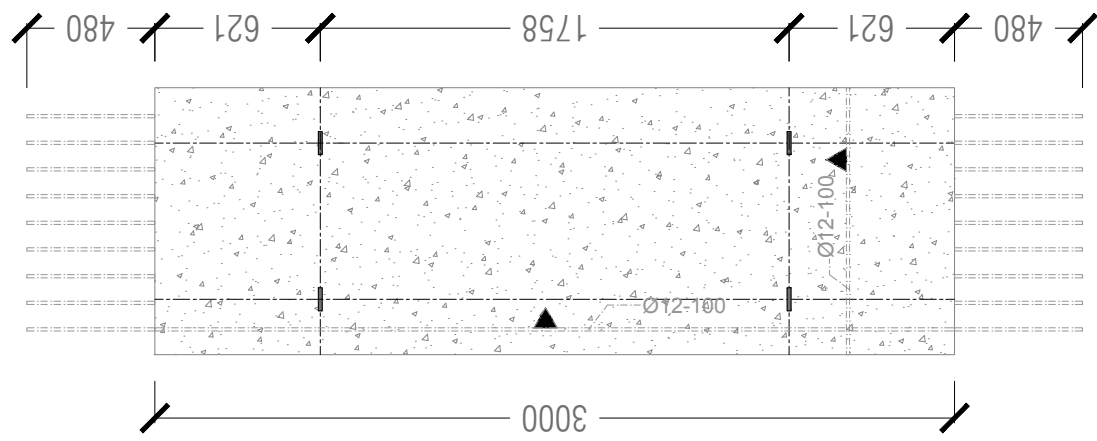
**POTONGAN A - A**  
 SCALE 1 : 50



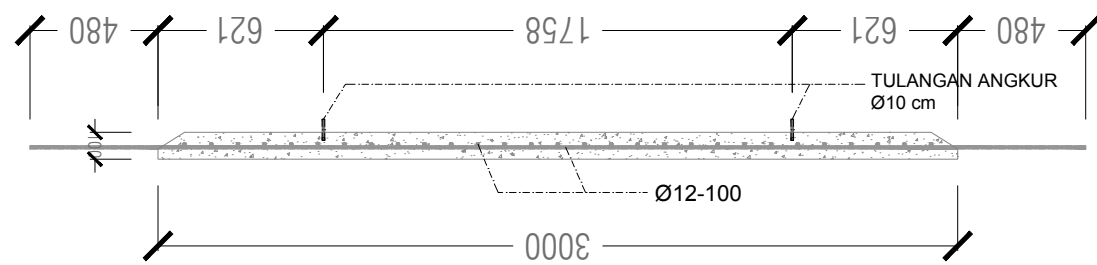
**POTONGAN B - B**  
 SCALE 1 : 50



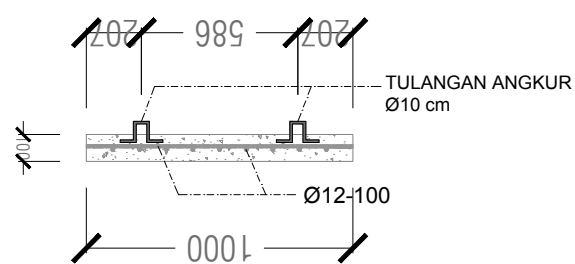
**JUMLAH PENUMPUKAN PADA PLAT PRECAST TIPE 2**  
 SCALE 1 : 50



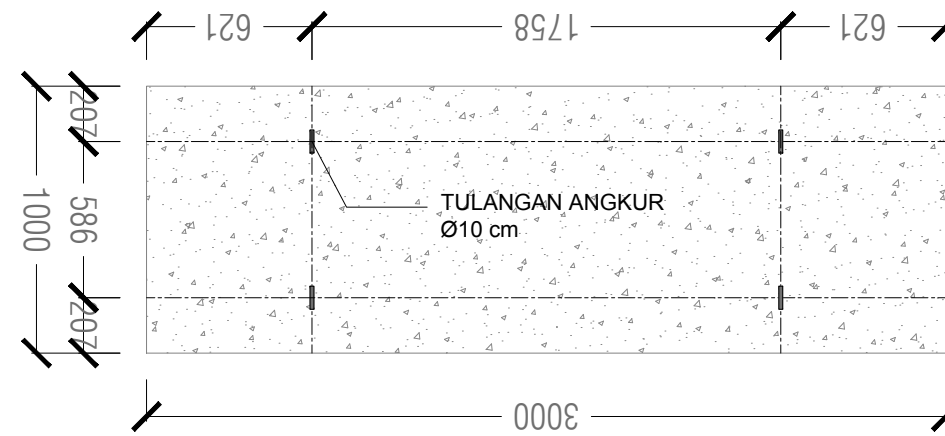
DETAIL PLAT PRECAST TIPE 2  
SCALE 1 : 50



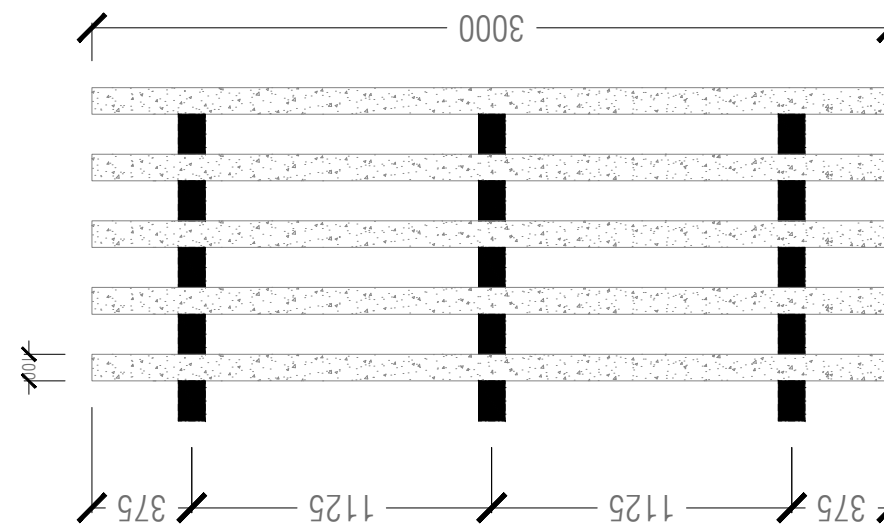
POTONGAN A - A  
SCALE 1 : 50



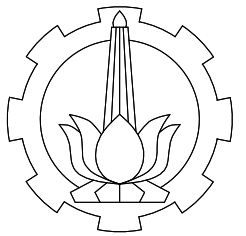
POTONGAN B - B  
SCALE 1 : 50



TITIK ANGKAT PADA PLAT PRECAST TIPE 2  
SCALE 1 : 50



JUMLAH PENUMPUKAN PADA PLAT PRECAST TIPE 2  
SCALE 1 : 50



PROGRAM STUDI DIPLOMA 4  
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
FAKULTAS VOKASI  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

**JUDUL TUGAS AKHIR**

Perhitungan Waktu dan Biaya  
Pelaksanaan Pembangunan Struktur  
Gedung Prasarana Pendidikan Profesi  
Guru Universitas Negeri Surabaya  
dengan Modifikasi Pelat Half Slab

**DOSEN PEMBIMBING**

R. Buyung Anugraha A. ST.,MT  
NIP. 19740203 200212 1 002

**NAMA MAHASISWA**

Icco Candra Ismawati  
10111815000048

**NAMA GAMBAR**

DETAIL PLAT PRECAST TIPE 1

**Konsultan Perencana**

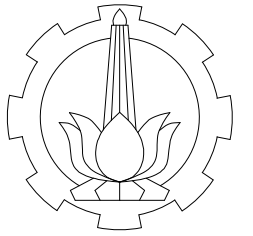
**PT. INTI EKA FAJAR KONSULTAN**  
Komp. Rungtut YKP RL 2 No. 13 Surabaya - 60283  
Phone : (031) 8702273, 8704580  
Fax : (031) 8704580  
e-mail : int\_ekafaj@indosat.net.id

**Sumber :**

Dokumen penulis

**Keterangan :**

KODE GBR.	NO. LEMBAR	JML. LEMBAR
	36	55



PROGRAM STUDI DIPLOMA 4  
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
FAKULTAS VOKASI  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

### JUDUL TUGAS AKHIR

Perhitungan Waktu dan Biaya  
Pelaksanaan Pembangunan Struktur  
Gedung Prasarana Pendidikan Profesi  
Guru Universitas Negeri Surabaya  
dengan Modifikasi Pelat Half Slab

### DOSEN PEMBIMBING

R. Buyung Anugraha A. ST.,MT  
NIP. 19740203 200212 1 002

### NAMA MAHASISWA

Icco Candra Ismawati  
10111815000048

### NAMA GAMBAR

KEYPLAN RENCANA  
ATAP BAJA  
1 : 100

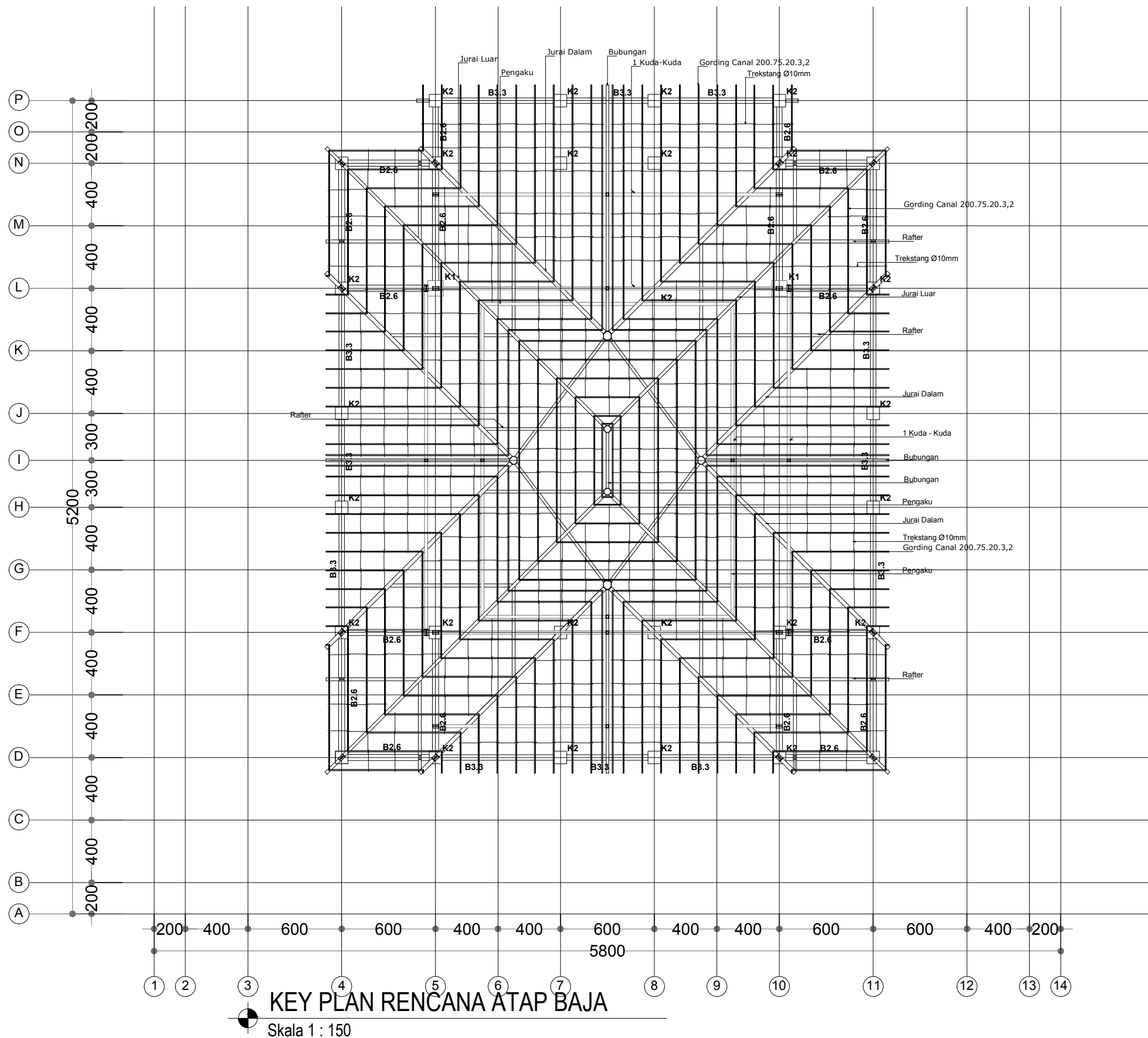
### Konsultan Perencana

**PT. INTI EKA FAJAR KONSULTAN**  
Komp. Rungkut YKP RL.2 No. 13 Surabaya - 60293  
Phone : (031) 8702273, 8704580  
Fax : (031) 8704580  
e-mail : int\_eka@hotmail.com

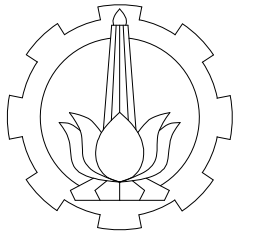
Sumber :



Keterangan :



KODE GBR.	NO. LEMBAR	JML. LEMBAR
STR	37	55



PROGRAM STUDI DIPLOMA 4  
 DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
 FAKULTAS VOKASI  
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

**JUDUL TUGAS AKHIR**

Perhitungan Waktu dan Biaya  
 Pelaksanaan Pembangunan Struktur  
 Gedung Prasarana Pendidikan Profesi  
 Guru Universitas Negeri Surabaya  
 dengan Modifikasi Pelat Half Slab

**DOSEN PEMBIMBING**

R. Buyung Anugraha A. ST.,MT  
 NIP. 19740203 200212 1 002

**NAMA MAHASISWA**

Icco Candra Ismawati  
 10111815000048

**NAMA GAMBAR**

KEY PLAN PENOMORAN  
 RANGKA ATAP BAJA  
 1 : 100

**Konsultan Perencana**

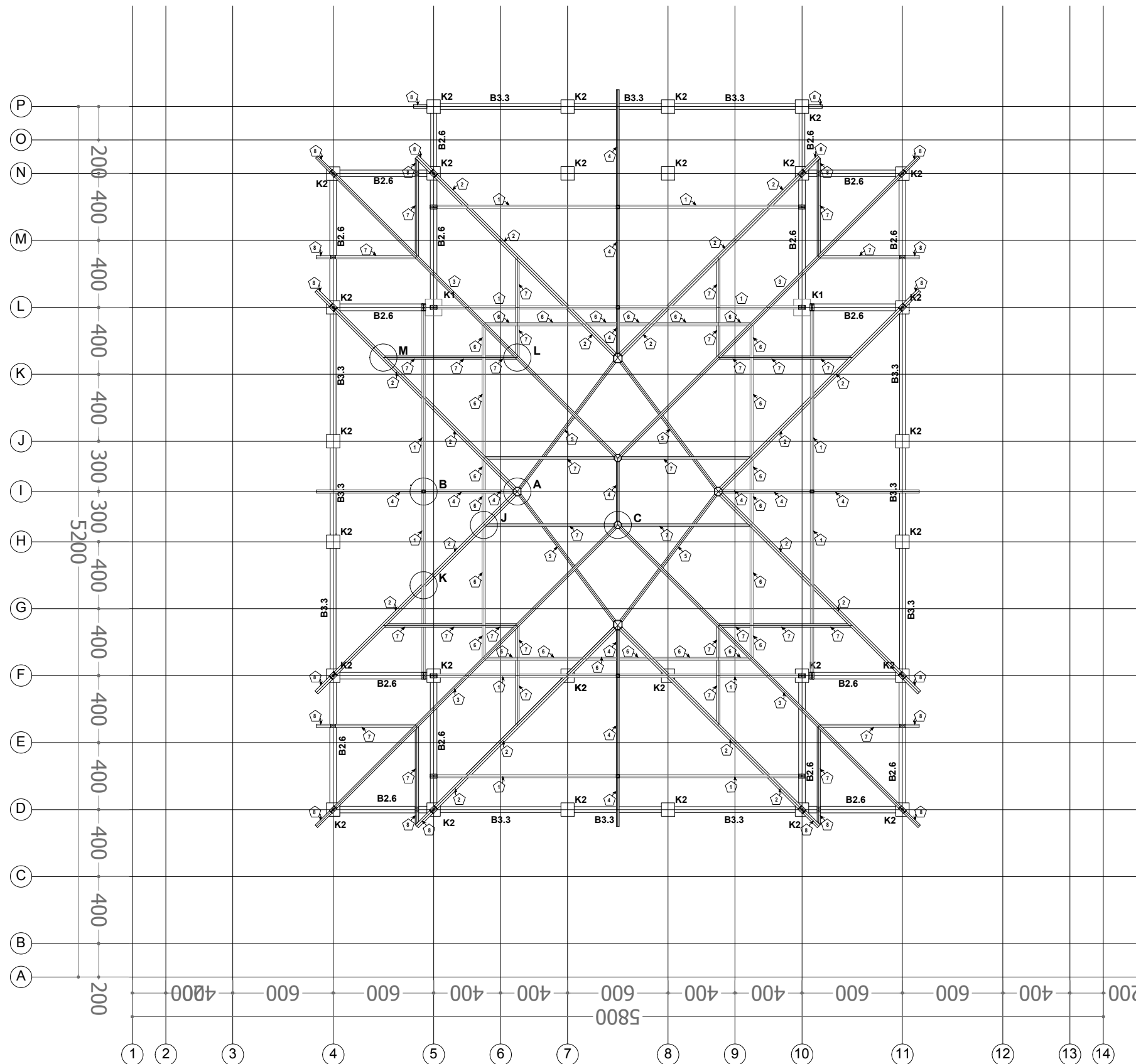
**PT. INTI EKA FAJAR KONSULTAN**  
 Komp. Runglut YKP RL.2 No. 13 Surabaya - 60293  
 Phone : (031) 8702273, 8704580  
 Fax : (031) 8704580  
 e-mail : ief\_kons@hotmmail.com

**Sumber :**



**Keterangan :**

KODE GBR.	NO. LEMBAR	JML. LEMBAR
STR	38	55

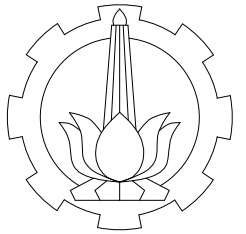


**TABEL PENOMORAN BATANG RANGKA ATAP BAJA**

NOMOR BATANG	IDENTITAS	KETERANGAN
1	WF 400.200.8.13	KUDA - KUDA
2	WF 350.250.9.14	JURAI DALAM
3	WF 400.200.8.13	JURAI LUAR
4	WF 350.175.7.11	BUBUNGAN
5	WF 350.175.7.11	PENGAJU
6	WF 300.200.8.12	PENGAJU
7	WF 300.200.8.12	RAFTER
8	WF 300.200.8.12	RAFTER

Keterangan :  
 ◻ Nomor Batang  
 ○ Lokasi Gambar Detail

**KEY PLAN PENOMORAN BATANG RANGKA ATAP BAJA**  
 Skala 1 : 150



PROGRAM STUDI DIPLOMA 4  
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
FAKULTAS VOKASI  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

**JUDUL TUGAS AKHIR**

Perhitungan Waktu dan Biaya  
Pelaksanaan Pembangunan Struktur  
Gedung Prasarana Pendidikan Profesi  
Guru Universitas Negeri Surabaya  
dengan Modifikasi Pelat Half Slab

**DOSEN PEMBIMBING**

R. Buyung Anugraha A. ST.,MT  
NIP. 19740203 200212 1 002

**NAMA MAHASISWA**

Icco Candra Ismawati  
10111815000048

**NAMA GAMBAR**

DETAIL KUDA-KUDA  
BAJA WF

**Konsultan Perencana**



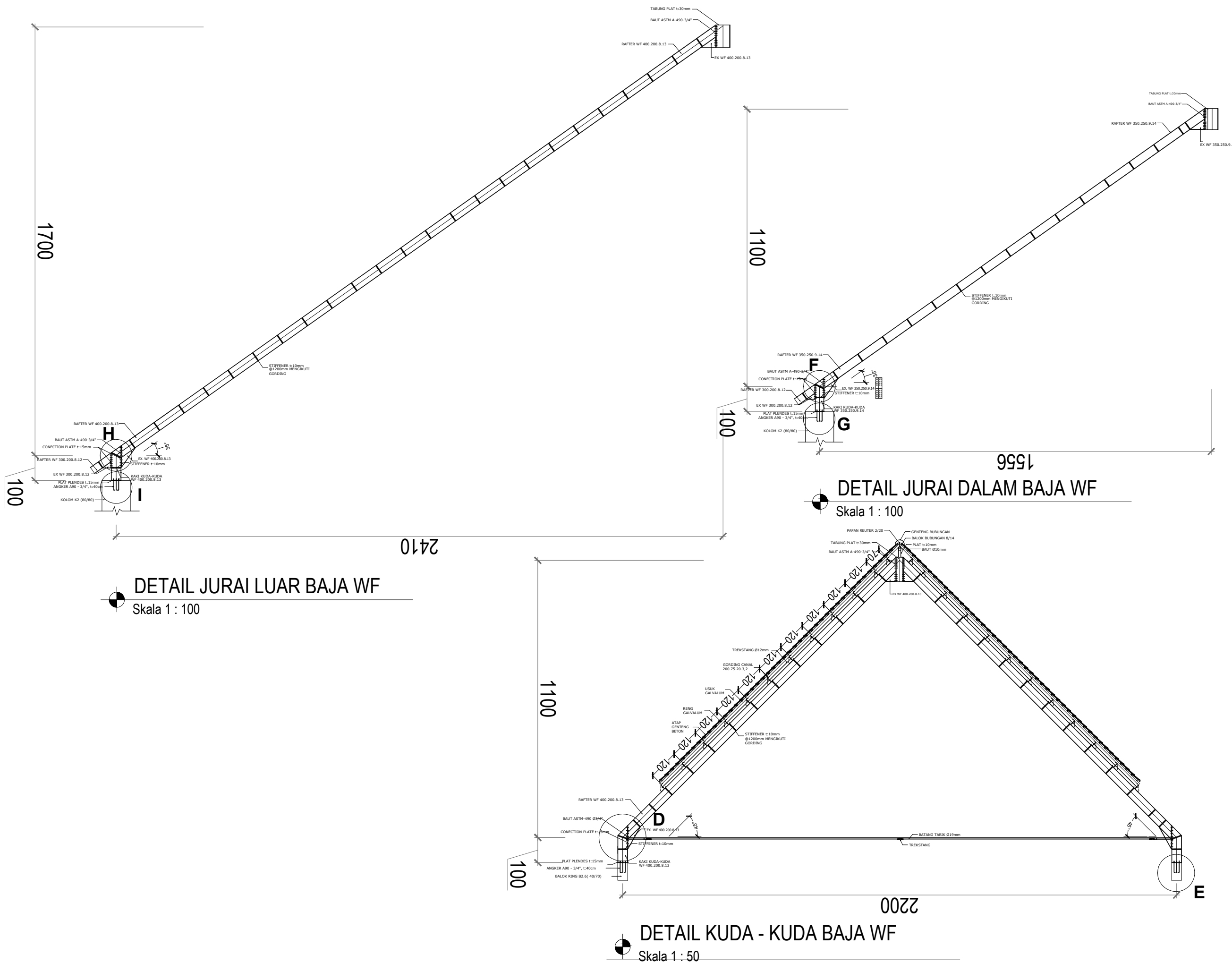
PT. INTI EKA FAJAR KONSULTAN  
Komp. Runglut YKP RL 2 No. 13 Surabaya - 60293  
Phone : (031) 8702273, 8704580  
Fax : (031) 8704580  
e-mail : ief\_kons@hotmail.com

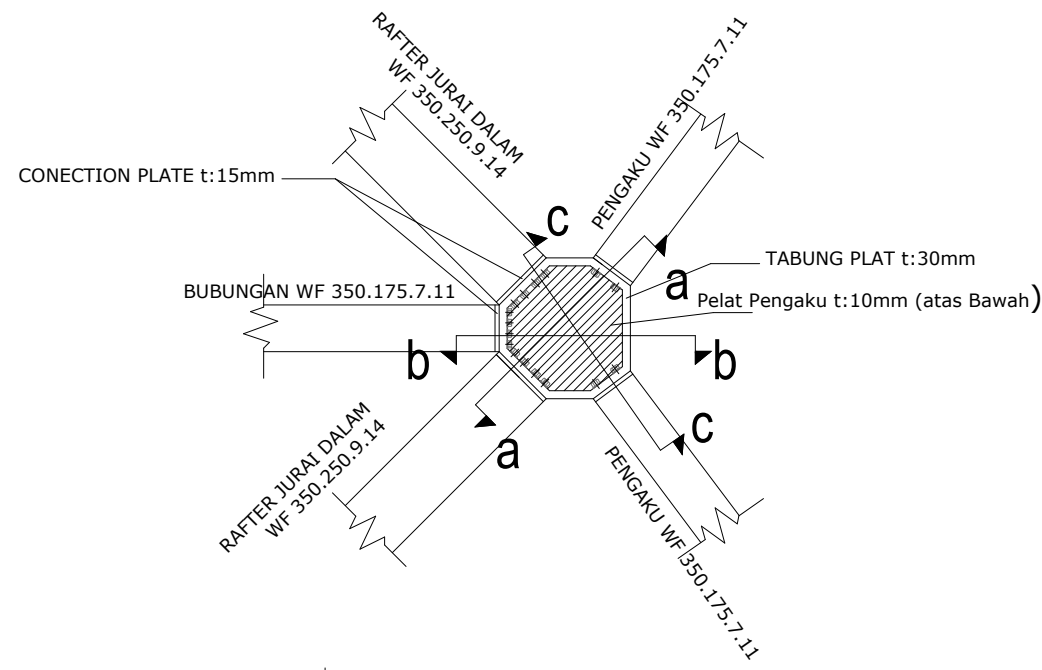
Sumber :



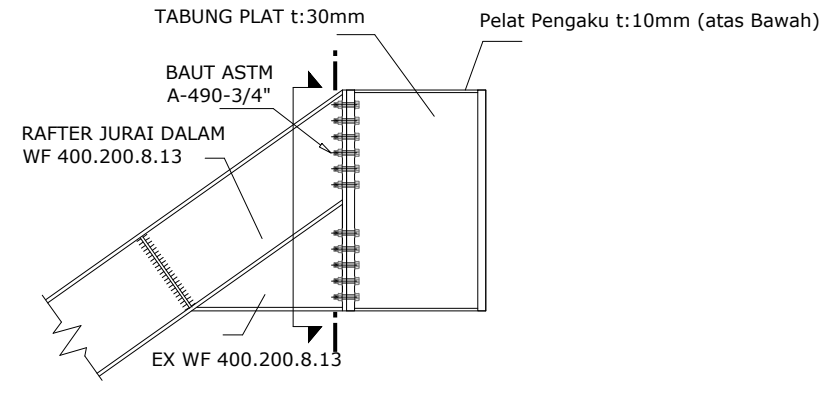
Keterangan :

KODE GBR.	NO. LEMBAR	JML. LEMBAR
STR	39	55

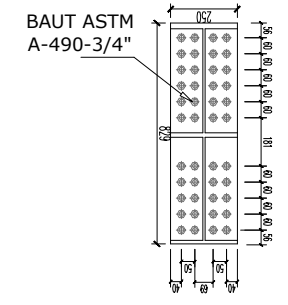




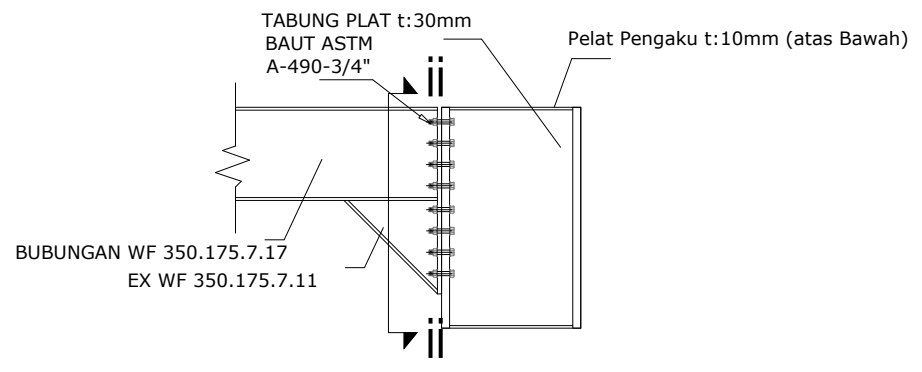
**DETAIL A**  
Skala 1 : 10



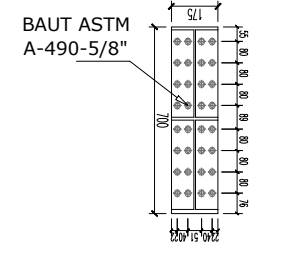
**Pot. a - a**  
Skala 1 : 10



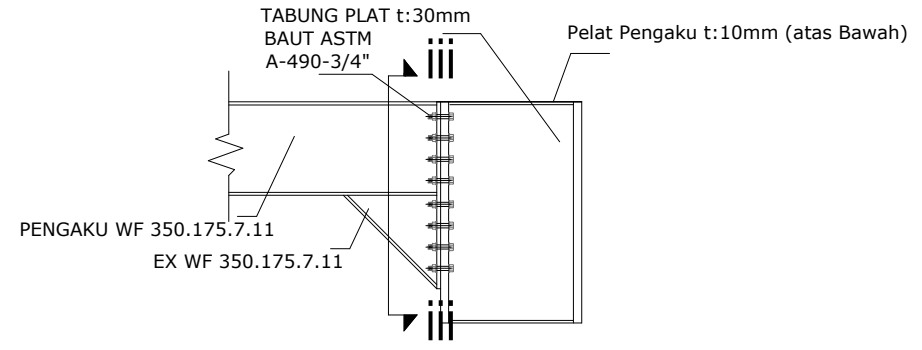
**Pot. i - i**  
Skala 1 : 10



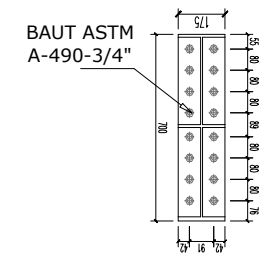
**Pot. b - b**  
Skala 1 : 10



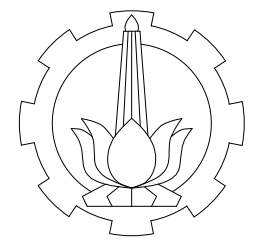
**Pot. ii - ii**  
Skala 1 : 10



**Pot. c - c**  
Skala 1 : 10



**Pot. iii - iii**  
Skala 1 : 10



PROGRAM STUDI DIPLOMA 4  
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
FAKULTAS VOKASI  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

**JUDUL TUGAS AKHIR**

Perhitungan Waktu dan Biaya  
Pelaksanaan Pembangunan Struktur  
Gedung Prasarana Pendidikan Profesi  
Guru Universitas Negeri Surabaya  
dengan Modifikasi Pelat Half Slab

**DOSEN PEMBIMBING**

R. Buyung Anugraha A. ST.,MT  
NIP. 19740203 200212 1 002

**NAMA MAHASISWA**

Icco Candra Ismawati  
10111815000048

**NAMA GAMBAR**

DETAIL - A  
DETAIL KUDA-KUDA  
BAJA WF

**Konsultan Perencana**

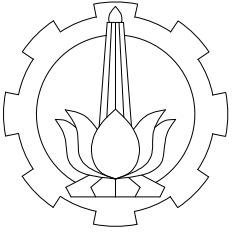
**PT. INTI EKA FAJAR KONSULTAN**  
Komp. Rungtut YKP RL 2 No. 13 Surabaya - 60293  
Phone : (031) 8702273, 8704580  
Fax : (031) 8704580  
e-mail : ief\_kons@hotmail.com

**Sumber :**



**Keterangan :**

KODE GBR.	NO. LEMBAR	JML. LEMBAR
STR	40	55



PROGRAM STUDI DIPLOMA 4  
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
FAKULTAS VOKASI  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

### JUDUL TUGAS AKHIR

Perhitungan Waktu dan Biaya  
Pelaksanaan Pembangunan Struktur  
Gedung Prasarana Pendidikan Profesi  
Guru Universitas Negeri Surabaya  
dengan Modifikasi Pelat Half Slab

### DOSEN PEMBIMBING

R. Buyung Anugraha A. ST.,MT  
NIP. 19740203 200212 1 002

### NAMA MAHASISWA

Icco Candra Ismawati  
10111815000048

### NAMA GAMBAR

DETAIL - H, I  
DETAIL KUDA-KUDA  
BAJA WF

### Konsultan Perencana

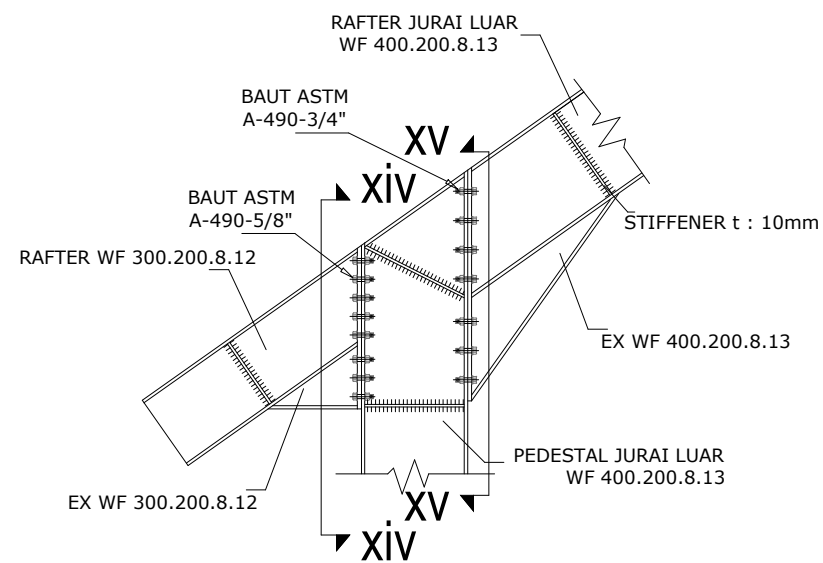


### Sumber :

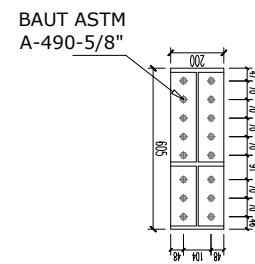


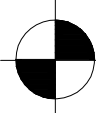
### Keterangan :

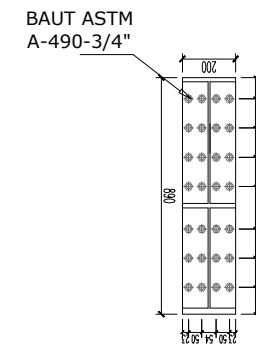
KODE GBR.	NO. LEMBAR	JML. LEMBAR
STR	41	55

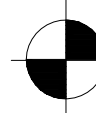


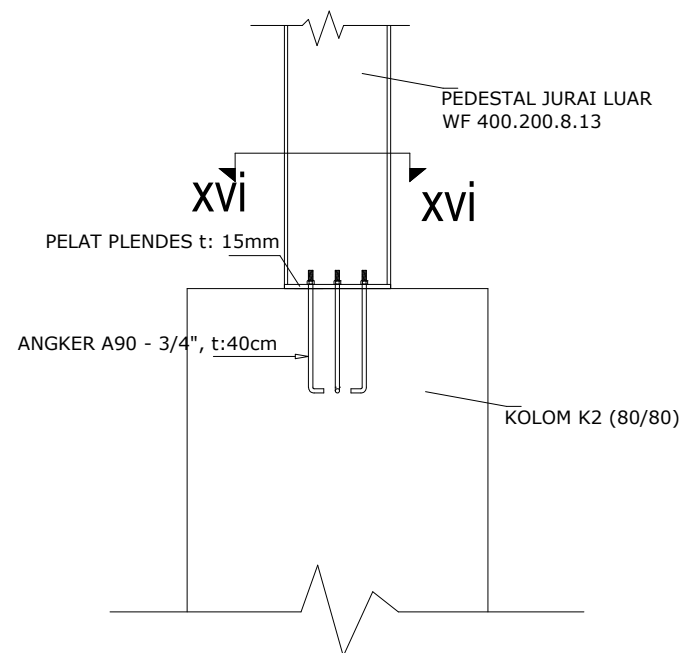
 **DETAIL H**  
Skala 1 : 10



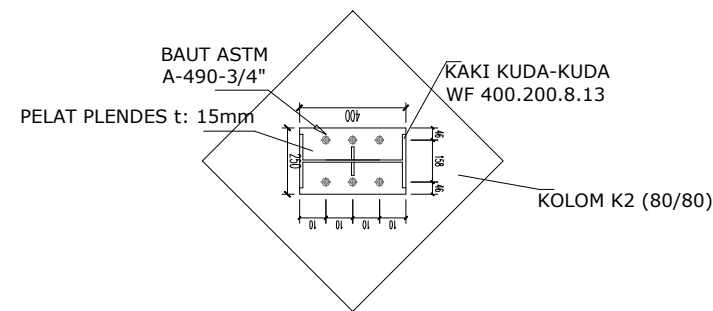
 **Pot. xiv - xiv**  
Skala 1 : 10

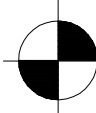


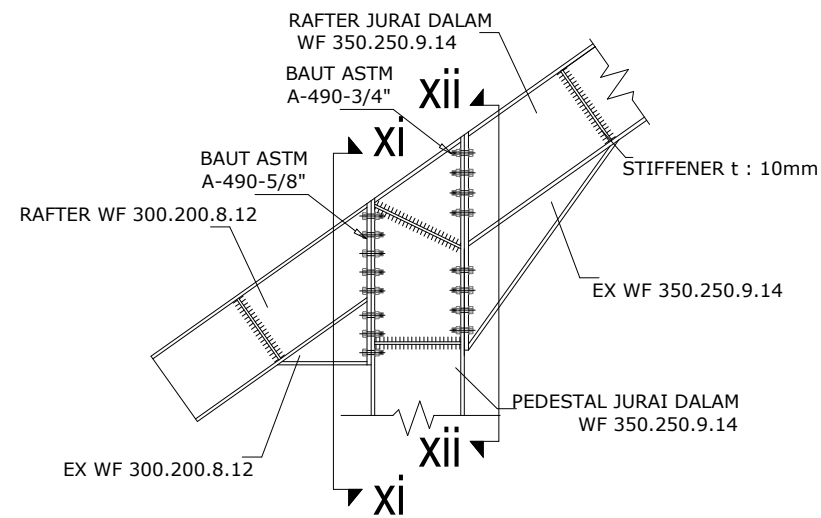
 **Pot. xv - xv**  
Skala 1 : 10



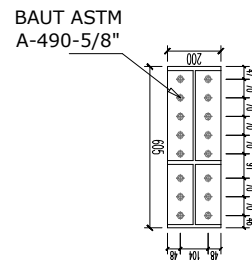
 **DETAIL I**  
Skala 1 : 10



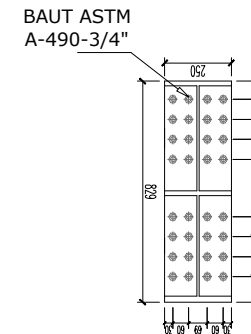
 **Pot. xvi - xvi**  
Skala 1 : 10



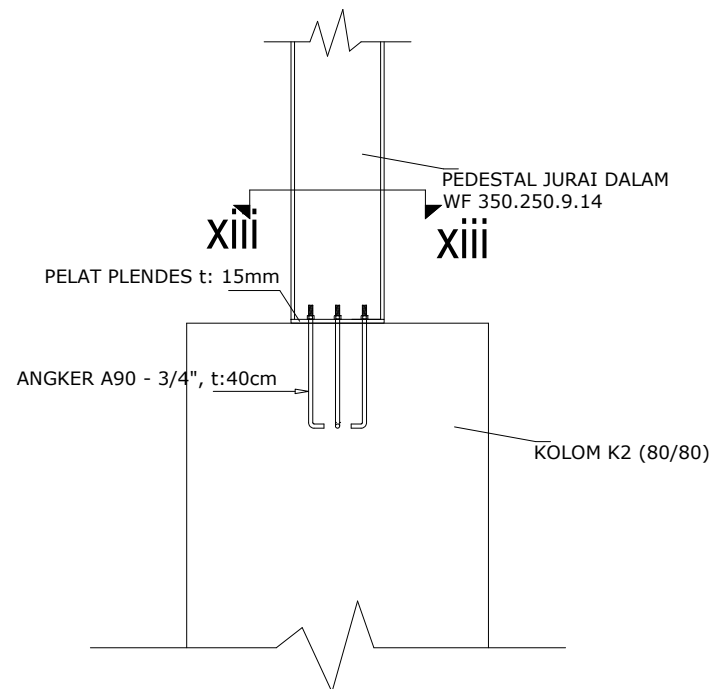
**DETAIL F**  
Skala 1 : 10



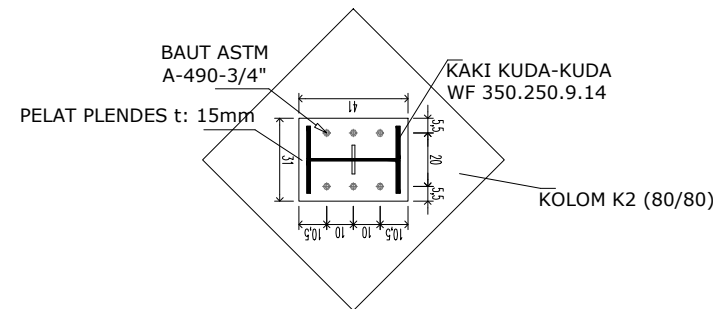
**Pot. xi - xi**  
Skala 1 : 10



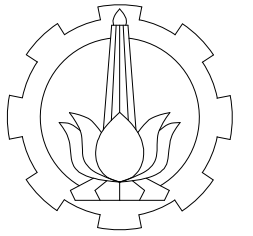
**Pot. xii - xii**  
Skala 1 : 10



**DETAIL G**  
Skala 1 : 10



**Pot. xiii - xiii**  
Skala 1 : 10



PROGRAM STUDI DIPLOMA 4  
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
FAKULTAS VOKASI  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

**JUDUL TUGAS AKHIR**

Perhitungan Waktu dan Biaya  
Pelaksanaan Pembangunan Struktur  
Gedung Prasarana Pendidikan Profesi  
Guru Universitas Negeri Surabaya  
dengan Modifikasi Pelat Half Slab

**DOSEN PEMBIMBING**

R. Buyung Anugraha A. ST.,MT  
NIP. 19740203 200212 1 002

**NAMA MAHASISWA**

Icco Candra Ismawati  
10111815000048

**NAMA GAMBAR**

DETAIL - F, G  
DETAIL KUDA-KUDA  
BAJA WF

**Konsultan Perencana**



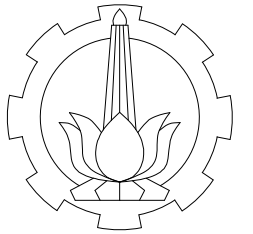
**Sumber :**



**Keterangan :**

KODE GBR.	NO. LEMBAR	JML. LEMBAR
STR	42	55





PROGRAM STUDI DIPLOMA 4  
 DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
 FAKULTAS VOKASI  
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

**JUDUL TUGAS AKHIR**

Perhitungan Waktu dan Biaya  
 Pelaksanaan Pembangunan Struktur  
 Gedung Prasarana Pendidikan Profesi  
 Guru Universitas Negeri Surabaya  
 dengan Modifikasi Pelat Half Slab

**DOSEN PEMBIMBING**

R. Buyung Anugraha A. ST.,MT  
 NIP. 19740203 200212 1 002

**NAMA MAHASISWA**

Icco Candra Ismawati  
 10111815000048

**NAMA GAMBAR**

DETAIL - D, E  
 DETAIL KUDA-KUDA  
 BAJA WF

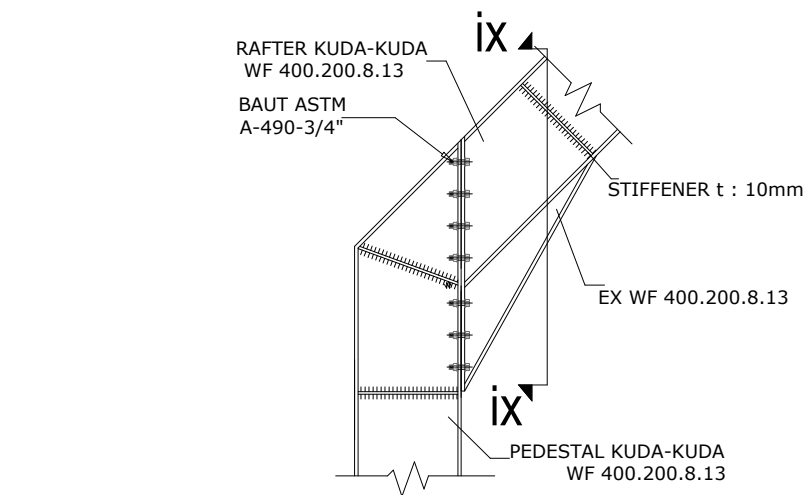
**Konsultan Perencana**



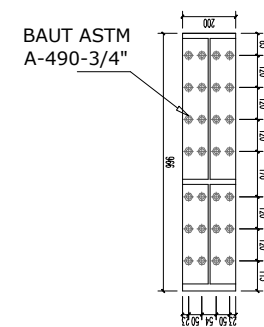
**Sumber :**



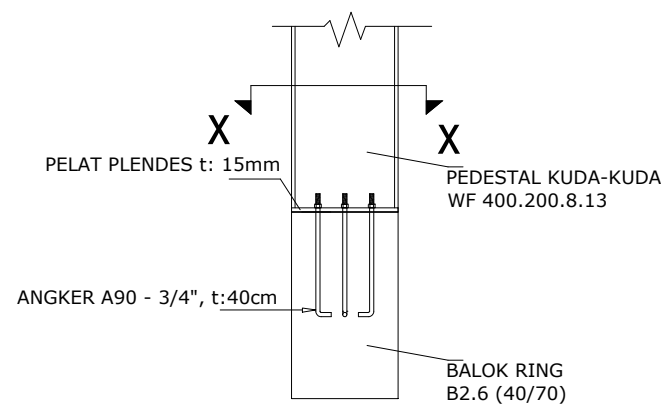
**Keterangan :**



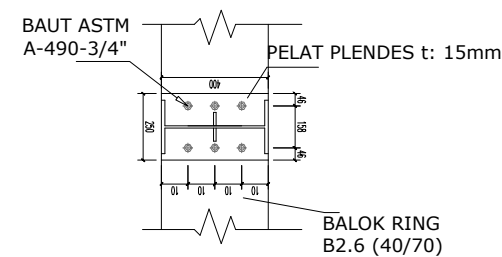
**DETAIL D**  
 Skala 1 : 10



**Pot. ix - ix**  
 Skala 1 : 10

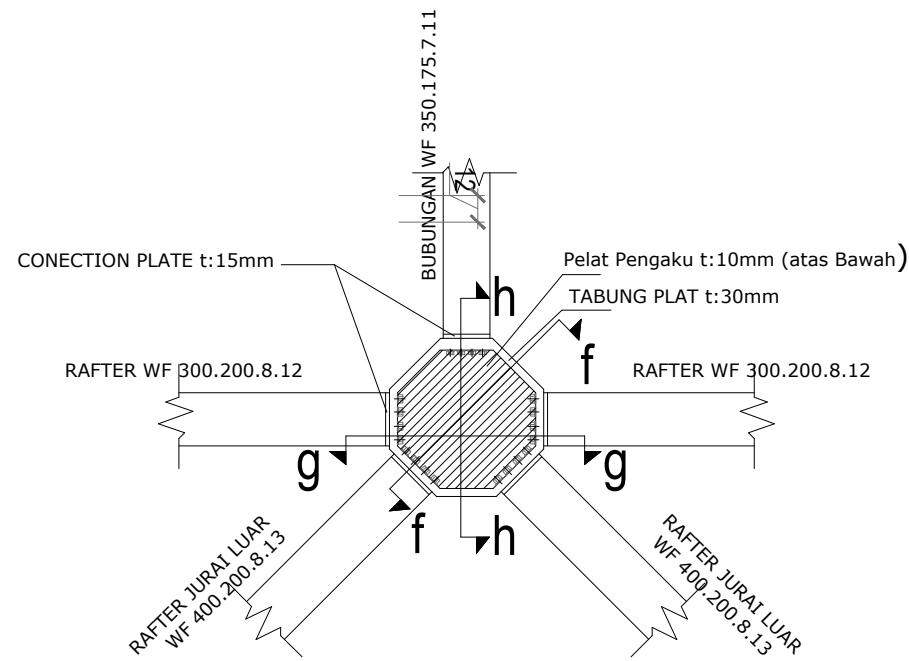


**DETAIL E**  
 Skala 1 : 10

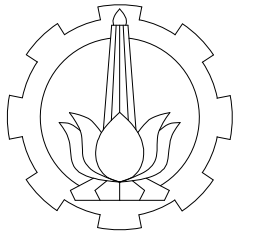
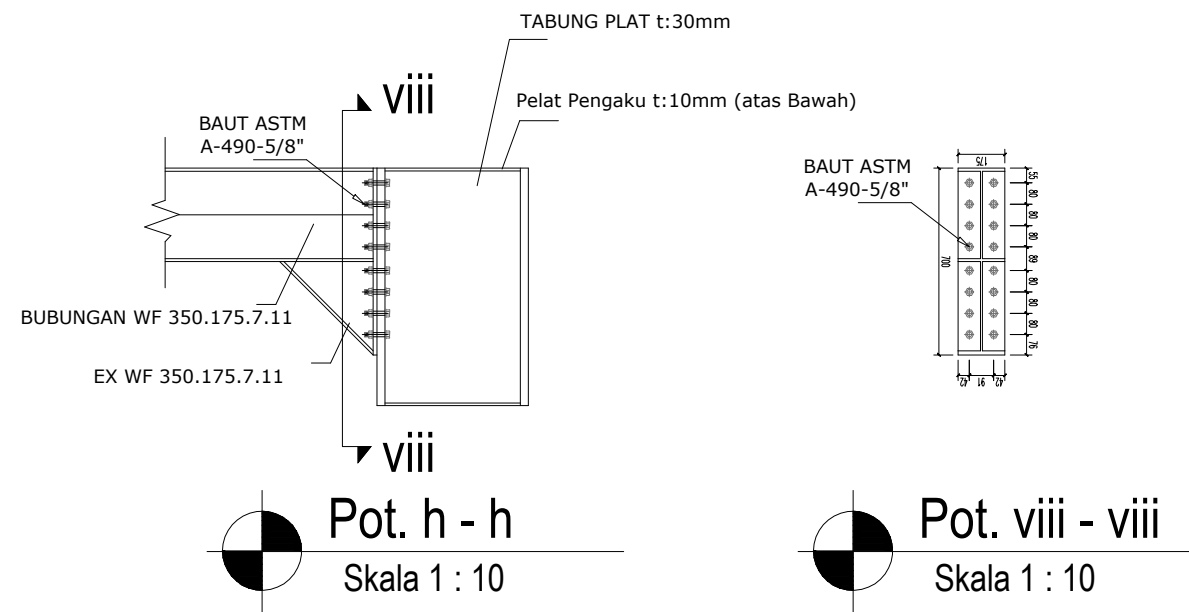
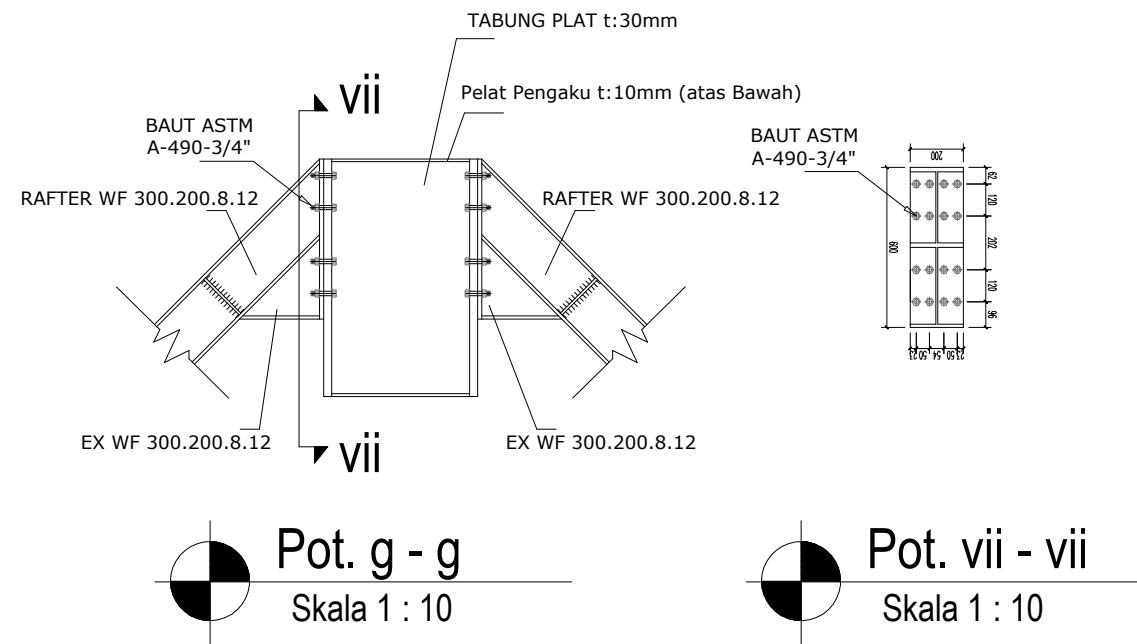
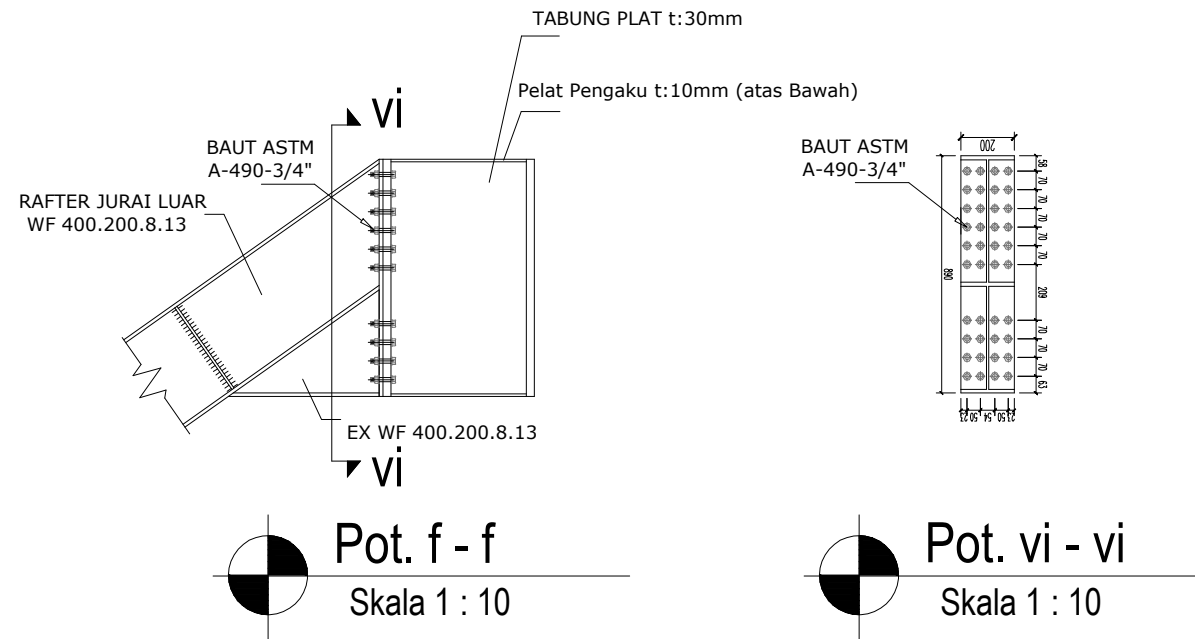


**Pot. x - x**  
 Skala 1 : 10

KODE GBR.	NO. LEMBAR	JML. LEMBAR
STR	43	55



**DETAIL C**  
Skala 1 : 10



PROGRAM STUDI DIPLOMA 4  
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
FAKULTAS VOKASI  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

**JUDUL TUGAS AKHIR**

Perhitungan Waktu dan Biaya  
Pelaksanaan Pembangunan Struktur  
Gedung Prasarana Pendidikan Profesi  
Guru Universitas Negeri Surabaya  
dengan Modifikasi Pelat Half Slab

**DOSEN PEMBIMBING**

R. Buyung Anugraha A. ST.,MT  
NIP. 19740203 200212 1 002

**NAMA MAHASISWA**

Icco Candra Ismawati  
10111815000048

**NAMA GAMBAR**

DETAIL - C  
DETAIL KUDA-KUDA  
BAJA WF

**Konsultan Perencana**

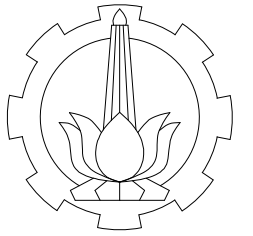


**Sumber :**



**Keterangan :**

KODE GBR.	NO. LEMBAR	JML. LEMBAR
STR	44	55



PROGRAM STUDI DIPLOMA 4  
 DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
 FAKULTAS VOKASI  
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

**JUDUL TUGAS AKHIR**

Perhitungan Waktu dan Biaya  
 Pelaksanaan Pembangunan Struktur  
 Gedung Prasarana Pendidikan Profesi  
 Guru Universitas Negeri Surabaya  
 dengan Modifikasi Pelat Half Slab

**DOSEN PEMBIMBING**

R. Buyung Anugraha A. ST.,MT  
 NIP. 19740203 200212 1 002

**NAMA MAHASISWA**

Icco Candra Ismawati  
 10111815000048

**NAMA GAMBAR**

DETAIL - B  
 DETAIL KUDA-KUDA  
 BAJA WF

**Konsultan Perencana**

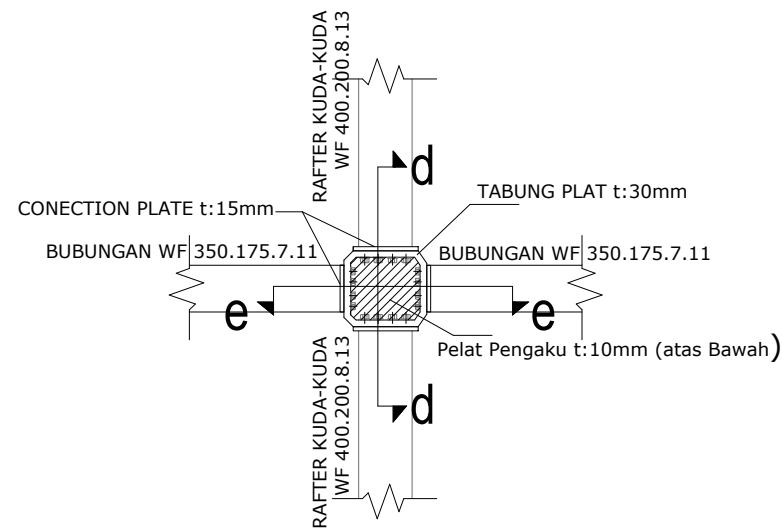
**PT. INTI EKA FAJAR KONSULTAN**  
 Komp. Rungtut YKP RL 2 No. 13 Surabaya - 60293  
 Phone : (031) 8702273, 8704580  
 Fax : (031) 8704580  
 e-mail : ief\_kons@hotmail.com

Sumber :

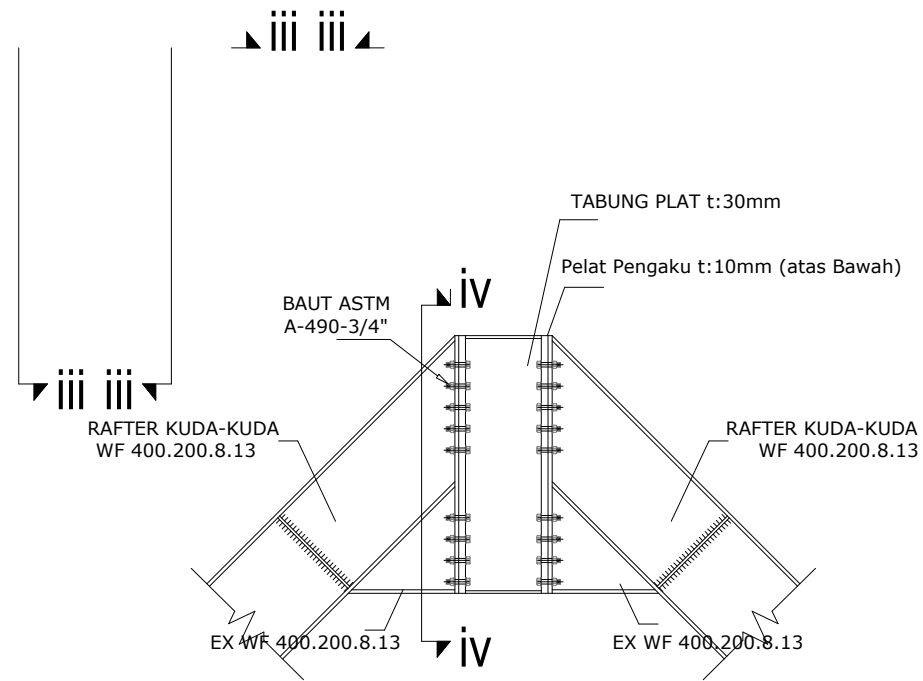


Keterangan :

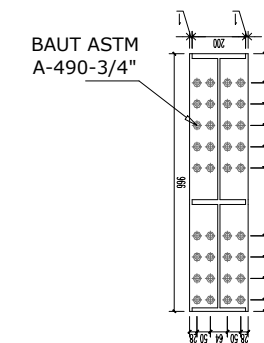
KODE GBR.	NO. LEMBAR	JML. LEMBAR
STR	45	55



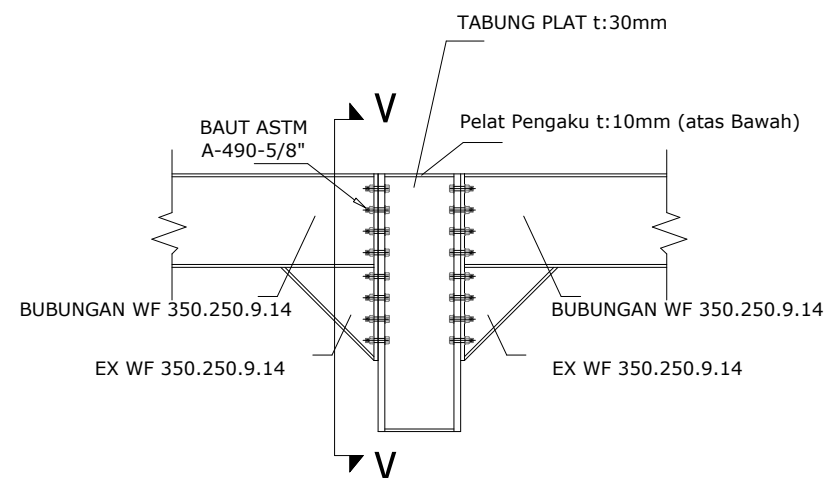
**DETAIL B**  
 Skala 1 : 10



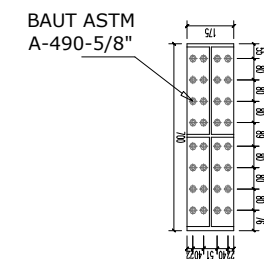
**Pot. d - d**  
 Skala 1 : 10



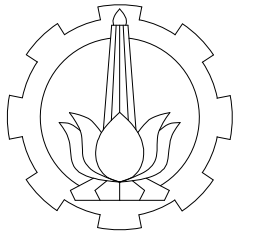
**Pot. iv - iv**  
 Skala 1 : 10



**Pot. e - e**  
 Skala 1 : 10



**Pot. v - v**  
 Skala 1 : 10



PROGRAM STUDI DIPLOMA 4  
 DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
 FAKULTAS VOKASI  
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

**JUDUL TUGAS AKHIR**

Perhitungan Waktu dan Biaya  
 Pelaksanaan Pembangunan Struktur  
 Gedung Prasarana Pendidikan Profesi  
 Guru Universitas Negeri Surabaya  
 dengan Modifikasi Pelat Half Slab

**DOSEN PEMBIMBING**

R. Buyung Anugraha A. ST.,MT  
 NIP. 19740203 200212 1 002

**NAMA MAHASISWA**

Icco Candra Ismawati  
 10111815000048

**NAMA GAMBAR**

DETAIL - J, K  
 DETAIL KUDA-KUDA  
 BAJA WF

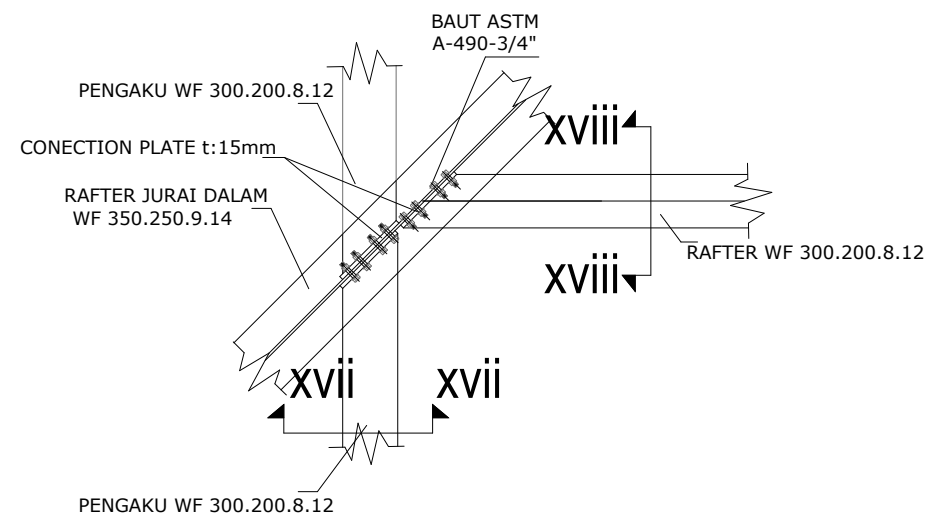
**Konsultan Perencana**



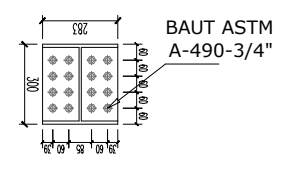
**Sumber :**



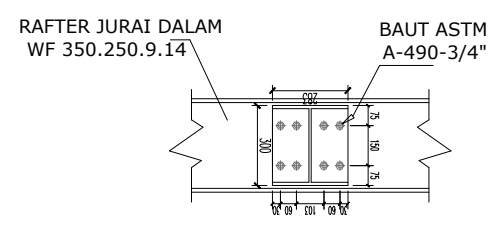
**Keterangan :**



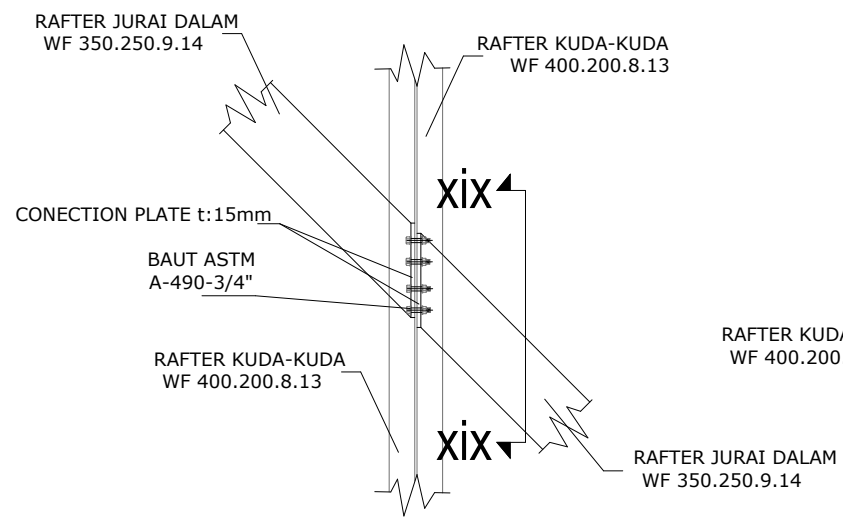
**DETAIL J**  
 Skala 1 : 10



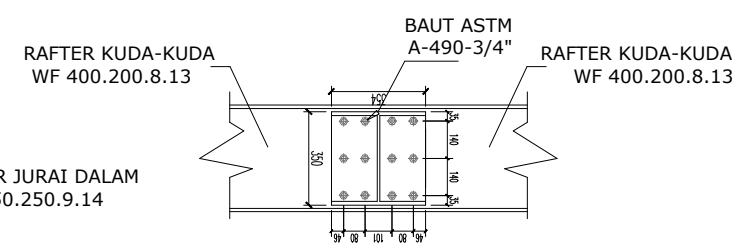
**Pot. xvii - xvii**  
 Skala 1 : 10



**Pot. xviii - xviii**  
 Skala 1 : 10

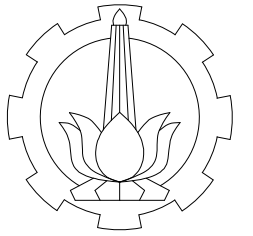


**DETAIL K**  
 Skala 1 : 10



**Pot. xix - xix**  
 Skala 1 : 10

KODE GBR.	NO. LEMBAR	JML. LEMBAR
STR	46	55



PROGRAM STUDI DIPLOMA 4  
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
FAKULTAS VOKASI  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

**JUDUL TUGAS AKHIR**

Perhitungan Waktu dan Biaya  
Pelaksanaan Pembangunan Struktur  
Gedung Prasarana Pendidikan Profesi  
Guru Universitas Negeri Surabaya  
dengan Modifikasi Pelat Half Slab

**DOSEN PEMBIMBING**

R. Buyung Anugraha A. ST.,MT  
NIP. 19740203 200212 1 002

**NAMA MAHASISWA**

Icco Candra Ismawati  
10111815000048

**NAMA GAMBAR**

DETAIL - L, M  
DETAIL KUDA-KUDA  
BAJA WF

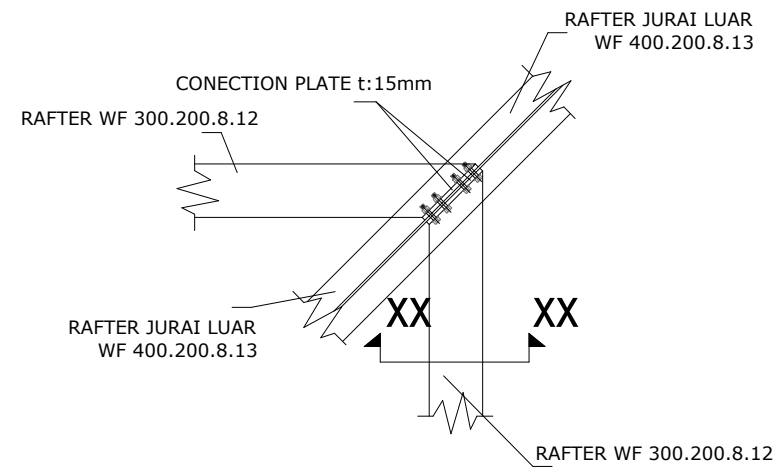
**Konsultan Perencana**

PT. INTI EKA FAJAR KONSULTAN  
Komp. Rungtut YKP RL 2 No. 13 Surabaya - 60293  
Phone : (031) 8702273, 8704580  
Fax : (031) 8704580  
e-mail : ief\_kons@hotmail.com

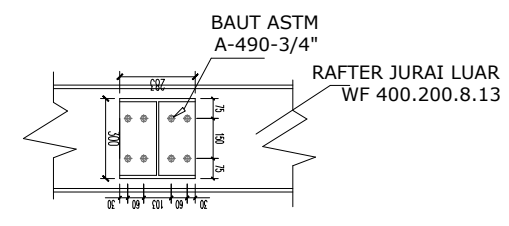
**Sumber :**



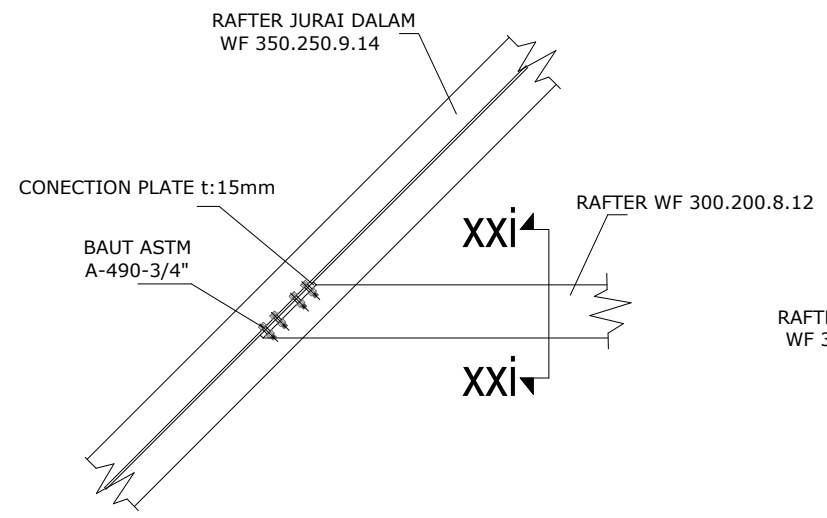
**Keterangan :**



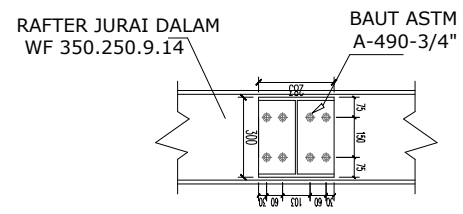
**DETAIL L**  
Skala 1 : 10



**Pot. xx - xx**  
Skala 1 : 10

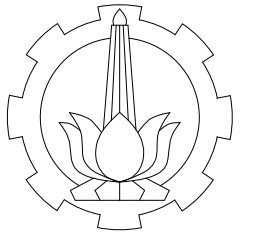


**DETAIL M**  
Skala 1 : 10



**Pot. xxi - xxi**  
Skala 1 : 10

KODE GBR.	NO. LEMBAR	JML. LEMBAR
STR	47	55



PROGRAM STUDI DIPLOMA 4  
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
FAKULTAS VOKASI  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

**JUDUL TUGAS AKHIR**

Perhitungan Waktu dan Biaya  
Pelaksanaan Pembangunan Struktur  
Gedung Prasarana Pendidikan Profesi  
Guru Universitas Negeri Surabaya  
dengan Modifikasi Pelat Half Slab

**DOSEN PEMBIMBING**

R. Buyung Anugraha A. ST.,MT  
NIP. 19740203 200212 1 002

**NAMA MAHASISWA**

Icco Candra Ismawati  
10111815000048

**NAMA GAMBAR**

DETAIL TULANGAN

**Konsultan Perencana**



Sumber :



Keterangan :

KODE GBR.	NO. LEMBAR	JML. LEMBAR
STR	48	55

**DETAIL TULANGAN BALOK  
( B.1, B.2, B.3, B.4 )**

KODE	B.1	
	Tumpuan	Lapangan
POTONGAN		
DIMENSI	400 x 800	400 x 800
TULANGAN ATAS	14 D22	7 D22
TULANGAN SAMPING	6 D16	6 D16
TULANGAN BAWAH	7 D22	14 D22
SENGKANG	D10 - 75	D10 - 150

KODE	B2.1		B2.2		B2.3		B2.4		B2.5	
	Tumpuan	Lapangan	Tumpuan	Lapangan	Tumpuan	Lapangan	Tumpuan	Lapangan	Tumpuan	Lapangan
POTONGAN										
DIMENSI	350 x 700	350 x 700	350 x 700	350 x 700	350 x 700	350 x 700	350 x 700	350 x 700	350 x 700	350 x 700
TULANGAN ATAS	10 D22	5 D22	9 D22	5 D22	10 D22	4 D22	9 D22	3 D22	5 D22	5 D22
TULANGAN SAMPING	4 D16	4 D16	4 D16	4 D16	4 D16	4 D16	4 D16	4 D16	4 D16	4 D16
TULANGAN BAWAH	5 D22	10 D22	5 D22	8 D22	5 D22	8 D22	5 D22	5 D22	3 D22	3 D22
SENGKANG	D10 - 75	D10 - 150	D10 - 75	D10 - 150	D10 - 75	D10 - 150	D10 - 75	D10 - 150	D10 - 75	D10 - 150

KODE	B3.1		B3.2	
	Tumpuan	Lapangan	Tumpuan	Lapangan
POTONGAN				
DIMENSI	350 x 600	350 x 600	350 x 600	350 x 600
TULANGAN ATAS	7 D22	5 D22	6 D22	4 D22
TULANGAN SAMPING	4 D16	4 D16	4 D16	4 D16
TULANGAN BAWAH	5 D22	7 D22	4 D22	6 D22
SENGKANG	D10 - 100	D10 - 150	D10 - 100	D10 - 150

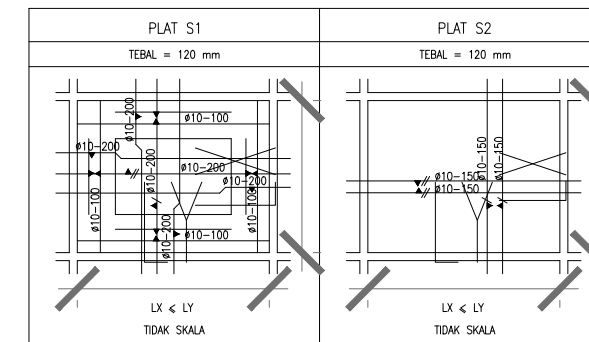
KODE	B4.1		B4.2	
	Tumpuan	Lapangan	Tumpuan	Lapangan
POTONGAN				
DIMENSI	250 x 500	250 x 500	250 x 500	250 x 500
TULANGAN ATAS	4 D22	2 D22	4 D22	2 D22
TULANGAN SAMPING	2 D16	2 D16	2 D16	2 D16
TULANGAN BAWAH	2 D22	4 D22	2 D22	4 D22
SENGKANG	D10 - 100	D10 - 200	D10 - 100	D10 - 200

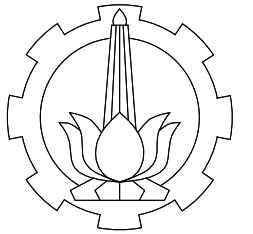
**DETAIL TULANGAN KOLOM TINGKAT 1- 6  
( K.1, K.2, K.3, K.4 )**

KODE	K.1		K.2		K.3		K.4	
	Tumpuan	Lapangan	Tumpuan	Lapangan	Tumpuan	Lapangan	Tumpuan	Lapangan
POTONGAN								
DIMENSI	1000 x 1000	1000 x 1000	800 x 800	800 x 800	600 x 600	600 x 600	500 x 500	500 x 500
TULANGAN UTAMA	24 D22	24 D22	30 D22	30 D22	16 D22	16 D22	12 D22	12 D22
SENGKANG	D10 - 100 + KAIT D10 - 100	D10 - 100	D10 - 100 + KAIT D10 - 100	D10 - 100	D10 - 100 + KAIT D10 - 100	D10 - 100	D10 - 100 + KAIT D10 - 100	D10 - 100

**DETAIL TULANGAN KOLOM TINGKAT 7- 9  
( K.1', K.2' )**

KODE	K.1'		K.2'	
	Tumpuan	Lapangan	Tumpuan	Lapangan
POTONGAN				
DIMENSI	1000 x 1000	1000 x 1000	800 x 800	800 x 800
TULANGAN UTAMA	20 D22	20 D22	26 D22	26 D22
SENGKANG	D10 - 100 + KAIT D10 - 100	D10 - 100	D10 - 100 + KAIT D10 - 100	D10 - 100





PROGRAM STUDI DIPLOMA 4  
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
FAKULTAS VOKASI  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

**JUDUL TUGAS AKHIR**

Perhitungan Waktu dan Biaya  
Pelaksanaan Pembangunan Struktur  
Gedung Prasarana Pendidikan Profesi  
Guru Universitas Negeri Surabaya  
dengan Modifikasi Pelat Half Slab

**DOSEN PEMBIMBING**

R. Buyung Anugraha A. ST.,MT  
NIP. 19740203 200212 1 002

**NAMA MAHASISWA**

Icco Candra Ismawati  
10111815000048

**NAMA GAMBAR**

DETAIL TULANGAN  
BALOK

**Konsultan Perencana**



**Sumber :**

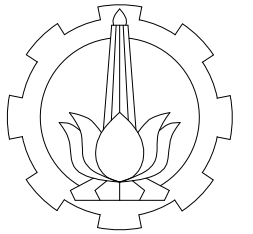


**Keterangan :**

# DETAIL TULANGAN BALOK ( B.4.1, B.4.2 )

KODE	B4.1		B4.2	
POSISI	Tumpuan	Lapangan	Tumpuan	Lapangan
POTONGAN				
DIMENSI	250 x 500	250 x 500	250 x 500	250 x 500
TULANGAN ATAS	5 D22	2 D22	4 D22	2 D22
TULANGAN SAMPING	2 D16	2 D16	2 D16	2 D16
TULANGAN BAWAH	2 D22	5 D22	2 D22	5 D22
SENGKANG	D10 - 100	D10 - 200	D10 - 100	D10 - 200

KODE GBR.	NO. LEMBAR	JML. LEMBAR
STR	49	55



PROGRAM STUDI DIPLOMA 4  
 DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
 FAKULTAS VOKASI  
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

**JUDUL TUGAS AKHIR**

Perhitungan Waktu dan Biaya  
 Pelaksanaan Pembangunan Struktur  
 Gedung Prasarana Pendidikan Profesi  
 Guru Universitas Negeri Surabaya  
 dengan Modifikasi Pelat Half Slab

**DOSEN PEMBIMBING**

R. Buyung Anugraha A. ST.,MT  
 NIP. 19740203 200212 1 002

**NAMA MAHASISWA**

Icco Candra Ismawati  
 10111815000048

**NAMA GAMBAR**

DETAIL TULANGAN  
 KOLOM

**Konsultan Perencana**



**Sumber :**



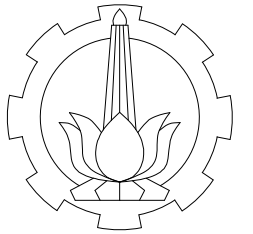
**Keterangan :**

# DETAIL TULANGAN KOLOM ( K.1, K.2, K.3 )

KODE	K.1		K.2		K.3	
POSISI	Tumpuan	Lapangan	Tumpuan	Lapangan	Tumpuan	Lapangan
POTONGAN						
DIMENSI	1000 x 1000	1000 x 1000	800 x 800	800 x 800	800 x 800	800 x 800
TULANGAN UTAMA	28 D22	28 D22	36 D22	36 D22	20 D22	20 D22
SENGKANG	D10 - 50 + KAIT D10 - 50	D10 - 100	D10 - 50 + KAIT D10 - 50	D10 - 100	D10 - 50 + KAIT D10 - 50	D10 - 100

KODE GBR.	NO. LEMBAR	JML. LEMBAR
STR	50	55





PROGRAM STUDI DIPLOMA 4  
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
FAKULTAS VOKASI  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

### JUDUL TUGAS AKHIR

Perhitungan Waktu dan Biaya  
Pelaksanaan Pembangunan Struktur  
Gedung Prasarana Pendidikan Profesi  
Guru Universitas Negeri Surabaya  
dengan Modifikasi Pelat Half Slab

### DOSEN PEMBIMBING

R. Buyung Anugraha A. ST.,MT  
NIP. 19740203 200212 1 002

### NAMA MAHASISWA

Icco Candra Ismawati  
10111815000048

### NAMA GAMBAR

STANDARISASI  
DETAIL

### Konsultan Perencana

**PT. INTI EKA FAJAR KONSULTAN**  
Komp. Runglut YKP RL.2 No. 13 Surabaya - 60293  
Phone : (031) 8702273, 8704580  
Fax : (031) 8704580  
e-mail : ief\_kons@gmail.com

### Sumber :



### Keterangan :

KODE GBR.	NO. LEMBAR	JML. LEMBAR
STR	51	55

## STANDAR DETAIL UNTUK PEKERJAAN-PEKERJAAN KONSTRUKSI ( YANG TIDAK TERGAMBAR PADA DETAIL PEMESAN )

### I. UMUM

#### I.1. TABEL DARI SELIMUT BETON

KOMPONEN STRUKTUR	KONDISI	SELIMUT BETON (mm)
PELAT DAN DINDING	TIDAK BERHUBUNGAN LANGSUNG DENGAN CUACA LUAR TIDAK BERHUBUNGAN LANGSUNG DENGAN TANAH	35 ATAU (D) TULANGAN (*)
	BERHUBUNGAN LANGSUNG DENGAN CUACA LUAR	40
BALOK	TIDAK BERHUBUNGAN LANGSUNG DENGAN CUACA LUAR	50 ATAU (D) TULANGAN (**)
	BERHUBUNGAN LANGSUNG DENGAN CUACA LUAR	50
KOLOM	TIDAK BERHUBUNGAN LANGSUNG DENGAN CUACA LUAR	35 ATAU (D) TULANGAN (**)
	BERHUBUNGAN LANGSUNG DENGAN CUACA LUAR	40
BETON YANG BERHUBUNGAN LANGSUNG DENGAN TANAH	PENCECORAN DENGAN MENGGUNAKAN KERANGKA ACUAN	50
	PENCECORAN LANGSUNG DIATAS LANTAI KERJA PADA PONDASI	65

\*) 20 mm ATAU DIAMETER TULANGAN YANG MANA YANG LEBIH BESAR  
\*\*) 25 mm ATAU DIAMETER TULANGAN YANG MANA YANG LEBIH BESAR

#### I.2. TABEL TULANGAN PENUNJANG (KAKI AYAM)

BESI TULANGAN YANG DIPASANG	DIAMETER PENUNJANG (KAKI AYAM)	JARAK PENUNJANG (mm)
Ø 8	Ø 8	600
Ø 10	Ø 8	700
Ø 10	Ø 10	800
Ø 12	Ø 10	800
Ø 12	Ø 12	1000
D 13	Ø 10	800
D 13	D 13	1000
D 16	D 13	1250
D 16	D 16	1500
D 19	D 16	1500
D 19	D 19	1750
D 22	D 19	1750
D 22	D 22	2000
D 25	D 25	2000
D 32	D 32	2000

### II. PENULANGAN PELAT

#### II.1. DETAIL PERLETAKAN TULANGAN PELAT

#### II.2. ANGKUR DAN PELAT

#### II.3. DETAIL PENULANGAN UNTUK KONDISI KHUSUS

#### II.4. DETAIL DARI TULANGAN PELAT YANG TIDAK MENJADI SATU PADA SISI ATAS DARI BALOK

#### II.5. DETAIL PENULANGAN PADA PENANAMAN KOTAK ELEKTRIKAL DAN MEKANIKAL

#### II.6. PEMASANGAN TULANGAN PADA DAERAH LUBANG DARI PELAT (HANYA BERLAKU UNTUK LUBANG YANG LUASNYA 0.3 M DAN PANJANG MAKSIMUM 60 cm)

#### I.3. SAMBUNGAN LEWATAN DAN PANJANG ANGKER

MUTU BAJA	PANJANG SAMBUNGAN LEWATAN (L1)	PANJANG ANGKER (L2)	KETERANGAN
BJTP 24	40 Ø	40 Ø	DENGAN KAIT
BJTD 30-32	40 D	40 D	TANPA KAIT
BJTD > 40	40 D	40 D	TANPA KAIT

**CATATAN**

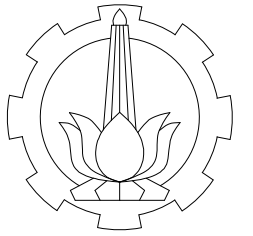
- SAMBUNGAN TIDAK BOLEH DIPASANG PADA DAERAH YANG MENGALAMI STRESS MAKSIMUM
- TULANGAN ATAS DARI BALOK DAN PELAT DISAMBUNG PADA TENGAH BENTANG
- TULANGAN BAWAH DISAMBUNG PADA DAERAH TUMPUAN
- SAMBUNGAN TIDAK BOLEH DIPASANG PADA DAERAH PERTEMUAN BALOK INDIK DAN BALOK ANAK
- UNTUK TULANGAN > 32 mm YANG TERDAPAT PADA GAMBAR SAMBUNGAN HARUS MENGGUNAKAN MECHANICAL COUPLER

#### I.4. SAMBUNGAN TULANGAN

a. JIKA d1 = d2 MAKA MINIMUM DIHITUNG BERDASAR d TERBESAR  
b. a = 0.5l + 50 mm

#### I.5. POLA BENGKOKAN (LENGKUNGAN) PADA UJUNG TULANGAN

SUDUT BENGKOKAN	GAMBAR	JENIS BAJA	D MINIMUM	E.L MINIMUM	KETERANGAN
180		BJTP 24 BJTD 30-32 BJTD > 40	3D 4D 5D	4d (D) ATAU 65mm	
135		BJTP 24 BJTD 30-32 BJTD > 40	3D 4D 5D	5d (D)	d = 8 - 12 HANYA UNTUK SENGKANG DAN PENGKAT
90		BJTP 24 BJTD 30-32 BJTD > 40	3D 4D 5D	3d (D)	



PROGRAM STUDI DIPLOMA 4  
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
FAKULTAS VOKASI  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

**JUDUL TUGAS AKHIR**

Perhitungan Waktu dan Biaya  
Pelaksanaan Pembangunan Struktur  
Gedung Prasarana Pendidikan Profesi  
Guru Universitas Negeri Surabaya  
dengan Modifikasi Pelat Half Slab

**DOSEN PEMBIMBING**

R. Buyung Anugraha A. ST.,MT  
NIP. 19740203 200212 1 002

**NAMA MAHASISWA**

Icco Candra Ismawati  
10111815000048

**NAMA GAMBAR**

**Konsultan Perencana**

**PT. INTI EKA FAJAR KONSULTAN**  
Komp. Runglut YKP RL.2 No. 13 Surabaya - 60293  
Phone : (031) 8702273, 8704580  
Fax : (031) 8704580  
e-mail : ief\_kons@hotmail.com

**Sumber :**



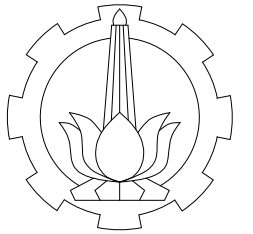
**Keterangan :**

**STANDAR DETAIL UNTUK PEKERJAAN-PEKERJAAN KONSTRUKSI  
( YANG TIDAK TERGAMBAR PADA DETAIL PEMBESIAN )**

<p>III.11. SUSUNAN SENGGANG PADA BALOK</p>	<p>IV.2. ANGKUR PADA KOLOM ATAS DAN BAWAH</p>	<p>VI. JARAK SENGGANG</p> <p>PADA DAERAH "S" TETAP DIPASANG SENGGANG DENGAN JARAK MAKS. 10 CM DENGAN BENTUK DAN JUMLAH SESUAI DENGAN POTONGAN PEMBESIAN KOLOM PADA GBR. KERJA</p>	<p>IV.6. DETAIL ALTERNATIVE HUBUNGAN ANTARA DINDING BETON DENGAN PONDASI</p>
<p>IV. PENULANGAN KOLOM DAN DINDING</p> <p>IV.1. LOKASI SAMBUNGAN KOLOM</p> <p>DALAM KEADIAN TIDAK TERDAPAT DALAM GAMBAR SAMBUNGAN HARUS DILAKUKAN HANYA PADA DAERAH</p>	<p>IV.3. PENEMPATAN TULANGAN UTAMA KOLOM</p>	<p>IV.5. POLA BENGKOKAN UNTUK SENGGANG KOLOM</p>	<p>IV.7. DETAIL PENULANGAN PADA PERTEMUAN DINDING</p> <p><b>STANDARISASI DETAIL</b></p>

**STANDART DETAIL**  
SKALA : NTS

KODE GBR.	NO. LEMBAR	JML. LEMBAR
STR	52	55



**JUDUL TUGAS AKHIR**

Perhitungan Waktu dan Biaya  
Pelaksanaan Pembangunan Struktur  
Gedung Prasarana Pendidikan Profesi  
Guru Universitas Negeri Surabaya  
dengan Modifikasi Pelat Half Slab

**DOSEN PEMBIMBING**

R. Buyung Anugraha A. ST.,MT  
NIP. 19740203 200212 1 002

**NAMA MAHASISWA**

Icco Candra Ismawati  
10111815000048

**NAMA GAMBAR**

STANDARISASI  
DETAIL

**Konsultan Perencana**

**PT. INTI EKA FAJAR KONSULTAN**  
Komp. Runglut YKP RL.2 No. 13 Surabaya - 60293  
Phone : (031) 8702273, 8704580  
Fax : (031) 8704580  
e-mail : ief\_kons@hotmail.com

**Sumber :**

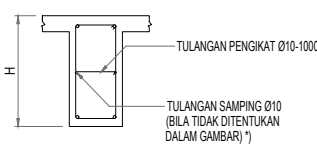


**Keterangan :**

**STANDAR DETAIL UNTUK PEKERJAAN-PEKERJAAN KONSTRUKSI**  
( YANG TIDAK TERGAMBAR PADA DETAIL PEMBESIAN )

**III. PENULANGAN BALOK**

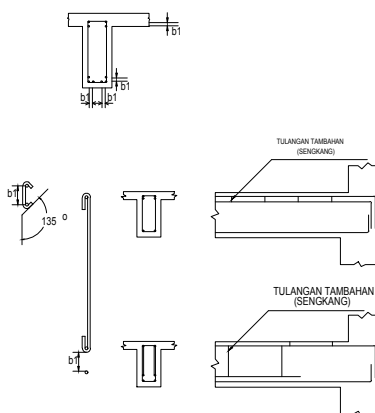
**III.1. TULANGAN SAMPING**



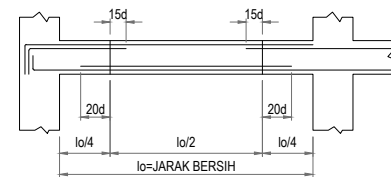
TINGGI BALOK	TULANGAN SAMPING
H < 500	-
500 < H < 900	2 x 1 D10 *
900 < H < 1200	2 x 2 D10 *
1200 < H < 1500	2 x 3 D13
1500 < H < 1800	2 x 4 D13
1800 < H < 2100	2 x 5 D13

**III.2. JARAK ANTARA TULANGAN UTAMA**

- JARAK BERSIH ANTARA TULANGAN YAITU  
 $s1 > 1.5d$   
> 1.25d DARI UKURAN AGREGAT MAXIMUM  
> 25mm
- DIPAKAI TULANGAN TAMBAHAN SEBAGAI KATIT  
UNTUK MENJAGA ANTARA BATANG TULANGAN  
SEPERTI DIBAWAH INI



**III.3. PENEMPATAN TULANGAN DAN LOKASI SAMBUNGAN**

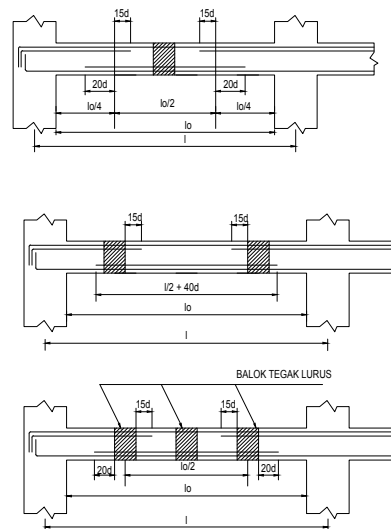


- JIKA LOKASI SAMBUNGAN BERBEDA DENGAN LOKASI STANDAR ATAU TIDAK TERCANTUM DALAM GAMBAR KONSTRUKSI, PERBEDAAN TERSEBUT DAN KEBENARANNYA HARUS DISETUJUI PENGAWAS AHLI
- LOKASI SAMBUNGAN SEBAGAI BERIKUT :

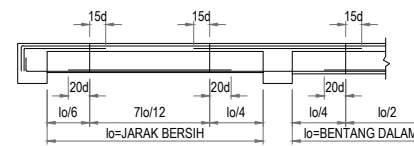
LOKASI TULANGAN	LOKASI SAMBUNGAN
TULANGAN ATAS	DAERAH DALAM lo/2
TULANGAN BAWAH	DAERAH DALAM lo/4

- ITEM 2 TIDAK DILAKSANAKAN UNTUK BALOK INDUK YANG BERHUBUNGAN DENGAN BALOK ANAK

**III.4. LOKASI SAMBUNGAN UNTUK BALOK INDUK YANG BERHUBUNGAN DENGAN BALOK-BALOK TEGAK LURUS**

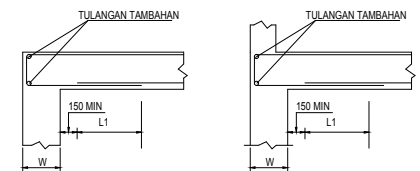
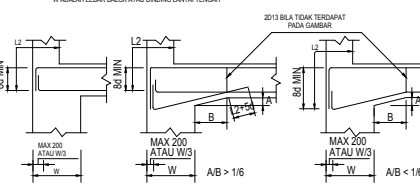
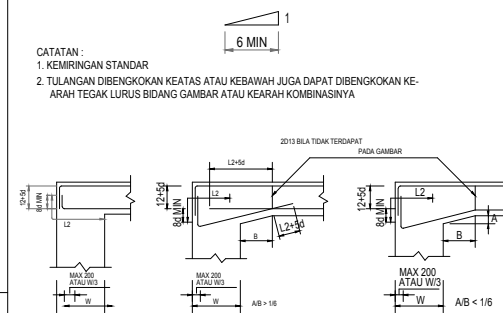


**III.5. LOKASI SAMBUNGAN UNTUK BALOK ANAK YANG MENERUS**

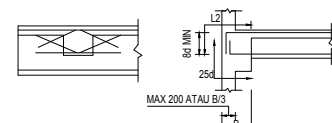


UNTUK BALOK ANAK BENTANG TUNGGAL DIGANTI UNTUK TULANGAN BAWAH

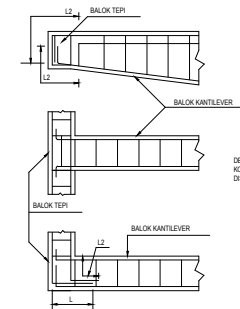
**III.6. DETAIL ANGKUR UNTUK PENULANGAN BALOK**



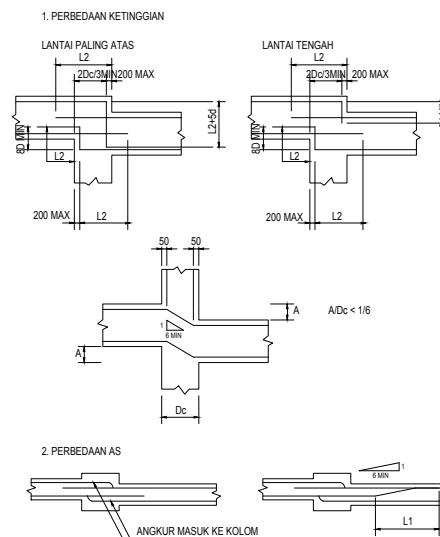
**III.7. PENJANGKARAN BESI UJUNG BALOK SEKUNDER**



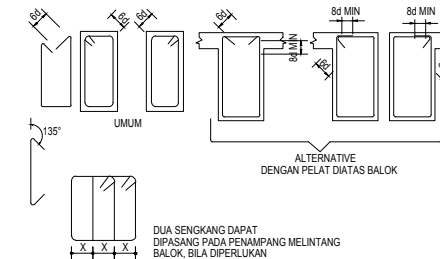
**III.8. DETAIL PENULANGAN UNTUK HUBUNGAN BALOK KANTILEVER DENGAN BALOK TEPI**

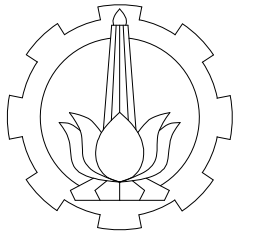


**III.9. PERBEDAAN KETINGGIAN DAN AS BALOK**



**III.10. DETAIL SENGGANG**





PROGRAM STUDI DIPLOMA 4  
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
FAKULTAS VOKASI  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

### JUDUL TUGAS AKHIR

Perhitungan Waktu dan Biaya  
Pelaksanaan Pembangunan Struktur  
Gedung Prasarana Pendidikan Profesi  
Guru Universitas Negeri Surabaya  
dengan Modifikasi Pelat Half Slab

### DOSEN PEMBIMBING

R. Buyung Anugraha A. ST.,MT  
NIP. 19740203 200212 1 002

### NAMA MAHASISWA

Icco Candra Ismawati  
10111815000048

### NAMA GAMBAR

DETAIL TULANGAN  
BALOK

### Konsultan Perencana



### Sumber :



### Keterangan :

KODE	B.1	
POSISI	Tumpuan	Lapangan
POTONGAN		
DIMENSI	400 x 800	400 x 800
TULANGAN ATAS	14 D22	7 D22
TULANGAN SAMPING	10 D16	10 D16
TULANGAN BAWAH	7 D22	14 D22
SENGKANG	D10 - 75	D10 - 150

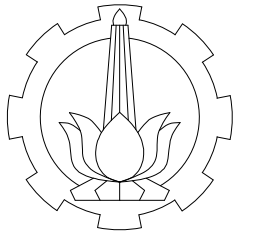
KODE	B2.1		B2.2		B2.3	
	Tumpuan	Lapangan	Tumpuan	Lapangan	Tumpuan	Lapangan
POTONGAN						
DIMENSI	350 x 700	350 x 700	350 x 700	350 x 700	350 x 700	350 x 700
TULANGAN ATAS	12 D22	6 D22	11 D22	5 D22	12 D22	4 D22
TULANGAN SAMPING	6 D16	6 D16	6 D16	6 D16	6 D16	6 D16
TULANGAN BAWAH	7 D22	11 D22	6 D22	8 D22	7 D22	8 D22
SENGKANG	D10 - 75	D10 - 150	D10 - 75	D10 - 150	D10 - 75	D10 - 150

KODE GBR.	NO. LEMBAR	JML. LEMBAR
STR	54	55

# DETAIL TULANGAN BALOK ( B.2.4, B.2.5, B.2.6, B.3.1, B.3.2, B.3.3 )

B2.4		B2.5		B2.6	
Tumpuan	Lapangan	Tumpuan	Lapangan	Tumpuan	Lapangan
350 x 700	350 x 700	350 x 700	350 x 700	350 x 700	350 x 700
11 D22	3 D22	7 D22	7 D22	10 D22	10 D22
6 D16	6 D16	6 D16	6 D16	6 D16	6 D16
6 D22	5 D22	4 D22	4 D22	10 D22	10 D22
D10 - 75	D10 - 150	D10 - 75	D10 - 150	D10 - 100	D10 - 100

KODE	B3.1		B3.2		B3.3	
	Tumpuan	Lapangan	Tumpuan	Lapangan	Tumpuan	Lapangan
POTONGAN						
DIMENSI	350 x 600	350 x 600	350 x 600	350 x 600	350 x 600	350 x 600
TULANGAN ATAS	9 D22	5 D22	8 D22	5 D22	7 D22	7 D22
TULANGAN SAMPING	4 D16	4 D16	4 D16	4 D16	4 D16	4 D16
TULANGAN BAWAH	5 D22	7 D22	5 D22	8 D22	7 D22	7 D22
SENGKANG	D10 - 75	D10 - 150	D10 - 75	D10 - 150	D10 - 100	D10 - 100



PROGRAM STUDI DIPLOMA 4  
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
FAKULTAS VOKASI  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

### JUDUL TUGAS AKHIR

Perhitungan Waktu dan Biaya  
Pelaksanaan Pembangunan Struktur  
Gedung Prasarana Pendidikan Profesi  
Guru Universitas Negeri Surabaya  
dengan Modifikasi Pelat Half Slab

### DOSEN PEMBIMBING

R. Buyung Anugraha A. ST.,MT  
NIP. 19740203 200212 1 002

### NAMA MAHASISWA

Icco Candra Ismawati  
10111815000048

### NAMA GAMBAR

DETAIL TULANGAN  
BALOK

### Konsultan Perencana



### Sumber :



### Keterangan :

KODE GBR.	NO. LEMBAR	JML. LEMBAR
STR	55	55