



**PERBANDINGAN BIAYA DAN WAKTU PELAKSANAAN
ANTARA PEKERJAAN KONSTRUKSI BETON *NON
PRECAST* DAN KOMBINASI PLAT *PRECAST* DENGAN
BALOK KOLOM BAJA
(STUDI KASUS : GEDUNG PERKULIAHAN KEDOKTERAN
UNIVERSITAS JEMBER)**

SKRIPSI

Oleh

**Nur Fatmala Ramadhani
NIM 121910301021**

**JURUSAN TEKNIK SIPIL
PROGRAM STUDI STRATA 1 TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER
2019**



**PERBANDINGAN BIAYA DAN WAKTU PELAKSANAAN
ANTARA PEKERJAAN KONSTRUKSI BETON *NON
PRECAST* DAN KOMBINASI PLAT *PRECAST* DENGAN
BALOK KOLOM BAJA
(STUDI KASUS : GEDUNG PERKULIAHAN KEDOKTERAN
UNIVERSITAS JEMBER)**

SKRIPSI

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat
untuk menyelesaikan Program Studi S1 Teknik Sipil
dan mencapai gelar Sarjana Teknik

Oleh

**Nur Fatmala Ramadhani
NIM 121910301021**

**JURUSAN S1 TEKNIK SIPIL
PROGRAM STUDI STRATA 1 TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER
2019**

PERSEMBAHAN

Dengan mengucapkan syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa dengan kerendahan hati skripsi ini saya persembahkan untuk :

1. Ayahanda tercinta Bapak Zainal Abidin dan Ibunda tercinta Ibu Nurul Hidayah yang tidak pernah lelah memberikan doa, motivasi dan juga kasih sayang yang tidak pernah putus.
2. Adikku tersayang Firman Maulana yang selalu menjadi semangatku untuk kehidupan yang lebih baik.
3. Keluarga besarku yang selalu memberikan doa, dukungan serta dorongan semangat.
4. Guru-guruku sejak Taman Kanak-kanak hingga Perguruan Tinggi yang tidak pernah lelah memberikan ilmu yang bermanfaat.
5. Teman-teman seperjuangan dari SD, SMP, SMK yang telah memberikan pengalaman yang sangat berkesan.
6. Teman-Teman Teknik Sipil 2012 yang selalu memberikan dukungan.
7. M.Iman Tarnando yang senantiasa memberikan semangat dan dukungan.
8. Sahabatku tersayang Elis Wahyuni, Lailatul Eviyah, Widyanti Sukma, Irma Sulistiyani dan Febtarica Putri yang selalu memberikan dukungan serta menemani disetiap suka maupun duka.
9. Dulur-dulur KEMAPATA (Keluarga Mahasiswa Penataran Blitar di Jember) yang selalu menemani dan membantu disetiap kesulitanku saat di Jember.

MOTTO

يَرْجِعَ حَتَّىٰ اللَّهُ سَبِيلٍ فِي فَهُوَ الْعِلْمُ طَلَبُ فِي خَرَجَ مَنْ

Artinya : "Barang siapa yang keluar untuk mencari ilmu maka ia berada di jalan Allah hingga ia pulang". (HR. Turmudzi)

اللَّحْدِ إِلَى الْمَهْدِ مِنَ الْعِلْمِ أُطْلَبِ

Artinya : "Carilah ilmu sejak dari buaian hingga ke liang lahat". (Al Hadits)

Orang yang tidak pernah berbuat kesalahan adalah orang yang tidak pernah berbuat apa-apa. (Norman Edwin)

If you do something for someone else, never remember. If someone does something for your, never forget (Dal Carnegie)

HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Nur Fatmala Ramadhani

NIM : 121910301021

menyatakan bahwa tugas akhir yang berjudul “Perbandingan biaya dan waktu pelaksanaan antara pekerjaan konstruksi beton *non precast* dan kombinasi plat *precast* dengan balok kolom baja” adalah benar-benar karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah disebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi manapun, dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa ada tekanan dan paksaan dari pihak mana pun serta bersedia menerima sanksi akademik jika ternyata dikemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 14 Januari 2019

Yang Menyatakan

(Nur Fatmala Ramadhani)

121910301021

SKRIPSI

**PERBANDINGAN BIAYA DAN WAKTU PELAKSANAAN PEKERJAAN
ANTARA KONSTRUKSI BETON NON PRECAST DAN KOMBINASI
PLAT PRECAST DENGAN BALOK KOLOM BAJA
(STUDI KASUS : GEDUNG PERKULIAHAN KEDOKTERAN UNIVERSITAS
JEMBER)**

oleh

Nur Fatmala Ramadhani

NIM 121910301021

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Syamsul Arifin, S.T., M.T.

Dosen Pembimbing Anggota : Sri Sukmawati, S.T., M.T.

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Perbandingan biaya dan waktu pelaksanaan antara pekerjaan konstruksi beton *non precast* dan kombinasi plat *precast* dengan balok kolom baja” oleh Nur Fatmala Ramadhani, NIM 121910301021 telah diuji dan disahkan pada:

hari, tanggal :

tempat : Fakultas Teknik, Universitas Jember

Tim Penguji

Pembimbing Utama,

Pembimbing Anggota,

Syamsul Arifin S.T., M.T.
NIP 196907091998021001

Sri Sukmawati, S.T., M.T.
NIP 196506221998032001

Ketua Penguji,

Anggota Penguji,

Ir. Hernu Suyoso M.T.
NIP 195511121987021001

Willy Kriswardhana, S.T., M.T.,
NIP 760015716

Mengesahkan
Dekan,

Dr. Ir. Entin Hidayah, M. UM.
NIP 19661215 199503 2 001

RINGKASAN

Perbandingan Biaya dan Waktu Pelaksanaan Antara Pekerjaan Konstruksi Beton *Non Precast* dan Kombinasi Plat *Precast* dengan Balok Kolom Baja;
Nur Fatmala Ramadhani, NIM 121910301021; 2019; 67 halaman; Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Jember.

Proyek pembangunan gedung kuliah baru Fakultas Kedokteran Universitas Jember terdiri dari 5 lantai dengan luas bangunan $\pm 960\text{m}^2$. Lokasi proyek tersebut berada di sebelah utara gedung laboratorium ketrampilan medik. Pada proyek ini pekerjaan struktur plat lantai menggunakan jenis beton *non precast* atau yang biasa disebut dengan beton konvensional. Alasan konsultan perencana lebih memilih menggunakan beton *non precast* dari pada beton *precast* dikarenakan biaya operasional yang lebih murah serta bahan yang dibutuhkan lebih mudah didapat.

Penelitian ini dilakukan dengan membandingkan kedua jenis pekerjaan dimana masing-masing pekerjaan memiliki kelebihan dan kekurangan. Untuk pekerjaan konstruksi beton *non precast* kondisi normal membutuhkan biaya Rp. 7.008.416.800 dengan durasi pekerjaan selama kurang lebih 206 hari, sedangkan untuk pekerjaan kombinasi plat *precast* dengan balok kolom baja membutuhkan biaya Rp 11.212.093.600,- dengan durasi pekerjaan kurang lebih 43 hari. Sedangkan pekerjaan konstruksi beton *non precast* kondisi percepatan membutuhkan biaya Rp. 9.367.816.100,- dengan durasi waktu kurang lebih 43 hari dengan penambahan jumlah tenaga kerja. Namun untuk sub pekerjaan plat lantai untuk konstruksi beton membutuhkan biaya lebih tinggi serta durasi waktu pekerjaan yang lebih lama dibandingkan dengan plat lantai *precast*.

Oleh sebab itu untuk pekerjaan proyek konstruksi Universitas Jember yang akan datang bisa mencoba untuk menggunakan plat *precast* karena lebih efisien dari segi waktu dan biaya.

SUMMARY

The Comparison of Cost And Time of Implementation Between Non Precast Concrete Construction Work And Combination of Precast Plates With Steel Column Beams; Nur Fatmala Ramadhani, NIM 121910301021; 2019; 67 pages; Departement of Civil Engineering, Faculty of Engineering, University of Jember.

The new lecture building construction project at the Faculty of Medicine, University of Jember consists of 5 floors with a building area of $\pm 960\text{m}^2$. The project is located in the north of the laboratory building for medical skills. In this project the work of structure uses a type of non precast concrete or commonly called conventional concrete. The reason consultant planner prefer to use non precast concrete than precast concrete because the non precast concrete is cheaper operating costs and materials needed are easier to obtain.

This research is conducted by comparing the two types of work where each job has advantages and disadvantages. For non precast concrete construction work, normal conditions cost Rp. 7.008.416.800,- with a duration of work of approximately 206 days, while for combination work of precast plates with steel column beams costing Rp. 11.212.093.600,- with a duration of work of approximately 42 days. While non precast concrete construction work acceleration conditions require a cost of Rp. 9.367.816.100,- with a duration of approximately 42 days with an increase in the number of workers. But for the sub-plate floor work for concrete construction requires a higher cost and longer duration of work time compared to precast floor plates.

Therefore for the upcoming Jember University construction project work can try to use precast plates because it is more efficient in terms of time and cost.

PRAKATA

Puji syukur kehadirat Allah SWT, atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Perbandingan Biaya dan Waktu Pelaksanaan antara Pekerjaan Konstruksi Beton *Non Precast* dan Kombinasi Plat *Precast* dengan Balok Kolom Baja”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Jember.

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena ini, penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Dr. Ir. Entin Hidayah, M. UM., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Jember;
2. Ir. Hernu Suyoso, M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Jember dan Dr. Anik Ratnaningsih, S.T., M.T., selaku Ketua Program Studi S1 Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Jember;
3. Syamsul Arifin, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing Utama, Sri Sukmawati, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing Anggota, yang telah meluangkan waktu, pikiran dan perhatian dalam penulisan skripsi ini;
4. Ir. Hernu Suyoso dan Willy Kriswardhana., atas saran dan evaluasi dalam perbaikan skripsi ini;
5. Ririn Endah B., selaku Dosen Pembimbing Akademik atas segala saran serta bimbingannya selama penulis menempuh pendidikan di Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Jember;
6. Seluruh staff pengajar, karyawan dan karyawan Fakultas Teknik Universitas Jember atas bantuannya;
7. Ayahanda tercinta Bapak Zainal Abidin dan Ibunda tercinta Ibu Nurul Hidayah yang tidak pernah lelah memberikan doa, motivasi dan juga kasih sayang yang tidak pernah putus.
8. Adikku tersayang Firman Maulana yang selalu menjadi semangatku untuk kehidupan yang lebih baik.

9. Keluarga besarku yang selalu memberikan doa, dukungan serta dorongan semangat.
10. Guru-guruku sejak Taman Kanak-kanak hingga Perguruan Tinggi yang tidak pernah lelah memberikan ilmu yang bermanfaat.
11. Teman-teman seperjuangan dari SD, SMP, SMK yang telah memberikan pengalaman yang sangat berkesan.
12. Teman-Teman Teknik Sipil 2012 yang selalu memberikan dukungan.
13. M. Iman Tarnando yang selalu memberi semangat dan dukungan.
14. Sahabatku tersayang Elis Wahyuni, Lailatul Eviyah, Widyanti Sukma, Irma Sulistiyani dan Febtarica Putri yang selalu memberikan dukungan serta menemani disetiap suka maupun duka.
15. Dulur-dulur KEMAPATA (Keluarga Mahasiswa Penataran Blitar di Jember) yang selalu menemani dan membantu disetiap kesulitanku saat di Jember.
16. Almamater tercinta, Fakultas Teknik Universitas Jember.
17. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Penulis juga menerima segala kritik dan saran dari semua pihak demi kesempurnaan skripsi ini. Akhirnya penulis berharap, semoga skripsi ini bermanfaat.

Jember, Januari 2018

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iii
HALAMAN MOTTO	iv
HALAMAN PERNYATAAN	v
HALAMAN PEMBIMBING	vi
HALAMAN PENGESAHAN	vii
RINGKASAN	viii
SUMMARY	ix
PRAKATA	x
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR GAMBAR	xviii
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Batasan Masalah	3
1.5 Manfaat Penelitian	4
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Beton	5
2.2 Baja	6
2.2.1 Karakteristik Baja	6
2.2.3 Pembebanan	7

2.3 Plat Lantai	8
2.3.1 Fungsi Plat Lantai	8
2.3.2 Jenis Plat Lantai	8
2.3.4 Kelebihan dan Kekurangan Precast dan Non Precast	9
2.4 Kolom	10
2.5 Balok	11
2.6 Kelebihan dan Kekurangan Struktur Beton dan Struktur Baja	10
2.6.1 Kelebihan Struktur Beton	12
2.6.2 Kekurangan Struktur Beton	12
2.6.3 Kelebihan Struktur Baja.....	13
2.6.4 Kekurangan Struktur Baja	13
2.7 Metode Kerja	13
2.7.1 Plat Lantai	14
2.7.2 Balok Kolom.....	15
2.8 Rencana Anggaran Biaya (RAB)	16
2.8.1 Fungsi Rencana Anggaran Biaya (RAB)	16
2.8.2 Langkah-langkah menghitung RAB	17
2.9 Penjadwalan	17
2.9.1 Kegiatan Penjadwalan	17
2.9.2 Tujuan Penjadwalan	18
2.9.3 Manfaat Penjadwalan	18
2.10Kajian Pustaka	19
BAB 3. METODE PENELITIAN	21
3.1 Penyusunan Tinjauan Pustaka	21
3.2 Lokasi Penelitian	21
3.3 Pengumpulan Data	22
3.4 Perbandingan Sistem Plat Beton <i>Non Precast</i> dengan Plat <i>Precast</i>	22
3.4.1 Desain Plat	22
3.4.2 Metode Penelitian	22
3.5 Perbandingan Sistem Balok Kolom Non Precast dengan Baja ..	23

3.5.1 Desain Balok Kolom.....	23
3.5.2 Metode Penelitian	23
3.6 Analisa Biaya	24
3.7 Analisa Waktu	24
3.8 Langkah-langkah Dalam Penelitian	25
BAB 4. PEMBAHASAN	29
4.1 Data Umum Proyek	29
4.2 Perencanaan Awal	29
4.2.1 Konstruksi Beton	29
4.2.2 Konstruksi Plat Precast dengan Balok Kolom Baja	29
4.3 Perencanaan Balok Kolom dan Plat	30
4.3.1 Balok baja	30
4.3.2 Kolom Baja	31
4.3.3 Plat	32
4.4 Perhitungan Volume	33
4.4.1 Volume Kolom Baja	33
4.4.2 Volume Balok Baja	33
4.4.3 Luas Plat Precast	35
4.4.4 Volume Plat <i>Cantilever</i>	36
4.5 Rencana Anggaran Biaya	37
4.5.1 Rencana Anggaran Biaya Pekerjaan Beton <i>Non Precast</i> Kondisi Normal.....	38
4.5.2 Rencana Anggaran Biaya Pekerjaan Kombinasi Plat Precast dengan Balok kolom Baja	40
4.5.3 Rencana Anggaran Biaya Pekerjaan Beton <i>Non Precast</i> Kondisi Percepatan	44
4.6 Rekapitulasi	46
4.6.1 Rekapitulasi Pekerjaan Beton <i>Non Precast</i> Kondisi Normal .	46
4.6.2 Rekapitulasi Pekerjaan Kombinasi Plat Precast dengan Balok kolom Baja	47
4.6.3 Rekapitulasi Pekerjaan Beton <i>Non Precast</i> Kondisi Percepatan	48

4.7 Durasi	49
4.7.1 Durasi Pekerjaan Beton <i>Non Precast</i> Kondisi Normal.....	49
4.7.2 Durasi Pekerjaan Kombinasi Plat Precast dengan Balok kolom Baja	51
4.7.3 Durasi Pekerjaan Beton <i>Non Precast</i> Kondisi Normal Kondisi Percepatan	54
4.8 Time Schedule	56
4.8.1 Time Schedule Pekerjaan Beton <i>Non Precast</i> Kondisi Normal	56
4.8.2 Time Schedule Pekerjaan Kombinasi Plat Precast dengan Balok kolom Baja	58
4.8.1 Time Schedule Pekerjaan Beton <i>Non Precast</i> Kondisi Percepatan.....	60
4.9 Perbandingan Antara Konstruksi Beton <i>Non Precast</i> Kondisi Normal dengan Pekerjaan Kombinasi Plat <i>Precast</i> Balok Kolom Baja dan Pekerjaan Beton <i>Non Precast</i> Kondisi Percepatan	62
BAB 5. PENUTUP	63
5.1 Kesimpulan	64
5.2 Saran	64
DAFTAR PUSTAKA	65
LAMPIRAN	66

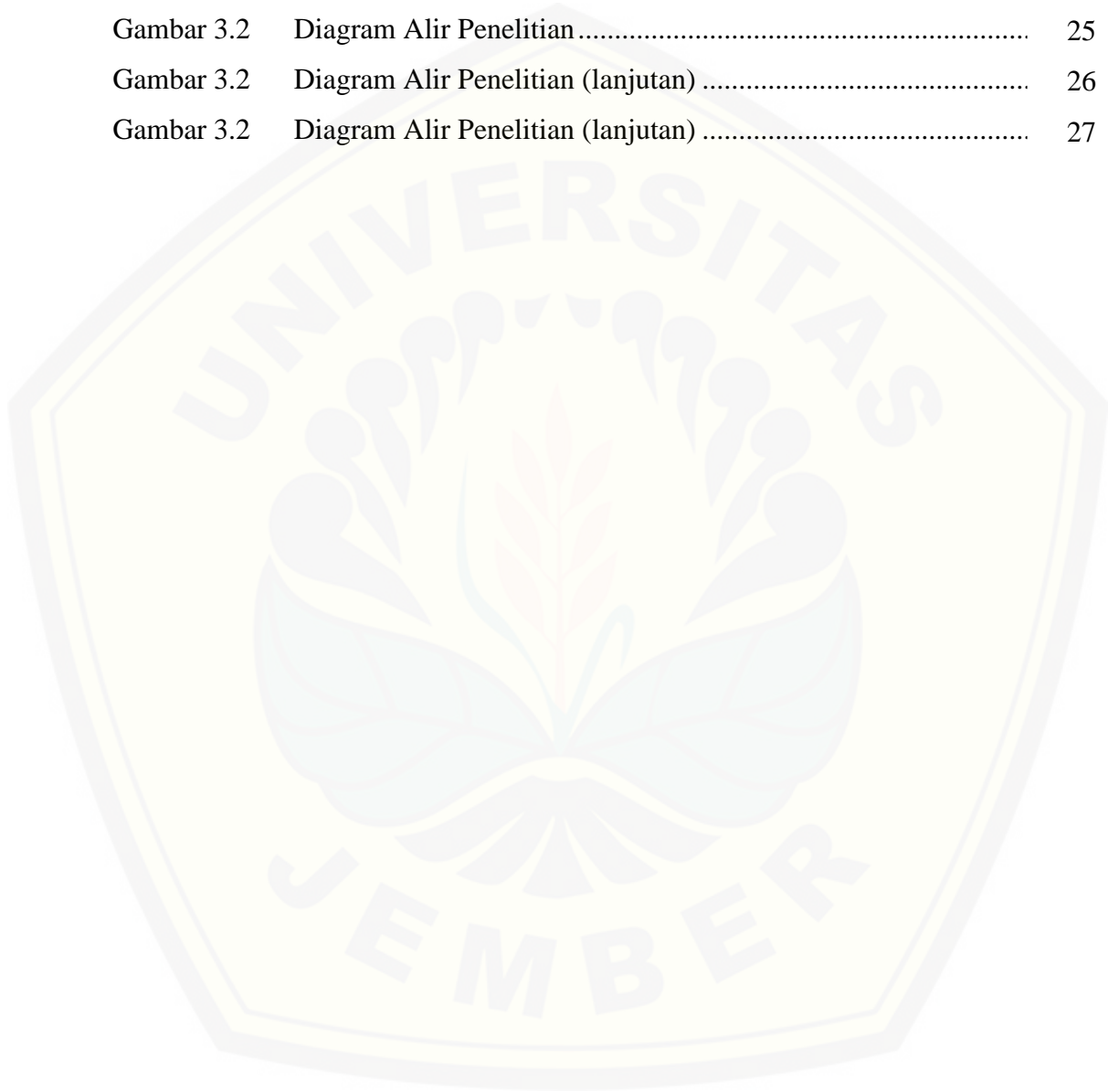
DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Kajian Pustaka.....	19
Tabel 2.1	Kajian Pustaka (lanjutan).....	20
Tabel 4.1	Jenis profil baja yang digunakan pada balok.....	30
Tabel 4.2	Jenis profil baja yang digunakan pada kolom	31
Tabel 4.3	Volume Kolom Baja.....	33
Tabel 4.4	Volume balok baja.....	34
Tabel 4.4	Volume balok baja (lanjutan)	35
Tabel 4.5	Luas plat <i>precast</i>	35
Tabel 4.5	Luas plat <i>precast</i> (lanjutan)	36
Tabel 4.6	Volume plat <i>cantilever</i>	37
Tabel 4.7	Rencana Anggaran Biaya (RAB) pekerjaan beton <i>non precast</i> kondisi normal.....	38
Tabel 4.7	Rencana Anggaran Biaya (RAB) pekerjaan beton <i>non precast</i> kondisi normal (lanjutan)	39
Tabel 4.7	Rencana Anggaran Biaya (RAB) pekerjaan beton <i>non precast</i> (lanjutan)	40
Tabel 4.8	Rencana Anggaran Biaya (RAB) pekerjaan kombinasi plat precast dengan balok kolom baja	41
Tabel 4.8	Rencana Anggaran Biaya (RAB) pekerjaan kombinasi plat precast dengan balok kolom baja (lanjutan).....	42
Tabel 4.8	Rencana Anggaran Biaya (RAB) pekerjaan kombinasi plat precast dengan balok kolom baja (lanjutan).....	43
Tabel 4.9	Rencana Anggaran Biaya (RAB) pekerjaan beton <i>non precast</i> kondisi percepatan	44
Tabel 4.9	Rencana Anggaran Biaya (RAB) pekerjaan beton <i>non precast</i> kondisi percepatan (lanjutan)	45
Tabel 4.10	Rekapitulasi Rencana Anggaran Biaya (RAB) pekerjaan Pekerjaan beton <i>non precast</i> kondisi normal.....	46

Tabel 4.11 Rekapitulasi Rencana Anggaran Biaya (RAB) pekerjaan Pekerjaan kombinasi plat <i>precast</i> dengan balok kolom baja	47
Tabel 4.12 Rekapitulasi Rencana Anggaran Biaya (RAB) pekerjaan Pekerjaan beton <i>non precast</i> kondisi percepatan	48
Tabel 4.13 Durasi pekerjaan beton <i>non precast</i> kondisi normal.....	49
Tabel 4.13 Durasi pekerjaan beton <i>non precast</i> kondisi normal (lanjutan).....	50
Tabel 4.13 Durasi pekerjaan beton <i>non precast</i> kondisi normal (lanjutan).....	51
Tabel 4.14 Durasi pekerjaan kombinasi plat <i>precast</i> dengan balok kolom baja ..	52
Tabel 4.14 Durasi pekerjaan kombinasi plat <i>precast</i> dengan balok kolom baja (lanjutan)	53
Tabel 4.15 Durasi pekerjaan beton <i>non precast</i> kondisi percepatan	54
Tabel 4.15 Durasi pekerjaan beton <i>non precast</i> kondisi percepatan (lanjutan)...	55
Tabel 4.16 <i>Time Schedule</i> pekerjaan beton <i>non precast</i> kondisi normal	57
Tabel 4.17 <i>Time Schedule</i> pekerjaan kombinasi plat <i>precast</i> dengan balok kolom baja.....	59
Tabel 4.18 <i>Time Schedule</i> Pekerjaan Beton <i>Non Precast</i> kondisi percepatan ..	61
Tabel 4.19 Perbandingan antara konstruksi beton <i>non precast</i> dengan pekerjaan kombinasi pla <i>precast</i> balok kolom baja dan pekerjaan beton <i>non precast</i> kondisi percepatan.....	63
Tabel 4.20 Perbandingan antara konstruksi beton <i>non precast</i> dengan pekerjaan kombinasi pla <i>precast</i> balok kolom baja dan pekerjaan beton <i>non precast</i> kondisi percepatan (lanjutan).....	64

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1	Lokasi Gedung Perkuliahan Fakultas Kedokteran Universitas Jember	21
Gambar 3.2	Diagram Alir Penelitian.....	25
Gambar 3.2	Diagram Alir Penelitian (lanjutan)	26
Gambar 3.2	Diagram Alir Penelitian (lanjutan)	27



BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Struktur adalah bagian-bagian yang membentuk bangunan. Pada prinsipnya, elemen struktur berfungsi untuk mendukung keberadaan elemen *non* struktur yang meliputi elemen tampak, interior, dan detail arsitektur sehingga membentuk satu kesatuan. Setiap bagian struktur bangunan tersebut juga mempunyai fungsi dan peranannya masing-masing. Struktur bangunan pada umumnya terdiri dari struktur bawah (*lower structure*) dan struktur atas (*upper structure*). Struktur bawah (*lower structure*) yang dimaksud adalah pondasi dan struktur bangunan yang berada di bawah permukaan tanah, sedangkan yang dimaksud dengan struktur atas (*upper structure*) adalah struktur bangunan yang berada di atas permukaan tanah seperti kolom, balok, plat. Setiap komponen tersebut memiliki fungsi yang berbeda-beda di dalam sebuah struktur.

Kolom adalah penerus beban seluruh bangunan ke pondasi. Kolom termasuk struktur utama untuk meneruskan berat bangunan dan beban lain seperti beban hidup (manusia dan barang-barang), serta beban hembusan angin. Balok adalah bagian dari struktural sebuah bangunan yang kaku dan dirancang untuk menanggung dan mentransfer beban menuju elemen-elemen kolom penopang. Plat lantai adalah bagian dari elemen gedung yang berfungsi sebagai tempat berpijak namun bukan berada di atas tanah secara langsung, melainkan lantai tingkat pembatas antara tingkat yang satu dengan tingkat yang lain.

Dalam pelaksanaannya ada beberapa metode yang dipakai dalam proyek. Diantaranya adalah metode *non precast* (konvensional), *precast* (pra cetak) dan konstruksi baja. Pengertian beton *non precast* adalah beton yang langsung dicor di lokasi yang direncanakan. Beton *precast* adalah beton yang dicetak di tempat pabrikasi, lalu dibawa ke lokasi untuk disusun atau dirangkai menjadi suatu struktur

utuh. Sedangkan konstruksi baja adalah susunan beberapa potongan-potongan baja yang disambung menjadi elemen struktur yang diinginkan. Dengan adanya beberapa metode pengerjaan struktur, maka akan memberikan alternatif bagi para pengusaha jasa konstruksi untuk menentukan mana metode yang tepat dan dapat diterapkan dalam suatu proyek agar memberikan hasil yang maksimal terutama dari segi biaya maupun waktu.

Proyek pembangunan gedung kuliah baru Fakultas Kedokteran Universitas Jember terdiri dari 5 lantai dengan luas bangunan $\pm 960\text{m}^2$. Lokasi proyek tersebut berada di sebelah utara gedung laboratorium ketrampilan medik. Pada proyek ini pekerjaan struktur balok kolom dan plat lantai menggunakan jenis beton *non precast* atau yang biasa disebut dengan beton konvensional. Alasan konsultan perencana lebih memilih menggunakan beton *non precast* dari pada beton *precast* dikarenakan biaya operasional yang lebih murah serta bahan yang dibutuhkan lebih mudah didapat.

Menurut Candy (2016) dalam penelitiannya, berdasarkan analisis biaya dan waktu pelaksanaan metode *precast* dan *non precast*, didapat bahwa dengan menggunakan metode *precast* waktu pelaksanaannya lebih cepat namun dengan biaya yang lebih tinggi, sedangkan dengan metode *non precast* waktu pelaksanaannya lebih lama namun dengan biaya yang lebih rendah. Menurut Ashari (2016) dalam penelitiannya menggunakan konstruksi baja waktu pengerjaan lebih cepat namun dengan biaya yang lebih tinggi dari penggunaan konstruksi beton *non precast*.

Hal tersebut di atas menjadi latar belakang tugas akhir ini dengan merencanakan plat lantai menggunakan beton *precast*, kolom dan balok baja lalu membandingkan dengan konstruksi beton *non precast* dan membuktikan mana yang lebih ekonomis serta efektif dari segi biaya dan waktu. Lalu setelah ditemukan perbedaan biaya dan waktunya, untuk metode pekerjaan yang lebih lama apabila dipercepat untuk mencapai waktu pekerjaan yang sama, maka akan terjadi penambahan biaya dimana nantinya beberapa metode pekerjaan tersebut diatas bisa menjadi opsi pilihan ketika akan membangun suatu proyek pekerjaan konstruksi.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang diuraikan di atas, maka dapat dirumuskan permasalahan sebagai berikut:

1. Berapakah perbandingan biaya pekerjaan konstruksi gedung Fakultas Kedokteran Universitas Jember antara metode *non precast* dan balok kolom baja dengan plat *precast*?
2. Berapakah perbandingan waktu pekerjaan konstruksi gedung Fakultas Kedokteran Universitas Jember antara metode *non precast* dan balok kolom baja dengan plat *precast*?
3. Berapakah biaya dan waktu yang dibutuhkan pada metode *non precast* apabila dipercepat?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk melengkapi tugas akhir dan syarat untuk memperoleh gelar ‘Sarjana Teknik’ dari Universitas Jember. Selain itu, adapun tujuan lain daripada penulisan ini adalah:

1. Mengetahui perbandingan biaya pembangunan gedung perkuliahan Fakultas Kedokteran Universitas Jember.
2. Mengetahui perbandingan waktu pembangunan gedung perkuliahan Fakultas Kedokteran Universitas Jember.
3. Mengetahui biaya dan waktu pada metode *non precast* apabila dipercepat.

1.4 Batasan Masalah

Dalam penelitian ini batasan masalah yang dijabarkan adalah sebagai berikut :

1. Bangunan/lokasi penelitian hanya dibatasi pada proyek pembangunan gedung perkuliahan Fakultas Kedokteran Universitas Jember.
2. Hanya membahas tentang kolom, balok dan plat lantai.
3. Perbandingan metode *precast*, *non precast*, serta baja ditinjau dari segi waktu dan biaya.

4. Data analisa harga satuan menggunakan AHS Jember Tahun 2017 dari dinas PU
5. Tidak membahas arsitektur/estetika desain.
6. Metode yang digunakan untuk menunjang pengerjaan tugas akhir menggunakan SNI untuk menghitung rencana anggaran biaya.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diperoleh dari penelitian ini adalah:

1. Bagi Penulis
Memberikan gambaran tentang perbandingan metode *precast* , *non precast* , dan baja dari segi waktu dan biaya.
2. Bagi Non Akademisi
Sebagai bahan masukan dan informasi metode yang lebih baik dalam perencanaan konstruksi dalam pembangunan yang akan datang.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Beton

Beton adalah sebuah bahan yang diperoleh dengan mencampurkan agregat halus (pasir), agregat kasar (kerikil / batu pecah), semen, air, dan bahan tambahan lain (*admixtures*) bila diperlukan dan telah mengeras.

Beton yang bermutu baik mempunyai beberapa kelebihan diantaranya mempunyai kuat tekan tinggi, tahan terhadap pengkaratan atau pembusukan oleh kondisi lingkungan, tahan aus, dan tahan terhadap cuaca (panas, dingin, sinar matahari, hujan). Selain itu beton juga mempunyai beberapa kelemahan, yaitu lemah terhadap tarik, mengembang dan menyusut bila terjadi perubahan suhu, sulit kedap air secara sempurna, dan bersifat getas.

Kualitas beton yang dihasilkan tergantung dari banyak faktor, oleh karena itu diperlukan informasi yang memadai untuk menjamin kualitas tersebut. Berikut ini adalah karakteristik beton yang baik antara lain,

a) Homogen

Semua bahan tercampur dengan baik dan tidak mengalami (pemisahan bahan-bahan penyusun).

b) *Strenght*

Sebuah beton mempunyai kekuatan seperti yang kita rencanakan. Kelebihan maupun kekurangan kekuatan menunjukkan bahwa ada kesalahan yang kita lakukan. Baik pada pemilihan bahan, pengaturan komposisi, pencampuran maupun perawatan beton.

c) *Durable*

Keawetan juga minimal sesuai apa yang kita rencanakan. Biasanya mempunyai daya awet hingga 40 – 50 tahun.

d) *Economic*

Ekonomis berarti pelaksanaan dan pemakaian memenuhi standar efisiensi dan efektivitas pekerjaan.

2.2 Baja

Baja merupakan salah satu bahan bangunan yang unsur utamanya terdiri dari besi. Baja ditemukan ketika dilakukan penempaan dan pemanasan yang menyebabkan tercampurnya besi dengan bahan karbon pada proses pembakaran, sehingga membentuk baja yang mempunyai kekuatan yang lebih besar dari pada besi.

Bila dibandingkan dengan bahan konstruksi lainnya, baja lebih banyak memiliki keunggulan-keunggulan yang tidak terdapat pada bahan-bahan konstruksi lain. Disamping kekuatannya yang besar untuk menahan kekuatan tarik dan kekuatan tekan tanpa membutuhkan banyak volume, baja juga mempunyai sifat-sifat lain yang menguntungkan sehingga menjadikannya sebagai salah satu material yang umum dipakai.

2.2.1 Karakteristik Baja

Sebagai bahan struktur, baja memiliki karakteristik tersendiri yang berbeda dengan material-material lainnya antara lain,

a) Kekuatan tinggi

Kekuatan baja bisa dinyatakan dengan kekuatan tegangan leleh f_y atau kekuatan tarik f_u . Mengingat baja mempunyai kekuatan volume lebih tinggi dibanding dengan bahan lain, hal ini memungkinkan perencanaan sebuah konstruksi baja bisa mempunyai beban mati yang lebih kecil untuk bentang yang lebih panjang, sehingga struktur lebih ringan dan efektif.

b) Kemudahan pemasangan

Komponen-komponen baja biasanya mempunyai bentuk standar serta mudah diperoleh dimana saja, sehingga satu-satunya kegiatan yang dilakukan dilapangan adalah pemasangan bagian-bagian yang telah disiapkan.

c) Keseragaman

Baja dibuat dalam kondisi yang sudah diatur (fabrikasi) sehingga mutunya seragam.

d) *Daktilitas* (keliatan)

Daktilitas adalah sifat dari baja yang dapat mengalami deformasi yang besar dibawah pengaruh tegangan tarik tanpa hancur atau putus. *Daktilitas* mampu mencegah robohnya bangunan secara tiba-tiba.

e) Modulus elastisitas besar

Dengan modulus yang besar, struktur akan cukup kaku sehingga dapat memberikan kenyamanan bagi pemakai. Jika dibandingkan dengan bahan yang lain, untuk regangan yang sama baja akan mengalami tegangan yang lebih besar sehingga kekuatannya lebih optimal.

2.2.2 Pembebanan

Pembebanan untuk struktur baja yang ditinjau adalah pembebanan akibat beban tetap dan beban sementara. Beban tetap terdiri atas beban mati dan beban hidup, sedangkan beban sementara yang digunakan adalah beban angin dan beban gempa.

a) Beban Mati

Berdasarkan SNI 1727-2013 pasal 3.1.1, beban mati adalah berat seluruh bahan konstruksi bangunan gedung yang terpasang, termasuk dinding, lantai, atap, plafon, tangga, dinding partisi tetap, dan komponen arsitektural dan struktural lainnya. Berat sendiri bahan bangunan dan komponen gedung yang direncanakan berdasarkan PPIUG-1983, adalah sebagai berikut:

- 1) Beton bertulang = 2400 kg/m^3
- 2) Baja = 7850 kg/m^3
- 3) Plafond dan penggantung = 18 kg/m^2
- 4) Keramik = 24 kg/m^2
- 5) Spesi per cm tebal = 21 kg/m^2

b) Beban Hidup

Beban hidup adalah semua beban yang terjadi akibat penghunian atau penggunaan gedung, termasuk beban dari bahan-bahan yang dapat berpindah, beban mesin, dan peralatan yang merupakan bagian yang tak terpisahkan dari gedung dan dapat diganti selama masa guna gedung, sehingga menyebabkan penambahan pembebanan lantai. Beban hidup gedung yang direncanakan berdasarkan SNI untuk gedung perkuliahan adalah 250 kg/ m^2

2.3 Plat Lantai

Plat lantai adalah bagian dari elemen gedung yang berfungsi sebagai tempat berpijak namun bukan berada di atas tanah secara langsung, melainkan lantai tingkat pembatas antara tingkat yang satu dengan tingkat yang lain. Plat lantai didukung oleh balok-balok yang bertumpu pada kolom-kolom bangunan. Ketebalan plat lantai ditentukan oleh :

- a) Besar lendutan yang diinginkan
- b) Lebar bentangan atau jarak antara balok-balok pendukung
- c) Bahan material konstruksi dan plat lantai

2.3.1 Fungsi Plat Lantai

Adapun fungsi plat lantai adalah sebagai berikut :

- a) Sebagai pemisah ruang bawah dan ruang atas.
- b) Sebagai tempat berpijak penghuni di lantai atas.
- c) Untuk menempatkan kabel listrik dan lampu pada ruang bawah.

2.3.2 Jenis Plat

Plat lantai berdasarkan sistem konstruksi materialnya dapat dibedakan menjadi bermacam-macam jenis antara lain,

a. Plat *Precast* (Pra Cetak)

Beton *precast* atau pracetak adalah seluruh atau sebagian dari elemen struktur yang dicetak pada satu tempat tertentu baik yang berada dilingkungan proyek maupun jauh dari proyek (pabrik) yang kemudian akan dipasang pada strukturnya. Proses beton *precast* dilakukan di pabrik biasanya dengan melalui produksi massal secara berulang dengan bentuk dan ukuran sesuai dengan pemesanan. Namun yang perlu diperhatikan jika menggunakan metode ini adalah segi kekuatan alat angkat, misalnya kuat angkat ujung *tower crane* harus lebih besar dari total berat beton *precast*.

b. Plat *Non Precast*

Beton yang dicor di tempat, dengan cetakan atau acuan yang dipasang di lokasi elemen struktur pada bangunan atau gedung yang sedang dibangun. Ini merupakan cara lama yang paling banyak digunakan namun membutuhkan waktu lama serta biaya tinggi.

2.3.3 Kelebihan dan Kekurangan *Precast* dan *Non Precast*

a) Kelebihan

1) *Precast*

- i. Hemat waktu dan efisien
- ii. Berkualitas dan bermutu baik
- iii. Ramah lingkungan
- iv. Produk inovatif
- v. Mengurangi biaya tenaga kerja
- vi. Pemakaian begisting lebih sedikit
- vii. Tidak terpengaruh cuaca

2) *Non Precast*

- i. Lebih mudah disesuaikan dengan kebutuhan
- ii. Dapat dibuat ditempat yang sempit

- iii. Pengawasan lebih mudah terkontrol
- b) Kekurangan
 - 1) *Precast*
 - i. Membutuhkan biaya transportasi dan pemasangan.
 - ii. Dibutuhkan peralatan yang mempunyai kapasitas besar pada saat pemasangan.
 - iii. Dibutuhkan tempat yang luas untuk perawatan sampai tiba waktu pemasangan.
 - iv. Permasalahan teknis dan biaya tambahan yang akan muncul pada pemasangan elemen-elemen beton *precast* tersebut, terutama pada sambungan-sambungannya.

2.4 Kolom

Kolom adalah batang tekan vertikal dari rangka struktur yang memikul beban dari balok. Kolom merupakan suatu elemen struktur tekan yang memegang peranan penting dari suatu bangunan, sehingga keruntuhan pada suatu kolom merupakan lokasi kritis yang dapat menyebabkan runtuhnya (*collapse*) lantai yang bersangkutan dan juga runtuh total (*total collapse*) seluruh struktur (Sudarmoko, 1996).

Sedangkan menurut SK SNI T-15-1991-03 kolom adalah komponen struktur bangunan yang tugas utamanya menyangga beban aksial tekan vertikal dengan bagian tinggi yang tidak ditopang paling tidak tiga kali dimensi lateral terkecil.

Kolom berdasarkan sistem konstruksi materialnya dapat dibedakan menjadi bermacam-macam jenis antara lain,

a) Kolom Beton Bertulang

Kolom beton bertulang adalah kolom yang dibuat dari besi dan beton. Keduanya merupakan gabungan antara material yang tahan tarikan dan tekanan. Besi adalah material yang tahan tarikan dan beton adalah material yang tahan tekanan. Gabungan kedua material ini dalam struktur beton memungkinkan

kolom atau bagian struktur lain seperti sloof dan balok bisa menahan gaya tekan dan gaya tarik pada bangunan.

b) Kolom Baja

Kolom baja ditugaskan hanya sebagai kolom panjang atau kolom langsing dan kolom sedang. Kolom baja dapat dirancang dengan profil tunggal maupun tersusun.

2.5 Balok

Balok adalah bagian dari struktural sebuah bangunan yang kaku dan dirancang untuk menanggung dan mentransfer beban menuju elemen-elemen kolom penopang yang memiliki fungsi sebagai rangka penguat horizontal bangunan akan beban-beban.

Balok berdasarkan sistem konstruksi materialnya dapat dibedakan menjadi bermacam-macam jenis antara lain,

a) Balok Beton

Balok beton *non precast* tidak bertulang dapat juga memikul beban struktur (sebagai balok struktural) tetapi kemampuannya terbatas (tidak dapat memikul beban konstruksi berat). Pada balok beton *non precast* bertulang menggunakan baja yang terletak dibagian bawah balok yaitu pada bagian yang menahan daya tarik akibat balok memikul bebannya.

b) Balok Baja

Balok induk, balok, kolom baja struktural digunakan untuk membangun rangka bermacam-macam struktur mencakup bangunan satu lantai sampai gedung pencakar langit. Karena baja struktural sulit dikerjakan lokasi (*on-site*) maka biasanya dipotong, dibentuk, dan dilubangi dalam pabrik sesuai spesifikasi desain. Hasilnya berupa konstruksi rangka struktural yang relatif cepat dan akurat. Baja struktural dapat dibiarkan terekspos pada konstruksi tahan api yang tidak terlindungi, tapi karena baja dapat kehilangan kekuatan secara drastis

karena api, pelapis anti api dibutuhkan untuk memenuhi kualifikasi sebagai konstruksi tahan api.

2.6 Kelebihan dan Kekurangan Struktur Beton dan Struktur Baja

Setiap material struktur memiliki kelebihan serta kekurangan masing-masing antara lain,

2.6.1 Kelebihan Struktur Beton

Kelebihan dari struktur beton adalah,

- a) Mampu menahan gaya tekan serta bersifat tahan terhadap korosi dan pembusukan.
- b) Beton segar mudah dicetak sesuai keinginan dan cetakannya juga dapat dipakai lebih dari sekali tergantung dari kualitas cetakan yang dibuat.
- c) Beton segar dapat disemprotkan pada permukaan beton lama yang retak atau diisikan pada beton dalam proses perbaikan.
- d) Beton segar dapat dipompa sehingga memungkinkan untuk dituang pada tempat-tempat yang sulit.
- e) Beton sudah pasti tahan aus dan tahan bakar.

2.6.2 Kekurangan Struktur Beton

Kekurangan dari struktur beton adalah,

- a) Beton dianggap tidak mampu menahan gaya tarik sehingga mudah retak. Oleh karena itu perlu diberikan tulangan baja sebagai penahan gaya tarik.
- b) Beton keras masih mempunyai sifat mengembang atau menyusut jika terjadi perubahan suhu sehingga perlu dibuat dilatasi untuk mencegah terjadinya retakan retakan.
- c) Untuk mendapatkan beton kedap air yang sempurna, harus dikerjakan dengan teliti.

- d) Beton bersifat getas (tidak *daktail*) sehingga harus di hitung dengan teliti agar setelah dikompositkan dengan baja tulangan menjadi bersifat daktail, terutama pada struktur tahan gempa.

2.6.3 Kelebihan Struktur Baja

Kelebihan dari struktur baja adalah,

- a) Kuat tarik tinggi.
- b) Tidak dimakan rayap
- c) Hampir tidak memiliki perbedaan nilai muai dan susut
- d) Bisa di daur ulang
- e) Dibanding *stainless steel* lebih murah
- f) Dibanding beton lebih lentur dan lebih ringan
- g) Dibanding aluminium lebih kuat

2.6.4 Kekurangan Struktur Baja

Kekurangan dari struktur baja adalah,

- a) Bisa berkarat.
- b) Lemah terhadap gaya tekan.
- c) Tidak fleksibel seperti kayu yang dapat dipotong dan dibentuk berbagai profile
- d) Tidak kokoh
- e) Tidak tahan api

2.7 Metode Kerja

Metode kerja yang dipakai dalam merencanakan struktur balok, kolom dan plat lantai antara lain,

2.7.1 Plat

Untuk struktur plat lantai yang akan dibahas adalah plat lantai *non precast* dan *precast*.

a) Plat *non precast*

1. Tahap Persiapan
 - i. Pengukuran
 - ii. Pembuatan bekisting
 - iii. Pemotongan besi tulangan
2. Tahap Pekerjaan Plat
 - i. Pemasangan bekisting
 - ii. Pengecekan bekisting terpasang
 - iii. Pembesian
 - iv. Pengecekan tulangan terpasang
3. Tahap Pengecoran
 - i. Pembersihan menggunakan air
 - ii. Test *Slump*
 - iii. Pengecoran
4. Pembongkaran Bekisting
5. Perawatan

b) Plat *Precast*

- i. Produksi (Pabrikasi)
- ii. Pengiriman
- ii. Penumpukan
- iii. Pemasangan dan Pengangkatan
- iv. Penyambungan

2.7.2 Balok Kolom

a) Balok Kolom *Non Precast*

1. Tahap Persiapan
 - i. Pengukuran
 - ii. Pembuatan bekisting

- iii. Pemotongan besi tulangan
- 2. Tahap Pekerjaan Plat
 - i. Pemasangan bekisting
 - ii. Pengecekan bekisting terpasang
 - iii. Pembesian
 - iv. Pengecekan tulangan terpasang
- 3. Tahap Pengecoran
 - i. Pembersihan menggunakan air
 - ii. Test *Slump*
 - iii. Pengecoran
- 4. Pembongkaran Bekisting
- 5. Perawatan
- b) Balok Kolom Baja
 - 1. Pola Pengukuran
 - 2. Pelurusan
 - 3. Pemotongan
 - 4. Pengerjaan Mesin Perkakas dan Gerinda
 - 5. Pekerjaan Las
 - 6. Membuat Lubang (Mengebor)
 - 7. Memberi Code Potongan Baja
 - 8. Montase percobaan (pemasangan sementara)
 - 9. Memberi tanda untuk pemasangan terakhir
 - 10. Pengecatan
 - 11. Kerangka Baja
 - 12. Penggunaan Baja Keras, Baut-baut Untuk Pemasangan Terakhir

2.8 Rencana Anggaran Biaya (RAB)

Rencana anggaran biaya atau yang sering disingkat RAB adalah perhitungan biaya bangunan berdasarkan gambar bangunan dan spesifikasi pekerjaan konstruksi yang akan dibangun, sehingga dengan adanya RAB dapat dijadikan sebagai acuan pelaksanaan pekerjaan nantinya.

Untuk menghitung RAB diperlukan data-data antara lain:

- a) Gambar rencana bangunan
- b) Spesifikasi teknis pekerjaan yang biasa disebut juga sebagai RKS (Rencana Kerja dan syarat-syarat)
- c) Volume masing-masing pekerjaan yang akan dilaksanakan
- d) Daftar harga bahan bangunan dan upah pekerja saat pekerjaan dilaksanakan
- e) Analisa BOW (Burgelijke Openbare Welken) atau harga satuan pekerjaan
- f) Metode kerja pelaksanaan.

2.8.1 Fungsi Rencana Anggaran Biaya

Secara umum ada 4 (empat) fungsi utama dari Rancangan Anggaran Biaya (RAB) :

- a) Menetapkan jumlah total biaya pekerjaan yang menguraikan masing masing item pekerjaan yang akan dibangun
- b) Menetapkan daftar dan jumlah material yang dibutuhkan
- c) Menjadi dasar untuk penunjukan / pemilihan kontraktor pelaksana
- d) Peralatan peralatan yang dibutuhkan dalam pelaksanaan pekerjaan akan diuraikan dalam estimasi biaya yang ada
- e) Dengan adanya RAB yang dimiliki, maka akan mengatur penyediaan dan pengeluaran berdasarkan jadwal pekerjaan.

2.8.2 Langkah - Langkah Menghitung RAB

Berikut adalah langkah-langkah dalam menghitung Rencana Anggaran Biaya antara lain,

- a) Persiapan dan pengecekan gambar kerja
- b) Perhitungan volume
- c) Membuat harga satuan pekerjaan
- d) Untuk menghitung harga satuan pekerjaan, yang perlu dipersiapkan adalah:
 1. Indeks (koefisien) analisa pekerjaan (SNI)
 2. Harga Material/ Bahan sesuai satuan
 3. Harga upah kerja per hari termasuk mandor, kepala tukang, tukang dan pekerja.
- e) Perhitungan jumlah biaya pekerjaan
- f) Rekapitulasi

2.9 Penjadwalan

Penjadwalan dalam pengertian proyek konstruksi merupakan perangkat untuk menentukan aktivitas yang diperlukan untuk menyelesaikan suatu proyek dalam urutan serta kerangka waktu tertentu, dalam mana setiap aktivitas harus dilaksanakan agar proyek selesai tepat waktu dengan biaya yang ekonomis (Callahan, 1992). Penjadwalan meliputi tenaga kerja, material, peralatan, keuangan dan waktu. Dengan penjadwalan yang tepat maka beberapa macam kerugian dapat dihindarkan seperti keterlambatan pembengkakan biaya, dan perselisihan.

2.9.1 Kegiatan yang dilakukan dalam penjadwalan :

- a) Mengembangkan struktur penjabaran kerja secara rinci
- b) Menaksir/memperkirakan waktu yang diperlukan untuk tiap tugas
- c) Menentukan urutan tugas dalam urutan yang tepat
- d) Mengembangkan waktu mulai/stop untuk tiap tugas
- e) Mengembangkan anggaran yang rinci untuk tiap tugas

- f) Menunjuk mengangkat orang untuk melakukan tugas

2.9.2 Tujuan dilakukan Penjadwalan

- a) Mengetahui durasi tiap pekerjaan dan durasi total proyek
- b) Mengetahui waktu mulai dan waktu akhir setiap pekerjaan
- c) Sebagai alat untuk pengawasan, pengendalian, dan evaluasi proyek.

2.9.3 Manfaat dilakukan Penjadwalan

- a) Bagi pemilik:
 1. Mengetahui waktu mulai dan selesainya proyek
 2. Merencanakan aliran kas
 3. Mengevaluasi efek perubahan terhadap waktu penyelesaian dan biaya proyek
- b) Bagi kontraktor
 1. Memprediksi kapan suatu kegiatan yang spesifik dimulai dan diakhiri
 2. Menghindari konflik antar sub-kontraktor dan pekerja
 3. Merencanakan aliran kas

2.10 Kajian Pustaka

Berikut ini adalah penelitian sejenis yang dilakukan oleh peneliti terdahulu dan dapat dilihat pada tabel 2.1

Tabel 2.1 Penelitian sejenis terdahulu

No.	Judul Penelitian	Peneliti	Lembaga dan Tahun Penelitian	Masalah Penelitian	Tujuan Penelitian	Hasil Penelitian
1.	Perbandingan Sistem Plat Konvensional dan <i>Precast Half Slab</i> Ditinjau dari Segi Waktu dan Biaya	Dimas Harya Wisanggeni	Fakultas Teknik Sipil Institut Teknologi Sepuluh November Surabaya 2017	Sistem mana yang lebih menguntungkan antar sistem plat konvensional dan <i>precast half slab</i> ditinjau dari segi biaya dan waktu?	Menganalisis perbandingan antar sistem plat konvensional dan <i>precast half slab</i> dari segi biaya dan waktu.	Hasil analisis perbandingan sistem <i>precast half slab</i> dengan plat konvensional didapatkan hasil untuk sitem <i>precast half slab</i> membutuhkan waktu 154 hari dengan biaya Rp. 30.621.900.000,- sedangkan plat konvensional membutuhkan waktu 185 hari dengan biaya Rp. 34.638.069.100,-
2.	Analisis Perbandingan Biaya dan Waktu Metode Pelaksanaan Beton <i>In Situ</i> dengan <i>Precast</i>	Andrew Samuel Erionkita Purba	Fakultas Teknik Sipil Universitas Sumatera Utara Tahun 2017	Berapakah perbandingan nilai biaya dan waktu dengan metode beton <i>in situ</i> dan <i>Precast</i> ?	Untuk mengetahui perbandingan biaya dan waktu apabila menggunakan beton <i>in situ</i> dan <i>precast</i> .	Dari hasil analisa perhitungan didapat hasil metode beton <i>in situ</i> membutuhkan waktu 7 hari dengan biaya Rp. 807.867.550,- sedangkan dengan metode beton <i>precast</i> membutuhkan waktu 5 hari dengan biaya Rp. 612.345.190,-

Tabel 2.1 Penelitian sejenis terdahulu (lanjutan)

No.	Judul Penelitian	Peneliti	Lembaga dan Tahun Penelitian	Masalah Penelitian	Tujuan Penelitian	Hasil Penelitian
3.	Perbandingan Biaya dan Waktu pada Pelaksanaan Pekerjaan Konstruksi Beton Konvensional dan <i>Fly slab</i>	Indah Purwaningsih	Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Diponegoro Tahun 2014	Berapakah perbandingan biaya, waktu, mutu antara penggunaan beton bertulang konvensional dengan beton <i>slab</i> pada gedung bertingkat?	Untuk mengetahui perbandingan biaya, waktu, mutu antara penggunaan beton bertulang konvensional dengan beton <i>slab</i> pada gedung bertingkat.	Berdasarkan analisis, besarnya biaya menggunakan beton konvensional adalah Rp. 4.654.472.000,- dengan waktu 150 hari, sedangkan dengan beton <i>fly slab</i> membutuhkan biaya Rp. 4.637.732.000,- dengan waktu 135 hari.
4.	Analisis Metode Pelaksanaan Plat <i>Precast</i> dengan Plat Konvensional Ditinjau dari Waktu dan Biaya	Candy Happy Najoan	Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Sam Ratulangi Manado Tahun 2016	Berapakah perbandingan waktu dan biaya pekerjaan plat lantai antara metode konvensional dengan <i>Precast</i> ?	Untuk mengetahui perbandingan biaya dan waktu pekerjaan plat lantai dengan metode konvensional dan <i>precast</i> .	Berdasarkan analisis, besarnya biaya menggunakan plat <i>precast</i> adalah Rp. 30.352.740.000,- dengan waktu 198 hari, sedangkan dengan plat konvensional membutuhkan biaya Rp. 30.230.145.000,- dengan waktu 226 hari

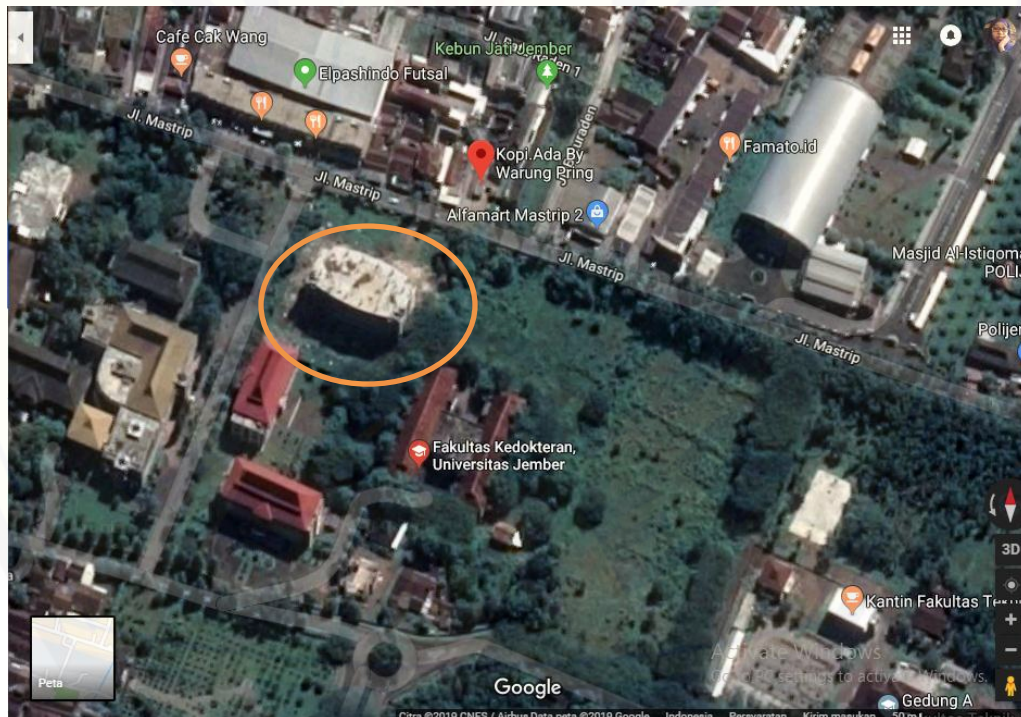
BAB 3. METODE PENELITIAN

3.1 Penyusunan Tinjauan Pustaka

Landasan penelitian didasarkan pada kajian pustaka (*literature review*) atas beberapa tulisan ilmiah yang dimuat di jurnal dan buku referensi sebagaimana yang tertera pada daftar pustaka.

3.2 Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di gedung perkuliahan Fakultas Kedokteran Universitas Jember. Selengkapnya dapat dilihat pada gambar 3.1



Gambar 3.1 Lokasi Gedung Perkuliahan Fakultas Kedokteran Universitas Jember

3.3 Pengumpulan Data

Pengumpulan data merupakan suatu tahap dalam memproses data-data yang akan digunakan dalam analisa penelitian. Data-data yang akan diproses berupa data-data primer maupun data-data sekunder. Untuk data-data primer, proses pengambilan data dilakukan langsung di lapangan dengan melakukan beberapa survey. Sedangkan untuk data-data sekunder, proses pengambilan data diperoleh dari catatan dan laporan register dari sumber informasi lain.

Data Primer :

Harga Plat *Precast*

Data Sekunder :

- a) Gambar Rencana / *Shop Drawing*
- b) Analisa Harga Satuan tahun 2017 (didapat dari PU Cipta Karya Kabupaten Jember)
- c) Volume pekerjaan

3.4 Perbandingan Sistem Plat Beton *Non Precast* dengan Plat *Precast*

Dalam tahap ini dibagi menjadi beberapa tahap antara lain :

3.4.1 Desain Plat

- a) Desain Plat beton *Non Precast*

Detail plat *non precast* tidak direncanakan karena sudah menggunakan data sekunder *shop drawing* sebagai acuan.

- a) Desain Plat *Precast*

Mencari spesifikasi plat *precast* yang beredar dipasaran lalu menentukan dimensi plat.

3.4.2 Metode Penelitian

- a) Metode Pekerjaan plat beton *non precast*

1. Meminta data gambar rencana pada bagian perencanaan Universitas Jember
2. Merencanakan Anggaran Biaya

3. Menentukan durasi pekerjaan
4. Penjadwalan
- b) Metode Pekerjaan plat *precast* dan balok kolom baja
 1. Mencari spesifikasi plat *precast* yang beredar di pasaran
 2. Menentukan dimensi plat
 3. Merencanakan anggaran biaya
 4. Menentukan durasi pekerjaan
 5. Penjadwalan

3.5 Perbandingan Sistem Balok Kolom *Non Precast* dengan Baja

Dalam tahap ini dibagi menjadi beberapa tahap antara lain :

3.5.1 Desain Balok Kolom

a) Desain Balok Kolom *Non Precast*

Detail balok kolom beton *non precast* tidak direncanakan karena sudah menggunakan data sekunder *shop drawing* sebagai acuan.

b) Desain Balok Kolom Baja

Merencanakan profil baja yang akan digunakan dengan menghitung pembebanan, setelah itu mencari nilai momen dan tegangan terbesar menggunakan *software* SAP 2000, lalu kontrol profil balok.

3.5.2 Metode Penelitian

a) Balok Kolom *Non Precast*

1. Meminta data gambar rencana pada bagian perencanaan Universitas Jember
2. Merencanakan Anggaran Biaya
3. Penjadwalan

b) Balok Kolom Baja

1. Perencanaan pembebanan
2. Perencanaan profil balok
3. Pembebanan portal

4. Kontrol kekuatan menggunakan *software* SAP 2000
5. Merencanakan Anggaran Biaya
6. Menentukan durasi pekerjaan
7. Penjadwalan

3.6 Analisa Biaya

Analisa biaya dibutuhkan untuk mengetahui besarnya biaya yang dibutuhkan pada masing masing metode dalam pelaksanaan proyek tersebut. Hal yang diperhatikan dalam analisa biaya adalah

a) Analisa Harga Satuan (AHS)

Untuk analisa biaya pada plat *non precast* menggunakan AHS 2017 Kota Jember, sedangkan untuk biaya *precast* dengan melakukan survey di lapangan.

b) RAB

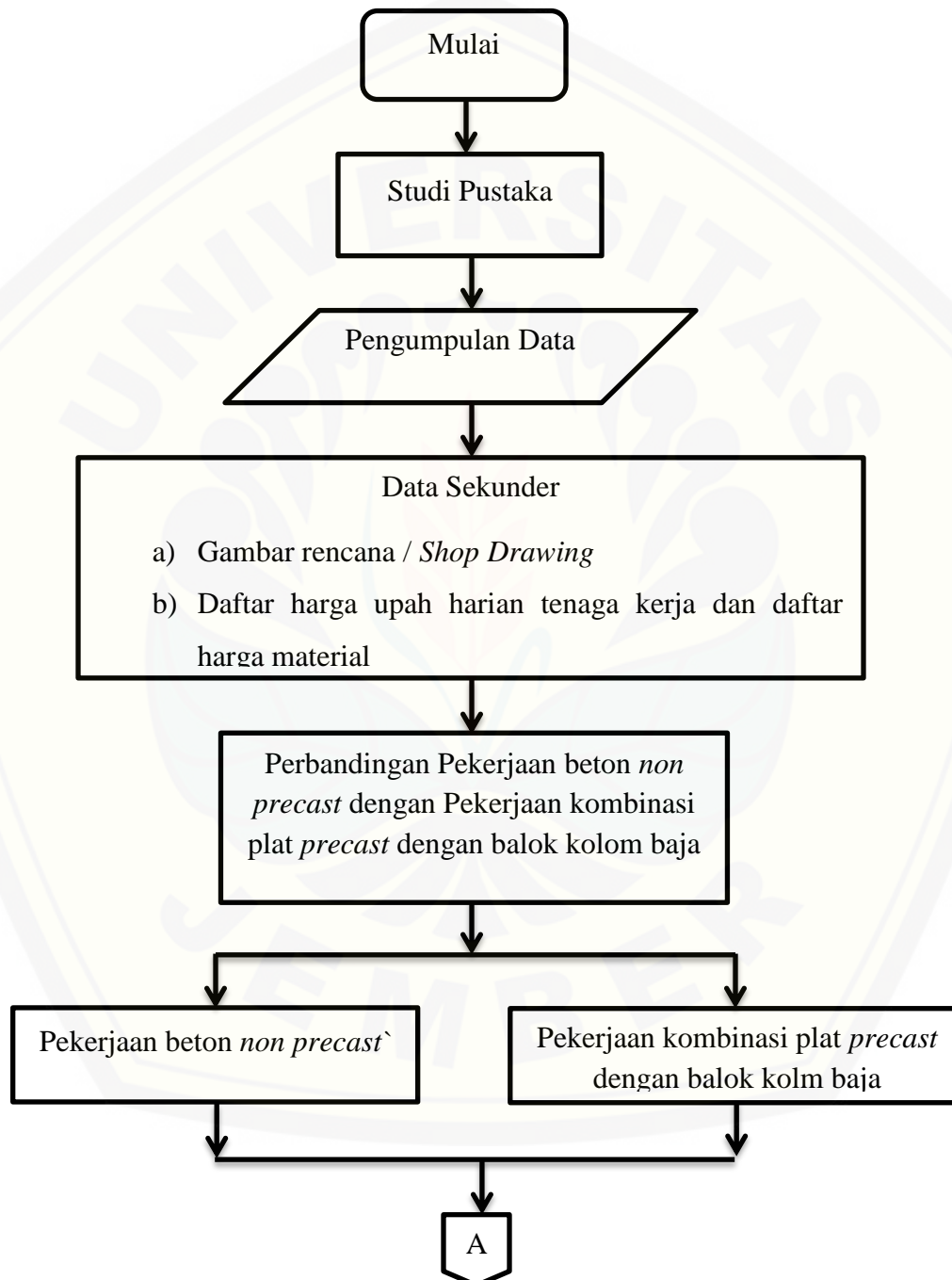
Perhitungan rencana anggaran biaya pada masing-masing metode/sistem dihitung berdasarkan AHS yang berbeda. Rencana anggaran biaya dihitung berdasarkan pada volume tiap jenis pekerjaan dikalikan dengan harga satuan tiap pekerjaan.

3.7 Analisa Waktu

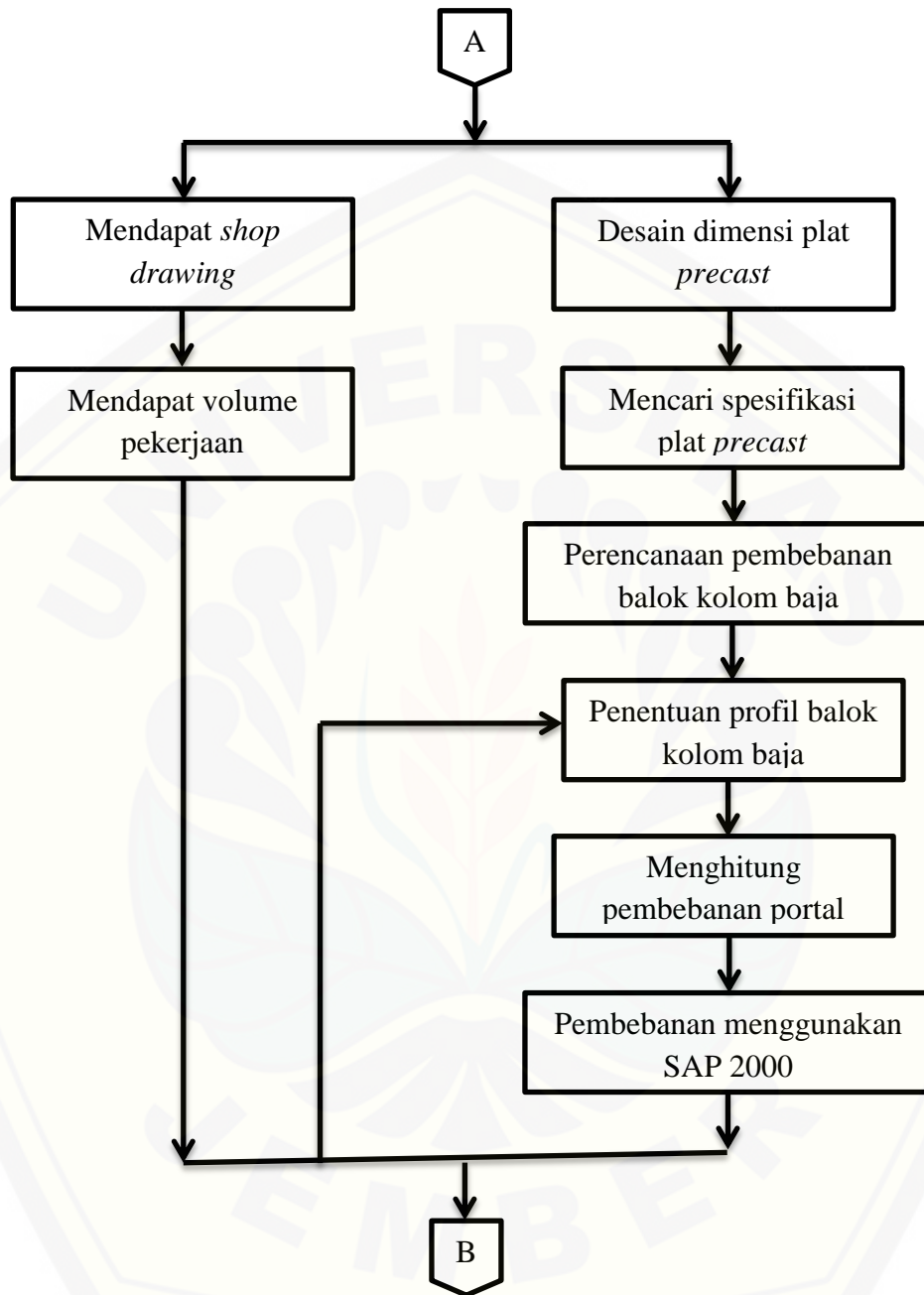
Untuk mengetahui waktu yang di butuhkan untuk tiap sub pekerjaan maka yang pertama dilakukan adalah menghitung durasi pekerjaan lalu memasukkan dalam *time schedule*.

3.8 Langkah-langkah Dalam Penelitian

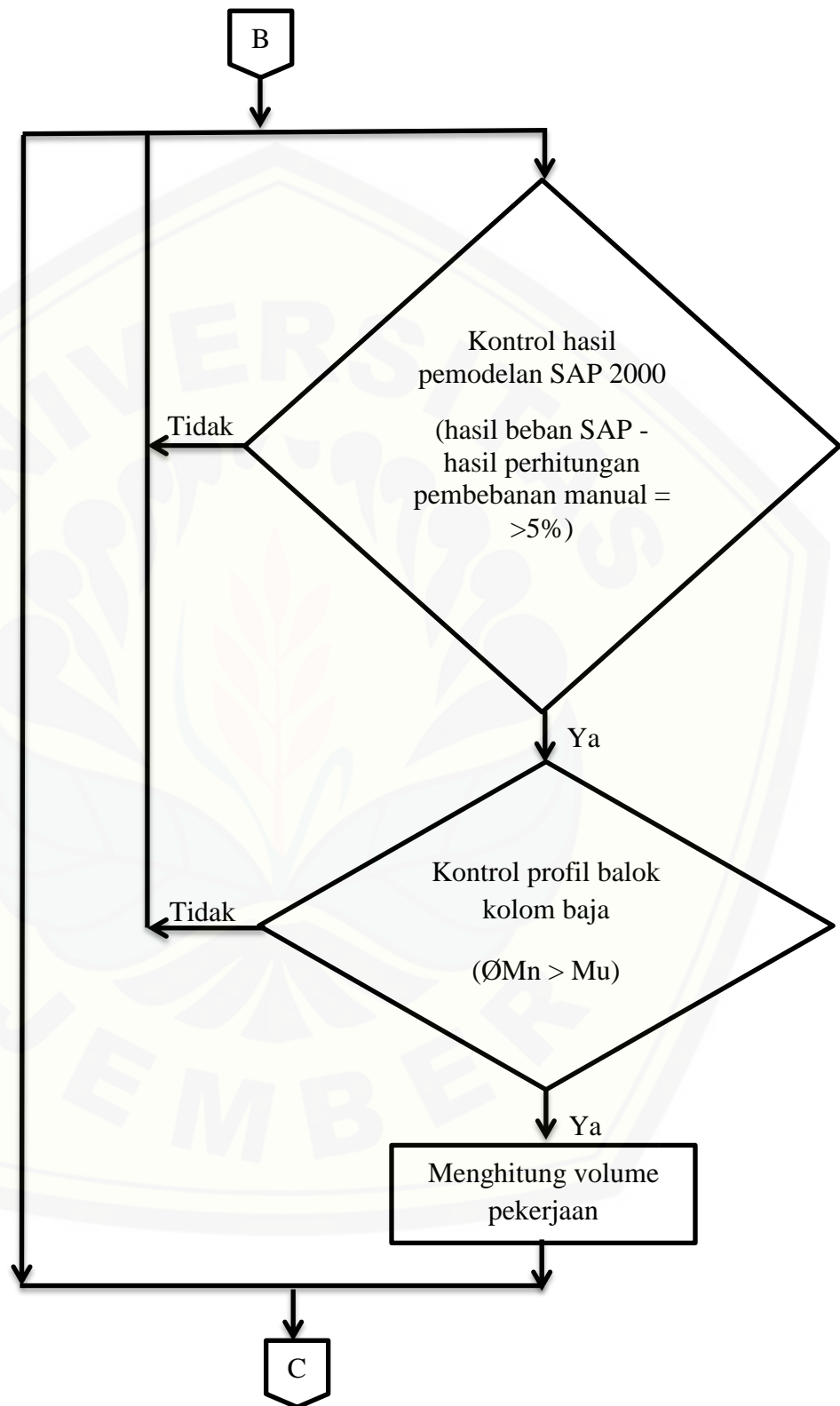
Langkah-langkah penelitian selengkapnya dapat dilihat pada gambar 3.2



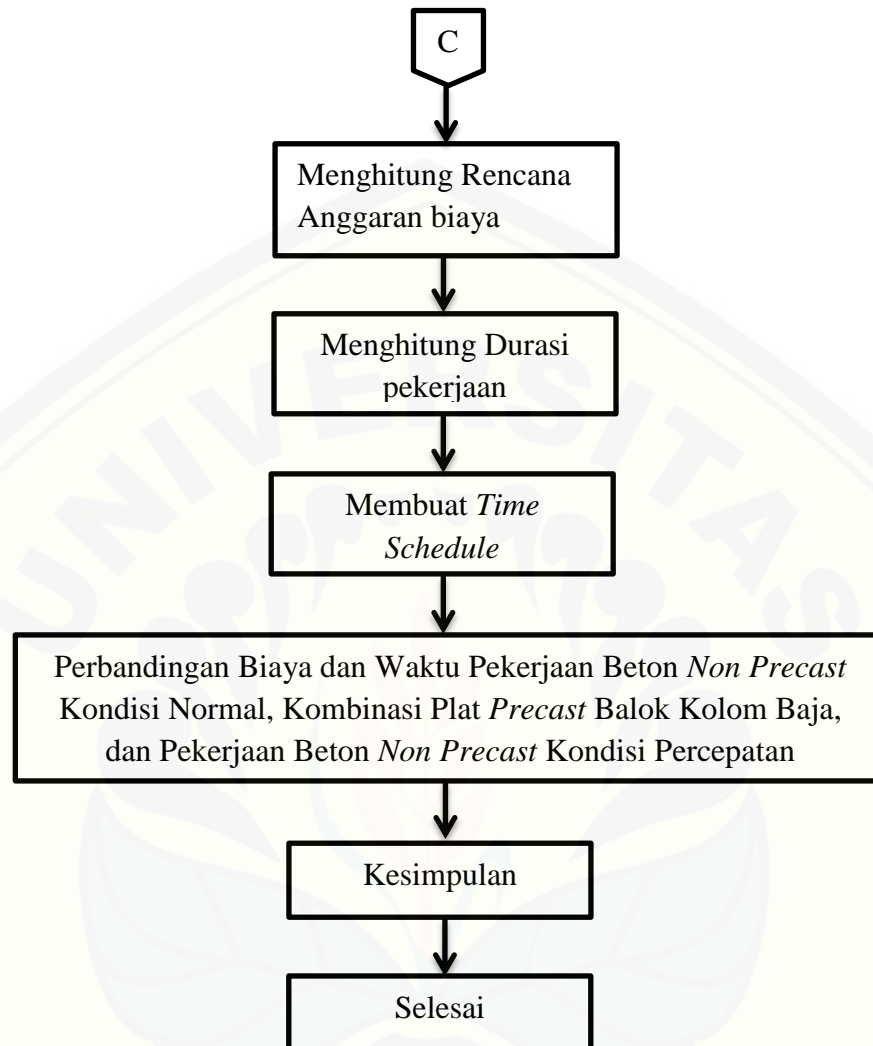
Gambar 3.2 Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.2 Diagram Alir Penelitian (lanjutan)



Gambar 3.2 Diagram Alir Penelitian (lanjutan)



Gambar 3.2 Diagram Alir Penelitian (lanjutan)

BAB 5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari penelitian yang telah dilakukan maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Pekerjaan beton *non precast* kondisi normal membutuhkan biaya Rp. 7.709.258.500,-, sedangkan untuk pekerjaan kombinasi plat *precast* dengan balok kolom baja membutuhkan biaya Rp. 12.715.790.100,-
2. Durasi pekerjaan beton *non precast* kondisi normal adalah 206 hari, sedangkan durasi pekerjaan kombinasi plat *precast* dengan balok kolom baja adalah 43 hari.
3. Pekerjaan beton *non precast* kondisi percepatan membutuhkan biaya Rp. 8.824.316.100,- dengan durasi waktu selama 43 hari.

5.2 Saran

Saran yang dapat penulis sampaikan adalah sebagai berikut :

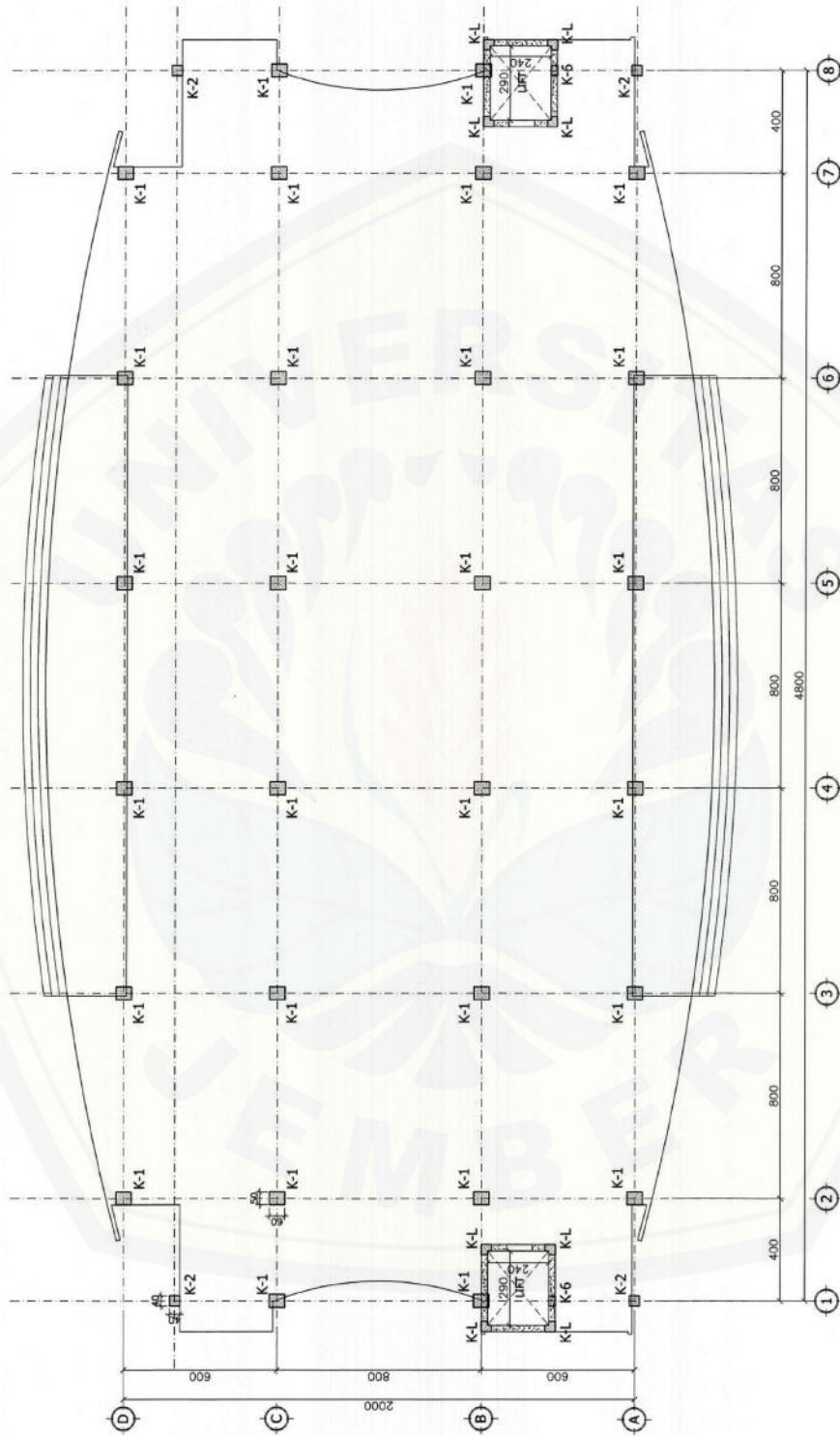
Untuk pekerjaan proyek konstruksi di Universitas Jember ke depan pada sub pekerjaan balok kolom agar tetap menggunakan material dari beton karena membutuhkan biaya yang relatif rendah dari pada menggunakan material baja meskipun waktu pengerjaannya lebih lama. Sedangkan untuk sub pekerjaan plat lantai bisa dicoba menggunakan plat *precast*, karena dengan plat *precast* membutuhkan biaya yang lebih rendah dan waktu pengerjaannya lebih cepat, sehingga plat *precast* sangat efisien untuk pengerjaan konstruksi gedung yang akan datang. Namun jika ingin tetap menggunakan material beton dengan waktu yang lebih cepat maka disarankan menggunakan pekerjaan beton *non precast* kondisi percepatan.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standarisasi Nasional. 2002. SNI 1726-2002, *Tata Cara Perencanaan*
- Badan Standarisasi Nasional. 2002. SNI 03-1729-2002, *Tata Cara Perencanaan Struktur Baja untuk Bangunan Gedung*. Departemen Pekerjaan umum.
- Badan Standarisasi Nasional. 2007. SNI 91-0014-2007, *Tata cara perhitungan harga satuan pekerjaan besi dan aluminium*. Departemen Pekerjaan umum.
- Badan Standarisasi Nasional. 2008. SNI 7394-2008, *Tata cara perhitungan harga satuan pekerjaan beton untuk konstruksi bangunan gedung dan perumahan*. Departemen Pekerjaan umum.
- Badan Standarisasi Nasional. 2012. SNI 1726-2012, *Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung*. Departemen Pekerjaan umum.
- Badan Standarisasi Nasional. 2013. SNI 1727-2013, *Beban Minimum untuk Perencanaan Gedung dan Struktur Lain*. Departemen Pekerjaan umum.
- Badan Standarisasi Nasional. 2013. SNI 2847-2013, *Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung*. Departemen Pekerjaan umum.
- Badan Standarisasi Nasional. 2015. SNI 1729-2015, *Tata Cara Perencanaan Struktur Baja untuk Bangunan Gedung*. Departemen Pekerjaan umum.
- Direktorat Penyelidikan Masalah Bangunan. 1983. *Peraturan Pembebanan Indonesia untuk Gedung*. Yayasan LPMB, Bandung.
- Setiawan, Agus. 2008. *Perencanaan Struktur Baja dengan Metode LRFD (Berdasarkan SNI 03-1729-2002)*. Erlangga, Semarang.

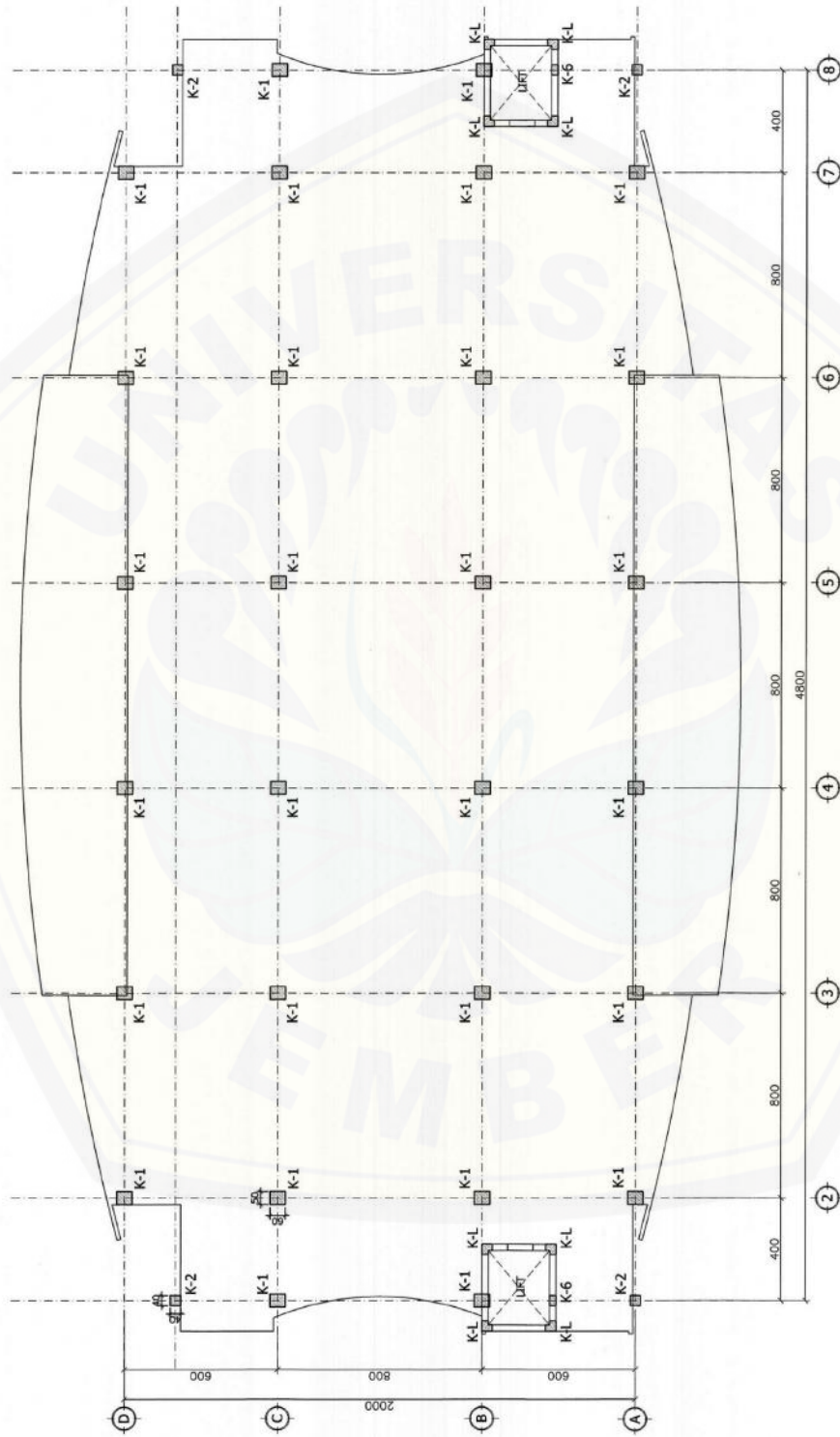


LAMPIRAN

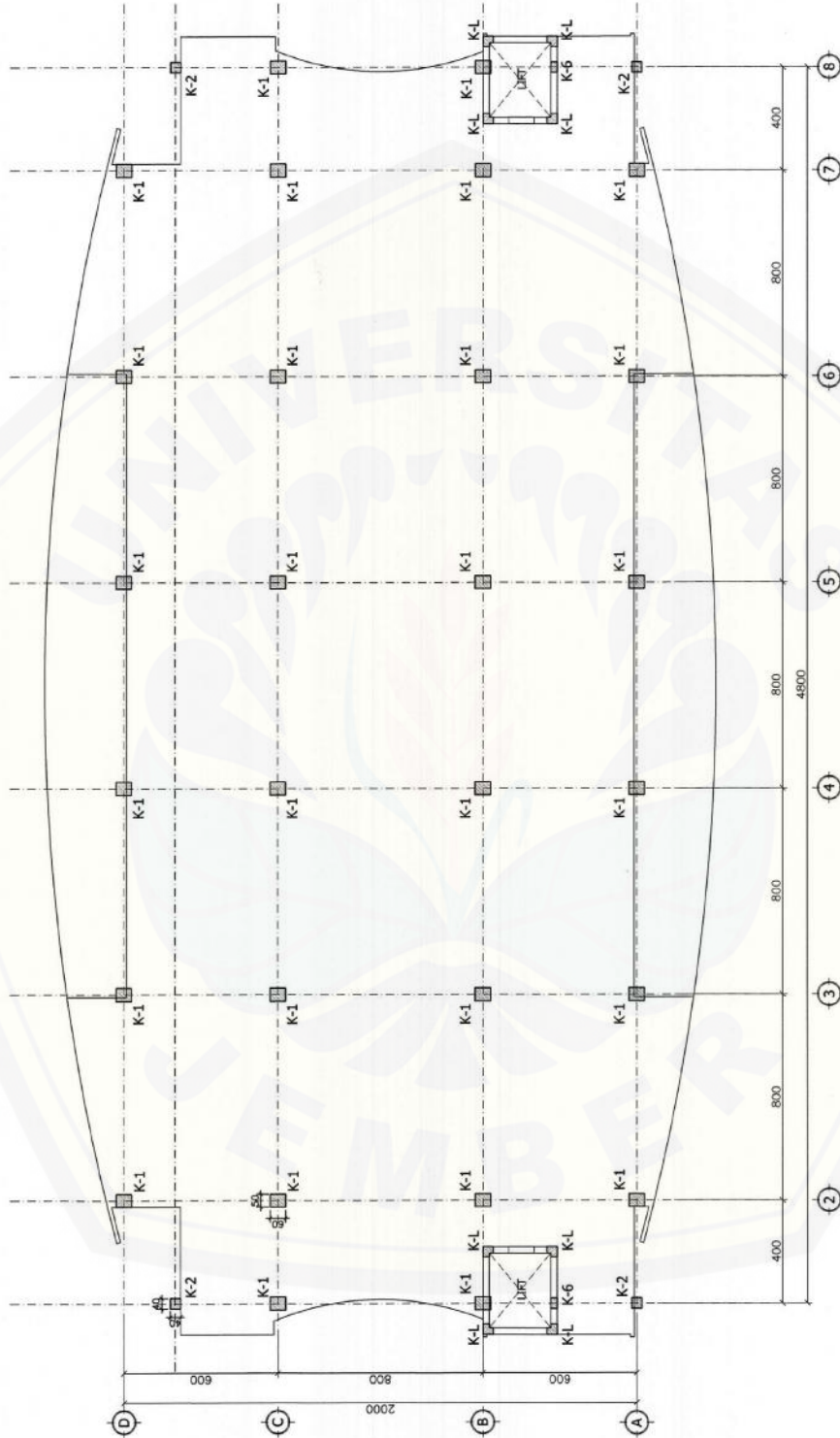


DENAH KOLOM LANTAI. 1

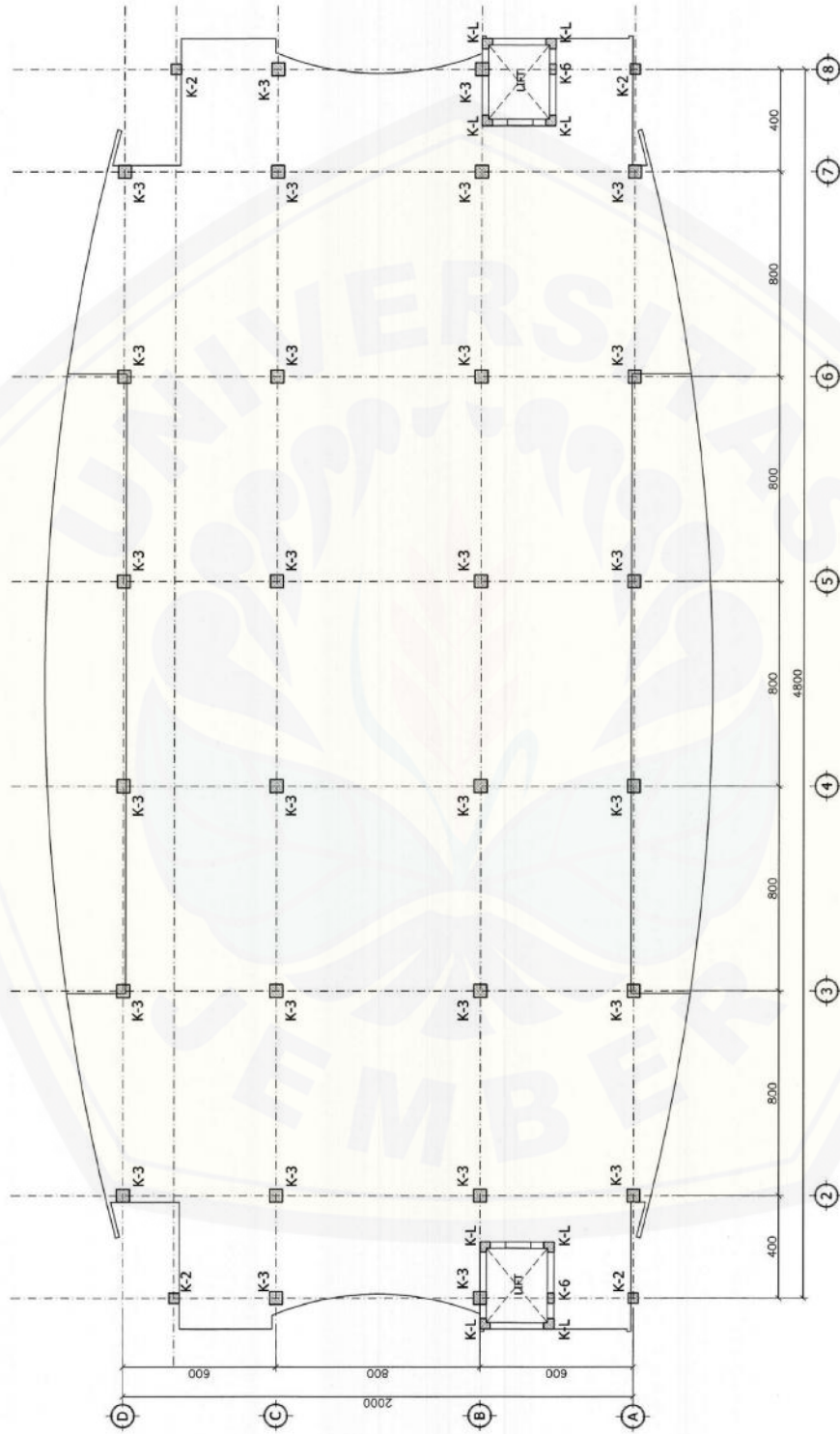
SKALA 1 : 100



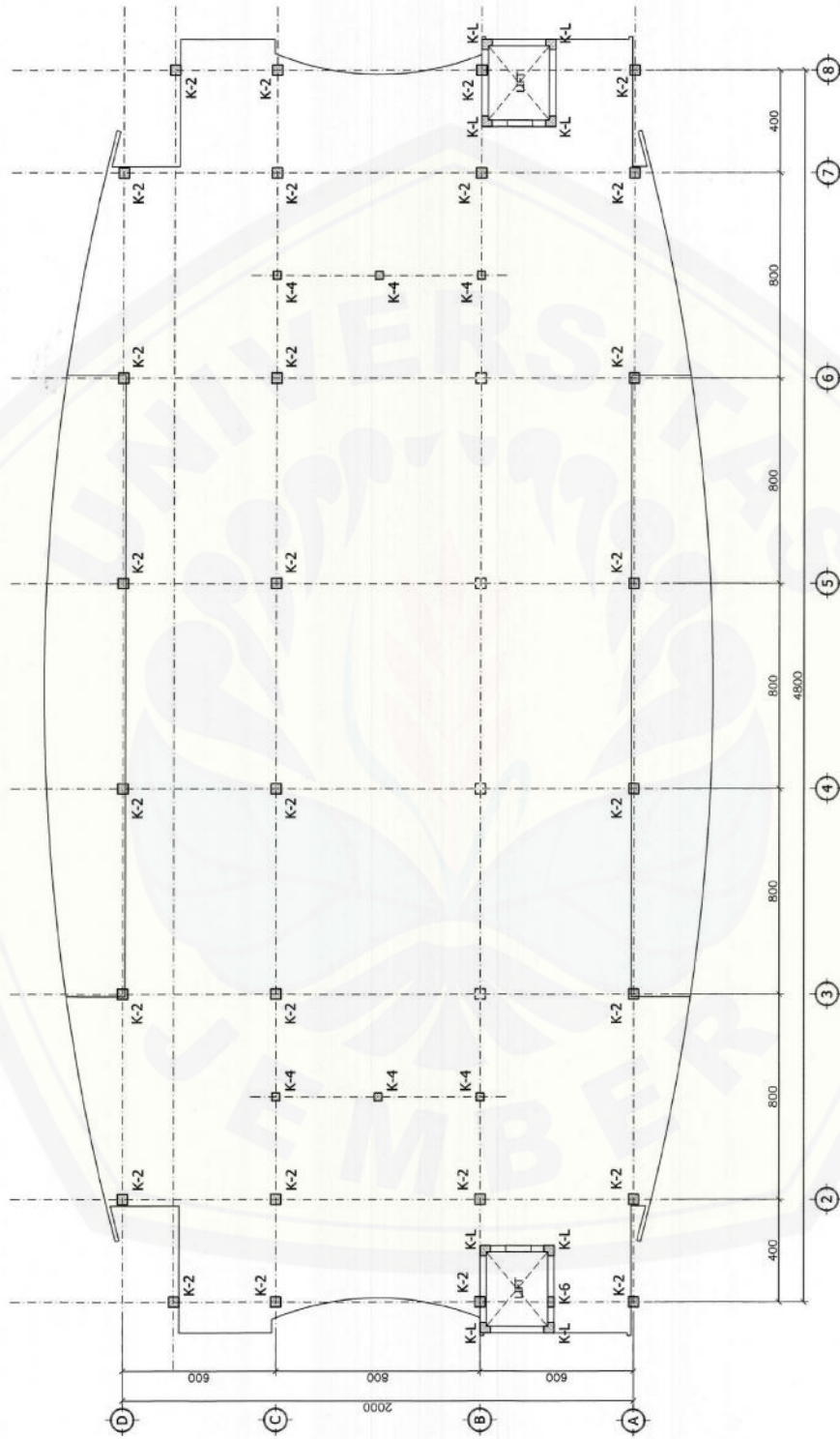
DENAH KOLOM LANTAI. 2
SKALA 1 : 100



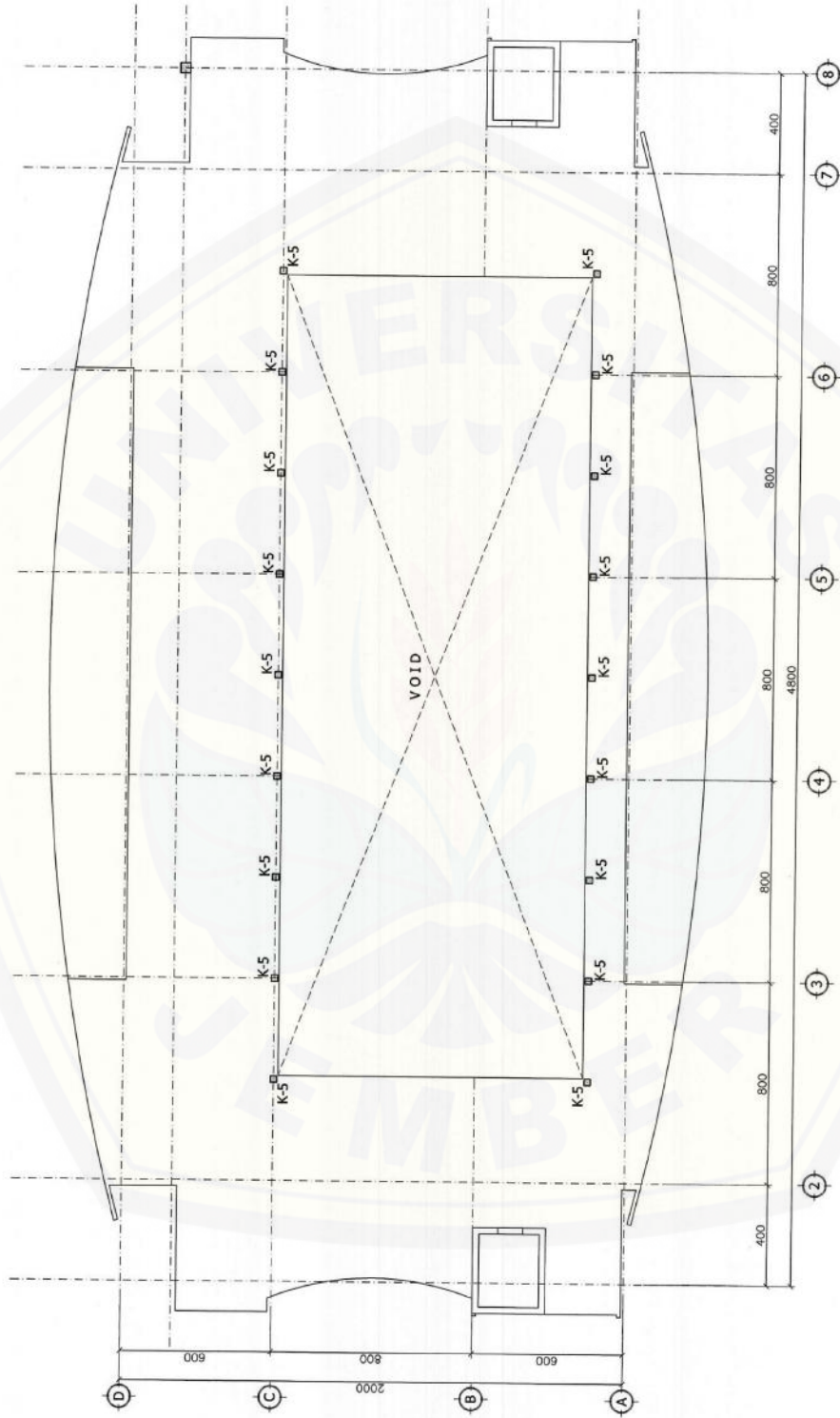
DENAH KOLOM LANTAI. 3
SKALA 1 : 100



DENAH KOLOM LANTAI. 4
SKALA 1 : 100



DENAH KOLOM LANTAI. 5
SKALA 1 : 100



DENAH KOLOM LANTAI ATAP
SKALA 1 : 100

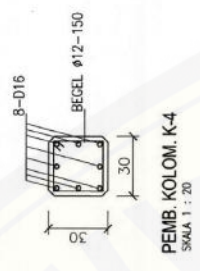
TYPE	K-2 (40 x 40)
DIMENSI	40 x 40
TUL. POKOK	8 D 19
SENGKANG	ø12-100 ø12-150
POSISI	TUMPUAN LAPANGAN

TYPE	K-3 (50 x 50)
DIMENSI	50 x 60
TUL. POKOK	12 D 19
SENGKANG	3 ø12-100 3 ø12-150
POSISI	TUMPUAN LAPANGAN

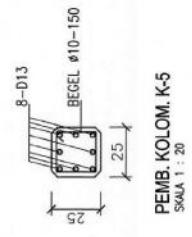
TYPE	K-1 (50 x 60)
DIMENSI	50 x 60
TUL. POKOK	16 D 19
SENGKANG	3 ø12-100 3 ø12-150
POSISI	TUMPUAN LAPANGAN

TYPE	K-2 (40 x 40)
DIMENSI	40 x 40
TUL. POKOK	8 D 19
SENGKANG	ø12-100 ø12-150
POSISI	TUMPUAN LAPANGAN

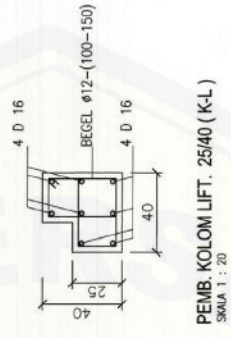
TYPE	K-2 (40 x 40)
DIMENSI	40 x 40
TUL. POKOK	8 D 19
SENGKANG	ø12-100 ø12-150
POSISI	TUMPUAN LAPANGAN



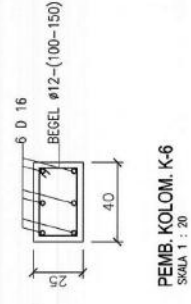
PEMB. KOLOM. K-4
SKALA 1 : 20



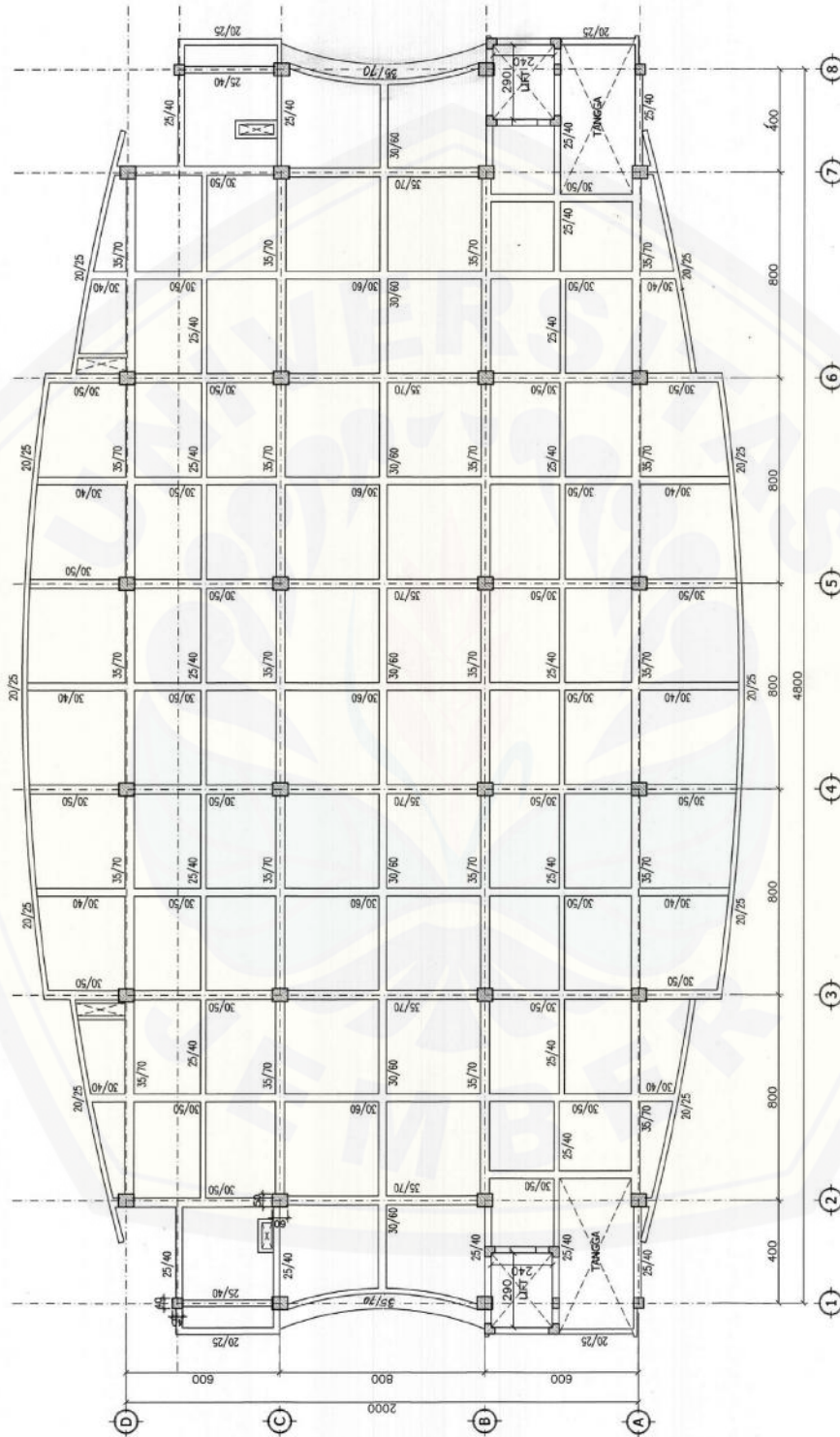
PEMB. KOLOM. K-5
SKALA 1 : 20



PEMB. KOLOM LIFT. 25/40 (K-L)
SKALA 1 : 20

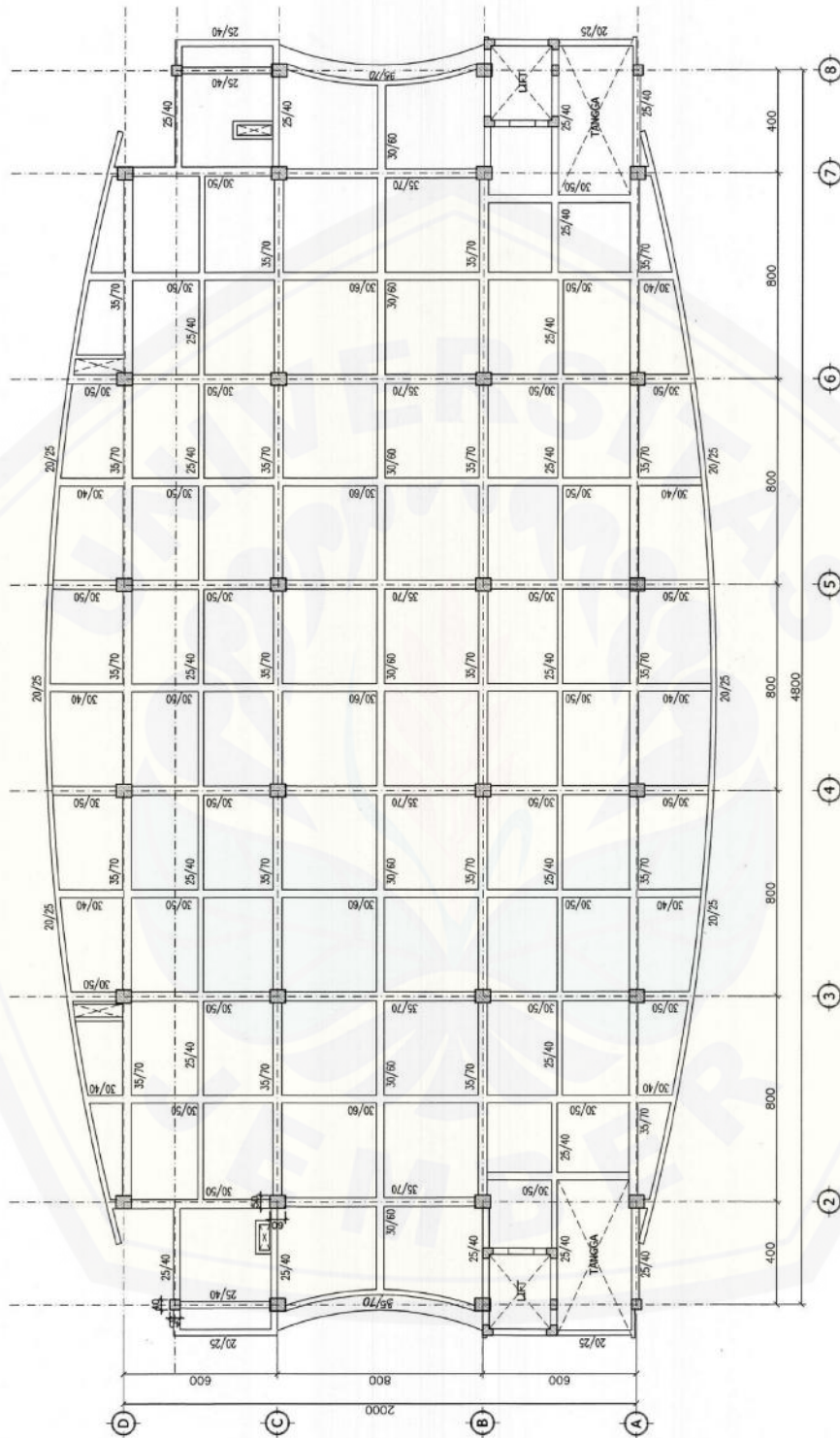


PEMB. KOLOM. K-6
SKALA 1 : 20

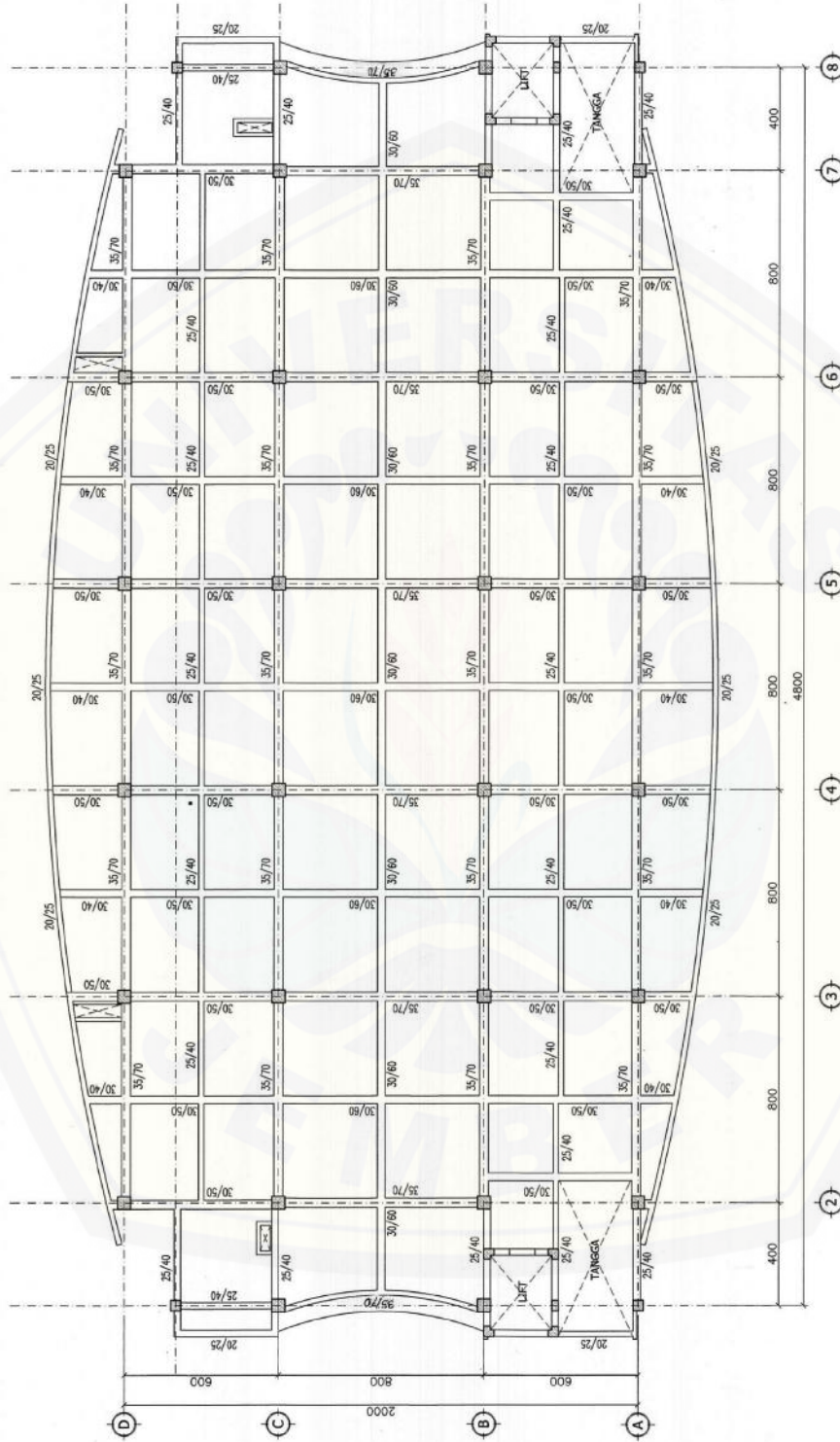


RENCANA BALOK LANTAI. 2

SKALA 1 : 100

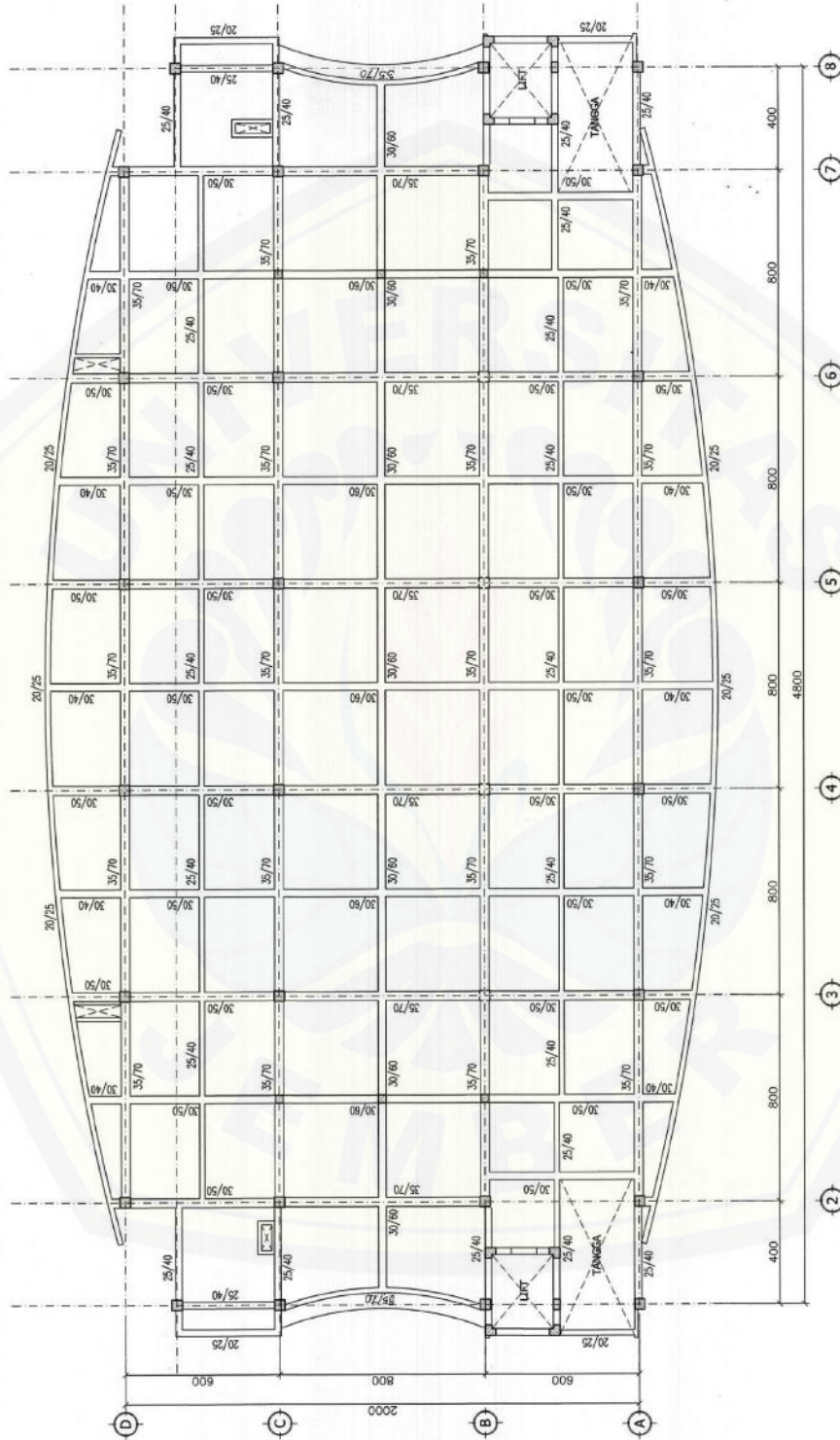


RENCANA BALOK LANTAI. 3
SKALA 1 : 100



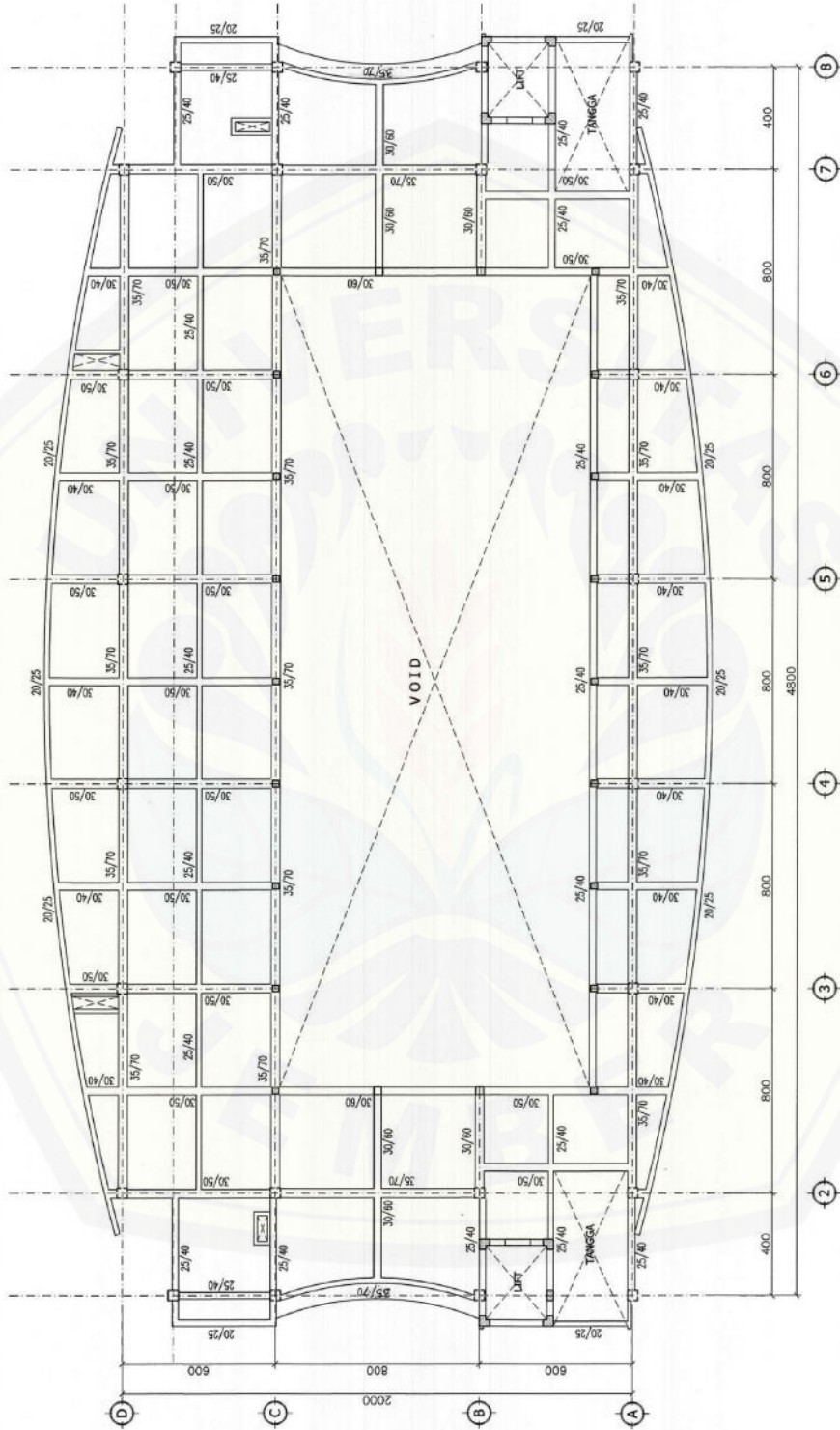
RENCANA BALOK LANTAI. 4

SKALA 1 : 100

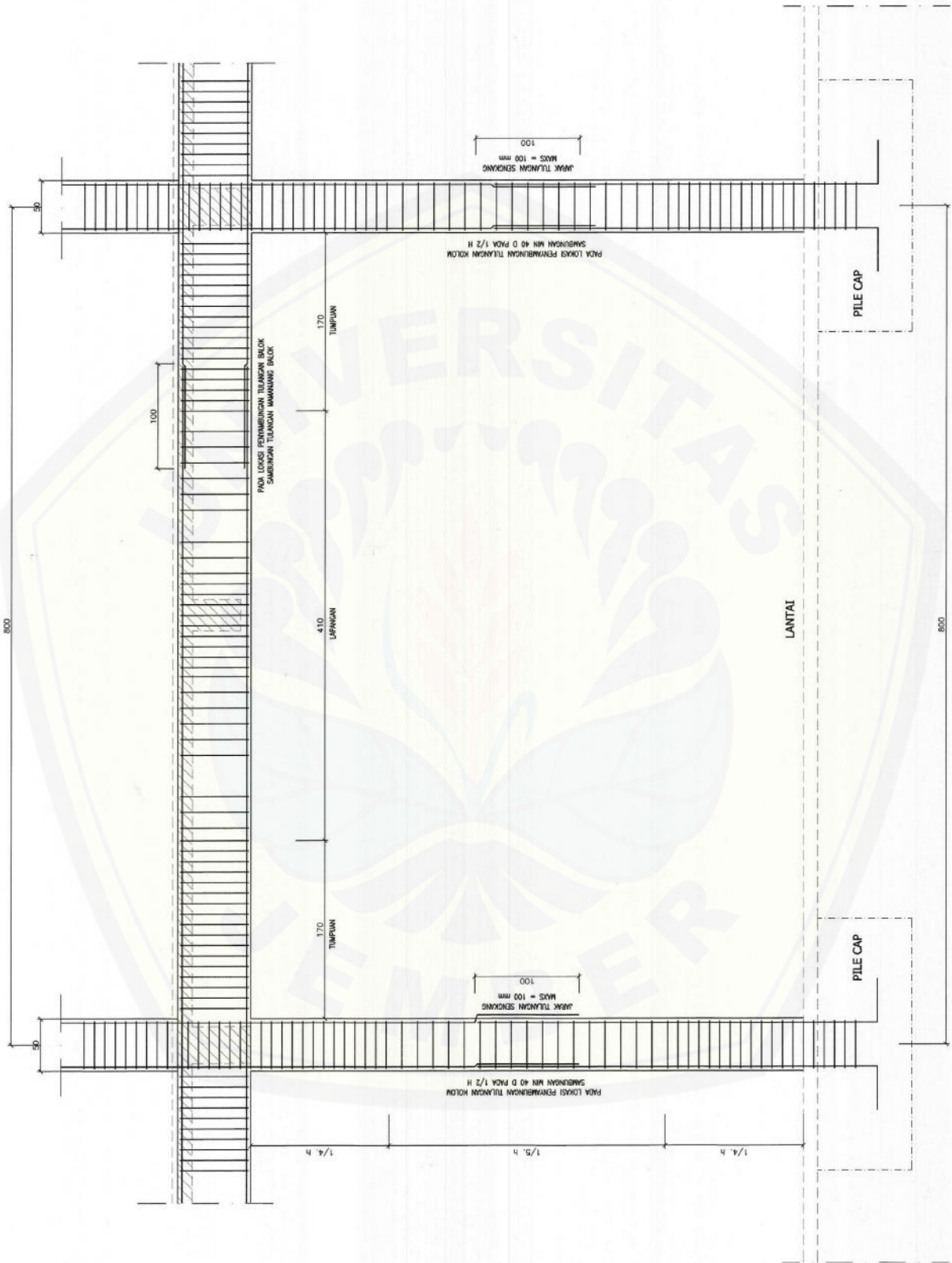


RENCANA BALOK LANTAI. 5

SKALA 1 : 100



RENCANA BALOK LANTAI ATAS
SKALA 1 : 100



DETAIL HUBUNGAN BALOK, KOLOM dan PILE CAP
SKALA 1 : 20

BALOK			
TYPE BALOK	20/25		
DIMENSI (CM)	20/25		
POSI	TUMPUAN (ØL)	LAPANGAN (ØL)	TUMPUAN (ØL)
TUL. ATAS	3 D 16	2 D 16	3 D 16
TUL. BAWAH	2 D 16	3 D 16	2 D 16
TUL. SENGKANG	Ø10-100	Ø10-150	Ø10-100
TUL. PINGGANG			

BALOK			
TYPE BALOK	20/30		
DIMENSI (CM)	20/30		
POSI	TUMPUAN (ØL)	LAPANGAN (ØL)	TUMPUAN (ØL)
TUL. ATAS	3 D 16	2 D 16	3 D 16
TUL. BAWAH	2 D 16	3 D 16	2 D 16
TUL. SENGKANG	Ø10-100	Ø10-150	Ø10-100
TUL. PINGGANG			

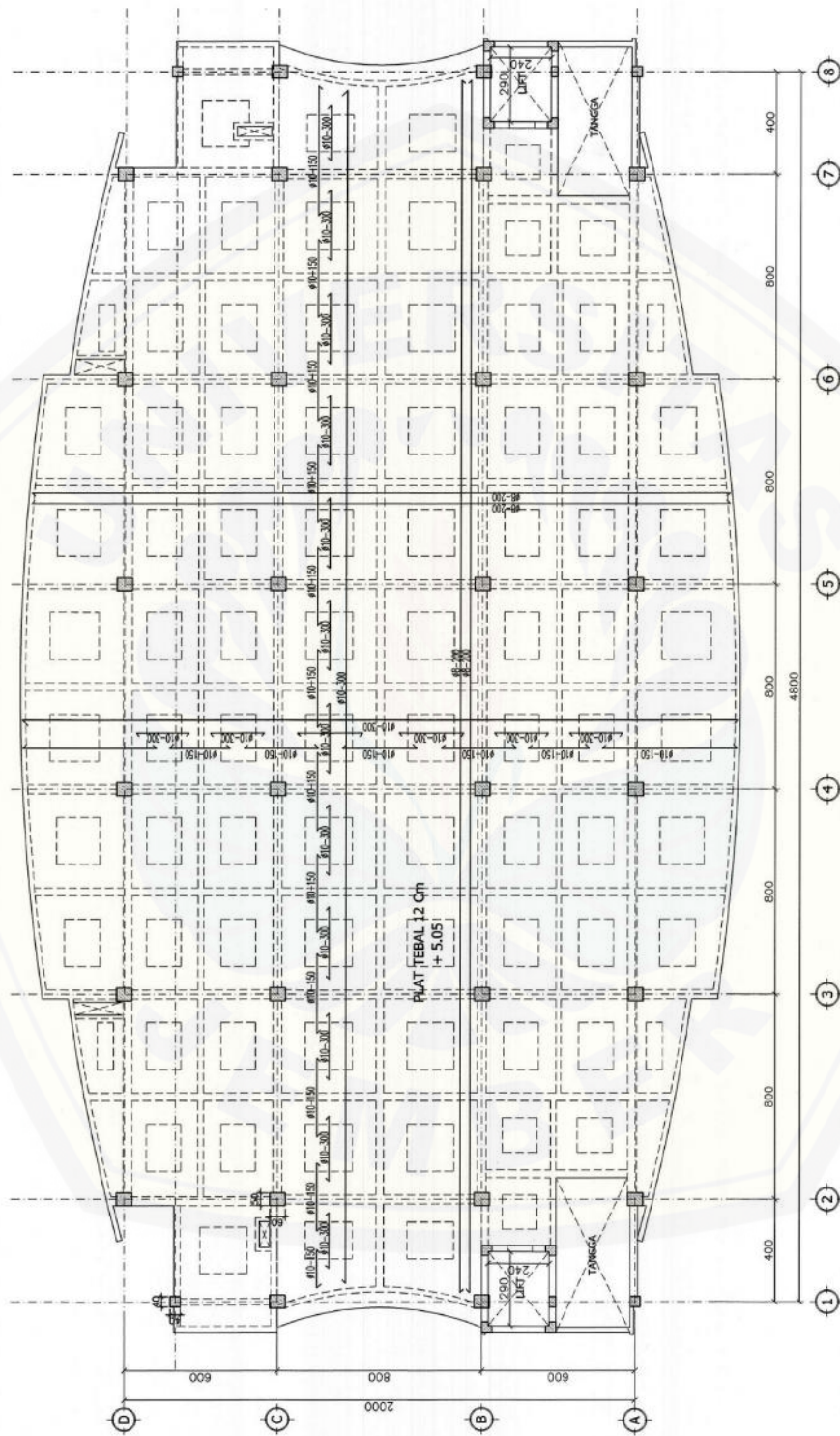
BALOK			
TYPE BALOK	30/40		
DIMENSI (CM)	30/40		
POSI	TUMPUAN (ØL)	LAPANGAN (ØL)	TUMPUAN (ØL)
TUL. ATAS	5 D 16	3 D 16	5 D 16
TUL. BAWAH	3 D 16	5 D 16	3 D 16
TUL. SENGKANG	3Ø12-100	3Ø12-150	3Ø12-100
TUL. PINGGANG			

BALOK			
TYPE BALOK	25/40		
DIMENSI (CM)	25/40		
POSI	TUMPUAN (ØL)	LAPANGAN (ØL)	TUMPUAN (ØL)
TUL. ATAS	4 D 16	3 D 16	4 D 16
TUL. BAWAH	3 D 16	4 D 16	3 D 16
TUL. SENGKANG	Ø12-100	Ø12-150	Ø12-100
TUL. PINGGANG			

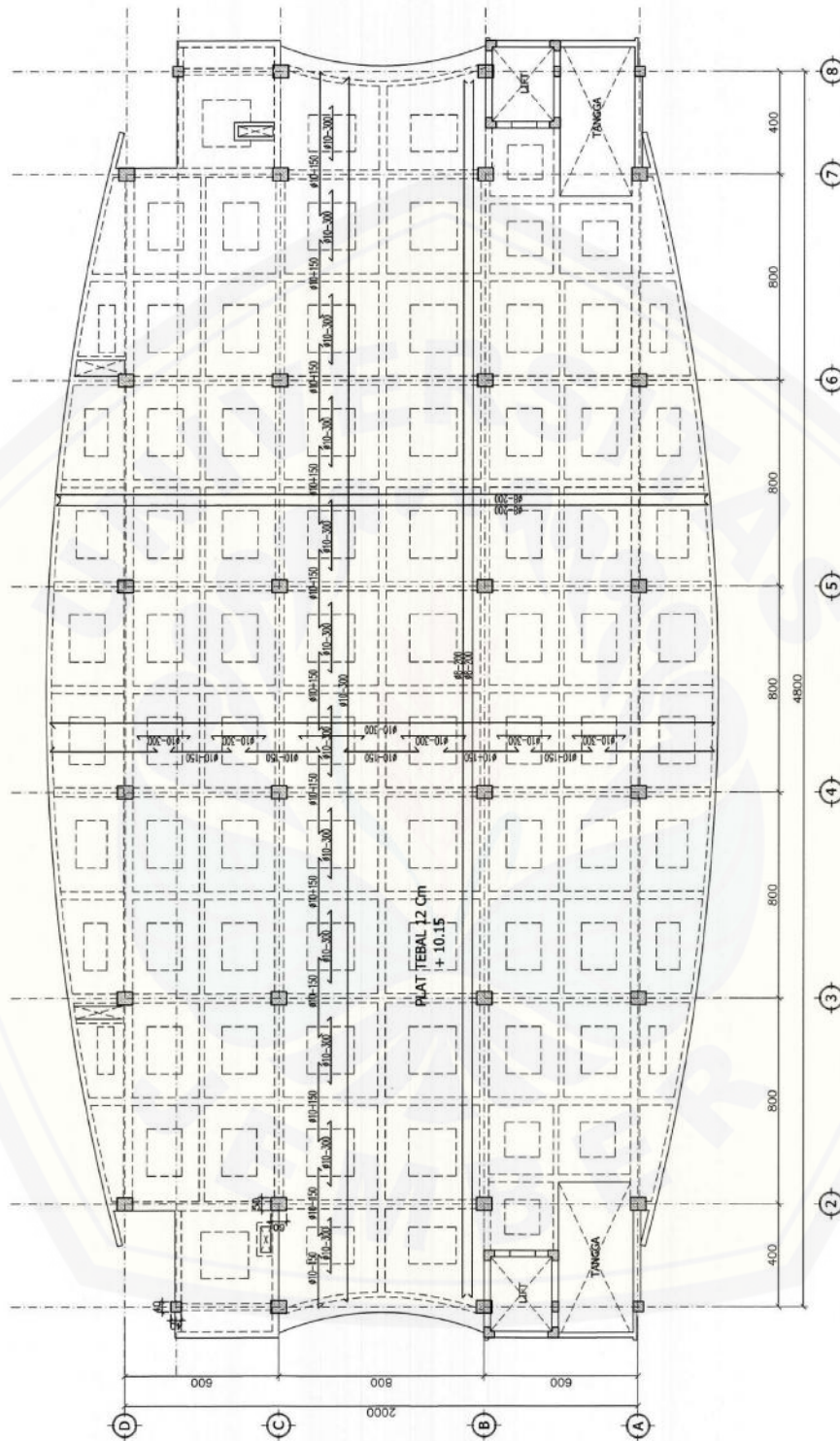
BALOK			
TYPE BALOK	30/50		
DIMENSI (CM)	30/50		
POSI	TUMPUAN (ØL)	LAPANGAN (ØL)	TUMPUAN (ØL)
TUL. ATAS	5 D 16	3 D 16	5 D 16
TUL. BAWAH	3 D 16	5 D 16	3 D 16
TUL. SENGKANG	3Ø12-100	3Ø12-150	3Ø12-100
TUL. PINGGANG	2 D 13	2 D 13	2 D 13

BALOK			
TYPE BALOK	30/60		
DIMENSI (CM)	30/60		
POSI	TUMPUAN (ØL)	LAPANGAN (ØL)	TUMPUAN (ØL)
TUL. ATAS	6 D 16	4 D 16	6 D 16
TUL. BAWAH	4 D 16	6 D 16	4 D 16
TUL. SENGKANG	3Ø12-100	3Ø12-150	3Ø12-100
TUL. PINGGANG	2 D 13	2 D 13	2 D 13

BALOK			
TYPE BALOK	35/70		
DIMENSI (CM)	35/70		
POSI	TUMPUAN (ØL)	LAPANGAN (ØL)	TUMPUAN (ØL)
TUL. ATAS	7 D 16	5 D 16	7 D 16
TUL. BAWAH	5 D 16	7 D 16	5 D 16
TUL. SENGKANG	3Ø12-100	3Ø12-150	3Ø12-100
TUL. PINGGANG	2 D 13	2 D 13	2 D 13

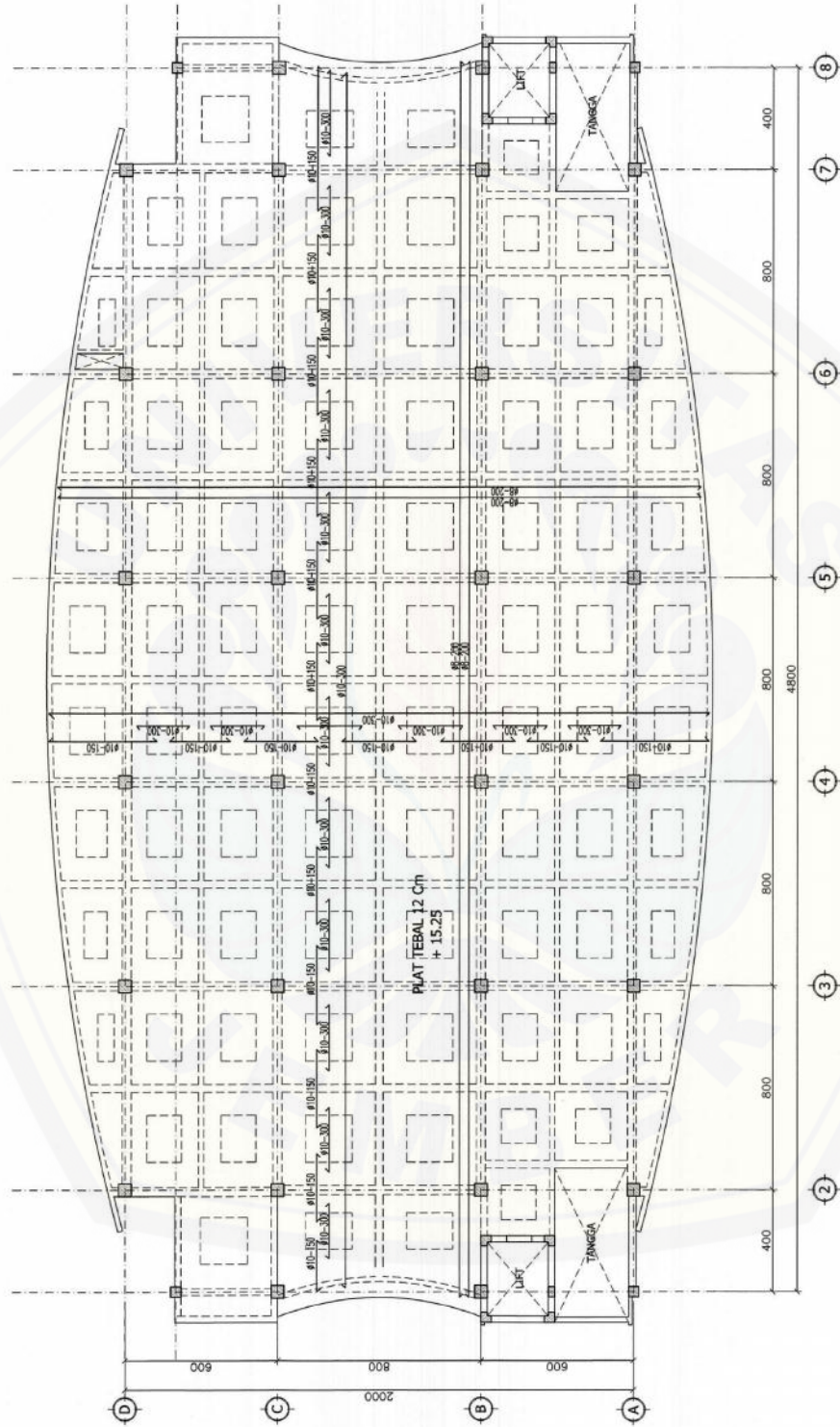


PEMBESIAN PLAT LANTAI. 2
SKALA 1 : 100

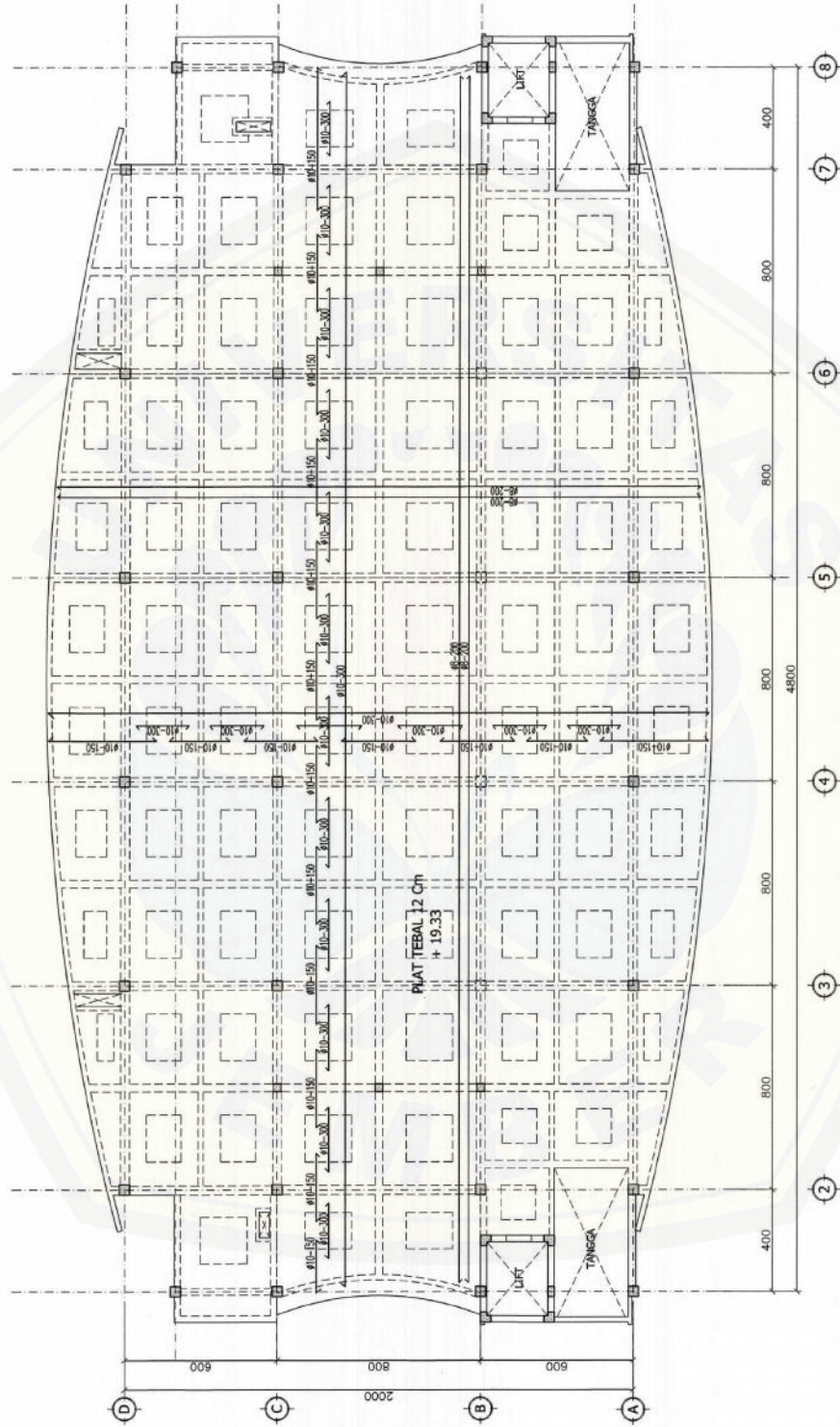


PEMBESIAN PLAT LANTAI 3

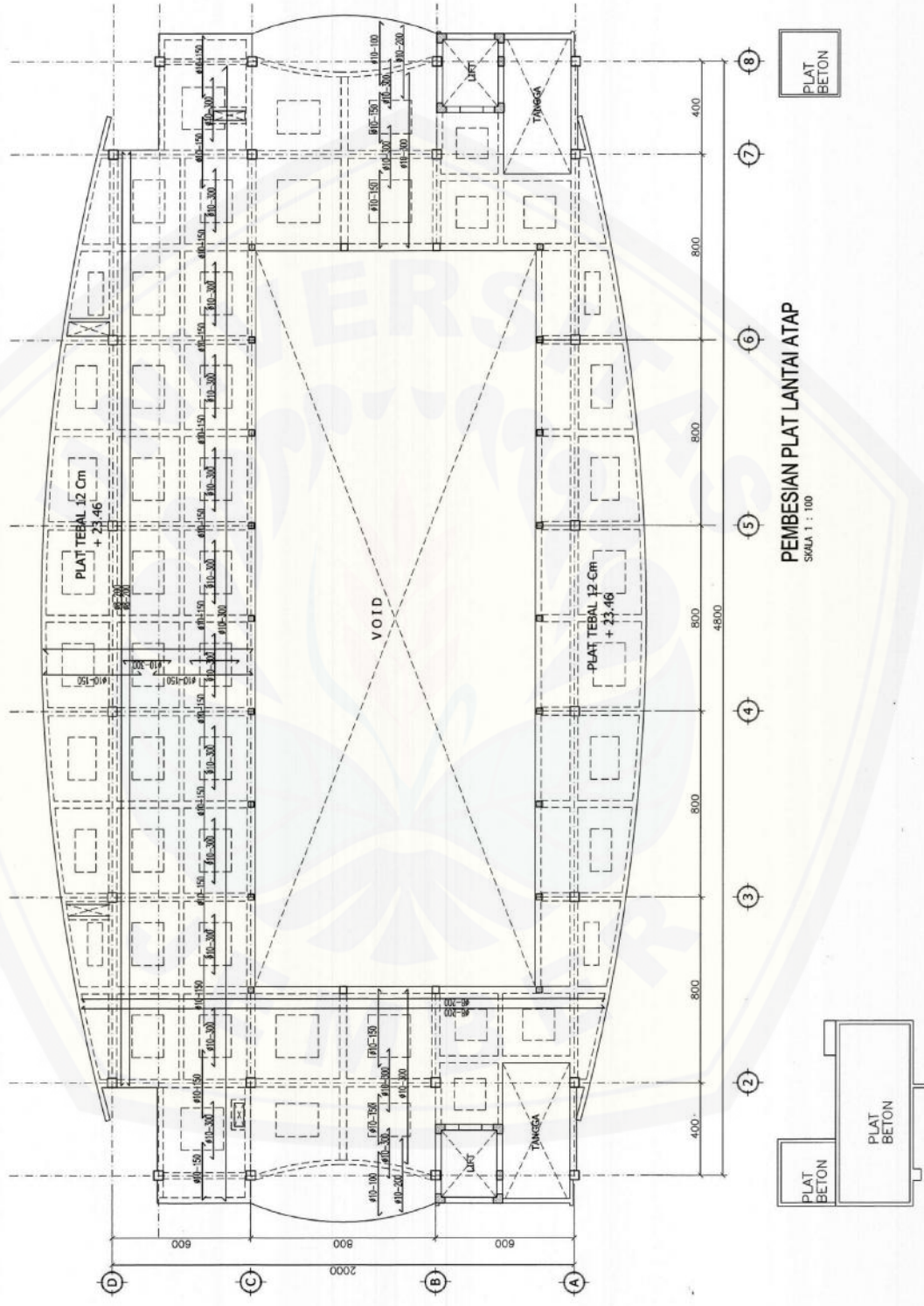
SKALA 1 : 100

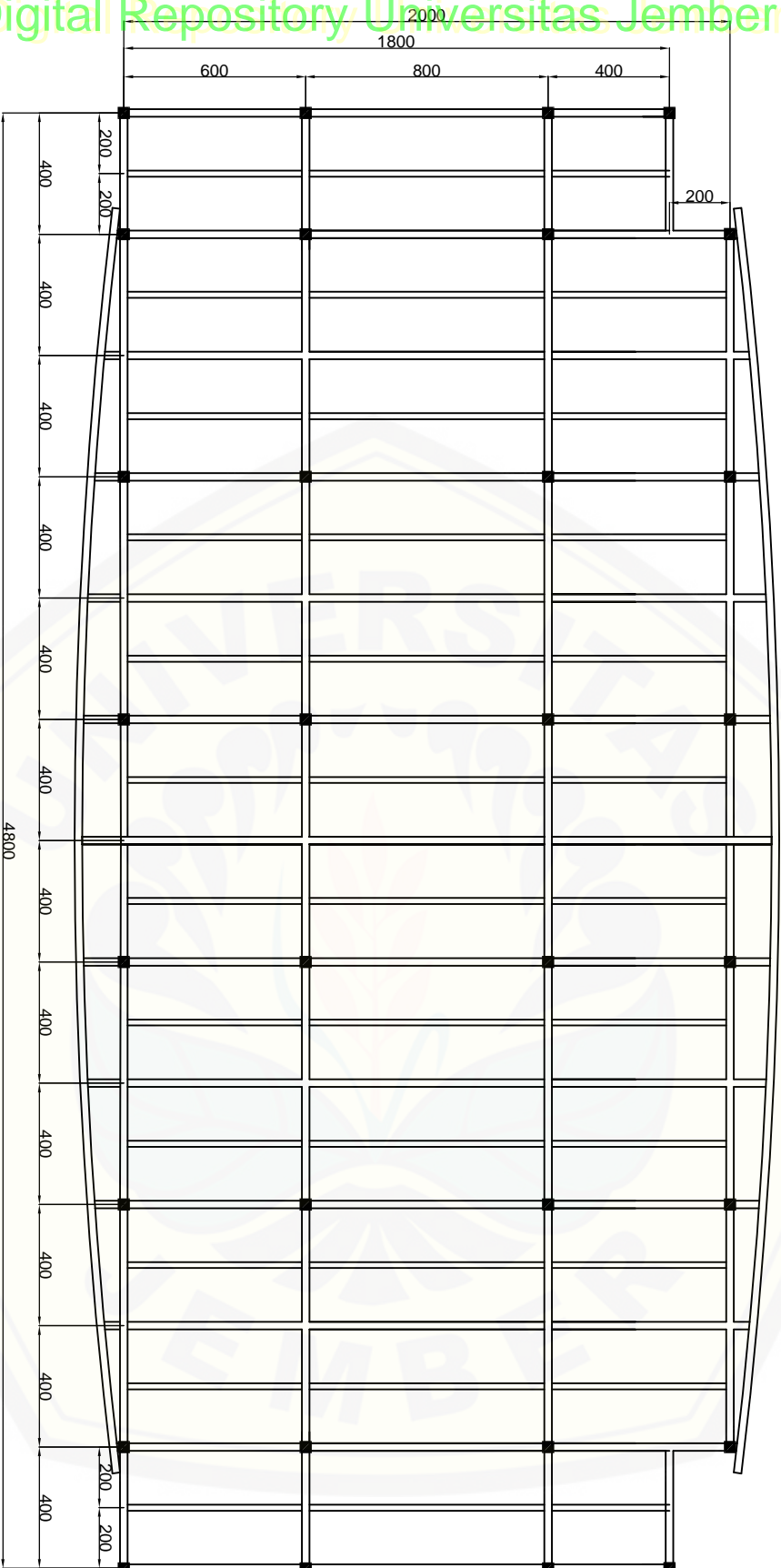


PEMBESIAN PLAT LANTAI 4
SKALA 1 : 100



PEMBESIAN PLAT LANTAI 5
SKALA 1 : 100





GEDUNG PERKULIAHAN FAKULTAS
KEDOKTERAN UNEJ



JURUSAN S1
TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNEJ

TUGAS AKHIR

JUDUL

PERBANDINGAN BIAYA DAN WAKTU PELAKSANAAN ANTARA PEKERJAAN BETON NON PRECAST DAN KOMBINA PLAT PRECAST DENGAN BALOK KOLOM BAJA (STUDI KASUS : GEDUNG PERKULIAHAN KEDOKTERAN UNIVERSITAS JEMBER

DIGAMBAR OLEH :

NUR FATMALA RAMADHANI

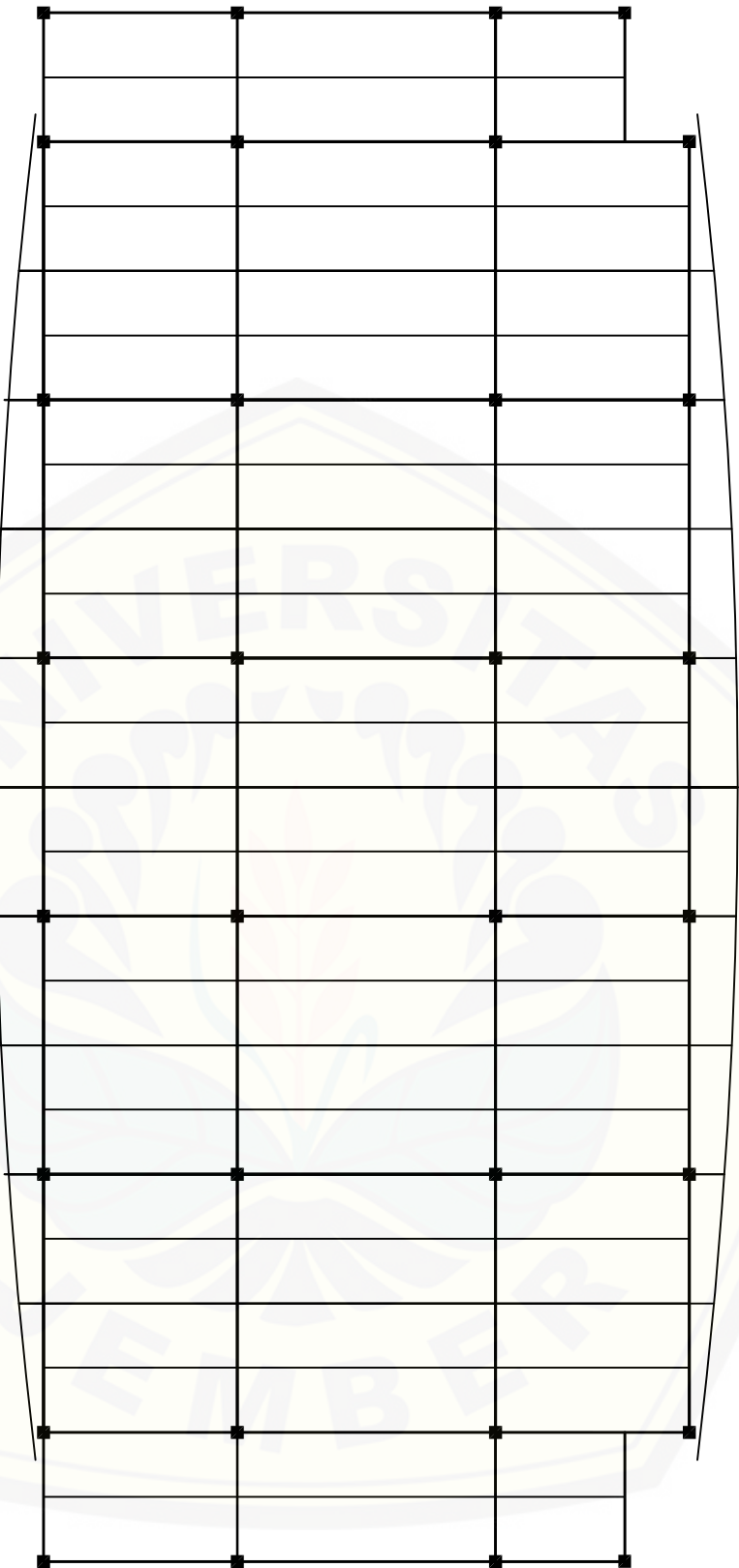
121910301021

DIPERIKSA OLEH :

SYAMSUL ARIFIN, S.T., M.T

SRI SUKMAWATI, S.T., M.T

SKALA : 1 : 100



RENCANA BALOK



JURUSAN S1
TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNEJ

TUGAS AKHIR

JUDUL

PERBANDINGAN BIAYA DAN
WAKTU PELAKSANAAN
ANTARA PEKERJAAN BETON
NON PRECAST DAN KOMBINA
PLAT PRECAST DENGAN
BALOK KOLOM BAJA
(STUDI KASUS : GEDUNG
PERKULIAHAN KEDOKTERAN
UNIVERSITAS JEMBER

DIGAMBAR OLEH :

NUR FATMALA RAMADHANI

121910301021

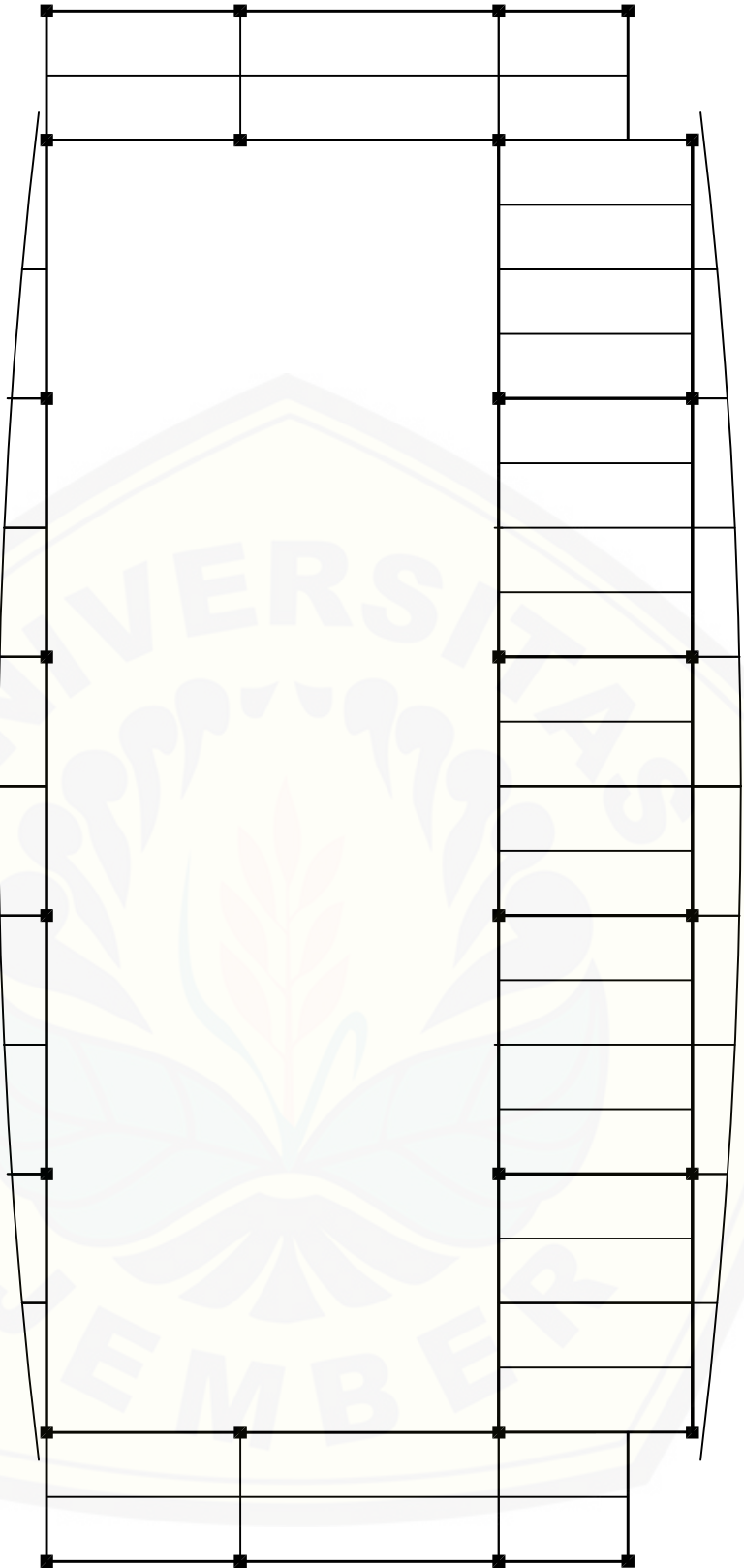
DIPERIKSA OLEH :

SYAMSUL ARIFIN, S.T., M.T

SRI SUKMAWATI, S.T., M.T

SKALA : 1 : 100

RENCANA BALOK ATAP



JURUSAN S1
TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNEJ

TUGAS AKHIR

JUDUL

PERBANDINGAN BIAYA DAN
WAKTU PELAKSANAAN
ANTARA PEKERJAAN BETON
NON PRECAST DAN KOMBINA
PLAT PRECAST DENGAN
BALOK KOLOM BAJA
(STUDI KASUS : GEDUNG
PERKULIAHAN KEDOKTERAN
UNIVERSITAS JEMBER

DIGAMBAR OLEH :

NUR FATMALA RAMADHANI

121910301021

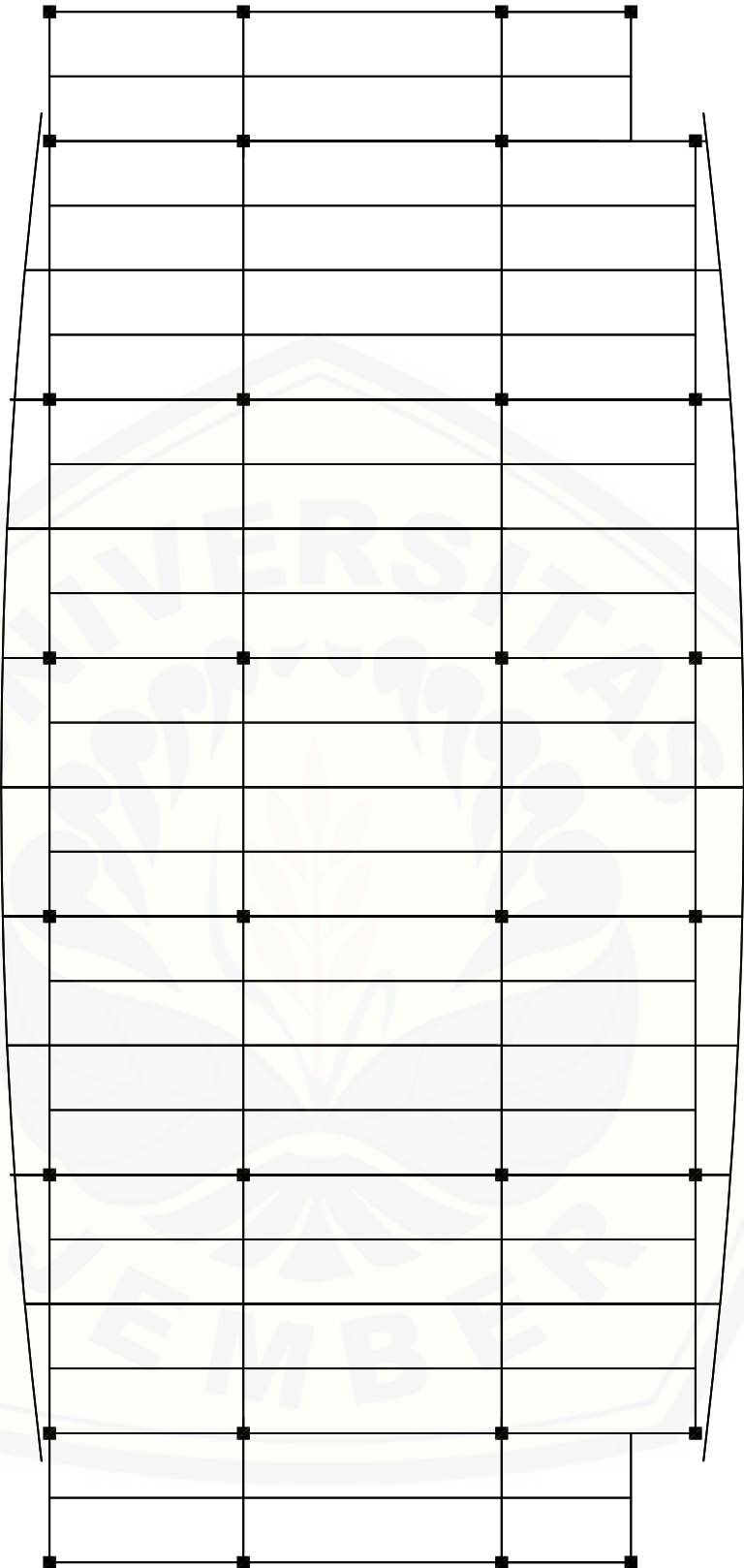
DIPERIKSA OLEH :

SYAMSUL ARIFIN, S.T., M.T

SRI SUKMAWATI, S.T., M.T

SKALA : 1 : 100

RENCANA KOLOM



JURUSAN S1
TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNEJ

TUGAS AKHIR

JUDUL

PERBANDINGAN BIAYA DAN
WAKTU PELAKSANAAN
ANTARA PEKERJAAN BETON
NON PRECAST DAN KOMBINA
PLAT PRECAST DENGAN
BALOK KOLOM BAJA
(STUDI KASUS : GEDUNG
PERKULIAHAN KEDOKTERAN
UNIVERSITAS JEMBER

DIGAMBAR OLEH :

NUR FATMALA RAMADHANI

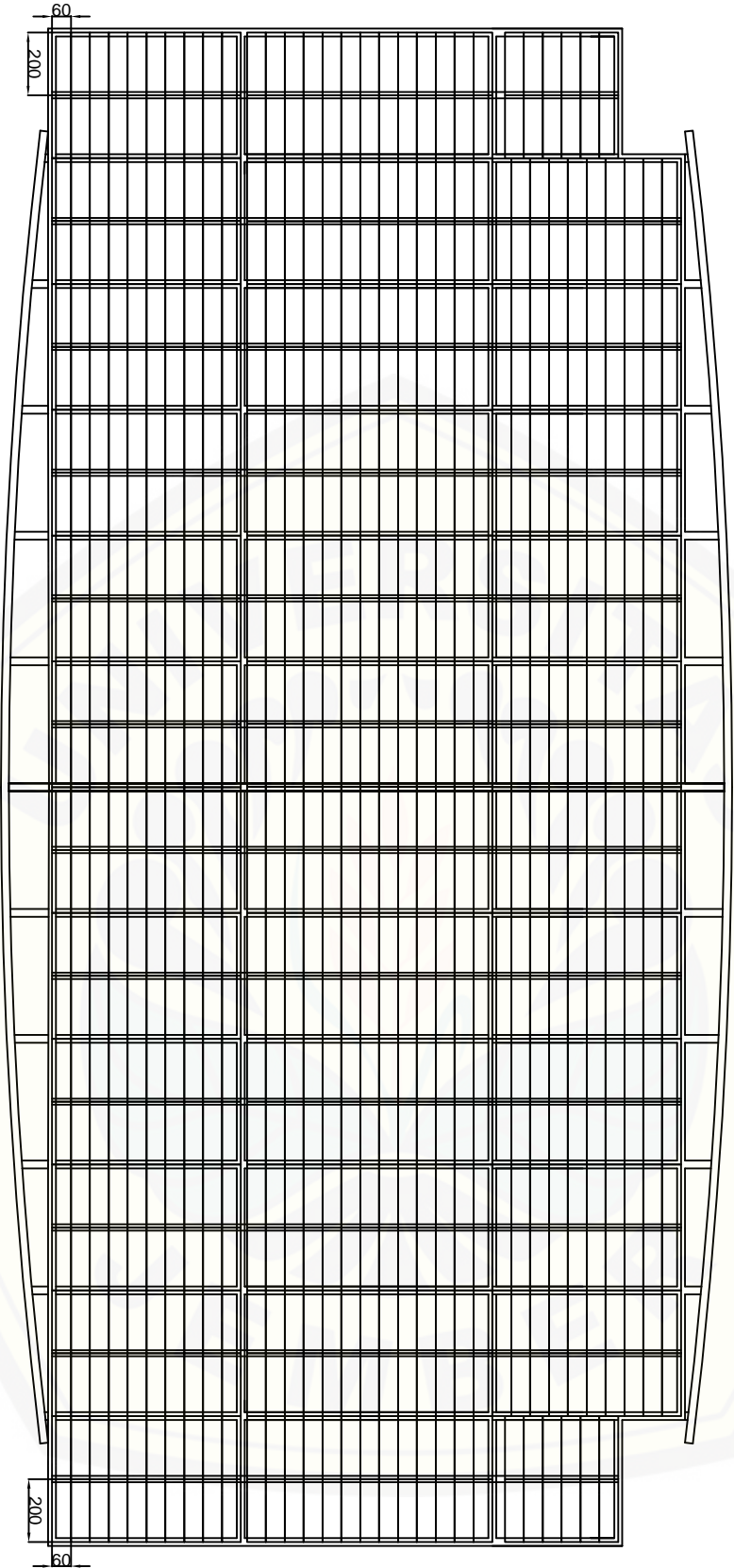
121910301021

DIPERIKSA OLEH :

SYAMSUL ARIFIN, S.T., M.T

SRI SUKMAWATI, S.T., M.T

SKALA : 1 : 100



RENCANA PLAT LANTAI



JURUSAN S1
TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNEJ

TUGAS AKHIR

JUDUL

PERBANDINGAN BIAYA DAN
WAKTU PELAKSANAAN
ANTARA PEKERJAAN BETON
NON PRECAST DAN KOMBINA
PLAT PRECAST DENGAN
BALOK KOLOM BAJA
(STUDI KASUS : GEDUNG
PERKULIAHAN KEDOKTERAN
UNIVERSITAS JEMBER

DIGAMBAR OLEH :

NUR FATMALA RAMADHANI

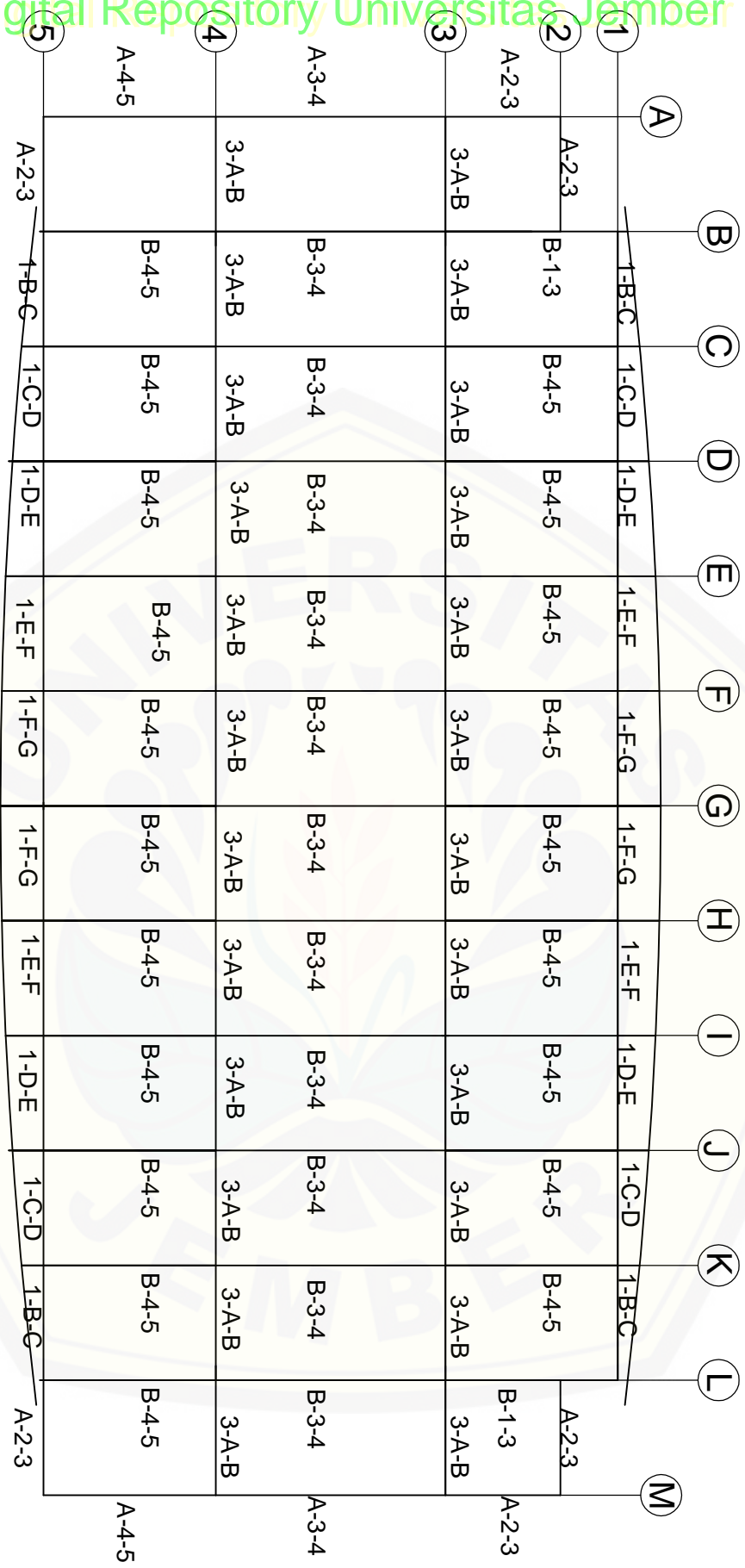
121910301021

DIPERIKSA OLEH :

SYAMSUL ARIFIN, S.T., M.T

SRI SUKMAWATI, S.T., M.T

SKALA : 1 : 100



RENCANA PORTAL BALOK



JURUSAN S1
TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNEJ

TUGAS AKHIR

JUDUL

PERBANDINGAN BIAYA DAN WAKTU PELAKSANAAN ANTARA PEKERJAAN BETON NON PRECAST DAN KOMBINA PLAT PRECAST DENGAN BALOK KOLOM BAJA (STUDI KASUS : GEDUNG PERKULIAHAN KEDOKTERAN UNIVERSITAS JEMBER

DIGAMBAR OLEH :

NUR FATMALA RAMADHANI

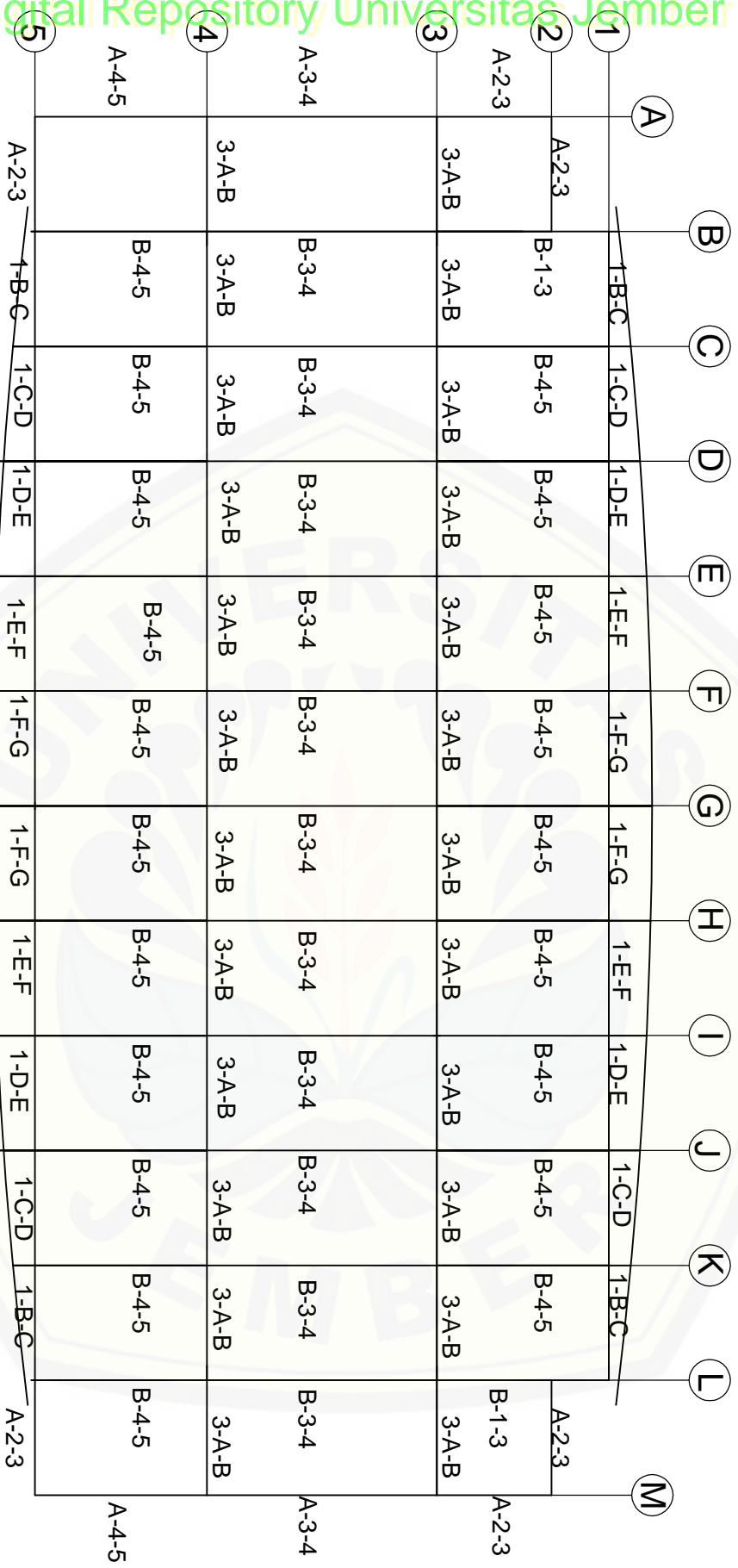
121910301021

DIPERIKSA OLEH :

SYAMSUL ARIFIN, S.T., M.T

SRI SUKMAWATI, S.T., M.T

SKALA : 1 : 100



RENCANA PORTAL BALOK



JURUSAN S1
TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNEJ

TUGAS AKHIR

JUDUL

PERBANDINGAN BIAYA DAN WAKTU PELAKSANAAN ANTARA PEKERJAAN BETON NON PRECAST DAN KOMBINA PLAT PRECAST DENGAN BALOK KOLOM BAJA (STUDI KASUS : GEDUNG PERKULIAHAN KEDOKTERAN UNIVERSITAS JEMBER

DIGAMBAR OLEH :

NUR FATMALA RAMADHANI

121910301021

DIPERIKSA OLEH :

SYAMSUL ARIFIN, S.T., M.T

SRI SUKMAWATI, S.T., M.T

SKALA : 1 : 100

BALOK ANAK

Perencanaan Pembebanan

a. Beban mati

$$\begin{aligned} \text{Plat precast} &= 70 \times 2 = 140 \text{ kg/m} \\ \text{Plafond} &= 18 \times 2 = 36 \text{ kg/m} \\ \text{Keramik} &= 24 \times 2 = 48 \text{ kg/m} \\ \text{Spesi} &= 21 \times 2 \times 2 = 84 \text{ kg/m} \\ \text{qD} &= 308 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

b. Beban hidup

$$\begin{aligned} \text{beban hidup lantai gedung perkuliahan} &= 250 \times 2 = 500 \text{ kg/m} \\ \text{qL} &= 500 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

Momen Maksimum

$$\begin{aligned} \text{qu} &= 1,2 \text{ qD} + 1,6 \text{ qL} \\ &= 1,2 \cdot 308 + 1,6 \cdot 500 \\ &= 1169,6 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

Sehingga

$$\begin{aligned} \text{Mu} &= \frac{1}{8} \times \text{qu} \times \text{L}^2 \\ &= \frac{1}{8} \times 1169,6 \times 8^2 \\ &= 9356,8 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

Perhitungan Ix perlu profil
Tegangan ijin balok

$$\begin{aligned} \text{f ijin} &= \frac{L}{360} \\ &= \frac{800}{360} \\ &= 2,222 \\ \text{Ix} &> \frac{5 \times \text{qL} \times \text{L}^4}{384 \times \text{E} \times \text{f ijin}} \\ \text{Ix} &> \frac{5 \times 500 \times 800^4}{384 \times 2,10^6 \times 2,222} \\ \text{Ix} &> 6000 \\ \text{Sehingga Ix perlu balok adalah } &6000 \text{ cm}^4 \end{aligned}$$

Perhitungan profil balok

Direncanakan menggunakan profil

WF 200.200.10.16

$$\begin{aligned} \text{A} &= 83,69 & \text{Zx} &= 959360 \\ \text{w} &= 65,7 & \text{Zy} &= 164200 \\ \text{d} &= 200 & \text{Ix} &= 6530 \\ \text{bf} &= 200 & \text{Iy} &= 2200 \\ \text{tf} &= 16 & \text{Sx} &= 628 \\ \text{tw} &= 10 & \text{Sy} &= 218 \\ \text{r} &= 13 \\ \text{rx} &= 6,53 \\ \text{ry} &= 5,13 \end{aligned}$$

Perhitungan pembebanan dan
momen maksimum

$$\begin{aligned} \text{qD} &= \text{qD} + \text{w} \\ &= 308 + 65,7 \\ &= 373,7 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

$$\text{qL} = 500 \text{ kg/m}$$

Sehingga

$$\begin{aligned} \text{qU} &= 1,2 \text{ qD} + 1,6 \text{ qL} \\ &= 1,2 \cdot 373,7 + 1,6 \cdot 500 \\ &= 1248,44 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Mu} &= \frac{1}{8} \text{ qU} \text{ L}^2 \\ &= \frac{1}{8} \cdot 1248,44 \cdot 8^2 \\ &= 9987,52 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

Kontrol Profil Balok

a. Kontrol Lendutan Balok

$$\begin{aligned} \text{f ijin} &= \frac{L}{360} \\ &= \frac{800}{360} \\ &= 2,222 \\ \text{f maks} &= \frac{5 \times \text{qL} \times \text{L}^4}{384 \times \text{E} \times \text{Ix}} \\ &= \frac{5 \times 10 \times 800^4}{384 \times 2,10^6 \times 6000} \\ &= 1,235 < \text{f ijin } 2,222 \end{aligned}$$

b. Kontrol Penampang

$$\frac{b}{2f} \leq \frac{170}{\sqrt{fy}}$$

$$\frac{250}{32} \leq \frac{170}{\sqrt{250}}$$

$$7,813 \leq 10,7517$$

$$\frac{h}{tw} \leq \frac{1680}{\sqrt{fy}}$$

$$\frac{250}{10} \leq \frac{1680}{\sqrt{250}}$$

$$25,000 \leq 106,253$$

c. Pemeriksaan Terhadap Tekuk Torsi Lateral

$$L_p = \frac{790}{\sqrt{fy}} \times r_y$$

$$= \frac{790}{\sqrt{250}} \times 51,3$$

$$= 2563,15 \text{ mm}$$

dengan

$$E = 2.10^5$$

$$G = 8.10^4$$

$$J = \frac{1}{3} \epsilon b \cdot H^3$$

$$= \frac{1}{3} (200.12^3 \cdot 2 + 200.12^3)$$

$$= 345600,00$$

$$A = 83,69$$

$$S_x = 628$$

Sehingga

$$X_1 = \frac{\pi}{S_x} \sqrt{\frac{E G J A}{2}}$$

$$= \frac{3,14}{628 \times 10^3} \sqrt{\frac{2.10^5 \times 8.10^4 \times 345600 \times 83,69 \times 10^2}{2}}$$

$$= 24051,3 \text{ MPa}$$

dengan

$$C_w = \frac{I_f x h^2}{2}$$

$$= \frac{1/12 \times 16 \times 200^3 (200 + 2 \times 10)^2}{2}$$

$$= 258133333333$$

Sehingga

$$X_2 = 4 \left(\frac{S_x}{G x J} \right)^2 \frac{C_w}{I_y}$$

$$= 4 \left(\frac{628.10^3}{8 \times 10^4 \cdot 345600} \right)^2 \frac{258133333333}{3650 \times 10^4}$$

$$= 4 \left(\frac{628000}{27648000000} \right)^2 \frac{258133333333}{22000000}$$

$$= 2,421 \times 10^{-5} \text{ mm}^4/\text{N}^2$$

maka

$$L_r = r_y \left(\frac{X_1}{fy - fr} \right) \sqrt{1 + \nu} + X_2 (fy - fr)^2$$

$$= 51,3 \left(\frac{24051,3}{(200-70)} \right) \sqrt{1 + \nu} + 0,770 \times 10^{-5} (200-70)^2$$

$$= 51,3 \cdot 133,618 \sqrt{1 + \nu} + 1,785$$

$$= 10476,3 \text{ mm}$$

Didapatkan $L_p = 2563,15 < L = 8000 < L_r = 10476,3$

Sehingga

$$M_r = S_x (fy - fr)$$

$$= 628.10^3 (200-70)$$

$$= 113,04 \text{ kNm}$$

$$M_p = Z_x \cdot F_y$$

$$= 959360 \cdot 250$$

$$= 239,84 \text{ kNm}$$

Dihitung

$$\Sigma VA = 0$$

$$Re \cdot X - 1/2 \cdot q \cdot x^2 = 0$$

$$Re \cdot 8 - 1/2 \cdot 1248,44 \cdot 8^2 = 0$$

$$8Re - 39950,1 = 0$$

$$Re = \frac{39950,1}{8}$$

$$= 4993,76 \text{ kg} \quad \uparrow$$

RA = Re = 4993,76 kg \uparrow

dengan bentang 4m

$$MA(2) = RA \cdot X - 1/2 \cdot q \cdot x^2$$

$$= 4993,76 \cdot 2 - 1/2 \cdot 1248,44 \cdot 2^2$$

$$= 7490,64 \text{ kgm}$$

$$Me(4) = RA \cdot X - 1/2 \cdot q \cdot x^2$$

$$= 4993,76 \cdot 4 - 1/2 \cdot 1248,44 \cdot 4^2$$

$$= 9987,52 \text{ kgm}$$

$$Mc(6) = RA \cdot X - 1/2 \cdot q \cdot x^2$$

$$= 4993,76 \cdot 6 - 1/2 \cdot 1248,44 \cdot 6^2$$

$$= 7490,64 \text{ kgm}$$

$$Mmax = 1/8 \cdot q \cdot L^2$$

$$= 1/8 \cdot 1248,4 \cdot 8^2$$

$$= 9987,52$$

Didapatkan

$$C_b = \frac{12,5 \cdot M_{max}}{2,5 M_{max} + 3M_A + 4M_B + 3M_C}$$

$$= \frac{1,2 \cdot 9987,52}{2,5 (9987,52) + 3 (7490,64) + 4 (9987,52) + 3 (7490,64)}$$

$$= 1,13636$$

Sehingga

$$M_n = C_b \left[M_r + (M_p - M_r) \frac{L_r - L}{L_r - L_p} \right]$$

$$= 1,13636 \left[113,04 + (239,84 - 113,04) \frac{10476 - 8}{10476 - 2,5631} \right]$$

$$= 272,471 \text{ kNm}$$

$$= 27247,1 \text{ kgm}$$

profil masih memenuhi jika

$$\phi \cdot M_n > M_u$$

$$0,9 (27248,6) > 9987,52$$

$$24522,4 > 9987,52 \quad \text{OK!!!}$$

Sehingga profil WF 200.200.10.16 dapat digunakan

d. Periksa terhadap geser

$$V_u = 1/2 \cdot q_u \cdot L$$

$$= 1/2 \cdot 1248,44 \cdot 8$$

$$= 2496,88 \text{ kg}$$

$$= 24968,8 \text{ N}$$

$$\phi V_n = \phi \cdot 0,6 \cdot f_y \cdot h \cdot t_w$$

$$= 0,9 (0,6) (200) (200) (10)$$

$$= 303750 > V_u \quad 24969 \quad \text{OK!!}$$

$\frac{h}{t_w}$	<	$\frac{1100}{\sqrt{f_y}}$	
$\frac{9}{g}$	<	$\frac{1100}{\sqrt{250}}$	
27,778	<	69,5701	OK!!

Sehingga penampang plastis

BALOK INDUK

Perencanaan Pembebanan

a. Beban mati	=	70	x	4	=	280	kg/m
Plat beton dan metal deck	=	18	x	4	=	72	kg/m
Plafond	=	24	x	4	=	96	kg/m
Spesi	=	21	x	2	x	4	= 168 kg/m
Balok Anak	=				=	65,7	kg/m
qD	=				=	681,7	kg/m
b. Beban hidup							
beban hidup lantai gedung perkuliahan	=	250	x	4	=	1000	kg/m
qL	=				=	1000	kg/m

Momen Maksimum

$$q_u = 1,2 q_D + 1,6 q_L$$

$$= 1,2 \cdot 681,7 + 1,6 \cdot 1000$$

$$= 2418,04 \text{ kg/m}$$

Sehingga

$$M_u = \frac{1}{8} q_u L^2$$

$$= \frac{1}{8} \cdot 2418,04 \cdot 8^2$$

$$= 19344,32 \text{ kg/m}$$

Perhitungan Ix perlu profil
Tegangan ijin balok

$$f_{ijin} = \frac{L}{360}$$

$$= \frac{800}{360}$$

$$= 2,222$$

$$I_x > \frac{5 \cdot q_L \cdot L^4}{384 \cdot E \cdot f_{ijin}}$$

$$I_x > \frac{5 \cdot 10 \cdot 800^4}{384 \cdot 2 \cdot 10^6 \cdot 2,222}$$

$$I_x > 12000$$

Sehingga Ix perlu balok adalah 12000 cm⁴

Perhitungan profil balok

Direncanakan menggunakan profil

WF 300.300.12.12

A	=	107,7	Zx	=	2075328
w	=	84,5	Zy	=	279936
d	=	300	Ix	=	16900
bf	=	300	Iy	=	5520
tf	=	12	Sx	=	1150
tw	=	12	Sy	=	365
r	=	18			
rx	=	12,5			
ry	=	7,16			

Perhitungan pembebanan dan
momen maksimum

$$q_D = q_D + w$$

$$= 681,7 + 84,5$$

$$= 766,2 \text{ kg/m}$$

Sehingga

$$q_L = 1000 \text{ kg/m}$$

$$q_U = 1,2 q_D + 1,6 q_L$$

$$= 1,2 \cdot 766,2 + 1,6 \cdot 1000$$

$$= 2519,44 \text{ kg/m}$$

$$M_u = \frac{1}{8} q_U L^2$$

$$= \frac{1}{8} \cdot 2519,44 \cdot 8^2$$

$$= 20155,52 \text{ kg/m}$$

Kontrol Profil Balok

Kontrol Lendutan Balok

$$f_{ijin} = \frac{L}{360}$$

$$= \frac{800}{360}$$

$$= 2,222$$

$$f_{maks} = \frac{5 \cdot q_L \cdot L^4}{384 \cdot E \cdot I_x}$$

$$= \frac{5 \cdot 10 \cdot 800^4}{384 \cdot 2 \cdot 10^6 \cdot 12000}$$

$$= 1,578 < f_{ijin} \quad 2,222$$

Kontrol Penampang

$\frac{b}{2t_f}$	≤	$\frac{170}{\sqrt{f_y}}$
$\frac{300}{24}$	≤	$\frac{170}{\sqrt{250}}$
12,500	≤	10,7517
$\frac{h}{t_w}$	≤	$\frac{1680}{\sqrt{f_y}}$
$\frac{300}{12}$	≤	$\frac{1680}{\sqrt{250}}$
25,000	≤	106,253

Pemeriksaan Terhadap Tekuk Torsi Lateral

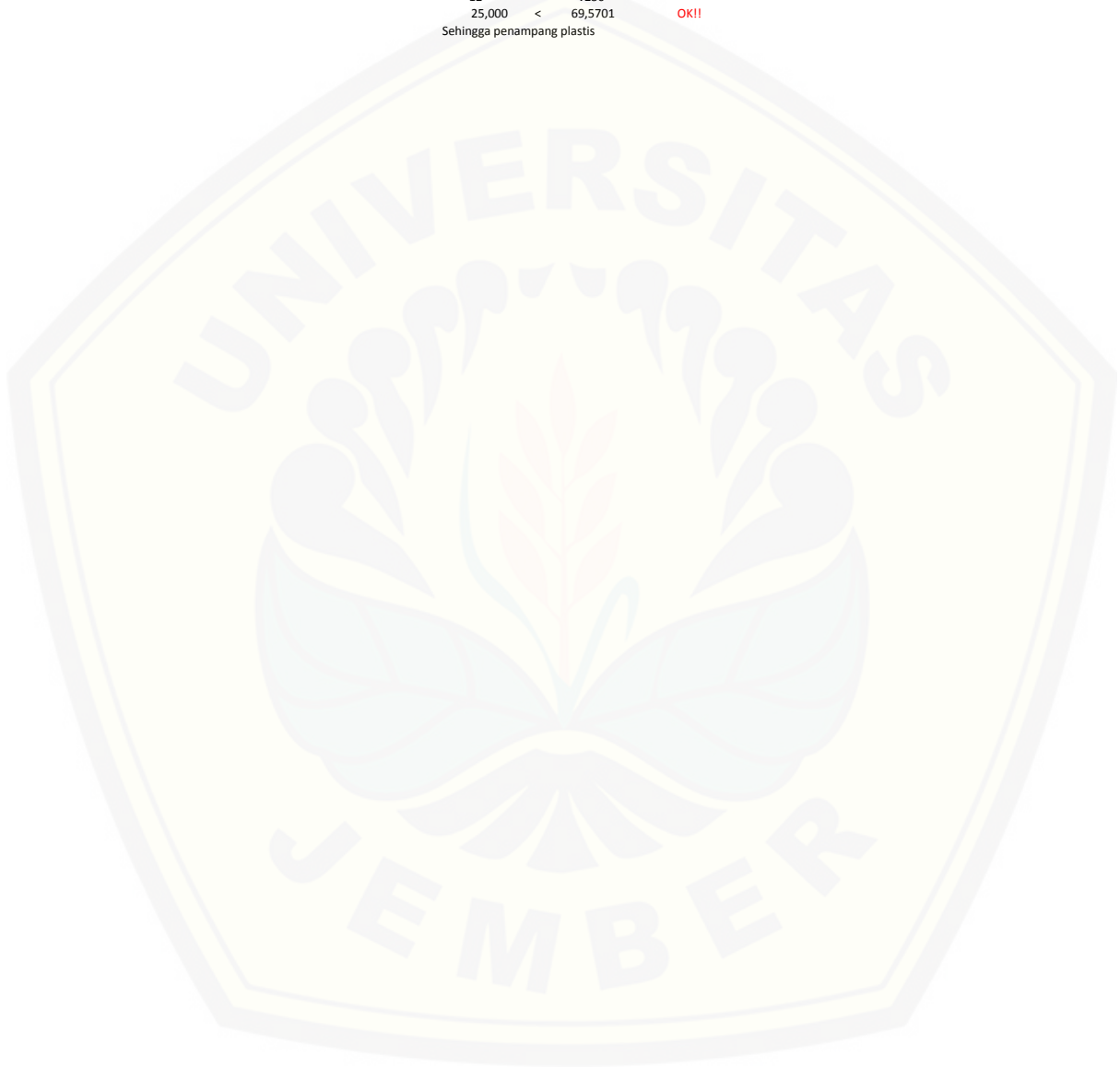
$$\begin{aligned}
 L_p &= \frac{790}{\sqrt{I_y}} \times r_y \\
 &= \frac{790}{\sqrt{250}} \times 71,6 \\
 &= 3577,42 \text{ mm} \\
 \text{dengan} \\
 E &= 2.10^5 \\
 G &= 8.10^4 \\
 J &= \frac{1}{3} e \cdot b \cdot H^3 \\
 &= \frac{1}{3} (300.12^3 \cdot 2 + 300.12^3) \\
 &= 775000 \\
 A &= 107,7 \\
 S_x &= 1150 \\
 \text{Sehingga} \\
 X_1 &= \frac{\sqrt{\frac{E G J A}{S_x}}}{\frac{1150 \times 10^3}{22311,8} \text{ MPa}} \sqrt{\frac{E G J A}{2}} \\
 &= \frac{3,14}{1150 \times 10^3} \sqrt{\frac{2.10^5 \times 8.10^4 \times 775000 \times 107,7 \times 10^2}{2}} \\
 &= 22311,8 \text{ MPa} \\
 \text{dengan} \\
 C_w &= \frac{I_f \times h^2}{2} \\
 &= \frac{1/12 \times 15 \times 300^2 (300 + 2 \times 12)^2}{2} \\
 &= 1837687500000 \\
 \text{Sehingga} \\
 X_2 &= 4 \left(\frac{S_x}{G \times J} \right)^2 \frac{C_w}{I_y} \\
 &= 4 \left(\frac{867.10^3}{8 \times 10^4 \cdot 518083,33} \right)^2 \frac{1837687500000}{3650 \times 10^4} \\
 &= 4 \left(\frac{1150000}{62000000000} \right)^2 \frac{1837687500000}{55200000} \\
 &= 4,581 \times 10^{-5} \text{ mm}^4/\text{N}^2 \\
 \text{maka} \\
 L_r &= r_y \left(\frac{X_1}{f_y - f_r} \right) \sqrt{1 + \sqrt{1 + X_2 (f_y - f_r)^2}} \\
 &= 71,6 \left(\frac{22311,8}{(250-70)} \right) \sqrt{1 + \sqrt{1 + 5,240 \times 10^{-5} (300-70)^2}} \\
 &= 71,6 \cdot 123,955 \sqrt{1 + \sqrt{1 + 2,484}} \\
 &= 14245,1 \text{ mm} \\
 \text{Didapatkan } L_p &= 3577,42 < L = 8000 < L_r = 14245,1 \\
 \text{Sehingga} \\
 M_r &= S_x (f_y - f_r) \\
 &= 1150.10^3 (250-70) \\
 &= 207 \text{ kNm} \\
 M_p &= Z_x \cdot F_y \\
 &= 2075328 \cdot 250 \\
 &= 518,832 \text{ kNm} \\
 \text{Dihitung} \\
 \Sigma V_A &= 0 \\
 R_e \cdot X - 1/2 \cdot q \cdot x^2 &= 0 \\
 R_e \cdot 4 - 1/2 \cdot 5212 \cdot 8^2 &= 0 \\
 8R_e - 80622,1 &= 0 \\
 R_e &= \frac{80622,1}{8} \\
 &= 10077,8 \text{ kg} \quad \uparrow \\
 R_A = R_B &= 10077,8 \text{ kg} \\
 \text{dengan bentang } 8\text{m} \\
 M_A (2) &= R_A \cdot X - 1/2 \cdot q \cdot x^2 \\
 &= 10077,8 \cdot 2 - 1/2 \cdot 5219,44 \cdot 2^2 \\
 &= 15116,6 \text{ kgm} \\
 M_B (4) &= R_A \cdot X - 1/2 \cdot q \cdot x^2 \\
 &= 10077,8 \cdot 4 - 1/2 \cdot 5219,44 \cdot 4^2 \\
 &= 20155,5 \text{ kgm} \\
 M_C (6) &= R_A \cdot X - 1/2 \cdot q \cdot x^2 \\
 &= 10077,8 \cdot 6 - 1/2 \cdot 5219,44 \cdot 6^2 \\
 &= 15116,6 \text{ kgm} \\
 M_{\max} &= 1/8 \cdot q \cdot L^2 \\
 &= 1/8 \cdot 5219,4 \cdot 8^2 \\
 &= 20155,5 \\
 \text{Didapatkan} \\
 C_b &= \frac{12,5 \cdot M_{\max}}{2,5 M_{\max} + 3M_A + 4M_B + 3M_C} \\
 &= \frac{1,2 \cdot 200518,4}{2,5 (20518,4) + 3 (15388,8) + 4 (20518,4) + 3 (15388,8)} \\
 &= 1,13636 \\
 \text{Sehingga} \\
 M_n &= C_b \left[M_r + (M_p - M_r) \frac{L_r - L}{L_r - L_p} \right] \\
 &= 1,13636 \left[207 + (518,832 - 207) \frac{14245 - 8}{14245 - 3,577} \right] \\
 &= 589,472 \text{ kNm} \\
 &= 58947,2 \text{ kgm} \\
 \text{profil masih memenuhi jika} \\
 \phi M_n &> M_u \\
 0,9 (60778) &> 20155,52 \\
 53052,5 &> 20155,52 \quad \text{OK!!!} \\
 \text{Sehingga profil WF 300.300.12.12 dapat digunakan}
 \end{aligned}$$

d. Periksa terhadap geser

$$\begin{aligned} V_u &= 1/2 \cdot q_u \cdot L \\ &= 1/2 \cdot 2519,44 \cdot 8 \\ &= 5038,88 \text{ kg} \\ &= 50388,8 \text{ N} \\ \phi V_n &= \phi \cdot 0,6 \cdot f_y \cdot h \cdot t_w \\ &= 0,9 (0,6) (300) (300) (10) \\ &= 486000 > V_u \quad 50389 \quad \text{OK!!} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \frac{h}{t_w} &< \frac{1100}{\sqrt{f_y}} \\ \frac{300}{12} &< \frac{1100}{\sqrt{250}} \\ 25,000 &< 69,5701 \quad \text{OK!!} \end{aligned}$$

Sehingga penampang plastis



PEMBEBANAN PORTAL

Pelat ukuran 4x4

a. Balok A-2-3, balok L dengan bentang 4m

1. Beban mati

Spesi	=	3	x	0,7	x	1,9	x	21	=	83,790 kg/m
Keramik	=			0,7	x	1,9	x	24	=	31,920 kg/m
Pelat precast	=			0,7	x	1,9	x	88	=	116,375 kg/m
Plafon	=			0,7	x	1,9	x	18	=	23,940 kg/m
Dinding	=			3,75	x	250			=	937,500 kg/m
Balok Anak	=								=	65,700 kg/m
Balok	=								=	84,500 kg/m
qD	=								=	1343,725 kg/m

Sambungan	=	15	%	x	qD	=	201,559 kg/m
qD Total	=					=	1545,284 kg/m

2. Beban Hidup

Gedung Kuliah	=	0,7	x	1,9	x	250	=	333 kg/m
qL	=						=	333 kg/m

Beban Terfaktor

qu	=	1,2	x	qD	+	1,6	x	qL
	=	1,2	x	1545,284	+	1,6	x	332,5
	=	2386,341						kg/m

b. Balok 3-A-B, balok T dengan bentang 4m

1. Beban mati

Spesi	=	0,7	x	1,9	x	21	x	3	x	2	=	167,580 kg/m
Keramik	=	0,7	x	1,9	x	24	x	2			=	63,840 kg/m
Pelat Precast	=	0,7	x	1,9	x	88	x	2			=	232,750 kg/m
Plafon	=	0,7	x	1,9	x	18	x	2			=	47,880 kg/m
Dinding	=	3,75	x	250							=	937,500 kg/m
Balok Anak	=										=	65,700 kg/m
Balok	=										=	84,500 kg/m
qD	=										=	1599,75 kg/m

Sambungan	=	15	%	x	qD	=	239,963 kg/m
qD Total	=					=	1839,713 kg/m

2. Beban Hidup

Gedung Kuliah	=	0,7	x	1,9	x	250	x	2	=	665 kg/m
qL	=								=	665 kg/m

Beban Terfaktor

qu	=	1,2	x	qD	+	1,6	x	qL
	=	1,2	x	1839,713	+	1,6	x	665
	=	3271,655						kg/m

c. Balok 1-B-C, balok T dengan bentang 4m

1. Beban mati

Spesi	=	0,7	x	1,9	x	21	x	3	x	2	=	167,580 kg/m
Keramik	=	0,7	x	1,9	x	24	x	2			=	63,840 kg/m
Pelat Precast	=	0,7	x	1,9	x	87,5	x	2			=	232,750 kg/m
Plafon	=	0,7	x	1,9	x	18	x	2	x	2,23	=	106,772 kg/m
Dinding	=	3,75	x	250							=	937,500 kg/m
Balok Anak	=										=	65,700 kg/m
Balok	=										=	84,500 kg/m
Plat Beton	=	288	x	2,23							=	642,240 kg/m
qD	=										=	2300,882 kg/m

Sambungan	=	15	%	x	qD	=	345,132 kg/m
qD Total	=					=	2646,015 kg/m

2. Beban Hidup

Gedung Kuliah	=	0,9	x	1,9	x	250	x	2	=	855 kg/m
qL	=								=	855 kg/m

Beban Terfaktor

qu	=	1,2	x	qD	+	1,6	x	qL
	=	1,2	x	2646,015	+	1,6	x	855
	=	4543,218						kg/m

d Balok 1-C-D, balok T dengan bentang 4m

1. Beban mati

Spesi	=	0,7	x	1,9	x	21	x	3	x	2	=	167,580 kg/m
Keramik	=	0,7	x	1,9	x	24	x	2			=	63,840 kg/m
Pelat Precast	=	0,7	x	1,9	x	87,5	x	2			=	232,750 kg/m
Plafon	=	0,7	x	1,9	x	18	x	2	x	3,7	=	177,156 kg/m
Dinding	=	3,75	x	250							=	937,500 kg/m
Balok Anak	=										=	65,700 kg/m
Balok	=										=	84,500 kg/m
Plat Beton	=	288	x	3,7							=	1065,600 kg/m
qD	=										=	2794,626 kg/m

Sambungan	=	15	%	x	qD						=	419,194 kg/m
												qD Total = 3213,820 kg/m

2. Beban Hidup

Gedung Kuliah	=	0,9	x	1,9	x	250	x	2			=	855 kg/m
												qL = 855 kg/m

Beban Terfaktor

$$\begin{aligned}
 q_u &= 1,2 \times q_D + 1,6 \times q_L \\
 &= 1,2 \times 3213,820 + 1,6 \times 855 \\
 &= 5224,584 \text{ kg/m}
 \end{aligned}$$

e. Balok 1-D-E, balok T dengan bentang 4m

1. Beban mati

Spesi	=	0,7	x	1,9	x	21	x	3	x	2	=	167,580 kg/m
Keramik	=	0,7	x	1,9	x	24	x	2			=	63,840 kg/m
Pelat Precast	=	0,7	x	1,9	x	87,5	x	2			=	232,750 kg/m
Plafon	=	0,7	x	1,9	x	18	x	2	x	4,8	=	229,824 kg/m
Dinding	=	3,75	x	250							=	937,500 kg/m
Balok Anak	=										=	65,700 kg/m
Balok	=										=	84,500 kg/m
Plat Beton	=	288	x	4,8							=	1382,400 kg/m
qD	=										=	3164,094 kg/m

Sambungan	=	15	%	x	qD						=	474,614 kg/m
												qD Total = 3638,708 kg/m

2. Beban Hidup

Gedung Kuliah	=	0,9	x	1,9	x	250	x	2			=	855 kg/m
												qL = 855 kg/m

Beban Terfaktor

$$\begin{aligned}
 q_u &= 1,2 \times q_D + 1,6 \times q_L \\
 &= 1,2 \times 3638,708 + 1,6 \times 855 \\
 &= 5734,450 \text{ kg/m}
 \end{aligned}$$

f. Balok 1-E-F, balok T dengan bentang 4m

1. Beban mati

Spesi	=	0,7	x	1,9	x	21	x	3	x	2	=	167,580 kg/m
Keramik	=	0,7	x	1,9	x	24	x	2			=	63,840 kg/m
Pelat Precast	=	0,7	x	1,9	x	87,5	x	2			=	232,750 kg/m
Plafon	=	0,7	x	1,9	x	18	x	2	x	5,5	=	263,340 kg/m
Dinding	=	3,75	x	250							=	937,500 kg/m
Balok Anak	=										=	65,700 kg/m
Balok	=										=	84,500 kg/m
Plat Beton	=	288	x	5,5							=	1584,000 kg/m
qD	=										=	3399,210 kg/m

Sambungan	=	15	%	x	qD						=	509,882 kg/m
												qD Total = 3909,092 kg/m

2. Beban Hidup

Gedung Kuliah	=	0,9	x	1,9	x	250	x	2			=	855 kg/m
												qL = 855 kg/m

Beban Terfaktor

$$\begin{aligned}
 q_u &= 1,2 \times q_D + 1,6 \times q_L \\
 &= 1,2 \times 3909,092 + 1,6 \times 855 \\
 &= 6058,910 \text{ kg/m}
 \end{aligned}$$

g Balok 1-F-G, balok T dengan bentang 4m

1. Beban mati

Spesi	=	0,7	x	1,9	x	21	x	3	x	2	=	167,580 kg/m
Keramik	=	0,7	x	1,9	x	24	x	2			=	63,840 kg/m
Pelat Precast	=	0,7	x	1,9	x	87,5	x	2			=	232,750 kg/m
Plafon	=	0,7	x	1,9	x	18	x	2	x	5,9	=	282,492 kg/m
Dinding	=	3,75	x	250							=	937,500 kg/m
Balok Anak	=										=	65,700 kg/m
Balok	=										=	84,500 kg/m
Plat Beton	=	288	x	5,9							=	1699,200 kg/m
qD	=										=	3533,562 kg/m

Sambungan	=	15	%	x	qD						=	530,034 kg/m
										qD Total	=	4063,596 kg/m

2. Beban Hidup

Gedung Kuliah	=	0,9	x	1,9	x	250	x	2			=	855 kg/m
										qL	=	855 kg/m

Beban Terfaktor

$$\begin{aligned}
 q_u &= 1,2 \times q_D + 1,6 \times q_L \\
 &= 1,2 \times 4063,596 + 1,6 \times 855 \\
 &= 6244,316 \text{ kg/m}
 \end{aligned}$$

Pelat ukuran 6x4

a. Balok A-4-5, balok L dengan bentang 6m

1. Beban mati

Spesi	=	3	x	0,9	x	1,9	x	21			=	107,730 kg/m
Keramik	=			0,9	x	1,9	x	24			=	41,040 kg/m
Pelat Precast	=			0,9	x	1,9	x	87,5			=	149,625 kg/m
Plafon	=			0,9	x	1,9	x	18			=	30,780 kg/m
Dinding	=			3,75	x	250					=	937,500 kg/m
Balok Anak	=										=	65,700 kg/m
Balok	=										=	84,500 kg/m
qD	=										=	1416,875 kg/m

Sambungan	=	15	%	x	qD						=	212,531 kg/m
										qD Total	=	1629,406 kg/m

2. Beban Hidup

Gedung Kuliah	=			0,9	x	1,9	x	250			=	427,5 kg/m
										qL	=	427,5 kg/m

Beban Terfaktor

$$\begin{aligned}
 q_u &= 1,2 \times q_D + 1,6 \times q_L \\
 &= 1,2 \times 1629,406 + 1,6 \times 427,5 \\
 &= 2639,288 \text{ kg/m}
 \end{aligned}$$

b. Balok B-4-5, balok T dengan bentang 6m

1. Beban mati

Spesi	=	0,9	x	1,9	x	21	x	3	x	2	=	215,460 kg/m
Keramik	=	0,9	x	1,9	x	24	x	2			=	82,080 kg/m
Pelat Precast	=	0,9	x	1,9	x	88	x	2			=	299,250 kg/m
Plafon	=	0,9	x	1,9	x	18	x	2			=	61,560 kg/m
Dinding	=	3,75	x	250							=	937,500 kg/m
Balok Anak	=										=	65,700 kg/m
Balok	=										=	84,500 kg/m
qD	=										=	1746,05 kg/m

Sambungan	=	15	%	x	qD						=	261,908 kg/m
										qD Total	=	2007,958 kg/m

2. Beban Hidup

Gedung Kuliah	=	0,9	x	1,9	x	250	x	2			=	855 kg/m
										qL	=	855 kg/m

Beban Terfaktor

$$\begin{aligned}
 q_u &= 1,2 \times q_D + 1,6 \times q_L \\
 &= 1,2 \times 2007,958 + 1,6 \times 855 \\
 &= 3777,549 \text{ kg/m}
 \end{aligned}$$

c. Balok B-1-3, balok T dengan bentang 6m

1. Beban mati

Spesi	=	0,7	x	1,9	x	21	x	3	+	0,9	x	1,9	x	21	x	3	=	191,520	kg/m
Keramik	=	0,7	x	1,9	x	24			+	0,9	x	1,9	x	24			=	72,960	kg/m
Pelat Precast	=	0,7	x	1,9	x	88			+	0,9	x	1,9	x	88			=	266,000	kg/m
Plafon	=	0,7	x	1,9	x	18			+	0,9	x	1,9	x	18			=	54,720	kg/m
Dinding	=	3,75	x	250													=	937,500	kg/m
Balok Anak	=																=	65,700	kg/m
Balok	=																=	84,500	kg/m
qD	=																=	1672,9	kg/m

Sambungan	=	15	%	x	qD												=	250,935	kg/m		
																		qD Total	=	1923,835	kg/m

2. Beban Hidup

Gedung Kuliah	=	0,7	x	1,9	x	250	+	0,9	x	1,9	x	250						=	760	kg/m	
																		qL	=	760	kg/m

Beban Terfaktor

qu	=	1,2	x	qD	+	1,6	x	qL	
	=	1,2	x	1923,835	+	1,6	x	760	
	=	3524,602							kg/m

Pelat ukuran 8x4

a. Balok B-3-4, balok T dengan bentang 8m

1. Beban mati

Spesi	=	0,9	x	1,9	x	21	x	3	x	2							=	215,460	kg/m
Keramik	=	0,9	x	1,9	x	24	x	2									=	82,080	kg/m
Pelat Precast	=	0,9	x	1,9	x	88	x	2									=	299,250	kg/m
Plafon	=	0,9	x	1,9	x	18	x	2									=	61,560	kg/m
Dinding	=	3,75	x	250													=	937,500	kg/m
Balok Anak	=																=	65,700	kg/m
Balok	=																=	84,500	kg/m
qD	=																=	1746,05	kg/m

Sambungan	=	15	%	x	qD												=	261,908	kg/m		
																		qD Total	=	2007,958	kg/m

2. Beban Hidup

Gedung Kuliah	=	0,9	x	1,9	x	250	x	2									=	855	kg/m		
																		qL	=	855	kg/m

Beban Terfaktor

qu	=	1,2	x	qD	+	1,6	x	qL	
	=	1,2	x	2007,958	+	1,6	x	855	
	=	3777,549							kg/m

b. Balok A-3-4, balok L dengan bentang 8m

1. Beban mati

Spesi	=	3	x	0,9	x	1,9	x	21									=	107,730	kg/m
Keramik	=			0,9	x	1,9	x	24									=	41,040	kg/m
Pelat Precast	=			0,9	x	1,9	x	87,5									=	149,625	kg/m
Plafon	=			0,9	x	1,9	x	18									=	30,780	kg/m
Dinding	=			3,75	x	250											=	937,500	kg/m
Balok Anak	=																=	65,700	kg/m
Balok	=																=	84,500	kg/m
qD	=																=	1416,875	kg/m

Sambungan	=	15	%	x	qD												=	212,531	kg/m		
																		qD Total	=	1629,406	kg/m

2. Beban Hidup

Gedung Kuliah	=			0,9	x	1,9	x	250									=	427,5	kg/m		
																		qL	=	427,5	kg/m

Beban Terfaktor

qu	=	1,2	x	qD	+	1,6	x	qL	
	=	1,2	x	1629,406	+	1,6	x	427,5	
	=	2639,288							kg/m

PEMBEBANAN PORTAL ATAP

Pelat ukuran 4x4

a. Balok A-2-3, balok L dengan bentang 4m

1. Beban mati

Pelat precast	=	0,7	x	1,9	x	88	=	116,375 kg/m
Plafon	=	0,7	x	1,9	x	18	=	23,940 kg/m
air hujan	=	0,7	x	1,9	x	50	=	66,500 kg/m
Balok Anak	=						=	65,700 kg/m
Balok	=						=	84,500 kg/m
qD	=						=	357,015 kg/m

Sambungan	=	15	%	x	qD	=	53,552 kg/m
qD Total	=					=	410,567 kg/m

2. Beban Hidup

Gedung Kuliah	=	0,7	x	1,9	x	250	=	333 kg/m
qL	=						=	333 kg/m

Beban Terfaktor

qu	=	1,2	x	qD	+	1,6	x	qL
	=	1,2	x	410,567	+	1,6	x	332,5
	=	1024,681						kg/m

b. Balok 3-A-B, balok T dengan bentang 4m

1. Beban mati

Pelat Precast	=	0,7	x	1,9	x	88	x	2	=	232,750 kg/m
Plafon	=	0,7	x	1,9	x	18	x	2	=	47,880 kg/m
air hujan	=	0,7	x	1,9	x	50			=	66,500 kg/m
Balok Anak	=								=	65,700 kg/m
Balok	=								=	84,500 kg/m
qD	=								=	497,33 kg/m

Sambungan	=	15	%	x	qD	=	74,600 kg/m
qD Total	=					=	571,930 kg/m

2. Beban Hidup

Gedung Kuliah	=	0,7	x	1,9	x	250	x	2	=	665 kg/m
qL	=								=	665 kg/m

Beban Terfaktor

qu	=	1,2	x	qD	+	1,6	x	qL
	=	1,2	x	571,930	+	1,6	x	665
	=	1750,315						kg/m

c. Balok 1-B-C, balok T dengan bentang 4m

1. Beban mati

Pelat Precast	=	0,7	x	1,9	x	87,5	x	2	=	232,750 kg/m		
Plafon	=	0,7	x	1,9	x	18	x	2	x	2,23	=	106,772 kg/m
air hujan	=	0,7	x	1,9	x	50			=	66,500 kg/m		
Balok Anak	=								=	65,700 kg/m		
Balok	=								=	84,500 kg/m		
Plat Beton	=	288	x	2,23					=	642,240 kg/m		
qD	=								=	1198,462 kg/m		

Sambungan	=	15	%	x	qD	=	179,769 kg/m
qD Total	=					=	1378,232 kg/m

2. Beban Hidup

Gedung Kuliah	=	0,9	x	1,9	x	250	x	2	=	855 kg/m
qL	=								=	855 kg/m

Beban Terfaktor

qu	=	1,2	x	qD	+	1,6	x	qL
	=	1,2	x	1378,232	+	1,6	x	855
	=	3021,878						kg/m

d Balok 1-C-D, balok T dengan bentang 4m

1. Beban mati

Pelat Precast	=	0,7	x	1,9	x	87,5	x	2	=	232,750 kg/m		
Plafon	=	0,7	x	1,9	x	18	x	2	x	3,7	=	177,156 kg/m
air hujan	=	0,7	x	1,9	x	50					=	66,500 kg/m
Balok Anak	=										=	65,700 kg/m
Balok	=										=	84,500 kg/m
Plat Beton	=	288	x	3,7							=	1065,600 kg/m
qD	=										=	1692,206 kg/m

Sambungan	=	15	%	x	qD						=	253,831 kg/m
									qD Total		=	1946,037 kg/m

2. Beban Hidup

Gedung Kuliah	=	0,9	x	1,9	x	250	x	2			=	855 kg/m
									qL		=	855 kg/m

Beban Terfaktor

$$\begin{aligned}
 q_u &= 1,2 \times q_D + 1,6 \times q_L \\
 &= 1,2 \times 1946,037 + 1,6 \times 855 \\
 &= 3703,244 \text{ kg/m}
 \end{aligned}$$

e. Balok 1-D-E, balok T dengan bentang 4m

1. Beban mati

Pelat Precast	=	0,7	x	1,9	x	87,5	x	2	=	232,750 kg/m		
Plafon	=	0,7	x	1,9	x	18	x	2	x	4,8	=	229,824 kg/m
air hujan	=	0,7	x	1,9	x	50					=	66,500 kg/m
Balok Anak	=										=	65,700 kg/m
Balok	=										=	84,500 kg/m
Plat Beton	=	288	x	4,8							=	1382,400 kg/m
qD	=										=	2061,674 kg/m

Sambungan	=	15	%	x	qD						=	309,251 kg/m
									qD Total		=	2370,925 kg/m

2. Beban Hidup

Gedung Kuliah	=	0,9	x	1,9	x	250	x	2			=	855 kg/m
									qL		=	855 kg/m

Beban Terfaktor

$$\begin{aligned}
 q_u &= 1,2 \times q_D + 1,6 \times q_L \\
 &= 1,2 \times 2370,925 + 1,6 \times 855 \\
 &= 4213,110 \text{ kg/m}
 \end{aligned}$$

f. Balok 1-E-F, balok T dengan bentang 4m

1. Beban mati

Pelat Precast	=	0,7	x	1,9	x	87,5	x	2	=	232,750 kg/m		
Plafon	=	0,7	x	1,9	x	18	x	2	x	5,5	=	263,340 kg/m
air hujan	=	0,7	x	1,9	x	50					=	66,500 kg/m
Balok Anak	=										=	65,700 kg/m
Balok	=										=	84,500 kg/m
Plat Beton	=	288	x	5,5							=	1584,000 kg/m
qD	=										=	2296,790 kg/m

Sambungan	=	15	%	x	qD						=	344,519 kg/m
									qD Total		=	2641,309 kg/m

2. Beban Hidup

Gedung Kuliah	=	0,9	x	1,9	x	250	x	2			=	855 kg/m
									qL		=	855 kg/m

Beban Terfaktor

$$\begin{aligned}
 q_u &= 1,2 \times q_D + 1,6 \times q_L \\
 &= 1,2 \times 2641,309 + 1,6 \times 855 \\
 &= 4537,570 \text{ kg/m}
 \end{aligned}$$

g Balok 1-F-G, balok T dengan bentang 4m

1. Beban mati

Pelat Precast	=	0,7	x	1,9	x	87,5	x	2	=	232,750 kg/m		
Plafon	=	0,7	x	1,9	x	18	x	2	x	5,9	=	282,492 kg/m
air hujan	=	0,7	x	1,9	x	50					=	66,500 kg/m
Balok Anak	=										=	65,700 kg/m
Balok	=										=	84,500 kg/m
Plat Beton	=	288	x	5,9							=	1699,200 kg/m
qD											=	2431,142 kg/m

Sambungan	=	15	%	x	qD						=	364,671 kg/m
										qD Total	=	2795,813 kg/m

2. Beban Hidup

Gedung Kuliah	=	0,9	x	1,9	x	250	x	2			=	855 kg/m
										qL	=	855 kg/m

Beban Terfaktor

$$\begin{aligned} q_u &= 1,2 \times q_D + 1,6 \times q_L \\ &= 1,2 \times 2795,813 + 1,6 \times 855 \\ &= 4722,976 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

Pelat ukuran 6x4

a. Balok A-4-5, balok L dengan bentang 6m

1. Beban mati

Pelat Precast	=	0,9	x	1,9	x	87,5	=	149,625 kg/m
Plafon	=	0,9	x	1,9	x	18	=	30,780 kg/m
air hujan	=	0,7	x	1,9	x	50	=	66,500 kg/m
Balok Anak	=						=	65,700 kg/m
Balok	=						=	84,500 kg/m
qD	=						=	397,105 kg/m

Sambungan	=	15	%	x	qD		=	59,566 kg/m
						qD Total	=	456,671 kg/m

2. Beban Hidup

Gedung Kuliah	=	0,9	x	1,9	x	250	=	427,5 kg/m
						qL	=	427,5 kg/m

Beban Terfaktor

$$\begin{aligned} q_u &= 1,2 \times q_D + 1,6 \times q_L \\ &= 1,2 \times 456,671 + 1,6 \times 427,5 \\ &= 1232,005 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

b. Balok B-4-5, balok T dengan bentang 6m

1. Beban mati

Pelat Precast	=	0,9	x	1,9	x	88	x	2	=	299,250 kg/m
Plafon	=	0,9	x	1,9	x	18	x	2	=	61,560 kg/m
air hujan	=	0,7	x	1,9	x	50			=	66,500 kg/m
Balok Anak	=								=	65,700 kg/m
Balok	=								=	84,500 kg/m
qD	=								=	577,510 kg/m

Sambungan	=	15	%	x	qD		=	86,627 kg/m
						qD Total	=	664,137 kg/m

2. Beban Hidup

Gedung Kuliah	=	0,9	x	1,9	x	250	x	2	=	855 kg/m
								qL	=	855 kg/m

Beban Terfaktor

$$\begin{aligned} q_u &= 1,2 \times q_D + 1,6 \times q_L \\ &= 1,2 \times 664,137 + 1,6 \times 855 \\ &= 2164,964 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

c. Balok B-1-3, balok T dengan bentang 6m

1. Beban mati

Pelat Precast	=	0,7	x	1,9	x	88	+	0,9	x	1,9	x	88	=	266,000	kg/m
Plafon	=	0,7	x	1,9	x	18	+	0,9	x	1,9	x	18	=	54,720	kg/m
air hujan	=	0,7	x	1,9	x	50							=	66,500	kg/m
Balok Anak	=												=	65,700	kg/m
Balok	=												=	84,500	kg/m
qD	=												=	537,42	kg/m

Sambungan	=	15	%	x	qD								=	80,613	kg/m		
														qD Total	=	618,033	kg/m

2. Beban Hidup

Gedung Kuliah	=	0,7	x	1,9	x	250	+	0,9	x	1,9	x	250	=	760	kg/m		
														qL	=	760	kg/m

Beban Terfaktor

$$\begin{aligned}
 q_u &= 1,2 \times q_D + 1,6 \times q_L \\
 &= 1,2 \times 618,033 + 1,6 \times 760 \\
 &= 1957,640 \text{ kg/m}
 \end{aligned}$$

Pelat ukuran 8x4

a. Balok B-3-4, balok T dengan bentang 8m

1. Beban mati

Pelat Precast	=	0,9	x	1,9	x	88	x	2	=	299,250	kg/m
Plafon	=	0,9	x	1,9	x	18	x	2	=	61,560	kg/m
air hujan	=	0,7	x	1,9	x	50			=	66,500	kg/m
Balok Anak	=								=	65,700	kg/m
Balok	=								=	84,500	kg/m
qD	=								=	577,51	kg/m

Sambungan	=	15	%	x	qD								=	86,627	kg/m		
														qD Total	=	664,137	kg/m

2. Beban Hidup

Gedung Kuliah	=	0,9	x	1,9	x	250	x	2	=	855	kg/m			
											qL	=	855	kg/m

Beban Terfaktor

$$\begin{aligned}
 q_u &= 1,2 \times q_D + 1,6 \times q_L \\
 &= 1,2 \times 664,137 + 1,6 \times 855 \\
 &= 2164,964 \text{ kg/m}
 \end{aligned}$$

b. Balok A-3-4, balok L dengan bentang 8m

1. Beban mati

Pelat Precast	=	0,9	x	1,9	x	87,5	=	149,625	kg/m		
Plafon	=	0,9	x	1,9	x	18	=	30,780	kg/m		
air hujan	=	0,7	x	2	x	50	=	66,500	kg/m		
Balok Anak	=						=	65,700	kg/m		
Balok	=						=	84,500	kg/m		
								qD	=	397,105	kg/m

Sambungan	=	15	%	x	qD								=	59,566	kg/m		
														qD Total	=	456,671	kg/m

2. Beban Hidup

Gedung Kuliah	=	0,9	x	1,9	x	250	=	427,5	kg/m			
									qL	=	427,5	kg/m

Beban Terfaktor

$$\begin{aligned}
 q_u &= 1,2 \times q_D + 1,6 \times q_L \\
 &= 1,2 \times 456,671 + 1,6 \times 427,5 \\
 &= 1232,005 \text{ kg/m}
 \end{aligned}$$

BALOK INDUK LANTAI ATAP

Perencanaan Pembebanan

a. Beban mati	=	70	x	4	=	280 kg/m
Plat beton dan metal deck	=	18	x	4	=	72 kg/m
Plafond	=	24	x	4	=	96 kg/m
Balok Anak	=				=	65,7 kg/m
qD	=				=	513,7 kg/m
b. Beban hidup						
beban hidup lantai gedung perkuliahan	=	250	x	4	=	1000 kg/m
qL	=				=	1000 kg/m

Momen Maksimum

$$q_u = 1,2 q_D + 1,6 q_L$$

$$= 1,2 \cdot 513,7 + 1,6 \cdot 1000$$

$$= 2216,44 \text{ kg/m}$$

Sehingga

$$M_u = \frac{1}{8} q_u L^2$$

$$= \frac{1}{8} \cdot 2216,44 \cdot 8^2$$

$$= 17731,52 \text{ kg/m}$$

Perhitungan Ix perlu profil

Tegangan ijin balok

$$f_{ijin} = \frac{L}{360}$$

$$= \frac{800}{360}$$

$$= 2,222$$

$$I_x > \frac{5 \cdot q_L \cdot L^4}{384 \cdot E \cdot f_{ijin}}$$

$$I_x > \frac{5 \cdot 10 \cdot 800^4}{384 \cdot 2 \cdot 10^6 \cdot 2,222}$$

$$I_x > 12000$$

Sehingga Ix perlu balok adalah 12000 cm⁴

Perhitungan profil balok

Direncanakan menggunakan profil

WF 300.300.12.12

A	=	83,36	Zx	=	1383552
w	=	65,4	Zy	=	272816
d	=	300	Ix	=	11300
bf	=	200	Iy	=	1600
tf	=	12	Sx	=	893
tw	=	8	Sy	=	189
r	=	18			
rx	=	12,5			
ry	=	4,71			

Perhitungan pembebanan dan momen maksimum

$$q_D = q_D + w$$

$$= 513,7 + 65,4$$

$$= 579,1 \text{ kg/m}$$

$$q_L = 1000 \text{ kg/m}$$

Sehingga

$$q_U = 1,2 q_D + 1,6 q_L$$

$$= 1,2 \cdot 579,1 + 1,6 \cdot 1000$$

$$= 2294,92 \text{ kg/m}$$

$$M_u = \frac{1}{8} q_U L^2$$

$$= \frac{1}{8} \cdot 2294,92 \cdot 8^2$$

$$= 18359,36 \text{ kg/m}$$

Kontrol Profil Balok

Kontrol Lentutan Balok

$$f_{ijin} = \frac{L}{360}$$

$$= \frac{800}{360}$$

$$= 2,222$$

$$f_{maks} = \frac{5 \cdot q_L \cdot L^4}{384 \cdot E \cdot I_x}$$

$$= \frac{5 \cdot 10 \cdot 800^4}{384 \cdot 2 \cdot 10^6 \cdot 12000}$$

$$= 2,360 > f_{ijin} \quad 2,222$$

Kontrol Penampang

$$\frac{b}{2t_f} \leq \frac{170}{\sqrt{f_y}}$$

$$\frac{24}{8,333} \leq \frac{170}{\sqrt{250}}$$

$$2,88 \leq 10,75174$$

$$\frac{h}{t_w} \leq \frac{1680}{\sqrt{f_y}}$$

$$\frac{300}{8} \leq \frac{1680}{\sqrt{250}}$$

$$37,500 \leq 106,2525$$

Pemeriksaan Terhadap Tekuk Torsi Lateral

$$L_p = \frac{790}{\sqrt{f_y}} \times r_y$$

$$= \frac{790}{\sqrt{250}} \times 47,1$$

$$= 2353,304 \text{ mm}$$

dengan

$$E = 2.10^5$$

$$G = 8.10^4$$

$$J = \frac{1}{3} e \cdot b \cdot H^3$$

$$= \frac{1}{3} (300.12^3 + 300.12^3)$$

$$= 550000$$

$$A = 83,36$$

$$S_x = 893$$

Sehingga

$$X_1 = \frac{\pi}{S_x} \sqrt{\frac{E G J A}{2}}$$

$$= \frac{3,14}{1150 \times 10^3} \sqrt{\frac{2.10^5 \times 8.10^4 \times 550000 \times 83,36 \times 10^2}{2}}$$

$$= 21295,28 \text{ MPa}$$

dengan

$$C_w = \frac{I_f \times h^2}{2}$$

$$= \frac{1/12 \times 15 \times 300^3 (300 + 2 \times 12)^2}{2}$$

$$= 1837687500000$$

Sehingga

$$X_2 = 4 \left(\frac{S_x}{G \times J} \right)^2 \frac{C_w}{I_y}$$

$$= 4 \left(\frac{867.10^3}{8 \times 10^4 \cdot 518083,33} \right)^2 \frac{1837687500000}{3650 \times 10^4}$$

$$= 4 \left(\frac{893000}{44000000000} \right)^2 \frac{1837687500000}{16000000}$$

$$= 0,000 \times 10^{-5} \text{ mm}^4/\text{N}^2$$

maka

$$L_r = r_y \left(\frac{X_1}{f_y - f_r} \right) \sqrt{1 + \frac{1 + X_2 (f_y - f_r)^2}{1 + 5,240 \times 10^{-5} (300 - 70)^2}}$$

$$= 47,1 \left(\frac{21295,28}{(250 - 70)} \right) \sqrt{1 + \frac{1}{118,3071}}$$

$$= 47,1 \cdot 118,3071 \cdot \sqrt{1 + 0,00845}$$

$$= 7880,373 \text{ mm}$$

Didapatkan $L_p = 2353,304 < L = 8000 < L_r = 7880,373$

Sehingga

$$M_r = S_x (f_y - f_r)$$

$$= 1150.10^3 (250 - 70)$$

$$= 0 \text{ kNm}$$

$$M_p = Z_x \cdot F_y$$

$$= 1383552 \cdot 250$$

$$= 345,888 \text{ kNm}$$

Dihitung

$$\Sigma V_A = 0$$

$$R_b \cdot X - 1/2 \cdot q \cdot x^2 = 0$$

$$R_b \cdot 4 - 1/2 \cdot 5212 \cdot 8^2 = 0$$

$$8R_b - 73437,44 = 0$$

$$R_b = \frac{73437,44}{8}$$

$$= 9179,68 \text{ kg} \quad \uparrow$$

$R_A = R_b = 9179,68 \text{ kg} \quad \uparrow$

dengan bentang 8m

$$M_A (2) = R_A \cdot X - 1/2 \cdot q \cdot x^2$$

$$= 9179,68 \cdot 2 - 1/2 \cdot 5212 \cdot 2^2$$

$$= 13769,52 \text{ kgm}$$

$$M_B (4) = R_A \cdot X - 1/2 \cdot q \cdot x^2$$

$$= 9179,68 \cdot 4 - 1/2 \cdot 5212 \cdot 4^2$$

$$= 18359,36 \text{ kgm}$$

$$M_C (6) = R_A \cdot X - 1/2 \cdot q \cdot x^2$$

$$= 9179,68 \cdot 6 - 1/2 \cdot 5212 \cdot 6^2$$

$$= 13769,52 \text{ kgm}$$

$$M_{max} = 1/8 \cdot q \cdot L^2$$

$$= 1/8 \cdot 5212 \cdot 8^2$$

$$= 18359,36$$

Didapatkan

$$C_b = 12,5 \cdot M_{max}$$

$$\begin{aligned}
 &= \frac{2,5 M_{max} + 3M_A + 4M_B + 3M_C}{1,2 \cdot 18359,36} \\
 &= \frac{2,5 (18359,36) + 3 (13769,52) + 4 (18359,36) + 3 (13769,52)}{1,136364} \\
 &= 1,136364 \\
 \text{Sehingga } M_n &= C_b \left[M_r + (M_p - M_r) \frac{L_r - L}{L_r - L_p} \right] \\
 &= 1,136364 \left[207 + \frac{(518,832 - 207) \cdot 7880,373 - 8}{7880,373 - 3,577} \right] \\
 &= 392,7728 \text{ kNm} \\
 &= 39277,28 \text{ kgm}
 \end{aligned}$$

profil masih memenuhi jika

$$\begin{aligned}
 \phi M_n &> M_u \\
 0,9 (60778) &> 18359,36 \\
 35349,55 &> 18359,36 \quad \text{OK!!!}
 \end{aligned}$$

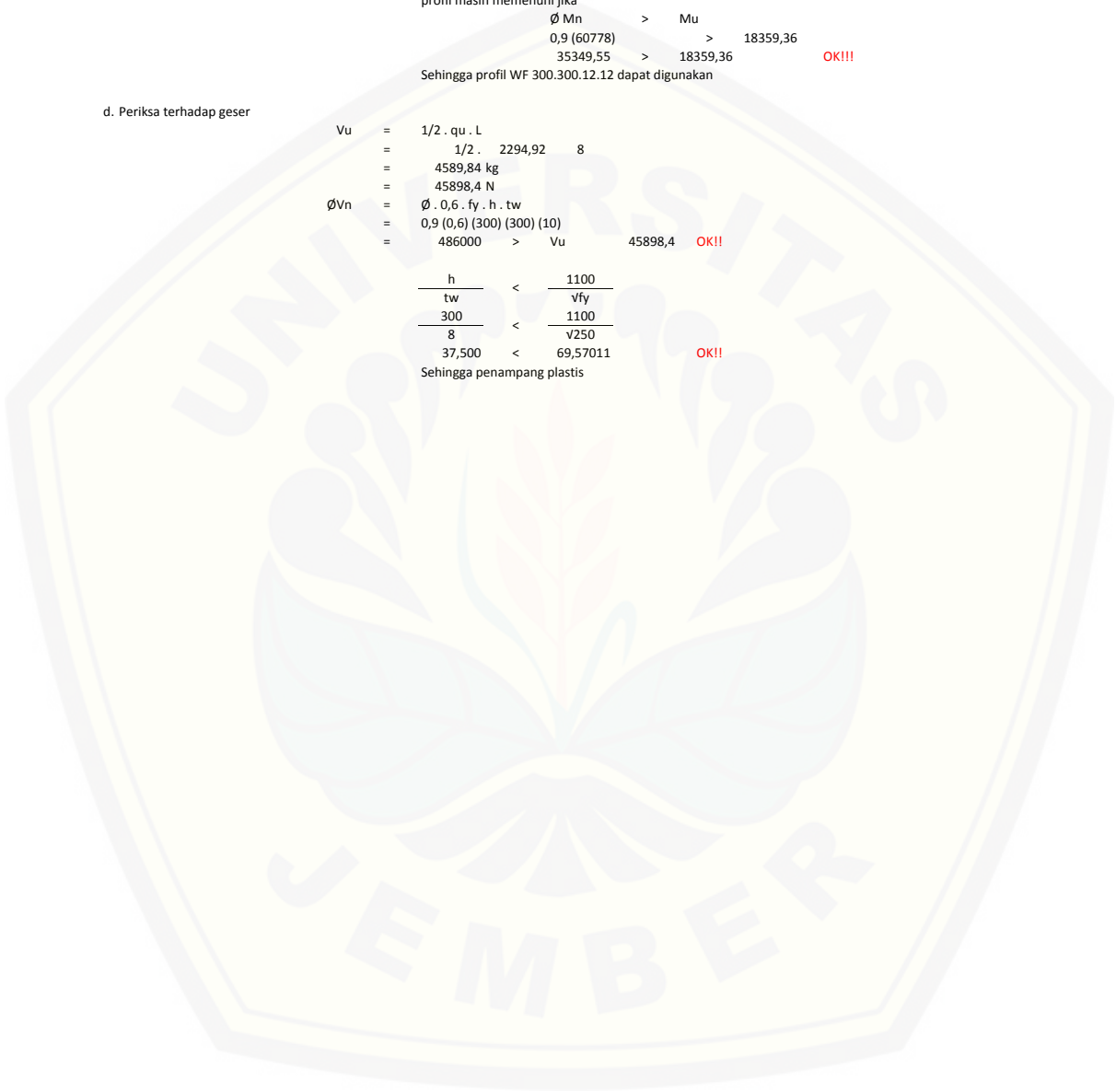
Sehingga profil WF 300.300.12.12 dapat digunakan

d. Periksa terhadap geser

$$\begin{aligned}
 V_u &= 1/2 \cdot q_u \cdot L \\
 &= 1/2 \cdot 2294,92 \cdot 8 \\
 &= 4589,84 \text{ kg} \\
 &= 45898,4 \text{ N} \\
 \phi V_n &= \phi \cdot 0,6 \cdot f_y \cdot h \cdot t_w \\
 &= 0,9 (0,6) (300) (300) (10) \\
 &= 486000 > V_u \quad 45898,4 \quad \text{OK!!}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \frac{h}{t_w} &< \frac{1100}{\sqrt{f_y}} \\
 \frac{300}{8} &< \frac{1100}{\sqrt{250}} \\
 37,500 &< 69,57011 \quad \text{OK!!}
 \end{aligned}$$

Sehingga penampang plastis



Kontrol Profil Kolom

Dari SAP 2000 diperoleh nilai terbesar pada frame 1856

Pu	=	23545,66 Kg	M (A)	=	4214,07 Kgm
Vu	=	1902,983 Kg	M (B)	=	1835,34 Kgm
M(0)	=	6592,798 Kgm	M (C)	=	543,39 Kgm
M(1,25)	=	4214,07 Kgm	M max	=	6592,798 Kgm
M(2,25)	=	1835,34 Kgm			
M(3,75)	=	543,39 Kgm			
M(5)	=	2922,12 Kgm			

profil baja yang digunakan

WF 300.300.15.15 dengan data perencanaan :

A	=	119,8 cm ²	Zx	=	2568375 cm ³
w	=	94 kg/m	Zy	=	352687,5 cm ³
d	=	300 mm	Ix	=	20400 cm ⁴
bf	=	300 mm	Iy	=	6750 cm ⁴
tf	=	15 mm	Sx	=	1360 cm ³
tw	=	15 mm	Sy	=	450 cm ³
r	=	18 mm			
rx	=	13,1 cm			
ry	=	7,51 cm			

Kontrol Penampang

$\frac{b}{2t_f}$	\leq	$\frac{170}{\sqrt{f_y}}$	$\frac{h}{t_w}$	\leq	$\frac{1680}{\sqrt{f_y}}$
$\frac{350}{30}$	\leq	$\frac{170}{\sqrt{250}}$	$\frac{350}{15}$	\leq	$\frac{1680}{\sqrt{250}}$
11,667	\leq	10,75174	23,333	\leq	106,2525

Sehingga penampang kompak

Aksi Kolom

menghitung rasio kelangsingan maksimum

$$\lambda = \frac{k \cdot L}{r_y} = \frac{0,8 \cdot 500}{7,51} = 53,262$$

$$\lambda_c = \frac{1}{\pi} \sqrt{\frac{k \cdot L}{r_y} \cdot \frac{f_y}{E}} = \frac{1}{\pi} \sqrt{53,262 \cdot \frac{250}{2 \cdot 10^5}} = 0,600$$

Karena $0,25 < \lambda_c < 1,2$, sehingga

$$w = \frac{1,43}{1,6 - 0,67} \cdot 0,600 = 1,193466$$

$$f_{cr} = \frac{f_y}{w} = \frac{250}{1,19} = 209,474$$

$$N_n = \frac{A_g \cdot f_{cr}}{250,950} = \frac{11980 \cdot 209,474}{250,950} = 209,474 \text{ ton}$$

$$N_u = \frac{P_u}{23,546} = 23,546 \text{ ton}$$

$$\frac{N_u}{\phi N_n} = \frac{23,546}{0,85 \cdot 250,950} = 0,110384 > 0,2 \text{ Sehingga digunakan rumus :}$$

$$\frac{N_u}{\phi N_n} + \frac{8}{9} \left[\frac{M_{ux}}{\phi_b \cdot M_{nx}} + \frac{M_{uy}}{\phi_b \cdot M_{ny}} \right] < 1,0$$

dengan $\phi = 0,85$
 $\phi_b = 0,9$

Aksi Balok

$$\frac{Nu}{\phi b \cdot Ny} = \frac{23,546}{0,9 \cdot 250} = \frac{10^4}{11980} = 0,087352 > 0,2 \quad \text{Sehingga digunakan rumus :}$$

$$\lambda_p = \frac{500}{\sqrt{250}} \left(2,33 - \frac{Nu}{\phi b \cdot Ny} \right) > \frac{665}{\sqrt{fy}}$$

$$= \frac{500}{\sqrt{250}} \left(2,33 - 0,087 \right) > \frac{665}{\sqrt{250}}$$

$$= 31,62278 \quad 2,243 \quad > \quad 42,058$$

$$= 70,91877 \quad > \quad 42,058$$

$$\lambda = \frac{h}{tw} = \frac{300 - 2 \cdot 12}{15} = 27,6 < \lambda_p \quad \text{Sehingga penampang kompak}$$

$$L_p = \frac{790}{\sqrt{250}} r_y = 375,2295 \text{ cm}$$

dengan

$$E = 2.10^5$$

$$G = 8.10^4$$

$$J = \frac{1}{3} e b \cdot H^3$$

$$= \frac{1}{3} (350 \cdot 19^3 \cdot 2 + 350 \cdot 19^3)$$

$$= 2400650$$

$$A = 119,8 \text{ cm}^2$$

$$S_x = 1360 \text{ cm}^3$$

Sehingga

$$X_1 = \frac{\frac{\pi}{S_x}}{\frac{1360 \times 10^3}{3,14}} \sqrt{\frac{E G J A}{2}} = \frac{3,14}{1360 \times 10^3} \sqrt{\frac{2.10^5 \times 8.10^4 \times 2400650 \times 198,4 \times 10^2}{2}}$$

$$= 35021 \text{ MPa}$$

dengan

$$C_w = \frac{I_f \times h^2}{2} = \frac{1/12 \times 14 \times 350^3 (350 + 2 \times 19)^2}{2} = 5109871083333$$

Sehingga

$$X_2 = 4 \left(\frac{S_x}{G \times J} \right)^2 \frac{C_w}{I_y} = 4 \left(\frac{2450 \cdot 10^2}{8 \times 10^4 \cdot 2400650} \right)^2 \frac{5109871083333}{3650 \times 10^4}$$

$$= 4 \left(\frac{1360000}{1,92052E+11} \right)^2 \frac{5109871083333}{67500000}$$

$$= 1,518 \times 10^{-5} \text{ mm}^4/\text{N}^2$$

maka

$$L_r = r_y \left(\frac{X_1}{f_y - f_r} \right) \sqrt{1 + \nu} = 75,1 \left(\frac{35021}{(250-70)} \right) \sqrt{1 + \nu} = 194,5611 \sqrt{1 + \nu} = 1,491984$$

$$= 21777,9 \text{ mm}$$

Didapatkan Lp

$$3,752 < L = 5000 < L_r = 21777,9$$

Sehingga

$$M_r = S_x (f_y - f_r) = 867 \cdot 10^3 (250-70) = 0 \text{ kNm}$$

$$M_p = Z_x \cdot F_y = 2568375 \cdot 250 = 642,0938 \text{ kNm}$$

$$C_b = \frac{12,5 \cdot M_{max}}{2,5 M_{max} + 3M_A + 4M_B + 3M_C} = \frac{1,2 \cdot 574,73}{2,5 (574,73) + 3 (381,25) + 4 (187,68) + 3 (5,84)} = 2,163$$

$$M_n = C_b \left[M_r + (M_p - M_r) \frac{L_r - L}{L_r - L_p} \right] = 2,163 \left[244,8 + (534,938 - 244,8) \frac{21777,9 - 5}{21777,9 - 3,752} \right]$$

$$= 1388,704 \text{ kNm}$$

$$= 138870,4 \text{ kgm}$$

$$\phi M_n = 0,9 \cdot 138870,4 = 124983,3436 \text{ kgm} > M_u = 6592,798 \text{ kgm}$$

Perbesaran Momen

Sumbu x

$$\frac{k \cdot L}{r_x} = \frac{0,8 \cdot 500}{13,1} = 30,534$$

cm = 1 untuk struktur yang sederhana

$$N_{e1} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot Ag}{(k \cdot L / r_x)^2} = \frac{\pi^2 \cdot 2.10^5 \cdot 11980}{932,347} = 2533,779 \text{ ton}$$

$$\phi_b = \frac{C_m}{1 - N_u / N_{e1}} = \frac{1}{1 - 327,901 / 2533,779} = 1,009 > 1$$

Sumbu y

$$\frac{k \cdot L}{r_y} = \frac{0,8 \cdot 500}{7,51} = 53,26232$$

cm = 1 untuk struktur yang sederhana

$$N_{e1} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot Ag}{(k \cdot L / r_y)^2} = \frac{\pi^2 \cdot 2.10^5 \cdot 11980}{2836,874} = 832,7334 \text{ ton}$$

$$\phi_b = \frac{C_m}{1 - N_u / N_{e1}} = \frac{1}{1 - 327,901 / 832,733} = 1,029 > 1$$

digunakan $\phi_b = 1,029$

Periksa terhadap aksi kolom

$$M_{ux} = \phi_b \cdot M_u = 1,029 \cdot 6592,798 = 6784,635 \text{ kgm} = 6,785 \text{ ton m}$$

Sehingga

$$\frac{N_u}{\phi N_n} = \frac{8}{9} \left[\frac{M_{ux}}{\phi_b \cdot M_{nx}} \right] < 1,0$$

$$\frac{23,546}{0,85 \cdot 250,95} + \frac{8}{9} \left[\frac{6,785}{0,9 \cdot 139} \right] < 1,0$$

$$0,110 + \frac{0,048}{0,159} < 1$$

ANGIN

Tekanan Angin

Data Perencanaan

Koefisien tekan atap	=	0,02	α	-4
	=	0,02	30°	-4
	=	0,6		

Perencanaan Pembebanan

Total Tekanan

Tinggi (m)	Tek. Angin (kg/m ²)	Koefisien tekan	Total Tekanan	: 13 (km/m)
5	40	0,9	180	13,84615385
10	40	0,9	360	27,69230769
15	40	0,9	540	41,53846154
20	40	0,9	720	55,38461538
25	40	0,9	900	69,23076923
25,4127	40	0,1	101,6508	7,819292308
25,7538	40	0,1	103,0152	7,924246154
26,0276	40	0,1	104,1104	8,008492308
26,2375	40	0,1	104,95	8,073076923
26,3858	40	0,1	105,5432	8,118707692
26,4742	40	0,1	105,8968	8,145907692
26,5035	40	0,1	106,014	8,154923077

Tinggi (m)	Tek. Angin (kg/m ²)	Koefisien tarik	Total Tekanan	: 13 (km/m)
5	40	-0,4	-80	-6,153846154
10	40	-0,4	-160	-12,30769231
15	40	-0,4	-240	-18,46153846
20	40	-0,4	-320	-24,61538462
25	40	-0,4	-400	-30,76923077
25,4127	40	-0,4	-406,6032	-31,27716923
25,7538	40	-0,4	-412,0608	-31,69698462
26,0276	40	-0,4	-416,4416	-32,03396923
26,2375	40	-0,4	-419,8	-32,29230769
26,3858	40	-0,4	-422,1728	-32,47483077
26,4742	40	-0,4	-423,5872	-32,58363077
26,5035	40	-0,4	-424,056	-32,61969231

KUDA-KUDA

Pekerjaan	=	Volume
Kuda-kuda pipa baja	=	1912,61 Kg
Gording pipa baja	=	2908,08 Kg
Bracing pipa baja	=	488,16 Kg
Plat landasan, simpul, tupai dll	=	240,08 Kg
Batang tarik diameter 19	=	217,56 Kg
Batang tarik diameter 16 + mur	=	186,54 Kg
Ikatan gording diameter 12 + mur	=	218,56 Kg
Jarum keras	=	23 Kg
Baut angkur diameter 19	=	56 Kg
Listplan kayu 3/25	=	96 Kg
Penutup atap CMS lengkung	=	499,3 Kg
Papan kompres (dua sisi samping)	=	29,7 Kg
Pengecatan rangka kuda-kuda, gording dan listplank	=	146,78 Kg
Total Volume	=	7022,37 Kg

$$\begin{aligned}
 qD &= \frac{\text{Volume / Jumlah kolom}}{\text{Panjang Lengkung atap}} \\
 &= \frac{540,182}{15,66} \\
 &= 34,494 \text{ kg/m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 qL &= (40 \times 0,8 \times \cos 30^\circ) \\
 &= 27 \text{ kg/m} \\
 &= 27 \text{ kg/m} \quad : \quad \cos 30^\circ \\
 &= 31,177 \text{ kg/m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 q_u &= 1,2 D + 1,6 qL \\
 &= 91,276 \text{ kg/m}
 \end{aligned}$$

Analisis Struktur Utama

Beban berfaktor Lantai 2-5

Potongan	Balok	Beban Terfaktor (Kg/m)	Σ Potongan	Bentang (m)	Total
A-2-3	L	2386,341	24	4	229088,688
3-A-B	T	3271,655	96	4	1256315,52
1-B-C	T	4543,218	16	4	290765,9336
1-C-D	T	5224,584	16	4	334373,3683
1-D-E	T	5734,450	16	4	367004,7821
1-E-F	T	6058,910	16	4	387770,2272
1-F-G	T	6244,316	16	4	399636,1958
A-4-5	L	2639,288	8	6	126685,8
B-4-5	T	3777,549	80	6	1813223,52
B-1-3	T	3524,602	8	6	169180,896
B-3-4	T	3777,549	44	8	1329697,248
A-3-4	L	2639,288	8	8	168914,4
1-B	T	3777,549	16	0,3	18132,2352
1-C	T	3777,549	16	0,77	46539,40368
1-D	T	3777,549	16	1,09	65880,45456
1-E	T	3777,549	16	1,39	84012,68976
1-F	T	3777,549	16	1,45	87639,1368
1-G	T	3777,549	16	1,5	90661,176
				Total	7265521,675

Beban berfaktor Lantai atap

Potongan	Balok	Beban Terfaktor (Kg/m)	Σ Potongan	Bentang (m)	Total
A-2-3	L	1024,681	14	4	57382,1192
3-A-B	T	1750,315	8	4	56010,0928
1-B-C	T	3021,878	4	4	48350,04979
1-C-D	T	3703,244	4	4	59251,90848
1-D-E	T	4213,110	4	4	67409,76192
1-E-F	T	4537,570	4	4	72601,1232
1-F-G	T	4722,976	4	4	75567,61536
A-4-5	L	1232,005	4	6	29568,1176
B-4-5	T	2164,964	11	6	142887,6108
B-1-3	T	1957,640	2	6	23491,6752
B-3-4	T	2164,964	2	8	34639,4208
A-3-4	L	1232,005	4	8	39424,1568
1-B	T	2164,964	4	0,3	2597,95656
1-C	T	2164,964	4	0,77	6668,088504
1-D	T	2164,964	4	1,09	9439,242168
1-E	T	2164,964	4	1,39	12037,19873
1-F	T	2164,964	4	1,45	12556,79004
1-G	T	2164,964	4	1,5	12989,7828
				Total	762872,7108

Beban berfaktor kuda-kuda

Total beban	=	qu	x	Jumlah kuda-kuda	x	15,66
	=	91,276	x	13	x	15,66
	=	18582,06586				
 Total beban	=	7265521,68	+	762872,7108	+	18582,066
	=	8046976,452				
 Total beban SAP	=	8275515,911				
 CEK	=	8275515,911	-	8046976,452		x 100%
	=	2,762 %				

Kontrol Profil
Kontrol Profil Balok

Dari hasil SAP 2000 diperoleh :

Mu	=	51605,6216 Kgm
Pu	=	5548,73297 Kg
Vu	=	30189,5872 kg

profil baja yang digunakan

WF 300.300.12.12 dengan data perencanaan :

A	=	107,7 cm ²	Zx	=	2075328 cm ³
w	=	84,5 kg/m	Zy	=	279936 cm ³
d	=	300 mm	Ix	=	16900 cm ⁴
bf	=	300 mm	Iy	=	5520 cm ⁴
tf	=	12 mm	Sx	=	1150 cm ³
tw	=	12 mm	Sy	=	365 cm ³
r	=	18 mm			
rx	=	12,5 cm			
ry	=	7,16 cm			

Mutu Baja	:	BJ 41
Fu	=	4100 Kg/cm ²
Fy	=	2500 Kg/cm ²

Kontrol Penampang

$\frac{b}{2t_f}$	≤	$\frac{170}{\sqrt{f_y}}$	$\frac{h}{t_w}$	≤	$\frac{1680}{\sqrt{f_y}}$
$\frac{300}{24}$	≤	$\frac{170}{\sqrt{250}}$	$\frac{300}{12}$	≤	$\frac{1680}{\sqrt{250}}$
12,500	≤	10,751744	25,000	≤	106,252529

Sehingga penampang kompak

Kontrol lateral buckling

Lp	=	$\frac{790}{\sqrt{f_y}}$	x	ry
	=	$\frac{790}{\sqrt{250}}$	x	7,16
	=	357,742147 mm		
dengan				
E	=	2.10 ⁵		
G	=	8.10 ⁴		
J	=	$\frac{1}{3} e \cdot b \cdot H^3$		
	=	$\frac{1}{3} (300.12^3.2 + 300.12^3)$		
	=	775000		
A	=	107,7 cm ²		
Sx	=	1150 cm ³		

Sehingga

X ₁	=	$\frac{\pi}{S_x}$	√	$\frac{E G J A}{2}$
	=	$\frac{3,14}{1150 \times 10^3}$	√	$\frac{2.10^5 \times 8.10^4 \times 775000 \times 107,7 \times 10^2}{2}$
	=	22311,846 MPa		

dengan

Cw	=	$\frac{I_f \times h^2}{2}$
	=	$\frac{1/12 \times 15 \times 300^3 (300 + 2 \times 12)^2}{2}$
	=	1837687500000

Sehingga

X ₂	=	4	$\left(\frac{S_x}{G \times J} \right)^2$	$\frac{C_w}{I_y}$
	=	4	$\left(\frac{1150.10^3}{8 \times 10^4 \cdot 518083,33} \right)^2$	$\frac{1837687500000}{3650 \times 10^4}$
	=	4	$\left(\frac{1150000}{62000000000} \right)^2$	$\frac{1837687500000}{55200000}$
	=	4,581 x 10 ⁻⁵	mm ⁴ /N ²	

maka

Lr	=	ry	$\left(\frac{X_1}{f_y - f_r} \right)$	√	1 + √	1 + X ₂ (f _y - f _r) ²
	=	71,6	$\left(\frac{22311,8}{(250-70)} \right)$	√	1 + √	1 + 5,240 x 10 ⁻⁵ (300-70) ²
	=	71,6	123,955	√	1 + √	2,48439638
	=	14245,1012 mm				

Didapatkan Lp 8.10⁴ < L 8000 < Lr 14245

Sehingga

$$\begin{aligned}
 M_r &= S_x (f_y - f_r) \\
 &= 1150,10^2 (250-70) \\
 &= 207 \text{ kNm} \\
 M_p &= Z_x \cdot F_y \\
 &= 2075328 \cdot 250 \\
 &= 518,832 \text{ kNm}
 \end{aligned}$$

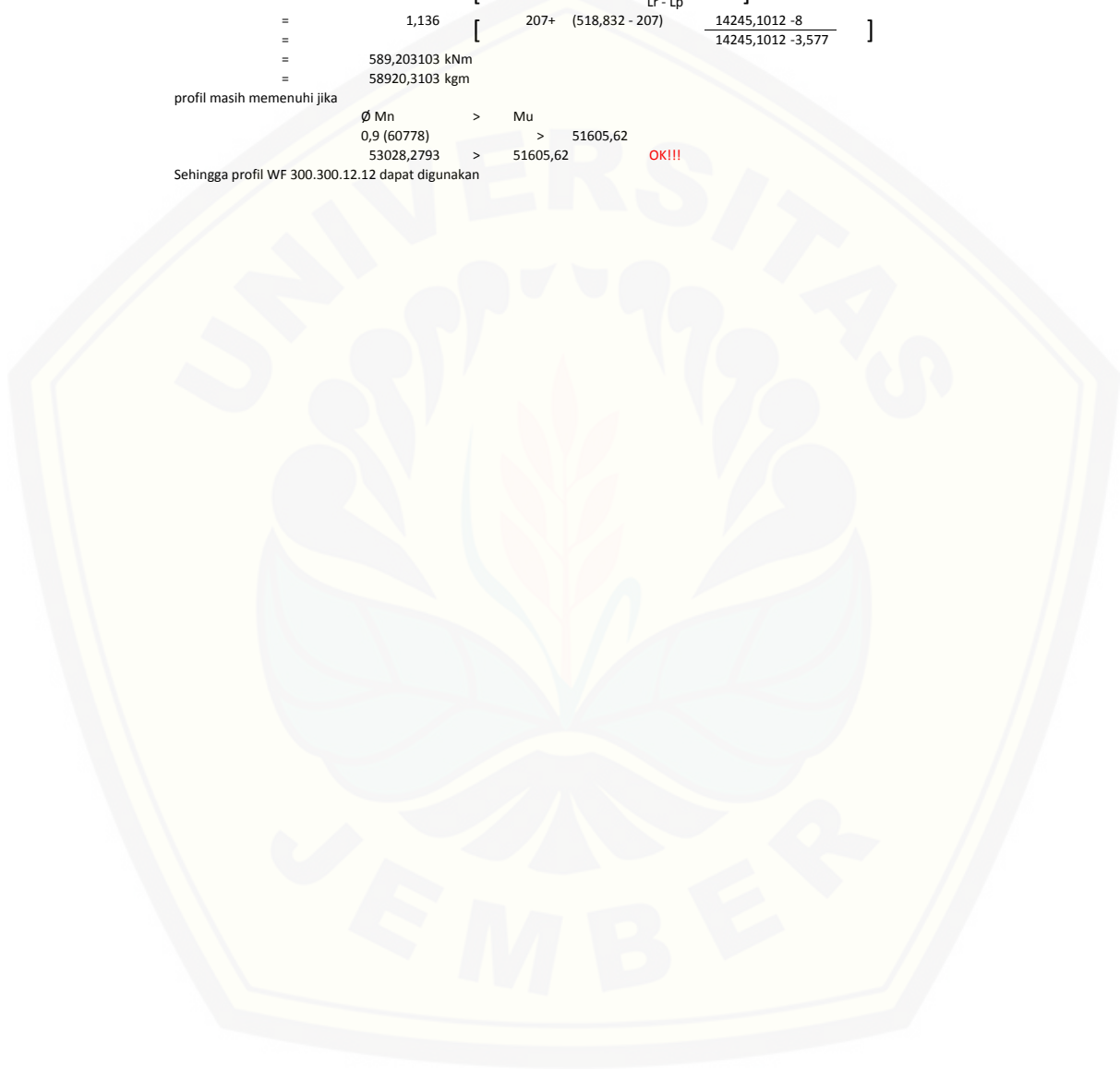
dengan $C_b = 1,136$

$$\begin{aligned}
 M_n &= C_b \left[M_r + (M_p - M_r) \frac{L_r - L}{L_r - L_p} \right] \\
 &= 1,136 \left[207 + (518,832 - 207) \frac{14245,1012 - 8}{14245,1012 - 3,577} \right] \\
 &= 589,203103 \text{ kNm} \\
 &= 58920,3103 \text{ kgm}
 \end{aligned}$$

profil masih memenuhi jika

$$\begin{aligned}
 \phi M_n &> M_u \\
 0,9 (60778) &> 51605,62 \\
 53028,2793 &> 51605,62 \quad \text{OK!!!}
 \end{aligned}$$

Sehingga profil WF 300.300.12.12 dapat digunakan



Kontrol Profil Kolom

Dari SAP 2000 diperoleh nilai terbesar pada frame 1856

Pu	=	363968,67 Kg	M (A)	=	848,29 Kgm
Vu	=	398,054 Kg	M (B)	=	350,72 Kgm
M(0)	=	1345,85 Kgm	M (C)	=	146,85 Kgm
M(1,25)	=	848,29 Kgm	M max	=	1345,85 Kgm
M(2,25)	=	350,72 Kgm			
M(3,75)	=	146,85 Kgm			
M(5)	=	644,42 Kgm			

profil baja yang digunakan

WF 350.350.12.19 dengan data perencanaan :

A	=	198,4 cm ²	Zx	=	4409159 cm ³
w	=	156 kg/m	Zy	=	610033 cm ³
d	=	350 mm	Ix	=	42800 cm ⁴
bf	=	350 mm	Iy	=	14400 cm ⁴
tf	=	19 mm	Sx	=	2450 cm ³
tw	=	19 mm	Sy	=	809 cm ³
r	=	20 mm			
rx	=	14,7 cm			
ry	=	8,53 cm			

Kontrol Penampang

$\frac{b}{2t_f}$	≤	$\frac{170}{\sqrt{f_y}}$	$\frac{h}{t_w}$	≤	$\frac{1680}{\sqrt{f_y}}$
$\frac{350}{38}$	≤	$\frac{170}{\sqrt{250}}$	$\frac{350}{19}$	≤	$\frac{1680}{\sqrt{250}}$
9,211	≤	10,751744	18,421	≤	106,252529

Sehingga penampang kompak

Aksi Kolom

menghitung rasio kelangsingan maksimum

$$\lambda = \frac{k \cdot L}{r_y} = \frac{0,8 \cdot 500}{8,53} = 46,893$$

$$\lambda_c = \frac{1}{\pi} \sqrt{\frac{k \cdot L}{r_y} \cdot \frac{f_y}{E}} = \frac{1}{\pi} \sqrt{\frac{0,8 \cdot 500}{46,893} \cdot \frac{250}{2.10^5}} = 0,528$$

Karena $0,25 < \lambda_c < 1,2$, sehingga

$$w = \frac{1,43}{1,6 - 0,67 \cdot 0,528} = 1,147$$

$$f_{cr} = \frac{f_y}{w} = \frac{250}{1,15} = 217,874$$

$$N_n = A_g \cdot f_{cr} = 19840 \cdot 217,874 = 432,262 \text{ ton}$$

$$N_u = P_u = 363,969 \text{ ton}$$

$$\frac{N_u}{\phi N_n} = \frac{363,969}{0,85 \cdot 432,262} = 0,991 > 0,2 \text{ Sehingga digunakan rumus :}$$

$$\frac{N_u}{\phi N_n} + \frac{8}{9} \left[\frac{M_{ux}}{\phi_b \cdot M_{nx}} + \frac{M_{uy}}{\phi_b \cdot M_{ny}} \right] < 1,0$$

dengan $\phi = 0,85$
 $\phi_b = 0,9$

$$\begin{aligned}
 \text{Aksi Balok} & \\
 \frac{Nu}{\phi b \cdot Ny} &= \frac{363,969 \cdot 10^4}{0,9 \cdot 250 \cdot 19840} \\
 &= \frac{0,815}{0,815} > \frac{0,2}{0,2} \quad \text{Sehingga digunakan rumus :} \\
 \lambda p &= \frac{500}{\sqrt{250}} \left(2,33 - \frac{Nu}{\phi b \cdot Ny} \right) > \frac{665}{\sqrt{fy}} \\
 &= \frac{500}{\sqrt{250}} \left(2,33 - 0,815 \right) > \frac{665}{\sqrt{250}} \\
 &= 31,62 \quad 1,515 > 42,058 \\
 &= 47,9 > 42,058 \\
 \lambda &= \frac{h}{tw} \\
 &= \frac{350 - 2 \cdot 12}{19} \\
 &= 32,6 < \lambda p \quad \text{Sehingga penampang kompak} \\
 Lp &= \frac{790}{\sqrt{250}} ry \\
 &= 426,2 \text{ cm} \\
 \text{dengan} & \\
 E &= 2 \cdot 10^5 \\
 G &= 8 \cdot 10^4 \\
 J &= \frac{1}{3} e b \cdot H^3 \\
 &= \frac{1}{3} (350 \cdot 19^3 \cdot 2 + 350 \cdot 19^3) \\
 &= 2400650 \\
 A &= 198,4 \text{ cm}^2 \\
 Sx &= 2450 \text{ cm}^3 \\
 \text{Sehingga} & \\
 X_1 &= \frac{\frac{\pi}{Sx}}{\frac{1360 \times 10^3}{25017,4946 \text{ MPa}}} \sqrt{\frac{E G J A}{2}} \\
 &= \frac{3,14}{1360 \times 10^3} \sqrt{\frac{2 \cdot 10^5 \times 8 \cdot 10^4 \times 2400650 \times 198,4 \times 10^3}{2}} \\
 &= 25017,4946 \text{ MPa} \\
 \text{dengan} & \\
 Cw &= \frac{I_f x h^2}{2} \\
 &= \frac{1/12 \times 14 \times 350^3 (350 + 2 \times 19)^2}{2} \\
 &= 5109871083333 \\
 \text{Sehingga} & \\
 X_2 &= 4 \left(\frac{Sx}{G \times J} \right)^2 \frac{Cw}{I_y} \\
 &= 4 \left(\frac{2450 \cdot 10^3}{8 \times 10^4 \cdot 2400650} \right)^2 \frac{5109871083333}{3650 \times 10^4} \\
 &= 4 \left(\frac{2450000}{1,92052E+11} \right)^2 \frac{5109871083333}{144000000} \\
 &= 2,310 \times 10^{-5} \text{ mm}^2/N^2 \\
 \text{maka} & \\
 Lr &= ry \left(\frac{X_1}{fy - fr} \right) \sqrt{1 + \sqrt{1 + X_2 (fy - fr)^2}} \\
 &= 85,3 \left(\frac{25017,5}{(250-70)} \right) \sqrt{1 + \sqrt{1 + 5,240 \times 10^{-5} (350-70)^2}} \\
 &= 85,3 \cdot 138,986 \sqrt{1 + \sqrt{1 + 1,7484227}} \\
 &= 18066,6475 \text{ mm} \\
 \text{Didapatkan } Lp &= 4,262 < L = 5000 < Lr = 18067 \\
 \text{Sehingga} & \\
 Mr &= Sx (fy - fr) \\
 &= 867 \cdot 10^3 (250-70) \\
 &= 441 \text{ kNm} \\
 Mp &= Zx \cdot Fy \\
 &= 4409159 \cdot 250 \\
 &= 1102,28975 \text{ kNm} \\
 Cb &= \frac{12,5 \cdot Mmax}{2,5 Mmax + 3Ma + 4Mb + 3Mc} \\
 &= \frac{1,2 \cdot 574,73}{2,5 (574,73) + 3 (381,25) + 4 (187,68) + 3 (5,84)} \\
 &= 2,170
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 M_n &= C_b \left[M_r + (M_p - M_r) \frac{L_r - L_p}{L_r - L_p} \right] \\
 &= 2,170 \left[244,8 + (534,938 - 244,8) \frac{18066,6475 - 5}{18066,6475 - 3,752} \right] \\
 &= 2391,50279 \text{ kNm} \\
 &= 239150,279 \text{ kgm} \\
 \phi M_n &= 0,9 \cdot 239150,279 \\
 &= 215235,251 \text{ kgm} > M_u \quad 1345,85 \text{ kgm}
 \end{aligned}$$

Perbesaran Momen
Sumbu x

$$\begin{aligned}
 \frac{k \cdot L}{r_x} &= \frac{0,8 \cdot 500}{14,7} \\
 &= 27,211 \\
 &= 1 \quad \text{untuk struktur yang sederhana} \\
 N_{e1} &= \frac{\pi^2 \cdot E \cdot A_g}{(k \cdot L / r_x)^2} \\
 &= \frac{\pi^2 \cdot 2 \cdot 10^5 \cdot 19840}{740,432} \\
 &= 5283,79119 \text{ ton} \\
 \phi_b &= \frac{C_m}{1 - N_u / N_{e1}} \\
 &= \frac{1}{1 - 327,901 / 5283,791} \\
 &= 1,074 > 1
 \end{aligned}$$

Sumbu y

$$\begin{aligned}
 \frac{k \cdot L}{r_y} &= \frac{0,8 \cdot 500}{8,53} \\
 &= 46,89 \\
 &= 1 \quad \text{untuk struktur yang sederhana} \\
 N_{e1} &= \frac{\pi^2 \cdot E \cdot A_g}{(k \cdot L / r_y)^2} \\
 &= \frac{\pi^2 \cdot 2 \cdot 10^5 \cdot 19840}{2198,983} \\
 &= 1779,13556 \text{ ton} \\
 \phi_b &= \frac{C_m}{1 - N_u / N_{e1}} \\
 &= \frac{1}{1 - 327,901 / 1779,136} \\
 &= 1,257 > 1
 \end{aligned}$$

digunakan $\phi_b = 1,257$

Periksa terhadap aksi kolom

$$\begin{aligned}
 M_{ux} &= \phi_b \cdot M_u \\
 &= 1,257 \cdot 1345,85 \\
 &= 1691,991 \text{ kgm} \\
 &= 1,692 \text{ ton m}
 \end{aligned}$$

Sehingga

$$\begin{aligned}
 \frac{N_u}{\phi N_n} &= \frac{8}{9} \left[\frac{M_{ux}}{\phi_b \cdot M_{nx}} \right] < 1,0 \\
 \frac{0,85}{0,991} + \frac{363,969}{432,26} + \frac{8}{9} \left[\frac{1,692}{0,9 \cdot 239,15} \right] &< 1,0 \\
 &+ 0,007 < 1 \\
 &+ 0,998 < 1
 \end{aligned}$$

Daftar Harga Upah, Bahan dan Alat

Pekerjaan : Pembangunan gedung perkuliahan fakultas kedokteran

Lokasi : Fakultas Kedokteran Universitas Jember

A.	Harga Upah	Satuan	Harga Satuan
1	Pekerja	hari	Rp 71.000
2	Tukang	hari	Rp 88.000
	Tukang gali	hari	Rp 88.000
	Tukang batu	hari	Rp 88.000
	Tukang kayu	hari	Rp 88.000
	Tukang besi	hari	Rp 88.000
	Tukang las	hari	Rp 88.000
	Tukang pipa/operator pompa	hari	Rp 88.000
3	Kepala Tukang	hari	Rp 99.000
4	Mandor	hari	Rp 94.000
5	Juru Ukur	hari	Rp 100.000
6	Pembantu juru ukur	hari	Rp 65.000
7	Operator alat berat	hari	Rp 100.000
8	Pembantu operator	hari	Rp 100.000
9	Sopir Truk	hari	Rp 70.000
10	Kenek truk	hari	Rp 60.000
11	Juru gambar	hari	Rp 100.000

C.	Harga Sewa Alat	Satuan	Harga Satuan
1	Batching Plant	Jam	Rp 2.000.000
2	Bulldozer	Jam	Rp 380.900
3	Compressor	Jam	Rp 200.000
4	Concrete Mixer	Jam	Rp 92.000
5	Concrete Vibrator`	Jam	Rp 87.000
6	Dump Truck 3-4 m3	Jam	Rp 281.000
7	Tower crane	Jam	Rp 300.000
8	Jack Hummer	Jam	Rp 299.000
9	Excavator	Jam	Rp 269.400
10	Motor Grader	Jam	Rp 757.000
11	P. Tyre Roller	Jam	Rp 350.000
12	Pick up	Jam	Rp 119.000
13	Vibrator Roller	Jam	Rp 477.000
14	Water Tank Truck	Jam	Rp 220.000
15	Wheel Loader	Jam	Rp 345.000
16	Barcutter	hari	Rp 150.000
17	Barbinder	hari	Rp 150.000

B.	Harga Bahan	Satuan	Harga Satuan
1	PC	kg	Rp 1.250
2	Pasir beton	m ³	Rp 150.000
3	Kerikil	m ³	Rp 210.000
4	Besi beton polos	kg	Rp 8.250
5	Besi beton ulir	kg	Rp 10.500
6	Kawat beton	kg	Rp 18.571
7	Multiplex 12	lbr	Rp 144.000
8	Kaso 5/7	m ³	Rp 4.500.000
9	Perancah	m ³	Rp 1.550.000
10	Paku 5cm dan 7cm	kg	Rp 15.000
11	Minyak Begisting	L	Rp 20.000
12	Kayu dolken diameter 6	btg	Rp 22.000
13	Kayu kelas II (papan)	m ³	Rp 885.600
14	Kayu kelas III (papan)	m ³	Rp 467.715
15	Kayu kelas II (balok)	m ³	Rp 732.832
16	Plywood tebal 9mm	lbr	Rp 286.400
17	Baja WF 300 - 400	kg	Rp 13.500
18	Baja WF 200 - 300	kg	Rp 11.900
19	pipa baja dia 6"	kg	Rp 9.871
20	pipa baja dia 2 1/2"	kg	Rp 13.432
21	pipa baja dia 3"	kg	Rp 13.471
22	plat besi	kg	Rp 15.300
23	Meni besi	m ²	Rp 45.000
24	besi profil C	kg	Rp 13.452
25	Aceton, Oxygen	unit	Rp 281.500
26	Kawat las	kg	Rp 60.000
27	Kawat beton	kg	Rp 18.571
28	Baut angkur D19	bh	Rp 50.700
29	pipa besi 0,75"	kg	Rp 2.794
30	mur baut	bh	Rp 16.500
31	pipa besi 0,5"	kg	Rp 2.538
32	Pengencer	L	Rp 15.000
33	Solar	L	Rp 5.100
34	Kuas	bh	Rp 20.000
35	Plat Precast Terpasang	m ²	Rp 480.000
36	Zincalume lengkung	m ²	Rp 160.000

Membuat 1 m3 kolom beton bertulang (200 kg besi dan bekisting)					
No	Uraian	Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
A	BAHAN				
	kayu kelas III	m3	0,400	467.715	187.086
	paku 5-12 cm	kg	4,000	15.000	60.000
	minyak bekisting	kg	2,000	30.500	61.000
	besi beton polos	kg	210,000	8.250	1.732.500
	kawat beton	kg	4,500	18.571	83.570
	PC	m3	336,000	1.250	420.000
	pasir beton	m3	0,540	150.000	81.000
	kerikil	m3	0,810	210.000	170.100
	kayu kelas II (balok)	m3	0,150	467.715	70.157
	plywood tebal 9mm	lembar	3,500	286.400	1.002.400
kayu dolken panjang 4m	btg.	20,000	22.000	440.000	
JUMLAH BAHAN					4.307.813
B	TENAGA				
	Pekerja	OH	7,050	71.000	500.550,000
	Tukang batu	OH	0,275	88.000	24.200,000
	Tukang kayu	OH	1,650	88.000	145.200,000
	Tukang besi	OH	2,100	88.000	184.800,000
	Kepala tukang	OH	0,403	99.000	39.897,000
	Mandor	OH	0,353	94.000	33.182,000
JUMLAH TENAGA KERJA					927.829
D	Jumlah harga tenaga, bahan dan peralatann (A+B+C)				5.235.642
E	Faktor tak terduga	15% x D			785.346
F	Harga satuan pekerjaan (D+E)				6.020.900

Membuat 1 m3 plat beton bertulang (200 kg besi dan bekisting)					
No	Uraian	Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
A	BAHAN				
	kayu kelas III	m3	0,320	467.715	149.669
	paku 5-12 cm	kg	3,200	15.000	48.000
	minyak bekisting	kg	1,600	30.500	48.800
	besi beton polos	kg	157,500	8.250	1.299.375
	kawat beton	kg	2,250	18.571	41.785
	PC	m3	336,000	1.250	420.000
	pasir beton	m3	0,540	150.000	81.000
	kerikil	m3	0,810	210.000	170.100
	kayu kelas II (balok)	m3	0,120	467.715	56.126
	plywood tebal 9mm	lembar	2,800	286.400	801.920
kayu dolken panjang 4m	btg.	32,000	23.000	736.000	
JUMLAH BAHAN					3.852.774
B	TENAGA				
	Pekerja	OH	5,300	71.000	376.300,000
	Tukang batu	OH	0,275	88.000	24.200,000
	Tukang kayu	OH	1,300	88.000	114.400,000
	Tukang besi	OH	1,050	88.000	92.400,000
	Kepala tukang	OH	0,256	99.000	25.344,000
	Mandor	OH	0,265	94.000	24.910,000
JUMLAH TENAGA KERJA					657.554
D	Jumlah harga tenaga, bahan dan peralatann (A+B+C)				4.510.328
E	Faktor tak terduga	15% x D			676.549
F	Harga satuan pekerjaan (D+E)				5.186.800

Membuat 1 m3 balok beton bertulang (200 kg besi dan bekisting)

No	Uraian	Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
A	BAHAN				
	kayu kelas III	m3	0,320	467.715	149.669
	paku 5-12 cm	kg	3,200	15.000	48.000
	minyak bekisting	kg	1,600	30.500	48.800
	besi beton polos	kg	210,000	8.250	1.732.500
	kawat beton	kg	3,000	18.571	55.713
	PC	m3	336,000	1.250	420.000
	pasir beton	m3	0,540	150.000	81.000
	kerikil	m3	0,810	210.000	170.100
	kayu kelas II (balok)	m3	0,140	467.715	65.480
	plywood tebal 9mm	lembar	2,800	286.400	801.920
	kayu dolken panjang 4m	btg.	16,000	22.000	352.000
	JUMLAH BAHAN				
B	TENAGA				
	Pekerja	OH	6,350	71.000	450.850,000
	Tukang batu	OH	0,275	88.000	24.200,000
	Tukang kayu	OH	1,650	88.000	145.200,000
	Tukang besi	OH	1,400	88.000	123.200,000
	Kepala tukang	OH	0,333	99.000	32.967,000
	Mandor	OH	0,318	94.000	29.892,000
JUMLAH TENAGA KERJA					806.309
D	Jumlah harga tenaga, bahan dan peralatann (A+B+C)				4.731.491
E	Faktor tak terduga	15% x D			709.724
F	Harga satuan pekerjaan (D+E)				5.441.200

ANALISA HARGA SATUAN PEKERJAAN KOMBINASI PLAT PRECAST DAN BALOK KOLOM BAJA
 Pekerjaan : PEMBANGUNAN GEDUNG FAKULTAS KEDOKTERAN UNIVERSITAS JEMBER
 Bag. Pekerjaan : BANGUNAN GEDUNG

Pekerjaan Pemasangan Profil Baja

No	Uraian	Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
A	TENAGA				
1	Pekerja	OH	0,0060	71.000,00	426
2	Tukang Besi	OH	0,0400	88.000,00	3.520
3	Kepala tukang besi	OH	0,0050	99.000,00	495
4	Mandor	OH	0,0050	94.000,00	470
				JUMLAH TENAGA KERJA	4.911
B	BAHAN				
1	Baja WF 300	kg	1,050	13.500,00	14.175
				JUMLAH BAHAN	14.175
C	PERALATAN				
				JUMLAH PERALATAN	-
D	Jumlah harga tenaga, bahan dan peralatann				19.086
E	Faktor tak terduga 15% x D				2.863
F	Harga satuan pekerjaan (D+E)				21.900

Pekerjaan Perakitan Profil Baja Per 100kg

No	Uraian	Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
A	TENAGA				
1	Pekerja	OH	0,1000	71.000,00	7.100
2	Tukang Besi	OH	0,1000	88.000,00	8.800
3	Kepala tukang besi	OH	0,0010	99.000,00	99
4	Mandor	OH	0,0050	94.000,00	470
				JUMLAH TENAGA KERJA	16.469
B	BAHAN				
1	Solar	Liter	1,000	71.000,00	71.000
2	Minyak Pelumas	Liter	0,100	20.000,00	2.000
				JUMLAH BAHAN	73.000
C	PERALATAN				
1	sewa alat	Jam	0,8	300.000,00	240.000
				JUMLAH PERALATAN	240.000
D	Jumlah harga tenaga, bahan dan peralatann				329.469
E	Faktor tak terduga 15% x D				49.420
F	Harga satuan pekerjaan (D+E)				378.800

Pekerjaan Pemasangan Profil Baja wf 200x200

No	Uraian	Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
A	TENAGA				
1	Pekerja	OH	0,0060	71.000,00	426
2	Tukang Besi	OH	0,0400	88.000,00	3.520
3	Kepala tukang besi	OH	0,0050	99.000,00	495
4	Mandor	OH	0,0050	94.000,00	470
				JUMLAH TENAGA KERJA	4.911
B	BAHAN				
1	Baja WF 300	kg	1,050	11.900,00	12.495
				JUMLAH BAHAN	12.495
C	PERALATAN				
				JUMLAH PERALATAN	-
D	Jumlah harga tenaga, bahan dan peralatann				17.406
E	Faktor tak terduga 15% x D				2.611
F	Harga satuan pekerjaan (D+E)				20.000

ANALISA HARGA SATUAN BETON NON PRECAST (PERCEPATAN)

Pekerjaan : PEMBANGUNAN GEDUNG FAKULTAS KEDOKTERAN UNIVERSITAS JEMBER

Bag. Pekerjaan : BANGUNAN GEDUNG

Membuat 1 m3 kolom beton bertulang (200 kg besi dan bekisting)

No	Uraian	Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
A	TENAGA				
	Pekerja	OH	7,050	71.000	500.550,000
	Tukang batu	OH	0,275	88.000	24.200,000
	Tukang kayu	OH	1,650	88.000	145.200,000
	Tukang besi	OH	2,100	88.000	184.800,000
	Kepala tukang	OH	0,403	99.000	39.897,000
	Mandor	OH	0,353	94.000	33.182,000
	JUMLAH TENAGA KERJA				927.829
B	Jumlah harga tenaga, bahan dan peralatan				927.829
C	Faktor tak terduga 15% x B				139.174
D	Harga satuan pekerjaan (D+E)				1.067.000

Membuat 1 m3 plat beton bertulang (200 kg besi dan bekisting)

No	Uraian	Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
A	TENAGA				
	Pekerja	OH	5,300	71.000	376.300,000
	Tukang batu	OH	0,275	88.000	24.200,000
	Tukang kayu	OH	1,300	88.000	114.400,000
	Tukang besi	OH	1,050	88.000	92.400,000
	Kepala tukang	OH	0,256	99.000	25.344,000
	Mandor	OH	0,265	94.000	24.910,000
	JUMLAH TENAGA KERJA				657.554
B	Jumlah harga tenaga, bahan dan peralatan				657.554
C	Faktor tak terduga 15% x B				98.633
D	Harga satuan pekerjaan (D+E)				756.100

Membuat 1 m3 balok beton bertulang (200 kg besi dan bekisting)

No	Uraian	Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
A	TENAGA				
	Pekerja	OH	6,350	71.000	450.850,000
	Tukang batu	OH	0,275	88.000	24.200,000
	Tukang kayu	OH	1,650	88.000	145.200,000
	Tukang besi	OH	1,400	88.000	123.200,000
	Kepala tukang	OH	0,333	99.000	32.967,000
	Mandor	OH	0,318	94.000	29.892,000
	JUMLAH TENAGA KERJA				806.309
B	Jumlah harga tenaga, bahan dan peralatan				806.309
C	Faktor tak terduga 15% x B				120.946
D	Harga satuan pekerjaan (D+E)				927.200

Membuat 1 m3 kolom beton bertulang (200 kg besi dan bekisting)

No	Uraian	Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
A	BAHAN				
	kayu kelas III	m3	0,400	467.715	187.086
	paku 5-12 cm	kg	4,000	15.000	60.000
	minyak bekisting	kg	2,000	30.500	61.000
	besi beton polos	kg	210,000	8.250	1.732.500
	kawat beton	kg	4,500	18.571	83.570
	PC	m3	336,000	1.250	420.000
	pasir beton	m3	0,540	150.000	81.000
	kerikil	m3	0,810	210.000	170.100
	kayu kelas II (balok)	m3	0,150	467.715	70.157
	plywood tebal 9mm	lembar	3,500	286.400	1.002.400
	kayu dolken panjang 4m	btg.	20,000	22.000	440.000
	JUMLAH BAHAN				
B	Jumlah harga tenaga, bahan dan peralatan				4.307.813
C	Faktor tak terduga		15% x B		646.172
D	Harga satuan pekerjaan (D+E)				4.953.900

Membuat 1 m3 plat beton bertulang (200 kg besi dan bekisting)

No	Uraian	Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
A	BAHAN				
	kayu kelas III	m3	0,320	467.715	149.669
	paku 5-12 cm	kg	3,200	15.000	48.000
	minyak bekisting	kg	1,600	30.500	48.800
	besi beton polos	kg	157,500	8.250	1.299.375
	kawat beton	kg	2,250	18.571	41.785
	PC	m3	336,000	1.250	420.000
	pasir beton	m3	0,540	150.000	81.000
	kerikil	m3	0,810	210.000	170.100
	kayu kelas II (balok)	m3	0,120	467.715	56.126
	plywood tebal 9mm	lembar	2,800	286.400	801.920
	kayu dolken panjang 4m	btg.	32,000	23.000	736.000
	JUMLAH BAHAN				
B	Jumlah harga tenaga, bahan dan peralatan				3.852.774
C	Faktor tak terduga		15% x B		577.916
D	Harga satuan pekerjaan (D+E)				4.430.600

Membuat 1 m3 balok beton bertulang (200 kg besi dan bekisting)

No	Uraian	Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
A	BAHAN				
	kayu kelas III	m3	0,320	467.715	149.669
	paku 5-12 cm	kg	3,200	15.000	48.000
	minyak bekisting	kg	1,600	30.500	48.800
	besi beton polos	kg	210,000	8.250	1.732.500
	kawat beton	kg	3,000	18.571	55.713
	PC	m3	336,000	1.250	420.000
	pasir beton	m3	0,540	150.000	81.000
	kerikil	m3	0,810	210.000	170.100
	kayu kelas II (balok)	m3	0,140	467.715	65.480
	plywood tebal 9mm	lembar	2,800	286.400	801.920
	kayu dolken panjang 4m	btg.	16,000	22.000	352.000
	JUMLAH BAHAN				
B	Jumlah harga tenaga, bahan dan peralatan				3.925.182
C	Faktor tak terduga		15% x B		588.777
D	Harga satuan pekerjaan (D+E)				4.513.900

