PROYEK AKHIR - VC231834

ALTERNATIF DESAIN GEDUNG PERKULIAHAN DI SEMARANG MENGGUNAKAN PELAT BAJA KOMPOSIT DENGAN SISTEM STRUKTUR ECCENTRICALLY BRACED FRAME (EBF)

MUHAMMAD FIKRI FIRDAUS MUAZAM

NRP 2035211045

Dosen Pembimbing

Ir. Raden Buyung Anugraha Affandhie, S.T., M.T.

NIP 197402032002121002

Ifarrel Rachmanda Hariyanto, S.T., M.T.

NIP 200002172024061001

Program Studi Sarjana Terapan Teknik Sipil

Departemen Teknik Infrastruktur Sipil

Fakultas Vokasi

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya

2025

PROYEK AKHIR - VC231834

ALTERNATIF DESAIN GEDUNG PERKULIAHAN DI SEMARANG MENGGUNAKAN PELAT BAJA KOMPOSIT DENGAN SISTEM STRUKTUR ECCENTRICALLY BRACED FRAME (EBF)

MUHAMMAD FIKRI FIRDAUS MUAZAM

NRP 2035211045

Dosen Pembimbing

Ir. Raden Buyung Anugraha Affandhie, S.T., M.T.

NIP 197402032002121002

Ifarrel Rachmanda Hariyanto, S.T., M.T.

NIP 200002172024061001

Program Studi Sarjana Terapan Teknik Sipil

Departemen Teknik Infrastruktur Sipil

Fakultas Vokasi

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya

2025

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

FINAL PROJECT - VC231834

ALTERNATIVE DESIGN OF LECTURE BUILDING IN SEMARANG USING COMPOSITE STEEL PLATE WITH ECCENTRICALLY BRACED FRAME (EBF) STRUCTURAL SYSTEM

MUHAMMAD FIKRI FIRDAUS MUAZAM

NRP 2035211045

Advisor

Ir. Raden Buyung Anugraha Affandhie, S.T., M.T.

NIP 197402032002121002

Ifarrel Rachmanda Hariyanto, S.T., M.T.

NIP 200002172024061001

Study Program Applied Bachelor Civil Engineering

Department of Civil Infrastructure Engineering

Faculty of Vocation

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya

2025

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

LEMBAR PENGESAHAN

ALTERNATIF DESAIN GEDUNG PERKULIAHAN DI SEMARANG MENGGUNAKAN PELAT BAJA KOMPOSIT DENGAN SISTEM STRUKTUR *ECCENTRICALLY BRACED FRAME* (EBF)

TUGAS AKHIR

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Terapan pada
Program Studi Sarjana Terapan Teknik Sipil Departemen Teknik Infrastruktur Sipil
Fakultas Vokasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh : **MUHAMMAD FIKRI FIRDAUS MUAZAM**
NRP. 2035211045

Disetujui oleh Tim Penguji Proposal Tugas Akhir :

1.	Ir. Raden Buyung Anugraha Affandhie, S.T., M.T.	Pembimbing I	(.....)
2.	Ifarrel Rachmanda Hariyanto, S.T., M.T.	Pembimbing II	(.....)
3.	Dr. Nur Ahmad Husin, S.T., M.T.	Penguji 1	(.....)
4.	Moh. Safi'i Mansur, S.ST., M.T.	Penguji 2	(.....)
5.	Kohar Yudoprasetyo,S.ST., M.T.	Penguji 3	(.....)

01 AUG 2025

Mengetahui,
Kepala Departemen Teknik Infrastruktur Sipil FV ITS

Tatas, S.T., M.T., Ph.D.
NIP. 198006212005011002

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

PERNYATAAN ORISINALITAS

STATEMENT OF ORIGINALITY

Yang bertanda tangan di bawah ini
The undersigned below

Nama Mahasiswa / NRP : Muhammad Fikri Firdaus Muazam / 2035211045
Student Full Name / Student ID

Program Studi : Sarjana Terapan Teknik Sipil
Study Programme

Dengan ini menyatakan bahwa Tugas Akhir dengan judul "**ALTERNATIF DESAIN GEDUNG PERKULIAHAN DI SEMARANG MENGGUNAKAN PELAT BAJA KOMPOSIT DENGAN SISTEM STRUKTUR ECCENTRICALLY BRACED FRAME (EBF)**" adalah hasil karya saya sendiri, bersifat orisinal, dan ditulis dengan mengikuti kaidah penulisan ilmiah. Tugas Akhir ini telah diperiksa menggunakan aplikasi Turnitin dan memperoleh tingkat kemiripan sebesar **27%**. Sebagai bagian dari pernyataan ini, saya melampirkan hasil uji kemiripan Turnitin sebagai bukti pendukung.

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

Hereby declare that the Final Project with the title of "ALTERNATIVE DESIGN OF LECTURE BUILDING IN SEMARANG USING COMPOSITE STEEL PLATE WITH ECCENTRICALLY BRACED FRAME (EBF) STRUCTURAL SYSTEM" is the result of my own work, is original, and was written following the rules of scientific writing.

This Final Project has been checked using the Turnitin application and obtained a similarity index of 27%. As part of this statement, I attach the Turnitin similarity report as supporting evidence.

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

Surabaya, Juli 2025

Mahasiswa,



(Muhammad Fikri Firdaus Muazam)

NRP. 2035211045

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

ALTERNATIF DESAIN GEDUNG PERKULIAHAN DI SEMARANG MENGGUNAKAN PELAT BAJA KOMPOSIT DENGAN SISTEM STRUKTUR ECCENTRICALLY BRACED FRAME (EBF)

ORIGINALITY REPORT

27%	26%	5%	10%
SIMILARITY INDEX	INTERNET SOURCES	PUBLICATIONS	STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1	repository.its.ac.id Internet Source	14%
2	pdfcoffee.com Internet Source	1%
3	Submitted to Forum Perpustakaan Perguruan Tinggi Indonesia Jawa Tengah Student Paper	1%
4	Submitted to Universitas Sebelas Maret Student Paper	1%
5	repositorio.uta.edu.ec Internet Source	1%
6	Submitted to Universitas Andalas Student Paper	1%
7	repository.upi-yai.ac.id Internet Source	1%
8	rama.unimal.ac.id Internet Source	1%
9	repository.umsu.ac.id Internet Source	1%
10	Submitted to Fakultas Ekonomi dan Bisnis Universitas Gadjah Mada Student Paper	<1%
11	Submitted to Universitas Pancasila Student Paper	<1%

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

PERNYATAAN KODE ETIK PENGGUNAAN AI GENERATIF

CODE OF CONDUCT STATEMENT: GENERATIVE AI OR AI-ASSISTED USAGE

Saya yang bertanda tangan di bawah ini
I, the undersigned

Nama Mahasiswa / NRP *Full Name / Student ID*	:	Muhammad Fikri Firdaus Muazam
Program Studi *Study Programme*	:	Sarjana Terapan Teknik Sipil
Judul Tugas Akhir *Final Project Title*	:	ALTERNATIF DESAIN GEDUNG PERKULIAHAN DI SEMARANG MENGGUNAKAN PELAT BAJA KOMPOSIT DENGAN SISTEM STRUKTUR ECCENTRICALLY BRACED FRAME (EBF)

dengan ini menyatakan bahwa pada Tugas Akhir dengan judul di atas tersebut:
hereby declare that in the Final Project with the above title:

No.	**Pernyataan** *Statement*	(√)
1	Saya tidak menggunakan AI generatif sama sekali *I did not use generative AI at all*	√
2	Saya hanya menggunakan AI generatif sebagai alat bantu untuk memperbaiki tata bahasa. AI generatif tidak digunakan untuk membuat isi Tugas Akhir. *I only used generative AI as a tool to improve the readability or language of the text in my Final Project. It was not used to generate a complete text of my work.*	
3	Saya telah memeriksa dan/atau memperbaiki seluruh bagian dari Tugas Akhir saya yang dibantu oleh AI generatif agar sesuai dengan baku mutu penulisan karya ilmiah. *I have reviewed and refined all aspects of my work that generative AI assists with, ensuring it adheres to the standards of academic writing.*	
4	Saya tidak menggunakan AI generatif untuk pembuatan data primer, grafik dan/atau tabel pada Tugas Akhir saya. *I did not use generative AI to generate primary data, figures, and/or tables in my work.*	√
5	Saya telah memberikan atribusi/pengakuan terhadap alat AI yang digunakan, secara rinci pada suatu bagian pada lampiran. *I have acknowledged the use of generative AI in any part of the work in the specific appendix page.*	
6	Saya memastikan tidak ada plagiarisme, termasuk hal yang berasal dari penggunaan AI generatif. *I have ensured that there is no plagiarism issue in the work, including any parts generated by AI.*	√

Surabaya, Juli 2025

Mahasiswa,



(Muhammad Fikri Firdaus Muazam)
NRP. 2035211045

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BERITA ACARA

Berita Acara Sidang Proyek Akhir / Thesis

Departemen Teknik Infrastruktur Sipil Fakultas Vokasi ITS
Semester Genap 2024-2025
Nomor Jadwal 17

Bahwa pada hari ini : Rabu, 09 Juli 2025 Pukul : 10.00 s/d 12.00
Di tempat : R-1
Program Studi : D4-Teknik Sipil
Nama Mahasiswa : MUHAMMAD FIKRI FIRDAUS MUAZAM
NRP : 2035211045

Tanda Tangan Mahasiswa

Judul sidang Proyek Akhir/Thesis :

ALTERNATIF DESAIN GEDUNG PERKULIAHAN DI SEMARANG MENGGUNAKAN PELAT BAJA KOMPOSIT DENGAN SISTEM STRUKTUR ECCENTRICALLY BRACED FRAME (EBF)

Yang dihadiri oleh Dosen Pembimbing :

No	NIP | Nama Dosen	Tanda Tangan
1	Raden Buyung Anugraha Affandhie, S.T., M.T.||197402032002121002	
2	Ifarrel Rachmanda Hariyanto, S.T., M.T.||200002172024061001	
3		

Yang dihadiri oleh Dosen Penguji :

No	NIP | Nama Dosen	Tanda Tangan
1	Dr. Nur Ahmad Husin, S.T., M.T.||197201151998021001	
2	Moh. Safi'i Mansur, S.ST., M.T.||199406152024061001	
3	Kohar Yudoprasetyo,S.ST., M.T.||1997202311039	

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

- [ ] **LULUS**
- [x] **LULUS, DENGAN REVISI/CATATAN**
- [ ] **TIDAK LULUS SIDANG**

Catatan / revisi / masukan : **TERLAMPIR**

Tindak lanjut :

Mahasiswa memperbaiki/memperbaiki Proyek Akhir/Thesis sesuai dengan masukan dari Bapak/Ibu Dosen Pemimbing/Penguji

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

LEMBAR REVISI

LEMBAR REVISI / PERBAIKAN

Peserta Sidang Proyek Akhir/Thesis :

Nama Mahasiswa : MUHAMMAD FIKRI FIRDAUS MUAZAN

NRP : 2035211045

Program Studi : D4-Teknik Sipil

Judul sidang Proyek Akhir/Thesis :

ALTERNATIF DESAIN GEDUNG PERKULIAHAN DI SEMARANG MENGGUNAKAN PELAT BAJA KOMPOSIT DENGAN SISTEM STRUKTUR ECCENTRICALLY BRACED FRAME (EBF)

Catatan / revisi / masukan :

Nama Dosen :	Tanda Tangan :
Raden Buyung Anugraha Affandhie, S.T., M.T.||197402032002121002	

1. Latar Belakang dan Rumusan Masalah diperbaiki
2. Metodologi diperbaiki.
3. Gambar diperbaiki dan dilengkapi
4. Gambar sambungan diperbaiki, tambahkan notasi las.
5. Cek perhitungan pondasi
6. Cek perhitungan gempa, koefisien modifikasi gempa eksisting dan alternatif design
7. Kesimpulan dilengkapi dengan hasil design pondasi baru.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

LEMBAR REVISI / PERBAIKAN

Peserta Sidang Proyek Akhir/Thesis :

Nama Mahasiswa : MUHAMMAD FIKRI FIRDAUS MUAZAM
NRP : 2035211045
Program Studi : D4-Teknik Sipil
Judul sidang Proyek Akhir/Thesis :

ALTERNATIF DESAIN GEDUNG PERKULIAHAN DI SEMARANG MENGGUNAKAN PELAT BAJA KOMPOSIT DENGAN SISTEM STRUKTUR ECCENTRICALLY BRACED FRAME (EBF)

Catatan / revisi / masukan :

Nama Dosen :	Tanda Tangan :
Ifarrel Rachmanda Hariyanto, S.T., M.T.||200002172024061001	

1. Judul diperbaiki, RAB ditambahkan
2. Notasi gambar tidak lengkap, las tidak ada.
3. Detail dr. potongan di detailkan
4. Gambar PHT / Tusuk konde didetailkan

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

LEMBAR REVISI / PERBAIKAN

Peserta Sidang Proyek Akhir/Thesis :

Nama Mahasiswa : MUHAMMAD FIKRI FIRDAUS MUAZAM
NRP : 2035211045
Program Studi : D4-Teknik Sipil
Judul sidang Proyek Akhir/Thesis :

ALTERNATIF DESAIN GEDUNG PERKULIAHAN DI SEMARANG MENGGUNAKAN PELAT BAJA KOMPOSIT DENGAN SISTEM STRUKTUR ECCENTRICALLY BRACED FRAME (EBF)

Catatan / revisi / masukan :

Nama Dosen :	Tanda Tangan :
Dr. Nur Ahmad Husin, S.T., M.T.||197201151998021001	

(1) Metodologi → Uraian Ral is berbeda dengan flowchart.
(2) Detail gambar, koneksi antar gambar.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

LEMBAR REVISI / PERBAIKAN

Peserta Sidang Proyek Akhir/Thesis :

Nama Mahasiswa : MUHAMMAD FIKRI FIRDAUS MUAZAN
NRP : 2035211045
Program Studi : D4-Teknik Sipil
Judul sidang Proyek Akhir/Thesis :

ALTERNATIF DESAIN GEDUNG PERKULIAHAN DI SEMARANG MENGGUNAKAN PELAT BAJA KOMPOSIT DENGAN SISTEM STRUKTUR ECCENTRICALLY BRACED FRAME (EBF)

Catatan / revisi / masukan :

Nama Dosen :	Tanda Tangan :
Moh. Safi'i Mansur, S.ST., M.T.||199406152024061001	

1. kontrol partisipasi massa diperbaiki.
2. Tambahkan detail hubungan PMT tiang pancang.
3. Font keterangan pada gambar detail pondasi terlalu kecil.
4. Jarak baut ke tepi aplikasi angka dicek.
5. Perhitungan sambungan tampilkan gambar.
6. Perbaiki Abstrak sesuai catatan.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

LEMBAR REVISI / PERBAIKAN

Peserta Sidang Proyek Akhir/Thesis :

Nama Mahasiswa : MUHAMMAD FIKRI FIRDAUS MUAZAM
NRP : 2035211045
Program Studi : D4-Teknik Sipil
Judul sidang Proyek Akhir/Thesis :

ALTERNATIF DESAIN GEDUNG PERKULIAHAN DI SEMARANG MENGGUNAKAN PELAT BAJA KOMPOSIT DENGAN SISTEM STRUKTUR ECCENTRICALLY BRACED FRAME (EBF)

Catatan / revisi / masukan :

Nama Dosen :	Tanda Tangan :
Kohar Yudoprasetyo,S.ST., M.T.||1997202311039	

- Cek konsep desain sambungan
- Cek hubungan antara spring dan DDT
- Cek settlement dan deformasi tiang pancang (single) dan group
-

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

LEMBAR ASISTENSI

KEMENTERIAN PENDIDIKAN, TINGGI, SAINS
DAN TEKNOLOGI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
FAKULTAS VOKASI
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
Kampus ITS Manyar, Jl. Raya Menur 127 Surabaya, 60116
Telepon: 031 5947637 Fax: 031 5938025
https://www.its.ac.id/tis/ email: tis@its.ac.id

ASISTENSI TUGAS AKHIR TERAPAN/TESIS

Nama : MUHAMMAD FIKRI FIRDAUS MUAZAM
NRP : 2035211095
Judul Tugas Akhir : Alternatif Desain Gedung Perkuliahan di Semarang Menggunakan Pelat Baja Komposit dengan Sistem Struktur EBF

Dosen Pembimbing : Ir. Raden Buyung Anugraha Affandhie, S.T., M.T.

NO	TGL	TUGAS/MATERI YANG DIBAHAS	TANDA TANGAN	KETERANGAN
1.	21-04-25	Cek hasil Permodelan Eksisting Cek lagi ketika mendesign Pastikan Design dengan benar.		B ☐ C ☐ K ☐
2.	30-04-25	Hasil analisis Frame Eksisting Masih ada beberapa Frame yang belum kuat / merah		B ☐ C ☐ K ☐
3.	19 Mei 25 05	Section Penampang Frame Atap Lanjut ke modeling Alternatif Cek kontrol Performanya.		B ☐ C ☐ K ☐
4.	2 Juni 25 06	Permodelan Eksisting dan Alternatif Eksisting dimodelkan Pondasinya. SF PC berapa ? Hitung Jumlahnya.		B ☐ C ☐ K ☐
5.	16 Juni 25 06	Permodelan Alternatif Sesuaikan lagi Penampangnya.		B ☐ C ☐ K ☐

Keterangan :

B ☐ = Lebih cepat dari jadwal

C ☐ = Sesuai dengan jadwal

K ☐ = Terlambat dari jadwal

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

KEMENTERIAN PENDIDIKAN, TINGGI, SAINS
DAN TEKNOLOGI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
FAKULTAS VOKASI
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
Kampus ITS Manyar, Jl. Raya Menur 127 Surabaya, 60116
Telepon: 031 5947637 Fax: 031 5938025
https://www.its.ac.id/tis/ email: tis@its.ac.id

ASISTENSI TUGAS AKHIR TERAPAN/TESIS

Nama : MUHAMMAD FAQRI FURQAUS MUAZAM
NRP : 2035 211 095
Judul Tugas Akhir : Alternatif Desain Gedung Perkuliahan di Semarang Menggunakan Pelat Baja Komposit dengan Sistem Struktur EBF
Dosen Pembimbing : Ifarrel Rachmanda Hariyanto, ST., M.T.

NO	TGL	TUGAS/MATERI YANG DIBAHAS	TANDA TANGAN	KETERANGAN
1.	21/04/25	Pemodelan Existing Input section. Cari beban.		B ☐ C ☑ K ☐
2.	30/04/25	Pemodelan Existing Pembebanan. Error diperbaiki, recheck. beban.		B ☐ C ☑ K ☐
3.	20/05/25	Pemodelan Existing Perbaikan muda. Atap tidak wah di link, release. biasa saja.		B ☐ C ☑ K ☐
4.	03/06/2025	Pemodelan Alternatif Hitung kasar KC dengan Manual Braced Masih belum oke Link Belum oke.		B ☐ C ☑ K ☐
5.	18/06/2025	Perhitungan Pelat Lantai Perhitungan Sambungan Perhitungan Link / Bracing		B ☐ C ☑ K ☐

Keterangan :

B ☐ = Lebih cepat dari jadwal
C ☐ = Sesuai dengan jadwal
K ☐ = Terlambat dari jadwal

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

ABSTRAK

ALTERNATIF DESAIN GEDUNG PERKULIAHAN DI SEMARANG MENGGUNAKAN PELAT BAJA KOMPOSIT DENGAN SISTEM STRUKTUR *ECCENTRICALLY BRACED FRAME* (EBF)

Nama Mahasiswa / NRP	**:**	**Muhammad Fikri Firdaus Muazam / 2035211045**
Departemen	**:**	**Teknik Infrastruktur Sipil - ITS**
Dosen Pembimbing 1	**:**	**Ir. Raden Buyung Anugraha Affandhie, S.T., M.T.**
Dosen Pembimbing 2	**:**	**Ifarrel Rachmanda Hariyanto, S.T., M.T.**

Abstrak

Indonesia merupakan negara yang terletak di wilayah Cincin Api Pasifik, menjadikannya sangat rentan terhadap aktivitas seismik seperti gempa bumi. Kondisi ini menuntut perencanaan struktur bangunan yang mampu menahan gaya lateral akibat gempa. Struktur baja dengan sistem *Eccentrically Braced Frame* (EBF) menawarkan solusi struktural yang unggul dibandingkan sistem konvensional seperti *Moment Resisting Frame* (MRF) dan *Concentrically Braced Frame* (CBF), terutama dalam hal daktilitas dan disipasi energi. Dalam tugas akhir ini, dilakukan perencanaan ulang Gedung Perkuliahan di Semarang yang sebelumnya menggunakan struktur beton bertulang, menjadi struktur baja dengan sistem EBF berkonfigurasi *inverted V-braced*, guna meningkatkan performa seismik serta efisiensi pondasi.

Metodologi yang digunakan dalam perencanaan ini mencakup studi literatur, pengumpulan data eksisting, analisis gaya gempa dan pembebanan sesuai SNI, serta pemodelan dan analisis struktur menggunakan perangkat lunak ETABS. Evaluasi performa struktur dilakukan melalui analisis partisipasi massa, periode fundamental, gaya geser dasar seismik, simpangan antar lantai, dan pengaruh efek P-Δ. Selanjutnya dilakukan perencanaan elemen struktural utama seperti kolom, balok, *link*, dan bracing, serta struktur bawah berupa pondasi tiang pancang dan pilecap, berdasarkan standar nasional dan internasional yang berlaku.

Hasil analisis menunjukkan bahwa struktur alternatif dengan sistem EBF memiliki partisipasi massa sebesar 100% pada arah X dan Y, serta periode getar fundamental yang berada dalam batas yang diizinkan. Gaya geser dasar seismik dan simpangan antar lantai juga memenuhi persyaratan sesuai SNI 1726:2019. Elemen struktur utama menggunakan profil *king cross* 800×400×19×32 untuk kolom KC1, profil *king cross* 600x300x12x19 untuk kolom KC2, dan profil *king cross* 500 x 300 x 12 x 19 untuk kolom KC3. WF 600×300×14×28 untuk balok utama B1, WF 500x300x12x16 untuk balok utama B2 serta WF. H*beam* 300x300x25x25, dan 300x300x16x16 untuk elemen bracing. WF 600x300x12x28 untuk elemen *link* dan balok diluar *link*. Struktur bawah dirancang menggunakan pondasi tiang pancang berdiameter 45 cm dengan kedalaman 16 m yang terhubung dengan pilecap berbentuk persegi berdimensi 2,700m × 2,700m dan 4,025m x 4,025m, dengan kontrol terhadap gaya geser satu arah, dua arah, dan penulangan sesuai SNI 2847:2019. Dengan demikian, sistem EBF terbukti mampu meningkatkan kinerja seismik, efisiensi pondasi, dan stabilitas bangunan bertingkat tinggi di wilayah rawan gempa.

Kata kunci : *ETABS*, *Eccentrically Braced Frame* (EBF), *Inverted V-Braced*, Performa Struktur, Gempa Bumi.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

ABSTRACT

ALTERNATIVE DESIGN OF LECTURE BUILDING IN SEMARANG USING COMPOSITE STEEL PLATE WITH ECCENTRICALLY BRACED FRAME (EBF) STRUCTURAL SYSTEM

Student Name / NRP	**:**	**Muhammad Fikri Firdaus Muazam / 2035211045**
Department	**:**	**Department of Civil Infrastructure Engineering - ITS**
Advisor 1	**:**	**Ir. Raden Buyung Anugraha Affandhie, S.T., M.T.**
Advisor 2	**:**	**Ifarrel Rachmanda Hariyanto, S.T., M.T.**

Abstract

Indonesia is a country located on the Pacific Ring of Fire, making it highly vulnerable to seismic activities such as earthquakes. This condition demands the planning of building structures that are able to withstand lateral forces due to earthquakes. Steel structures with Eccentrically Braced Frame (EBF) system offer superior structural solutions compared to conventional systems such as Moment Resisting Frame (MRF) and Concentrically Braced Frame (CBF), especially in terms of ductility and energy dissipation. In this final project, the re-engineering of a lecture building in Semarang that previously used a reinforced concrete structure, to a steel structure with an inverted V-braced EBF system, is carried out to improve seismic performance and foundation efficiency.

The methodology used in this plan includes a literature study, collection of existing data, analysis of earthquake forces and loading according to SNI, and modeling and analysis of structures using ETABS software. Structural performance evaluation is carried out through mass participation analysis, fundamental period, seismic base shear force, inter-storey deviation, and the influence of P-Δ effect. Furthermore, the planning of main structural elements such as columns, beams, links, and bracing, as well as the lower structure in the form of pile foundations and pilecaps, is based on applicable national and international standards.

The analysis results indicate that the alternative structure with an Eccentrically Braced Frame (EBF) system achieves 100% mass participation in both the X and Y directions, and its fundamental vibration period falls within the allowable limits. Seismic base shear forces and inter-story drift also satisfy the requirements of SNI 1726:2019. The main structural elements use King Cross 800×400×19×32 profiles for column KC1, King Cross KC 600x300x12x19 profiles for column KC2, and King Cross KC 500 x 300 x 12 x 19 profiles for column KC3. WF 600×300×14×28 for main beam B1, WF 500x300x12x16 for main beam B2 and WF. Hbeam 300x300x25x25, and 300x300x16x16 for bracing elements. WF 600x300x12x28 for link elements and beams outside the link. The substructure is designed using pile foundations with a diameter of 45 cm and a depth of 16 m. These piles are connected to square pile caps with dimensions of 2.700 m × 2.700 m and 4.025 m x 4.025 m. The foundation design includes checks for one-way shear, two-way shear, and reinforcement in accordance with SNI 2847:2019. Therefore, the EBF system has proven capable of enhancing seismic performance, foundation efficiency, and the stability of high-rise buildings in earthquake-prone regions.

Keywords **: *ETABS, Eccentrically Braced Frame (EBF), Inverted V-Braced, Structure Performance, Earthquake.***

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat serta hidayah-Nya kepada kami sehingga penulis dapat menyelesaikan Proposal Tugas Akhir ini dengan judul "Alternatif Desain Gedung Perkuliahan di Semarang Menggunakan Pelat Baja Komposit Dengan Sistem Struktur *Eccentrically Braced Frame* (EBF)". Dalam menyelesaikan Proposal Tugas Akhir ini, penulis ingin mengucapka terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Kedua orang tua dan kakak saya yang selalu memberikan dukungan, baik berupa doa maupun materi, serta menjadi motivasi bagi penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Bapak Ir. Raden Buyung Anugraha Affandhie, S.T., M.T., serta Bapak Ifarell Rachmanda Hariyanto, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing Tugas Akhir ini yang selalu memberikan bimbingan, masukan, dan motivasi dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
3. Seluruh dosen pengajar serta staf karyawan di Departemen Teknik Infrastruktur Sipil yang telah memberikan banyak ilmu dan bimbingan selama masa perkuliahan penulis.
4. Rekan-rekan mahasiswa, khususnya angkatan 2021, serta semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan Proposal Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari bahwa masih terdapat banyak kekurangan dalam penyusunan Tugas Akhir ini, oleh karena itu, kritik dan saran yang diberikan sangat dihargai untuk memperbaiki dan menyempurnakan karya ini. Penulis berharap Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat, baik bagi penulis maupun bagi pihak-pihak terkait.

Surabaya, Juli 2025

Penulis

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN v
PERNYATAAN ORISINALITAS vii
PERNYATAAN KODE ETIK PENGGUNAAN AI GENERATIF xi
BERITA ACARA xiii
LEMBAR REVISI xv
LEMBAR ASISTENSI xxv
ABSTRAK xxix
ABSTRACT xxxi
KATA PENGANTAR xxxiii
DAFTAR ISI xxxv
DAFTAR GAMBAR xli
DAFTAR TABEL xliii
BAB I PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 2
1.3 Tujuan 2
1.4 Batasan Masalah 3
1.5 Manfaat 3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA 5
2.1 Hasil Penelitian Terdahulu 5
2.2 Studi Literatur 5
2.3 *Eccentrically Braced Frame* (EBF) 6
2.3.1 Elemen *Link* 7
2.3.2 Sudut Rotasi *Link* 9
2.4 Pelat Lantai Komposit (*Steel Deck*) 9
2.5 Analisis Pembebanan 10
2.5.1 Beban Mati 10
2.5.2 Beban Hidup 10
2.5.3 Beban Angin 10
2.5.4 Beban Hujan 11
2.5.5 Beban Gempa 12
2.5.6 Kombinasi Pembebanan 14
2.6 Pondasi 15

2.6.1 Pondasi Dangkal 15
2.6.2 Pondasi Dalam 15
BAB III METODOLOGI 17
3.1 Umum 17
3.2 Diagram Alir Perencanaan 17
3.3 Studi Literatur 18
3.4 Pengumpulan Data 18
3.5 Analisis dan Evaluasi Struktur Bangunan Eksisting 18
3.6 *Preliminary Design* 19
3.7 Analisis dan Evaluasi Struktur Bangunan Alternatif 19
3.8 Konsep Perencanaan Struktur Sekunder 20
3.8.1 Perencanaan Pelat Lantai 20
3.8.2 Perencanaan Balok Anak 20
3.8.2.1 Kontrol Terhadap Lentur 20
3.8.2.2 Kontrol Terhadap Geser 20
3.8.2.3 Kontrol Lendutan 20
3.8.3 Perencanaan Balok Lift 21
3.8.4 Perencanaan Tangga 21
3.9 Konsep Perencanaan Struktur Primer 21
3.9.1 Perencanaan Balok Utama 21
3.9.1.1 Kontrol Terhadap Lentur 21
3.9.1.2 Kontrol Terhadap Geser 21
3.9.1.3 Kontrol Lendutan 22
3.9.1.4 Persyaratan Balok Daktail 22
3.9.2 Perencanaan Kolom Utama 22
3.9.2.1 Kontrol Lentur 22
3.9.2.2 Kontrol Aksial Tekan 22
3.9.2.3 Amplifikasi Momen 22
3.9.2.4 Kontrol Tekan – Lentur 22
3.9.2.5 Persyaratan Rasio Momen Balok Kolom 22
3.9.3 Perencanaan Bresing 22
3.9.4 Perencanaan *Link* 23
3.9.4.1 Kuat Elemen *Link* 23
3.9.4.2 Panjang Elemen *Link* 23

3.9.4.3 Sudut Rotasi *Link* 23
3.10 Perencanaan Sambungan 24
3.11 Perencanaan Struktur Bawah 24
3.11.1 Perencanaan *Pile Cap* 24
3.11.1.1 Geser Pons 1 Arah 24
3.11.1.2 Geser Pons 2 Arah 24
3.11.1.3 Perencanaan Penulangan Pile Cap 24
3.11.2 Perencanaan Daya Dukung Tiang Pancang Tunggal 24
3.11.3 Perencanaan Daya Dukung Tiang Pancang Kelompok 25
BAB IV PEMBEBANAN DAN PERMODELAN STRUKTUR 27
4.1 Pembebanan 27
4.1.1 Beban Mati 27
4.1.2 Beban Hidup 27
4.1.3 Beban Angin 28
4.1.4 Beban Hujan 31
4.1.5 Beban Gempa 31
4.2 Permodelan Struktur Eksisting 38
4.3 Kontrol Desain Struktur Eksisting 38
4.3.1 Kontrol Partisipasi Massa 39
4.3.2 Penentuan Periode Fundamental 40
4.3.3 Kontrol Gaya Geser Dasar Seismik 41
4.3.4 Kontrol Simpangan 42
4.3.5 Kontrol Pengaruh P-Delta 43
4.4 Permodelan Struktur Alternatif 44
4.5 Kontrol Desain Struktur Alternatif 45
4.5.1 Kontrol Partisipasi Massa 45
4.5.2 Penentuan Periode Fundamental 46
4.5.3 Kontrol Gaya Geser Dasar Seismik 48
4.5.4 Kontrol Simpangan 48
4.5.5 Kontrol Pengaruh P-Delta 50
BAB V PERENCANAAN STRUKTUR ATAS 51
5.1 Perencanaan Struktur Sekunder 51
5.1.1 Perencanaan Pelat Lantai 51
5.1.2 Perencanaan Pelat Tangga dan Pelat Bordes 54

5.1.3 Perencanaan Balok Anak 61
5.1.4 Perencanaan Balok Penumpu Lift 65
5.1.5 Perencanaan Balok Tangga 69
5.1.6 Perencanaan Balok Penumpu Bordes 73
5.2 Perencanaan Struktur Primer 75
5.2.1 Perencanaan Link 75
5.2.2 Perencanaan Balok diluar Link 79
5.2.3 Perencanaan Bresing 81
5.2.4 Perencanaan Balok Induk 83
5.2.5 Perencanaan Kolom 88
5.3 Perencanaan Sambungan 96
5.3.1 Sambungan Balok Induk – Kolom 96
5.3.1.1 Rekapitulasi Sambungan Balok Induk - Kolom 103
5.3.2 Sambungan Balok Anak – Balok Induk 104
5.3.3 Sambungan Kolom – Kolom 106
5.3.3.1 Rekapitulasi Sambungan Antar Kolom 111
5.3.4 Sambungan Kolom Baja – Kolom Pedestal (*Baseplate*) 112
5.3.4.1 Rekapitulasi Sambungan *Baseplate* 117
5.3.5 Sambungan Bresing 117
5.3.5.1 Rekapitulasi Sambungan Bresing 123
BAB VI PERENCANAAN STRUKTUR BAWAH 125
6.1 Perencanaan Kolom Pedestal 125
6.2 Perencanaan Sloof 128
6.3 Perencanaan Tiang Pancang 132
6.3.1 Data Tanah 132
6.3.2 Spring Constant kh (x and y-axis) 134
6.3.3 Perhitungan Daya Dukung Tanah 136
6.3.4 Kontrol Kapasitas Momen Tiang Pancang 138
6.3.5 Kontrol *Settlement* dan Deformasi Tiang Pancang 140
6.3.5.1 *Settlement* 140
6.3.5.2 Deformasi Lateral 141
6.3.6 Kebutuhan Jumlah Tiang Pancang 142
6.3.7 Perencanaan Pilecap 142
6.3.8 Rekapitulasi Tulangan *Pilecap* 152

BAB VII METODE PELAKSANAAN PEMASANGAN EBF 153
7.1 Metode Pelaksanaan 153
BAB VIII KESIMPULAN 157
8.1 Kesimpulan 157
8.2 Saran 159
DAFTAR PUSTAKA 161
LAMPIRAN 163
BIODATA PENULIS 165

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Perbedaan karakteristik sistem struktur baja(Taufiq Nussa et al., 2014) 7
Gambar 2. 2 Gaya yang bekerja pada balok link (Suswanto et al., 2018) 7
Gambar 2. 3 Klasifikasi tipe link pada struktur baja(Suswanto et al., 2018) 8
Gambar 2. 4 Penampang Steel Deck (Weli et al., 2021) 10
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penyelesaian Tugas Akhir 18
Gambar 4. 1 Parameter Gerak Tanah Ss (SNI 1726 – 2019 Gambar 15) 32
Gambar 4. 2 Parameter Gerak Tanah S1 (SNI 1726 – 2019 Gambar 16) 32
Gambar 4. 3 Grafik Respon Sprektrum 37
Gambar 4. 4 Pemodelan Struktur Eksisting 38
Gambar 4. 5 Modal Partisipasi Mass Ratio Eksisting 40
Gambar 4. 6 Pemodelan Struktur Alternatif 44
Gambar 4. 7 Modal Partisipasi Mass Ratio Alternatif 46
Gambar 5. 1 Potongan Pelat Lantai 53
Gambar 5. 2 Potongan Pelat Tangga dan Bordes 1 56
Gambar 5. 3 Potongan Pelat Tangga dan Bordes 2 59
Gambar 5. 4 Lendutan pada Balok Anak 64
Gambar 5. 5 Lift Tampak Atas 65
Gambar 5. 6 Section Lift 65
Gambar 5. 7 Gaya Dalam pada Link 76
Gambar 5. 8 Gaya Dalam Balok diluar Link 79
Gambar 5. 9 Lendutan pada Balok Induk 87
Gambar 5. 10 Sambungan Balok Induk - Kolom 96
Gambar 5. 11 Gaya dalam Balok Induk 98
Gambar 5. 12 Sambungan Balok Anak - Balok Induk 104
Gambar 5. 13 Sambungan Kolom – Kolom 106
Gambar 5. 14 Sambungan Kolom Baja – Kolom Pedestal (Baseplate) 112
Gambar 5. 15 Sambungan Bresing 117
Gambar 6. 1 Diagram Interaksi Aksial dan Momen pada Kolom Pedestal 126
Gambar 6. 2 Tulangan Memanjang pada Kolom Pedestal 127
Gambar 6. 3 Penulangan Kolom Pedestal 128
Gambar 6. 4 Diagram Interaksi Aksial dan Momen pada Sloof 130
Gambar 6. 5 Tulangan Memanjang pada Sloof 130
Gambar 6. 6 Penulangan Sloof 132
Gambar 6. 7 Permodelan Spun Pile pada Program bantu Etabs19 139
Gambar 6. 8 Diagram Interaksi P-M 3D 139
Gambar 6. 9 Kontrol Settlement Pondasi Tiang (AllPile) 140
Gambar 6. 10 Kontrol Deformasi Lateral Pondasi Tiang (AllPile) 141
Gambar 6. 11 Jarak Tiang terhadap Titik Berat Pilecap PC1 145
Gambar 6. 12 Jarak Tiang terhadap Titik Berat Pilecap PC 2 146

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Kategori Resiko bangunan gedung dan nongedung (SNI 1726-2019) 12
Tabel 4. 1 Beban Mati pada Bangunan 27
Tabel 4. 2 Beban Hidup pada Pelat 27
Tabel 4. 3 Rekapitulasi qz tiap lantai 28
Tabel 4. 4 Gaya Dinding pada Arah X 30
Tabel 4. 5 Gaya Dinding pada Arah Y 30
Tabel 4. 6 Nilai N-SPT Tanah 32
Tabel 4. 7 Klasifikas Situs Berdasarkan Tabel 5 SNI 34
Tabel 4. 8 Koefisien Situs Fa Berdasarkan Tabel 6 SNI 1726 – 2019 34
Tabel 4. 9 Koefisien Situs Fv Berdasarkan Tabel 7 SNI 1726 - 2019 35
Tabel 4. 10 Perioda dan Sprektum Respon Percepatan 36
Tabel 4. 11 Faktor R, Ω, dan Cd Berdasarkan Tabel 12 SNI 1726 - 2019 37
Tabel 4. 12 Koefisien batas atas pada periode (Tabel 17 SNI 1726 : 2019) 40
Tabel 4. 13 Nilai Ct dan x berdasarkan Tabel 18 SNI 1726 : 2019 41
Tabel 4. 14 Simpangan antar tingkat izin berdasarkan Tabel 20 SNI 1726 - 2019 42
Tabel 4. 15 Simpangan antar lantai Eksisting 43
Tabel 4. 16 Pengaruh P-Delta bangunan Eksisting 44
Tabel 4. 17 Koefisien batas atas (Tabel 17 SNI 1726 : 2019) 47
Tabel 4. 18 Periode pendekatan Ct dan x berdasarkan Tabel 18 SNI 1726 : 2019 47
Tabel 4. 19 Simpangan antar tingkat izin berdasarkan Tabel 20 SNI 1726 - 2019 48
Tabel 4. 20 Simpangan antar lantai Alternatif 49
Tabel 4. 21 Pengaruh P-Delta bangunan Alternatif 50
Tabel 5. 1 Rekapitulasi Sambungan Balok Induk-Kolom 103
Tabel 5. 2 Rekapitulasi Sambungan antar Kolom 111
Tabel 5. 3 Rekapitulasi Sambungan Baseplate 117
Tabel 5. 4 Rekapitulasi Sambungan Bresing 123
Tabel 6. 1 Koefisien Spring Kh 135
Tabel 6. 2 Intensitas Gaya Geser Dinding Tiang 136
Tabel 6. 3 Rekapitulasi Daya Dukung Tanah Pondasi Tiang Pancang 137
Tabel 6. 4 Rekapitulasi Kebutuhan Jumlah Tiang Pancang 142
Tabel 6. 5 Rekapitulasi Dimensi Pilecap 143
Tabel 6. 6 Efisiensi Tiang Pancang 144
Tabel 6. 7 Daya Dukung Izin Tiang Kelompok 144
Tabel 6. 8 Jarak Tiang terhadap Titik Berat Pilecap PC1 146
Tabel 6. 9 Jarak Tiang terhadap Titik Berat Pilecap PC2 146
Tabel 6. 10 Rekapitulasi Perhitungan Penulangan Pilecap 152

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia adalah salah satu negara di Asia Tenggara yang terletak di kawasan cincin api Pasifik, wilayah dengan aktivitas tektonik paling aktif di dunia. Indonesia dikelilingi oleh beberapa lempeng besar, termasuk Lempeng Eurasia, Lempeng Indo-Australia, dan Lempeng Samudra Pasifik. Letak geografis ini menyebabkan Indonesia sangat rentan terhadap bencana alam seperti gempa bumi dan letusan gunung berapi(Putri et al., 2021). Berdasarkan data Survei Geologi Amerika Serikat (USGS) tahun 2021, Selama lima tahun terakhir, wilayah Indonesia mencatat rata-rata lebih dari 320 gempa bumi per tahun dengan magnitudo ≥ 5,0. Kondisi ini menunjukkan betapa pentingnya beban gempa dalam perancangan struktur bangunan, khususnya untuk gedung berlantai tinggi. Oleh karena itu, penting untuk merancang bangunan yang tahan gempa guna mengurangi risiko dampak serta mencegah jatuhnya korban jiwa.

Secara umum, gedung bertingkat seperti apartemen umumnya dibangun menggunakan struktur beton. Karakteristik beton yang kaku mengharuskan struktur beton memiliki dimensi yang lebih besar untuk dapat menahan gaya gempa yang signifikan. Akibatnya, peningkatan massa total bangunan ini menyebabkan struktur mengalami gaya gempa yang lebih besar(Yasin, 2020). Pada bangunan dengan struktur beton, jumlah pondasi yang diperlukan akan lebih banyak seiring dengan bertambahnya massa beton yang lebih berat. Sebaliknya, pada struktur baja, jumlah pondasi yang dibutuhkan cenderung lebih sedikit karena massa baja yang lebih ringan dibandingkan beton. Selain itu, struktur baja memiliki daktilitas yang lebih tinggi, sehingga dapat menahan deformasi yang lebih besar saat menerima beban gempa tanpa mengalami keruntuhan. Keunggulan daktilitas baja ini memungkinkan struktur baja untuk meredam gaya-gaya dinamis akibat gempa dengan lebih baik, yang dapat meningkatkan kestabilan struktur secara keseluruhan.

Bangunan struktur baja dengan sistem *Eccentrically Braced Frame* (EBF) merupakan struktural sistem baja tahan gempa yang diperkenalkan pertama kali di Jepang pada awal tahun 1970-an. Sistem ini terdiri atas kolom, balok, dan balok pendek (*link*), yang menawarkan kombinasi antara keuletan dan disipasi energi tinggi(Almasabha & Al-Mazaidh, 2023). Sistem ini menawarkan alternatif yang unggul dibandingkan dengan Rangka Tahan Momen (MRF) dan Rangka Penyangga Konsentris (CBF), terutama di

wilayah dengan risiko gempa tinggi. MRF diketahui mampu menyerap energi gaya gempa secara signifikan, namun memiliki kekurangan dalam hal kekakuan lateral. Sebaliknya, CBF memiliki kekakuan lateral yang sangat baik, tetapi kemampuan disipasi energi gempanya lebih terbatas(Acosta et al., 2024).

Pada tugas akhir ini, Gedung Perkuliahan di Semarang akan direncanakan menggunakan struktur rangka baja. Gedung tersebut merupakan bangunan dengan struktur utama beton bertulang, terdiri dari 5 lantai tipikal, lantai auditorium, lantai basement, dan lantai *ground floor*. Bangunan tersebut akan didesain ulang menggunakan rangka baja dengan sistem rangka bracing eksentris yang mengadopsi konfigurasi *inverted V-braced*. Konfigurasi ini dipilih karena memiliki kemampuan disipasi energi yang sangat baik dalam meredam beban lateral, seperti gempa, sehingga dapat meningkatkan kinerja struktur secara keseluruhan(Sanie et al., 2023). Melalui tugas akhir ini, diharapkan desain ulang tersebut dapat memberikan solusi yang lebih aman, ekonomis, dan efisien dalam mendukung fungsi bangunan serta memenuhi standar perencanaan struktur modern.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang permasalahan diatas, maka didapatkan rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana merencanakan struktur baja komposit dengan sistem rangka bresing eksentris sebagai alternatif sistem penahan gempa pada bangunan tinggi?
2. Bagaimana performa struktur gedung dari hasil desain alternatif, yang mencakup rasio partisipasi massa, periode fundamental, gaya geser dasar seismik, simpangan antar lantai, dan Pengaruh P-Δ ?
3. Bagaimana perbedaan desain pondasi antara bangunan eksisting dengan alternatif desain?

1.3 Tujuan

Adapun tujuan dari penyusunan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Merencanakan struktur baja komposit dengan sistem rangka bresing eksentris yang memiliki konfigurasi *link inverted V-braced*;

2. Mengetahui performa struktur gedung hasil desain alternatif, yang mencakup rasio partisipasi massa, periode fundamental, gaya geser dasar seismik, simpangan antar lantai, Pengaruh P-Δ, dan ketidakberaturan struktur;
3. Melakukan perbandingan konfigurasi jumlah desain pondasi antara bangunan eksisting dan hasil alternatif desain, serta menganalisis dampaknya terhadap stabilitas struktur.

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah pada tugas akhir ini, antara lain:

1. Perencanaan tidak membandingkan metode pelaksanaan desain eksisting dengan modifikasi;
2. Perencanaan tidak memperhitungkan Rencana Anggaran Biaya (RAB);
3. Perencana tidak memperhitungkan rangka atap.
4. Perencanaan tidak mempertimbangkan sistem utilitas bangunan, sanitasi, *mechanical, electrical, and plumbing* (MEP), serta *finishing*.

1.5 Manfaat

Beberapa manfaat yang diperoleh dari modifikasi ini, antara lain:

1. Menjadi referensi perencanaan gedung bertingkat baja-beton komposit tahan gempa dengan sistem *Eccentrically Braced Frame* (EBF).
2. Mengusulkan alternatif sistem struktur yang lebih efisien.
3. Mengidentifikasi aspek-aspek penting yang perlu diperhatikan untuk mencegah kegagalan struktur.
4. Meningkatkan pemahaman penulis tentang perencanaan struktur bangunan baja dan komposit.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Hasil Penelitian Terdahulu

Teori terdahulu terkait perencaan struktur gedung menggunakan sistem *Eccentrically Braced Frame* (EBF) antara lain:

1. (Ma et al., 2024): *Shear links* pendek dengan koneksi *flush end plate* pada bracing eksentrik meningkatkan kekuatan struktural dan ketahanan gempa, dengan koefisien *overstrength* 1,8 dan rotasi plastik > 0,12 rad.
2. (Zhang et al., 2023): Metode desain plastik pada rangka beton-baja dengan *shear links* dapat diganti meningkatkan kinerja seismik dan mempermudah penggantian komponen pasca-gempa.
3. (Rusydi, 2018): Sistem EBF dengan variasi *link* (*short, middle, long*) meningkatkan disipasi energi dan daktilitas pada bangunan tinggi, dengan *link* pendek lebih optimal untuk pelelehan geser.
4. (Apriansyah et al., 2018): Penerapan sistem EBF pada struktur baja meningkatkan daktilitas dan kekakuan elastis bangunan, memberikan ketahanan gempa yang lebih optimal dibandingkan struktur beton bertulang, serta mendukung kebutuhan komersial pada bangunan bertingkat tinggi.
5. (Prasetyo et al., 2024): Penggunaan sistem EBF pada struktur baja apartemen efektif mengurangi dampak beban gempa, dengan *link* yang berperan menyerap energi gempa melalui mekanisme geser atau lentur. Sistem ini meningkatkan stabilitas dan kekuatan, menjadikannya pilihan ideal untuk gedung bertingkat tinggi tahan gempa.

Sistem EBF terbukti meningkatkan kinerja seismik struktur bangunan melalui optimalisasi disipasi energi, daktilitas, dan kekakuan elastis. Penggunaan *shear link*, terutama *link* pendek, efektif menyerap energi gempa dan meminimalkan dampak kerusakan pada struktur. Selain meningkatkan ketahanan terhadap gempa, sistem EBF mempermudah perbaikan pascagempa serta mendukung desain yang ekonomis dan fungsional, menjadikannya solusi unggul untuk bangunan bertingkat tinggi.

2.2 Studi Literatur

Peraturan yang digunakan dalam perencanaan struktur baja menggunakan sistem *Eccentrically Braced Frame* (EBF) yaitu :

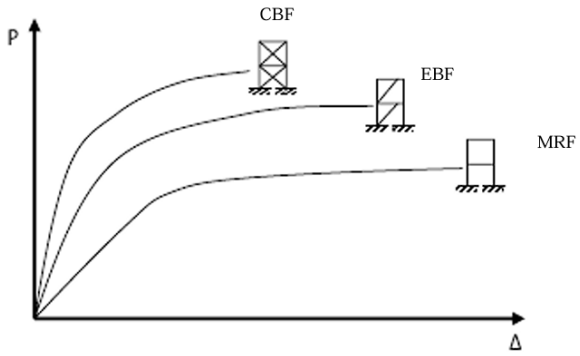
1. SNI 1726-2019 tentang tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan non gedung.
2. SNI 1727-2020 tentang beban desain minimum untuk perencanaan bangunan gedung dan struktur lain.
3. SNI 1729-2020 tentang spesifikasi untuk bangunan gedung baja struktural.
4. SNI 2847-2019 tentang persyaratan beton struktural untuk bangunan gedung dan penjelasan.
5. SNI 7972-2020 tentang sambungan terprakualifikasi untuk rangka momen khusus dan menengah baja pada aplikasi seismik.
6. SNI 7860-2020 ketentuan seismik untuk bangunan gedung baja struktural.
7. SNI 1727-2020 Persyaratan perancangan geoteknik.
8. ANSI/AISC341-16 *Seismic Provisions for Structural Steel Buildings.*
9. AC 1318-19M *Buildings Code Requirements for Structural Concrete.*
10. Michel B., Chia-Ming U., & Andrew W. 1998. *Ductile Design of Steel Structures.*

Beberapa jurnal yang berkaitan dengan struktur baja dan sistem rangka *Eccentrically Braced Frame* (EBF).

2.3 *Eccentrically Braced Frame* (EBF)

Rangka penyangga eksentrik (EBF) terdiri dari kolom, balok, dan bracing, dengan ciri khas berupa segmen balok pendek (*link*) yang menerima gaya geser dan lentur signifikan. *Link* ini ditentukan oleh jarak horizontal antara pertemuan sumbu tengah bracing dan balok atau kolom. Berbeda dari rangka konsentris, balok dalam EBF selalu mengalami gaya geser dan lentur.

Sistem struktur baja memiliki berbagai jenis, salah satunya adalah EBF, yang menjadi alternatif untuk bangunan tahan gempa. Sistem ini menggabungkan daktilitas tinggi dari *Moment Resisting Frame* (MRF) dan kekakuan elastis tinggi dari *Concentrically Braced Frame* (CBF)(Sanie et al., 2023b). Rangka baja eksentrik (EBF) sering digunakan sebagai sistem penahan beban lateral di daerah seismik tinggi karena memiliki daktilitas tinggi dan mekanisme leleh yang stabil(Ashrafi & Imanpour, 2021). Berikut ini ditampilkan hubungan perilaku dari ketiga sistem struktur baja tersebut dalam **Gambar 2.1**.

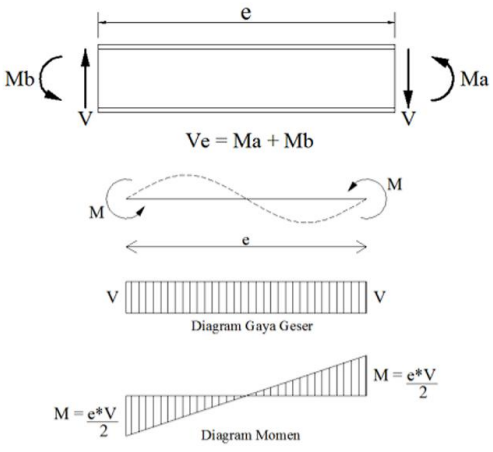


Gambar 2. 1 Perbedaan karakteristik sistem struktur baja(Taufiq Nussa et al., 2014)

Eccentrically Braced Frame merupakan sistem pengaku dengan kekakuan dan daktilitas tinggi. Kekakuan diperoleh dari hubungan balok dan kolom, sedangkan daktilitas berasal dari elemen *link* yang mampu menyerap deformasi inelastis. *Link* berfungsi sebagai pemutus (*fuse*) yang dirancang untuk mengalami kerusakan terlebih dahulu(Sulistyono et al., 2018).

2.3.1 Elemen *Link*

Link adalah elemen struktur yang dirancang untuk berperilaku inelastis dan mampu mengalami deformasi plastis besar saat menerima beban lateral. Mekanisme leleh pada *link* terdiri dari kelelehan geser atau lentur, tergantung pada panjang *link* yang digunakan(Manope et al., 2019). Berikut merupakan gambaran gaya yang bekerja pada elemen *link* ditunjukkan pada **Gambar 2.2**.



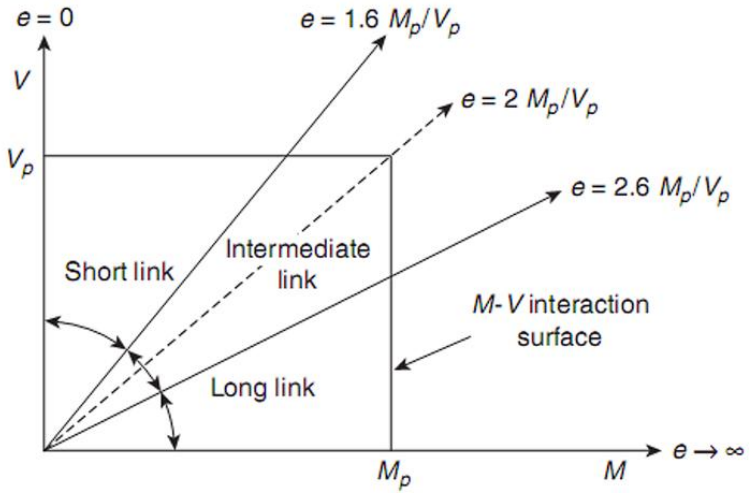
Gambar 2. 2 Gaya yang bekerja pada balok *link* (Suswanto et al., 2018)

Pada **Gambar 2.2**, *Link* mengalami gaya geser tinggi di seluruh bagiannya dan momen besar di ujung-ujungnya. *Short link* menyebabkan leleh akibat geser dengan momen

kecil di ujung, menghasilkan struktur lebih kaku seperti CBF. Sebaliknya, *long link* membentuk momen plastis di ujung tanpa leleh geser, menjadikan kekakuan mendekati MRF. Energi disipasi dan pola kegagalan pada kedua jenis *link* ini berbeda.

Dalam sistem *Eccentrically Braced Frame* (EBF), panjang elemen *link* sangat memengaruhi kekakuan dan daktilitas struktur. *Short Link* memiliki kekakuan dan kekuatan struktur yang tinggi serta mampu menyerap energi dengan baik melalui deformasi plastis. Sebaliknya, *Long Link* menghasilkan kekakuan dan kekuatan yang lebih rendah, namun mendekati karakteristik sistem *Momen Resisting Frame* (MRF). Sedangkan, *Intermediate Link* berada di antara kedua ekstrem tersebut, memberikan kombinasi sifat yang seimbang. Pemilihan *Short Link* lebih diutamakan karena dapat meningkatkan kekakuan dan kekuatan struktur, serta lebih efektif dalam mendistribusikan gaya lateral akibat gempa. Oleh karena itu, penggunaan *short link* dianggap optimal untuk memastikan stabilitas dan performa struktur yang andal(Suswanto et al., 2018).

Kriteria balok *link* ditentukan berdasarkan rasio antara kapasitas momen plastis (Mp) dan kapasitas geser plastis (Vp) yang dinormalisasi dengan panjang link. Pada *link* geser, gaya geser mencapai kondisi plastis (Vp) sebelum momen lentur, sehingga *link* mengalami kelelehan akibat geser. Sebaliknya, pada *link* lentur, momen plastis (Mp) tercapai terlebih dahulu sebelum kelelehan akibat geser terjadi. Beberapa jenis tipe *link* pada struktur baja ditunjukkan pada **Gambar 2.3**.

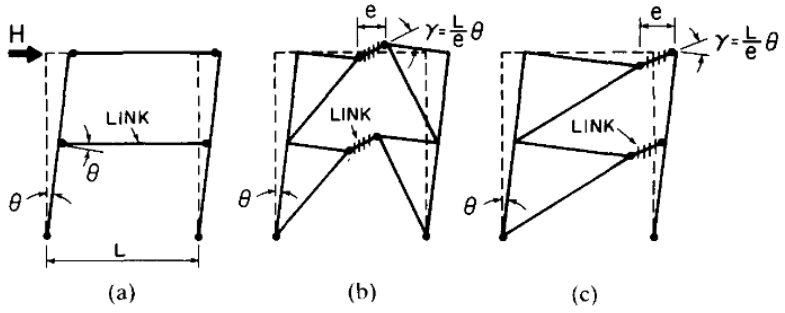


Gambar 2. 3 Klasifikasi tipe *link* pada struktur baja(Suswanto et al., 2018)

2.3.2 Sudut Rotasi *Link*

Sudut rotasi *link* adalah sudut inelastis antara *link* dan balok di sampingnya saat total *story drift* mencapai desain *story drift*, θ. Sudut ini tidak boleh melebihi batas berikut:

1. 0,08 radian untuk $e \leq 1{,}6 \frac{M_p}{V_P}$
2. 0,02 radian untuk $e \geq 2{,}6 \frac{M_p}{V_P}$
3. Nilai sudut rotasi *link* ditentukan melalui interpolasi linier untuk nilai *e* yang berada di antaranya.

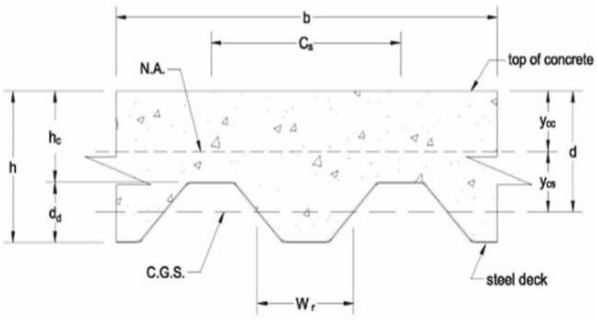


Gambar 2. 4 Sudut Rotasi Link(Seismic Provisions for Structural Steel Buildings, 2016)

Gambar 2.4 menunjukkan mekanisme kehancuran *Eccentrically Braced Frame* (EBF). Pada setiap kasus, θ mewakili besar penyimpangan rangka, yang juga sama dengan penyimpangan sendi plastis terhadap balok.

2.4 Pelat Lantai Komposit (*Steel Deck*)

Pelat lantai komposit baja gelombang merupakan metode konstruksi yang sangat efisien, melampaui sistem pelat pra-cetak tipe *half slab*, karena *steel deck* berfungsi permanen tanpa perlu dilepas setelah pengecoran beton(Yulianto, 2021). Pelat komposit banyak digunakan pada bangunan bertingkat tinggi dan jembatan karena dapat mengurangi berat struktur tanpa mengurangi daya tahan. Dengan pelat *steel deck* sebagai cetakan permanen dan tulangan positif, elemen ini memiliki daya tahan tinggi, perawatan rendah, dan mampu mendukung beban mati serta beban hidup sesuai standar SNI, sekaligus melindungi struktur dari gempa dan kondisi ekstrem(Giatmajaya et al., 2020). Berikut visualisasi penampang *steel deck* ditunjukkan pada **Gambar 2.5**.



Gambar 2. 4 Penampang *Steel Deck* (Weli et al., 2021)

2.5 Analisis Pembebanan

Analisis pembebanan dilakukan berdasarkan peraturan SNI 1726-2019 ”Tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan nongedung”. SNI 1727-2020 ”Beban desain minimum dan kriteria terkait untuk bangunan gedung dan struktur lain”.

2.5.1 Beban Mati

Beban mati adalah beban permanen yang berasal dari berat komponen struktural bangunan, seperti dinding, lantai, atap, dan elemen tetap lainnya, yang memberikan tekanan terus-menerus pada struktur. Beban ini tetap konstan sepanjang umur bangunan karena berasal dari material bangunan itu sendiri. Nilainya ditetapkan berdasarkan SNI 1727:2020.

2.5.2 Beban Hidup

Beban hidup adalah beban tidak tetap yang disebabkan oleh aktivitas atau pemanfaatan bangunan, seperti pergerakan orang, perabot, peralatan, dan barang-barang yang dapat dipindahkan. Beban ini bersifat sementara dan dapat berubah dalam jumlah maupun lokasi sesuai fungsi ruang. Nilainya ditetapkan berdasarkan SNI 1727:2020.

2.5.3 Beban Angin

Perhitungan beban angin dilakukan berdasarkan SNI 1727-2020 dengan langkah sebagai berikut:

1. Menentukan kategori resiko bangunan pada tabel 1.5-1 SNI 1727-2020
2. Menentukan kecepatan angin dasar dari peta angin indonesia.
3. Menentukan parameter beban angin yang meliputi:
   a. Faktor arah angin (*Kd*), Pasal 26.6 dan Tabel 26.6-1;
   b. Kategori eksposur, Pasal 26.7;

c. Faktor topografi (*Kzt*), Pasal 26.8 dan Tabel 26.8-1;
d. Faktor elevasi permukaan tanah (*Ke*), Pasal 26.9;
e. Faktor efek hembusan angin (*G*) atau (*Gf*), Pasal 26.11;
f. Klasifikasi ketertutupan, Pasal 26.12;
g. Koefisien tekanan internal (*GCpi*), Pasal 26.13 dan Tabel 26.13-1

4. Menentukan koefisien eksposur tekanan velositas *Kz* atau *Kh*, Tabel 26.10.1.
5. Menentukan tekanan velositas *qz*, atau *qh* Persamaan (26.10-1).
6. Menentukan koefisien tekanan eksternal, *Cp* atau *CN*, dengan detail sebagai berikut:
   a. Gambar 27.3.1. Digunakan untuk dinding dan atap rata, pelanan, perisai, miring sepihak atau mansard;
   b. Gambar 27.3-2. Digunakan untuk atap kubah;
   c. Gambar 27.3-3. Digunakan untuk atap lengkung;
   d. Gambar 27.3.4. Digunakan untuk atap miring sepihak, bangunan gedung terbuka;
   e. Gambar 27.3-5. Digunakan untuk atap berbubung, bangunan gedung terbuka;
   f. Gambar 27.3.6. Digunakan untuk atap cekung, bangunan gedung terbuka;
   g. Gambar 27.3-7. Digunakan untuk beban angin sepanjang bubungan kasus untuk atap miring sepihak, berbubung, atau cekung, bangunan gedung terbuka.
7. Hitung tekanan angin, *p*, pada setiap permukaan bangunan gedung dengan detail sebagai berikut:
   a. Persamaan (27.3-1). Digunakan untuk bangunan gedung kaku dan fleksibel;
   b. Persamaan (27.3-2). Digunakan untuk bangunan gedung terbuka.

2.5.4 Beban Hujan

Setiap bangunan dari atap harus dirancang untuk mampu menahan beban dari air hujan. Berdasarkan SNI 1727-2020 Pasal 8.3 beban hujan desain dihitung dengan rumus **Persamaan 2.1** berikut::

$$R = 0{,}0098\,x\,(ds + dh) \qquad \textbf{(2.1)}$$

Dimana :

R = Beban air hujan pada atap yang tidak melendut.Apabila istilah "atap yang tidak melendut" digunakan, lendutan dari beban (termasuk beban mati) tidak perlu diperhitungkan ketika menentukan jumlah air hujan pada atap. (kN/m2)

ds = Tinggi statis, kedalaman air pada atap yang tidak melendut meningkat ke sistem sekunder apabila sistem drainase primer tertutup. (mm)

dh = Kepala hidraulik, tambahan kedalaman air pada atap yang tidak melendut di atas lubang masuk sistem drainase sekunder pada aliran desainnya. (mm)

2.5.5 Beban Gempa

Beban gempa adalah gaya akibat getaran tanah dari aktivitas seismik yang memengaruhi struktur bangunan dan infrastruktur. Beban gempa dihitung dengan metode respon sprektrum sesuai dengan SNI 1726-2019. Langkah-langkah perhitungan gaya gempa sebagai berikut:

1. Menentukan kategori risiko struktur bangunan dan faktor keutamaan gempa mengikuti SNI 1726-2019 Tabel 3 SNI 1726 2019. Gedung ini berfungsi sebagai gedung perkuliahan dan fasilitas pendidikan sehingga termasuk kategori resiko IV, ditunjukkan pada **Tabel 2.1**.

Tabel 2. 1 Kategori Resiko bangunan gedung dan nongedung (SNI 1726-2019)

Jenis pemanfaatan	**Kategori risiko**
Gedung dan nongedung yang dikategorikan sebagai fasilitas yang penting, termasuk, tetapi tidak dibatasi untuk: - Bangunan-bangunan monumental - Gedung sekolah dan fasilitas pendidikan - Rumah ibadah - Rumah sakit dan fasilitas kesehatan lainnya yang memiliki fasilitas bedah dan unit gawat darurat - Fasilitas pemadam kebakaran, ambulans, dan kantor polisi, serta garasi kendaraan darurat - Tempat perlindungan terhadap gempa bumi, tsunami, angin badai, dan tempat perlindungan darurat lainnya - Fasilitas kesiapan darurat, komunikasi, pusat operasi dan fasilitas lainnya untuk tanggap darurat - Pusat pembangkit energi dan fasilitas publik lainnya yang dibutuhkan pada saat keadaan darurat	**IV**

- Struktur tambahan (termasuk menara telekomunikasi, tangki penyimpanan bahan bakar, menara pendingin, struktur stasiun listrik, tangki air pemadam kebakaran atau struktur rumah atau struktur pendukung air atau material atau peralatan pemadam kebakaran) yang disyaratkan untuk beroperasi pada saat keadaan darurat Gedung dan nongedung yang dibutuhkan untuk mempertahankan fungsi struktur bangunan lain yang masuk ke dalam kategori risiko IV.	

2. Menentukan faktor keutamaan gempa berdasarkan Tabel 4 SNI 1726-2019. Dari tabel tersebut dapat diketahui bahwa gedung ini memiliki faktor keutamaan gempa (I_e) 1,50 dikarenakan gedung memiliki kategori resiko IV.
3. Menentukan percepatan respons gerak tanah gempa maksimum yang dipertimbangkan dengan risiko tertarget (MCER). Parameter S_s dapat dilihat pada SNI 1726-2019 Gambar 15.
4. Menentukan kelas situs pada SNI 1726-2019 Pasal 5.1; Tabel 5. Penentuan kelas situs juga didasarkan dari hasil penyelidikan nilai N-SPT tanah menggunakan **Persamaan 2.2** berikut:

$$N = \frac{\Sigma \mathrm{d}/\mathrm{Ni}}{\Sigma \mathrm{d}} \qquad \textbf{(2.2)}$$

Dimana :

d = Tebal Lapisan

Ni = Nilai N-SPT

5. Menentukan parameter F_a berdasarkan nilai S_s dan kelas situs pada SNI 1726-2019 Tabel 6 dan menentukan parameter F_v berdasarkan nilai S_1 dan kelas situs pada SNI 1726-2019 Tabel 7.
6. Menentukan parameter S_{MS} dan S_{M1} berdasarkan SNI 1726-2019 Pasal 6.2. ditunjukkan pada **Persamaan 2.3** dan **Persamaan 2.4** berikut:

$$S_{MS} = F_a \text{ x } S_s \qquad \textbf{(2.3)}$$

$$S_{M1} = F_v \text{ x } S_1 \qquad \textbf{(2.4)}$$

7. Menentukan paramater S_{D1} dan S_{DS} berdasarkan SNI 1726-2019 Pasal 6.3. ditunjukkan pada **Persamaan 2.5** dan **Persamaan 2.6** berikut:

$$S_{D1} = \frac{2}{3} \text{ x } S_{M1} \qquad \textbf{(2.5)}$$

$$S_{DS} = \frac{2}{3} \text{ x } S_{MS} \quad \textbf{(2.6)}$$

8. Menentukan kurva respon sprekturm desain Kurva respon sprektrum diperhitungkan berdasarkan SNI 1726-2019 Pasal 6.4.
9. Menentukan faktor R, **Ω**, dan Cd ditentukan melalui tabel 12 SNI 1726-2019.
10. Menentukan faktor perbesaran dihitung berdasarkan sumbu yang ditinjau, ditunjukkan pada **Persamaan 2.7** berikut:

$$C_1 = I_e \; g/R \quad \textbf{(2.7)}$$

2.5.6 Kombinasi Pembebanan

Kombinasi pembebanan adalah proses menentukan berbagai variasi beban yang mungkin terjadi pada struktur, seperti beban mati, beban hidup, dan beban lingkungan, untuk memastikan kekuatan dan stabilitas struktur dalam kondisi operasional maupun ekstrem. Kombinasi pembebanan dilakukan berdasarkan SNI 1727-2020, yang mencakup **Persamaan 2.8** hingga **Persamaan 2.23** berikut :

Metode Ultimit (LRFD)

1. 1,4 D **(2.8)**
2. 1,2D+1,6L+0,5(L atau R) **(2.9)**
3. 1,2D+1,6(L atau R)+(L atau 0,5W) **(2.10)**
4. 1,2D+1W+L+0,5(L atau R) **(2.11)**
5. 0,9D+1W **(2.12)**
6. 1,2D+Ev+Eh+L **(2.13)**
7. 0,9D-Ev+Eh **(2.14)**

Metode Tegangan Izin (ASD)

1. D **(2.15)**
2. D+L **(2.16)**
3. D+(Lr atau R) **(2.17)**
4. D+0,75L+0,75(Lr atau R) **(2.18)**
5. D+0,6W **(2.19)**
6. D+0,75(0,6W)+0,75L+0,75(Lr atau R) **(2.20)**
7. 0,6D+0,6W **(2.21)**
8. 1D+0,7Ev+0,7Eh **(2.22)**
9. 1D+0,525Ev+0,525Eh+0,75L **(2.23)**

10. 0,6D-0,7Ev+0,7Eh **(2.24)**

Keterangan :

D = *Dead Load*
L = *Live Load*
Lr = *Live Roof*
R = *Rain*
W = *Wind*
E = *Earthquake*

2.6 Pondasi

Pondasi adalah elemen struktural bawah yang berfungsi untuk mendukung dan mentransfer beban dari struktur di atasnya, seperti kolom, balok, dan plat, ke lapisan tanah di bawahnya, guna memastikan stabilitas bangunan(Sari et al., 2023). Pondasi bangunan dibagi menjadi pondasi dangkal dan pondasi dalam, bergantung pada kedalaman tanah keras dan perbandingan kedalaman dengan lebar pondasi ($D \leq B$). Pondasi dangkal digunakan ketika tanah keras dekat permukaan, sementara pondasi dalam digunakan jika tanah keras jauh dari permukaan. Pondasi juga dapat dirinci berdasarkan kapasitas beban yang ditanggung(Siregar, 2020).

2.6.1 Pondasi Dangkal

Pondasi dangkal adalah jenis pondasi yang banyak digunakan pada proyek bangunan sederhana hingga menengah, karena dapat diaplikasikan pada tanah dengan kedalaman relatif dangkal dan lebih ekonomis. Pondasi ini mentransfer beban langsung ke lapisan tanah dekat permukaan. Pemilihan pondasi dangkal harus mempertimbangkan faktor seperti karakteristik tanah, beban yang akan ditanggung, dan kedalaman lapisan tanah keras. Menurut Aisah & Dhiniati (2023), terdapat beberapa jenis pondasi dangkal, yaitu: Pondasi Batu Kali, Pondasi Rollag Bata, Pondasi Pelat Beton Lajur, dan Pondasi Sumuran.

2.6.2 Pondasi Dalam

Pondasi dalam adalah jenis pondasi dengan kedalaman yang empat kali lebih besar dibandingkan lebar pondasinya ($D > 4B$). Pondasi ini digunakan ketika lapisan tanah di permukaan tidak dapat mendukung beban yang diterima, dan tanah keras terletak pada kedalaman yang sangat dalam(Puspita et al., 2022). Selain itu, Pondasi dalam umumnya dibedakan menjadi beberapa jenis, antara lain: Pondasi Bor (*Bored Pile*), Pondasi Tiang

Pancang (*Pile Foundation*), Pondasi Sumuran (*Caisson Foundation*), Pondasi Paus (*Yayasan Sumur*).

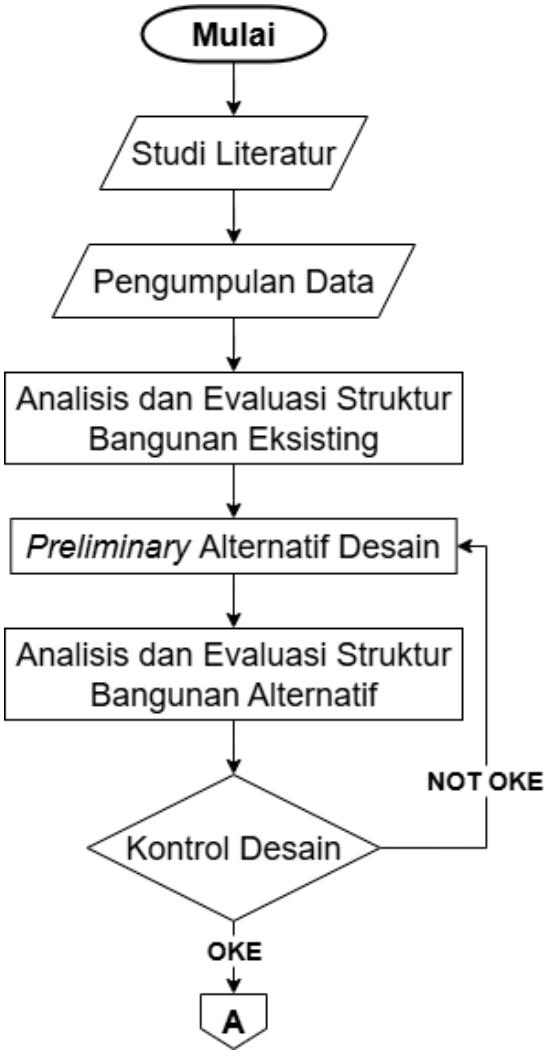
BAB III
METODOLOGI

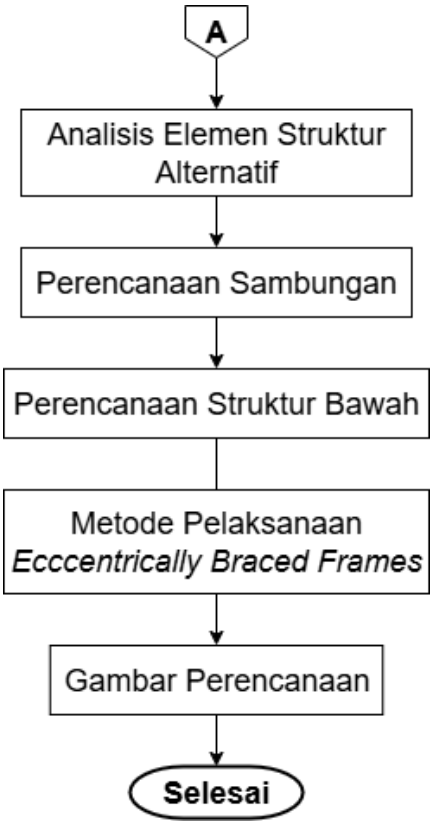
3.1 Umum

Alternatif Desain Gedung Perkuliahan di Semarang menggunakan Sistem *Eccentrically Braced Frame* (EBF) tentunya melibatkan langkah-langkah pengerjaan yang terstruktur sesuai dengan urutan kegiatan yang akan dilakukan. Proses pelaksanaannya dimulai dari pengumpulan data dan studi literatur hingga penyajian analisis struktur dan gambar teknik.

3.2 Diagram Alir Perencanaan

Diagram alir Alternatif Desain Gedung Perkuliahan di Semarang dengan menerapkan sistem *Eccentrically Braced Frame* (EBF). Alur tahapan pekerjaan dapat dilihat pada **Gambar 3.1** berikut:





Gambar 3. 1 Diagram Alir Penyelesaian Tugas Akhir

3.3 Studi Literatur

Perencanaan struktur baja dengan sistem *Eccentrically Braced Frame* (EBF) mengacu pada berbagai peraturan dan referensi yang telah dijelaskan secara rinci pada **Bab 2 Subbab 1.1**.

3.4 Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan pada Proyek Gedung Perkuliahan di Semarang. Data yang dikumpulkan mencakup hasil pengujian tanah pada bangunan eksisting, serta gambar arsitektur dan struktur bangunan atas dan bangunan bawah.

3.5 Analisis dan Evaluasi Struktur Bangunan Eksisting

Analisis struktur bangunan eksisting meliputi beberapa kontrol, yaitu:

1. Kontrol Partisipasi Massa

   Menurut SNI 1726-2019 Pasal 7.9.1.1, analisis harus mencakup jumlah ragam yang memadai untuk mencapai partisipasi massa terkombinasi sebesar 100% dari massa struktur.
2. Penentuan Perioda Fundamental

Perioda fundamental struktur ditentukan berdasarkan SNI 1726-2019 Pasal 7.8.2.

3. Kontrol Gaya Geser Dasar Seismik

   Perhitungan kontrol gaya dasar seismik ditentukan berdasarkan SNI 1726-2019 Pasal 7.8.1.

4. Kontrol Simpangan Antar Lantai

   Penentuan simpangan antar lantai sesuai Pasal 7.8.6. yang dimana Simpangan Δ_i harus kurang dari simpangan izin yang diatur dalam SNI 1726-2019 Tabel 20.

5. Kontrol Pengaruh P-Δ

   Kontrol P-Delta dilakukan guna mengetahui kestabilan gedung. Pengaruh P – Δ diatur dalam SNI 1726-2019 Pasal 7.8.7.

6. Kontrol Ketidakberaturan Struktur

   Berdasarkan SNI 1726:2019 Pasal 7.3.2, ketidakberaturan struktur terbagi menjadi dua kategori utama yaitu ketidakberaturan horizontal pada struktur sesuai tabel 13 dan ketidakberaturan vertikal pada struktur sesuai tabel 14 pada SNI 1726:2019.

7. Kontrol Ketidakberaturan Struktur

   Penentuan kontrol *dual system* berdasarkan SNI 1726:2019. Yang dimana, rangka harus dapat memikul 25% gaya gempa.

3.6 *Preliminary Design*

Struktur yang akan dirancang adalah bangunan baja dengan sistem *Eccentrically Braced Frame* (EBF), dan gaya dalamnya akan dianalisis menggunakan perangkat lunak komputer. Berikut ini adalah spesifikasi material struktur yang dirancang :

Profil Kolom	:	Profil *King Cross*, mutu baja: A36
Profil Balok	:	Profil *Wide Flange* (WF), mutu baja; A36
	:	F_y = 250 Mpa ; F_u = 400 Mpa
Profil Bresing/*Link*	:	Profil *Wide Flange* (WF), mutu baja; A36
	:	F_y = 250 Mpa ; F_u = 400 Mpa

3.7 Analisis dan Evaluasi Struktur Bangunan Alternatif

Analisis struktur bangunan alternatif meliputi beberapa kontrol berdasarkan SNI 1726-2019 mencakup hal-hal berikut:

1. Kontrol Partisipasi Massa

Menurut SNI 1726-2019 Pasal 7.9.1.1, analisis harus mencakup jumlah ragam yang memadai untuk mencapai partisipasi massa terkombinasi sebesar 100% dari massa struktur. Sebagai alternatif, analisis diizinkann untuk jumlah ragam paling sedikit sebesar 90% dari massa aktual masing-masing arah horizontal ortogonal dari respons yang ditinjau oleh model.

2. Penentuan Perioda Fundamental

   Perioda fundamental struktur ditentukan berdasarkan SNI 1726-2019 Pasal 7.8.2.

3. Kontrol Gaya Geser Dasar Seismik

   Perhitungan kontrol gaya dasar seismik ditentukan berdasarkan SNI 1726-2019 Pasal 7.8.1.

4. Kontrol Simpangan Antar Lantai

   Penentuan simpangan antar lantai sesuai Pasal 7.8.6. yang dimana Simpangan Δ_i harus kurang dari simpangan izin yang diatur dalam SNI 1726-2019 Tabel 20.

5. Kontrol Pengaruh P-Δ

   Kontrol P-Delta dilakukan guna mengetahui kestabilan gedung. Pengaruh P – Δ diatur dalam SNI 1726-2019 Pasal 7.8.7.

3.8 Konsep Perencanaan Struktur Sekunder

3.8.1 Perencanaan Pelat Lantai

Digunakan pelat lantai dengan sistem pelat bondek dengan cor beton pada perhitungan pelat lantai. Untuk itu, digunakan jenis pelat *one way slab* yang diatur pada SNI 2847-2019 Pasal R810.2.3.

3.8.2 Perencanaan Balok Anak

Balok anak dikontrol dengan beberapa ketentuan, sebagai berikut:

3.8.2.1 Kontrol Terhadap Lentur

Perhitungan kontrol geser pada balok anak berdasarkan SNI 1729-2020 Bab F.

3.8.2.2 Kontrol Terhadap Geser

Perhitungan kontrol geser pada balok anak berdasarkan SNI 1729-2020 Bab G.

3.8.2.3 Kontrol Lendutan

Kontrol lendutan bertujuan untuk mencegah kerusakan arsitektural akibat lendutan yang berlebihan. Lendutan yang terjadi dibatasi berdasarkan lendutan izin sesuai **Persamaan 3.1** berikut:

$$f_{ijin} = L/360 \quad \textbf{(3.1)}$$

Dimana:

L = Panjang elemen yang ditinjau.

3.8.3 Perencanaan Balok Lift

Kontrol yang dilakukan pada balok penumpu lift sama dengan kontrol yang dilakukan pada balok anak yang meliputi:

a. Kontrol kapasitas lentur;
b. Kontrol kapasitas geser.

3.8.4 Perencanaan Tangga

Perencanaan struktur tangga mencakup pendimensian tangga, pelat tangga, dan balok tangga. Untuk memastikan kenyamanan dan keamanan pengguna, dimensi tangga dalam desain awal diupayakan memenuhi **Persamaan 3.2** berikut:

$$60 \leq 2h + t \leq 65 \quad \textbf{(3.2)}$$

Keterangan:

h = Tinggi anak tangga;

t = Lebar pijakan.

Penentuan kemiringan tangga diupayakan agar dapat memenuhi **Persamaan 3.3** berikut:

$$25^0 \leq \alpha \leq 45^0 \quad \textbf{(3.3)}$$

Keterangan:

α = sudut kemiringan tangga.

3.9 Konsep Perencanaan Struktur Primer

3.9.1 Perencanaan Balok Utama

Perencanaan balok utama dilakukan dengan beberapa kontrol sebagai berikut:

3.9.1.1 Kontrol Terhadap Lentur

Perhitungan kontrol geser pada balok anak berdasarkan SNI 1729-2020 Bab F.

3.9.1.2 Kontrol Terhadap Geser

Perhitungan kontrol geser pada balok anak berdasarkan SNI 1729-2020 Bab G.

3.9.1.3 Kontrol Lendutan

Kontrol lendutan bertujuan untuk mencegah kerusakan arsitektural akibat lendutan yang berlebihan. Lendutan yang terjadi dibatasi berdasarkan lendutan izin sesuai **Persamaan 3.4** berikut:

$$f_{ijin} = L/360 \quad \textbf{(3.4)}$$

Dimana:

L = Panjang elemen yang ditinjau.

3.9.1.4 Persyaratan Balok Daktail

Menurut SNI 7860-2020 Pasal F3.5a, balok-balok harus memenuhi persyaratan untuk komponen struktur daktail tinggi. Cara memastikan struktur balok memiliki daktilitas tinggi diatur dalam tabel D1.1 SNI 7860 – 2020.

3.9.2 Perencanaan Kolom Utama

Perencanaan Kolom utama dilakukan dengan beberapa kontrol sebagai berikut:

3.9.2.1 Kontrol Lentur

Perhitungan kontrol lentur kolom utama dihitung berdasarkan SNI 1729-2020 Bab F.

3.9.2.2 Kontrol Aksial Tekan

Perhitungan kontrol lentur kolom utama dihitung berdasarkan SNI 1729-2020 Bab E.

3.9.2.3 Amplifikasi Momen

Perhitungan kontrol lentur kolom utama dihitung berdasarkan SNI 1729-2020 Lampiran 8 tentang analisis orde kedua.

3.9.2.4 Kontrol Tekan – Lentur

Kontrol terhadap kombinasi aksial tekan dan lentur dihitung berdasarkan SNI 1720-2020 Pasal H1.

3.9.2.5 Persyaratan Rasio Momen Balok Kolom

Persyaratan Rasio momen balok kolom dihitung berdasarkan SNI 7860 - 2020 Pasal E3.4a.

3.9.3 Perencanaan Bresing

Bresing yang digunakan menggunakan profil WF. Beberapa parameter yang diperhitungkan dalam perencanaan bresing berdasarkan pada SNI 7860-2020 Pasal F3.

3.9.4 Perencanaan *Link*

3.9.4.1 Kuat Elemen *Link*

Batas kekuatan geser dan lentur pada elemen *link* dihitung menggunakan P**ersamaan 3.5** dan **Persamaan 3.6** berikut:

$$M_p = Z_x \,.\, f_y \tag{3.5}$$

$$V_p = 0{,}6\, f_y (h - 2t_y) t_w \tag{3.6}$$

Keterangan:

M_p = Momen plastis penampang

Z_x = Modulus plastis penampang

f_y = Tegangan leleh penampang

V_p = Gaya geser plastis penampang

h = Tinggi penampang

t_f = Tebal *flens*

t_w = Tebal *web*

3.9.4.2 Panjang Elemen *Link*

Ketentuan terkait panjang *link* (*e*) menggunakan **Persamaan 3.7** hingga **Persamaan 3.9** berikut:

- *Link* geser (*short links*)

$$e \leq \frac{1{,}6 M_p}{V_p} \tag{3.7}$$

- *Link* medium (*intermediate links*)

$$\frac{1{,}6 M_p}{V_p} \leq e \leq \frac{2{,}6 M_p}{V_p} \tag{3.8}$$

- *Link* lentur (*long links*)

$$e \leq \frac{2{,}6 M_p}{V_p} \tag{3.9}$$

3.9.4.3 Sudut Rotasi *Link*

Sudut rotasi *link beam* seharusnya tidak melebihi nilai berikut:

- 0,08 radian untuk $e \leq 1{,}6 \frac{M_p}{V_P}$
- 0,02 radian untuk $e \leq 2{,}6 \frac{M_p}{V_P}$
- Interpolasi linier antara 0,08 - 0,02 radian jika panjang link $1{,}6 \frac{M_p}{V_P} \leq$ e $\leq 2{,}6 \frac{M_p}{V_P}$

3.10 Perencanaan Sambungan

Beberapa sambungan yang digunakan pada perencanaan sambungan yaitu sebagai berikut:

1. Sambungan Baut (dihitung berdasarkan berdasarkan SNI 1729-2020 Pasal J3);
2. Sambungan Las (dihitung berdasarkan berdasarkan SNI 1729-2020 Pasal J2).

3.11 Perencanaan Struktur Bawah

Bangunan bawah berfungsi sebagai penyalur beban bangunan ke tanah. Perencanaan bawah meliputi:

3.11.1 Perencanaan *Pile Cap*

Perencanaan *pile cap* dilakukan dengan beberapa parameter sebagai berikut :

3.11.1.1 Geser Pons 1 Arah

Perhitungan geser pons 1 arah dihitung berdasarkan SNI 2847-2019 Pasal 13.4.2.3.a.

3.11.1.2 Geser Pons 2 Arah

Perhitungan geser pons 2 arah dihitung berdasarkan SNI 2847-2019 Pasal 13.4.2.3.b.

3.11.1.3 Perencanaan Penulangan Pile Cap

Perhitungan penulangan *pile cap* dihitung berdasarkan SNI 2847-2019.

3.11.2 Perencanaan Daya Dukung Tiang Pancang Tunggal

Daya dukung tiang pancang pada pondasi dihitung dengan menggunkan metode Luciano Decourt dengan **Persamaan 3.10** hingga **Persamaan 3.13** berikut ini:

$$Q_{ijin} = \frac{Q_u}{SF} \quad \textbf{(3.10)}$$

$$R_n = Q_p + Q_s \quad \textbf{(3.11)}$$

$$R_n = qp \,.\, Ap \quad \textbf{(3.12)}$$

$$R_n = \left(\frac{N_s}{3} + 1\right) \text{x } A_s \quad \textbf{(3.13)}$$

Dimana:

SF = 3

Q_u = Daya dukung tanah ultimate pada pondasi

Q_p = Daya dukung ultimate didasar pondasi

Q_s = Daya dukung ultimate akibat beban lateral

3.11.3 Perencanaan Daya Dukung Tiang Pancang Kelompok

Pada pondasi tiang kelompok, beban terfaktor didistribusikan ke tiap tiang dengan **Persamaan 3.14** berikut:

$$P = \frac{Q}{n} \pm \frac{M_y . X_i}{\sum_{i=1}^{n} (X_i)^2} \pm \frac{M_y . Y_i}{\sum_{i=1}^{n} (Y_i)^2} \quad \textbf{(3.14)}$$

Dimana:

P = Beban maksimal yang diterima 1 tiang pancang

Q = Beban vertikal

n = Jumlah tiang pancang

M_x = Momen arah x

M_y = Momen arah y

X_i = Absis maksimum (jarak terjauh) tiang ke pusat berat kelompok tiang

Y_i = Ordinat maksimum (jarak terjauh) tiang ke pusat berat kelopok tiang

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB IV
PEMBEBANAN DAN PERMODELAN STRUKTUR

4.1 Pembebanan

4.1.1 Beban Mati

Komponen-komponen beban mati yang terdapat dalam struktur bangunan, ditunjukkan pada **Tabel 4.1**.

Tabel 4. 1 Beban Mati pada Bangunan

No.	Jenis Beban Mati	Beban	Satuan
1	Baja	78,5	kN/m^3
2	Beton Bertulang	24	kN/m^3
3	Bata Ringan	1,5	kN/m^2
4	Plafon	0,18	kN/m^2
5	MEP	0,3	kN/m^2
6	Pelat Bondek	0,095	kN/m^2
7	Keramik 1 cm	0,3	kN/m^2
8	Spesi 1 cm	0,22	kN/m^2

4.1.2 Beban Hidup

Beban hidup ditentukan berdasarkan ketentuan pada Tabel 4.3.1 SNI 1727:2020, sebagaimana ditunjukkan pada **Tabel 4.2**.

Tabel 4. 2 Beban Hidup pada Pelat

No.	Jenis Beban Mati	Beban	Satuan
1	Auditorium	4,79	kN/m^2
2	Gudang/Ruang Penyimpanan	6	kN/m^2
3	Koridor Utama	4,79	kN/m^2
4	Koridor/*Lobby*	3,83	kN/m^2
5	Kantor	2,4	kN/m^2
6	Parkiran	1,92	kN/m^2
7	Ruang Pasien	2,45	kN/m^2
8	Ruang Operasi/Laboratorium	2,87	kN/m^2

9	Ruang Kelas	1,92	kN/m^2
10	Ruang Pertemuan	4,79	kN/m^2
11	Taman	1,92	kN/m^2
12	Toilet	2,87	kN/m^2

4.1.3 Beban Angin

- **Kecepatan angin (V)** = 39,99 m/s
- **Faktor Arah Angin (Kd)** = 0,85
- **Eksposur** = B
- **Faktor Topografi (Kzt)** = 1
- **Faktor Pengaruh Tiupan Angin (G)** = 0,85
- **Zg** = 365,76 m
- **a** = 7
- **Tinggi Atap** = 40,59 m
- **Tinggi Bangunan** = 37,56 m
- **Tinggi Rata-rata Atap** = 39,08 m
- **Kedalaman Pile Cap** = 26 m
- **Z dari Pile Cap** = 65,08 m
- **L Bangunan** = 56 m
- **B Bangunan** = 24,63 m
- **L/B arah X** = 2,27
- **L/B arah Y** = 0,44
- **Kz** = 1,23
- **Tekanan Velositas (qz)** = 1.005 N/m^2
  = 104 kg/m^2

Rekapitulasi perhitungan qz tiap lantai ditunjukkan pada **Tabel 4.3**.

Tabel 4. 3 Rekapitulasi qz tiap lantai

Lantai	Z	a	Zg	Kz	Kd	V	qz N/m^2	qz kN/m^2
ST 9	40,59	7	365,76	1,07	0,85	39,99	894	0,89
ST 8	37,56	7	365,76	1,05	0,85	39,99	874	0,87
ST 7	33,36	7	365,76	1,01	0,85	39,99	845	0,84
ST 6	27	7	365,76	0,95	0,85	39,99	795	0,80

ST 5	22,8	**7**	365,76	0,91	0,85	39,99	758	0,76
ST 4	18,6	**7**	365,76	0,86	0,85	39,99	715	0,72
ST 3	14,4	**7**	365,76	0,80	0,85	39,99	665	0,66
ST 2	10,2	**7**	365,76	0,72	0,85	39,99	602	0,60
ST 1	4	**7**	365,76	0,55	0,85	39,99	461	0,46
P	0	**7**	365,76	0,00	0,85	39,99	0	0,00

- **Gaya Angin pada Atap**

Kasus A

CNW = 1,10

CNP = -0,30

Kasus B

CNW = 0,20

CNP = -1,20

Gaya Angin Kasus A (P)

P CNW = 0,84 kN/m^2

P CNP = -0,23 kN/m^2

Gaya Angin Kasus B (P)

P CNW = 0,15 kN/m^2

P CNP = -0,91 kN/m^2

Diambil Gaya Angin Pada Atap

Angin Datang = 0,84 kN/m^2

Angin Pergi = -0,91 kN/m^2

Jarak antar kolom = 8,11 m

Angin Datang = 6,77 kN/m

Angin Pergi = -7,39 kN/m

.

- **Gaya Angin pada Dinding Arah X**

Cp Datang = 0,80

Cp Pergi = -0,40

Jarak antar kolom = 8,21

Rekapitulasi gaya angin pada dinding arah x ditunjukkan **Tabel 4.4**.

Tabel 4. 4 Gaya Dinding pada Arah X

Lantai	qz kN/m^2	P datang (kN/m^2)	P Hisap (kN/m^2)	P Datang (kN/m)	P Hisap (kN/m)
ST 9	0,89	0,61	-0,30	4,99	-2,49
ST 8	0,87	0,59	-0,30	4,88	-2,44
ST 7	0,84	0,57	-0,29	4,72	-2,36
ST 6	0,80	0,54	-0,27	4,44	-2,22
ST 5	0,76	0,52	-0,26	4,23	-2,12
ST 4	0,72	0,49	-0,24	3,99	-2,00
ST 3	0,66	0,45	-0,23	3,71	-1,86
ST 2	0,60	0,41	-0,20	3,36	-1,68
ST 1	0,46	0,31	-0,16	2,57	-1,29
P	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

- **Gaya Angin pada Dinding Arah Y**

Cp Datang = 0,80

Cp Pergi = -0,50

Jarak antar kolom = 8

Rekapitulasi gaya angin pada dinding arah y ditunjukkan **Tabel 4.5.**.

Tabel 4. 5 Gaya Dinding pada Arah Y

Lantai	qz kN/m^2	P datang (kN/m^2)	P Hisap (kN/m^2)	P Datang (kN/m)	P Hisap (kN/m)
ST 9	0,89	0,61	-0,38	4,86	-3,04
ST 8	0,87	0,59	-0,37	4,76	-2,97
ST 7	0,84	0,57	-0,36	4,60	-2,87
ST 6	0,80	0,54	-0,34	4,33	-2,70

ST 5	0,76	0,52	-0,32	4,12	-2,58
ST 4	0,72	0,49	-0,30	3,89	-2,43
ST 3	0,66	0,45	-0,28	3,62	-2,26
ST 2	0,60	0,41	-0,26	3,28	-2,05
ST 1	0,46	0,31	-0,20	2,51	-1,57
P	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

4.1.4 Beban Hujan

Beban hidup ditentukan berdasarkan ketentuan Pasal 8.3 pada SNI 1727:2020.

R = 0,0098 x (ds+dh)

ds = Tinggi statis

dh = Tinggi hidrolik

R = 0,0098 x (10+20)

R = 0,294 kN/m^2

4.1.5 Beban Gempa

a. Kategori Resiko

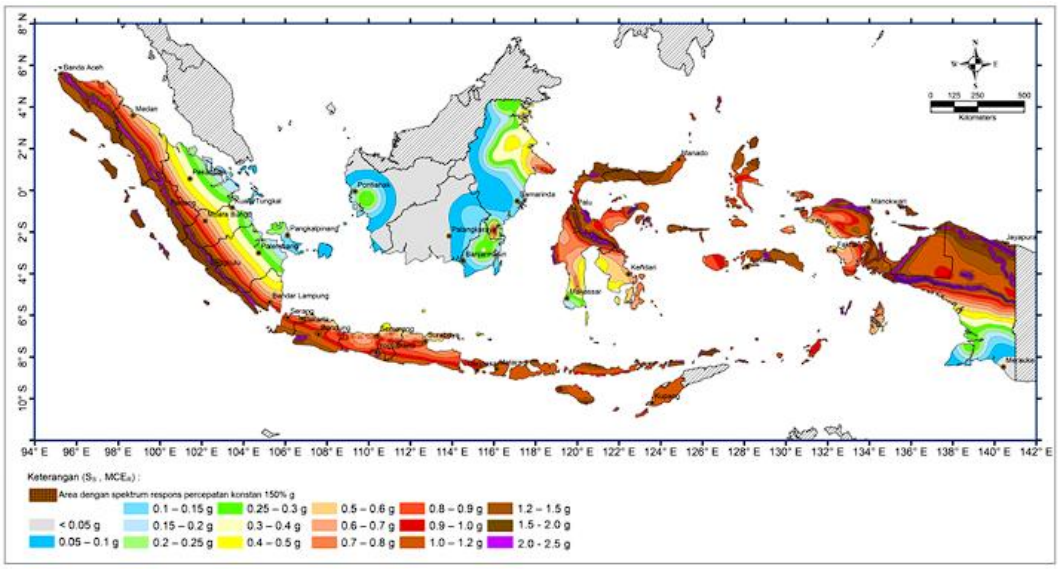
Kategori resiko bangunan berdasarkan SNI 1726 – 2019 Tabel 3, fasilitas pendidikan masuk dalam kategori resiko IV.

b. Faktor Keutamaan Gempa

Berdasarkan Tabel 4 SNI 1726 – 2019, kategori resiko IV memiliki faktor keutamaan gempa 1.5.

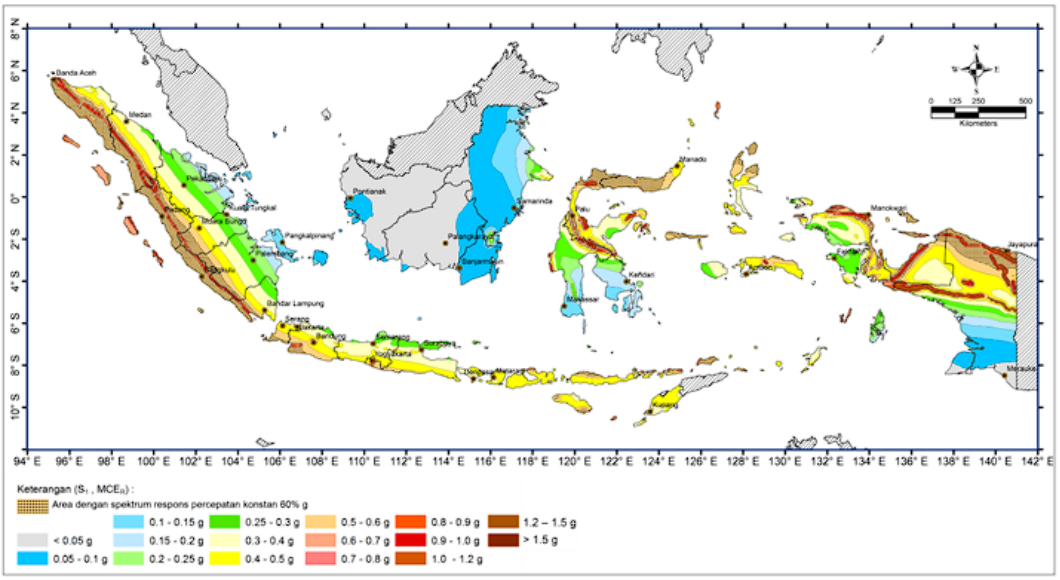
c. MCEr

Peta MCER dapat dilihat pada Gambar 15 dan 16 SNI 1726 – 2019 sebagai berikut :



Gambar 15 – Parameter gerak tanah S_S, gempa maksium yang dipertimbangkan risiko-tertarget (MCE_R) wilayah Indonesia untuk spektrum respons 0,2-detik (redaman kritis 5 %)

Gambar 4. 1 Parameter Gerak Tanah Ss (SNI 1726 – 2019 Gambar 15)



Gambar 16 – Parameter gerak tanah, S_1, gempa maksimum yang dipertimbangkan risiko-tertarget (MCE_R) wilayah Indonesia untuk spektrum respons 1- detik (redaman kritis 5 %)

Gambar 4. 2 Parameter Gerak Tanah S1 (SNI 1726 – 2019 Gambar 16)

d. Kelas Situs

Tabel 4. 6 Nilai N-SPT Tanah

Kedalaman	**Ketebalan (m)**	**Jenis**	**Deskripsi**	**Nilai**	**Ni**	**di/Ni**
m	**di**	**Tanah/Batuan**	**Tanah/Batuan**	**N-SPT**		

2	6	Lempung,Pasir Halus, berkerikil	Merah kecoklatan, plastisitas tinggi	12	9,33	0,64
4				10		
6				6		
8	2	Lempung, Pasiran	Merah kekuningan, plastisitas tinggi	8	8	0,25
10	4	Lempung, pasiran	Abu-abu, plastisitas tinggi	9	9,50	0,42
12				10		
14	4	Lempung	Abu-abu,kaku, plastisitas tinggi	21	22,50	0,18
16				24		
18	6	Lempung,Pasiran	Abu-abu kekuningan, plastisitas tinggi, kaku	26	23,33	0,26
20				22		
22				22		
24	6	Lempung,Pasiran, berkerikil	Abu-abu, plastisitas tinggi, butiran tidak seragam	24	23,67	0,25
26				25		
28				22		
30	6	Pasir,kerikilan	Coklat kehitaman, butiran seragam	21	33,33	0,18
32				35		
34				44		
36	2	Batu pasir	Abu-abu, padat	40	40	0,05
38	4	lempung, pasiran	Abu-abu, kecoklatan, sangat padat	50	50	0,08
40				50		
Jumlah	40					2,31

$$N = \frac{\Sigma di}{\Sigma di/Ni}$$

$$= \frac{40}{2{,}31}$$

$$= 17{,}30$$

Tabel 4. 7 Klasifikas Situs Berdasarkan Tabel 5 SNI

Tabel 5 – Klasifikasi situs

Kelas situs	$\overline{v}_s$ (m/detik)	$\overline{N}$ atau $\overline{N}_{ch}$	$\overline{s}_u$ (kPa)
SA (batuan keras)	>1500	N/A	N/A
SB (batuan)	750 sampai 1500	N/A	N/A
SC (tanah keras, sangat padat dan batuan lunak)	350 sampai 750	>50	≥ 100
SD (tanah sedang)	175 sampai 350	15 sampai 50	*50 sampai100*
SE (tanah lunak)	< 175	<15	< 50
	Atau setiap profil tanah yang mengandung lebih dari 3 m tanah dengan karateristik sebagai berikut : 1. Indeks plastisitas, $PI > 20$, 2. Kadar air, $w \geq 40\%$, 3. Kuat geser niralir $\overline{s}_u < 25$ kPa		
SF (tanah khusus,yang membutuhkan investigasi geoteknik spesifik dan analisis respons spesifik-situs yang mengikuti 0)	Setiap profil lapisan tanah yang memiliki salah satu atau lebih dari karakteristik berikut: - Rawan dan berpotensi gagal atau runtuh akibat beban gempa seperti mudah likuifaksi, lempung sangat sensitif, tanah tersementasi lemah - Lempung sangat organik dan/atau gambut (ketebalan $H > 3$ m)		

Setelah ditemukan nilai N, maka dicocokan pada Tabel 5 SNI 1726 -2019. Dari tabel tersebut dapat diketahui bahwa lokasi termasuk pada klasifikasi Tanah Sedang (SD).

e. Parameter F_a dan F_v

Parameter F_a dan F_v dilihat dari Tabel 6 dan 7 SNI 1726 – 2019 sebagai berikut :

Tabel 4. 8 Koefisien Situs Fa Berdasarkan Tabel 6 SNI 1726 – 2019

Tabel 6 – Koefisien situs, F_a

Kelas situs	Parameter respons spektral percepatan gempa maksimum yang dipertimbangkan risiko-tertarget (MCE_R) terpetakan pada periode pendek, T = 0,2 detik, S_s					
	$S_s \leq 0{,}25$	$S_s = 0{,}5$	$S_s = 0{,}75$	$S_s = 1{,}0$	$S_s = 1{,}25$	$S_s \geq 1{,}5$
SA	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
SB	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
SC	1,3	1,3	1,2	1,2	1,2	1,2
SD	1,6	1,4	1,2	1,1	1,0	1,0
SE	2,4	1,7	1,3	1,1	0,9	0,8
SF	SS[a]					

CATATAN:
(a) SS= Situs yang memerlukan investigasi geoteknik spesifik dan analisis respons situs-spesifik, lihat 6.10.1

Tabel 4. 9 Koefisien Situs Fv Berdasarkan Tabel 7 SNI 1726 - 2019

Tabel 7 – Koefisien situs, F_v

Kelas situs	Parameter respons spektral percepatan gempa maksimum yang dipertimbangkan risiko-tertarget (MCE_R) terpetakan pada periode 1 detik, S_1					
	$S_1 \leq 0,1$	$S_1 = 0,2$	$S_1 = 0,3$	$S_1 = 0,4$	$S_1 = 0,5$	$S_1 \geq 0,6$
SA	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
SB	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
SC	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,4
SD	2,4	2,2	2,0	1,9	1,8	1,7
SE	4,2	3,3	2,8	2,4	2,2	2,0
SF	SS[a]					

CATATAN:
(a) SS= Situs yang memerlukan investigasi geoteknik spesifik dan analisis respons situs-spesifik, lihat 6.10.1

Dari tabel tersebut didapatkan nilai :

F_a = 1,14 (Hasil interpolasi)

F_v = 1,91 (Hasil interpolasi)

f. S_{MS} dan S_{M1}

S_{MS} = F_a x S_s

= 1,14 x 0,91

= 1,03

S_{D1} = F_v x S_1

= 1,91 x 0,39

= 0,74

g. S_{DS} dan S_{D1}

S_{DS} = 2/3 S_{MS} = 0,69

S_{D1} = 2/3 S_{M1} = 0,49

h. Kurva Respon Spektrum

T_0 = 0,2 x S_{D1}/S_{DS}

= 0,102

T_s = S_{D1}/S_{DS}

= 0,718

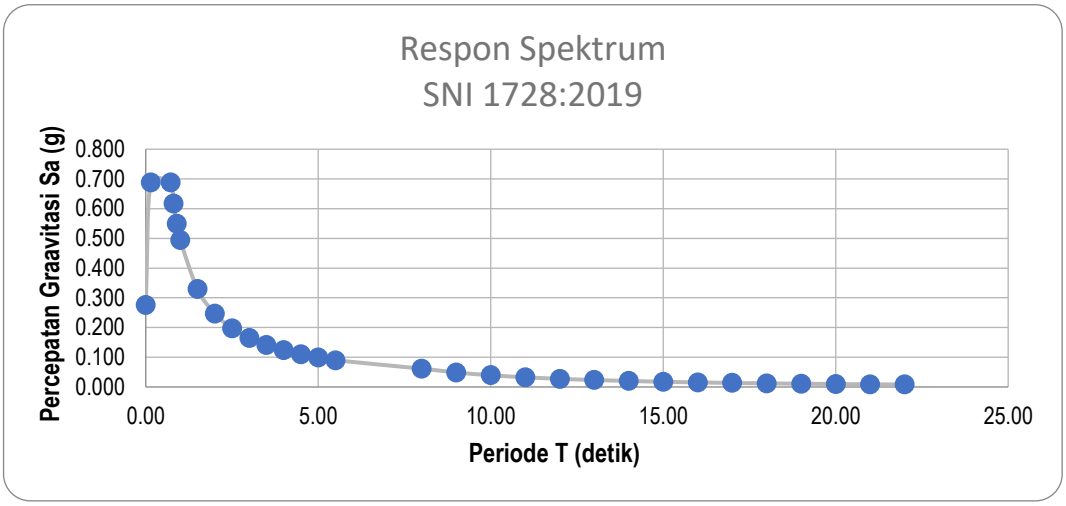
T_L = 8 (SNI 1726 – 2019 Gambar 20)

.

Tabel 4. 10 Perioda dan Sprektum Respon Percepatan

T	Sa
0,00	0,275
0,144	0,688
0,718	0,688
0,80	0,618
0,90	0,549
1,00	0,494
1,50	0,329
2,00	0,247
2,50	0,198
3,00	0,165
3,50	0,141
4,00	0,124
4,50	0,110
5,00	0,099
5,50	0,090
8,00	0,062
9,00	0,049
10,00	0,040
11,00	0,033
12,00	0,027
13,00	0,023
14,00	0,020
15,00	0,018
16,00	0,015
17,00	0,014
18,00	0,012
19,00	0,011
20,00	0,010

21,00	0,009
22,00	0,008



Gambar 4. 3 Grafik Respon Sprektrum

i. Faktor $R, \Omega, dan\ C_d$

Tabel 4. 11 Faktor R, Ω, dan Cd Berdasarkan Tabel 12 SNI 1726 - 2019

D. Sistem ganda dengan rangka pemikul momen khusus yang mampu menahan paling sedikit 25 % gaya seismik yang ditetapkan								
1. Rangka baja dengan bresing eksentris	8	2½	4	TB	TB	TB	TB	TB
2. Rangka baja dengan bresing konsentris khusus	7	2½	5½	TB	TB	TB	TB	TB
3. Dinding geser beton bertulang khusus[g,h]	7	2½	5½	TB	TB	TB	TB	TB
4. Dinding geser beton bertulang biasa[g]	6	2½	5	TB	TB	TI	TI	TI
5. Rangka baja dan beton komposit dengan bresing eksentris	8	2½	4	TB	TB	TB	TB	TB
6. Rangka baja dan beton komposit dengan bresing konsentris khusus	6	2½	5	TB	TB	TB	TB	TB
7. Dinding geser pelat baja dan beton komposit	7½	2½	6	TB	TB	TB	TB	TB
8. Dinding geser baja dan beton komposit khusus	7	2½	6	TB	TB	TB	TB	TB
9. Dinding geser baja dan beton komposit biasa	6	2½	5	TB	TB	TI	TI	TI
10. Dinding geser batu bata bertulang khusus	5½	3	5	TB	TB	TB	TB	TB
11. Dinding geser batu bata bertulang menengah	4	3	3½	TB	TB	TI	TI	TI
12. Rangka baja dengan bresing terkekang terhadap tekuk	8	2½	5	TB	TB	TB	TB	TB
13. Dinding geser pelat baja khusus	8	2½	6½	TB	TB	TB	TB	TB

Dari Tabel didapatkan nilai :

Struktur Eksisting

R = 7

Ω = 2,5

C_d = 5,5

Struktur Alternatif

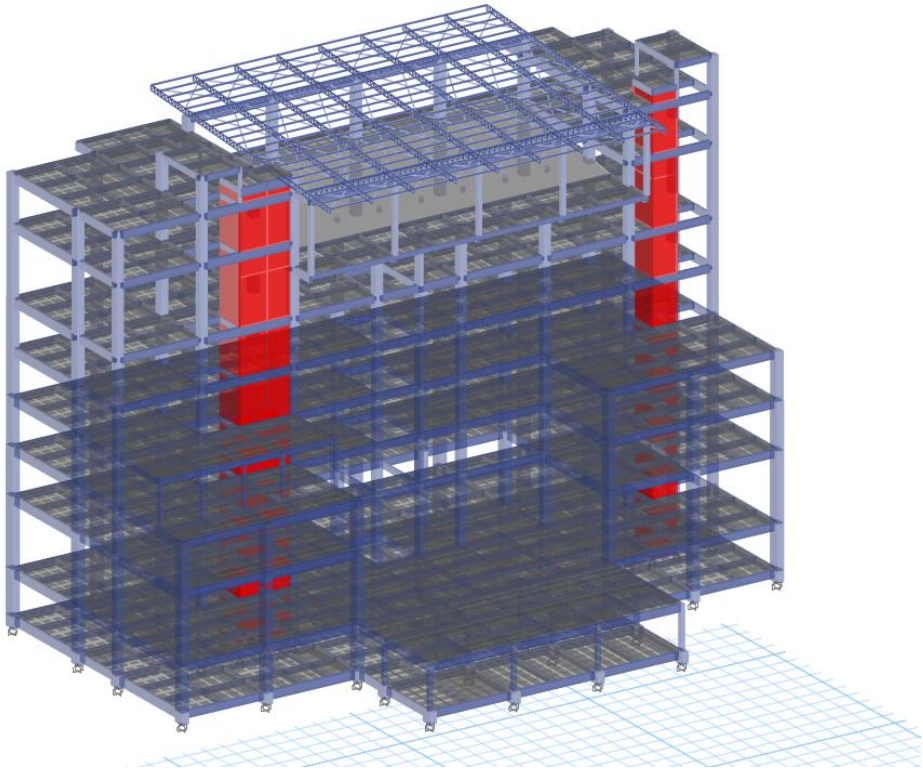
R = 8

Ω = 2,5

C_d = 4

4.2 Permodelan Struktur Eksisting

Model struktur bangunan alternatif divisualisasikan secara detail dalam bentuk tiga dimensi. Visualisasi ini dibuat dengan bantuan program komputer ETABS, dan tampilan lengkapnya dapat dilihat pada Gambar 4.4.



Gambar 4. 4 Pemodelan Struktur Eksisting

4.3 Kontrol Desain Struktur Eksisting

Setelah pemodelan struktur eksisting selesai, kontrol desain struktur harus dilakukan untuk mengevaluasi kondisi struktur secara menyeluruh. Pemeriksaan ini mencakup beberapa aspek penting:

1. Kontrol partisipasi massa

   Memastikan bahwa massa struktur telah berpartisipasi secara memadai dalam respons dinamika.
2. Kontrol periode getar struktur

Memverifikasi bahwa waktu getar alami struktur berada dalam batas yang diizinkan untuk mencegah fleksibilitas berlebihan.

3. Kontrol gaya geser dasar

   Memeriksa bahwa gaya geser yang timbul di dasar struktur akibat beban gempa tidak melebihi kapasitas desain.

4. Kontrol batas simpangan (drift)

   Memastikan bahwa pergeseran antar lantai (drift) tidak melampaui batas yang diizinkan, guna menjaga integritas struktural dan non-struktural.

5. Pengaruh P-Delta

   Mempertimbangkan efek P-Delta, yaitu pengaruh gaya aksial (P) terhadap momen lentur tambahan yang disebabkan oleh deformasi lateral struktur (delta). Ini penting karena deformasi lateral yang besar dapat meningkatkan momen lentur pada kolom dan elemen vertikal lainnya, berpotensi mengurangi kapasitas penampang dan memicu ketidakstabilan struktur.

4.3.1 Kontrol Partisipasi Massa

Sesuai ketentuan SNI 1726:2019 Pasal 7.9.1.1, analisis perlu memperhitungkan jumlah mode yang memadai guna memperoleh partisipasi massa ragam terkombinasi sebesar 100% dari massa struktur. **Gambar 4.5**, menunjukkan bahwa struktur eksisting mendapatkan partisipasi massa arah X adalah **100%** dan arah Y adalah **100%**. Oleh karena itu, analisis struktur eksisting yang dilakukan menggunakan ETABS 2019 telah memenuhi kriteria partisipasi massa sebesar 100% dari massa struktur.

Case	Mode	Period	UX	UY	UZ	SumUX	SumUY	SumUZ	RX	RY	RZ
		sec									
Modal	1	1,58	0,07	0,41	0,00	0,07	0,41	0,00	0,30	0,06	0,12
Modal	2	1,50	0,19	0,17	0,00	0,26	0,58	0,00	0,12	0,15	0,27
Modal	3	1,19	0,32	0,00	0,00	0,58	0,58	0,00	0,00	0,22	0,20
Modal	4	0,43	0,01	0,03	0,00	0,59	0,61	0,00	0,03	0,02	0,10
Modal	5	0,39	0,01	0,11	0,00	0,60	0,72	0,00	0,13	0,01	0,02
Modal	6	0,31	0,13	0,00	0,00	0,73	0,72	0,00	0,00	0,13	0,03
Modal	7	0,25	0,00	0,01	0,00	0,73	0,73	0,00	0,01	0,00	0,00
Modal	8	0,21	0,00	0,00	0,00	0,74	0,73	0,00	0,00	0,00	0,00
Modal	9	0,19	0,01	0,00	0,00	0,74	0,73	0,00	0,00	0,00	0,03
Modal	10	0,17	0,00	0,00	0,00	0,74	0,73	0,00	0,00	0,00	0,00
Modal	54	0,03	0,00	0,00	0,00	0,89	0,89	0,00	0,00	0,00	0,00
Modal	55	0,02	0,00	0,00	0,00	0,89	0,89	0,00	0,00	0,00	0,00
Modal	56	0,02	0,11	0,00	0,00	1,00	0,89	0,00	0,00	0,20	0,01
Modal	57	0,02	0,00	0,10	0,00	1,00	0,99	0,00	0,18	0,00	0,01
Modal	58	0,02	0,00	0,01	0,00	1,00	1,00	0,00	0,03	0,00	0,09

Gambar 4. 5 Modal Partisipasi Mass Ratio Eksisting

4.3.2 Penentuan Periode Fundamental

Ketentuan Pasal 7.8.2 SNI 1726 – 2019 :

a. Jika T ≤ Ta, maka digunakan perioda Ta.
b. Jika Ta ≤ T ≤ Cu Ta, maka digunakan T.
c. Jika T ≥ Cu Ta, maka digunakan Cu Ta.

Untuk memastikan struktur bangunan tidak terlalu fleksibel, periode getar alami fundamental (T) harus dibatasi. SNI 1726-2019 menetapkan bahwa periode fundamental pendekatan (Ta), dalam detik, dapat dihitung menggunakan rumus berikut :

$$T_a = C_t h_n^x$$

Dimana :

T_a = Periode fundamental pendekatan (detik).
C_t = Ketinggian struktur (m), yaitu ketinggian dari dasar struktur ke tingkat paling atas.
h_n = Koefisien faktor pengali periode pendekatan (didapat dari Tabel SNI 1726:2019, tergantung pada jenis sistem struktur penahan gaya gempa).
x = Eksponen (didapat dari Tabel SNI 1726:2019, tergantung pada jenis sistem struktur penahan gaya gempa).

Tabel 4. 12 Koefisien batas atas pada periode (Tabel 17 SNI 1726 : 2019)

Parameter percepatan respons spektral desain pada 1 detik, S_{D1}	Koefisien C_u
≥ 0,4	1,4
0,3	1,4
0,2	1,5
0,15	1,6
≤ 0,1	1,7

Percepatan Desain Periode 1 Detik S_{D1} = 0,4941 g
Koefisien untuk Batas Periode C_u = 1,4
SNI 1726:2019 tabel 17

Tabel 4. 13 Nilai Ct dan x berdasarkan Tabel 18 SNI 1726 : 2019

Tipe struktur	C_t	x
Sistem rangka pemikul momen di mana rangka memikul 100 % gaya seismik yang disyaratkan dan tidak dilingkupi atau dihubungkan dengan komponen yang lebih kaku dan akan mencegah rangka dari defleksi jika dikenai gaya seismik:		
• Rangka baja pemikul momen	0,0724	0,8
• Rangka beton pemikul momen	0,0466	0,9
Rangka baja dengan bresing eksentris	0,0731	0,75
Rangka baja dengan bresing terkekang terhadap tekuk	0,0731	0,75
Semua sistem struktur lainnya	0,0488	0,75

Parameter Periode Pendekatan	C_t	=	0,0466		
SNI 1726:2019 tabel 18					
Parameter Periode Pendekatan	x	=	0,9		
SNI 1726:2019 tabel 18					
Tinggi Bangunan (Seismik)	h	=	40,59	m	
Periode Fundamental Pendekatan	T_a	=	Ct * hx		
SNI 1726:2019 persamaan 36		=	1,3061	detik	
Periode Maksimum	T_{max}	=	Cu * Ta		
SNI 1726:2019 pasal 7.8.2		=	1,828	detik	
Periode Hasil Analisis Arah X	$T_{c,X}$	=	1,496	detik	(*ETABS*)
Periode Hasil Analisis Arah Y	$T_{c,Y}$	=	1,582	detik	(*ETABS*)
Periode Pakai Arah X	T_X	=	**1,496**	detik	
Periode Pakai Arah Y	T_Y	=	**1,582**	detik	

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan, periode getar (T) yang akan digunakan dalam perhitungan adalah nilai T itu sendiri. Hal ini karena nilai T yang dihasilkan berada dalam rentang yang diizinkan oleh peraturan, yaitu Ta $\leq$ T $\leq$ CuTa.

4.3.3 Kontrol Gaya Geser Dasar Seismik

Gaya geser dasar diatur dalam SNI 1726 – 2019 Pasal 7.8.1 dengan koefisien respon seismik :

- Gaya Geser Dasar Seismik

Koefisien Respons Seismik	C_s	=	$S_{DS} / (R/I_e)$
SNI 1726:2019 persamaan 31		=	0,1475
Batas Atas	$C_{s,max}$	=	$S_{D1} / [T * (R/I_e)]$
SNI 1726:2019 persamaan 32	$C_{s,max,X}$	=	0,0708
	$C_{s,max,Y}$	=	0,0669
Batas Bawah	$C_{s,min,1}$	=	$0.044 S_{DS} I_e >= 0.01$
SNI 1726:2019 persamaan 34		=	0,0454
Batas Bawah (dipakai jika S_1 >= 0,6 g)	$C_{s,min,2}$	=	$0.5 S_1 / (R/I_e)$

SNI 1726:2019 persamaan 35		=	0,0415	
Koefisien Respons Seismik Pakai	$C_{s,pakai,X}$	=	0,0708	
	$C_{s,pakai,Y}$	=	0,0669	
Berat Seismik Efektif (*ETABS*)	W	=	**124203**	kN

- Penskalaan Gaya

Gaya Geser Statik (Manual)	*V dinamik*	=	$C_s * W$	
SNI 1726:2019 persamaan 30	V_X	=	8789,74	kN
	V_Y	=	8311,91	kN
Gaya Geser Statik (ETABS)	*V statik*			
	V_X	=	14076,31	kN
(hanya untuk pembanding)	V_Y	=	10549,22	kN
Faktor Skala Awal	*SF*	=	g / (R / I)	
SNI 1726:2019 pasal 7.9.1.2		=	2,101	m/s^2
		=	2101,43	mm/s^2
Gaya Geser Respon Spektra Unscaled	$V_{i,X}$	=	4511,719	kN
	$V_{i,Y}$	=	4638,043	kN
Penskalaan Gaya Gempa	f_X	=	3,120	
SNI 1726:2019 pasal 7.9.1.4.1	f_Y	=	2,274	
Faktor Skala Baru	SF_X	=	**6556,33**	mm/s^2
	SF_Y	=	**4779,69**	mm/s^2

4.3.4 Kontrol Simpangan

Simpangan ijin diambil dari SNI 1726 – 2019 Tabel 20 sebagai berikut :

Tabel 4. 14 Simpangan antar tingkat izin berdasarkan Tabel 20 SNI 1726 - 2019

Struktur	Kategori risiko		
	I atau II	III	IV
Struktur, selain dari struktur dinding geser batu bata, 4 tingkat atau kurang dengan dinding interior, partisi, langit-langit dan sistem dinding eksterior yang telah didesain untuk mengakomodasi simpangan antar tingkat.	$0,025h_{sx}$ [c]	$0,020h_{sx}$	$0,015h_{sx}$
Struktur dinding geser kantilever batu bata[d]	$0,010h_{sx}$	$0,010h_{sx}$	$0,010h_{sx}$
Struktur dinding geser batu bata lainnya	$0,007h_{sx}$	$0,007h_{sx}$	$0,007h_{sx}$
Semua struktur lainnya	$0,020h_{sx}$	$0,015h_{sx}$	$0,010h_{sx}$

Simpangan Antar Tingkat Izin (Tabel)	Δ_a	=	0,01	h
Faktor Redundansi	ρ	=	1,3	

Story Drift Inelastik Izin	Δ_{max}	=	Δ / ρ	*untuk KDS D
		=	0,0077	h
Faktor Pembesaran Defleksi	C_d	=	5,5	
Faktor Keutamaan Gempa	I_e	=	1,50	
Story Drift Inelastik	Δ	=	$\delta * C_d / I_e$	

Hasil simpangan pada bangunan eksisting ditunjukkan pada **Tabel 4.15**, sebagai berikut :

Tabel 4. 15 Simpangan antar lantai Eksisting

Story	*Displacement*		*Elastic Drift*		*h*	*Inelastic Drift*		*Drift Limit*	*Cek*
	δe_X	δe_Y	δe_X	δe_Y		Δ_X	Δ_Y		
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	
10	64,7	41,9	6,0	2,0	3030	21,8	7,3	23,3	**OK**
9	58,7	39,9	6,5	3,2	4200	23,9	11,7	32,3	**OK**
8	52,2	36,7	0,0	3,6	2160	-0,2	13,1	16,6	**OK**
7	52,3	33,1	10,0	4,5	4200	36,8	16,4	32,3	**NOT OK**
6	42,2	28,7	7,7	5,2	4200	28,2	19,0	32,3	**OK**
5	34,5	23,5	7,7	5,8	4200	28,3	21,1	32,3	**OK**
4	26,8	17,7	8,2	5,4	4200	30,2	19,7	32,3	**OK**
3	18,6	12,3	7,5	4,9	4200	27,4	17,9	32,3	**OK**
2	11,1	7,5	8,4	5,6	6200	30,8	20,5	47,7	**OK**
1	2,7	1,9	2,7	1,9	4000	9,9	6,9	30,8	**OK**

4.3.5 Kontrol Pengaruh P-Delta

SNI 1726-2019 Pasal 7.8.7. Pengaruh P - Δ dapat diabaikan jika koefisien stabilitas (θ) kurang dari sama dengan 0.1.

Rasio kebutuhan geser	β	=	1
Batas koefisien stabilitas	θ_{max}	=	$0.5 / (\beta * C_d) <= 0.25$
		=	0,0909

Pengaruh P-Delta gedung dapat dilihat pada **Gambar 4.16** di bawah :

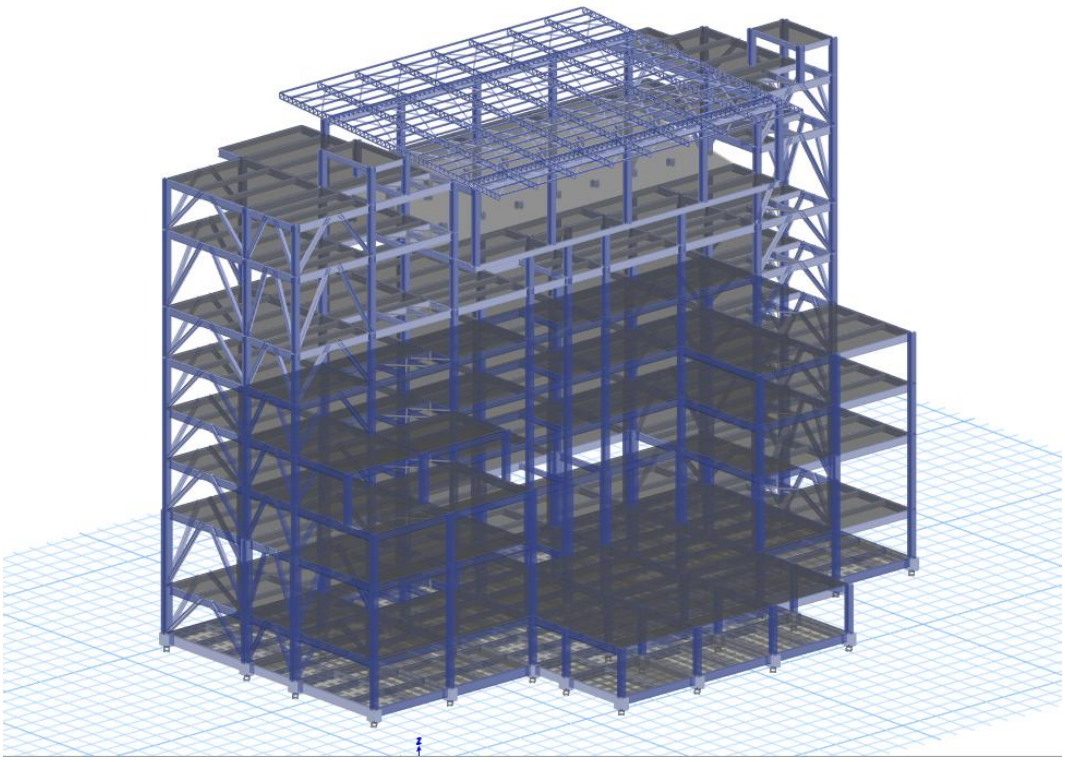
Tabel 4. 16 Pengaruh P-Delta bangunan Eksisting

Story	*Inelastic Drift*		*Story Forces*			*h*	*Koefisien Stabilitas*		*Batas Pengaruh*	*Batas Stabiltas Struktur*	*Cek*
	Δ_X	Δ_Y	*P*	V_x	V_y						
	(mm)	(mm)	(kN)	(kN)	(kN)	(mm)	*θX*	*θY*	*P-Delta*	*θmax*	
10	22,7	49,7	627,3	396,8	291,7	3030	0,0032	0,0096	0,1	0,0909	**OK**
9	36,4	54,5	4158,0	2149,1	1834,5	4200	0,0046	0,0080	0,1	0,0909	**OK**
8	40,7	-0,4	12123,8	4431,2	3564,2	2160	0,0141	-0,0002	0,1	0,0909	**OK**
7	51,2	83,7	8727,6	5171,9	3319,1	4200	0,0056	0,0143	0,1	0,0909	**OK**
6	59,2	64,2	31547,0	7328,7	5676,3	4200	0,0166	0,0232	0,1	0,0909	**OK**
5	65,8	64,3	42227,1	8464,9	6563,8	4200	0,0213	0,0268	0,1	0,0909	**OK**
4	61,5	68,7	54486,2	9741,4	7527,5	4200	0,0223	0,0323	0,1	0,0909	**OK**
3	55,8	62,4	68972,6	11246,1	8599,4	4200	0,0222	0,0325	0,1	0,0909	**OK**
2	63,9	70,1	82990,3	12672,9	9618,8	6200	0,0184	0,0266	0,1	0,0909	**OK**
1	21,5	22,5	105500,4	13746,9	10331,9	4000	0,0113	0,0156	0,1	0,0909	**OK**

Karena nilai θ tidak melebihi θmax, maka gedung dapat dikatakan stabil dan pengaruh P-Delta dapat diabaikan.

4.4 Permodelan Struktur Alternatif

Model struktur bangunan alternatif divisualisasikan secara detail dalam bentuk tiga dimensi. Visualisasi ini dibuat dengan bantuan program komputer ETABS, dan tampilan lengkapnya dapat dilihat pada **Gambar 4.6**.



Gambar 4. 6 Pemodelan Struktur Alternatif

4.5 Kontrol Desain Struktur Alternatif

Setelah pemodelan struktur alternatif selesai, kontrol desain struktur harus dilakukan untuk mengevaluasi kondisi struktur secara menyeluruh. Pemeriksaan ini mencakup beberapa aspek penting:

1. Kontrol partisipasi massa

   Memastikan bahwa massa struktur telah berpartisipasi secara memadai dalam respons dinamika.
2. Kontrol periode getar struktur

   Memverifikasi bahwa waktu getar alami struktur berada dalam batas yang diizinkan untuk mencegah fleksibilitas berlebihan.
3. Kontrol gaya geser dasar

   Memeriksa bahwa gaya geser yang timbul di dasar struktur akibat beban gempa tidak melebihi kapasitas desain.
4. Kontrol batas simpangan (drift)

   Memastikan bahwa pergeseran antar lantai (drift) tidak melampaui batas yang diizinkan, guna menjaga integritas struktural dan non-struktural.
5. Pengaruh P-Delta

Mempertimbangkan efek P-Delta, yaitu pengaruh gaya aksial (P) terhadap momen lentur tambahan yang disebabkan oleh deformasi lateral struktur (delta). Ini penting karena deformasi lateral yang besar dapat meningkatkan momen lentur pada kolom dan elemen vertikal lainnya, berpotensi mengurangi kapasitas penampang dan memicu ketidakstabilan struktur.

4.5.1 Kontrol Partisipasi Massa

Sesuai ketentuan SNI 1726:2019 Pasal 7.9.1.1, analisis perlu memperhitungkan jumlah mode yang memadai guna memperoleh partisipasi massa ragam terkombinasi sebesar 100% dari massa struktur. **Gambar 4.7**, menunjukkan bahwa struktur alternatif mendapatkan partisipasi massa arah X adalah **100%** dan arah Y adalah **100%**. Oleh karena itu, analisis struktur eksisting yang dilakukan menggunakan ETABS 2019 telah memenuhi kriteria partisipasi massa sebesar 100% dari massa struktur.

Case	Mode	Period	UX	UY	UZ	SumUX	SumUY	SumUZ	RX	RY	RZ
		sec									
Modal	1	0,936	0,5864	0,0001	0	0,5864	0,0001	0	4,18E-05	0,418	0,011
Modal	2	0,876	0,0001	0,5952	0	0,5864	0,5953	0	0,4089	3,94E-05	3,69E-05
Modal	3	0,593	0,0013	1E-06	0	0,5878	0,5953	0	0,0001	0,0016	0,6006
Modal	4	0,346	0,1186	1,37E-06	0	0,7064	0,5953	0	0	0,1707	0,0001
Modal	5	0,336	1,07E-06	0,1028	0	0,7064	0,698	0	0,1706	2,87E-06	4,27E-05
Modal	6	0,251	8E-07	0,005	0	0,7064	0,703	0	0,0067	6,79E-07	0,0126
Modal	7	0,238	1,00E-04	0,0007	0	0,7065	0,7037	0	0,0009	2,83E-05	0,0973
Modal	8	0,2	0,0091	2,13E-06	0	0,7156	0,7038	0	6,81E-07	0,0076	0,0001
Modal	9	0,177	0,018	0,014	0	0,7335	0,7177	0	1,42E-02	1,90E-02	2,98E-05
Modal	10	0,177	0,0113	2,15E-02	0	0,7449	0,7392	0	2,25E-02	0,012	2,00E-04
Modal	56	0,015	0,0044	7,57E-07	0	0,9939	0,9862	0	0	0,0069	0,0005
Modal	57	0,011	0,0049	0	0	0,9987	0,9862	0	0	0,0074	0,001
Modal	58	0,01	0E+00	0,0117	0	0,9987	0,9979	0	0,018	0,00E+00	5,43E-07
Modal	59	0,007	0,0012	0	0	1	0,9979	0	5,41E-07	0,002	0,0001
Modal	60	0,007	0	0,002	0	1	1	0	0,0029	0	1,08E-06

Gambar 4. 7 Modal Partisipasi Mass Ratio Alternatif

4.5.2 Penentuan Periode Fundamental

Ketentuan Pasal 7.8.2 SNI 1726 – 2019 :

a. Jika T ≤ Ta, maka digunakan perioda Ta.
b. Jika Ta ≤ T ≤ Cu Ta, maka digunakan T.
c. Jika T ≥ Cu Ta, maka digunakan Cu Ta.

Untuk memastikan struktur bangunan tidak terlalu fleksibel, periode getar alami fundamental (T) harus dibatasi. SNI 1726-2019 menetapkan bahwa periode fundamental pendekatan (Ta), dalam detik, dapat dihitung menggunakan rumus berikut :

$$T_a = C_t h_n^x$$

Dimana :

T_a = Periode fundamental pendekatan (detik).
C_t = Ketinggian struktur (m), yaitu ketinggian dari dasar struktur ke tingkat paling atas.
h_n = Koefisien faktor pengali periode pendekatan (didapat dari Tabel SNI 1726:2019, tergantung pada jenis sistem struktur penahan gaya gempa).
x = Eksponen (didapat dari Tabel SNI 1726:2019, tergantung pada jenis sistem struktur penahan gaya gempa).

Tabel 4. 17 Koefisien batas atas (Tabel 17 SNI 1726 : 2019)

Parameter percepatan respons spektral desain pada 1 detik, S_{D1}	Koefisien C_u
≥ 0,4	1,4
0,3	1,4
0,2	1,5
0,15	1,6
≤ 0,1	1,7

Percepatan Desain Periode 1 Detik S_{D1} = 0,4941 g

Koefisien untuk Batas Periode C_u = 1,4

SNI 1726:2019 tabel 17

Tabel 4. 18 Periode pendekatan Ct dan x berdasarkan Tabel 18 SNI 1726 : 2019

Tipe struktur	C_t	x
Sistem rangka pemikul momen di mana rangka memikul 100 % gaya seismik yang disyaratkan dan tidak dilingkupi atau dihubungkan dengan komponen yang lebih kaku dan akan mencegah rangka dari defleksi jika dikenai gaya seismik:		
• Rangka baja pemikul momen	0,0724	0,8
• Rangka beton pemikul momen	0,0466	0,9
Rangka baja dengan bresing eksentris	0,0731	0,75
Rangka baja dengan bresing terkekang terhadap tekuk	0,0731	0,75
Semua sistem struktur lainnya	0,0488	0,75

Parameter Periode Pendekatan C_t = 0,0466

SNI 1726:2019 tabel 18

Parameter Periode Pendekatan x = 0,9

SNI 1726:2019 tabel 18

Tinggi Bangunan (Seismik) h = 40,59 m

Periode Fundamental Pendekatan T_a = $C_t h_n^x$

SNI 1726:2019 persamaan 36 = 1,3061 detik

Periode Maksimum T_{max} = $C_u * T_a$

SNI 1726:2019 pasal 7.8.2 = 1,828 detik

Periode Hasil Analisis Arah X $T_{c,X}$ = 0,936 detik (*ETABS*)

Periode Hasil Analisis Arah Y $T_{c,Y}$ = 0,876 detik (*ETABS*)

Periode Pakai Arah X T_X = 1,306 detik

Periode Pakai Arah Y T_Y = 1,306 detik

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan, periode getar (T) yang akan digunakan dalam perhitungan adalah nilai Ta. Hal ini karena nilai T lebih kecil dalam rentang yang diizinkan oleh peraturan, yaitu T ≤ Ta.

4.5.3 Kontrol Gaya Geser Dasar Seismik

Gaya geser dasar diatur dalam SNI 1726 – 2019 Pasal 7.8.1 dengan koefisien respon seismik :

- Gaya Geser Dasar Seismik

Koefisien Respons Seismik	C_s	=	$S_{DS} / (R/I_e)$	
SNI 1726:2019 persamaan 31		=	0,1290	
Batas Atas	$C_{s,max}$	=	$S_{D1} / [T * (R/I_e)]$	
SNI 1726:2019 persamaan 32	$C_{s,max,X}$	=	0,0709	
	$C_{s,max,Y}$	=	0,0709	
Batas Bawah	$C_{s,min,1}$	=	$0.044\ S_{DS}\ I_e >= 0.01$	
SNI 1726:2019 persamaan 34		=	0,0454	
Batas Bawah (dipakai jika S_1 >= 0,6 g)	$C_{s,min,2}$	=	$0.5\ S_1 / (R/I_e)$	
SNI 1726:2019 persamaan 35		=	0,0363	
Koefisien Respons Seismik Pakai	$C_{s,pakai,X}$	=	0,0709	
	$C_{s,pakai,Y}$	=	0,0709	
Berat Seismik Efektif (*ETABS)*	W	=	**88540**	kN

- Penskalaan Gaya

Gaya Geser Statik (Manual)	V	=	$C_s * W$	
SNI 1726:2019 persamaan 30	V_X	=	6280,00	kN
	V_Y	=	6280,00	kN
Gaya Geser Statik (ETABS)	V_X	=	8832,47	kN
(hanya untuk pembanding)	V_Y	=	8832,47	kN
Faktor Skala Awal	SF	=	$g / (R / I)$	
SNI 1726:2019 pasal 7.9.1.2		=	1,839	m/s^2
		=	1838,75	mm/s^2
Gaya Geser Respon Spektra Unscaled	$V_{i,X}$	=	4315,329	kN
	$V_{i,Y}$	=	4633,349	kN
Penskalaan Gaya Gempa	f_X	=	2,047	
SNI 1726:2019 pasal 7.9.1.4.1	f_Y	=	1,906	
Faktor Skala Baru	SF_X	=	**3763,49**	mm/s^2
	SF_Y	=	**3505,17**	mm/s^2

4.5.4 Kontrol Simpangan

Simpangan ijin diambil dari SNI 1726 – 2019 Tabel 20 sebagai berikut :

Tabel 4. 19 Simpangan antar tingkat izin berdasarkan Tabel 20 SNI 1726 - 2019

Struktur	Kategori risiko		
	I atau II	III	IV
Struktur, selain dari struktur dinding geser batu bata, 4 tingkat atau kurang dengan dinding interior, partisi, langit-langit dan sistem dinding eksterior yang telah didesain untuk mengakomodasi simpangan antar tingkat.	$0{,}025h_{sx}$ [c]	$0{,}020h_{sx}$	$0{,}015h_{sx}$
Struktur dinding geser kantilever batu bata[d]	$0{,}010h_{sx}$	$0{,}010h_{sx}$	$0{,}010h_{sx}$
Struktur dinding geser batu bata lainnya	$0{,}007h_{sx}$	$0{,}007h_{sx}$	$0{,}007h_{sx}$
Semua struktur lainnya	$0{,}020h_{sx}$	$0{,}015h_{sx}$	$0{,}010h_{sx}$

Simpangan Antar Tingkat Izin (Tabel)	Δ_a	=	0,01	h
Faktor Redundansi	ρ	=	1,3	
Story Drift Inelastik Izin	Δ_{max}	=	Δ / ρ	*untuk KDS D
		=	0,0077	h
Faktor Pembesaran Defleksi	C_d	=	5,5	
Faktor Keutamaan Gempa	I_e	=	1,50	
Story Drift Inelastik	Δ	=	$\delta * C_d / I_e$	

Hasil simpangan pada bangunan eksisting ditunjukkan pada **Tabel 4.20** sebagai berikut :

Tabel 4. 20 Simpangan antar lantai Alternatif

Story	*Displacement*		*Elastic Drift*		*h*	*Inelastic Drift*		*Drift Limit*	*Cek*
	δe_X	δe_Y	δe_X	δe_Y		Δ_X	Δ_Y		
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	
10	67,5	59,4	1,9	2,1	3030	5,1	5,5	23,3	**OK**
9	65,6	57,4	4,2	3,6	4200	11,2	9,6	32,3	**OK**
8	61,4	53,8	0,3	0,1	2160	0,8	0,4	16,6	**OK**
7	61,1	53,7	10,1	8,6	4200	26,8	22,9	32,3	**OK**
6	51,0	45,1	7,9	6,6	4200	21,2	17,6	32,3	**OK**
5	43,1	38,5	8,2	7,0	4200	21,9	18,7	32,3	**OK**
4	34,9	31,5	8,5	7,4	4200	22,7	19,8	32,3	**OK**
3	26,3	24,0	7,7	6,8	4200	20,6	18,1	32,3	**OK**
2	18,6	17,3	13,2	12,2	6200	35,1	32,7	47,7	**OK**
1	5,5	5,0	5,5	5,0	4000	14,6	13,4	30,8	**OK**

4.5.5 Kontrol Pengaruh P-Delta

SNI 1726-2019 Pasal 7.8.7. Pengaruh P - Δ dapat dabaikan jika koefisien stabilitas (θ) kurang dari sama dengan 0.1.

Rasio kebutuhan geser	β	=	1
Batas koefisien stabilitas	θ_{max}	=	$0.5 / (\beta * C_d) <= 0.25$
		=	0,1250

Pengaruh P-Delta gedung dapat dilihat pada **Tabel 4.21** :

Tabel 4. 21 Pengaruh P-Delta bangunan Alternatif

Story	*Inelastic Drift*		*Story Forces*			*h*	*Koefisien Stabilitas*		*Batas Pengaruh*	*Batas Stabiltas Struktur*	*Cek*
	Δ_X	Δ_Y	*P*	V_x	V_y						
	(mm)	(mm)	(kN)	(kN)	(kN)	(mm)	*θX*	*θY*	*P-Delta*	*θmax*	
10	2,2	5,4	271,6	111,8	112,1	3030	0,0007	0,0016	0,1	0,1250	**OK**
9	10,3	14,7	4723,7	1168,4	1562,8	4200	0,0037	0,0040	0,1	0,1250	**OK**
8	6,3	1,5	18222,6	4277,4	4384,6	2160	0,0046	0,0011	0,1	0,1250	**OK**
7	25,4	29,4	8993,8	2486,5	1907,4	4200	0,0082	0,0124	0,1	0,1250	**OK**
6	25,6	25,4	40959,7	8189,1	8240,8	4200	0,0114	0,0113	0,1	0,1250	**OK**
5	29,0	27,1	54738,4	9882,0	9956,2	4200	0,0144	0,0133	0,1	0,1250	**OK**
4	28,9	28,6	71866,3	11654,4	11793,9	4200	0,0159	0,0156	0,1	0,1250	**OK**
3	27,6	28,1	91195,4	13341,3	13527,8	4200	0,0169	0,0169	0,1	0,1250	**OK**
2	46,6	46,4	108891,4	14695,7	14910,7	6200	0,0209	0,0205	0,1	0,1250	**OK**
1	20,3	21,2	138015,1	15651,9	15834,9	4000	0,0168	0,0173	0,1	0,1250	**OK**

Karena nilai θ tidak melebihi θmax, maka gedung dapat dikatakan stabil dan pengaruh P-Delta dapat diabaikan.

BAB V
PERENCANAAN STRUKTUR ATAS

5.1 Perencanaan Struktur Sekunder

5.1.1 Perencanaan Pelat Lantai

Perhitungan pelat dengan sistem komposit pelat bondek dan pelat beton dilakukan berdasarkan peraturan ANSI SD -2022 STANDARD FOR STEEL DECK.

A. Data Perencanaan Pelat

- Lebar pelat	=	3167	mm	
- Panjang pelat	=	8600	mm	
- Mutu beton	=	26,4	MPa	
- Tebal Pelat (h)	=	100	mm	
- Tebal bondek (t_p)	=	0,7	mm	
- Tinggi gelombang pelat bondek	=	51	mm	
- Luas penampang bondek (A_{sp})	=	889,69	mm^2/mm	
- Inersia pelat bondek (f_{yp})	=	409375,5	mm^4/m	
- Tebal selimut	=	20	mm	
- Wiremesh	=	M 8 -	200	(Union Wiremesh)
- As wiremesh	=	0,251	mm^2/mm	
- As 1 tulangan	=	50,3	mm^2	
- Jumlah tulangan dalam 1 meter	=	5	buah	
- Mutu wiremesh (fy)	=	550	MPa	

B. Pembebanan

Pada contoh perhitungan kali ini, pelat lantai difungsikan sebagai ruang kelas. Adapun beban yang bekerja pada pelat tersebut adalah sebagai berikut:

- **Beban mati (Brosur)**

Keramik (Roman)	=	0.13	kN/m^2
Spesi (Drymix tile adhesive ceramic)	=	0.22	kN/m^2
Pelat bondek (Lysaght smartdeck)	=	0.08	kN/m^2
Pelat beton	=	2.4	kN/m^2

Plafon dan penggantung	=	0.18	kN/m^2	
MEP	=	0.3	kN/m^2	+
		3.31	kN/m^2	

- **Beban hidup (SNI 1727-2020)**

Ruang Kelas	=	1.92	kN/m^2

- **Kombinasi Pembebanan**

Qu = 1.2D + 1.6L	=	7.044	kN/m^2

C. Momen pada Pelat

- Momen lapangan (positif) = Qu x l^2 / 16
  = 4,415659 kNm
- Momen tumpuan (negatif) = Qu x l^2 / 11
  = 6,42 kNm

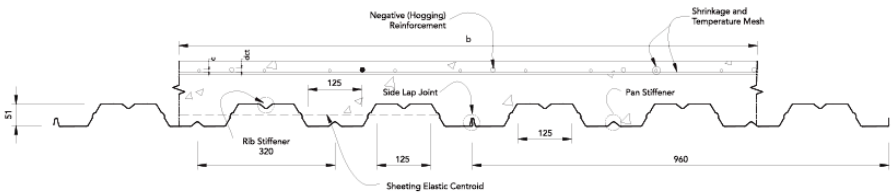
D. Kapasitas Momen Positif pada Pelat

Momen positif (di bagian lapangan) dipikul oleh pelat bondek. Perhitungan kekuatan momen nominal yang ditahan oleh pelat bondek disajikan sebagai berikut:

- Dw = lebar sisi datar web = 4,92 Inch (Brosur)
- Ph = tinggi embossment = 0,12 Inch (Brosur)
- K1 (Type 1) = 0.07 Dw0.5 / Ph ≤ 1,55
  = 1,315 ≤ 1,55

Digunakan, = 1,31

- d = h-1/2 tinggi gelombang = 94,5 mm
- hc = h - tinggi gelombang = 69 mm
- K3 = Koefisien profil bondek = 1,4
- K = K3 / K1 = 1,065



TYPICAL SMARTDEK® COMPOSITE SECTION

Gambar 5. 1 Potongan Pelat Lantai

- n = Es / Ec = 7,69
- ρ = As / (b x d) = 0,0027
- ycc = Jarak dari sisi atas pelat ke sumbu netral
  = $d\,(\sqrt{2\rho n + \rho n^2} - \rho n)$
  = 42,11 mm
- ycs = d - ycc = 52,39
- Ic = $\frac{b}{3\,n}\,{Y_{cc}}^3 + A_s\,{Y_{cs}}^2 + I_{sf}$ = 4332103 mm4

- My = (K fy Icr) / (h - ycc) ≤ (8.75 α^2) L^2
  = 32572160,68 ≤ 601222023,4
  = 32,572 kNm
- Mn = K My = 34,68375
- øMn = 0,85 x Mn = 29,5 kNm
- Mu = 4,41 kNm

Maka, øMn > Mu **OKE**

E. Kapasitas Momen Negatif Pelat

- Mn = Mu / φ = 8,03 kNm
- Rn = Mn / (b d^2) = 0,87
- M = Fy / (0,85 fc') = 24,50
- ρ = $\frac{1}{m}\left[1 - \sqrt{1 - \frac{2m.R_n}{Fy}}\right]$ = 0,001616
- ρ balance = $\frac{0.85\,fc\,\beta}{fy}\left(\frac{600}{600 + fy}\right)$ = 0,021287
- ρ min = 1,4 / fy = 0,003

- ρ max = 0,75 x ρ balance = 0,0159

Karena ρmin < ρ < ρmax dipakai ρ

- As perlu = ρ b d = 155,1263 mm2

Tulangan digunakan

D = 8

S = 200 mm

- As pakai = (1/4 π d^2 b) / S = 251,2

As pakai > As perlu, Oke

Dipakai : Pelat tebal 120 mm dengan pelat bondek 0.7 mm dan tulangan positif wiremesh M8

F. Kebutuhan Tulangan Susut

Tulangan susut diperlukan untuk menyatukan struktur dan mencegah adanya keretakan pada pelat. Kebutuhan tulangan susut dihitung berdasarkan SNI 2847 – 2019 Pasal 24.4.1 sebagai berikut :

- Nilai ρ diambil terbesar :
  - 0,0014
  - (0,0018 x 420) / fy = 0,001375
  - Diambil = 0,0014
- As perlu

  ρ b d = 134,4 Mm
- Spasi Maksimum terkecil antara :
  - 450 mm
  - 5D = 672 mm

  Diambil = 450 mm
- Tulangan digunakan :
  - D = 8
  - S = 200 mm
- As pakai

  (1/4 π d2 b) / S = 251,2

As pakai > As perlu, Oke

5.1.2 Perencanaan Pelat Tangga dan Pelat Bordes

A. Pelat Tangga dan Pelat Bordes 1

- Data Perencanaan

- Lebar pelat	=	3950	mm	
- Panjang pelat	=	5780	mm	
- Mutu beton	=	26,4	MPa	
- Tebal Pelat (h)	=	120	mm	
- Tebal bondek (t_p)	=	1	mm	
- Tinggi gelombang pelat bondek	=	51	mm	
- Luas penampang bondek (A_{sp})	=	1269,7	mm^2/mm	
- Inersia pelat bondek (f_{yp})	=	584791	mm^4/m	
- Tebal selimut	=	30	mm	
- Wiremesh	=	M 8	100	(Union Wiremesh)
- As wiremesh	=	0,503	mm^2/mm	
- As 1 tulangan	=	50,3	mm^2	
- Jumlah tulangan dalam 1 meter	=	10	buah	
- Mutu wiremesh (fy)	=	550	MPa	

- Pembebanan Pelat
  - Beban Mati

Keramik	=	0.13	kN/m^2	
Spesi	=	0.22	kN/m^2	
Pelat bondek	=	0.08	kN/m^2	
Pelat beton	=	2.88	kN/m^2	+
		3.31	kN/m^2	

  - Beban Hidup **(SNI 1727 – 2019)**

    Beban hidup tangga = 4.79 kN/m^2
  - Kombinasi Pembebanan

    Qu = 1.2D + 1.6L = 11.636 kN/m^2

- Momen Lapangan dan Momen Tumpuan

- Momen lapangan (positif) = $Qu \times l^2 / 16$

= 11,34 kNm

- Momen tumpuan (negatif) = Qu x l^2 / 11

= 16,50 kNm

- Kapasitas Momen Positif oleh Pelat Bondek

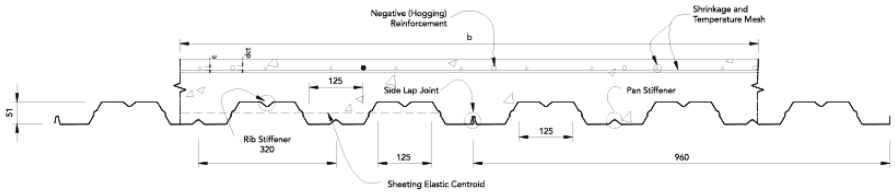
Dw	=	lebar sisi datar web	=	4,92	inch
Ph	=	tinggi embossment	=	0.12	inch

- K1 (Type 1) = $0.07\ Dw^{0.5} / P_h \leq 1{,}55$

= 1,315 < 1,55

digunakan = 1,31

- d = h-1/2 tinggi gelombang = 94.5
- h_c = h - tinggi gelombang = 69
- K3 = 1.4
- K = K3/K1 = 1,065



TYPICAL SMARTDEK® COMPOSITE SECTION

Gambar 5. 2 Potongan Pelat Tangga dan Bordes 1

- n = Es/Ec

$$= \frac{200000}{0.043 \times Wc^{1.5}\sqrt{fc}}$$

= 7,69

- ρ = As/(b x d) = 0,0053
- y_{cc} = Jarak dari sisi atas pelat ke sumbu netral

= $d\ (\sqrt{2\rho n + \rho n^2} - \rho n\ )$ ≤ h_c

= 59,537 < 69

digunakan = 53,537 mm

- y_{cs} = d - y_{cc} = 34,96 mm

- Ic = $\frac{b}{3\,x\,n} \times Ycc^3 + A_s \times Y_{cs}^2 + I_{sf}$ = 10336655,23 mm^4

- My = fy I_{cr} / (h - y_{cc}) ≤ (8.75 α^2) L^2

  = 32,517 kNm > 271,15 kNm

dipakai My = 32,517 kNm

- Mn K My = 34,62
- øMn 0,85 x Mn = 29,4 kNm
- Mu = 11,34 kNm

Maka, øMn > Mu **OKE**

- Kapasitas Momen Negatif oleh *Wiremesh*
  - Mn = Mu / φ = 20,63 kNm
  - Rn = Mn / (b d^2) = 2,78
  - M = Fy / (0,85 fc') = 24,50
  - ρ = $\frac{1}{m}\left[1 - \sqrt{1 - \frac{2m.R_n}{Fy}}\right]$ = 0,0054
  - ρ balance = $\frac{0.85\,fc\,\beta}{fy}\left(\frac{600}{600 + fy}\right)$ = 0,021
  - ρ min = 1,4 / fy = 0,003
  - ρ max = 0,75 x ρ balance = 0,0159

Karena ρmin < ρ < ρmax dipakai ρ

- As perlu = ρ b d = 467,283 mm2

Tulangan digunakan

D = 8

S = 100 mm

- As pakai = (1/4 π d^2 b) / S = 502,4

As pakai > As perlu, Oke

Dipakai : Pelat tebal 120 mm dengan pelat bondek 1 mm dan tulangan positif wiremesh M8

B. Pelat Tangga dan Pelat Bordes 2

- Data Perencanaan

- Lebar pelat	=	2790	mm	
- Panjang pelat	=	3600	mm	
- Mutu beton	=	26,4	MPa	
- Tebal Pelat (h)	=	120	mm	
- Tebal bondek (t_p)	=	1	mm	
- Tinggi gelombang pelat bondek	=	51	mm	
- Luas penampang bondek (A_{sp})	=	1269,7	mm^2/mm	
- Inersia pelat bondek (f_{yp})	=	584791	mm^4/m	
- Tebal selimut	=	30	mm	
- Wiremesh	=	D 8	150	(Union Wiremesh)
- As wiremesh	=	0,335	mm^2/mm	
- As 1 tulangan	=	50,3	mm^2	
- Jumlah tulangan dalam 1 meter	=	7	buah	
- Mutu wiremesh (fy)	=	550	MPa	

- Pembebanan Pelat
  - Beban Mati

Keramik	=	0.13	kN/m^2	
Spesi	=	0.22	kN/m^2	
Pelat bondek	=	0.08	kN/m^2	
Pelat beton	=	2.88	kN/m^2	+
		3.31	kN/m^2	

  - Beban Hidup **(SNI 1727 – 2019)**

    Beban hidup tangga = 4.79 kN/m^2
  - Kombinasi Pembebanan

    Qu = 1.2D + 1.6L = 11.636 kN/m^2

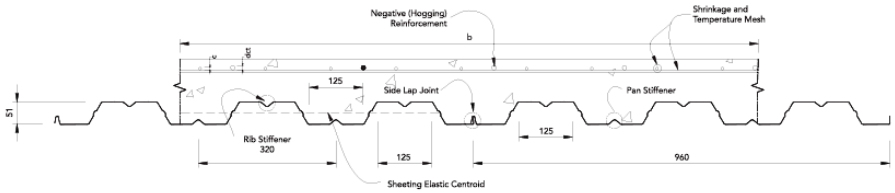
- Momen Lapangan dan Momen Tumpuan

- Momen lapangan (positif) = $Qu \times l^2 / 16$

			=	5,6	kNm
-	Momen tumpuan (negatif)		=	Qu x l^2 / 11	
			=	8,23	kNm

- Kapasitas Momen Positif oleh Pelat Bondek

	Dw	= lebar sisi datar web	=	4,92	inch
	Ph	= tinggi embossment	=	0.12	inch
-	K1 (Type 1)	= $0.07\ Dw^{0.5} / P_h \leq 1{,}55$			
		= 1,315 < 1,55			
	digunakan	= 1,31			
-	d	= h-1/2 tinggi gelombang	=	94.5	
-	h_c	= h - tinggi gelombang	=	69	
-	K3	= 1.4			
-	K	= K3/K1	=	1,065	



TYPICAL SMARTDEK® COMPOSITE SECTION

Gambar 5. 3 Potongan Pelat Tangga dan Bordes 2

-	n	= Es/Ec			
		= $\dfrac{200000}{0.043 \times Wc^{1.5}\sqrt{fc}}$			
		= 7,69			
-	ρ	= As/(b x d)	=	0,0035	
-	y_{cc}	= Jarak dari sisi atas pelat ke sumbu netral			
		= $d\ (\sqrt{2\rho n + \rho n^2} - \rho n\ )$	≤	h_c	
		= 48,61	<	69	
	digunakan	= 48,61	mm		

- y_{cs} = d - y_{cc} = 48,88 mm

- Ic = $\frac{b}{3\,x\,n} \times Ycc^3 + A_s \times Y_{cs}^2 + I_{sf}$ = 6266154,8 mm^4

- My = fy I_{cr} / (h - y_{cc}) ≤ (8.75 α^2) L^2

  = 51410939,08 kNm < 105352047,4 kNm

  dipakai My = 51,411 kNm

  - Mn = K My = 54,74
  - øMn = 0,85 x Mn = 46,5 kNm
  - Mu = 5,6 kNm

  Maka, øMn > Mu **OKE**

- Kapasitas Momen Negatif oleh *Wiremesh*

  - Mn = Mu / φ = 10,29 kNm
  - Rn = Mn / (b d^2) = 1,39
  - M = Fy / (0,85 fc') = 24,50
  - ρ = $\frac{1}{m}\left[1 - \sqrt{1 - \frac{2m.R_n}{Fy}}\right]$ = 0,0026
  - ρ balance = $\frac{0.85\,fc\,\beta}{fy}\left(\frac{600}{600 + fy}\right)$ = 0,021
  - ρ min = 1,4 / fy = 0,003
  - ρ max = 0,75 x ρ balance = 0,0159

  Karena ρmin < ρ < ρmax dipakai ρ

  - As perlu = ρ b d = 224,80 mm2

  Tulangan digunakan

  D = 8

  S = 150 mm

  - As pakai = (1/4 π d^2 b) / S = 334,93

  As pakai > As perlu, Oke

  Dipakai : Pelat tebal 100 mm dengan pelat bondek 1 mm dan tulangan positif wiremesh M8

5.1.3 Perencanaan Balok Anak

Balok anak yang digunakan dalam perhitungan ini memiliki profil yang seragam. Oleh karena itu, analisis difokuskan pada balok anak dengan gaya dalam terbesar, dengan rincian sebagai berikut:

- Data Material

  - Mutu Baja = A36
    fy = 250 MPa
    fu = 400 MPa

    Properti Penampang WF 350 x 175 x 09 x 16
    - Fy = 250 MPa
    - d = 350 mm
    - bf = 175 mm
    - tw = 9 mm
    - tf = 16 mm
    - Ag = 8462 mm^2
    - Sx = 10309482,3 mm^3
    - Sy = 1635541,16 mm^3
    - Ix = 180415941 mm^4
    - Iy = 14310985,2 mm^4
    - Zx = 1162729 mm^3
    - Zy = 2453311,74 mm^3
    - rx = 14,6016167 mm
    - ry = 4,11242751 mm
    - r = 13 mm
    - J = 548822,667 mm4
    - hw = 292 mm4

    - Panjang = 7900 mm
    - Breis Lateral (Lb) = 450 mm

    Dipasang pengaku (*stiffener*) dengan tebal 8 mm setiap 45 cm pada balok anak.

- Perhitungan Kapasitas Lentur

- Cek rasio Lebar terhadap Tebal

a. Batas Leleh Komponen Sayap (Berdasarkan SNI 1729-2020 Tabel B 4.1b)

$\lambda p = 0.38\ E/fy = 10{,}75$

b/t = 5,682 Sayap kompak

Nilai b/t < λp, maka sayap adalah komponen kompak dimana sayap tidak tertekuk sebelum mencapai tegangan lelehnya.

b. Komponen Badan (Berdasarkan SNI 1729-2020 Tabel B 4.1b)

$\lambda p = 3.76\ E/fy$ = 106,3

h/tw = 35,83 Badan kompak

Nilai b/tw < λp, maka sayap adalah komponen kompak dimana badan tidak tertekuk sebelum mencapai tegangan lelehnya.

Sayap dan badan merupakan komponen kompak, maka dilakukan perhitungan pada keadaan batas leleh dan keadaan batas tekuk torsi lateral.

- Batas Leleh

Mn = Mp = Fy Zx = 290682250 Nmm

= 290,68 kNm

- Batas Tekuk Torsi Lateral

- Lb = Panjang tak terbreis = 450 mm
- Lp = $1.76\ ry \sqrt{\frac{E}{fy}}$ = 204,72 mm
- Lr = $1{,}95 \frac{E}{0.7\ Fy} \sqrt{\frac{Jc}{Sx\ ho} + \sqrt{(\frac{Jc}{Sx\ ho})^2 + 6.76(\frac{0.7\ Fy}{E})^2}}$ = 5304,8 mm

dengan :

r_{ts} = $\frac{b_f}{\sqrt{12\left(1+\frac{1}{6}\frac{ht_w}{b_f t_f}\right)}}$ = 48,19

J = Konstanta torsi = 548822,6667

h_0 = jarak antara titik berat sayap = 334 mm

C = untuk profil simteris ganda = 1

204,72 < 450 < 5304,87

Dipakai persamaan F2-2 SNI 1729-2020

Mn = $Cb\,(Mp-(Mp-0.7FySx)\left(\frac{Lb-Lp}{Lr-Lp}\right))$ ≤ Mp

Mn = $Cb\,(Mp-(Mp-0.7FySx)\left(\frac{Lb-Lp}{Lr-Lp}\right))$ = 413,938 kNm

Dengan :

Cb = $\frac{12{,}5\ M_{maks}}{2{,}5\ M_{maks}+3\ M_A+4\ M_B+3\ M_C}$ = 1,14

Mmaks = momen maksimum = 15201943,12 Nmm

Ma = momen di 1/4 bentang = 15012989,38 Nmm

Mb = momen di tengah bentangg = 14145407,29 Nmm

Mc = momen di 3/4 bentang = 9076955,67 Nmm

Diambil nilai Mn = 712,127 kNm

- øMn = 0.9 Mn = 261,614 kNm
- Mu = 15,20194312 kNm

øMn > Mu Memenuhi

- Perhitungan Kapasitas Geser

- Aw = Luas badan = 3150 mm^2
- h/tw = 35,33
- Badan tanpa pengaku transversal
- Jarak antar pengaku transversal (a) = - mm
- h = 350 mm
- Kv = 5.34

- $2.24\sqrt{E\ /\ fy}$ = 63,36
- $1.1\sqrt{Kv\ E\ /\ fy}$ = 71,9
- Maka Cv_1 = 1
- øVn = 0.6 Fy Aw Cv_1 = 425250 N
  = 425,25 kN

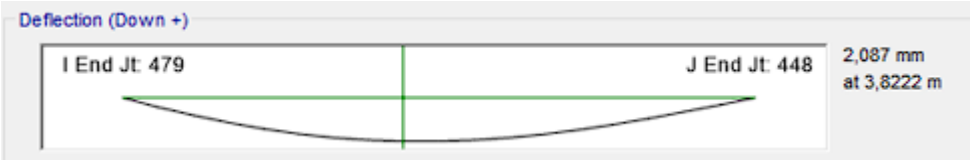
- Vu = 5,2406 kN

øVn > Vu , Memenuhi

- Kontrol Lendutan

Agar tembok dan perangkat arsitektur lain di atas balok tidak mengalami kerusakan, maka lendutan dibatasi sebesar :

- L/240 = 7900 / 240 = 32,9 mm
- Lendutan yang terjadi ditunjukkan pada **Gambar 5.4**.



Gambar 5. 4 Lendutan pada Balok Anak

- Perhitungan Kebutuhan *Shear Connector*

Penghubung geser digunakan agar pelat dan balok dibawahnya dapat bekerja secara komposit. Kebutuhan penghubung geser (shear connector) pada balok dihitung sebagai berikut :

- Data Perencanaan

ϕ = 22 mm
f_y = 350 mPa
f_u = 525 mPa
A_{sa} = 379,94 mm2
f_c' = 26,4 mPa
E_c = 24149,04 mPa
R_g = 0,85
R_p = 0,6

- Jumlah Stud dipakai (SNI 1729 - 2020 Bab I8)

a. Kuat geser 1 *shear connector*

$Qn = 0,5 \times Asa \times \sqrt{fc'} \; Ec \leq Rg \times Rp \times Asa \times fu$

Qu = 0,50 x 380 x 798,4576278 ≤ 0,85 x 0,6 x 379,94 x 525

Qu = 151682,9955 ≤ 101728,935

b. Kebutuhan *shear connector*

n = Vh / ØQn = 2.115.500 / 151.683,0 = 14 buah

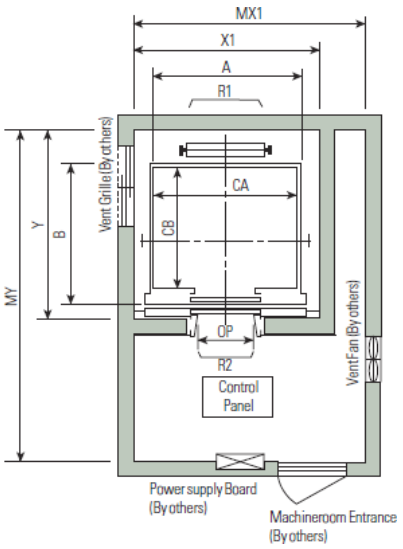
Dimana jarak momen 0 sampai momen positif max

S = 0,5 x L / Jumlah *shear connector* = 283,21 mm

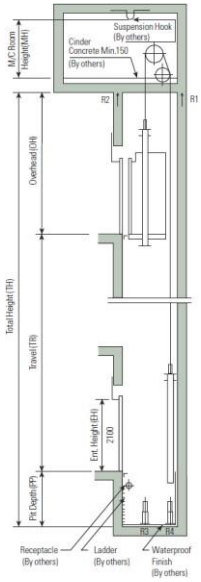
Maka, digunakan jarak 30 cm

5.1.4 Perencanaan Balok Penumpu Lift

A. Data Perencanaan Lift



Gambar 5. 5 Lift Tampak Atas



Gambar 5. 6 *Section Lift*

Spesifikasi lift yang digunakan pada perencanaan ini sebagai berikut :

- Merk : Hyundai
- Kecepatan : 1 m/detik
- Tipe : *Manucfatured Standart*
- Kapasitas : 11 orang
- Berat penumpang : 750 kg
- Dimensi ruang luncur : 3700 mm x 1950 mm
- Dimensi sangkar :

  Inside : 14600 mm x 1350 mm

  Outside : 1460 mm x 3700 mm
- Beban reaksi :

  R1 : 4550 kg

  R2 : 2800 kg

Demi alasan keamanan , beban reaksi diperbesar 2 kali. Beban reaksi terpusat= 2 x (R1 + R2)

= 2 x (4550 + 2800)

= 14700 kg

= 147 kN

Beban pelaksanaan dan pemeliharaan sebesar 100 kg. Beban terpusat tersebut dibebankan pada tengah bentang.

B. Perencanaan Balok Penumpu Lift

- Profil Baja : WF 450 x 250 x 12 x 22

Mutu Baja	=	A36	
fy	=	250	MPa
fu	=	400	MPa

Properti Penampang WF 350 x 175 x 09 x 16

-	Fy	=	250	MPa
-	d	=	350	mm
-	bf	=	175	mm
-	tw	=	9	mm
-	tf	=	16	mm

- Ag = 8462 mm^2
- Sx = 10309482,3 mm^3
- Sy = 1635541,16 mm^3
- Ix = 180415941 mm^4
- Iy = 14310985,2 mm^4
- Zx = 1162729 mm^3
- Zy = 2453311,74 mm^3
- rx = 14,6016167 mm
- ry = 4,11242751 mm
- r = 13 mm
- J = 548822,667 mm4
- hw = 292 mm4

- Panjang = 2790 mm
- Breis Lateral (Lb) = 450 mm

Dipasang pengaku (*stiffener*) dengan tebal 8 mm setiap 45 cm pada balok penumpu lift.

- Perhitungan Kapasitas Lentur
  - Cek rasio Lebar terhadap Tebal

    a. Batas LelehKomponen Sayap (Berdasarkan SNI 1729-2020 Tabel B 4.1b)

    $\lambda p = 0.38\ E/fy = 10,75$

    b/tw = 5,469 Sayap kompak

    Nilai b/t < λp, maka sayap adalah komponen kompak dimana badan tidak tertekuk sebelum mencapai tegangan lelehnya.

    b. Komponen Badan (Berdasarkan SNI 1729-2020 Tabel B 4.1b)

    $\lambda p = 3.76\ E/fy = 106,3$

    h/tw = 35,33 Badan kompak

    Nilai h/tw < λp, maka sayap adalah komponen kompak dimana badan tidak tertekuk sebelum mencapai tegangan lelehnya.

    Sayap dan badan merupakan komponen kompak, maka dilakukan perhitungan pada keadaan batas leleh dan keadaan batas tekuk torsi lateral.

  - Batas Leleh

Mn = Mp = Fy Zx = 290682250 Nmm
= 290,68 kNm

- Batas Tekuk Torsi Lateral
  - Lb = Panjang tak terbreis = 450 mm
  - Lp = $1.76\, ry \sqrt{\frac{E}{fy}}$ = 204,72 mm
  - Lr = $1{,}95 \frac{E}{0.7\, Fy} \sqrt{\frac{Jc}{Sx\, ho} + \sqrt{(\frac{Jc}{Sx\, ho})^2 + 6.76(\frac{0.7\, Fy}{E})^2}}$ = 5304,872 mm

dengan :

r_{ts} = $\frac{b_f}{\sqrt{12\left(1+\frac{1}{6}\frac{ht_w}{b_f t_f}\right)}}$ = 48,19

J = Konstanta torsi = 548822,7

h_0 = jarak antara titik berat sayap = 334 mm

C = untuk profil simteris ganda = 1

204,72 < 450 < 5304,872

Dipakai persamaan F2-2 SNI 1729-2020

Mn = $Cb\,(Mp - (Mp - 0.7FySx)\left(\frac{Lb-Lp}{Lr-Lp}\right))$ ≤ Mp

Mn = $Cb\,(Mp - (Mp - 0.7FySx)\left(\frac{Lb-Lp}{Lr-Lp}\right))$ = 419,778 kNm

Dengan :

Cb = $\frac{12{,}5\, M_{maks}}{2{,}5\, M_{maks} + 3\, M_A + 4\, M_B + 3\, M_C}$ = 1,15

Mmaks = momen maksimum = 37354454,95 Nmm

Ma = momen di 1/4 bentang = 26730867 Nmm

Mb = momen di tengah bentangg = 37354454,9 Nmm

Mc = momen di 3/4 bentang = 27100354,1 Nmm

Diambil nilai Mn = 290,682 kNm

- øMn = 0.9 Mn = 261,614 kNm

- Mu = 37,35445495 kNm

øMn > Mu Memenuhi

- Perhitungan Kapasitas Geser

- Aw = Luas badan	=	3150	mm^2
- h/tw	=	33,53	
- Badan tanpa pengaku transversal			
- Jarak antar pengaku transversal (a)	=	-	mm
- h	=	350	mm
- Kv	=	5.34	
- $2.24\sqrt{E / fy}$	=	63,36	
- $1.1\sqrt{Kv\ E / fy}$	=	71,9	
- Maka Cv_1	=	1	
- øVn = 0.6 Fy Aw Cv_1	=	425250	N
	=	425,25	kN
- Vu	=	54,14	kN

øVn> Vu , Memenuhi

5.1.5 Perencanaan Balok Tangga

1. Data perencanaan Tangga

• Tinggi antar lantai	h	=	4000	mm
• Panjang bordes		=	1750	mm
• Panjang tangga		=	4030	mm
• Lebar tangga		=	1975	mm
• Lebar injakan	i	=	250	mm
• Tinggi injakan	t	=	192	mm

• Perhitungan jumlah injakan tangga

-Jumlah tanjakan $= \frac{h/2}{t} = \frac{2100}{192} = 10{,}4$

-Jumlah injakan = jumlah tanjakan -1 = 10,4 -1 = 9,4

◦ Cek syarat jumlah injakan tangga

60 cm $\leq$ (2t+i) $\leq$ 65 cm

61 cm $\leq$ 63 cm $\leq$ 65 cm

◦ Cek syarat jumlah injakan tangga

$25° \leq a \leq 25°$

$25° \leq arc\ tan\ (\frac{h/2}{panjang\ tangga}) \leq 25°$

$25° \leq 26 \leq 45°$ **OKE**

2. Perencanaan Balok

Profil Baja : WF 300 x 150 x 9 x 16

Mutu Baja	=	A36	
fy	=	250	MPa
fu	=	400	MPa

Properti Penampang WF 300 x 150 x 9 x 16

-	Fy	=	250	MPa
-	d	=	300	mm
-	bf	=	150	mm
-	tw	=	9	mm
-	tf	=	16	mm
-	Ag	=	7212	mm^2
-	Sx	=	7421748,27	mm^3
-	Sy	=	1202170,8	mm^3
-	Ix	=	111326224	mm^4
-	Iy	=	9016281	mm^4
-	Zx	=	843204	mm^3
-	Zy	=	1803256,2	mm^3
-	rx	=	12,42427	mm
-	ry	=	3,53578509	mm
-	r	=	13	mm

- J = 468406 mm4
- hw = 242 mm4

- Panjang = 4500 mm
- Breis Lateral (Lb) = 400 mm

Dipasang pengaku (*stiffener*) dengan tebal 8 mm setiap 40 cm pada balok tangga.

- Perhitungan Kapasitas Lentur

- Cek rasio Lebar terhadap Tebal

a. Batas LelehKomponen Sayap (Berdasarkan SNI 1729-2020 Tabel B 4.1b)

$\lambda p = 0.38\ E/fy = 10{,}75$

b/t = 4,68 Sayap kompak

Nilai b/t < λp, maka sayap adalah komponen kompak dimana sayap tidak tertekuk sebelum mencapai tegangan lelehnya.

b. Komponen Badan (Berdasarkan SNI 1729-2020 Tabel B 4.1b)

$\lambda p = 3.76\ E/fy = 106{,}3$

h/tw = 29,78 Badan kompak

Nilai h/tw < λp, maka sayap adalah komponen kompak dimana badan tidak tertekuk sebelum mencapai tegangan lelehnya.

Sayap dan badan merupakan komponen kompak, maka dilakukan perhitungan pada keadaan batas leleh dan keadaan batas tekuk torsi lateral.

- Batas Leleh

Mn = Mp = Fy Zx = 210801000 Nmm
= 210,80 kNm

- Batas Tekuk Torsi Lateral

- Lb = Panjang tak terbreis = 400 mm
- Lp = $1.76\ ry \sqrt{\frac{E}{fy}}$ = 176,01 mm
- Lr = $1{,}95 \frac{E}{0.7\ Fy} \sqrt{\frac{Jc}{Sx\ ho} + \sqrt{(\frac{Jc}{Sx\ ho})^2 + 6.76(\frac{0.7\ Fy}{E})^2}}$ = 4610,045 mm

dengan :

r_{ts} = $\frac{b_f}{\sqrt{12\left(1+\frac{1}{6}\frac{ht_w}{b_f t_f}\right)}}$ = 41,305

J = Konstanta torsi = 468406

h_0 = jarak antara titik berat sayap = 284 mm

C = untuk profil simteris ganda = 1

176,01 < 400 < 4610,045

Dipakai persamaan F2-2 SNI 1729-2020

Mn = $Cb\,(Mp-(Mp-0.7FySx)\left(\frac{Lb-Lp}{Lr-Lp}\right))$ ≤ Mp

Mn = $Cb\,(Mp-(Mp-0.7FySx)\left(\frac{Lb-Lp}{Lr-Lp}\right))$ = 486,203 kNm

Dengan :

Cb = $\frac{12{,}5\,M_{maks}}{2{,}5\,M_{maks}+3\,M_A+4\,M_B+3\,M_C}$ = 1,83

Mmaks = momen maksimum = 43143155,7 Nmm

Ma = momen di 1/4 bentang = 18174259,4 Nmm

Mb = momen di tengah bentangg = 12306244,5 Nmm

Mc = momen di 3/4 bentang = 27724708,5 Nmm

Diambil nilai Mn = 210,801 kNm

øMn = 0.9 Mn = 189,721 kNm

Mu = 43,1431557 kNm

øMn > Mu Memenuhi

• Perhitungan Kapasitas Geser

- Aw = Luas badan = 2700 mm^2
- h/tw = 29,77
- Badan tanpa pengaku transversal
- Jarak antar pengaku transversal (a) = - mm
- h = 300 mm
- Kv = 5.34

- 2.24 $\sqrt{E / fy}$ = 63,36
- 1.1 $\sqrt{Kv\ E / fy}$ = 71,9
- Maka Cv_1 = 1
- øVn = 0.6 Fy Aw Cv_1 = 364500 N
  = 364,5 kN
- Vu = 43,1432 kN

øVn > Vu , Memenuhi

5.1.6 Perencanaan Balok Penumpu Bordes

- Perencanaan Balok Bordes Tangga
  Profil Baja : WF 300 x 150 x 9 x 16

Mutu Baja	=	A36	
fy	=	250	MPa
fu	=	400	MPa

Properti Penampang WF 300 x 150 x 9 x 16

- Fy = 250 MPa
- d = 300 mm
- bf = 150 mm
- tw = 9 mm
- tf = 16 mm
- Ag = 7212 mm^2
- Sx = 7421748,27 mm^3
- Sy = 1202170,8 mm^3
- Ix = 111326224 mm^4
- Iy = 9016281 mm^4
- Zx = 843204 mm^3
- Zy = 1803256,2 mm^3
- rx = 12,42427 mm
- ry = 3,53578509 mm
- r = 13 mm
- J = 468406 mm4
- hw = 242 mm4

- Panjang = 3950 mm
- Breis Lateral (Lb) = 400 mm
- Dipasang pengaku (*stiffener*) dengan tebal 8 mm setiap 40 cm pada balok penumpu bordes.

- Perhitungan Kapasitas Lentur
- Cek rasio Lebar terhadap Tebal

a. Batas Leleh Komponen Sayap (Berdasarkan SNI 1729-2020 Tabel B 4.1b)

$\lambda p = 0.38\ E/fy = 10{,}75$
b/t = 4,68 Sayap kompak

Nilai b/t < λp, maka sayap adalah komponen kompak dimana sayap tidak tertekuk sebelum mencapai tegangan lelehnya.

b. Komponen Badan (Berdasarkan SNI 1729-2020 Tabel B 4.1b)
$\lambda p = 3.76\ E/fy = 106{,}3$
h/tw = 29,78 Badan kompak

Nilai h/tw < λp, maka sayap adalah komponen kompak dimana badan tidak tertekuk sebelum mencapai tegangan lelehnya.

Sayap dan badan merupakan komponen kompak, maka dilakukan perhitungan pada keadaan batas leleh dan keadaan batas tekuk torsi lateral.

- Batas Leleh
Mn = Mp = Fy Zx = 210801000 Nmm
= 210,80 kNm
- Batas Tekuk Torsi Lateral
  - Lb = Panjang tak terbreis = 400 mm
  - Lp = $1.76\ ry\sqrt{\frac{E}{fy}}$ = 176,01 mm
  - Lr = $1{,}95\frac{E}{0.7\ Fy}\sqrt{\frac{Jc}{Sx\ ho}+\sqrt{(\frac{Jc}{Sx\ ho})^2+6.76(\frac{0.7\ Fy}{E})^2}}$ = 4610,045 mm

dengan : $\frac{b_f}{\sqrt{12\left(1+\frac{1}{6}\frac{ht_w}{b_f t_f}\right)}}$

r_{ts} = = 41,3057

J = Konstanta torsi = 468406

h_0 = jarak antara titik berat sayap = 284 mm

C = untuk profil simteris ganda = 1

176,01 < 400 < 4610,045

Dipakai persamaan F2-2 SNI 1729-2020

Mn = $Cb\ (Mp-(Mp-0.7FySx)\left(\frac{Lb-Lp}{Lr-Lp}\right))$ ≤ Mp

Mn = $Cb\ (Mp-(Mp-0.7FySx)\left(\frac{Lb-Lp}{Lr-Lp}\right))$ = 145,470 kNm

Dengan :

Cb = $\frac{12{,}5\ M_{maks}}{2{,}5\ M_{maks}+3\ M_A+4\ M_B+3\ M_C}$ = 0,55

Mmaks = momen maksimum = 41812154,58 Nmm
Ma = momen di 1/4 bentang = 251334425,3 Nmm
Mb = momen di tengah bentangg = 6438725,66 Nmm
Mc = momen di 3/4 bentang = 23517996,22 Nmm

Diambil nilai Mn = 145,470 kNm

øMn	= 0.9 Mn	=	130,923	kNm
Mu		=	41,812	kNm

øMn > Mu Memenuhi

• Perhitungan Kapasitas Geser

- Aw = Luas badan	=	2700	mm^2
- h/tw	=	29,77	
- Badan tanpa pengaku transversal			
- Jarak antar pengaku transversal (a)	=	-	mm
- h	=	300	mm
- Kv	=	5.34	
- $2.24\sqrt{E / fy}$	=	63,36	
- $1.1\sqrt{Kv\ E / fy}$	=	71,9	
- Maka Cv_1	=	1	
- øVn = 0.6 Fy Aw Cv_1	=	364500	N
	=	364,5	kN
- Vu	=	26,5402	kN

øVn > Vu , Memenuhi

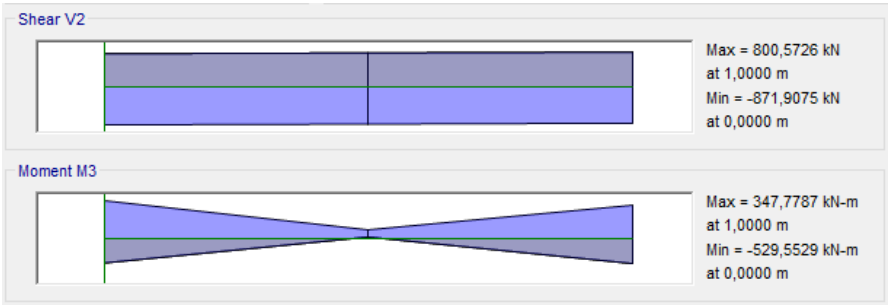
5.2 Perencanaan Struktur Primer

5.2.1 Perencanaan Link

Balok *link* direncanakan menggunakanprofil WF 600×300×12×28, dengan data – data sebagai berikut :

w	=	183	kg/m	ix	=	25,7
r	=	13	mm	iy	=	7
A	=	233,28	cm2	IX	=	153626
d	=	600	mm	IY	=	12608
bf	=	300	mm	Sx	=	5121
tw	=	12	mm	Sy	=	841
tf	=	28	mm	Zx	=	5693
hw	=	518	mm	Zy	=	1261
h0	=	572	mm			
J	=	4688768	mm4			

Didapatkan hasil Gaya Dalam dari ETABS seperti pada **Gambar 5.7**.



Gambar 5. 7 Gaya Dalam pada Link

Nu = 0 kg

Vu = 871,9075 kN = 88908,41 kg

Mu = 529,5529 kN.m = 53998,51 kg.m

1. Menentukan Jenis Link

Dikarenakan Nu = 0 kg, maka Mp = Zx . fy dan Vp = 0,6 . fy . Aw (AISC 341-10 Sect. F3.5b).

Mp = Zx x Fy = 5693 x 2500 = 14231520 kg.cm

Vp = 0,6 x Fy x (d - 2tf) x tw

= 0,6 x 2500 x (60 - 5,60) x 1,2

= 97920 kg

$$e = \frac{1,6 \times Mp}{Vp} = \frac{1,6 \times 14231520}{97920} = 232,54 \text{ cm}$$

$$e = \frac{2,6 \times Mp}{Vp} = \frac{2,6 \times 14231520}{97920} = 377,87 \text{ cm}$$

$$e = \frac{5,0 \times Mp}{Vp} = \frac{5,0 \times 14231520}{97920} = 726,691 \text{ cm}$$

Pada analisis yang dilakukan di aplikasi ETABS, direncanakan link menggunakan tipe short link dengan panjang 100 cm.

2. Kontrol Penampang

- Pelat Sayap

$$\lambda = \frac{bf}{2tf} = \frac{300}{2 \quad 32} = 5{,}357$$

$$\lambda p = 0{,}38 \sqrt{\frac{E}{fy}} = 10{,}75$$

$\lambda < \lambda p$ ***Sayap Kompak***

- Pelat Badan

$$\lambda = \frac{hw}{tw} = \frac{410}{16} = 43{,}167$$

$$\lambda p = 3{,}76 \sqrt{\frac{E}{fy}} = 106{,}35$$

$\lambda < \lambda p$ ***Badan Kompak***

Karena penampang kompak, maka:

Ny = Ag x Fy = 233 x 2500 = 583200 kg

0,15 Ny = 0,15 x 583200 = 87480 kg

0,15 Ny > Nu

87480 > 0 kg

Karena 0,15 Ny > Nu, maka berdasarkan AISC 341-10 Sect. F3.5b, pengaruh gaya aksial pada kuat geser rencana *link* tidak diperhitungkan.

3. Kontrol Kuat Geser

Berdasarkan AISC 341-10 Sect. F3.5b, kuat geser nominal *link* (V_n) diambil yang terkecil dari Vp atau 2 Mp/e.

Vp = 0,6 x Fy x (d-2 x tf) x tw = 97920 kg

$$Vp = \frac{2 \times Mp}{e} = \frac{2 \times 14231520}{100} = 284630 \text{ kg}$$

Vn = Vp = 97920 kg

Cek Kapasitas Penampang

Vu ≤ Ø x Vn

88908,41 ≤ 0,9 x 97920

88908,41 kg ≤ 96940,8 kg ***OKE***

4. Kontrol Kuat Momen

$$Mp = Zx \times Fy = 5693 \times 2500 = 14231520 \text{ kg.cm}$$

$$Mp = \frac{Vp \times e}{2,0} = \frac{97920 \times 100}{2} = 4896000 \text{ kg.cm}$$

Diambil momen terkecil, Mn = Mp = 4896000 kg.cm

Cek Kapasitas

Penampang

Mu	≤	Ø	x	Mn
53998,51	≤	0,9	x	4896000
53998,51 kg.m	≤	4708800 kg.m		***OKE***

5. Kontrol Sudut Rotasi *Link*

Berdasarkan AISC 341-10 Sect. F3.4a, untuk nilai e lebih kecil dari

$$\frac{1,6 \times Mp}{Vp}$$

Sudut rotasi link tidak boleh melebihi 0,08 radian.

$$\alpha = \left(\frac{L}{e}\right).\emptyset = \left(\frac{L}{e}\right).\frac{\delta_x}{H\ lantai} = \left(\frac{790}{100}\right).\frac{23,420}{6200} = 0,030$$

α	<	α	
0,030	<	0,08 radian	**OKE**

Untuk pengaku dengan panjang link ≤ 1,6 . Mp / Vp, harus direncanakan memiliki pengaku antara dengan spasi tidak melebihi harga berikut:

untuk α = 0,08 radian

S = 30 tw - d/5 = 30 x 1,2 - 10 = 24 cm

untuk α = 0,02 radian

S = 52 tw - d/5 = 52 x 1,2 - 10 = 50,4 cm

Untuk α = 0,030 radian, maka harus diinterpolasi

$$S = 33,6 - \left(\frac{0,030 - 0,02}{0,08 - 0,02}\right) 33,6 - 16 = 30,71 \text{ cm}$$

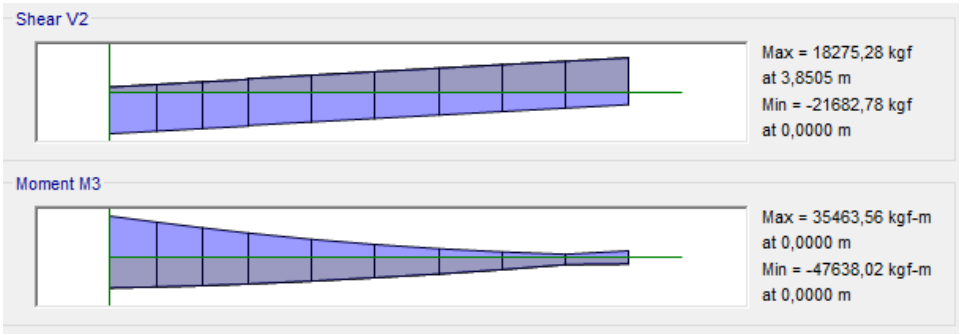
$$= 25 \text{ cm}$$

5.2.2 Perencanaan Balok diluar Link

Balok diluar *link* direncanakan menggunakan profil WF 600×300×12×28, dengan data – data sebagai berikut :

w	=	192	kg/m	ix	=	25,3	cm
r	=	13	mm	iy	=	7	cm
A	=	244,16	cm2	IX	=	156309	cm4
d	=	600	mm	IY	=	12612	cm4
bf	=	300	mm	Sx	=	5210	cm3
tw	=	14	mm	Sy	=	841	cm3
tf	=	28	mm	Zx	=	5841	cm3
hw	=	518	mm	Zy	=	1261	cm3
h0	=	572	mm				
J	=	4864197,333	mm4				

Didapatkan hasil Gaya Dalam dari ETABS seperti pada **Gambar 5. 10**.



Gambar 5. 8 Gaya Dalam Balok diluar *Link*

Vu = 21682,78 kg

Mu = 47638,02 kg.m

Berdasarkan peraturan AISC 341-10 Sect. F3.6b, kuat perlu balok diluar link harus ditentukan berdasarkan gaya- gaya yang ditimbulkan paling tidak 1,1 kali kuat geser nominal link sebesar Ry.Vn dan kuat rencana balok diluar link dapat ditentukan menggunakan ketentuan kuat rencana yang dihitung berdasarkan butir 8 dan mengkalinya dengan faktor RY.

Vu = 1,1 x Ry x Vn = 1,1 x 1,5 x 97920 = 161568 kg

Vn = Kuat geser nominal link, diambil yang terkecil dari Vp atau 2Mp/e

$Vp = 0{,}6 \times Fy \times (d - 2tf) \times tw = 97920$ kg

$Mp = Zx \times Fy = 14231520$ kg.cm

$$Vp = \frac{2 \times Mp}{e} = \frac{2 \times 14231520}{100} = 284630{,}4 \text{ cm}$$

Sehingga, Vp = 284630,4 kg

Maka, Vu = 161568,0 kg

1. Kontrol Penampang

- Pelat Sayap

$$\lambda = \frac{bf}{2tf} = \frac{300}{2 \quad 28} = 5{,}357$$

$$\lambda p = 0{,}38 \sqrt{\frac{E}{fy}} = 10{,}75$$

$\lambda < \lambda p$ ***Sayap Kompak***

- Pelat Badan

$$\lambda = \frac{hw}{tw} = \frac{518}{12} = 43{,}167$$

$$\lambda p = 3{,}76 \sqrt{\frac{E}{fy}} = 106{,}35$$

$\lambda < \lambda p$ ***Badan Kompak***

Karena penampang kompak, maka: Mn = Mp

Mn = Zx x Fy = 5693 x 2500 = 14231520 kg.cm

2. Kontrol Penampang Profil Terhadap Gaya Geser

$$\lambda = \frac{h}{tw} = \frac{518}{12} = 43$$

$$\lambda p = 2{,}24 \sqrt{\frac{E}{fy}} = 63$$

$\frac{h}{tw} \leq 2{,}24 \sqrt{\frac{E}{fy}}$ Sehingga $\phi v =$ 1 dan Cv = 1

$Vn = 0{,}6 \times Fy \times Aw \times Cv = 108000$ kg

3. Kontrol Interaksi Geser dan Lentur

$$\frac{Mu}{0{,}9 \times Mn} + 0{,}625 \frac{Vu}{\emptyset \times Vn} \leq 1{,}375$$

$$\frac{47638}{12808368{,}0} + 0{,}625 \frac{161568{,}0}{108000{,}0} \leq 1{,}375$$

$$0{,}938719289 \leq 1{,}375 \quad \textbf{\textit{OKE}}$$

5.2.3 Perencanaan Bresing

Bresing direncanakan menggunakan profil H Beam 300×300×25×25, dengan data – data sebagai berikut :

w	=	167	kg/m	ix	=	12,2
r	=	13	mm	iy	=	7,29
A	=	212,5	cm2	IX	=	31693
d	=	300	mm	IY	=	11283
bf	=	300	mm	Sx	=	2113
tw	=	25	mm	Sy	=	752
tf	=	25	mm	Zx	=	2453
hw	=	224	mm	Zy	=	1128
h0	=	275	mm			
J	=	4291666,667	mm4			
α	=	53	(Sudut Bresing)			
L	=	751,71	cm			

Berdasarkan peraturan AISC 341-10 Sect. F3.4b, kuat kombinasi aksial dan lentur perlu pada batang bresing harus direncanakan berdasarkan gaya aksial dan momen lentur yang ditimbulkan oleh 1,25 kali kuat geser nominal dari link sebesar 1,25 Ry Vn. Kuat rencana batang bresing harus lebih besar dari pada kuat perlu element link.

$$Vu = 1{,}25 \times Ry \times Vn = 1{,}25 \times 1{,}5 \times 97920 = 183600 \text{ kg}$$

$$\text{Pu Tekan} = \frac{Vu}{\sin \alpha} = \frac{183600}{\sin 53{,}0} = 229892{,}1068 \text{ kg}$$

$$\text{Pu Tekan} = \frac{Vu}{\sin \alpha} = \frac{183600}{\sin 53{,}0} = 229892{,}1068 \text{ kg}$$

1. Kontrol Penampang

- Pelat Sayap

$$\lambda = \frac{bf}{2tf} = \frac{300}{2 \quad 25} = 6$$

$$\lambda r = \frac{250}{\sqrt{\quad fy}} = 15{,}81$$

$\lambda < \lambda r$ ***Sayap Tidak Langsing***

- Pelat Badan

$$\lambda = \frac{hw}{tw} = \frac{224}{25} = 8{,}96$$

$$\lambda r = \frac{665}{\sqrt{\quad fy}} = 42{,}06$$

$\lambda < \lambda r$ ***Badan Tidak Langsing***

2. Kontrol Kuat Bresing

Arah X $\lambda x = \frac{Lkx}{ix} = \frac{751{,}71}{12{,}2} = 61{,}553$

Arah Y $\lambda y = \frac{Lky}{iy} = \frac{751{,}71}{7{,}29} = 103{,}164$

λ pakai = 66,378

$$Fe = \frac{\pi 2 \quad x \quad E}{\left(\frac{KL}{i}\right) \text{^}2} = \frac{9{,}9 \quad x \quad 2000000}{103{,}164 \text{^}2} = 1852{,}83$$

$$\frac{Lkx}{ix} \leq 4{,}71 \sqrt{\frac{E}{Fy}}$$

100,138 ≤ 133,2189

Maka,

Fcr = (0,685^fy/fe) Fy = 1500,51

- Bresing Tarik

Pmax = Ry x Fy x Ag = 796875 kg

Øt Pn = 0,9 x 796875 = 717188 kg

Øt Pn > Pu

717188 > 229892,1 kg ***OKE***

- Bresing Tekan

Pmax = 1,1 x Ry x Ag x Fcr = 526118 kg

Øt Pn = 0,9 x 526118 = 447200 kg

Øt Pn > Pu

447200 > 229892,1 kg ***OKE***

5.2.4 Perencanaan Balok Induk

Susunan balok pada perencanaan ini adalah tipikal dari lantai bawah sampai atas, maka dari itu diambil contoh perhitungan dengan gaya dalam terbesar yaitu pada lantai 1 sebagai berikut :

A. Data Perencanaan

- Mutu baja = A36
- Fy = 250 MPa
- Fu = 400 MPa
- Panjang = 8600 mm
- Lb (panjang tak terbreis) = 800 mm
- Ry = 1,5 (Tabel A3.1 SNI 7860-2020)
- Properti penampang balok anak WF 600 x 300 x 16 x 28
  - Fy = 250 MPa
  - d = 600 mm
  - bf = 300 mm
  - tw = 16 mm
  - tf = 28 mm
  - Ag = 25504 mm^2
  - Sx = 52997421,51 mm^3
  - Sy = 8412379,022 mm^3
  - Ix = 1589922645 mm^4
  - Iy = 126185685,3 mm^4

- Zx = 5988544 mm^3
- Zy = 12618568,53 mm^3
- rx = 24,96800529 mm
- ry = 7,033976216 mm
- r = 13 mm
- J = 5097642,667 mm4
- hw = 518 mm4

B. Persyaratan Dasar EBF

Batasan Rasio Lebar terhadap Tebal untuk Komponen Struktur Daktail Tinggi

- Kolom, balok dan breis harus memenuhi persyaratan Pasal D1.1 untuk komponen struktur daktail tinggi. Strat dalam EBF harus memenuhi persyaratan Pasal D1.1 untuk komponen struktur daktail sedang. (SNI 7860-2020 BAB F2 Pasal 5a)
- Batasan Rasio Komponen Daktail Tinggi Sayap (Tabel D1.1 SNI 7860-2020)

λhd = $0.32\sqrt{E/fy}$

= 9,05

Rasio lebar terhadap tebal (sayap)

b / t = 5,357 **Flange higly ductile member**

- Batasan Rasio Komponen Daktail Tinggi Badan (Tabel D1.1 SNI 7860-2020)

λhd = $1.57\sqrt{\frac{E}{Ry\,Fy}}$

= 36,26

Rasio lebar terhadap tebal (badan)

h / tw = 34 **Web higly ductile member**

Pembreisan untuk Stabilitas Balok Daktail Tinggi

- Apabila disyaratkan dalam Bab E, F, G, dan H, pembreisan stabilitas harus disediakan seperti disyaratkan dalam pasal ini untuk menahan tekuk torsi lateral baja struktural atau balok terbungkus beton yang memikul lentur dan ditunjuk sebagai komponen struktur daktail sedang atau komponen struktur daktail tinggi. (SNI 7860-2020 BAB D Pasal 2)
- Selain persyaratan Pasal D1.2a.1(a) dan (b), dan D1.2a.2(a) dan (b), pembreisan komponen struktur balok daktail tinggi harus memiliki spasi maksimum Lb =

0,095ryE/(RyFy). Untuk balok komposit terbungkus beton, properti material penampang baja harus digunakan dan perhitungan ry dalam bidang tekuk harus berdasarkan profil tertransformasi elastis. (SNI 7860 - 2020 BAB D Pasal 2b)

- Spasi Maksimum Pembreisan

Lb = 0,095 ry E/(Ry Fy)
= 0,802 m

C. Perhitungan Kapasitas Lentur

- Cek rasio Lebar terhadap Tebal

a. Batas Leleh Komponen Sayap (Berdasarkan SNI 1729-2020 Tabel B 4.1b)

$\lambda p = 0.38\ E/fy$ = 10,75

b/t = 5,35 Sayap kompak

Nilai b/t < λp, maka sayap adalah komponen kompak dimana sayap tidak tertekuk sebelum mencapai tegangan lelehnya.

b. Komponen Badan (Berdasarkan SNI 1729-2020 Tabel B 4.1b)

$\lambda p = 3.76\ E/fy$ = 106,3

h/tw = 34 Badan kompak

Nilai b/tw < λp, maka sayap adalah komponen kompak dimana badan tidak tertekuk sebelum mencapai tegangan lelehnya.

Sayap dan badan merupakan komponen kompak, maka dilakukan perhitungan pada keadaan batas leleh dan keadaan batas tekuk torsi lateral.

- Batas Leleh

Mn = Mp = Fy Zx = 1497136000 Nmm
= 1497,14 kNm

- Batas Tekuk Torsi Lateral
  - Lb = Panjang tak terbreis = 800 mm
  - Lp = $1.76\ ry \sqrt{\frac{E}{fy}}$ = 350,15 mm
  - Lr = $1{,}95 \frac{E}{0.7\ Fy} \sqrt{\frac{Jc}{Sx\ ho} + \sqrt{(\frac{Jc}{Sx\ ho})^2 + 6.76(\frac{0.7\ Fy}{E})^2}}$ = 9110,543 mm

dengan :

r_{ts} = $\frac{b_f}{\sqrt{12\left(1+\frac{1}{6}\frac{ht_w}{b_f t_f}\right)}}$ = 82,60

J = Konstanta torsi = 5097642,667

h_0 = jarak antara titik berat sayap = 572 mm

C = untuk profil simteris ganda = 1

350,15 < 800 < 9110,543

Dipakai persamaan F2-2 SNI 1729-2020

Mn = $Cb\,(Mp-(Mp-0.7FySx)\left(\frac{Lb-Lp}{Lr-Lp}\right))$ ≤ Mp

Mn = $Cb\,(Mp-(Mp-0.7FySx)\left(\frac{Lb-Lp}{Lr-Lp}\right))$ = 2502,349 kNm

Dengan :

Cb = $\frac{12{,}5\ M_{maks}}{2{,}5\ M_{maks}+3\ M_A+4\ M_B+3\ M_C}$ = 1,32

Mmaks = momen maksimum = 458318739,7 Nmm

Ma = momen di 1/4 bentang = 213169853,5 Nmm

Mb = momen di tengah bentangg = 456601626,2 Nmm

Mc = momen di 3/4 bentang = 243410074,7 Nmm

Diambil nilai Mn = 1497,136 kNm

øMn = 0.9 Mn = 1337,829 kNm

Mu = 824,7511 kNm

øMn > Mu Memenuhi

D. Perhitungan Kapasitas Geser (SNI 1729 – 2020 Bab G)

- Aw = Luas badan = 9600 mm^2
- h/tw = 34
- Badan tanpa pengaku transversal

- Jarak antar pengaku transversal (a) = - mm
- h = 600 mm
- Kv = 5.34

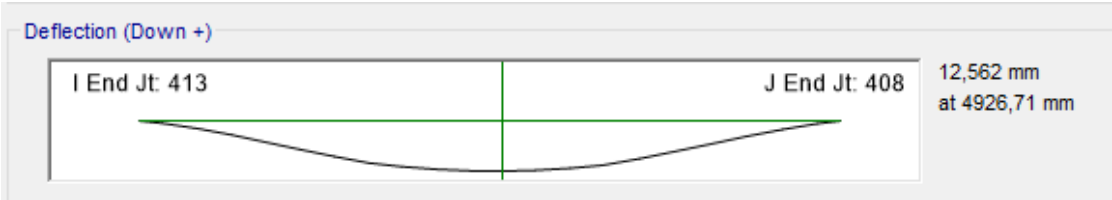
- $2.24\sqrt{E / fy}$ = 63,36
- $1.1\sqrt{Kv\ E / fy}$ = 71,9
- Maka Cv_1 = 1
- øVn = 0.6 Fy Aw Cv_1 = 1296000 N
  = 1296 kN
- Vu = 474,8459 kN

øVn > Vu , Memenuhi

E. Kontrol Lendutan

Agar tembok dan perangkat arsitektur lain di atas balok tidak mengalami kerusakan, maka lendutan dibatasi sebesar :

- L/240 = 8600 / 240 = 35,83 mm
- Lendutan yang terjadi ditunjukkan pada **Gambar 5.10**.



Gambar 5. 9 Lendutan pada Balok Induk

F. Perhitungan Kebutuhan *Shear Connector*

Penghubung geser digunakan agar pelat dan balok dibawahnya dapat bekerja secara komposit. Kebutuhan penghubung geser (shear connector) pada balok dihitung sebagai berikut :

- Data Perencanaan

ϕ = 27 mm
f_y = 350 mPa

f_u = 525 mPa

A_{sa} = 572,265 mm2

f_c' = 26,4 mPa

E_c = 24149,04 mPa

R_g = 0,85

R_p = 0,6

- Jumlah Stud dipakai (SNI 1729 - 2020 Bab I8)

a. Kuat geser 1 *shear connector*

$Qn = 0,5 \times Asa \times \sqrt{fc'Ec} \leq Rg \times Rp \times Asa \times fu$

$Qn = 0,50 \times 572 \times 798,4576278 \leq 0,85 \times 0,6 \times 572,265 \times 525$

$Qn = 228464,6772 \leq 153223,9538$

b. Kebutuhan *shear connector*

n = Vh / ØQn = 6.376.000 / 228.464,7 = 28 buah

Dimana jarak momen 0 sampai momen positif max

S = 0,5 x L / Jumlah *shear connector* = 154,07 mm

Maka, digunakan jarak 15 cm

5.2.5 Perencanaan Kolom

Kolom K1 direncanakan menggunakan profil Profil King Cross 850×400×19×36, dengan data – data sebagai berikut :

A. Data Perencanaan

Mutu Baja	=	A36			
fy	=	250	Mpa	Ry =	1,5
fu	=	400	MPa		
Ry	=	1,5	(Tabel A3.1 SNI 7860-2020)		
Profil Baja	=	KC	800 400 19 32		
Panjang	=	4000	mm (4 m)		

Properti penampang Kolom KC 800 x 400 x 19 x 32

d	=	800	mm
bf	=	400	mm

tw	=	19	mm
tf	=	32	mm
Ag	=	79386,4	mm2
Sx	=	11971196,1	mm3
Sy	=	11971196,1	mm3
Ix	=	4788478436	mm4
Iy	=	4788478436	mm4
Zx	=	15137531,4	mm3
Zy	=	15137531,4	mm3
rx	=	245,600	mm
ry	=	245,600	mm
E	=	200000	Mpa
J`	=	21714098,1	mm4

Kolom, balok dan breis harus memenuhi persyaratan Pasal D1.1 untuk komponen struktur daktail tinggi. (SNI 7860 – 2020 Bab F2 Pasal 5a).

B. Persyaratan Dasar EBF

- Persyaratan untuk Balok Daktail Tinggi

a. Batasan Rasio Komponen Daktail Tinggi Sayap (Tabel D1.1 SNI 7860-2020)

$$\lambda hd = 0{,}32 \sqrt{\frac{E}{fy}}$$

$$= 9{,}05$$

Rasio lebar terhadap tebal (sayap)

$$b/t = 200 / 28$$

$$= 7{,}14$$ ***Flange Highly Ductile member***

b. Batasan Rasio Komponen Daktail Tinggi Badan (Tabel D1.1 SNI 7860-2020)

$$\lambda hd = 1{,}57 \sqrt{\frac{E}{Ry\ Fy}}$$

$$= 36{,}26$$

Rasio lebar terhadap tebal (Badan)

$$h/tw = 736 / 19$$

$$= 33{,}74$$ ***Web Highly Ductile member***

- Persyaratan untuk Balok Daktail Tinggi (SNI 7860 – 2020 Bab D Pasal 2b)

a. Batas Lb

$$Lb = 0{,}095 * ry * E / (Ry \; Fy) = 29{,}74 \text{ m}$$

b. Lb Balok

$$Lb = 4 \text{ m}$$

C. Gaya Dalam

- Kombinasi Gravitasi

Pnt	=	Gaya aksial orde pertama	=	5026,55	kN
Mntx1	=	Momen mayor orde pertama pada sisi bawah	=	3,81	kNm
Mntx2	=	Momen mayor orde pertama pada sisi atas	=	36,06	kNm
Mnty1	=	Momen minor orde pertama pada sisi bawah	=	3,19	kNm
Mnty2	=	Momen minor orde pertama pada sisi atas	=	7,75	kNm

- Kombinasi Beban Gempa

Plt	=	Gaya aksial orde pertama	=	6534,839	kN
Mltx1	=	Momen mayor orde pertama pada sisi bawah	=	942,90	kNm
Mltx2	=	Momen mayor orde pertama pada sisi atas	=	277,53	kNm
Mlty1	=	Momen minor orde pertama pada sisi bawah	=	155,54	kNm
Mlty2	=	Momen minor orde pertama pada sisi atas	=	62,94	kNm
displ x	=	Perpindahan arah x	=	1,571	mm
displ y	=	Perpindahan arah y	=	2,807	mm

D. Kuat Perlu Pr dan Mr Arah X

- $Pe1 = \dfrac{\pi 2 \; x \; E \; x \; lx}{(K1 \; x \; Lx)^{\wedge}2} = 590156024{,}8 \text{ N} = 590156{,}0248 \text{ kN}$
- $Cm = 0{,}6 - 0{,}4 \; (M1 / M2) = 0{,}56$
- $B1 = \dfrac{Cm}{1 - \alpha \; (Pr / Pe1)} = 0{,}56 \geq 1$

Maka diambil nilai B1 = 1

Pmf	=	Pnt = Pstory	=	5026,55	kN	
RM	=	1 - 0,15 (Pmf / Pstory)	=	0,85		
H	=	(M1 + M2) / L	=	305,11	kN	
ΔH	=	Displacement / L	=	0,000702		
Pe_story	=	(RM x H x L)/ ΔH	=	1478255,077	kN	
B2	=	1 / (1 - α (Pstory / Pe_story))	=	1	≥	1

Maka diambil B2 = 1

- Mrx = B1 x Mntx + B2 x Mltx = 281,34 kNm
- Prx = Pnt + B2 x Plt = 11561,46 Kn

E. Kuat Perlu Pr dan Mr Arah Y

- $Pe1 = \frac{\pi 2 \times E \times lx}{(K1 \times Lx)^{\wedge}2} = 590156024{,}8$ N = 590156,0248 kN
- Cm = 0,6 - 0,4 (M1 / M2) = 0,44
- $B1 = \frac{Cm}{1 - \alpha (Pr / Pe1)} = 0{,}437 \geq 1$

Maka diambil nilai B1 = 1

Pmf	=	Pnt = Pstory	=	5026,55	kN	
RM	=	1 - 0,15 (Pmf / Pstory)	=	0,85		
H	=	(M1 + M2) / L	=	54,62	kN	
ΔH	=	Displacement / L	=	0,00070175		
Pe_story	=	(RM x H x L)/ ΔH	=	264635,55	kN	
B2	=	1 / (1 - α (Pstory / Pe_story))	=	1,0004	≥	1

Maka diambil B2 = 1

- Mrx = B1 x Mntx + B2 x Mltx = 158,79 kNm
- Prx = Pnt + B2 x Plt = 11563,75 Kn

F. Perhitungan Kapasitas Lentur

- Cek Rasio Lebar terhadap Tebal
  a. Batas Leleh Komponen Sayap (Berdasarkan SNI 1729-2020 Tabel B 4.1b)
     $\lambda p = 0.38\ E/fy = 10{,}75$

b/t = 6,25 Sayap kompak

Nilai b/t < λp, maka sayap adalah komponen kompak dimana sayap tidak tertekuk sebelum mencapai tegangan lelehnya.

b. Komponen Badan (Berdasarkan SNI 1729-2020 Tabel B 4.1b)

$\lambda p = 3.76\,E/fy$ = 106,35

h/tw = 38,74 Badan kompak

Nilai b/tw < λp, maka sayap adalah komponen kompak dimana badan tidak tertekuk sebelum mencapai tegangan lelehnya.

Sayap dan badan merupakan komponen kompak, maka dilakukan perhitungan pada keadaan batas leleh dan keadaan batas tekuk torsi lateral.

- Batas Leleh

a. Mnx = Mp = Fy Zx = 3784382850 Nmm
= 3784,38 kNm

b. Mny = Mp = Fy Zx = 3784382850 Nmm
= 3784,38 kNm

- Batas Tekuk Torsi Lateral

- Lb = Panjang tak terbreis = 4000 mm
- Lp = $1.76\,ry\sqrt{\frac{E}{fy}}$ = 12226,04 mm
- Lr = $1{,}95\frac{E}{0.7\,Fy}\sqrt{\frac{Jc}{Sx\,ho}+\sqrt{(\frac{Jc}{Sx\,ho})^2+6.76(\frac{0.7\,Fy}{E})^2}}$ = 30303,75 mm

dengan :

r_{ts} = $\frac{b_f}{\sqrt{12\left(1+\frac{1}{6}\frac{ht_w}{b_f t_f}\right)}}$ = 115,45

J = Konstanta torsi = 29170291,5

h_0 = jarak antara titik berat sayap = 814 mm

C = untuk profil simteris ganda = 1

12226,04 > 4000 < 30303,75

Maka keadaan batas tekuk torsi lateral tidak berlaku

a. Mnx = 0,9 x Mn = 3784,38 Nmm
= 3405,94 kNm

b. Mny = 0,9 x Mn = 3784,38 Nmm
= 3405,94 kNm

G. Perhitungan Kapasitas Geser

- Aw = Luas badan = 30400 mm^2
- h/tw = 38,74
- Badan tanpa pengaku transversal
- Jarak antar pengaku transversal (a) = - mm
- h = 800 mm
- Kv = 5.34
- $2.24\sqrt{E / fy}$ = 63,36
- $1.1\sqrt{Kv\,E / fy}$ = 71,90
- Maka Cv_1 = 1
- øVn = 0.6 Fy Aw Cv_1 = 4560000 N
= 4560 kN
- Vu = 199,86 kN

øVn> Vu , Memenuhi

H. Perhitungan Kapasitas Tekan

- Cek Rasio Lebar terhadap Tebal

a. Komponen Sayap (Berdasarkan SNI 1729-2020 Tabel B 4.1b)

$$\lambda hd = 0,56 \sqrt{\frac{E}{fy}}$$

$$= 15,84$$

b/t = (400/ 2)/36

= 6,25 ***Sayap Tidak Langsing***

b. Komponen Badan (Berdasarkan SNI 1729-2020 Tabel B 4.1b)

$$\lambda hd = 1{,}49 \sqrt{\frac{E}{fy}}$$

= 42,14

h/tw = (d-2*tf)/tw

= 38,74 ***Badan Tidak Langsing***

Sayap dan badan tidak langsing, maka keadaan batas adalah tekuk tekuk lentur dan tekuk torsi (SNI 1729-2020 Tabel E1.1)

- Tekuk Lentur (Pasal E3 SNI 1729-2020)
  - Panjang Efektif (SNI 1729-2020 Pasal E2)

Faktor panjang tekuk (K)

- $\lambda x = K L / rx = 16{,}29$
- $\lambda y = K L / ry = 16{,}29$

Nilai terbesar = 16,29

$$4{,}7 \sqrt{\frac{E}{fy}} = 133{,}219$$

$$K L / r < 4{,}7 \sqrt{\frac{E}{fy}}$$

Maka Fcr diperhitungkan dengan rummus E3-2 SNI 1729-2020

- $Fe = \pi 2 \times E \Big/ \left(\frac{Lc}{r}\right)^{\wedge 2} = 7434{,}06$ Mpa
- $Fcr = \left(0{,}658^{\wedge \frac{Fy}{Fe}}\right) Fy = 246{,}51$ Mpa
- $\phi Pn = 0{,}9 \times Fcr \times Ag = 17612{,}29$ kN

- Tekuk Torsi (Pasal E4 SNI 1729-2020)

- $Cw = \frac{d^2 \times b \times tr}{24} = 561816000$ mm6
- J = Konstanta torsi = 29170291,5 mm4
- G = Modulus elastisitas geser baja = 77200,00 Mpa
- $Fe = \left(\frac{\pi 2 \; E \; Cw + GJ}{Lcz^2} \right) \frac{1}{lx + ly} = 175{,}0394226$ Mpa
- $Fcr = \left(0{,}658^{\frac{Fy}{Fe}} \right) Fy = 137{,}506$ Mpa
- øPn = 0,9 x Fcr x Ag = 9824,49 kN

  Maka diambil nilai Pn = 17612,29 kN

I. Kontrol Kombinasi Aksial Lentur

Pr	=	Kekuatan aksial perlu	=	11563,75	kN
Pc	=	Kekuatan aksial tersedia	=	17612,29	kN
Mrx	=	Kekuatan lentur perlu sumbu x	=	281,34	kNm
Mry	=	Kekuatan lentur perlu sumbu y	=	158,79	kNm
Mcx	=	Kekuatan lentur tersedia sumbu x	=	3405,94	kNm
Mcy	=	Kekuatan lentur tersedia sumbu y	=	3405,94	kNm

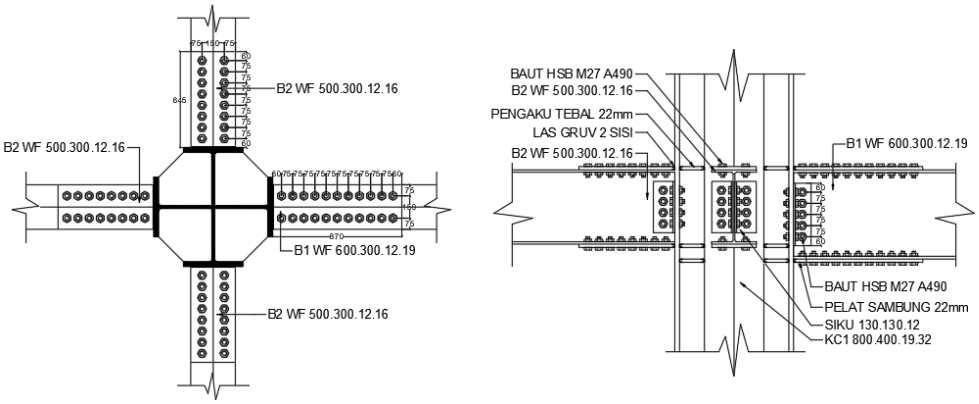
Pr/Pc > 0,2

$$\frac{\mathbf{Pr}}{\mathbf{Pc}} + \frac{\mathbf{8}}{\mathbf{9}} \left(\frac{\mathbf{Mrx}}{\mathbf{Mcx}} + \frac{\mathbf{Mry}}{\mathbf{Mcy}} \right) < \mathbf{1}$$

0,77 < 1 , OKE

5.3 Perencanaan Sambungan

5.3.1 Sambungan Balok Induk – Kolom



Gambar 5. 10 Sambungan Balok Induk - Kolom

Sambungan balok induk ke balok kolom menggunakan sambungan prakualifikasi jenis sambungan momen pelat sayap berbaut. Perhitungan sambungan sebagai berikut :

A. Data Perencanaan

- Kolom	=	**KC**	**800**	**400**	**19**	**32**	
- Balok Induk	=	**WF**	**600**	**300**	**16**	**28**	
- Panjang Balok	=	9500	mm				
- fy	=	**250**	MPa				
- fu	=	**400**	MPa				
- Ry	=	**1,5**	(Tabel A3.1 SNI 7860-2020)				
- Mutu Baut	=	A490					
- Kuat tarik (fnv)	=	457	MPa				
- Kuat geser (fnt)	=	780	MPa				
- Diameter baut	=	20	mm				
- Pelat siku	=	**130**		**130**	**12**		
- Tinggi pelat siku	=	544	mm				
- Diameter baut pada pelat siku	=	27	mm				
- Tebal pelat siku	=	14	mm				
- Diameter lubang	=	22	mm				
- Panjang pelat sambung	=	375	mm				

B. Momen Maksimum pada Sendi Plasti (Mpr)

Cpr	=	(fy + fu)/2fy	≤	1,2	(SNI 7972-2020 Pers. 2.4-2)
	=	1,35	>	1,2	
diambil Cpr	=	1,20			
Mpr	=	Cpr Ry Fy Ze			(SNI 7972-2020 Pers. 2.4-1)
	=	2694844800			Nmm
	=	2694,8448			kNm

C. Diameter Baut Maksimum dan Persyaratan Spasi

- $db \leq \frac{bf}{2} \left(1 - \frac{Ry\ Fy}{Rt\ Fu} \right) - 3\ mm = 30\ mm$

  $27 < 30$ ***OKE***

- Spasi minimum = > 2,75 D (SNI 1729-2020 Pasal J3.3)
  = 74 mm
- Spasi maksimum = Nilai terkecil dari 14 kali bagian tertipis atau 180 mm (SNI 1729-2020 Pasal J3.5b)
  = 180 mm

diambil spasi = 75 mm

- Jarak tepi min = 34 mm (Tabel J3.4M SNI 1729-2020)

-Jarak tepi maks = Nilai terkecil dari 150 mm atau 12 kali tebal pelat yang disambung (SNI 1729-2020 Pasal J3.5)
= 150 mm

diambil = 60 mm

D. Asumsi Tebal Pelat Sayap (tp)

$$rn = \min \begin{cases} 1 \ Fnv \ Ab = 261525\ N \\ 2{,}4 \ Fub \ db \ tf = 725760\ N \\ 2{,}4 \ Fup \ db \ tp = 874800\ N \end{cases}$$

Dengan :

Ab	=	Luas baut	=	572,265	mm2
Fnv	=	Kuat geser baut	=	457	Mpa
Fub	=	Fu balok	=	400	Mpa
Fup	=	Fu pelat	=	450	Mpa

db	=	Diameter baut	=	27	mm	
tf	=	tebal sayap balok	=	28	mm	
tp	=	tebal pelat	=	30	mm	

Dipakai rn = 261525 N

E. Perkiraan Jumlah Baut pada Pelat Sayap

$$n \geq \frac{1{,}3\ Mpr}{\text{øn}\ \ rn\ \ (d+tp)} = 21 \text{ buah}$$

$$= 22 \text{ buah}$$

F. Lokasi Sendi Plastis (Sh)

Sh = S1 + s((n/2)-1) = 810 mm

dengan :

S1 = jarak dari muka kolom ke baris terdekat baut

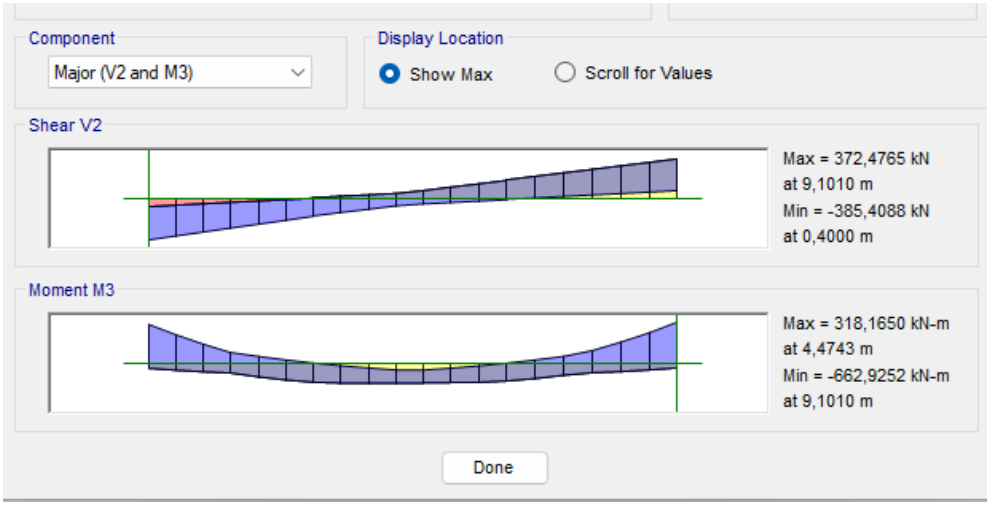
= 60 mm

s = spasi baut

= 75 mm

G. Gaya Geser pada Sendi Plastis

Didapatkan hasil Gaya Dalam dari ETABS seperti **Gambar 5.10**.



Gambar 5. 11 Gaya dalam Balok Induk

Vu = 385,40 kN

H. Momen Terekspektasi pada Muka Sayap Kolom

$$Mf = Mpr + Vh \times Sh = 1916966581 \text{ Nmm}$$
$$= 1.916,97 \text{ kNm}$$

I. Gaya Dalam Pelat Sayap Akibat Mf (Fpr)

$$Fpr = \frac{Mf}{d + tp} = 3.096.877 \text{ N}$$
$$= 3.096,88 \text{ kN}$$

J. Periksa Jumlah Baut

$$n \geq \frac{Fpr}{\text{øn rn}}$$

22 ≥ 13 ***Jumlah Baut Mencukupi***

K. Periksa Pelat Sayap untuk Keruntuhan Tarik

(SNI 1729-2020 Pasal J4.1)

- Kekuatan leleh tarik :

øn Rn = 0,9 x Fy x Ag = 2970000 N
= 2970 kN

- Kekuatan keruntuhan tarik :

øn Rn = 0,75 x Fu x Ae = 3255252 N
= 3255,252 kN

Dengan :

U = faktor lag geser = 0,91

Ae = An u = 10850,84

Dipakai = 3255,252 kN

Fpr ≤ ønRn

3.096,88 kN < 3255,252 kN ***OKE***

L. Periksa Sayap Balok untuk Keruntuhan Geser Blok

(SNI 1729-2020 Pasal J4.3)

Rn	=	0,60.Fu.Anv + Ubs.Fu.Ant	≤	0,60.Fy.Agv + Ubs.Fu.Ant		
	=	71669066,4	>	59826564		
Dipakai øRn	=	44869923	N			
Dengan						
Ubs			=	1		
Ant	=	Luas bersih bidang tarik	=	75316,41	mm2	
Anv	=	Luas bersih bidang geser	=	173094	mm2	
Agv	=	Luas kotor bidang geser	=	198000	mm2	

Fpr	≤	øRn		
3.096,88 kN	<	44869,923 kN		***OKE***

M. Periksa Pelat Sayap untuk Tekuk Tekan

(SNI 1729-2020 Pasal J4.4)

Pn	=	Fy	x	Ag	=	60750000	N
					=	60750	kN

Fpr	≤	øRn		
3.096,88 kN	<	60750 kN		***OKE***

N. Gaya Geser Perlu

(SNI 7972-2020 Pers. 7.6-12

Vu	=	(2Mpr / Lh) + Vgravitasi	=	926836,5966	N
			=	926,84	kN

dengan

Vgravitasi	=	385,4088	kN
	=	385408,8	N

O. Kuat Geser Baut pada Pelat Siku (Sisi kolom)

(SNI 7972-2020 Pasal J4.6)

		0.75 nb fnv			
øRn	=	Ab	=	980719,1438	N
				980,72	kN

dengan :

nb = jumlah baut = 5 buah

Diameter baut = 27 mm

Vu ≤ øRn

926,84 kN < 980,72 kN ***OKE***

P. Kuat Tumpu Baut pada Pelat Siku (sisi kolom)

(SNI 7972-2020 Pasal J4.10)

øRn = 0.75 1.2 lc t fu nb ≤ 0.75 2.4 db t fu nb

= 1036800 N ≤ 1166400 N

= 1036,80 kN ***OKE***

dengan :

lc = Jarak bersih antar lubang baut = 48 mm

t = Tebal material pelat = 12 mm

Vu ≤ øRn

926,84 kN < 1036,80 kN ***OKE***

Q. Kuat Geser Baut pada Pelat Siku (Sisi Balok)

(SNI 7972-2020 Pasal J4.6)

øRn = 0.75 nb fnv Ab = 980719,1438 N

= 980,72 kN

dengan :

nb = jumlah baut = 5 buah

Diameter baut = 27 mm

Vu ≤ øRn

926,84 kN < 980,72 kN ***OKE***

R. Kuat Tumpu Baut pada Pelat Siku (sisi balok)

(SNI 7972-2020 Pasal J4.10)

øRn = 0.75 1.2 lc t fu nb ≤ 0.75 2.4 db t fu nb

= 1036800 N ≤ 1166400 N

= 1036,80 kN ***OKE***

dengan :

lc = Jarak bersih antar lubang baut = 48 mm

t = Tebal material pelat = 12 mm

Vu ≤ ønRn

926,84 kN < 1036,80 kN ***OKE***

S. Kuat Siku Penyambung

(SNI 7972-2020 Pasal J4.2)

Rn nilai terendah dari :

- Kuat leleh geser elemen

øRn = 1 x 0,6 x Fy x Agv

= 2655000 N

= 2655,00 kN

dengan :

Agv = Luas bidang geser = 17700 mm2

- Kuat runtuh geser elemen

øRn = 0.75 x 0,6 x Fu x Anv

= 5710537,463 N

= 5710,54 kN

dengan :

Anv = Luas bersih bidang geser = 16269,3 mm2

diambil øRn = 5710,54 kN

Vu ≤ ønRn

926,84 kN < 2655,00 kN ***OKE***

T. Kuat Geser Blok

(SNI 1729-2020 Pasal J4.3)

øRn = 0,60FuAnv + Ubs FuAnt ≤ 0,60FyAgv + Ubs FuAnt

= 20941523 < 19477282,63

dipakai ønRn = 5710537,463 N

Dengan

Ubs 1

Ant = Luas bersih bidang tarik = 42592,205 mm2

Anv = Luas bersih bidang geser = 16269,3375 mm2

Agv = Luas kotor bidang geser = 17700 mm2

Vu ≤ ønRn

926,84 kN < 5710,54 kN ***OKE***

U. Geser Panel Zone

Ketentuan geser zona panel badan diatur dalam SNI 1729 Pasal J10.6 sebagai berikut:

$$Ru = \frac{Mf}{d - tf} = 2{,}304 \text{ kN}$$

$$\text{ØRn} = 0.6 \times \text{Ø} \times Fy \times dc \times tw$$

ØRn = 2565 kN

ØRn > Ru ***OKE***

maka tidak diperlukan pengaku sejajar di badan kolom

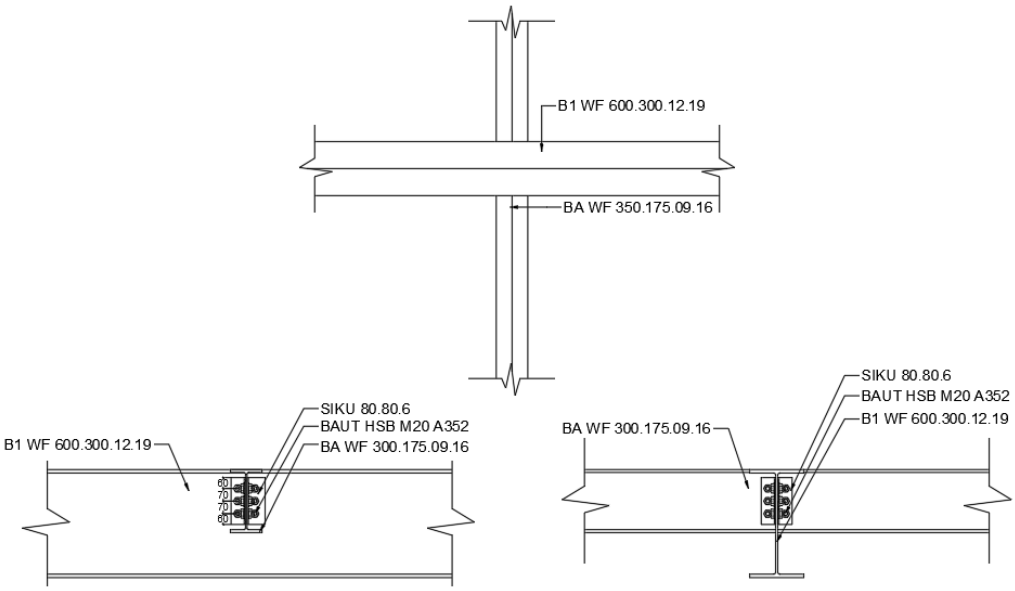
5.3.1.1 Rekapitulasi Sambungan Balok Induk - Kolom

Didapatkan rekapitulasi sambungan Balok Induk – Kolom, dituntukkan pada **Tabel 5. 1**.

Tabel 5. 1 Rekapitulasi Sambungan Balok Induk-Kolom

Tipe Balok	n baut Sayap	n baut Siku Kolom	n baut Siku Balok	Diameter Baut
B1	22	5	5	27 mm
B2	16	4	4	27 mm

5.3.2 Sambungan Balok Anak – Balok Induk



Gambar 5. 12 Sambungan Balok Anak - Balok Induk

Direncanakan sambungan jenis sederhana pada sambungan balok anak ke balok induk. Perhitungan sambungan balok anak sebagai berikut :

A. Data Perencanaan

• Profil Balok Anak	=	**WF 350 175 9 16**	
Panjang	=	**7900**	**mm 7,9 m**
- Fy	=	250	Mpa
- Ry	=	1,5	
- d	=	450	mm
- bf	=	250	mm
- tw	=	9	mm
- tf	=	16	mm

• Mutu Sambungan			
- Mutu Baut	=	A325	
- Kuat Tarik Baut, Fnt	=	372	Mpa
- Kuat Geser Baut, Fnv	=	620	Mpa
- Diameter Baut, D	=	20	mm
- Diameter Lubang, Do	=	18	mm

- Pelat sambung = **Siku 100 100 7**
  Fy = 250 MPa
  Fu = 400 MPa
- Tebal Pelat Sambung, t = 6 mm

B. Gaya Bekerja pada Sambungan

- Mu (Output SAP 2000) = 81,57 kNm
- Kapasitas Momen Plastis (Ry Fy Zx) = 436 kNm
- Diambil nilai Mu = 436 kNm
- Vu = 22,7 kN

C. Penggunaan Spasi Baut

- Spasi minimum = > 2,75 D (SNI 1729-2020 Pasal J3.3)
  = 55 mm
- Spasi maksimum = Nilai terkecil dari 14 kali bagian tertipis atau 180 mm (SNI 1729-2020 Pasal J3.5b)
  = 180 mm
  diambil spasi = 70 mm
- Jarak tepi min = 26 mm (Tabel J3.4M SNI 1729-2020)
- Jarak tepi maks = Nilai terkecil dari 150 mm atau 12 kali tebal pelat yang disambung (SNI 1729-2020 Pasal J3.5)
  = 150 mm
  diambil = 37 mm

D. Kuat Geser Baut

(SNI 7972-2020 Pasal J4.6)

øRn = 0.75 nb fnv Ab = 584040 N
= 584,04 kN

Dengan :

nb = jumlah baut = 3 buah
Diameter baut = 20 mm

Vu	≤	øn Rn	
22,67 kN	<	438,03 kN	***OKE***

E. Kuat Tumpu Baut

(SNI 7972-2020 Pasal J4.10)

øRn	=	0.75 1.2 lc t fu nb	≤	0.75 2.4 db t fu nb
	=	378000 N	>	302400 N
	=	302,4 kN		

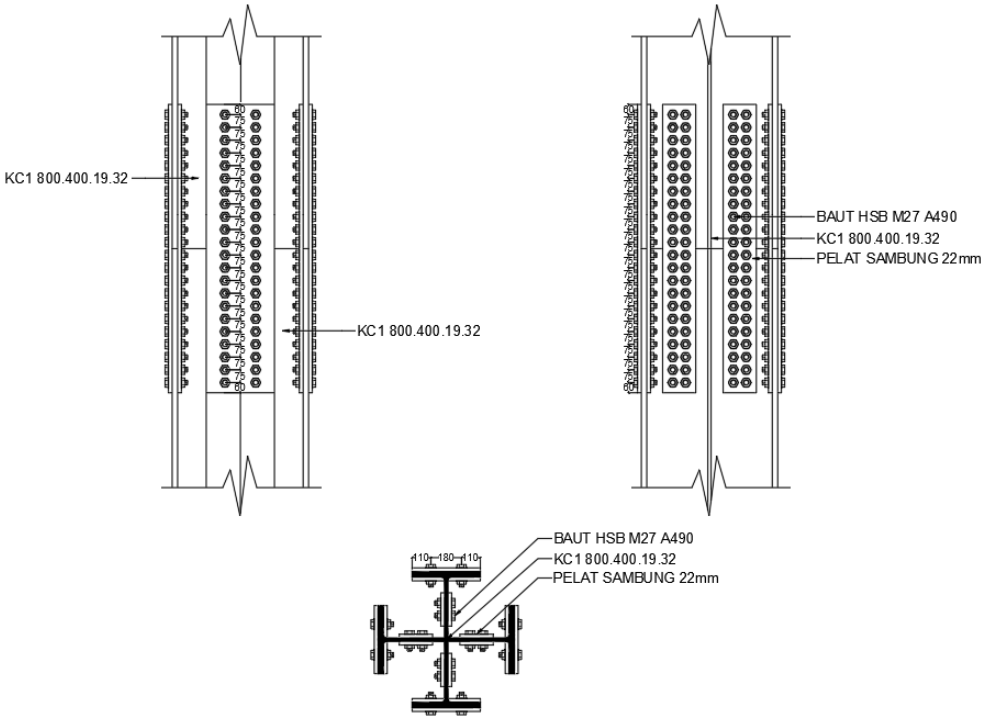
dengan :

lc	=	Jarak bersih antar lubang baut	=	50 mm
t	=	Tebal material pelat	=	7 mm

Kuat menentukan = 302,4 kN

Vu	≤	øn Rn	
22,67 kN	<	302,4 kN	***OKE***

5.3.3 Sambungan Kolom – Kolom



Gambar 5. 13 Sambungan Kolom – Kolom

Sambungan antar kolom menggunakan sambungan prakualifikasi. Perhitungan sambungan sebagai berikut :

A. Data Perencanaan

- Profil KC 800 400 19 32
- Ix profil = 4688631118 mm4
- Ix badan = 541272752 mm4
- Zx = 14712195,5 mm3
- Fy = 250 Mpa
- Fu = 400 Mpa
- Ry = 1,5
- Profil KC 600 300 16 28
- Ix profil = 1727059706 mm4
- Ix badan = 219416708,7 mm4
- Zx = 7324648,2 mm3
- Fy = 250 Mpa
- Fu = 400 Mpa
- Ry = 1,5
- Tebal pelat sambung = 22 mm
- D baut = 27 mm
- D Lubang = 29 mm
- Mutu Baut = A490

  Kuat tarik (fnv) = 469 Mpa

  Kuat geser (fnt) = 780 Mpa
- Mutu Logam Pengisi = FE70XX
- Kuat Logam Pengisi, Fexx = 483 Mpa

B. Gaya Bekerja pada Sambungan Kolom

Pu = 5010,33 kN

- Pu pada badan = $\frac{\text{Ix badan x Pu}}{\text{Ix profil}}$

= 636,54 kN

- Pu pada sayap = Pu - Pu badan
  = 4373,79 kN

Berdasarkan SNI 7860-2020 BAB E3 Pasal 6g) Splais kolom yang dibaut harus memiliki kekuatan lentur perlu sedikitnya sama dengan RyFyZx⁄αs kolom terkecil, dengan Zx adalah modulus penampang plastis terhadap sumbu-x. Kekuatan geser perlu splais badan kolom harus sedikitnya sama dengan ∑ Mpc⁄(αsHc), dengan ∑ Mpc adalah jumlah kekuatan lentur plastis di atas dan bawah kolom tersebut.

- Mn = Ry Fy Zx / αs = 2746743075 Nmm
  = 2746,74 kNm

  Dengan :

  αs = 1 (SNI 7860-2020 Pasal D1.2a)

  Ry = 1,1 (Tabel A3.1 SNI 7860-2020)
- Vu = ∑Mpc / αs Hc = 57,58 kN

  dengan :

  Hc = Tinggi bersih penampang kolom = 5400 mm

  αs = Faktor penyesuaian tingkat gaya = 1

  ∑Mpc = Jumlah kuat lentur diatas dan dibawah sambungan = 310,924 kNm

  Vu = 57,58 kN
- Mu pada badan = $\frac{\text{Ix badan x Mu}}{\text{Ix profil}}$ = 349 kNm
- Mu pada sayap = Mu - Mu badan = 2397,78 kNm

• Gaya pada Sayap

- Gaya pada sayap akibat momen = $\frac{\text{Mu Profil}}{\text{H profil}}$ = 3433,43 kN
- Gaya pada sayap akibat aksial = $\frac{\text{Pu sayap}}{\text{Jumlah sayap}}$ = 1093,4 kN

  Ru = 4526,88 kN

• Gaya pada Badan

- Pu = Pu badan = 636,54 kN
- Vu = 57,58 kN
- Gaya akibat momen = 30% Mult = 2746,74 kN
- Rv = Pu + Gaya akibat momen = 3383,29 kN
- Rh = Vu = 57,58 kN

- Resultan gaya = $\sqrt{Rv^2 + Rh^2}$ = 3383,78 kN

C. Penggunaan Spasi pada Sayap

- Spasi minimum = 2,7 D (SNI 1729-2020 Pasal J3.3)
  = 72,09 mm
- Spasi maksimum = Nilai terkecil dari 14 kali bagian tertipis atau 180 mm (SNI 1729-2020 Pasal J3.5b)
  = 180 mm

  diambil spasi = 75 mm
- Jarak tepi min = 34 mm
- Jarak tepi maks = Nilai terkecil dari 150 mm atau 12 kali tebal pelat yang disambung (SNI 1729-2020 Pasal J3.5).
  = 150 mm

  diambil = 60 mm

D. Kekuatan Sambungan pada Sayap

- Kuat Geser Baut pada Sayap
  (SNI 7972-2020 Pasal J4.6)

  øRn = 0.75 fnv Ab = 201.294 N
  = 201,29 kN

  Dengan :

  Diameter baut = 27 mm

- Kuat Tumpu Baut pada Sayap
  (SNI 7972-2020 Pasal J4.10)

øRn = 0.75 1.2 lc t fu ≤ 0.75 2.4 db t fu

= 760320 N < 855360 N ***OKE***

= 760,32 kN

dengan :

lc = jarak bersih antar lubang = 48 mm

t = Tebal material pelat = 22 mm

Kuat menentukan = 201,29 kN

- **Kebutuhan Jumlah Baut pada Sayap**

n = Ru/Rn = 22,49

Dipakai jumlah baut pada sayap = 24 buah

E. Kekuatan Sambungan Las pada Badan

- Panjang Efektif = 2130 mm

Tebal Pengelasan = 8 mm

Luas Efektif (Awe) = 17040 mm

ϕ.Rn = 0.75 Fnw Awe = 6172,74 kN

Kontroling,

Ru ≤ ϕ.Rn

4526,87 ≤ 6172,74 **OKE**

F. Kekuatan Sambungan Baseplate

- Pengecekan Terhadap Gaya Tarik pada Baseplate
- fpmax = ø x Fy = 162,5 Mpa

dengan :

ø = 0,65

- fp = Pu / (BN) = 7,83 Mpa

dengan

B = Lebar baseplate = 800 mm

N = Panjang baseplate = 800 mm

fp < fpmax ***OKE***

- q max = fpmax x B = 130000 N/mm
- e kritis = N/2 - Pu / (2 qmax) = 400 mm
- e = Mu / Pu = 0,55 mm

e < e kritis, maka tidak terjadi tarik pada baseplate

AMAN

- Perencanaan Tebal Baseplate

- Mpl = 0.5 x fp x l2 = 1565,72 N mm

Dengan :

- $l = \frac{N - 0.95d}{2} = 20$ mm

- $tbp \geq \sqrt{\frac{4Mpl}{ø\ Fy}}$

tbp ≥ 5,28 mm

Dipakai = 12 mm

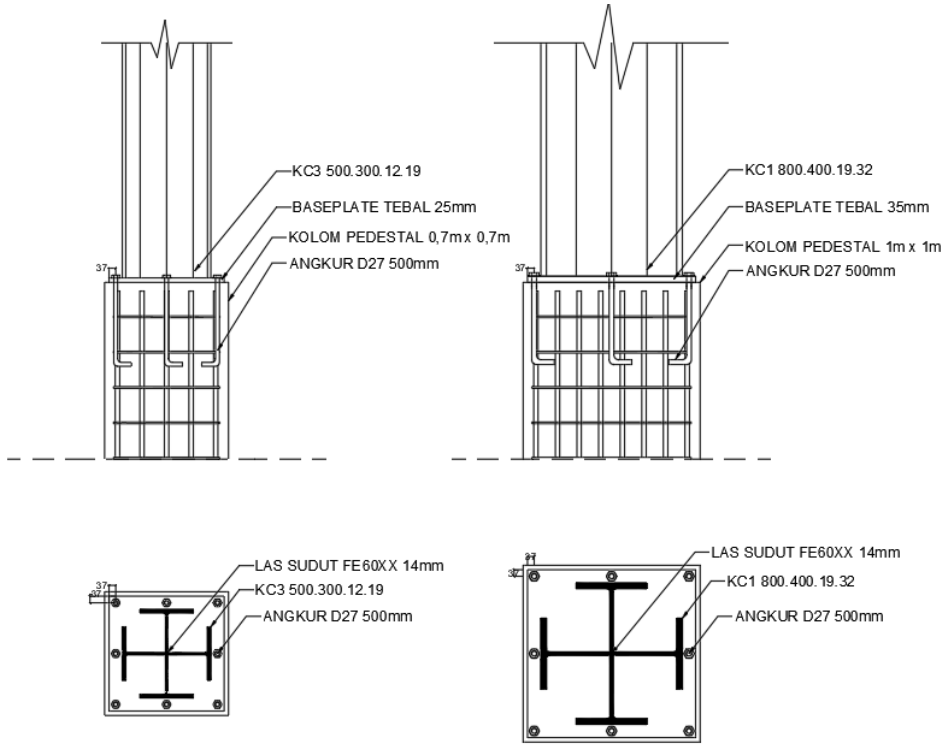
5.3.3.1 Rekapitulasi Sambungan Antar Kolom

Berikut rekapitulasi sambungan antar kolom pada struktur alternatif, ditunjukkan pada **Tabel 5. 2**.

Tabel 5. 2 Rekapitulasi Sambungan antar Kolom

TIPE KOLOM		DIAMETER BAUT	JUMLAH BAUT	PELAT BUHUL
KC1	KC1	27 mm	44	22 mm
KC1	KC2	27 mm	24	22 mm
KC2	KC2	27 mm	28	22 mm
KC2	KC3	27 mm	20	22 mm
KC3	KC3	27 mm	18	22 mm

5.3.4 Sambungan Kolom Baja – Kolom Pedestal (*Baseplate*)



Gambar 5. 14 Sambungan Kolom Baja – Kolom Pedestal (*Baseplate*)

Sambungan kolom ke kolom pedestal direncanakan dengan perhitungan sambungan sebagai berikut :

A. Data Perencanaan

- **Mutu Kolom Baja** = **A36**
- Fy = 250 Mpa
- Fu = 400 Mpa
- Ry = 1,5
- **Profil Kolom Baja** **KC 800 400 19 32**
- Fy = 250 Mpa
- d = 800 mm
- bf = 400 mm
- tw = 19 mm
- tf = 32 mm
- **Kolom Pedestal**
- Fc = 30 Mpa

- Fy = 400 Mpa
- fy tul geser = 240 Mpa
- Tinggi pedestal = 500 mm
- Dimensi kolom pedestal

  h = 1000 mm

  b = 1000 mm

- **Data Sambungan**
- Mutu las = FE70xx
- Fexx = 482 Mpa
- Diameter angkur = 22 mm
- Panjang tanam angkur (hef) = 500 mm
- Jumlah angkur = 8 buah
- Mutu baut angkur = A325

  fnt = 372 Mpa

  fnv = 620 Mpa

B. Gaya Dalam Kolom Baja

Diambil gaya dalam terbesar dengan kombinasi ENVELOPE pada SAP2000 sebagai berikut :

Pu = 4200,0279 kN

Mx = 386,2551 kNm

My = 266,0474 kNm

Vux = 371,7082 kN

Vuy = 246,6264 kN

C. Pengecekan Terhadap Gaya Tarik pada Baseplate

- fpmax = ø x 0.85 x fc' = 16,58 Mpa

  dengan :

  ø = 0,65

- fp = Pu / (BN) = 4,65 Mpa

  dengan :

  B = Lebar baseplate = 950 mm

  N = Panjang baseplate = 950 mm

fp < fpmax ***OKE***

- qmax = f pmax = 15746,25 N/mm
- e kritis = N/2-Pu/(2qmax) = 474,87 mm
- e = Mu/Pu = 91,96 mm

e < e kritis, maka tidak terjadi tarik pada baseplate

AMAN

D. Perencanaan Tebal Baseplate

- Mpl = 0.5 x fp x l^2 = 21000,1 N/mm

dengan :

- $l = \frac{N - 0.95d}{2}$ = 95 mm
- $tbp \geq \sqrt{\frac{4Mpl}{\text{ø Fy}}}$

tbp ≥ 19,32 mm

Dipakai = 35 mm

E. Perencanaan Panjang dan Spasi Angkur

- Panjang minimum angkur

hef min = $\frac{20}{4}$ x $\frac{fy}{\sqrt{fc}}$ = 228,22 mm

dipakai = 500 mm

- Spasi minimum = 2,7 D (SNI 1729-2020 Pasal J3.3)
  = 72,09 mm
- Spasi maksimum = Nilai terkecil dari 14 kali bagian tertipis atau 180 mm (SNI 1729-2020 Pasal J3.5b)
  = 180 mm

diambil spasi = 180 mm

- Jarak tepi min = 34 mm (Tabel J3.4M SNI 1729-2020)
- Jarak tepi min = Nilai terkecil dari 150 mm atau 12 kali tebal pelat yang disambung (SNI 1729-2020 Pasal J3.5)
  = 150 mm

diambil = 45 mm

- Kuat Tumpu Baut

- øRn = 0.75 1.2 lc t fu ≤ 0.75 2.4 db t fu
  = 1927800 N < 1360800 N

  dipakai = 1360,8 kN

  dengan :

  lc = Jarak bersih antar lubang baut = 158 mm

  t = Tebal material pelat = 35 mm

  Kuat menentukan = 266,10 kN

F. Kuat Baut Angkur

- Kuat Geser Baut

  (SNI 1729-2020 Pasal J4.6)

  øRn = 0.75 fnv Ab = 266103 N
  = 266,10 kN

  dengan :

  Diameter baut = 27 mm

- Kuat Tumpu Baut

  øRn = 0.75 1.2 lc t fu ≤ 0.75 2.4 db t fu
  = 1919700 N < 1360800 N

  dipakai = 1360,8 kN

  dengan :

  lc = Jarak bersih antar lubang baut = 153 mm

  t = Tebal material pelat = 35 mm

  Kuat menentukan = 266,10 kN

- Cek jumlah baut

  $$nmin = \frac{Vu}{\phi Vn} = 1,4$$

  n pakai = 8 buah

  Jumlah angkur mencukupi

- Kuat Baja dalam Geser

  (SNI 2847-2019 Pasal 17.5.1)

  Vsa = 0.6 x Ase,v x futa = 137,34 kN

  dengan :

  Ase,v = 572,265 mm2

  futa = 400

  Kuat baja total = n x øVsa = 714,187 kN

  dengan :

  n = 8 buah

  ø = 0,7

  øVsa < Vu

  137,34 kN < 371,708 kN ***OKE***

- Kuat Jungkit Beton dalam Geser

  (SNI 2847-2019 Pasal 17.5.3)

  øVcpg = 0.65 Kcp Nb = 796084 kN

  dengan :

  Kcp = 2 (nilai default empiris dari SNI/ACI)

  Nb = 10 ʎa √fc' hef^1.5 = 612372,4357

  ʎa = 1 Faktor modifikasi densitas beton

  øVcpg > Vu

  796084,17 kN > 371,708 kN ***OKE***

G. Kekuatan Sambungan Las

- Panjang Efektif = 6656 mm

  Tebal Pengelasan = 14 mm

  Luas Efektif (Awe) = 93184 mm2

  ϕ.Rn = 0.75 Fnw Awe = 33686 kN

  Kontroling,

  Ru ≤ ϕ ***OKE***

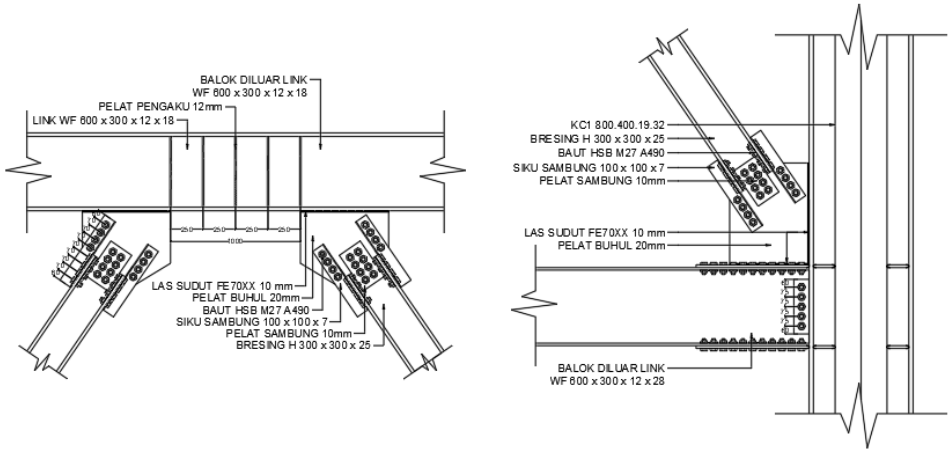
5.3.4.1 Rekapitulasi Sambungan *Baseplate*

Berikut rekapitulasi sambungan *baseplate* pada struktur alternatif, ditunjukkan pada **Tabel 5. 3**.

Tabel 5. 3 Rekapitulasi Sambungan *Baseplate*

KOLOM PEDESTAL	DIAMETER ANGKUR	TEBAL PELAT	JUMLAH ANGKUR
1000 mm x 1000 mm	27 mm	35 mm	8 mm
700 mm x 700 mm	27 mm	25 mm	8 mm

5.3.5 Sambungan Bresing



Gambar 5. 15 Sambungan Bresing

Sambungan bresing direncanakan dengan perhitungan sambungan sebagai berikut :

A. Data Perencanaan

- Profil bresing WF 300 300 25 25

- Panjang = 4600 mm
- Ix profil = 403004042,9 mm4
- Ix badan = 140974619,2 mm4
- Zx = 1357087,3 mm3
- Fy = 250 Mpa
- Fu = 400 Mpa
- Ry = 1,5 (Tabel A3.1 SNI 7860-2020)

- Profil pelat buhul

- Tebal pelat	=	25	mm
- Ix	=	140974619,2	mm4
- Lebar pelat buhul efektif	=	783	mm
- Ag	=	15660	mm2

- Pelat Sambung dan Pelat Siku Penyambung

- Profil siku	=	**100**	**100**	**7**
- Tebal pelat sambung	=	7		
- Fy	=	345		
- fu	=	450		

- Mutu Baut (A490)

- Fnv	=	469	Mpa
- Fnt	=	780	Mpa
- Diameter baut	=	27	mm

- Mutu Las

- Mutu las logam pengisi	=	FE70XX	
- Kuat logam pengisi (fu)	=	482	Mpa
- Panjang las (vertikal)	=	1020	Mpa
- Panjang las (horizontal)	=	506	Mpa
- Tebal las	=	10	mm

B. Gaya Bekerja pada Sambungan

(SNI 7860 - 2020 Bab F2 Pasal 6c)

- Kekuatan tarik perlu

- Gaya dalam SAP2000 = 2506,52 kN
- Ry Fy Ag / αs = 5338636,4 kN

  diambil nilai terkecil = 2506,52 kN

• Kekuatan tekan perlu = 2828,08 kN

• Mu hasil SAP2000 = 11,036 kN.m
- Mu pada badan = $\frac{\text{Ix badan x Mu}}{\text{Ix profil}}$ = 3,86 kN.m
- Mu pada sayap = Mu - Mu badan = 7,18 kN.m

• Vu hasil SAP2000 = 5,87 kN

• **Gaya pada Sayap**
- Gaya pada sayap akibat momen = $\frac{\text{Mu sayap}}{\text{H profil}}$ = 0,02 kN
- Gaya pada sayap akibat aksial = $\frac{\text{Pu sayap}}{\text{Jumlah sayap}}$ = 1414,04 kN

  Ru = 1414,04 kN

• **Gaya pada Badan**

Susunan baut pada badan bresing

No.	X	Y	X^2	Y^2	X^2 + Y^2
1	-38	38	1406	1406	2812,5
2	38	38	1406	1406	2812,5
3	-38	38	1406	1406	2812,5
4	38	-38	1406	1406	2812,5
Total					11250

- Gaya pada Badan Akibat Momen

  ∑ X^2 + Y^2 = 22500 mm2

- Ruh1 = $\frac{\text{Mu badan x Ymaks}}{\sum X^2 + Y^2}$ = 18873,54 N

= 18,87 kN

- Gaya pada Badan Akibat Gaya Geser

  Ruh2 = Vu / jumlah baut = 0,73 kN

  Dengan jumlah baut = 8

  $$Ruv = \frac{\text{Mu badan x Ymaks}}{\sum X^2 + Y^2} = 1372,21 \text{ N}$$

  = 13,73 kN

  $$Ru = \sqrt{R_{uv}{}^2 + R_{uh1}{}^2 + R_{uh2}{}^2} = 23,35 \text{ kN}$$

C. Penggunaan Spasi pada Sayap

- Spasi minimum = 2,7 D (SNI 1729-2020 Pasal J3.3)
  = 72,09 mm

- Spasi maksimum = Nilai terkecil dari 14 kali bagian tertipis atau 180 mm (SNI 1729-2020 Pasal J3.5b)
  = 180 mm

  diambil spasi = 75 mm

- Jarak tepi min = 34 mm (Tabel J3.4M SNI 1729-2020)
- Jarak tepi min = Nilai terkecil dari 150 mm atau 12 kali tebal pelat yang disambung (SNI 1729-2020 Pasal J3.5)
  = 150 mm

  diambil = 60 mm

D. Kekuatan Sambungan pada Sayap

- **Kuat Geser Baut pada Sayap**

  (SNI 7972-2020 Pasal J4.6)

  øRn = 0.75 fnv Ab = 201294 N
  = 201,294 kN

dengan :

Diameter baut = 27 mm

- **Kuat Tumpu Baut pada Sayap**

(SNI 7972-2020 Pasal J4.10)

øRn = 0.75 1.2 lc t fu ≤ 0.75 2.4 db t fu

= 272160 N < 306180 N ***OKE***

dipakai = 272,16 kN

dengan :

lc = Jarak bersih antar lubang baut = 48 mm

t = Tebal material pelat = 7 mm

Kuat menentukan = 201,294 kN

- **Kebutuhan Jumlah Baut pada Sayap**

n = Ru/Rn = 7

Dipakai jumlah baut pada sayap = 8 buah

E. Kekuatan Sambungan pada Badan

- **Kuat Geser Baut pada Badan**

(SNI 1729-2020 Pasal J4.6)

øRn = 0.75 fnv Ab = 201294 N

= 201,294 kN

dengan :

Diameter baut = 27 mm

- **Kuat Tumpu Baut pada Badan**

(SNI 7972-2020 Pasal J4.10)

øRn = 0.75 1.2 lc t fu ≤ 0.75 2.4 db t fu

= 388800 N < 437400 N ***OKE***

dipakai = 388,8 kN

dengan :

lc = Jarak bersih antar lubang baut = 48 mm

t = Tebal material pelat = 10 mm

Kuat menentukan = 201,294 kN

- **Kontrol Kekuatan**

øRn = 201,294 kN

Ru = 23,35 kN

øRn > Ru ***OKE***

F. Kontrol Tekuk pada Pelat Buhul

- Lebar pelat efektif = setinggi web bresing = 300 mm
- Tebal pelat = 20 mm
- Ag = 6000 mm2
- Inersia pelat = 140974619,2 mm4
- r = $\sqrt{\frac{I}{A}}$ = 153,28 mm2
- ʎ = Lk / r = 48,93
- ʎc = $1/\pi\ ʎ\ \sqrt{\frac{Fy}{E}}$ = 0,55
- Maka ꞶƆ = $\frac{1,43}{1,6 - 0,67\ ʎc}$ = 1,2
- øNn = 0.85 Fcr Ag = 0.85 Ag fy / ꞶƆ
  = 1407600 N
  = 1407,6 kN
- Nu = 1088,65 kN

øNn > Nu ***OKE***

G. Sambungan Las pada Pelat Buhul

(SNI 7860 - 2020 Bab F2 Pasal 6c.4)

- Pu = 2828,08 kN
- Panjang bresing = 7500 mm
- Tinggi antar lantai = 6200 mm
- Lebar as / 2 = 3750 mm
- Luas las efektif = 23356,452 mm2
- Ru horizontal = Pu x cos ϕ

  $= Pu \frac{\text{Lebar as/2}}{\text{panjang bresing}} = 1414{,}040$ kN
- Ru vertikal = Pu x cos ϕ

  $= Pu \frac{\text{tinggi antar lantai}}{\text{panjang bresing}} = 2337{,}88$ kN

- Ru total = $\sqrt{\sum Fv\text{^}2+\sum Fv\text{^}2}$ = 2732,25 kN

  0.75 0.6 Fexx
- øRn = Awe = 5066014,439 N

  = 5066,014439 kN

øRn > Ru total ***OKE***

5.3.5.1 Rekapitulasi Sambungan Bresing

Berikut rekapitulasi sambungan antar kolom pada struktur alternatif, ditunjukkan pada **Tabel 5. 4**.

Tabel 5. 4 Rekapitulasi Sambungan Bresing

TIPE BRESING	**DIAMETER BAUT**	PELAT BUHUL	JUMLAH BAUT
H 300 x 300 x 25 x 25	27 mm	20 mm	8
H 300 x 300 x 16 x 16	27 mm	10 mm	4

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB VI
PERENCANAAN STRUKTUR BAWAH

6.1 Perencanaan Kolom Pedestal

Data perencanaan kolom pedestal :

Dimensi kolom	=	1000	x	1000	mm				
Selimut beton	=	50	mm						
Mutu beton (Fc')	=	30	Mpa						
Mutu baja tulangan	=	420	Mpa						
Ec	=	47000√fc'	=	4700	√	30	=	25743	Mpa
Ec	=	200000	Mpa						
Diameter Tulangan	=	25	mm						

- Beban yang bekerja pada kolom

Beban maksimum yang bekerja didapatkan dari hasil perhitungan menggunakan program SAP2000 sebagai berikut:

Pu	=	8408,3057	kN	8408305,7	N
Vu	=	739,2551	kN		
Mux	=	1196,5478	kN/m		
Muy	=	338,8378	kN/m		

- Kontrol dimensi kolom

$$Ag = 1000 \times 1000 = 1000000 \text{ mm}^2$$

$$Ag \times \frac{fc'}{10} = 1000000 \times \frac{30}{10} = 3000000 \text{ N} = 3000 \text{ kN}$$

Maka didapatkan :

$$Pu = 8408{,}31 \text{ kN} > Ag \times \frac{fc'}{10} = 3000 \text{ kN}$$

Menurut SNI 2847:2013 Pasal 21.6.1 jika komponen struktur SRPMK menahan gaya tekan aksial terfaktor akibat sembarang kombinasi ialah sebesar > Ag x (fc'/10) , maka komponen struktur rangka ini harus juga memenuhi kondisi sebagai berikut:

- Dimensi penampang terpendek tidak boleh kurang dari 300 mm:

  1000 > 300 ***OKE***

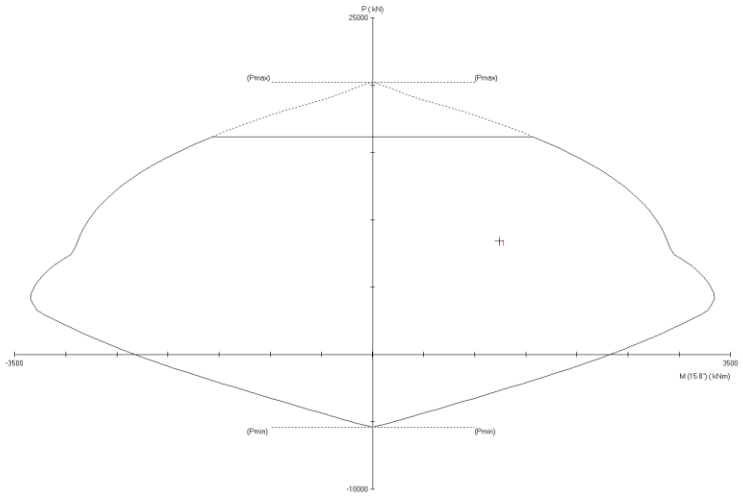
- Rasio dimensi kolom lebih besar dari 0,4

  Rasio dimensi kolom :

$$\frac{b}{h} = \frac{1000}{1000} = 1 > 0{,}4 \quad \textbf{\textit{OKE}}$$

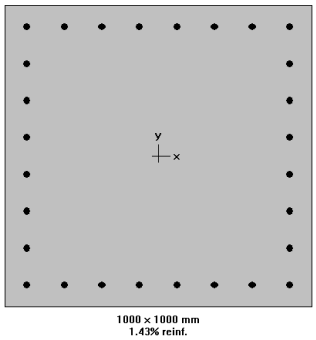
- Perencanaan tulangan memanjang

Perhitungan tulangan kolom pedestal dilakukan dengan bantuan program spColumn, memperhitungkan beban aksial dan momen. Kolom pedestal ini dirancang dengan dimensi 1000 x 1000 mm, menggunakan 28 tulangan D25 yang tersebar merata di keempat sisinya, menghasilkan rasio tulangan 1,43%. Seperti yang ditunjukkan pada , diagram interaksi aksial dan momen yang dihasilkan spColumn mengkonfirmasi bahwa hasil analisis masih berada dalam batas aman.



Gambar 6. 1 Diagram Interaksi Aksial dan Momen pada Kolom Pedestal

Dari hasil spColumn, maka dimensi (1000 x 1000) mm dan tulangan 28D25 dapat menahan beban Pu dan Mu, sehingga dipakai untuk perencanaan kolom pedestal.



Gambar 6. 2 Tulangan Memanjang pada Kolom Pedestal

- Kontrol rasio tulangan

Sesuai SNI 2847-2013 Pasal 21.6, luas tulangan memanjang (Ast) tidak boleh kurang dari 0,01Ag atau melebihi 0,06Ag. Ini berarti rasio tulangan harus berada dalam kisaran 1% hingga 6%. Hasil dari program spColumn menunjukkan rasio tulangan sebesar 1,43%, yang memenuhi persyaratan ini.

- Perencanaan tulangan geser

Penentuan geser beton yang terbebani aksial tekan ditentukan dengan perumusan berikut:

$$Ag = 1000 \times 1000 = 1000000 \text{ mm2}$$

$$d = 1000 - 50 - 10 - \frac{25}{2} = 927{,}5 \text{ mm}$$

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

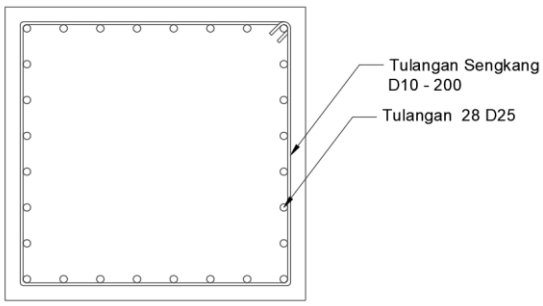
$$Vc = 0{,}17 \left(1 + \frac{Pu}{14\ Ag} \right) \lambda \sqrt{fc'} \times b \times d$$

$$Vc = 1382306{,}824 \text{ N}$$

$$\phi Vc = 1036730{,}118 \text{ N} = 1036{,}730118 \text{ kN}$$

$$1036{,}730118 > 739{,}2551$$

Maka, dipasang tulangan geser praktis Ø10 dengan jarak 250 mm (sengkang dua kaki).



Gambar 6. 3 Penulangan Kolom Pedestal

6.2 Perencanaan Sloof

Balok sloof berperan penting dalam menyatukan pergerakan penurunan pada pondasi (pilecap), bertindak sebagai pengaku yang menghubungkan antar-pondasi. Beban yang ditanggung sloof meliputi beratnya sendiri dan 10% dari beban aksial kolom, baik tekan maupun tarik. Desain sloof ini akan menggunakan beton bertulang, dan rincian materialnya adalah sebagai berikut:

- Dimensi kolom = 400 x 750 mm
- Selimut beton = 40 mm
- Mutu beton (Fc') = 30 Mpa
- Mutu baja tulangan = 420 Mpa
- Ec = $47000\sqrt{fc'}$ = $4700\sqrt{30}$ = 25743 Mpa
- Ec = 200000 Mpa
- Tulangan Utama = 22 mm
- Tulangan Sengkang = 10 mm
- Bentang = 8600 mm

Sesuai SNI 2847-2013 Pasal 21.12.3.2, balok sloof yang didesain sebagai pengikat poer horizontal harus memiliki dimensi penampang terkecil setidaknya sama dengan spasi bersih antar kolom yang terhubung dibagi 20, namun dimensi tersebut tidak perlu melebihi 450 mm.

- Bentang sloof yang ditinjau (l) = 8600 mm
- $\frac{l}{20} \leq b \leq 450$
- $\frac{8600}{} \leq b \leq 450$

$\frac{}{20}$

- 430 ≤ 450 mm

Maka, direncanakan :

b = 400 mm

h = 750 mm

- Pembebanan pada Sloof

Beban-beban yang bekerja pada sloof meliputi:

- Berat Sendiri Sloof

W sloof = *y beton* x b x h

= 2400 kg/m3 x 0,40 x 0,75

= 720 kg/m3

qu = 1,4 x 720

= 1008 kg/m

Kontruksi sloof merupakan balok menerus sehingga pada perhitungan momen digunakan momen koefisien. Besarnya momen koefisien berdasarkan SNI 2847-2013 Pasal 8.3.3. Berikut perhitungan momen pada sloof:

$Mu = \frac{1}{12} q\,ul^2 = \frac{1}{12} \times 1008 \times 8{,}6\ ^2$

Mu = 6212,64 kg/m

Mu = 62,1264 kg/m

- Beban aksial yaitu sebesar 10% dari beban aksial kolom

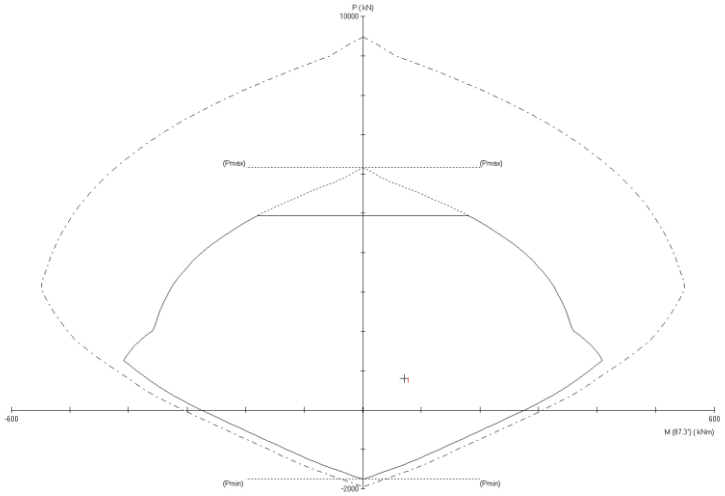
Pu kolom = 8408,306 kN

Pu sloof = 10 % x 8408,31 kN

Pu sloof = 840,8306 kN

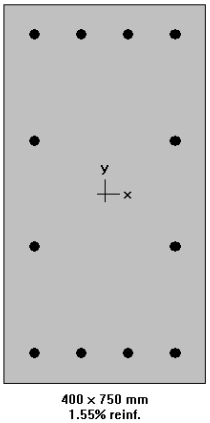
- Perencanaan Tulangan Sloof

Dalam desain, sloof menanggung beban momen akibat berat sendiri serta beban aksial yang besarnya 10% dari beban aksial kolom. Perhitungan tulangan sloof dilaksanakan dengan perangkat lunak spColumn. Sloof direncanakan berdimensi 400 x 750 mm dengan 12 buah tulangan D22, memberikan rasio tulangan sebesar 1,55%. Seperti yang ditunjukkan pada **Gambar 6.4**, diagram interaksi aksial dan momen sloof dari spColumn mengkonfirmasi bahwa hasil analisis masih dalam batas yang diizinkan.



Gambar 6. 4 Diagram Interaksi Aksial dan Momen pada Sloof

Dari hasil spColumn, maka dimensi (400 x 750) mm dan tulangan 12D22 dapat menahan beban Pu dan Mu, sehingga dipakai untuk perencanaan Sloof.



Gambar 6. 5 Tulangan Memanjang pada Sloof

- Kontrol Rasio Tulangan

Berdasarkan SNI 2847-2013 Pasal 21.6, luas tulangan memanjang (Ast), tidak boleh kurang dari 0,01Ag atau lebih dari 0,06Ag. Maka dapat dikatakan rasio tulangan harus

didalam rentang 1% sampai dengan 6%. Dari hasil program spColumn, didapatkan rasio tulangan 1,55%, maka memenuhi persyaratan.

- Periksa Jarak Antar Tulangan

Jarak minimum yang disyaratkan untuk tulangan adalah 25 mm. berikut jarak antar tulangan yang direncanakan:

$S = 750 - (2 \text{ x selimut beton}) - (2 \text{ x sengkang}) - (3 \text{ x d tulangan})$

$S = 750 - (2 \times 40) - (2 \times 10) - (3 \times 22)$

$S = 584 \text{ mm} > 25 \text{ mm}$

- Tulangan Geser

Penentuan geser beton yang terbebani aksial tekan ditentukan dengan perumusan berikut:

$Ag = 400 \times 750 = 300000 \text{ mm}2$

$d = 750 - 40 - 10 - \frac{22}{2} = 689 \text{ mm}$

$\lambda = 1$ (beton normal)

$Vc = 0{,}17 \left(1 + \frac{Pu}{14\ Ag} \right) \lambda \sqrt{fc'} \times b \times d$

$Vc = 256670{,}3472 \text{ N}$

$\phi Vc = 0{,}75 \times Vc$

$= 192502{,}7604 \text{ N} = 192{,}5027604 \text{ kN}$

$Vu = \frac{1}{2} qu\ l$

$= \frac{1}{2} \times 1008 \times 8{,}6 = 4334{,}4 \text{ kg}$

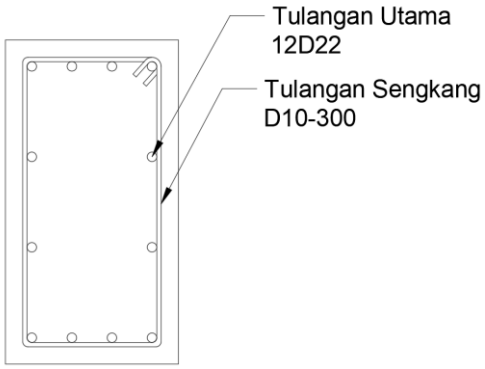
$= 42477{,}12 \text{ N}$

Maka, didapatkan :

$\phi Vc > Vu$

$192502{,}7604 > 42477{,}12$ N (tidak diperlukan tulangan geser)

Maka, dipasang tulangan tranversal Ø10 dengan jarak 300mm.



Gambar 6. 6 Penulangan Sloof

6.3 Perencanaan Tiang Pancang

Pondasi tiang pancang berfungsi untuk menyalurkan beban dari bangunan atas ke tanah bawah. Metode yang digunakan pada perhitungan ini menggunakan metode Nakazawa. Penggunaan tiang pancang menggunakan Spun Pile dengan spesifikasi data yang digunakan sebagai berikut;

Diameter pile, D	:	450 mm
Pile class,	:	A1
Pile material	:	*Prestressed Concrete*
Mutu beton, f'c	:	52 MPa
Berat jenis, w	:	2500 kg/m3
Tebal dinding, tw	:	80
Inersia penampang, I	:	166.570,38 cm4
Allowable axial compression capacity, Puc	:	149,5 ton
Allowable axial tension capacity, Put	:	39,28 ton
Bending momen crack	:	11,25 ton.m

6.3.1 Data Tanah

Data tanah yang terdapat pada Tabel 4.57, meliputi kedalaman, jenis tanah, dan nilai N-SPT, dibutuhkan untuk perhitungan kekakuan pegas (spring) dan kapasitas daya dukung pondasi.

No	Kedalaman	Jenis Tanah	di	Ni	di/Ni
1	-1	Lempung,Pasir Halus, berkerikil	6	1	0,17
2	-2	Lempung,Pasir Halus, berkerikil	12	1	0,08

3	-3	Lempung,Pasir Halus, berkerikil	11	1	0,09
4	-4	Lempung,Pasir Halus, berkerikil	10	1	0,10
5	-5	Lempung,Pasir Halus, berkerikil	8	1	0,13
6	-6	Lempung,Pasir Halus, berkerikil	6	1	0,17
7	-7	Lempung,Pasir Halus, berkerikil	7	1	0,14
8	-8	Lempung, Pasiran	8	1	0,13
9	-9	Lempung, Pasiran	8,5	1	0,12
10	-10	Lempung, Pasiran	9	1	0,11
11	-11	Lempung, Pasiran	9,5	1	0,11
12	-12	Lempung, Pasiran	10	1	0,10
13	-13	Lempung, Pasiran	15,5	1	0,06
14	-14	Lempung, Pasiran	21	1	0,05
15	-15	Lempung	22,5	1	0,04
16	-16	Lempung	24	1	0,04
17	-17	Lempung	25	1	0,04
18	-18	Lempung	26	1	0,04
19	-19	Lempung, Pasiran	24	1	0,04
20	-20	Lempung, Pasiran	22	1	0,05
21	-21	Lempung, Pasiran	22	1	0,05
22	-22	Lempung, Pasiran	22	1	0,05
23	-23	Lempung, Pasiran	23	1	0,04
24	-24	Lempung, Pasiran	24	1	0,04
25	-25	Lempung,Pasiran, berkerikil	24,5	1	0,04
26	-26	Lempung,Pasiran, berkerikil	25	1	0,04
27	-27	Lempung,Pasiran, berkerikil	23,5	1	0,04
28	-28	Lempung,Pasiran, berkerikil	22	1	0,05
29	-29	Lempung,Pasiran, berkerikil	21,5	1	0,05
30	-30	Lempung,Pasiran, berkerikil	21	1	0,05
31	-31	Pasir,kerikilan	28	1	0,04
32	-32	Pasir,kerikilan	35	1	0,03
33	-33	Pasir,kerikilan	39,5	1	0,03
34	-34	Pasir,kerikilan	44	1	0,02
35	-35	Pasir,kerikilan	42	1	0,02

36	-36	Pasir,kerikilan	40	1	0,03
37	-37	Batu pasir	45	1	0,02
38	-38	lempung, pasiran	50	1	0,02
39	-39	lempung, pasiran	50	1	0,02
40	-40	lempung, pasiran	50	1	0,02

6.3.2 Spring Constant kh (x and y-axis)

Karakteristik tanah dimodelkan menggunakan perangkat lunak bantu ETABS 19. Nilai koefisien tanah ditentukan berdasarkan rumus atau persamaan sebagai berikut :

$k_x = k \,.\, D \,.\, \Delta_x$

$k = k_0 y^{-1/2}$

$k_0 = 0{,}2 \,.\, E_0 \,.\, D^{-3/4}$

Keterangan :

k = Konstanta tanah

k_0 = Nilai dari k bila pergeseran permukaan sebesar 1 cm

E_0 = Modulus deformasi tanah pondasi

Δ_h = Selisih kedalaman tanah

D = Diameter tiang pancang

Contoh perhitungan mencari nilai kx sebagai berikut;

Depth, h_1 = 6 meter

Depth, h_2 = 7 meter

$NSpt, \text{N}_1$ = 6

$NSpt, \text{N}_2$ = 7

E_0 = 28 . N

= 168 kg/cm2

k_0 = $0{,}2 \,.\, E_0 \,.\, D^{-3/4}$

= $0{,}2 \,.\, (168) \,.\, 45^{-3/4}$

= 1,934 kg/cm3

k = $k_0 y^{-1/2}$

= $1{,}934 \,.\, 1^{-1/2}$

= 1,934 kg/cm3

k_x = $k \,.\, D \,.\, \Delta_x$

= 1,934 . (45) . (7000-6000)

= 8702 kg/cm

Rekapitulasi perhitungan spring tanah terlihat dalam **Tabel 6.1**.

Tabel 6. 1 Koefisien Spring Kh

Depth	N	Eo = 28N	D=0,45			
			k0=0,2.Eo.$D^{-0,75}$	y=1 k = ko. $y^{-0,5}$	kx=ky= k D.dz	Kv = ¼.π.D^2.ko
(m)		kg/cm2	kg/cm3	kg/cm3	kg/cm	kg/cm
0	0	0	0	0	0	0
-1	6,0	168	1,93	1,93	8702,467415	3075,71
-2	12,0	336	3,87	3,87	17404,93483	6151,41
-3	11,0	308	3,55	3,55	15954,52359	5638,79
-4	10,0	280	3,22	3,22	14504,11236	5126,18
-5	8,0	224	2,58	2,58	11603,28989	4100,94
-6	6,0	168	1,93	1,93	8702,467415	3075,71
-7	7,0	196	2,26	2,26	10152,87865	3588,32
-8	8,0	224	2,58	2,58	11603,28989	4100,94
-9	8,5	238	2,74	2,74	12328,49551	4357,25
-10	9,0	252	2,90	2,90	13053,70112	4613,56
-11	9,5	266	3,06	3,06	13778,90674	4869,87
-12	10,0	280	3,22	3,22	14504,11236	5126,18
-13	15,5	434	5,00	5,00	22481,37416	7945,57
-14	21,0	588	6,77	6,77	30458,63595	10764,97
-15	22,5	630	7,25	7,25	32634,25281	11533,90
-16	**24,0**	**672**	**7,74**	**7,74**	**34809,86966**	**12302,82**
-17	25,0	700	8,06	8,06	36260,2809	12815,44
-18	26,0	728	8,38	8,38	37710,69213	13328,06
-19	24,0	672	7,74	7,74	34809,86966	12302,82
-20	22,0	616	7,09	7,09	31909,04719	11277,59
-21	22,0	616	7,09	7,09	31909,04719	11277,59
-22	22,0	616	7,09	7,09	31909,04719	11277,59
-23	23,0	644	7,41	7,41	33359,45843	11790,21
-24	24,0	672	7,74	7,74	34809,86966	12302,82
-25	24,5	686	7,90	7,90	35535,07528	12559,13
-26	25,0	700	8,06	8,06	36260,2809	12815,44
-27	23,5	658	7,57	7,57	34084,66404	12046,51
-28	22,0	616	7,09	7,09	31909,04719	11277,59
-29	21,5	602	6,93	6,93	31183,84157	11021,28

-30	21,0	588	6,77	6,77	30458,63595	10764,97
-31	28,0	784	9,02	9,02	40611,51461	14353,29
-32	35,0	980	11,28	11,28	50764,39326	17941,62
-33	39,5	1106	12,73	12,73	57291,24382	20248,40
-34	44,0	1232	14,18	14,18	63818,09438	22555,18
-35	42,0	1176	13,54	13,54	60917,27191	21529,94
-36	40,0	1120	12,89	12,89	58016,44944	20504,71
-37	45,0	1260	14,50	14,50	65268,50562	23067,79
-38	50,0	1400	16,12	16,12	72520,5618	25630,88
-39	50,0	1400	16,12	16,12	72520,5618	25630,88
-40	50,0	1400	16,12	16,12	72520,5618	25630,88

6.3.3 Perhitungan Daya Dukung Tanah

Daya dukung tanah pada ujung tiang menggunakan persamaan Nakazawa dengan memperhitungan jenis tiang dan jenis tanah yang digunakan. **Tabel 6.2** merupakan intensitas gaya geser dinding tiang.

Tabel 6. 2 Intensitas Gaya Geser Dinding Tiang

Jenis Tanah	Jenis Tiang	
	Precast	Cast In-Situ
Tanah berpasir	$\frac{N}{5} \leq 10$	$\frac{N}{2} \leq 12$
Tanah kohesif	C atau N ≤12	$\frac{C}{2}$ atau $\frac{N}{2} \leq 12$

Contoh perhitungan daya dukung tanah sebagai berikut;

Kedalaman = 16 meter

Nspt = 24

Jenis tanah = Tanah Berlanau (C)

Friction tanah pasir = 12

Friction = fi x π x D x 1

= 12 x 3,14 x 0,45 x 1

= 16,96

Total *Friction* = 193 ton + 16,96 ton

= 216,30 ton

Bearing = $\frac{\pi}{4} . D^2 . N . \frac{qD}{N}$

$= \frac{\pi}{4} . 0{,}45^2 . 24 . \frac{qD}{24}$

$= 76{,}34$ ton

Pu Total = Pfriction + Pbearing

$= 216{,}30$ ton + 76,34 ton

$= 292{,}64$ ton

Pijin normal (SF=2,5) = 117,06 ton

Pijin gempa (SF = 2) = 146,32 ton

Pijin cabut (SF = 4) = 54,07 ton

Pallowablle > Pijin =149,5 ton > 146,32 ton (OK)

Rekapitulasi daya dukung tanah tiap 1 meter lapisan terlihat dalam **Tabel 6.3**.

Tabel 6. 3 Rekapitulasi Daya Dukung Tanah Pondasi Tiang Pancang

Depth	N	Soil Type	Friction (N/5 < 10) for S	Friction (N < 12) for C	Friction (Ton)	Total Friction (Ton)	Bearing (Ton)	Pu (Ton)	Pijin (Normal)	P Ijin (Gempa)	Pijin Cabut
									SF=2,5	SF=2	SF=4
0	0	C		0	0	0	0	0	0	0	0
-1	6	C		6	8,48	8,48	19,09	27,57	11,03	13,78	2,12
-2	12	C		12	16,96	25,45	38,17	63,62	25,45	31,81	6,36
-3	11	C		11	15,55	41,00	34,99	75,99	30,39	37,99	10,25
-4	10	C		10	14,14	55,13	31,81	86,94	34,78	43,47	13,78
-5	8	C		8	11,31	66,44	25,45	91,89	36,76	45,95	16,61
-6	6	C		6	8,48	74,93	19,09	94,01	37,60	47,01	18,73
-7	7	C		7	9,90	84,82	22,27	107,09	42,84	53,54	21,21
-8	8	C		8	11,31	96,13	25,45	121,58	48,63	60,79	24,03
-9	9	C		8,5	12,02	108,15	27,04	135,19	54,07	67,59	27,04
-10	9	C		9	12,72	120,87	28,63	149,50	59,80	74,75	30,22
-11	10	C		9,5	13,43	134,30	30,22	164,52	65,81	82,26	33,58
-12	10	C		10	14,14	148,44	31,81	180,25	72,10	90,12	37,11
-13	16	C		12	16,96	165,40	49,30	214,71	85,88	107,35	41,35
-14	21	C		12	16,96	182,37	66,80	249,17	99,67	124,58	45,59
-15	23	C		12	16,96	199,33	71,57	270,90	108,36	135,45	49,83
-16	**24**	**C**		**12**	**16,96**	**216,30**	**76,34**	**292,64**	**117,06**	**146,32**	**54,07**
-17	25	C		12	16,96	233,26	79,52	312,78	125,11	156,39	58,32
-18	26	C		12	16,96	250,23	82,70	332,93	133,17	166,47	62,56
-19	24	C		12	16,96	267,19	76,34	343,53	137,41	171,77	66,80
-20	22	C		12	16,96	284,16	69,98	354,14	141,65	177,07	71,04
-21	22	C		12	16,96	301,12	69,98	371,10	148,44	185,55	75,28
-22	22	C		12	16,96	318,09	69,98	388,07	155,23	194,03	79,52
-23	23	C		12	16,96	335,05	73,16	408,21	163,28	204,11	83,76
-24	24	C		12	16,96	352,02	76,34	428,36	171,34	214,18	88,00
-25	25	C		12	16,96	368,98	77,93	446,91	178,76	223,46	92,25
-26	25	C		12	16,96	385,94	79,52	465,47	186,19	232,73	96,49
-27	24	C		12	16,96	402,91	74,75	477,66	191,06	238,83	100,73
-28	22	C		12	16,96	419,87	69,98	489,85	195,94	244,93	104,97
-29	22	C		12	16,96	436,84	68,39	505,23	202,09	252,61	109,21
-30	21	S	4,2		5,94	442,78	66,80	509,57	203,83	254,79	110,69
-31	28	S	5,6		7,92	450,69	89,06	539,76	215,90	269,88	112,67
-32	35	S	7		9,90	460,59	111,33	571,92	228,77	285,96	115,15
-33	40	S	7,9		11,17	471,76	125,64	597,40	238,96	298,70	117,94
-34	44	S	8,8		12,44	484,20	139,96	624,16	249,66	312,08	121,05
-35	42	S	8,4		11,88	496,07	133,60	629,67	251,87	314,83	124,02
-36	40	S	8		11,31	507,38	127,23	634,62	253,85	317,31	126,85
-37	45	S	9		12,72	520,11	143,14	663,25	265,30	331,62	130,03
-38	50	C		12	16,96	537,07	159,04	696,11	278,45	348,06	134,27
-39	50	C		12	16,96	554,04	159,04	713,08	285,23	356,54	138,51
-40	50	C		12	-678,58	-124,55	159,04	34,49	13,80	17,25	-31,14

6.3.4 Kontrol Kapasitas Momen Tiang Pancang

Kapasitas momen tiang pancang perlu dikontrol, hal ini dikarenakan pada metode pelaksanaan ujung tiang pancang akan dibobok sehingga akan mengurangi kapasitas gaya yang terjadi. Asumsi nilai fy strand diambil dari nilai tegangan lekatan yang terjadi.

Data yang digunakan untuk perhitungan adalah sebagai berikut:

- Diameter Tiang pancang, D = 450 mm
- Tebal dinding Tiang pancang = 80 mm
- Mutu beton Tiang pancang, fc' = 52 Mpa
- Diameter tulangan, d = 19 mm
- Jumlah tulangan = 8
- Panjang penyaluran, Ld = 500 mm

fck' = 0,8 x f'c
= 0,8 x 52
= 43,160 Mpa

fbond = 0,3 x fck^2/3
= 3,445

T = π x D x Ld x fbond
= 3,1 x 10 x 500 x 3,445
= 54089,4 N

$$fyr = \frac{T}{0{,}25 \times \pi \times d^2} = 689{,}04 \text{ Mpa}$$

Selanjutnya digunakan tulangan tambahan longitudinal dengan diameter 19 mm. Panjang penyaluran tulangan tambahan dihitung berdasarkan SNI 2847:2019 Pasal 25.4.3.2.

$$ldh = \left(\frac{0{,}24 \times fy \times \Psi e \times \Psi c \times \Psi r}{\lambda \sqrt{f'c}} \right) Db$$

= 252,943 mm ≈ 500 mm

Kait = 12Db = 12 x 19 = 228 mm

Perencanaan Sengkang Spiral

Smax = D'/2 = 450 – 2 (80) = 145 mm (Pakai D10 – 145)

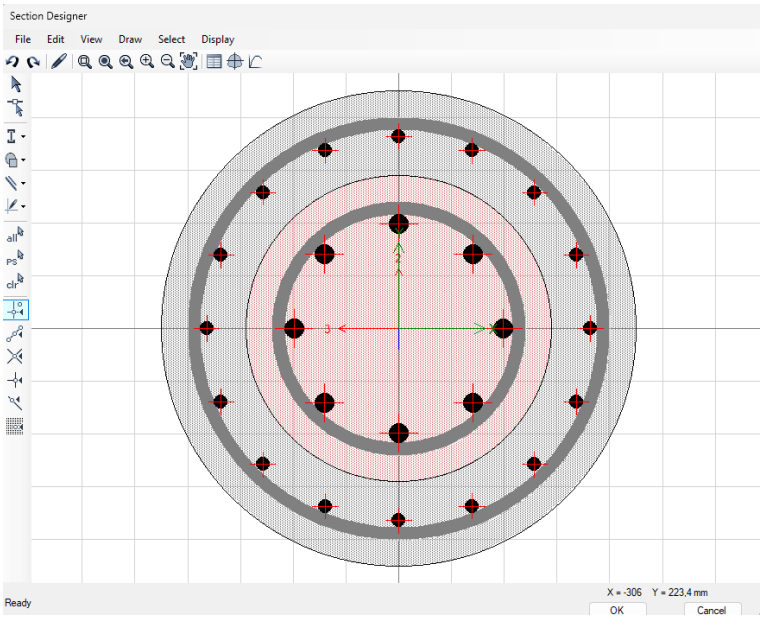
Kedalaman pengecoran beton:

$f = 4/3 \sqrt{f'c} = 7{,}3$ Mpa

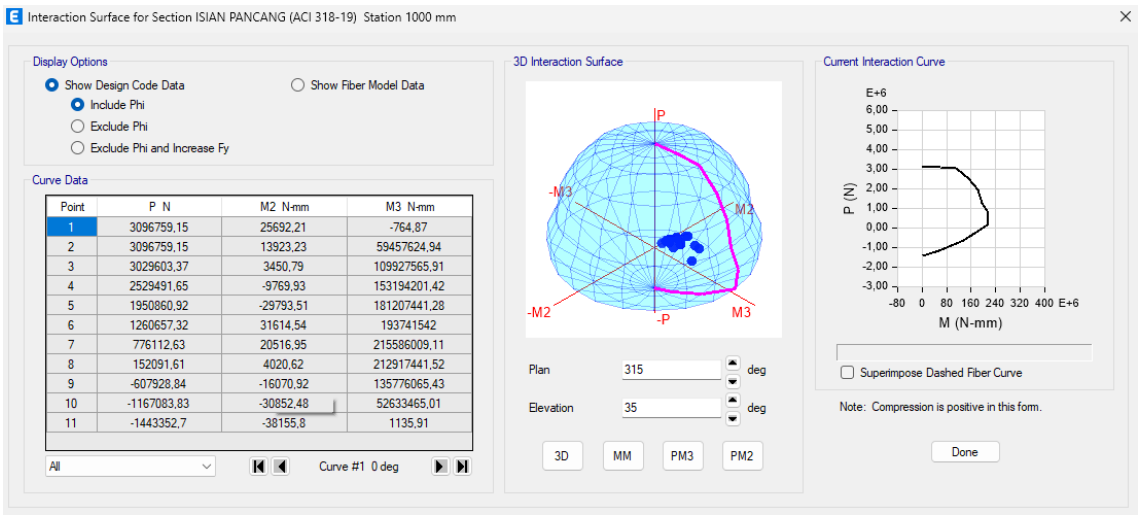
$Lf = Pu / 0{,}85 \times f \times K = 819387{,}33 / 0{,}85 \text{ x } 7{,}3 \text{ x } 3{,}14 \text{ x } 450 = 93{,}4176$ mm

(dipakai kedalaman pengecoran pakai 1 m)

Kontrol gaya dalam menggunakan program bantu komputer Etabs19 dengan permodelan terlihat dalam **Gambar 6.7**. Nilai gaya dalam masih memenuhi kapasitas terlihat dalam **Gambar 6.8**.



Gambar 6. 7 Permodelan Spun Pile pada Program bantu Etabs19



Gambar 6. 8 Diagram Interaksi P-M 3D

6.3.5 Kontrol *Settlement* dan Deformasi Tiang Pancang

6.3.5.1 *Settlement*

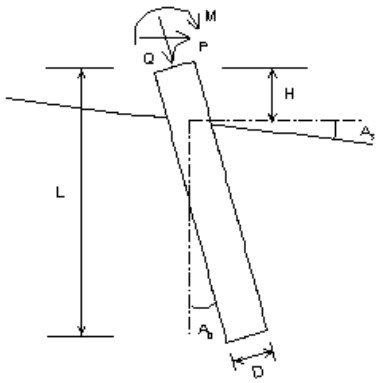
Gambar 6.9 merupakan hasil analisis vertikal tiang pancang menggunakan program bantu (*AllPile*), yang menunjukkan proses kontrol *settlement* akibat beban vertikal. Analisis ini penting dilakukan untuk memastikan bahwa penurunan tiang tidak melebihi batas toleransi yang ditetapkan agar struktur bangunan tetap aman dan stabil dalam jangka panjang. Dalam analisis ini, berbagai parameter tanah dan data geometri tiang dimasukkan untuk memprediksi besar penurunan aktual, kemudian dibandingkan dengan batas penurunan yang diizinkan (*settlement allowable*).

Viewform1

Page 1

VERTICAL ANALYSIS

Figure 1



Driving Concrete Pile

Loads:
Load Factor for Vertical Loads= 1.0
Load Factor for Lateral Loads= 1.0
Loads Supported by Pile Cap= 0 %
Shear Condition: Static

Vertical Load, Q= 427.2 -kN
Shear Load, P= 0.0 -kN
Slope Restain St= 0.00 -cm/-cm

Profile:
Pile Length, L= 16.0 -m
Top Height, H= 0 -m
Slope Angle, As= 0
Batter Angle, Ab= 0

Fixed Head Condition

Soil Data:

Depth -m	Gamma -kN/m3	Phi	C -kN/m2	K -MN/m3	e50 or Dr %	Nspt
0	20.1	0.0	53.9	72.6	0.93	9
7	20.6	0.0	71.8	110.5	0.78	12
14	21.0	0.0	143.6	280.0	0.51	24
18	21.0	0.0	137.7	265.1	0.53	23
24	21.0	0.0	137.7	265.1	0.53	23
30	19.6	38.9	0.0	56.0	74.26	39
37	22.0	0.0	299.3	666.7	0.33	50

Pile Data:

Depth -m	Width -cm	Area -cm2	Per. -cm	I -cm4	E -MP	Weight -kN/m
0.0	45	1590.4	141.4	201289.0	20683	3.753
16.0						

Vertical capacity
Weight above Ground= 0.00 Total Weight= 60.05-kN *Soil Weight is not included
Side Resistance (Down)= 1648.498-kN Side Resistance (Up)= 1648.500-kN
Tip Resistance (Down)= 205.543-kN Tip Resistance (Up)= 0.000-kN
Total Ultimate Capacity (Down)= 1854.041-kN Total Ultimate Capacity (Up)= 1708.549-kN
Total Allowable Capacity (Down)= 618.014-kN Total Allowable Capacity (Up)= 854.274-kN
OK! Qallow > Q

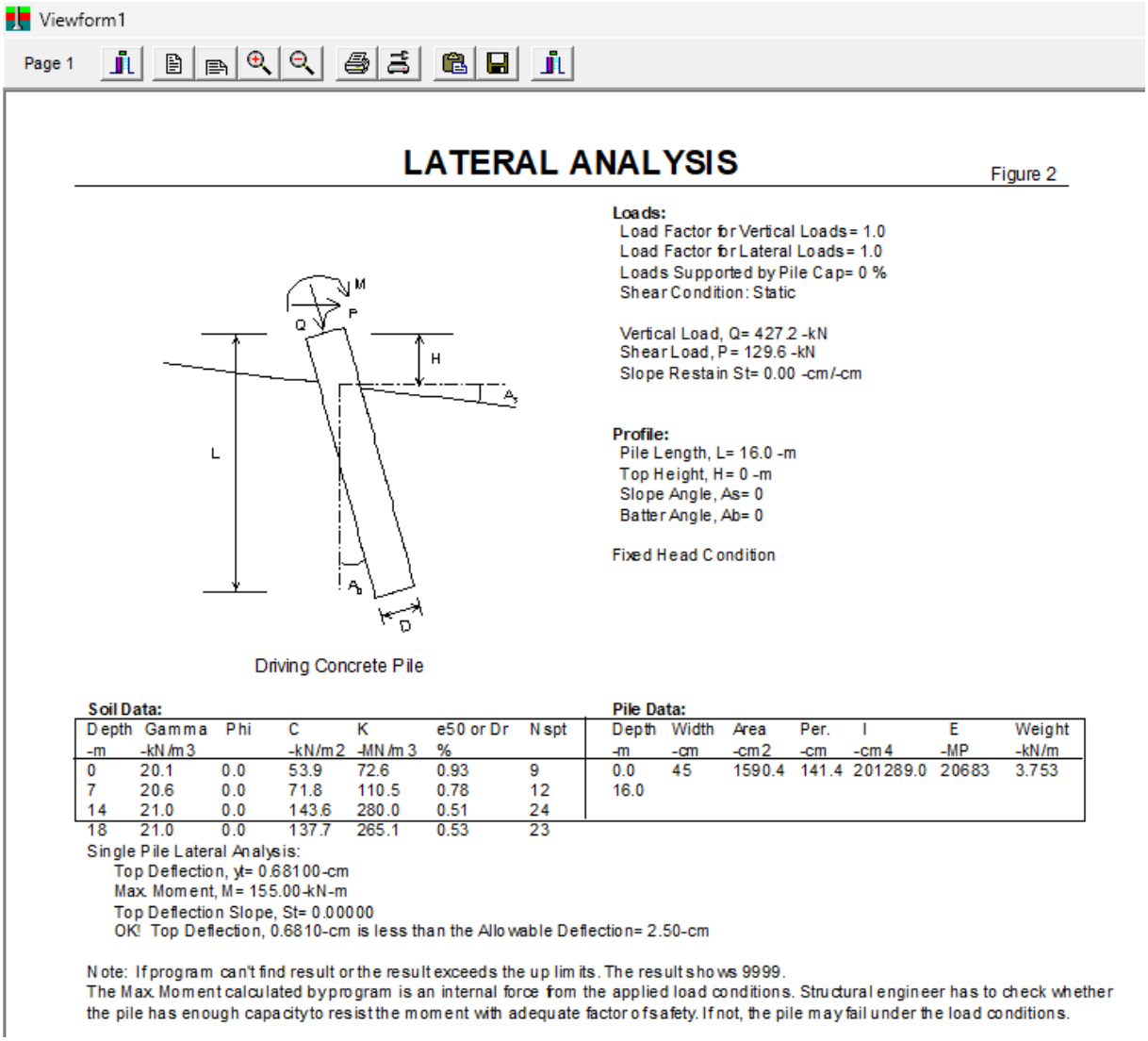
Settlement Calculation:
At Q= 427.20-kN Settlement= 0.10825-cm
At Xallow= 2.50-cm Qallow= 1552.95459-kN

Note: If program can't find result or the result exceeds the up lim its. The result shows 9999.

Gambar 6. 9 Kontrol *Settlement* Pondasi Tiang (*AllPile*)

6.3.5.2 Deformasi Lateral

Gambar 6.10 menyajikan hasil analisis lateral tiang pancang yang bertujuan untuk mengevaluasi kemampuan tiang dalam menahan gaya geser dan momen akibat beban lateral. Analisis ini menjadi krusial, terutama pada struktur bangunan yang terpapar gaya gempa atau angin, karena deformasi lateral yang berlebihan dapat menyebabkan kerusakan pada superstruktur. Dari hasil perhitungan, nilai defleksi puncak tiang diperoleh sebesar 0,6810 cm, yang masih berada jauh di bawah batas defleksi yang diizinkan yaitu 2,50 cm. Hal ini menunjukkan bahwa tiang pancang memiliki kekakuan lateral yang memadai dan deformasi yang terjadi masih dalam batas aman.


Viewform1

Page 1

LATERAL ANALYSIS

Figure 2

Loads:
Load Factor for Vertical Loads = 1.0
Load Factor for Lateral Loads = 1.0
Loads Supported by Pile Cap = 0 %
Shear Condition: Static

Vertical Load, Q = 427.2 -kN
Shear Load, P = 129.6 -kN
Slope Restain St = 0.00 -cm/-cm

Profile:
Pile Length, L = 16.0 -m
Top Height, H = 0 -m
Slope Angle, As = 0
Batter Angle, Ab = 0

Fixed Head Condition

Driving Concrete Pile

Soil Data:

Depth -m	Gamma -kN/m3	Phi	C -kN/m2	K -MN/m3	e50 or Dr %	Nspt
0	20.1	0.0	53.9	72.6	0.93	9
7	20.6	0.0	71.8	110.5	0.78	12
14	21.0	0.0	143.6	280.0	0.51	24
18	21.0	0.0	137.7	265.1	0.53	23

Pile Data:

Depth -m	Width -cm	Area -cm2	Per. -cm	I -cm4	E -MP	Weight -kN/m
0.0	45	1590.4	141.4	201289.0	20683	3.753
16.0						

Single Pile Lateral Analysis:
Top Deflection, yt = 0.68100-cm
Max. Moment, M = 155.00-kN-m
Top Deflection Slope, St = 0.00000
OK! Top Deflection, 0.6810-cm is less than the Allowable Deflection = 2.50-cm

Note: If program can't find result or the result exceeds the up lim its. The result shows 9999.
The Max. Moment calculated by program is an internal force from the applied load conditions. Structural engineer has to check whether the pile has enough capacity to resist the moment with adequate factor of safety. If not, the pile may fail under the load conditions.

Gambar 6. 10 Kontrol Deformasi Lateral Pondasi Tiang (AllPile)

6.3.6 Kebutuhan Jumlah Tiang Pancang

Penentuan jumlah tiang pancang didasarkan pada gaya aksial tekan maksimum yang bekerja pada kolom dasar, dengan mempertimbangkan kombinasi pembebanan gempa dalam kondisi layan. **Tabel 6.4** menyajikan ringkasan hasil perhitungan jumlah tiang yang dibutuhkan, disertai dengan contoh perhitungannya sebagai berikut.

P_{max} = 1782,7109 kN

n = $\frac{P_{max}}{Pijin}$ = 2 Tiang ≈ 4 Tiang

Tabel 6. 4 Rekapitulasi Kebutuhan Jumlah Tiang Pancang

Jenis Pile	P_{max}	P_{ijin}	n	n pakai
	kN	kN		
PC 1	1782,7109	1463	2	4 Tiang
PC 2	9893,9541	1463	7	9 Tiang

6.3.7 Perencanaan Pilecap

Penyesuaian jumlah tiang pancang pada desain struktur alternatif perlu disertai dengan evaluasi terhadap efisiensi pemakaian tiang serta kapasitas daya dukung dari konfigurasi kelompok tiang yang baru. Perubahan ini juga memengaruhi dimensi pilecap, sehingga perlu dilakukan analisis ulang terhadap kapasitas geser dan kapasitas lentur. Hal ini mencakup perhitungan kembali kebutuhan penulangan pilecap berdasarkan dimensi terbaru yang direncanakan.

A. Dimensi Pilecap

Sebelum melakukan perencanaan dimensi pilecap, perhitungan jarak antar tiang pancang merupakan tahapan krusial yang harus dilaksanakan terlebih dahulu. Hal ini bertujuan untuk memastikan bahwa penempatan tiang pancang memenuhi persyaratan jarak minimum dan maksimum sesuai dengan ketentuan dan standar konstruksi yang berlaku.

a. Jarak antar tiang pancang (S)

Direncanakan tiang pancang diameter 450 mm.

3D s/d 3.5D

1350 mm s/d 1575 mm

S pakai = 1350 mm **(OKE)**

b. Jarak tiang pancang ke tepi pilecap (S')

Direncanakan tiang pancang diameter 450 mm, jarak tiang pancang dari tepi 450 mm

1,5D s/d 2D

675 mm s/d 900 mm

S' pakai = 675 mm **(OKE)**

Dimensi pilecap kemudian ditentukan berdasarkan konfigurasi jumlah dan jarak antar tiang pancang yang telah direncanakan sebelumnya. Rekapitulasi ukuran pilecap tersebut dapat dilihat pada **Tabel 6.5**.

Tabel 6. 5 Rekapitulasi Dimensi Pilecap

Tipe Pilecap	Panjang (b)	Lebar (h)
	(mm)	(mm)
PC1	2700	2700
PC2	4050	4050

B. Efisiensi Tiang Pancang

Efisiensi tiang pancang digunakan untuk mengevaluasi seberapa efektif suatu kelompok tiang (pile group) dalam menahan beban dibandingkan dengan jumlah kapasitas tiap tiang apabila bekerja secara individual. Berikut adalah rumus perhitungan efisiensi tiang pancang.

$$\eta\ (Efisiensi) = 1 - \arctan\frac{D}{s}\{\frac{(n-1).m + (m-1).n}{90.m.n}$$

Dimana :

m = Jumlah baris tiang

n = Jumlah tiang dalam satu baris

D = diameter tiang pancang

S = jarak antar sumbu as tiang pancang

Tabel 6.6 menyajikan rekapitulasi nilai efisiensi pada setiap grup tiang, dengan contoh perhitungan ditampilkan untuk grup PC 1.

$$\eta = 1 - \arctan\frac{0{,}45}{1{,}35}\left\{\frac{(2-1).2+(2-1).2}{90.2.2}\right\} = 0{,}996$$

Tabel 6. 6 Efisiensi Tiang Pancang

Tipe *Pilecap*	Dimensi *Pilecap*			D *pile*	n *pile*	m	n	s	Efisiensi
	b	h	tebal			baris	kolom	jarak	
	(m)	(m)	(m)	(m)	Buah	buah	buah	(m)	
PC1	2,700	2,700	1000	0,45	4	2	2	1,35	0,996
PC2	4,050	4050	1000	0,45	10	3	4	1,35	0,995

Tahap selanjutnya adalah melakukan perhitungan daya dukung kelompok tiang untuk memperoleh kapasitas maksimum yang dapat dipikul oleh sistem pondasi secara aman dalam konfigurasi kelompok tiang. **Tabel 6.7** memuat rekapitulasi daya dukung kelompok untuk setiap jenis pilecap, disertai dengan contoh perhitungan yang ditampilkan sebagai acuan.

- Kondisi Normal = η x n *pile* x P izin normal = 0,996 x 4 x 117,06 = 466,49 kN
- Kondisi Gempa = η x n *pile* x P izin normal = 0,996 x 4 x 146,32 = 583,11 kN

Tabel 6. 7 Daya Dukung Izin Tiang Kelompok

Tipe *Pilecap*	efisiensi	P izin	
		Normal	Gempa
		(kN)	(kN)
PC1	0,996	466,49	583,11
PC2	0,995	1048,30	1310,37

C. Daya Dukung Tiang Kelompok

Daya dukung tiang kelompok merupakan kapasitas maksimum yang dapat dipikul oleh sekumpulan tiang pancang yang bekerja secara bersama-sama dalam sistem pondasi. Dalam perhitungannya, daya dukung ini tidak hanya mempertimbangkan gaya aksial total (Pu) saja, tetapi juga pengaruh momen yang bekerja tegak lurus terhadap kedua sumbu (Mx dan My), serta distribusi posisi tiang terhadap pusat massa (x dan y).

Gaya maksimum yang diterima oleh salah satu tiang dalam kelompok dihitung berdasarkan distribusi beban akibat eksentrisitas momen. Evaluasi dilakukan terhadap nilai P*maks* , yaitu beban maksimum pada salah satu tiang:

$$P_{max} = \frac{P_u}{n_p} \pm \frac{M_Y \,.\, x_{max}}{n_y \Sigma x^2} \pm \frac{M_x \,.\, y_{maks}}{n_x \Sigma y^2}$$

- Perhitungan Pu ijin dalam kondisi normal, didapatkan gaya dalam dari Etabs 19;

PC1

Pu = 1977,6033 kN

My = 4,4409 kN.m

Mx = 214,5718 kN.m

PC2

Pu = 6034,4955 kN

My = 116,5097 kN.m

Mx = 178,8376 kN.m

- Perhitungan Pu ijin dalam kondisi gempa, didapatkan gaya dalam dari Etabs 19;

PC1

Pu = 2208,1989 kN

My = 46,55 kN.m

Mx = 117,69 kN.m

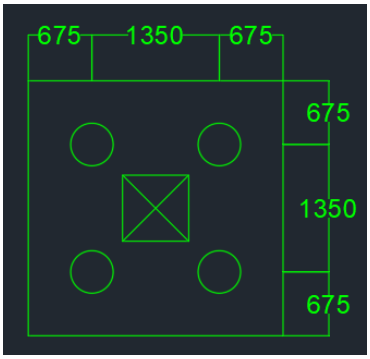
PC 2

Pu = 8343,51 kN

My = 338,4557 kN.m

Mx = 1200,7017 kN.m

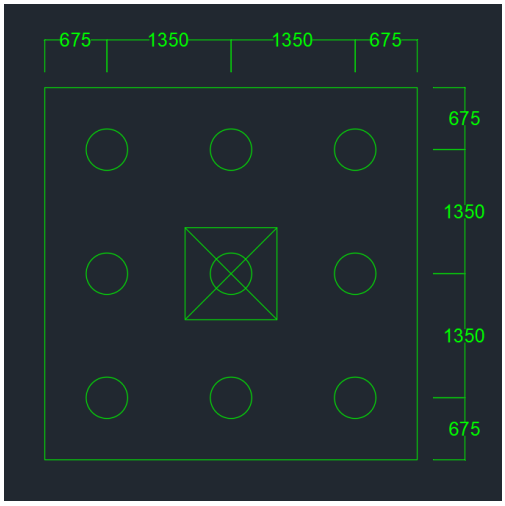
- Gaya yang dipikul masing-masing tiang pancang ditunjukkan pada **Gambar 6.9**.



Gambar 6. 11 Jarak Tiang terhadap Titik Berat Pilecap PC1

Tabel 6. 8 Jarak Tiang terhadap Titik Berat Pilecap PC1

Tiang	x	y	x^2	y^2
1	-0,675	0,675	0,456	0,456
2	0,675	0,675	0,456	0,456
3	-0,675	-0,675	0,456	0,456
4	0,675	-0,675	0,456	0,456
			1,8	1,8



Gambar 6. 12 Jarak Tiang terhadap Titik Berat Pilecap PC 2

Tabel 6. 9 Jarak Tiang terhadap Titik Berat Pilecap PC2

Tiang	x	y	x^2	y^2
1	-1.35	1.35	1.8	1.8
2	0.00	1.35	0.0	1.8
3	1.35	1.35	1.8	1.8
4	-1.35	0.00	1.8	0.0
5	0.00	0.00	0.0	0.0
6	1.35	0.00	1.8225	0
7	-1.35	-1.35	1.8225	1.8225
8	0.00	-1.35	0	1.8225
9	1.35	-1.35	1.8225	1.8225
			10.9	10.9

P ijin Normal = 1170,6 kN

P ijin Gempa = 1463,2 kN

Perhitungan P *max*

$$P_{max}\ PC1\ Normal = \frac{1977,6033}{4} \pm \frac{4,44\ .\ 1,35}{2\ x\ 1,8} \pm \frac{214,57\ .\ 1,35}{2\ x\ 1,8} = 575,517 < 1170,6$$ **OKE**

$$P_{max}\ PC1\ Gempa = \frac{2208,1989}{4} \pm \frac{46,55\ .\ 1,35}{2\ x\ 1,8} \pm \frac{117,69\ .\ 1,35}{2\ x\ 1,8} = 612,880 < 1463,2$$ **OKE**

$$P_{max}\ PC2\ Normal = \frac{6034,4955}{9} \pm \frac{116,51\ .\ 1,35}{3\ x\ 10,9} \pm \frac{178,83\ .\ 1,35}{3\ x\ 10,9} = 614,405 < 1170,6$$ **OKE**

$$P_{max}\ PC2\ Gempa = \frac{8343,51}{9} \pm \frac{338,46\ .\ 1,35}{3\ x\ 10,9} \pm \frac{1200,70\ .\ 1,35}{3\ x\ 10,9} = 897.691 < 1463,2$$ **OKE**

D. Perhitungan *Pilecap*

Perencanaan pilecap dilakukan untuk mengalirkan beban dari kolom ke kelompok tiang pancang secara merata dan aman. Dalam proses perencanaannya, diperhitungkan dimensi geometris, kebutuhan penulangan, serta kekuatan terhadap gaya-gaya yang bekerja, termasuk momen, geser satu arah, dan geser pons dua arah. Pilecap harus dirancang cukup kaku dan kuat agar dapat bekerja sebagai elemen transfer beban yang efektif, sekaligus menjamin stabilitas struktur pondasi terhadap berbagai kondisi pembebanan.

1. Data Perencanaan

Dimesi kolom		=	700	x	700	mm
Diamater tiang	D_{tiang}	=		450		mm
Diameter tulangan tiang	D_s	=		19		mm
Jumlah tiang	n	=		4		buah
Jarak antar tiang	S	=		1350		mm
Mutu beton kolom	fc'_{kolom}	=		31,2		Mpa
Mutu beton tiang	fc'_{tiang}	=		52		Mpa
Mutu beton *pile cap*	$fc'_{pile\ cap}$	=		40		Mpa
Diameter tulangan kolom	D_{kolom}	=		25		mm
Tebal *pile cap*	t_p	=		1000		mm
Tebal selimut *pile cap*	t_s	=		50		mm
Diamater tulangan *pile cap*	D	=		25		mm
Dimensi *pile cap*	b x h	=	2700	x	2700	mm

2. Kuat Geser Pons Dua Arah Akibat Kolom Pedestal

Perhitungan geser pons dua arah dilakukan untuk mengevaluasi apakah tebal pilecap telah mencukupi dalam menahan beban terpusat yang bekerja di sekitar area kolom. Analisis ini meninjau luas daerah kritis geser yang terbentuk di sekitar kolom, guna memastikan bahwa pilecap memiliki kapasitas geser yang memadai terhadap gaya-gaya yang mungkin menyebabkan keruntuhan geser pons.

a. Perhitungan tinggi efektif

dx = tp - ts - D - 1/2D =1000 - 50 - 25 - 12,5 = 912,5 mm

dy = tp - ts - D = =1000 - 50 - 25 = 925 mm

b. Gaya tekan ultimate yang terjadi pada kolom

Pu = 2196809,4 N

σu = 0,30 N/mm2

c. Gaya geser yang terjadi pada poer

Jumlah tiang = 4

Luas permukaan tiang = 158962,5 mm2

At = (bpoer x hpoer) - ((bkolom+ dx) x (hkolom+dy)) = 6160325 mm2

Vu = 1856387 N = 1856 kN

d. Gaya geser yang dapat dipikul beton (Vc)

Diambil nilai kuat geser (Vc) berdasarkan SNI 2847:2019 Pasal 22.6.5.2 terkecil antara :

Vc1 = $0.17\left(1+\frac{2}{\beta}\right)\sqrt{fc'}.bo.d$ = 18984,22 kN

Vc2 = $0.083\left(2+\frac{as\,d}{bo}\right)\sqrt{fc'}.bo.d$ = 19291,97 kN

Vc3 = $0.33\sqrt{fc'}.bo.d$ = 6328,073kN

Dimana :

β = rasio dari sisi panjang kolom terhap sisi pendek kolom

bo = Keliling penampang kritis

bo = 2 (bkolom + hkolom) + 4(dx) = 6450 mm

as = 40 untuk kolom tengah

30 untuk kolom tepi

20 untuk kolom sudut

Diambil nilai terkecil

Vc	=	6328,073	kN	
ϕVc	=	0,75	x	6328,1
	=	4746,055	kN	
Vu	=	1856,387	kN	
ϕVc	>	Vu	**OK**	

3. Kuat Geser Pons Dua Arah Akibat tiang pancang

Analisis kuat geser dua arah akibat gaya dari tiang pancang diperlukan untuk memastikan bahwa pilecap tidak mengalami kegagalan di area sekitar tumpuan tiang. Evaluasi ini bertujuan untuk memastikan bahwa kapasitas geser beton melebihi gaya geser yang ditimbulkan oleh beban tiang, sehingga struktur tetap aman terhadap potensi keruntuhan akibat geser pons.

a. Perhitungan tinggi efektif

dx = tp - ts - D - 1/2D =1000 - 50 - 25 - 12,5 = 912,5 mm

dy = tp - ts - D = =1000 - 50 - 25 = 925 mm

b. Gaya tekan ultimate yang terjadi pada kolom

Pu = 2132240 N

σu = 0,29 N/mm2

c. Gaya geser yang terjadi pada poer

Jumlah tiang = 4

Luas permukaan tiang = 158963 mm2

At = (bpoer x hpoer) - ((bkolom+ dx) x (hkolom+dy)) = 6654150 mm2

Vu = 1946261 N = 1946 kN

d. Gaya geser yang dapat dipikul beton (Vc)

Diambil nilai kuat geser (Vc) berdasarkan SNI 2847:2019 Pasal 22.6.5.2 terkecil antara :

Vc1 = $0.17\left(1+\frac{2}{\beta}\right)\sqrt{fc'}.bo.d$ = 18984,22 kN

Vc2 = $0.083\left(2+\frac{as\,d}{bo}\right)\sqrt{fc'}.bo.d$ = 14921,04 kN

Vc3 = $0.33\sqrt{fc'}.bo.d$ = 6328,073 kN

Dimana :

β = rasio dari sisi panjang kolom terhap sisi pendek kolom

bo = Keliling penampang kritis

bo = 2 (bkolom + hkolom) + 4(dx) = 6450 mm

as = 40 untuk kolom tengah
30 untuk kolom tepi
20 untuk kolom sudut

Diambil nilai terkecil

Vc	=	6328,073	kN
ϕVc	=	0,75 x	6328,1
	=	4746,055	kN
Vu	=	1946,261	kN
ϕVc	>	Vu	**OK**

4. Perencanaan Tulangan Lentur Pile Cap

- Arah X

a. Momen Nominal (Mn)

Mn = Mu / φ = 788453000 / 0,9 = 876058888,89 Nmm

b. Koefisien Tahanan Beton (Rn)

Rn = Mn / (b x d²) = 876058889 / (2700 x 832656) = 0,39 MPa

m = fy / (0,85× fc') = 400 (0,85 × 40) = 11,765

c. Rho Tulangan (ρ)

ρb = ((0,85 × fc' × β) / fy) x 600 / (600 + fy) = 0,0541

ρmin = 1,4 / fy = 1,4 / 400 = 0,0035

ρmaks = 0,75× ρb = 0,75 × 0,054 = 0,041

ρ perlu = $\frac{1}{m} x(1 - \sqrt{1} - \frac{2\ m\ Rn}{fy})$ = 0,0010

Cek :

ρ min	<	ρ	<	ρ maks
0,0035	<	0,0010	<	0,0405

Sehingga dipakai ρ perlu = 0,0035

d. Menghitung As perlu

As perlu = ρ x b x d = 0,0035 x 2700 x 913 = 8623,13 mm²

e. Tulangan lentur yang digunakan

D = 25 mm

As tulangan = (1/4 × π × d²) = 490,8738521 mm²

Setelah diperhitungkan luas tulangan, maka dapat dihitung jarak tulangan sebagai berikut.

f. Jarak antar Tulangan

s = (As x b) / As perlu = 153,70 mm

Digunakan jarak sebesar = 150 mm

g. As pakai

As pakai = (1/4 × π × D² × L) / S = 8835,73 mm²

n = As perlu / As tulangan = 8623,12 / 490,8739 = 17,6 buah

Kontrol:

As pakai	>	As perlu	
8835,72	>	8623,12	**OKE**

Maka dipasang tulangan lentur D 25 - 150

- Arah Y

a. Momen Nominal (Mn)

Mn = Mu / φ = 776880000 / 0,9 = 863200000,00 Nmm

b. Koefisien Tahanan Beton (Rn)

Rn = Mn / (b x d²) = 863200000 / (2700 x 855625) = 0,37 MPa

m = fy / (0,85× fc') = 400 (0,85 × 40) = 11,765

c. Rho Tulangan (ρ)

ρb = ((0,85 × fc' × β) / fy) x 600 / (600 + fy) = 0,0541

ρmin = 1,4 / fy = 1,4 / 400 = 0,0035

ρmaks = 0,75× ρb = 0,75 × 0,054 = 0,041

ρ perlu = $\frac{1}{m} x(1 - \sqrt{1} - \frac{2\ m\ Rn}{fy})$ = 0,0009

Cek :

ρ min	<	ρ	<	ρ maks
0,0035	<	0,0009	<	0,0405

Sehingga dipakai ρ perlu = 0,0035

d. Menghitung As perlu

As perlu = ρ x b x d = 0,0035 x 2700 x 925 = 8741,25 mm²

e. Tulangan lentur yang digunakan

D = 25 mm

As tulangan = (1/4 × π × d²) = 490,8738521 mm²

Setelah diperhitungkan luas tulangan, maka dapat dihitung jarak tulangan sebagai berikut.

f. Jarak antar Tulangan

s = (As x b) / As perlu = 151,62 mm

Digunakan jarak sebesar = 150 mm

g. As pakai

As pakai = $(1/4 \times \pi \times D^2 \times L) / S$ = 8835,73 mm^2

n = As perlu / As tulangan = 7363,11 / 490,8739 = 17,8 buah

Kontrol:

As pakai	>	As perlu	
8835,72	>	8741,25	**OKE**

Maka dipasang tulangan lentur D 25 - 150

6.3.8 Rekapitulasi Tulangan *Pilecap*

Tabel 6.4 menyajikan deskripsi mengenai hasil rekapitulasi perhitungan kebutuhan penulangan pada elemen pilecap yang digunakan dalam struktur alternatif. Perhitungan ini dilakukan untuk memastikan bahwa pilecap memiliki kapasitas dan kekakuan yang memadai dalam menahan beban dari kolom dan pondasi, sesuai dengan kriteria desain struktur yang telah ditentukan.

Tabel 6. 10 Rekapitulasi Perhitungan Penulangan Pilecap

Tipe Pilecap	Tebal Pilecap	Diameter Tulangan	Jarak	
	mm	mm	Arah X	Arah Y
PC 1 (2,700 m x 2,700 m)	1000	D25	150	150
PC 2 (4,025 m x 4,025 m)	1000	D25	120	120

BAB VII
METODE PELAKSANAAN PEMASANGAN EBF

7.1 Metode Pelaksanaan

1. Mobilisasi Material dan Peralatan

Sebelum pekerjaan pemasangan dimulai, seluruh material struktur baja seperti profil balok *link*, profil bresing diagonal, pelat sambungan, baut mutu tinggi, serta perlengkapan sambungan lainnya didatangkan ke lokasi proyek. Peralatan kerja yang digunakan seperti *mobile crane*, *chain block*, *scaffolding*, alat pengukur (*theodolite*, *waterpass*), serta alat keselamatan kerja juga harus tersedia dan dipastikan dalam kondisi layak pakai.

2. Persiapan dan Penandaan Lokasi Pemasangan

a. Dilakukan pengukuran dan *marking* (penandaan) pada elemen struktur utama (kolom dan balok) untuk menentukan titik-titik lokasi sambungan bresing dan *link beam*.
b. Pengukuran dilakukan dengan menggunakan *total station* atau *theodolite* untuk memastikan posisi horizontal dan vertikal sesuai dengan gambar kerja.
c. Elevasi pemasangan juga diperiksa dan disesuaikan agar bresing terpasang dalam posisi tepat dan tidak menyebabkan tegangan awal akibat kesalahan geometri.

3. Pemasangan *Link Beam*

a. Penandaan Posisi Pemasangan *Link beam* adalah komponen utama dalam sistem EBF yang berfungsi sebagai elemen pelemah yang mampu menyerap energi gempa melalui deformasi plastis geser.
b. *Link* dipasang terlebih dahulu di antara dua elemen utama (kolom dan balok atau antar dua kolom) sesuai dengan desain eksentrisitas (*e*).
c. Posisi dan panjang *link* harus dikontrol secara ketat karena berdampak langsung terhadap perilaku struktur saat terjadi gempa.

Langkah pelaksanaan :

1. *Link* diangkat menggunakan *crane* atau *hoist* secara hati-hati dan ditahan pada posisi menggunakan perancah sementara.
2. Sambungan *link* dilakukan dengan baut mutu tinggi atau pengelasan (jika diperlukan) sesuai gambar kerja.

3. Pemeriksaan kelurusan dan elevasi dilakukan kembali setelah *link* terpasang.

4. Pemasangan Elemen Bresing Diagonal

- Setelah *link beam* terpasang, pemasangan dilanjutkan pada elemen bresing diagonal. Umumnya, konfigurasi bresing menggunakan tipe *inverted V* (*chevron*) atau diagonal tunggal tergantung desain struktur.

Langkah pelaksanaan:

1. Elemen bresing diangkat dan diposisikan sesuai dengan titik sambungan yang telah ditentukan.
2. Sambungan awal dilakukan menggunakan baut sementara untuk memungkinkan penyesuaian posisi.
3. Setelah posisi dianggap tepat, dilakukan pemasangan baut akhir menggunakan baut mutu tinggi.
4. Tegangan awal (*pretension*) pada baut diterapkan sesuai metode yang direkomendasikan dalam spesifikasi teknis (biasanya metode *turn-of-nut* atau *calibrated wrench*).
5. Jika terdapat kebutuhan sambungan las, pengelasan harus dilakukan oleh juru las bersertifikat dan mengikuti WPS (*Welding Procedure Specification*) yang telah disetujui.

5. Pemasangan *Stiffener* dan Pengaku Tambahan

a. *Stiffener* atau pelat pengaku dipasang pada ujung *link beam* untuk mencegah tekuk lokal atau puntiran, sesuai dengan detail perencanaan.
b. Pelat pengaku juga dipasang pada titik sambungan antara bresing dan kolom untuk memperkuat titik tumpu dan memperbaiki distribusi gaya.

6. Pemeriksaan dan *Quality Control*

Setelah seluruh komponen terpasang, dilakukan pengujian dan pemeriksaan meliputi:

a. Inspeksi visual kelurusan bresing, posisi *link*, dan ketepatan sambungan.
b. Pemeriksaan torsi pada sambungan baut mutu tinggi untuk memastikan kekencangan sesuai spesifikasi.
c. Jika terdapat sambungan las, dilakukan pemeriksaan NDT (*Non-Destructive Test*) seperti *Magnetic Particle Testing* (MT) atau *Ultrasonic Testing* (UT).
d. Pemeriksaan dilakukan oleh tim *Quality Control* (QC) proyek dan didokumentasikan dalam berita acara.

7. **Pengamanan dan Keselamatan Kerja (K3)**
    a. Seluruh personel di lapangan wajib menggunakan Alat Pelindung Diri (APD) seperti helm, rompi keselamatan, sarung tangan, dan *safety harness*.
    b. Area pemasangan diberi pembatas dan tanda peringatan untuk mencegah akses tidak berwenang selama pengangkatan dan pemasangan elemen.
    c. Dilarang bekerja di bawah beban gantung.
    d. Komunikasi antar pekerja pengangkat dan pemasang dikendalikan oleh petugas flagman.
8. **Dokumentasi dan Pelaporan**
    a. Proses pemasangan didokumentasikan dalam laporan harian lapangan.
    b. Setiap penyimpangan dari desain harus dicatat dan dikonfirmasi dalam gambar *as-built*.
    c. Dokumentasi foto dan video dapat digunakan untuk pelaporan dan sebagai bukti bahwa pekerjaan telah dilakukan sesuai prosedur.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB VIII
KESIMPULAN

8.1 Kesimpulan

1. Berdasarkan hasil perhitungan struktur yang telah dilakukan, diperoleh rekapitulasi penggunaan profil pada struktur alternatif sebagai berikut:

A. Struktur Sekunder

a. Pelat Lantai

- Tebal Pelat : 120 mm
- Pelat Bondek : Lysaght Smartdeck Tebal 0,75 mm
- *Wiremesh* : Union *Wiremesh* M8 – 200 sebagai tulangan atas

b. Pelat Tangga

- Tebal Pelat : 120 mm
- Pelat Bondek : Lysaght Smartdeck Tebal 1 mm
- *Wiremesh* : Union *Wiremesh* M8 – 150 sebagai tulangan atas

c. Balok Anak

- Mutu Baja Struktur : A36
- Balok Anak : WF 350 x 175 x 09 x 16
- *Shear Connector* Balok : Diameter 22 jarak 30 cm
- Balok Utama Tangga : WF 350 x 175 x 09 x 16
- *Shear Connector* Balok : Diameter 22 jarak 20 cm

B. Struktur Primer

- Mutu Baja Struktur : A36
- *Link* : WF 600 x 300 x 12 x 28
- Balok diluar *Link* : WF 600 x 300 x 12 x 28
- Bresing 1 : H 300 x 300 x 25 x 25
- Bresing 2 : H 300 x 300 x 16 x 16
- Balok Induk 1 : WF 600 x 300 x 12 x 19
- Balok Induk 2 : WF 500 x 300 x 12 x 16
- Kolom Tipe 1 : KC 800 x 400 x 19 x 32
- Kolom Tipe 2 : KC 600 x 300 x 12 x 19
- Kolom Tipe 3 : KC 500 x 300 x 12 x 19

C. Jenis sambungan pada balok induk ke kolom adalah sambungan parkualifikasi jenis pelat sayap berbaut.

D. Struktur Bawah

- Pile Cap 1 : 2,700 m x 2,700 m x 1 m
- Pile Cap 1 : 4,025 m x 4,025 m x 1 m
- Sloof 1 : 75 cm x 40 cm
- Sloof 2 : 65 cm x 35 cm
- Tiang Pancang : 45 cm kedalaman 16 m

2. Setelah dilakukan kontrol terhadap gempa yang meliputi kontrol partisipasi massa, kontrol periode fundamental, kontrol gaya geser dasar seismik, kontrol simpangan, serta kontrol P-Δ didapatkan kesimpulan perilaku struktur sebagai berikut :

A. Kontrol Partisipasi Massa

Keduanya memenuhi SNI 1726:2019 (>90%).

B. Kontrol Periode Fundamental

Struktur EBF lebih kaku (periode lebih pendek).

C. Kontrol Gaya Geser Dasar Seismik

Gaya geser struktur EBF lebih kecil, mengindikasikan efisiensi respons gempa.

D. Kontrol Simpangan

Struktur Alternatif memiliki simpangan antar lantai lebih besar dari pada bangunan Eksisting.

E. Kontrol P-Δ

Kedua struktur memenuhi kriteria stabilitas ($\theta < 0{,}1$ atau $\theta < 0{,}25$ sesuai SNI).

Dari hasil perbandingan di atas, dapat diketahui bahwa gedung eksisting memiliki perilaku yang lebih baik dalam kekauan bangunan ditunjukan dengan nilai simpangan yang lebih kecil dibandingkan gedung altenatif, akan tetapi pada kontrol simpangan bangunan eksisting ada 1 lantai yang nilai simpangan inelastik antar lantai (Δ_s) melebihi batas maksimum yang diizinkan oleh SNI 1726:2019. Selain itu, gedung alternatif memiliki massa yang lebih kecil sehingga gaya gempa yang terjadi pada gedung alternatif juga lebih kecil. Struktur eksisting mengalami beberapa kegagalan pada elemen balok yang teridentifikasi dalam sistem strukturnya. Struktur bangunan alternatif, setelah melalui proses evaluasi menyeluruh, masih dikategorikan aman dalam menghadapi beban gempa. Struktur alternatif menunjukkan keunggulan dalam penghematan pondasi, di

mana terdapat pengurangan jumlah tiang pancang dibandingkan dengan struktur eksisting. Sebelumnya, eksisting menggunakan pondasi tiang pancang diameter 45 cm kedalaman 26 meter, namun struktur alternatif terdapat penghematan pondasi dengan tiang pancang diameter 45 cm kedalaman 16 meter.

8.2 Saran

Setelah melakukan perhitungan struktur alternatif desain perencanaan ini, penulis memperoleh beberapa pembelajaran dan saran yang dapat disampaikan kepada pembaca sebagai berikut

1. Berdasarkan hasil perhitungan struktur, diketahui bahwa dimensi penampang elemen baja yang digunakan relatif lebih kecil dibandingkan dengan struktur eksisting. Hal ini diharapkan dapat menjadi pertimbangan bagi perencana untuk menjadikan baja sebagai alternatif material struktural yang efektif, terutama dalam memenuhi tuntutan arsitektur dengan kebutuhan penampang yang minimal.
2. Stigma mengenai tingginya biaya konstruksi struktur baja diharapkan dapat berubah, mengingat kebutuhan pondasi pada bangunan baja umumnya lebih kecil, sehingga dapat mengurangi total biaya pembangunan secara keseluruhan.
3. Penerapan standar nasional Indonesia (SNI) terkait struktur baja, seperti SNI 1729:2020 tentang spesifikasi untuk bangunan gedung baja struktural, SNI 7972:2020 mengenai sambungan prakualifikasi, serta SNI 7860:2020 mengenai ketentuan seismik pada bangunan baja, harus selalu dijadikan acuan dan diterapkan secara konsisten dalam perencanaan dan pelaksanaan struktur gedung berbahan baja.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR PUSTAKA

Acosta, J., Bojórquez, E., Bojórquez, J., Reyes-Salazar, A., Ruiz-García, J., Ruiz, S. E., & Iovinella, I. (2024). Seismic Performance of Steel Buildings with Eccentrically Braced Frame Systems with Different Configurations. *Buildings*, *14*(1). https://doi.org/10.3390/buildings14010118

Almasabha, G., & Al-Mazaidh, R. (2023). Simple Truss Model to estimate the shear strength of short links in the Eccentrically Braced Frame (EBF) steel system. *Thin-Walled Structures*, *188*. https://doi.org/10.1016/j.tws.2023.110811

Apriansyah, Suprobo, P., & Suswanto, B. (2018). *Modifikasi Perencanaan Struktur Gedung Pusat Perbelanjaan Jogja Town Square Menggunakan Baja dengan Sistem Eccentrical Braced Frames (EBF)*.

Ashrafi, A., & Imanpour, A. (2021). Seismic response of steel multi-tiered eccentrically braced frames. *Journal of Constructional Steel Research*, *181*. https://doi.org/10.1016/j.jcsr.2021.106600

Giatmajaya, W., Gede, I., Darmayasa, O., Ketut, N., & Sukawati, S. A. (2020). *PERENCANAAN STRUKTUR KOMPOSIT BAJA-BETON DENGAN METODE LRFD (LOAD AND RESISTANCE FACTOR DESIGN) RUANG KELAS LANTAI III SMK PARIWISATA LABUAN BAJO-FLORES-NTT*. *3*(2).

Kazemzadeh Azad, S., & Topkaya, C. (2017). A review of research on steel eccentrically braced frames. In *Journal of Constructional Steel Research* (Vol. 128, pp. 53–73). Elsevier Ltd. https://doi.org/10.1016/j.jcsr.2016.07.032

Ma, X., Zhang, X., Zhang, S., Zhao, G., & Dong, B. (2024). Seismic performance of very short links in eccentrically braced substructures. *Journal of Constructional Steel Research*, *216*. https://doi.org/10.1016/j.jcsr.2024.108628

Manope, R. F., Manalip, H., & Ointoe, B. M. M. (2019). Analisis Portal Struktur Baja Berdasarkan Konfigurasi Tipe Dan Variasi Panjang Link Sistem EBF (Eccentrically Braced Frames). *Jurnal Sipil Statik*, *7*(9), 1191–1196.

Prasetyo, M. H., Kristijanto, H., & Amalia, A. R. (2024). *Modifikasi Struktur Apartemen Kingland Avenue Menggunakan Eccentrically Braced Frames (EBF)*.

Puspita, S. A., Sophian, R. I., & Haryanto, I. (2022). *Daya Dukung Pondasi Dalam Pada Tanah Lapukan Formasi Citalang Berdasarkan N-SPT*.

Putri, A. P., Ricky, M., Fadilah, R. A., Credidi, C., & Khala, S. (2021). *Seismic Performance Analysis of 10 Stories Reinforced Concrete Building Using Spectrum Response and Time History Methods*.

Rusydi, F. A. A. (2018). *Studi Perilaku Struktur Eccentrically Braced Frame (EBF) Dengan Finite Element Method*.

Sanie, M. K., Suswanto, B., & Triwulan. (2023a). *The Modification of the Building Structural Design Using Steel-Concrete Composite and Eccentrically Braced Frames (EBF) System Structure*. https://doi.org/10.2991/978-94-6463-174-6_15

Sanie, M. K., Suswanto, B., & Triwulan. (2023b). *The Modification of the Building Structural Design Using Steel-Concrete Composite and Eccentrically Braced Frames (EBF) System Structure* (pp. 174–194). https://doi.org/10.2991/978-94-6463-174-6_15

Sari, U. C., Wardani, S. P. R., Partono, W., Pardoyo, B., Priastiwi, Y. A., Setiaji, A. R. A., Hamidah, A. N., & Adella, M. (2023). *Bantuan Teknis Pembuatan Pondasi Gudang Peralatan Di Area Pemakaman Al-Hanafi*.

Seismic Provisions for Structural Steel Buildings. (2016). www.aisc.org

Siregar, C. A. (2020). *Modifikasi Perencanaan Gedung Kuliah Bersama Universitas Negeri Malang Menggunakan Struktur Baja Beton Komposit Dengan Sistem Eccentrically Braced Frames (EBF)*.

Sulistyono, S., Hidayah, E., Wahyuni, S., Kriswardhana, W., Annisa Hayu, G., Amri Wicaksono, L., Utami Agung Wiyono, R., Widodo Soetjipto, J., Aswatama Wiswamitra, K., & Kusuma, A. (2018). *Studi Perbandingan Perilaku Struktur Gedung Hotel Dafam Lotus Jember dengan Menggunakan Moment Resisting Frame dan Eccentrically Braced Frame Short Link*.

Suswanto, B., Rizki Amalia, A., & Aulia, F. (2018). Studi Perilaku Struktur Eccentrically Braced Frame (EBF) Akibat Beban Gempa dan Beban Siklik. In *Jurnal Rekayasa Tenik Sipil Universitas Madura* (Vol. 6, Issue Desember).

Taufiq Nussa, R., Suswanto, B., & Sugihardjo, D. H. (2014). *Studi Perilaku Dinding Geser Pelat Baja (Steel Plate Shear Wall) Terhadap Konfigurasi Pengaku Lateral*.

Weli, M. A., Laka Suku, Y., & Radja, V. M. (2021). *Analisis Penggunaan Pelat Beton Bondek Pada Struktur Lantai Gedung Puskesmas Kota Ende* (Vol. 15, Issue 01).

Yasin, M. (2020). *Modifikasi Perencanaan Gedung Apartemen Darmo Hill Surabaya Menggunakan Struktur Baja Komposit Dengan Eccentrically Braced Frame (EBF)*.

Yulianto, H. (2021). *Studi Analisis Kapasitas Nominal Pelat Komposit Beton-Dek Baja Metode Ulitmit, Tegangan Kerja Dan Sdi-Ansi 2017*.

Zhang, X., Ma, X., & Zhang, S. (2023). Seismic performance of eccentrically braced precast reinforced concrete columns-steel beams frame with replaceable shear links based on plastic design. *Journal of Building Engineering*, *76*. https://doi.org/10.1016/j.jobe.2023.107027

LAMPIRAN

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

LAMPIRAN LAPORAN
GAMBAR KERJA TUGAS AKHIR

ALTERNATIF DESAIN GEDUNG PERKULIAHAN DI SEMARANG MENGGUNAKAN PELAT BAJA KOMPOSIT DENGAN SISTEM STRUKTUR ECCENTRICALLY BRACED FRAME (EBF)

DI SUSUN OLEH :

MUHAMMAD FIKRI FIRDAUS MUAZAM (2035211045)

DOSEN PENGAMPU :

Raden Buyung Anugraha Affandhie, ST., MT.
Ifarrel Rachmanda Hariyanto, ST., MT.

Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa
Pengelolaan dan Pemeliharaan Bangunan Sipil
Fakultas Vokasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

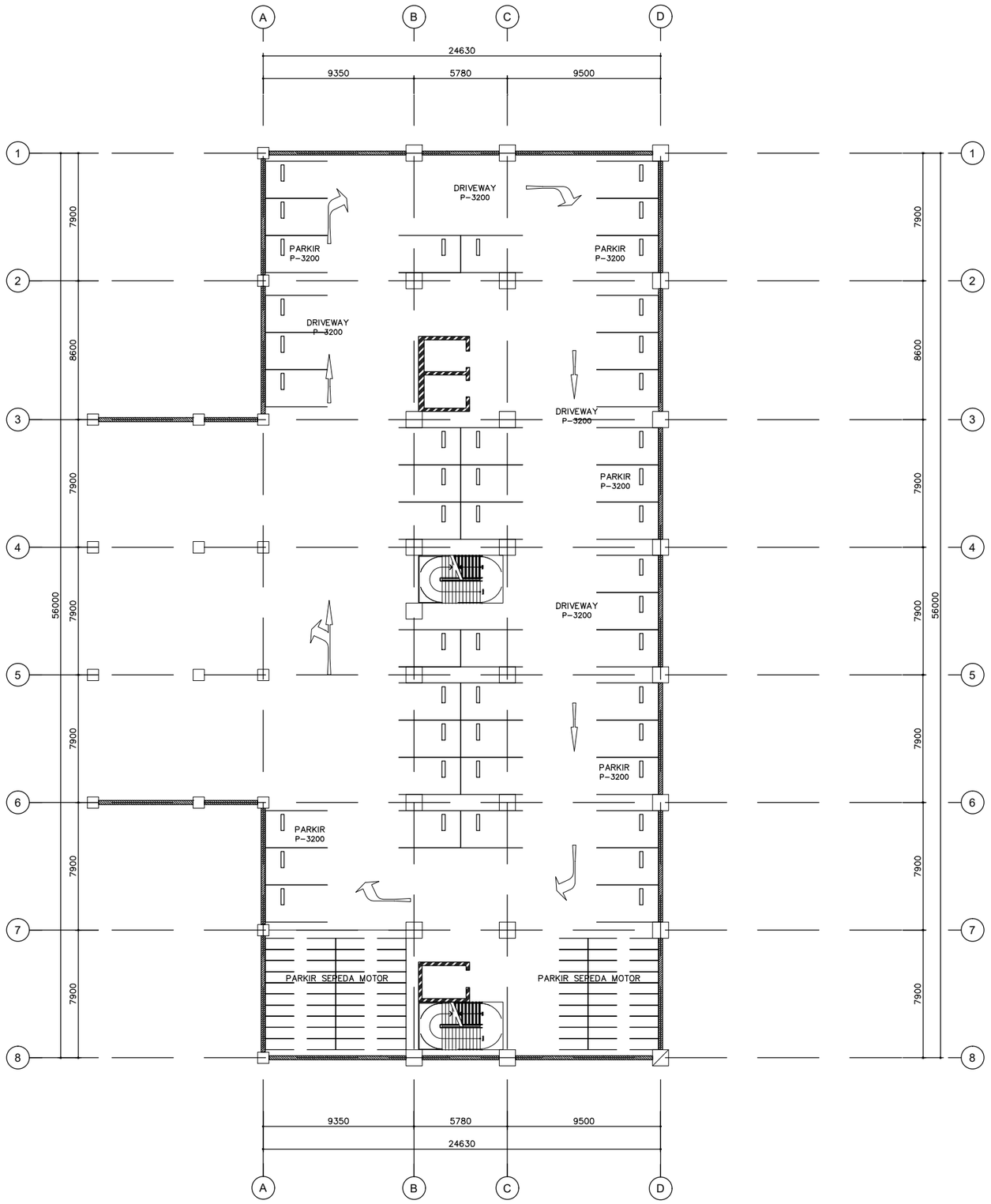
DAFTAR GAMBAR (AR)

JUDUL GAMBAR	SKALA	NO. GBR
PARKING FLOOR	1:300	AR 01
GROUND FLOOR	1:300	AR 02
1ST FLOOR	1:300	AR 03
2ND FLOOR	1:300	AR 04
3RD FLOOR	1:300	AR 05
4TH FLOOR	1:300	AR 06
5TH FLOOR	1:300	AR 07
6TH FLOOR	1:300	AR 08
ROOF FLOOR	1:300	AR 09
TOP FLOOR	1:300	AR 10

DAFTAR GAMBAR (STR)

JUDUL GAMBAR	SKALA	NO. GBR
DENAH PONDASI	1:300	STR 01
DENAH KOLOM, SLOOF & BALOK	1:300	STR 02
DENAH KOLOM & BALOK GROUND FLOOR	1:300	STR 03
DENAH KOLOM & BALOK 1ST FLOOR	1:300	STR 04
DENAH KOLOM & BALOK 2ND FLOOR	1:300	STR 05
DENAH KOLOM & BALOK 3RD FLOOR	1:300	STR 06
DENAH KOLOM & BALOK 4TH FLOOR	1:300	STR 07
DENAH KOLOM & BALOK 5TH FLOOR	1:300	STR 08
DENAH KOLOM & BALOK LANTAI AUDIT	1:300	STR 09
DENAH KOLOM & BALOK 6TH FLOOR	1:300	STR 10
DENAH KOLOM & BALOK ROOF FLOOR	1:300	STR 11
DENAH KOLOM & BALOK LANTAI MESIN LIFT	1:300	STR 12
DENAH BALOK DAK ATAP TANGGA	1:300	STR 13
DENAH KUDA-KUDA ATAP	1:300	STR 14
DENAH RANGKA ATAP	1:300	STR 15
DENAH POTONGAN 1-1	1:300	STR 16

JUDUL GAMBAR	SKALA	NO. GBR
DENAH POTONGAN 2-2	1:300	STR 17
SAMBUNGAN BALOK INDUK - KOLOM	1:25	STR 18
SAMBUNGAN BALOK INDUK - KOLOM'	1:25	STR 18'
SAMBUNGAN BALOK ANAK - BALOK INDUK	1:25	STR 19
SAMBUNGAN KOLOM KC 1	1:25	STR 20
SAMBUNGAN KOLOM KC 2	1:25	STR 21
SAMBUNGAN KOLOM KC 3	1:25	STR 22
SAMBUNGAN KOLOM KC 1 - KC 2	1:25	STR 23
SAMBUNGAN KOLOM KC 2 - KC 3	1:25	STR 24
SAMBUNGAN BRESING 1	1:25	STR 25
SAMBUNGAN BRESING 1'	1:25	STR 26
SAMBUNGAN BRESING 2	1:25	STR 27
SAMBUNGAN BRESING 2'	1:25	STR 28
SAMBUNGAN BASEPLATE	1:25	STR 29
DETAIL PONDASI PILECAP 1	1:40	STR 30
DETAIL PONDASI PILECAP 2	1:40	STR 31



GEDUNG PERKULIAHAN SEMARANG

PARKING FLOOR

SKALA 1:300

PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN TEKNIK SIPIL
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2025

JUDUL PROYEK AKHIR

ALTERNATIF DESAIN GEDUNG PERKULIAHAN DI SEMARANG MENGGUNAKAN PELAT BAJA KOMPOSIT DENGAN SISTEM STRUKTUR ECCENTRICALLY BRACED FRAME (EBF)

ASISTEN DOSEN

Ir. Raden Buyung Anugraha Affandhie, S.T., M.T.
NIP. 197402032002121002

Ifarrel Rachmanda Hariyanto, S.T., M.T.
NIP 200002172024061001

NAMA MAHASISWA

MUHAMMAD FIKRI FIRDAUS MUAZAM
2035211045

NAMA GAMBAR

PARKING FLOOR

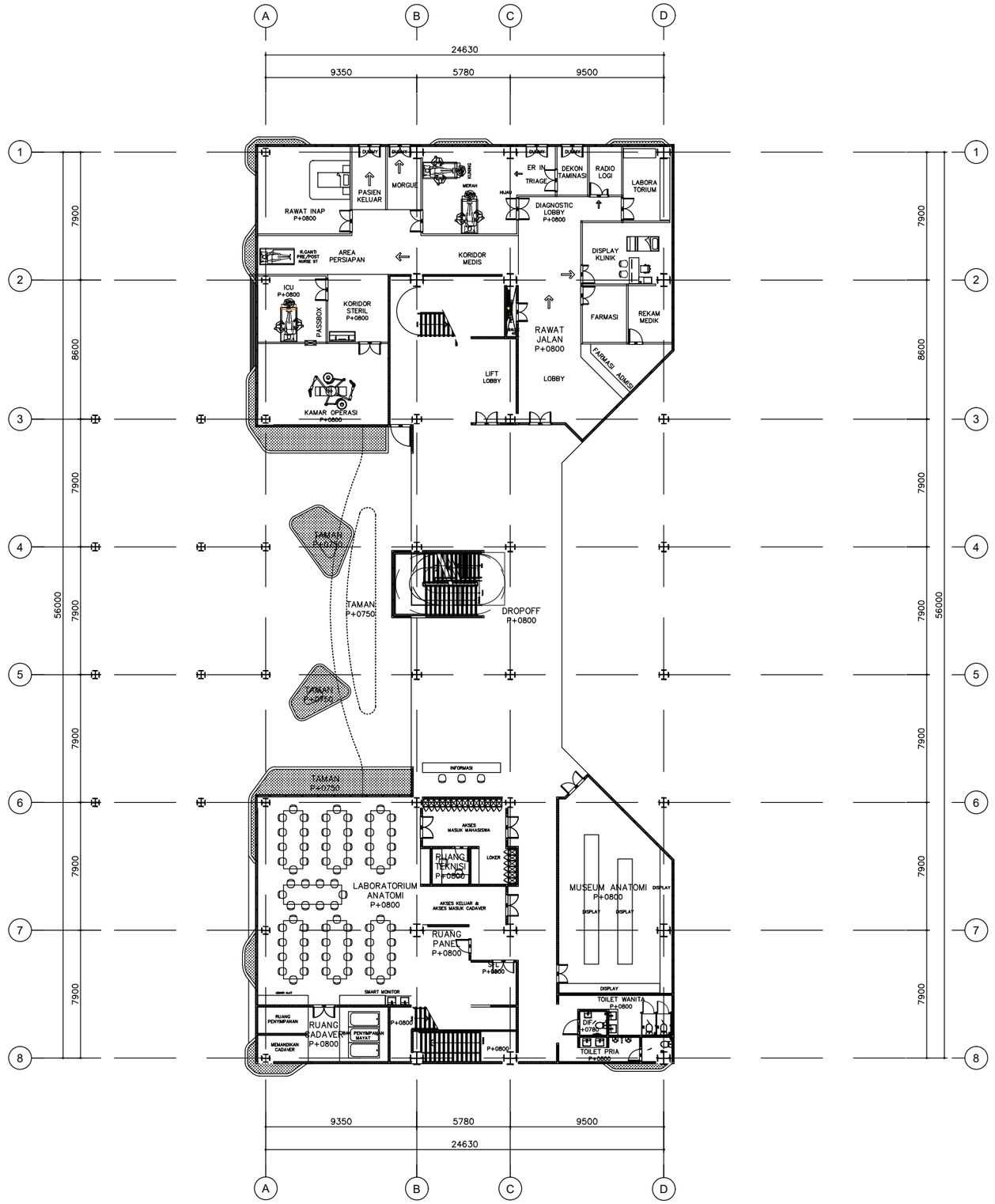
KETERANGAN

SKALA

1 : 300

NOMOR GAMBAR

AR 01



GEDUNG PERKULIAHAN SEMARANG
GROUND FLOOR
SKALA 1:300

PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN TEKNIK SIPIL
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2025

JUDUL PROYEK AKHIR

ALTERNATIF DESAIN GEDUNG PERKULIAHAN DI SEMARANG MENGGUNAKAN PELAT BAJA KOMPOSIT DENGAN SISTEM STRUKTUR ECCENTRICALLY BRACED FRAME (EBF)

ASISTEN DOSEN

Ir. Raden Buyung Anugraha Affandhie, S.T., M.T.
NIP. 197402032002121002

Ifarrel Rachmanda Hariyanto, S.T., M.T.
NIP 200002172024061001

NAMA MAHASISWA

MUHAMMAD FIKRI FIRDAUS MUAZAM
2035211045

NAMA GAMBAR

GROUND FLOOR

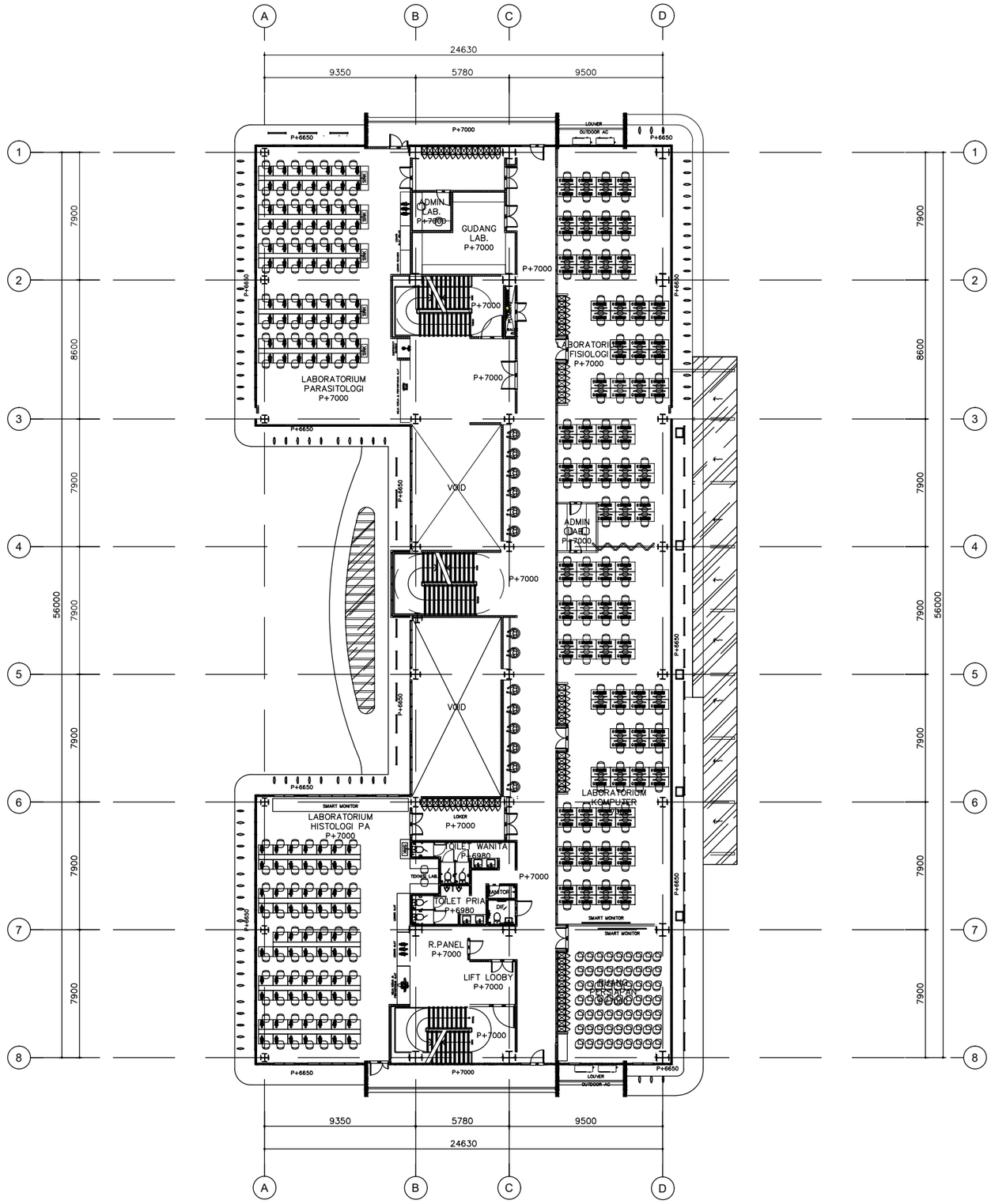
KETERANGAN

SKALA

1 : 300

NOMOR GAMBAR

AR 02



GEDUNG PERKULIAHAN SEMARANG
1ST FLOOR
SKALA 1:300

PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN TEKNIK SIPIL
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2025

JUDUL PROYEK AKHIR

ALTERNATIF DESAIN GEDUNG PERKULIAHAN DI SEMARANG MENGGUNAKAN PELAT BAJA KOMPOSIT DENGAN SISTEM STRUKTUR ECCENTRICALLY BRACED FRAME (EBF)

ASISTEN DOSEN

Ir. Raden Buyung Anugraha Affandhie, S.T., M.T.
NIP. 197402032002121002

Ifarrel Rachmanda Hariyanto, S.T., M.T.
NIP 200002172024061001

NAMA MAHASISWA

MUHAMMAD FIKRI FIRDAUS MUAZAM
2035211045

NAMA GAMBAR

1ST FLOOR

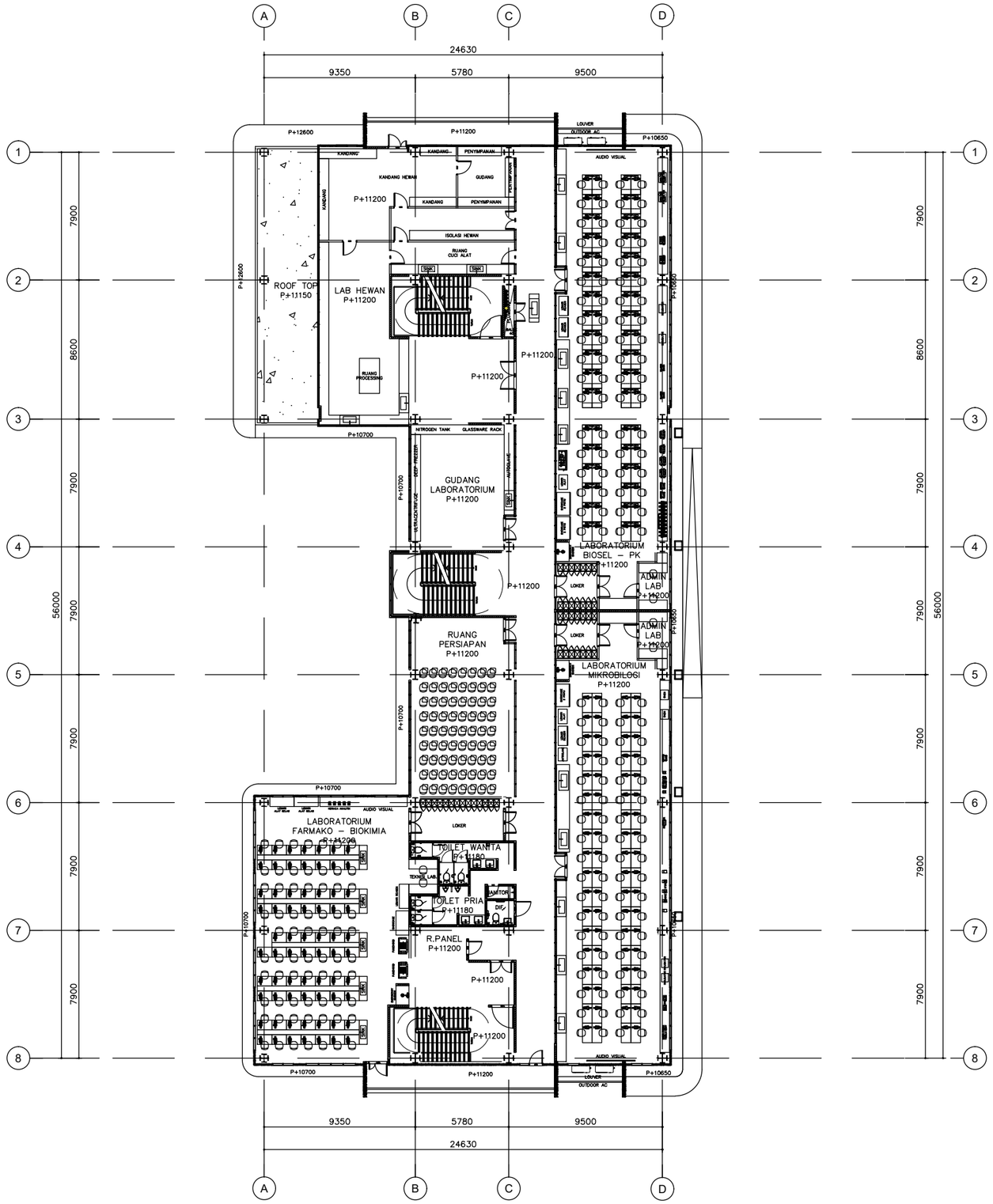
KETERANGAN

SKALA

1 : 300

NOMOR GAMBAR

AR 03



GEDUNG PERKULIAHAN SEMARANG

2ND FLOOR

SKALA 1: 300

PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN TEKNIK SIPIL
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2025

JUDUL PROYEK AKHIR

ALTERNATIF DESAIN GEDUNG PERKULIAHAN DI SEMARANG MENGGUNAKAN PELAT BAJA KOMPOSIT DENGAN SISTEM STRUKTUR ECCENTRICALLY BRACED FRAME (EBF)

ASISTEN DOSEN

Ir. Raden Buyung Anugraha Affandhie, S.T., M.T.
NIP. 197402032002121002

Ifarrel Rachmanda Hariyanto, S.T., M.T.
NIP 200002172024061001

NAMA MAHASISWA

MUHAMMAD FIKRI FIRDAUS MUAZAM
2035211045

NAMA GAMBAR

2ND FLOOR

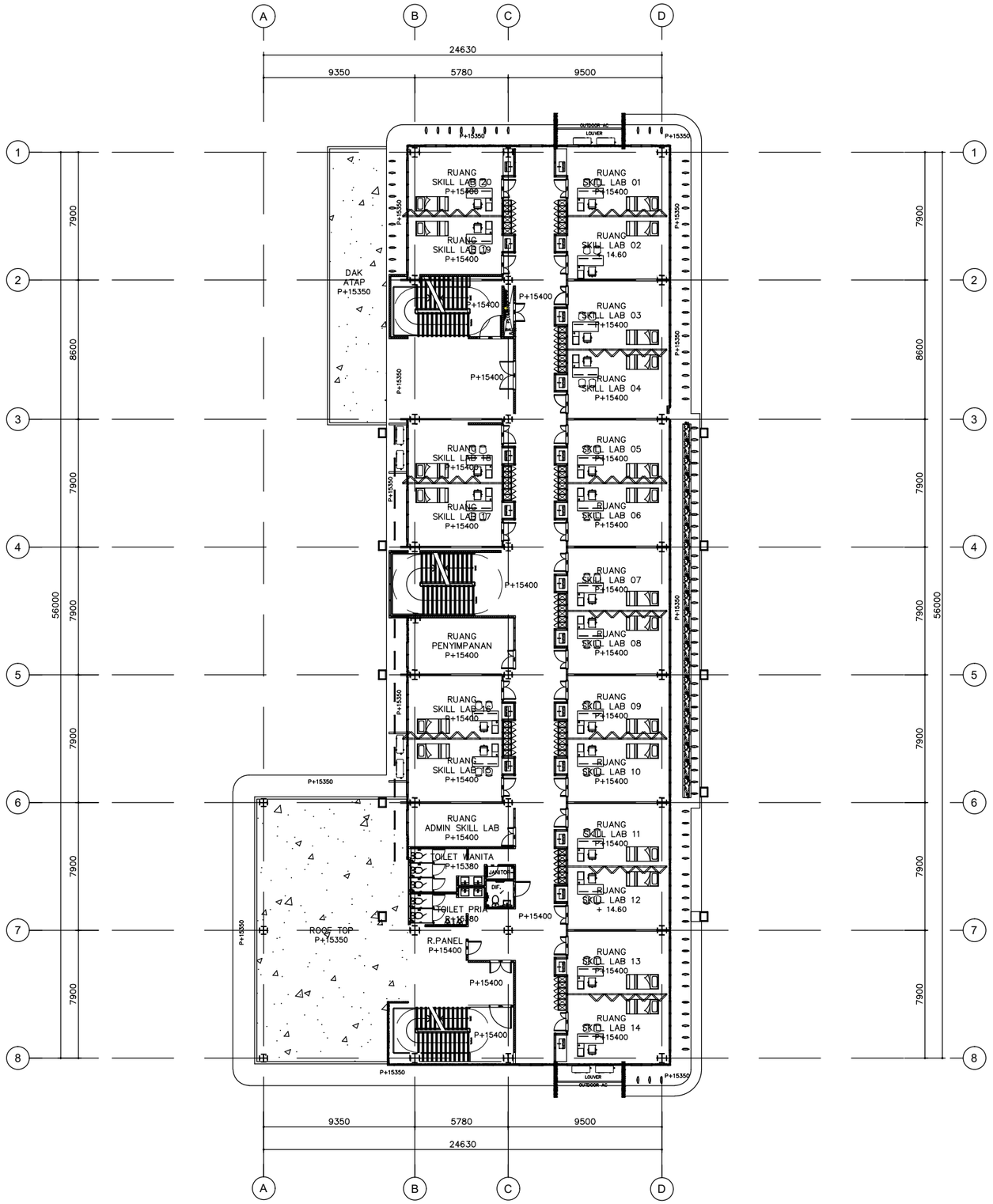
KETERANGAN

SKALA

1 : 300

NOMOR GAMBAR

AR 04



GEDUNG PERKULIAHAN SEMARANG
3RD FLOOR
SKALA 1:300

PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN TEKNIK SIPIL
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2025

JUDUL PROYEK AKHIR

ALTERNATIF DESAIN GEDUNG PERKULIAHAN DI SEMARANG MENGGUNAKAN PELAT BAJA KOMPOSIT DENGAN SISTEM STRUKTUR ECCENTRICALLY BRACED FRAME (EBF)

ASISTEN DOSEN

Ir. Raden Buyung Anugraha Affandhie, S.T., M.T.
NIP. 197402032002121002

Ifarrel Rachmanda Hariyanto, S.T., M.T.
NIP 200002172024061001

NAMA MAHASISWA

MUHAMMAD FIKRI FIRDAUS MUAZAM
2035211045

NAMA GAMBAR

3RD FLOOR

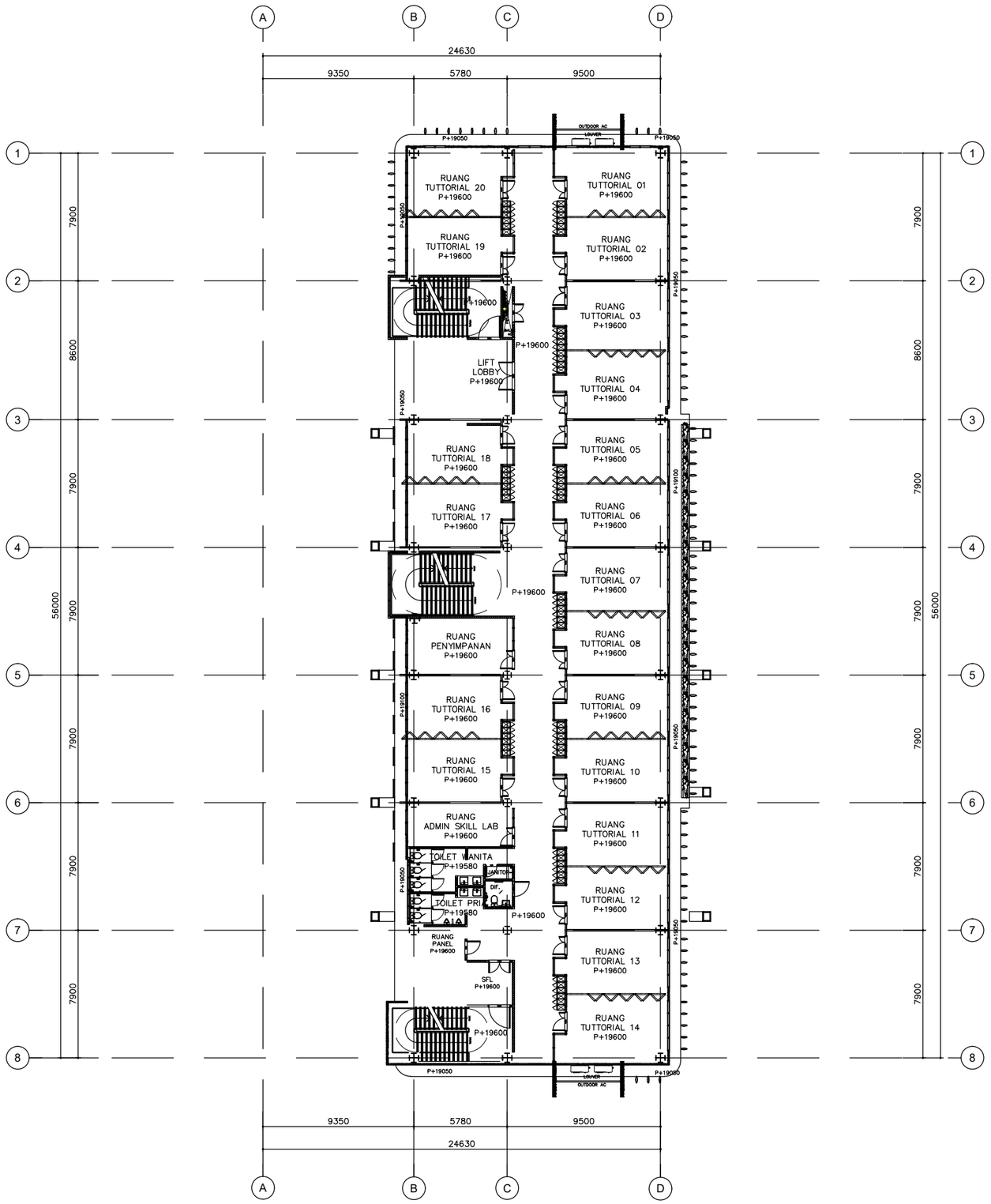
KETERANGAN

SKALA

1 : 300

NOMOR GAMBAR

AR 05



GEDUNG PERKULIAHAN SEMARANG
4TH FLOOR
SKALA 1: 300

PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN TEKNIK SIPIL
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2025

JUDUL PROYEK AKHIR

ALTERNATIF DESAIN GEDUNG PERKULIAHAN DI SEMARANG MENGGUNAKAN PELAT BAJA KOMPOSIT DENGAN SISTEM STRUKTUR ECCENTRICALLY BRACED FRAME (EBF)

ASISTEN DOSEN

Ir. Raden Buyung Anugraha Affandhie, S.T., M.T.
NIP. 197402032002121002

Ifarrel Rachmanda Hariyanto, S.T., M.T.
NIP 200002172024061001

NAMA MAHASISWA

MUHAMMAD FIKRI FIRDAUS MUAZAM
2035211045

NAMA GAMBAR

4TH FLOOR

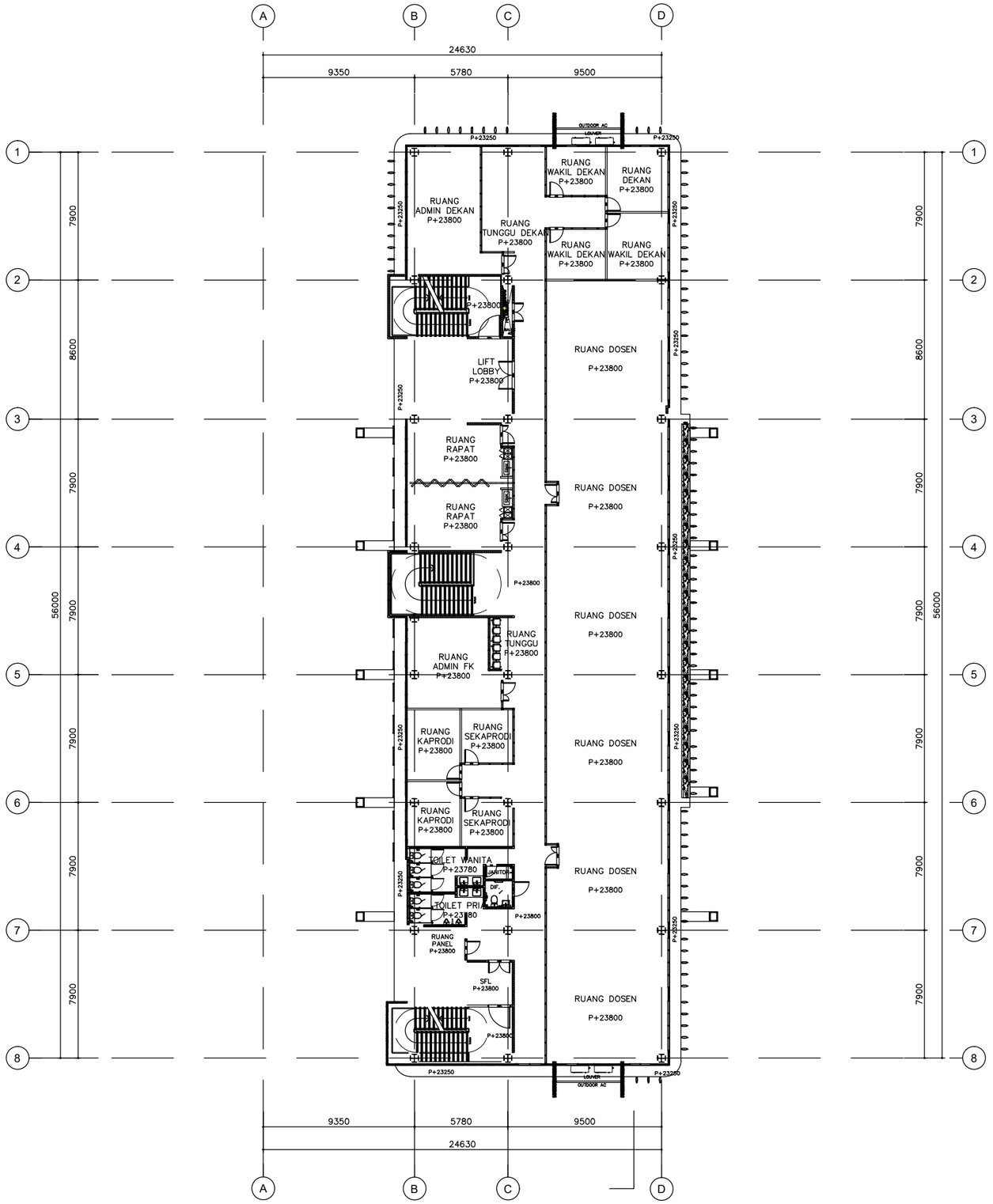
KETERANGAN

SKALA

1 : 300

NOMOR GAMBAR

AR 06



GEDUNG PERKULIAHAN SEMARANG
5TH FLOOR
SKALA 1:300

PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN TEKNIK SIPIL
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2025

JUDUL PROYEK AKHIR

ALTERNATIF DESAIN GEDUNG PERKULIAHAN DI SEMARANG MENGGUNAKAN PELAT BAJA KOMPOSIT DENGAN SISTEM STRUKTUR ECCENTRICALLY BRACED FRAME (EBF)

ASISTEN DOSEN

Ir. Raden Buyung Anugraha Affandhie, S.T., M.T.
NIP. 197402032002121002

Ifarrel Rachmanda Hariyanto, S.T., M.T.
NIP 200002172024061001

NAMA MAHASISWA

MUHAMMAD FIKRI FIRDAUS MUAZAM
2035211045

NAMA GAMBAR

5TH FLOOR

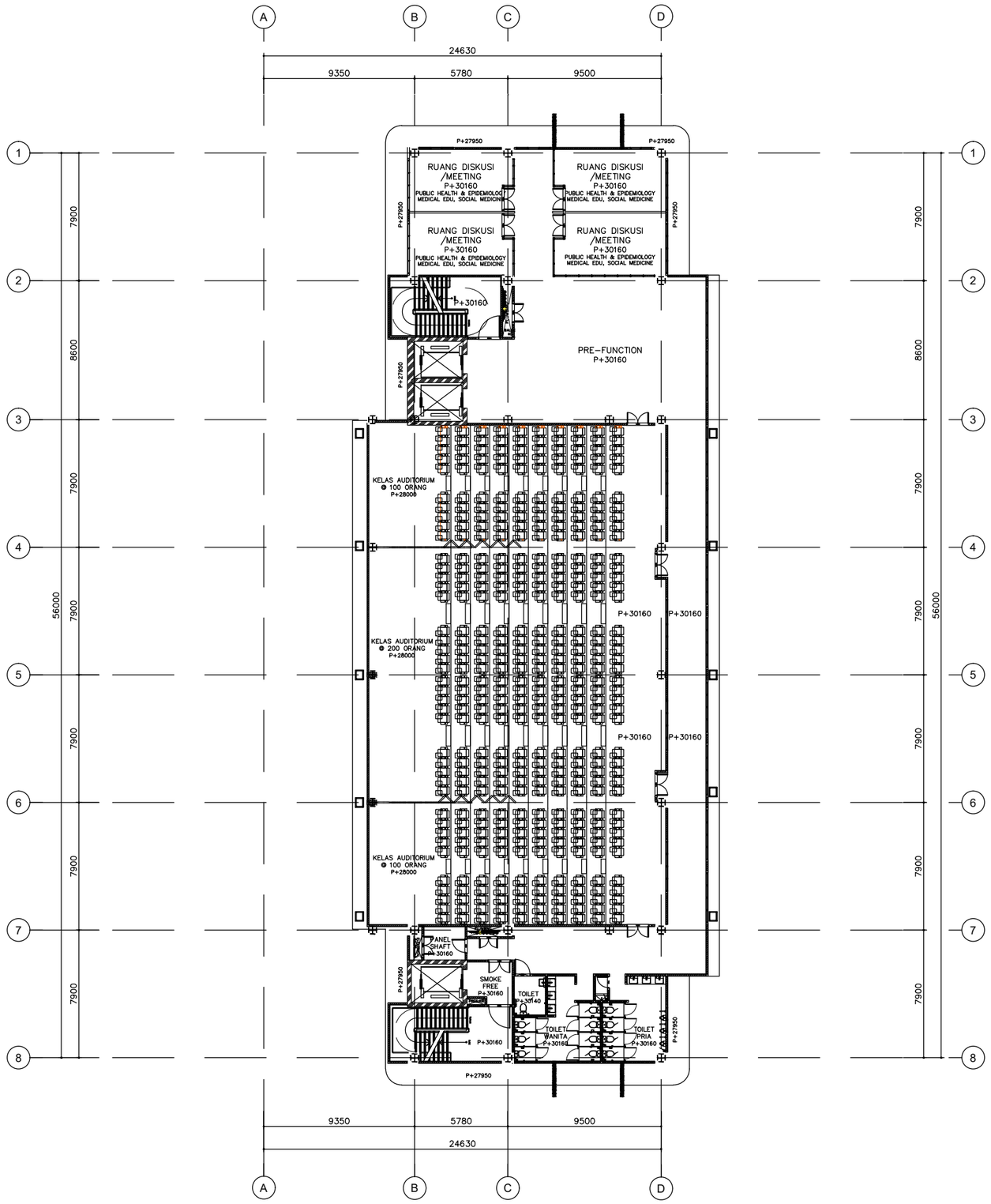
KETERANGAN

SKALA

1 : 300

NOMOR GAMBAR

AR 07



GEDUNG PERKULIAHAN SEMARANG
6TH FLOOR
SKALA 1: 300

PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN TEKNIK SIPIL
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2025

JUDUL PROYEK AKHIR

ALTERNATIF DESAIN GEDUNG PERKULIAHAN DI SEMARANG MENGGUNAKAN PELAT BAJA KOMPOSIT DENGAN SISTEM STRUKTUR ECCENTRICALLY BRACED FRAME (EBF)

ASISTEN DOSEN

Ir. Raden Buyung Anugraha Affandhie, S.T., M.T.
NIP. 197402032002121002

Ifarrel Rachmanda Hariyanto, S.T., M.T.
NIP 200002172024061001

NAMA MAHASISWA

MUHAMMAD FIKRI FIRDAUS MUAZAM
2035211045

NAMA GAMBAR

6TH FLOOR

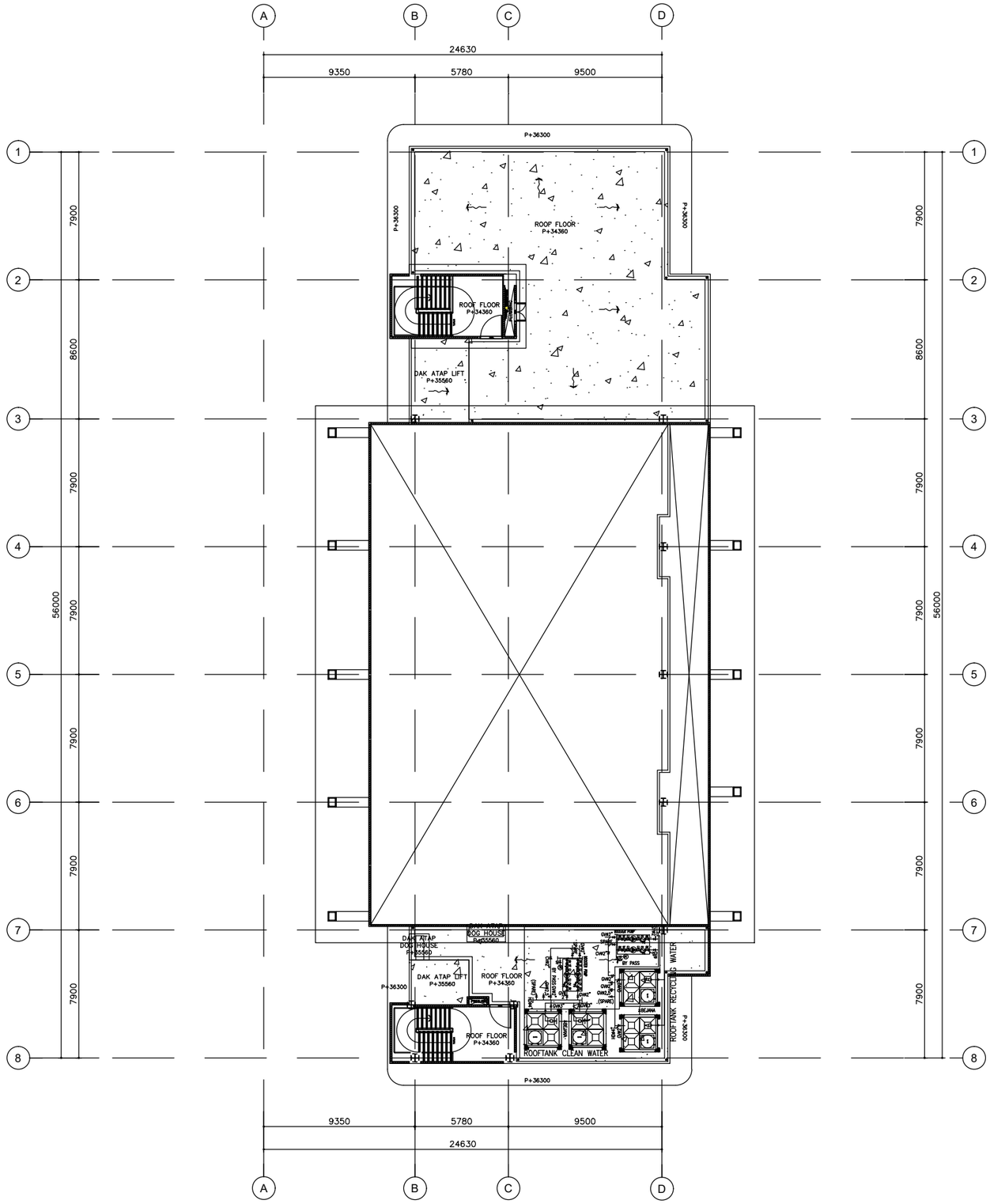
KETERANGAN

SKALA

1 : 300

NOMOR GAMBAR

AR 08



GEDUNG PERKULIAHAN SEMARANG

ROOF FLOOR

SKALA 1:300

PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN TEKNIK SIPIL
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2025

JUDUL PROYEK AKHIR

ALTERNATIF DESAIN GEDUNG PERKULIAHAN DI SEMARANG MENGGUNAKAN PELAT BAJA KOMPOSIT DENGAN SISTEM STRUKTUR ECCENTRICALLY BRACED FRAME (EBF)

ASISTEN DOSEN

Ir. Raden Buyung Anugraha Affandhie, S.T., M.T.
NIP. 197402032002121002

Ifarrel Rachmanda Hariyanto, S.T., M.T.
NIP 200002172024061001

NAMA MAHASISWA

MUHAMMAD FIKRI FIRDAUS MUAZAM
2035211045

NAMA GAMBAR

ROOF FLOOR

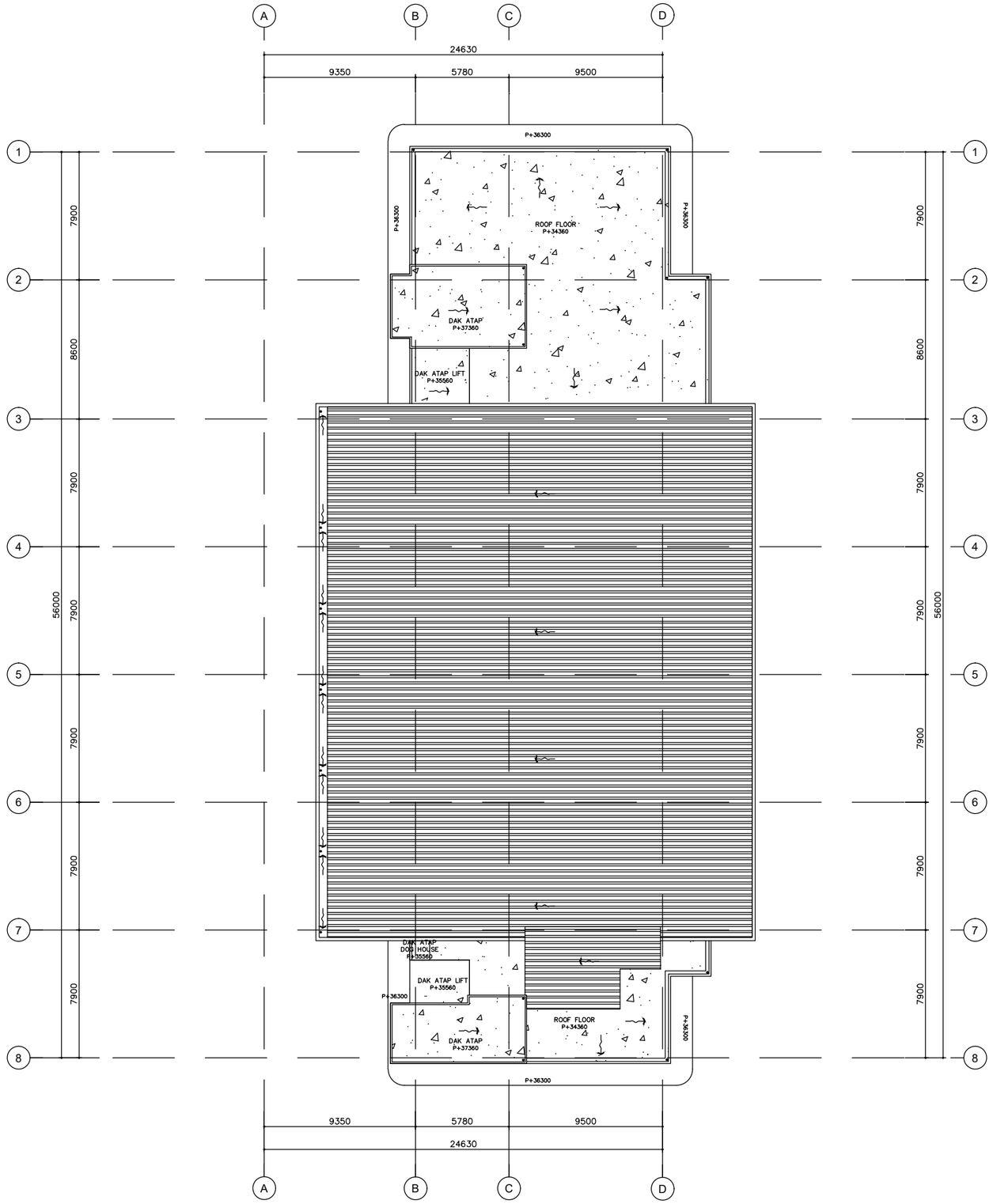
KETERANGAN

SKALA

1 : 300

NOMOR GAMBAR

AR 09



GEDUNG PERKULIAHAN SEMARANG

TOP ROOF

SKALA 1:300

PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN TEKNIK SIPIL
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2025

JUDUL PROYEK AKHIR

ALTERNATIF DESAIN GEDUNG PERKULIAHAN DI SEMARANG MENGGUNAKAN PELAT BAJA KOMPOSIT DENGAN SISTEM STRUKTUR ECCENTRICALLY BRACED FRAME (EBF)

ASISTEN DOSEN

Ir. Raden Buyung Anugraha Affandhie, S.T., M.T.
NIP. 197402032002121002

Ifarrel Rachmanda Hariyanto, S.T., M.T.
NIP 200002172024061001

NAMA MAHASISWA

MUHAMMAD FIKRI FIRDAUS MUAZAM
2035211045

NAMA GAMBAR

TOP ROOF

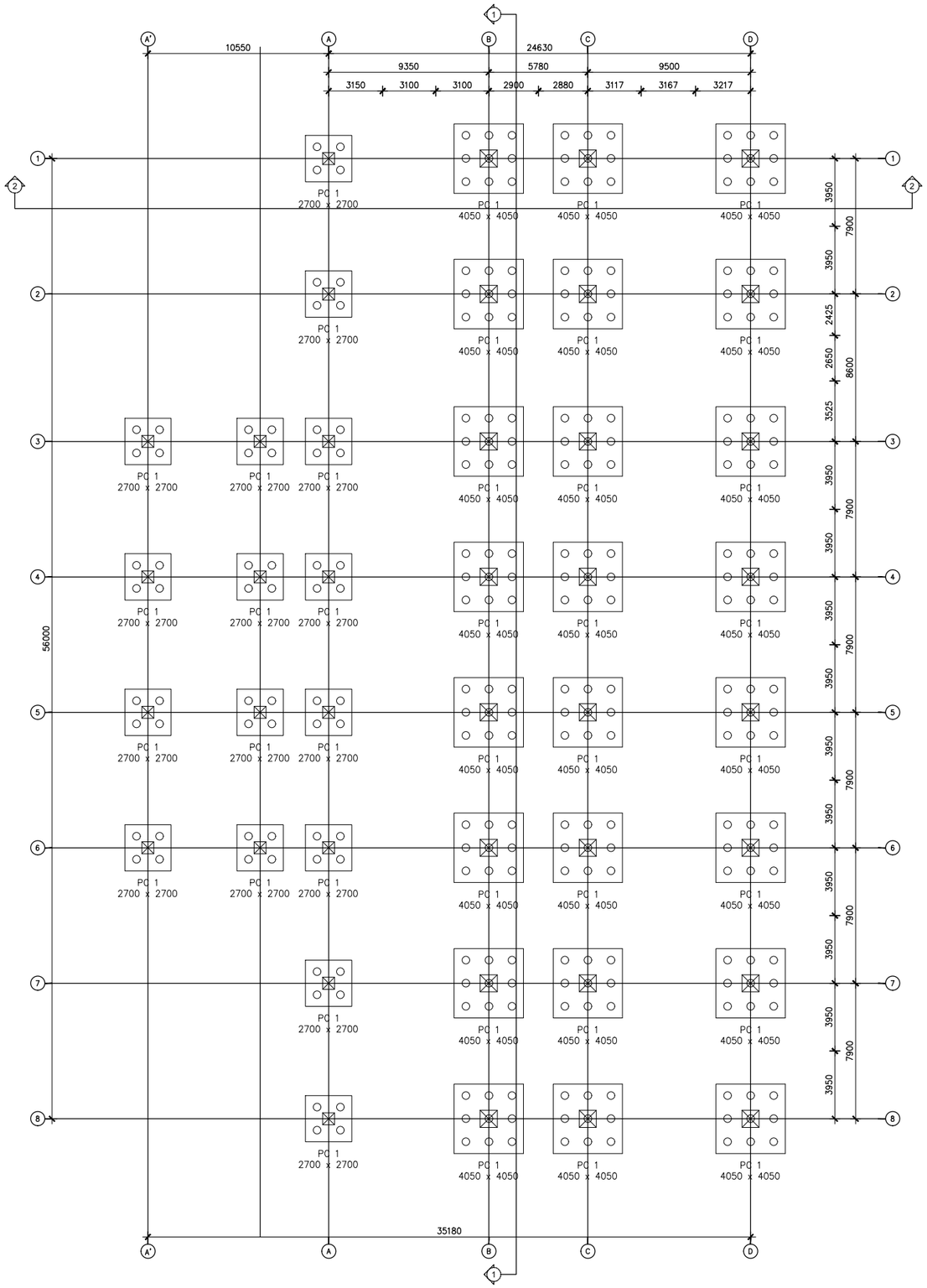
KETERANGAN

SKALA

1 : 300

NOMOR GAMBAR

AR 10



DENAH PONDASI
LANTAI ELV. -1.000
SKALA 1 : 300

PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN TEKNIK SIPIL
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2025

JUDUL PROYEK AKHIR

ALTERNATIF DESAIN GEDUNG PERKULIAHAN DI SEMARANG MENGGUNAKAN PELAT BAJA KOMPOSIT DENGAN SISTEM STRUKTUR ECCENTRICALLY BRACED FRAME (EBF)

ASISTEN DOSEN

Ir. Raden Buyung Anugraha Affandhie, S.T., M.T.
NIP. 197402032002121002

Ifarrel Rachmanda Hariyanto, S.T., M.T.
NIP 200002172024061001

NAMA MAHASISWA

MUHAMMAD FIKRI FIRDAUS MUAZAM
2035211045

NAMA GAMBAR

DENAH PONDASI

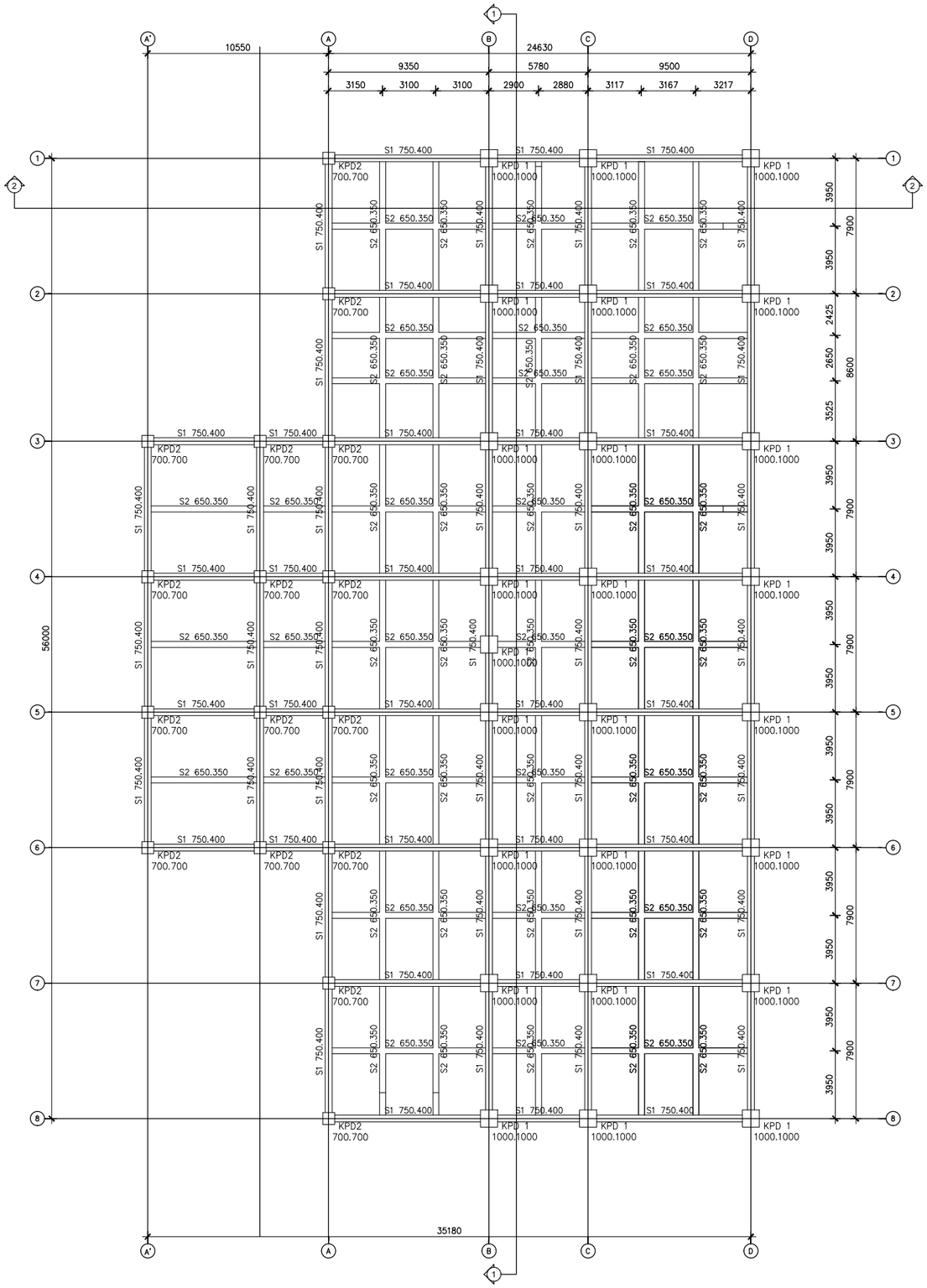
KETERANGAN

SKALA

1 : 300

NOMOR GAMBAR

STR 1



DENAH KOLOM, SLOOF & BALOK
LANTAI ELV. +0.000
SKALA 1 : 300

PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN TEKNIK SIPIL
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2025

JUDUL PROYEK AKHIR

ALTERNATIF DESAIN GEDUNG PERKULIAHAN DI SEMARANG MENGGUNAKAN PELAT BAJA KOMPOSIT DENGAN SISTEM STRUKTUR ECCENTRICALLY BRACED FRAME (EBF)

ASISTEN DOSEN

Ir. Raden Buyung Anugraha Affandhie, S.T., M.T.
NIP. 197402032002121002

Ifarrel Rachmanda Hariyanto, S.T., M.T.
NIP 200002172024061001

NAMA MAHASISWA

MUHAMMAD FIKRI FIRDAUS MUAZAM
2035211045

NAMA GAMBAR

DENAH KOLOM, SLOOF & BALOK

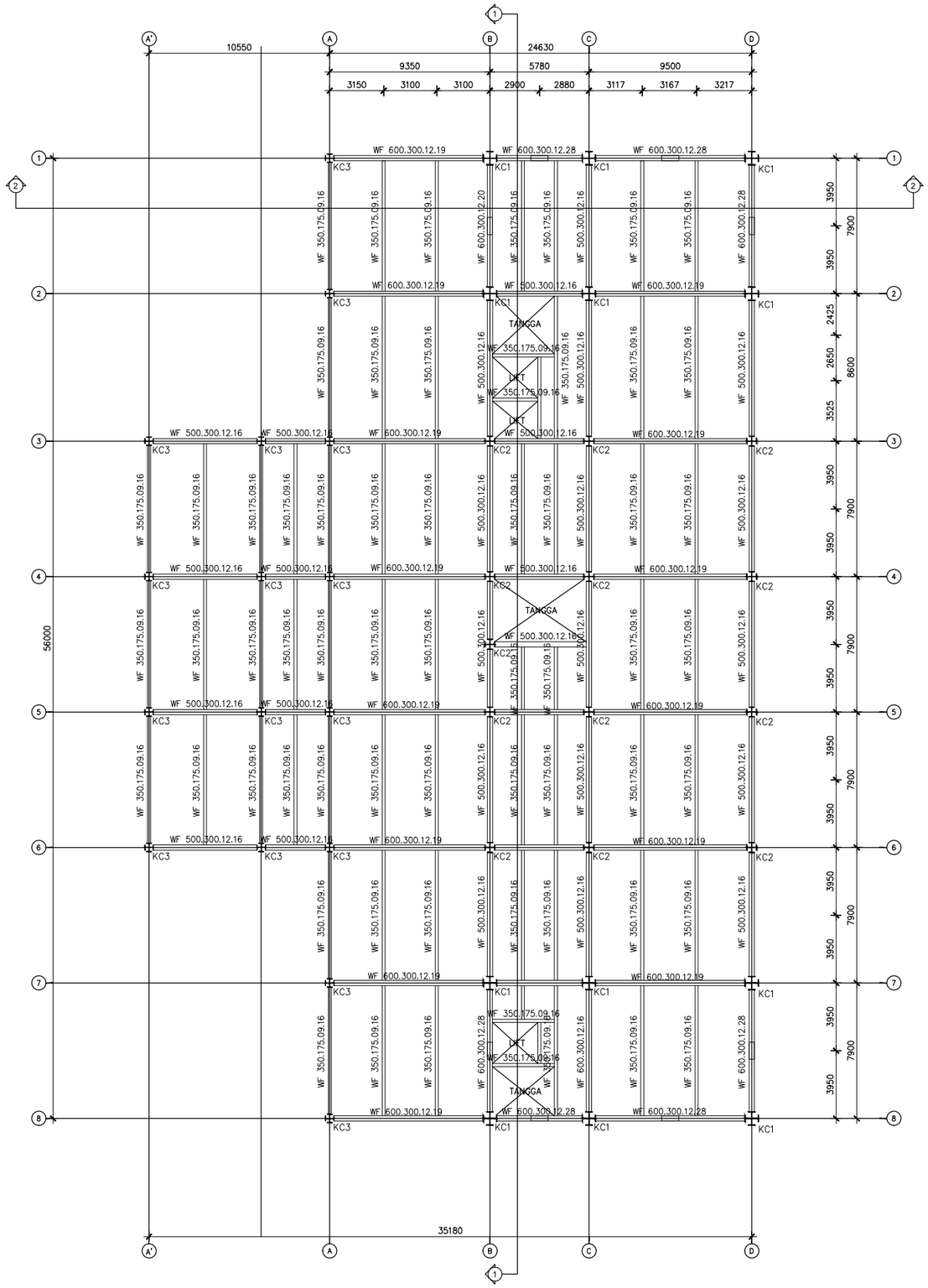
KETERANGAN

SKALA

1 : 300

NOMOR GAMBAR

STR 2



DENAH KOLOM & BALOK
GROUND FLOOR ELV. +4.000
SKALA 1 : 300

PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN TEKNIK SIPIL
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2025

JUDUL PROYEK AKHIR

ALTERNATIF DESAIN GEDUNG PERKULIAHAN DI SEMARANG MENGGUNAKAN PELAT BAJA KOMPOSIT DENGAN SISTEM STRUKTUR ECCENTRICALLY BRACED FRAME (EBF)

ASISTEN DOSEN

Ir. Raden Buyung Anugraha Affandhie, S.T., M.T.
NIP. 197402032002121002

Ifarrel Rachmanda Hariyanto, S.T., M.T.
NIP 200002172024061001

NAMA MAHASISWA

MUHAMMAD FIKRI FIRDAUS MUAZAM
2035211045

NAMA GAMBAR

DENAH KOLOM & BALOK

KETERANGAN

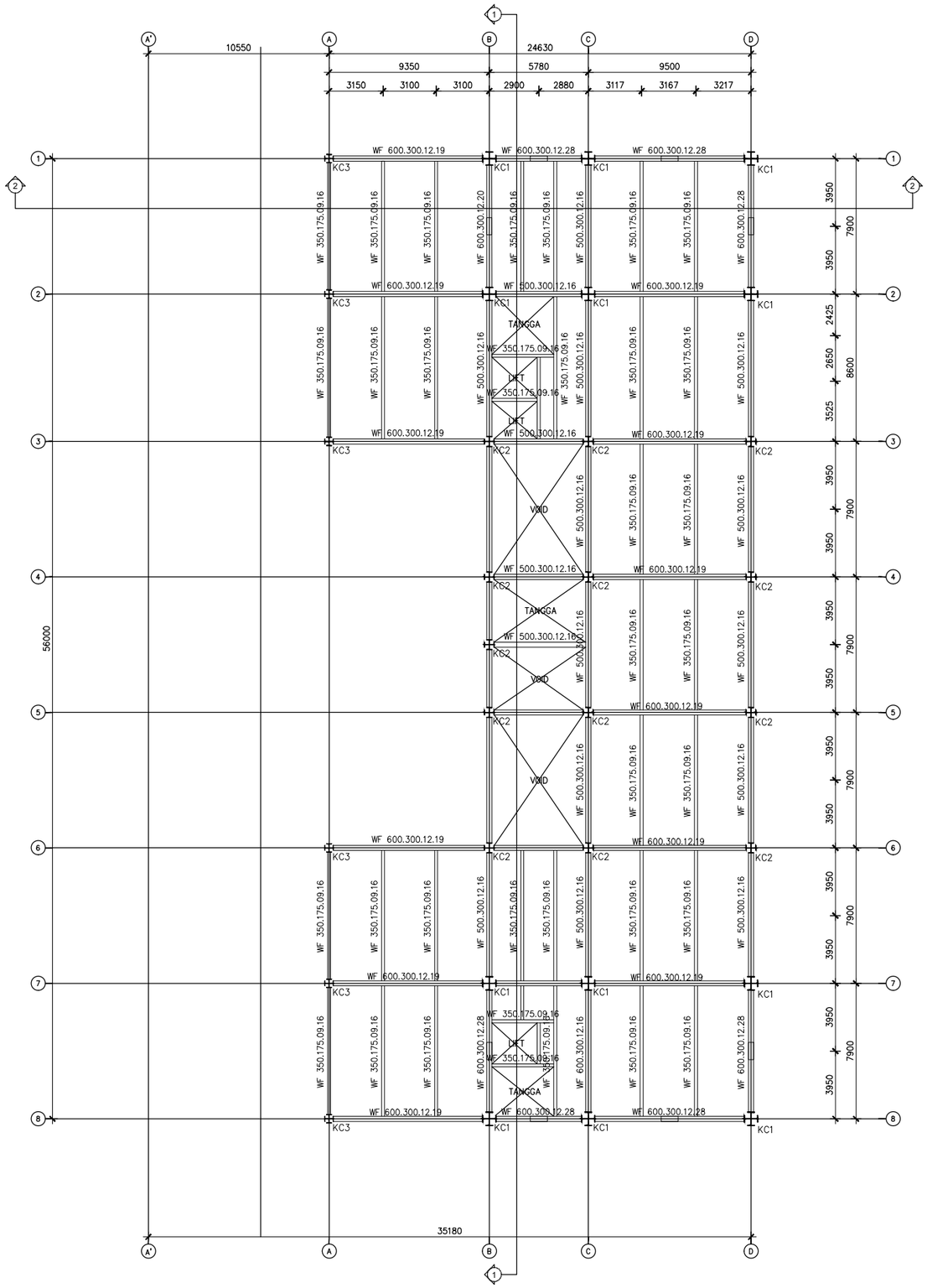
B1	=	WF 600.300.12.19
B2	=	WF 500.300.12.16
BA	=	WF 350.175.09.16
LINK	=	WF 600.300.12.28
BOL	=	WF 600.300.12.28
BR1	=	H 300.300.25
BR2	=	H 300.300.16
KC1	=	WF 800.400.19.32
KC2	=	WF 600.300.12.28
KC3	=	WF 500.300.12.19

SKALA

1 : 300

NOMOR GAMBAR

STR 3



DENAH KOLOM & BALOK
1ST FLOOR ELV. +10.200
SKALA 1 : 300

PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN TEKNIK SIPIL
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2025

JUDUL PROYEK AKHIR

ALTERNATIF DESAIN GEDUNG PERKULIAHAN DI SEMARANG MENGGUNAKAN PELAT BAJA KOMPOSIT DENGAN SISTEM STRUKTUR ECCENTRICALLY BRACED FRAME (EBF)

ASISTEN DOSEN

Ir. Raden Buyung Anugraha Affandhie, S.T., M.T.
NIP. 197402032002121002

Ifarrel Rachmanda Hariyanto, S.T., M.T.
NIP 200002172024061001

NAMA MAHASISWA

MUHAMMAD FIKRI FIRDAUS MUAZAM
2035211045

NAMA GAMBAR

DENAH KOLOM & BALOK

KETERANGAN

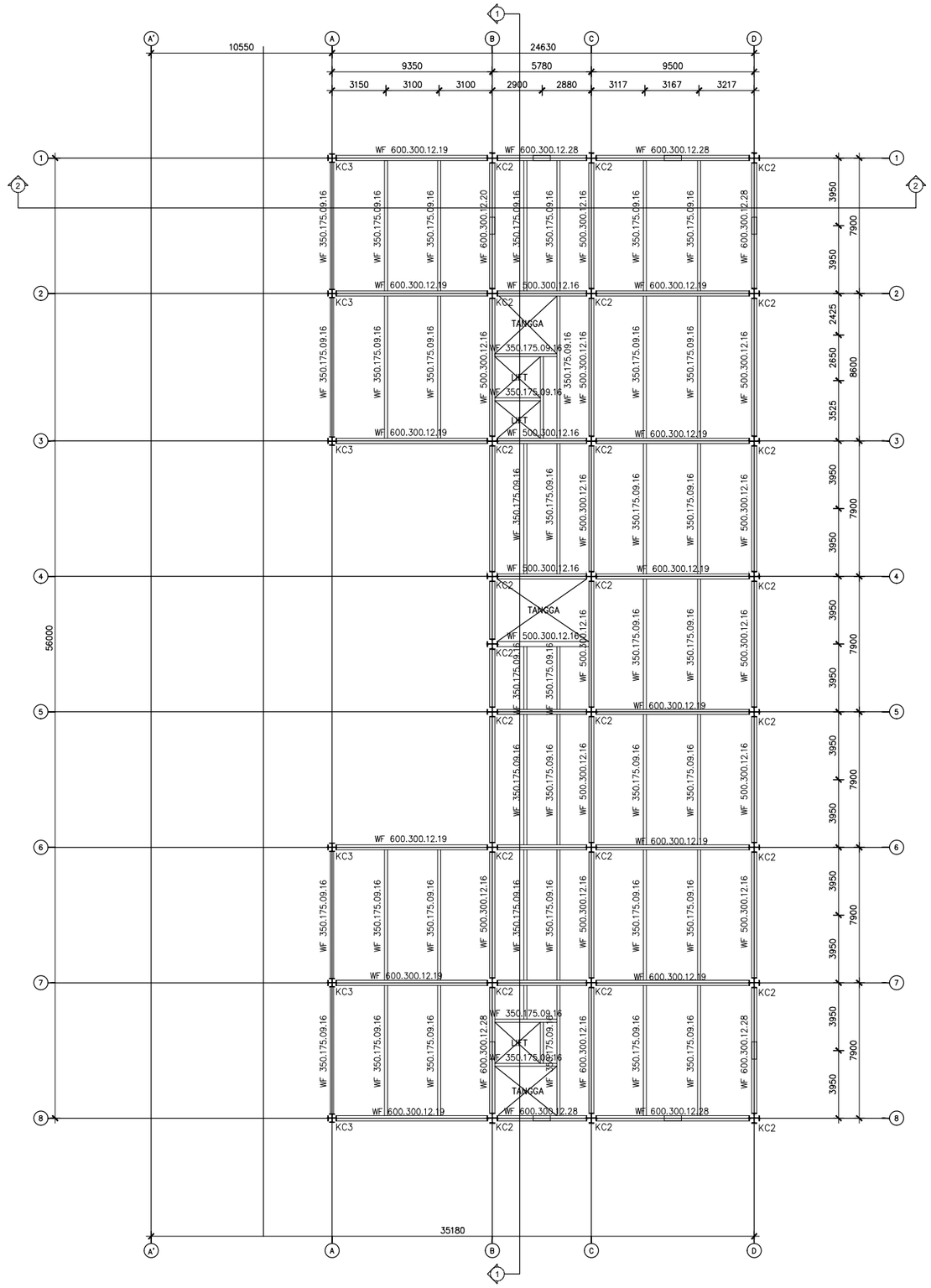
B1	=	WF 600.300.12.19
B2	=	WF 500.300.12.16
BA	=	WF 350.175.09.16
LINK	=	WF 600.300.12.28
BOL	=	WF 600.300.12.28
BR1	=	H 300.300.25
BR2	=	H 300.300.16
KC1	=	WF 800.400.19.32
KC2	=	WF 600.300.12.28
KC3	=	WF 500.300.12.19

SKALA

1 : 300

NOMOR GAMBAR

STR 4



DENAH KOLOM & BALOK
2ND FLOOR ELV. +14.400
SKALA 1 : 300

PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN TEKNIK SIPIL
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2025

JUDUL PROYEK AKHIR

ALTERNATIF DESAIN GEDUNG PERKULIAHAN DI SEMARANG MENGGUNAKAN PELAT BAJA KOMPOSIT DENGAN SISTEM STRUKTUR ECCENTRICALLY BRACED FRAME (EBF)

ASISTEN DOSEN

Ir. Raden Buyung Anugraha Affandhie, S.T., M.T.
NIP. 197402032002121002

Ifarrel Rachmanda Hariyanto, S.T., M.T.
NIP 200002172024061001

NAMA MAHASISWA

MUHAMMAD FIKRI FIRDAUS MUAZAM
2035211045

NAMA GAMBAR

DENAH KOLOM & BALOK

KETERANGAN

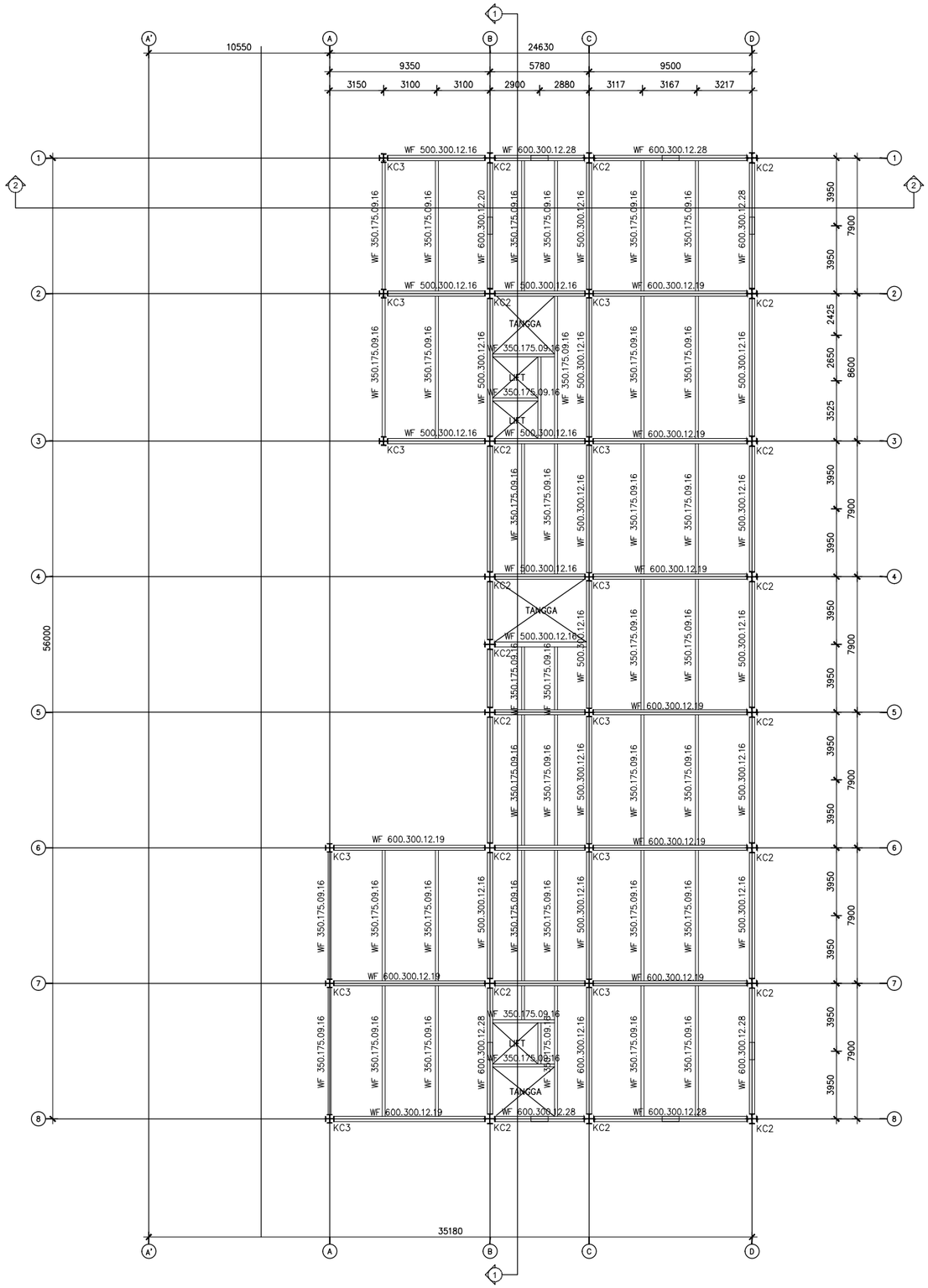
B1	=	WF 600.300.12.19
B2	=	WF 500.300.12.16
BA	=	WF 350.175.09.16
LINK	=	WF 600.300.12.28
BOL	=	WF 600.300.12.28
BR1	=	H 300.300.25
BR2	=	H 300.300.16
KC1	=	WF 800.400.19.32
KC2	=	WF 600.300.12.28
KC3	=	WF 500.300.12.19

SKALA

1 : 300

NOMOR GAMBAR

STR 5



DENAH KOLOM & BALOK
3RD FLOOR ELV. +18.600
SKALA 1 : 300

PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN TEKNIK SIPIL
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2025

JUDUL PROYEK AKHIR

ALTERNATIF DESAIN GEDUNG PERKULIAHAN DI SEMARANG MENGGUNAKAN PELAT BAJA KOMPOSIT DENGAN SISTEM STRUKTUR ECCENTRICALLY BRACED FRAME (EBF)

ASISTEN DOSEN

Ir. Raden Buyung Anugraha Affandhie, S.T., M.T.
NIP. 197402032002121002

Ifarrel Rachmanda Hariyanto, S.T., M.T.
NIP 200002172024061001

NAMA MAHASISWA

MUHAMMAD FIKRI FIRDAUS MUAZAM
2035211045

NAMA GAMBAR

DENAH KOLOM & BALOK

KETERANGAN

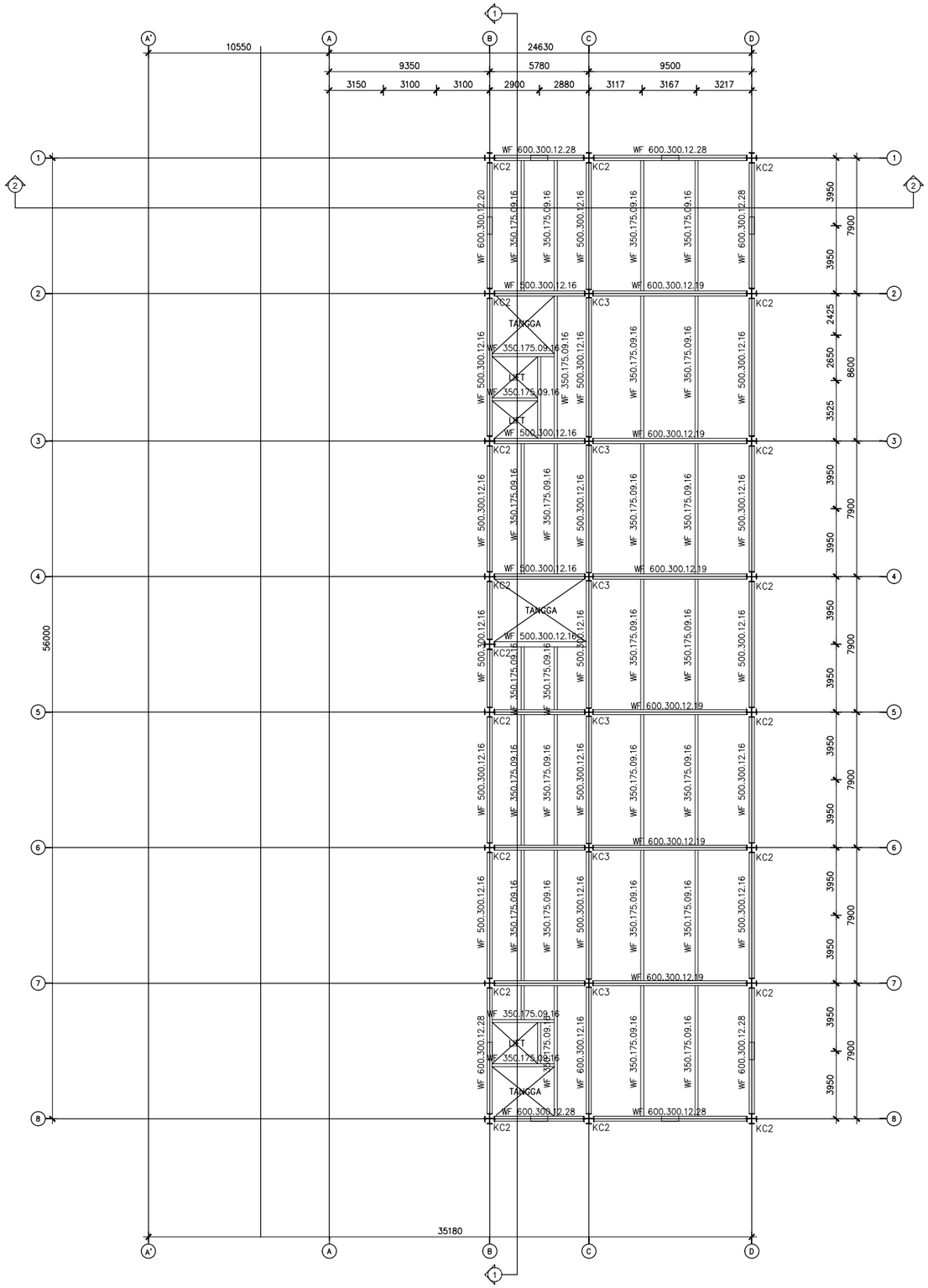
B1	=	WF 600.300.12.19
B2	=	WF 500.300.12.16
BA	=	WF 350.175.09.16
LINK	=	WF 600.300.12.28
BOL	=	WF 600.300.12.28
BR1	=	H 300.300.25
BR2	=	H 300.300.16
KC1	=	WF 800.400.19.32
KC2	=	WF 600.300.12.28
KC3	=	WF 500.300.12.19

SKALA

1 : 300

NOMOR GAMBAR

STR 6



DENAH KOLOM & BALOK
4TH FLOOR ELV. +22.800
SKALA 1 : 300

PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN TEKNIK SIPIL
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2025

JUDUL PROYEK AKHIR

ALTERNATIF DESAIN GEDUNG PERKULIAHAN DI SEMARANG MENGGUNAKAN PELAT BAJA KOMPOSIT DENGAN SISTEM STRUKTUR ECCENTRICALLY BRACED FRAME (EBF)

ASISTEN DOSEN

Ir. Raden Buyung Anugraha Affandhie, S.T., M.T.
NIP. 197402032002121002

Ifarrel Rachmanda Hariyanto, S.T., M.T.
NIP 200002172024061001

NAMA MAHASISWA

MUHAMMAD FIKRI FIRDAUS MUAZAM
2035211045

NAMA GAMBAR

DENAH KOLOM & BALOK

KETERANGAN

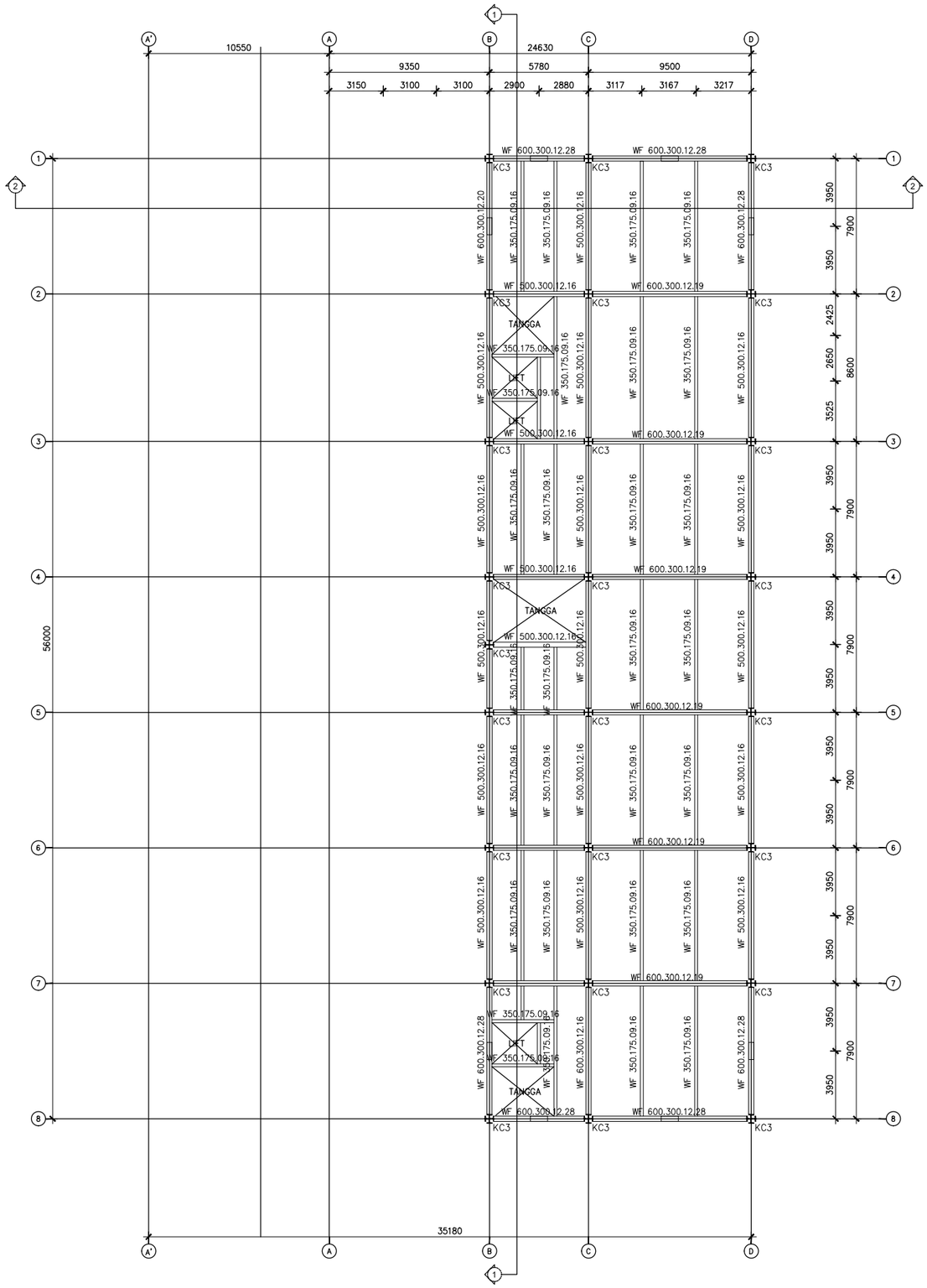
B1	=	WF 600.300.12.19
B2	=	WF 500.300.12.16
BA	=	WF 350.175.09.16
LINK	=	WF 600.300.12.28
BOL	=	WF 600.300.12.28
BR1	=	H 300.300.25
BR2	=	H 300.300.16
KC1	=	WF 800.400.19.32
KC2	=	WF 600.300.12.28
KC3	=	WF 500.300.12.19

SKALA

1 : 300

NOMOR GAMBAR

STR 7



DENAH KOLOM & BALOK
5TH FLOOR ELV. +27.000
SKALA 1 : 300

PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN TEKNIK SIPIL
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2025

JUDUL PROYEK AKHIR

ALTERNATIF DESAIN GEDUNG PERKULIAHAN DI SEMARANG MENGGUNAKAN PELAT BAJA KOMPOSIT DENGAN SISTEM STRUKTUR ECCENTRICALLY BRACED FRAME (EBF)

ASISTEN DOSEN

Ir. Raden Buyung Anugraha Affandhie, S.T., M.T.
NIP. 197402032002121002

Ifarrel Rachmanda Hariyanto, S.T., M.T.
NIP 200002172024061001

NAMA MAHASISWA

MUHAMMAD FIKRI FIRDAUS MUAZAM
2035211045

NAMA GAMBAR

DENAH KOLOM & BALOK

KETERANGAN

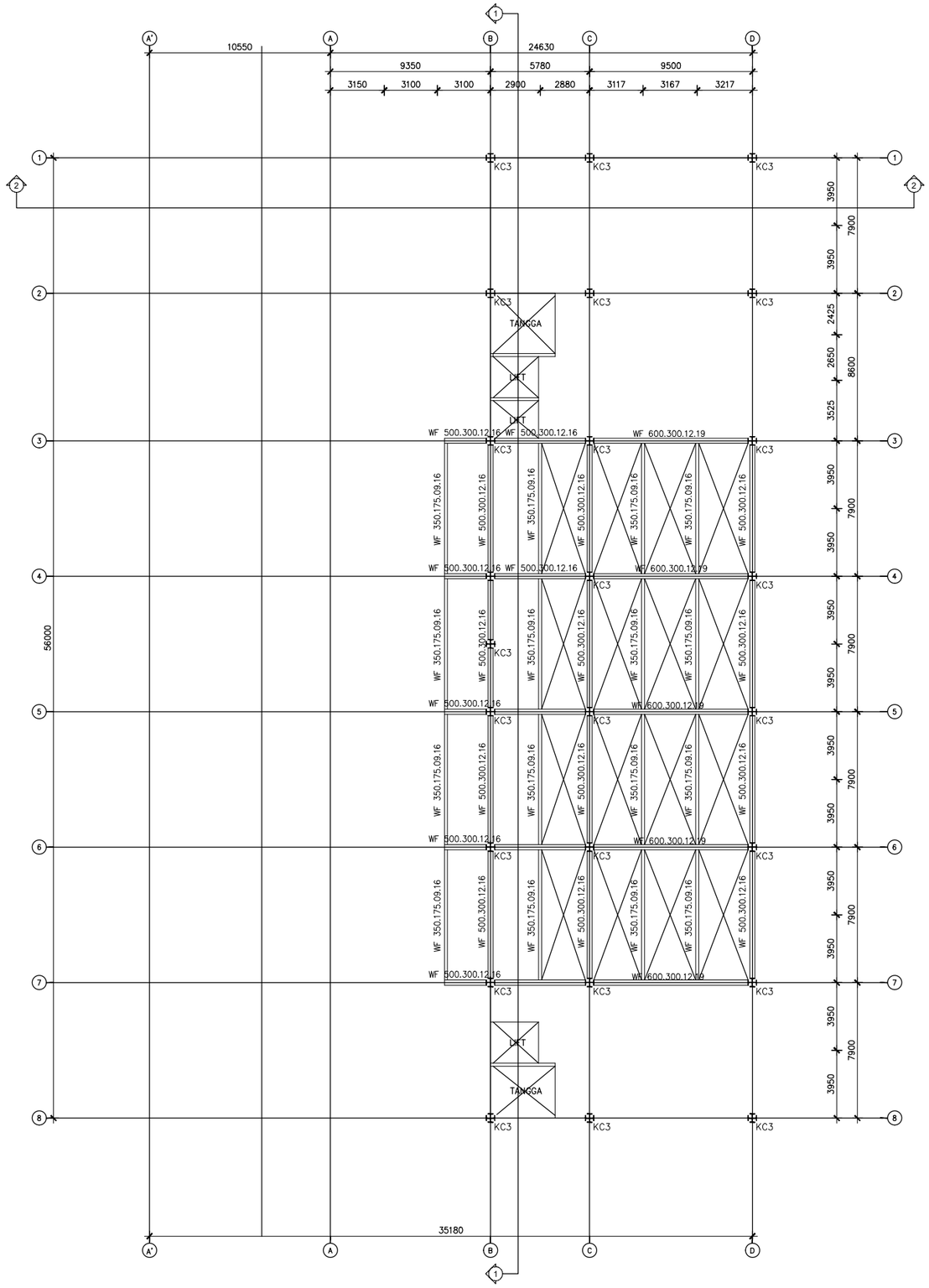
B1	=	WF 600.300.12.19
B2	=	WF 500.300.12.16
BA	=	WF 350.175.09.16
LINK	=	WF 600.300.12.28
BOL	=	WF 600.300.12.28
BR1	=	H 300.300.25
BR2	=	H 300.300.16
KC1	=	WF 800.400.19.32
KC2	=	WF 600.300.12.28
KC3	=	WF 500.300.12.19

SKALA

1 : 300

NOMOR GAMBAR

STR 8



DENAH KOLOM & BALOK
LANTAI AUDITORIUM ELV. +31.200
SKALA 1 : 300

PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN TEKNIK SIPIL
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2025

JUDUL PROYEK AKHIR

ALTERNATIF DESAIN GEDUNG PERKULIAHAN DI SEMARANG MENGGUNAKAN PELAT BAJA KOMPOSIT DENGAN SISTEM STRUKTUR ECCENTRICALLY BRACED FRAME (EBF)

ASISTEN DOSEN

Ir. Raden Buyung Anugraha Affandhie, S.T., M.T.
NIP. 197402032002121002

Ifarrel Rachmanda Hariyanto, S.T., M.T.
NIP 200002172024061001

NAMA MAHASISWA

MUHAMMAD FIKRI FIRDAUS MUAZAM
2035211045

NAMA GAMBAR

DENAH KOLOM & BALOK

KETERANGAN

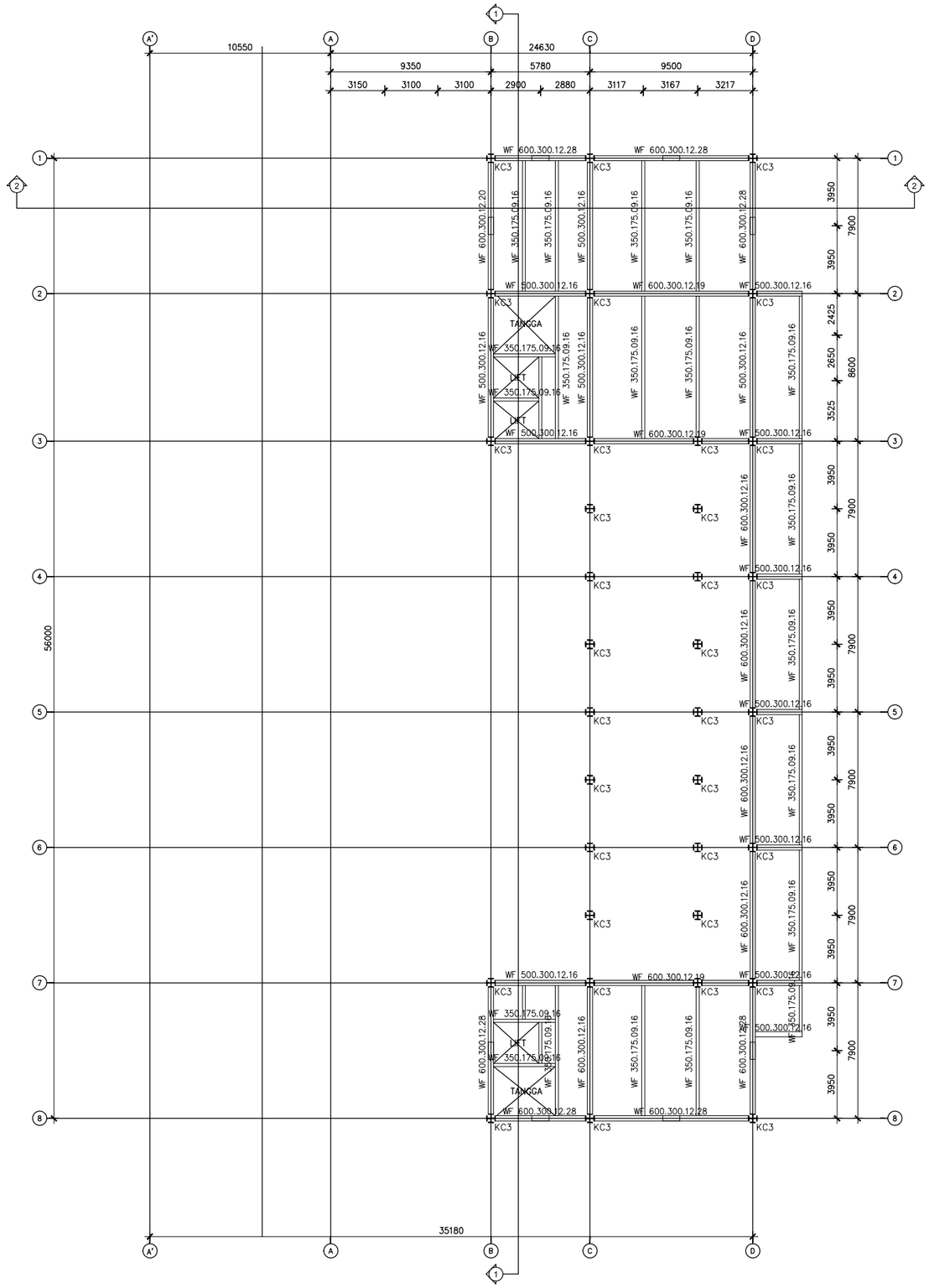
B1	=	WF 600.300.12.19
B2	=	WF 500.300.12.16
BA	=	WF 350.175.09.16
LINK	=	WF 600.300.12.28
BOL	=	WF 600.300.12.28
BR1	=	H 300.300.25
BR2	=	H 300.300.16
KC1	=	WF 800.400.19.32
KC2	=	WF 600.300.12.28
KC3	=	WF 500.300.12.19

SKALA

1 : 300

NOMOR GAMBAR

STR 9



DENAH KOLOM & BALOK
6TH FLOOR ELV. +33.360
SKALA 1 : 300

PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN TEKNIK SIPIL
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2025

JUDUL PROYEK AKHIR

ALTERNATIF DESAIN GEDUNG PERKULIAHAN DI SEMARANG MENGGUNAKAN PELAT BAJA KOMPOSIT DENGAN SISTEM STRUKTUR ECCENTRICALLY BRACED FRAME (EBF)

ASISTEN DOSEN

Ir. Raden Buyung Anugraha Affandhie, S.T., M.T.
NIP. 197402032002121002

Ifarrel Rachmanda Hariyanto, S.T., M.T.
NIP 200002172024061001

NAMA MAHASISWA

MUHAMMAD FIKRI FIRDAUS MUAZAM
2035211045

NAMA GAMBAR

DENAH KOLOM & BALOK

KETERANGAN

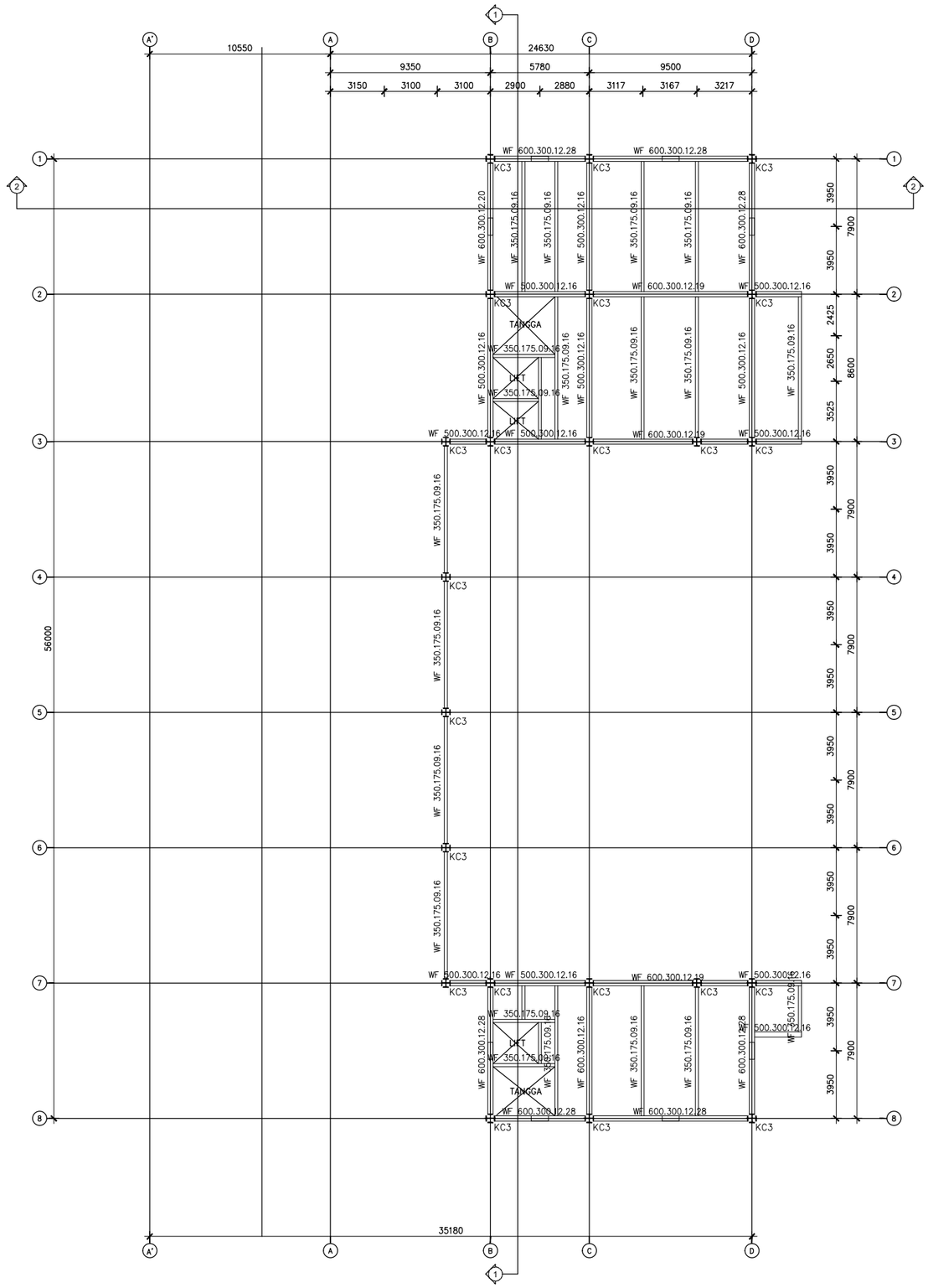
B1	=	WF 600.300.12.19
B2	=	WF 500.300.12.16
BA	=	WF 350.175.09.16
LINK	=	WF 600.300.12.28
BOL	=	WF 600.300.12.28
BR1	=	H 300.300.25
BR2	=	H 300.300.16
KC1	=	WF 800.400.19.32
KC2	=	WF 600.300.12.28
KC3	=	WF 500.300.12.19

SKALA

1 : 300

NOMOR GAMBAR

STR 10



DENAH KOLOM & BALOK
ROOF FLOOR ELV. +37.590
SKALA 1 : 300

PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN TEKNIK SIPIL
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2025

JUDUL PROYEK AKHIR

ALTERNATIF DESAIN GEDUNG PERKULIAHAN DI SEMARANG MENGGUNAKAN PELAT BAJA KOMPOSIT DENGAN SISTEM STRUKTUR ECCENTRICALLY BRACED FRAME (EBF)

ASISTEN DOSEN

Ir. Raden Buyung Anugraha Affandhie, S.T., M.T.
NIP. 197402032002121002

Ifarrel Rachmanda Hariyanto, S.T., M.T.
NIP 200002172024061001

NAMA MAHASISWA

MUHAMMAD FIKRI FIRDAUS MUAZAM
2035211045

NAMA GAMBAR

DENAH KOLOM & BALOK

KETERANGAN

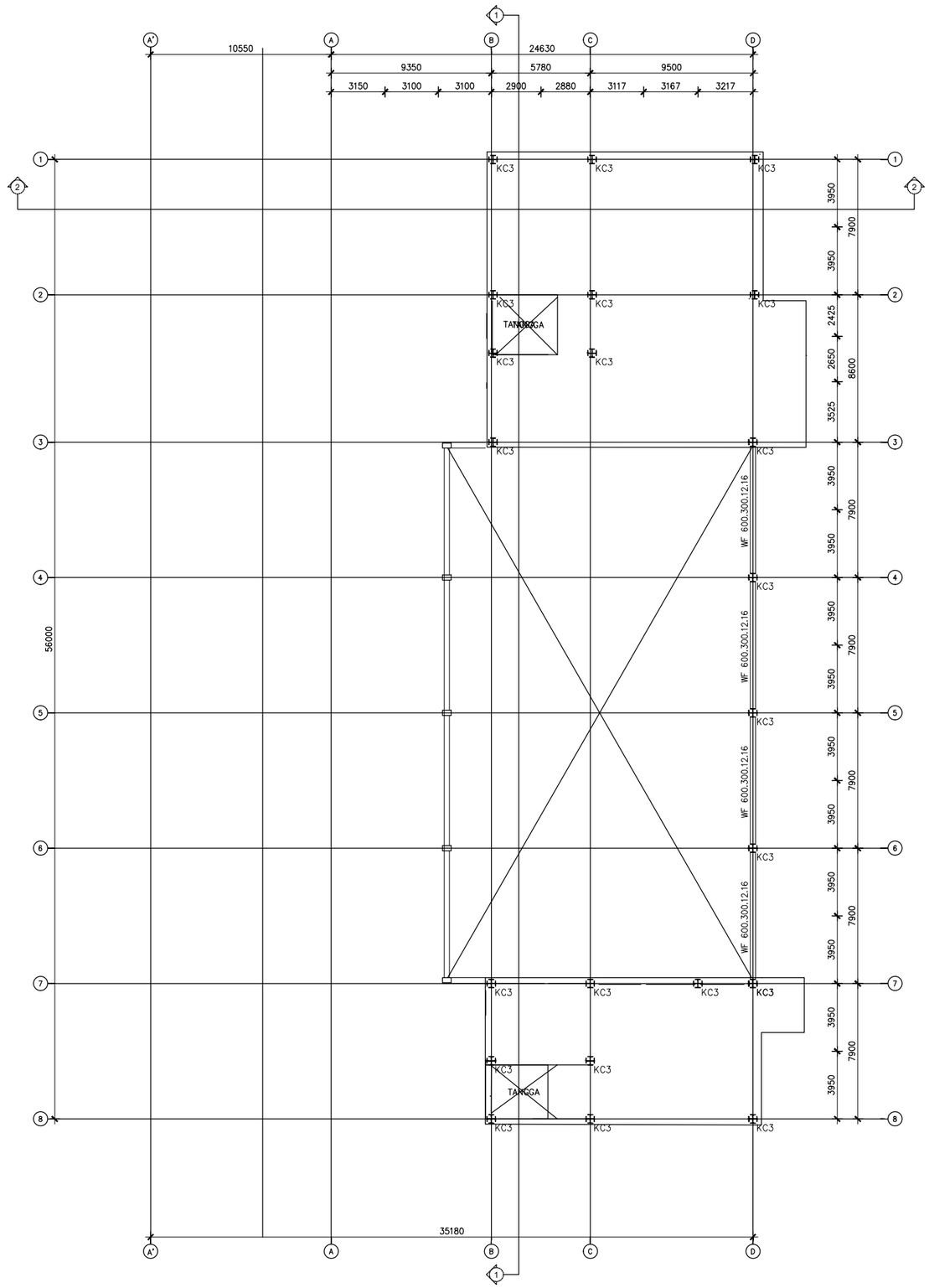
B1	=	WF 600.300.12.19
B2	=	WF 500.300.12.16
BA	=	WF 350.175.09.16
LINK	=	WF 600.300.12.28
BOL	=	WF 600.300.12.28
BR1	=	H 300.300.25
BR2	=	H 300.300.16
KC1	=	WF 800.400.19.32
KC2	=	WF 600.300.12.28
KC3	=	WF 500.300.12.19

SKALA

1 : 300

NOMOR GAMBAR

STR 11



DENAH KOLOM & BALOK
LANTAI MESIN LIFT ELV. +38.810
SKALA 1 : 300

PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN TEKNIK SIPIL
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2025

JUDUL PROYEK AKHIR

ALTERNATIF DESAIN GEDUNG PERKULIAHAN DI SEMARANG MENGGUNAKAN PELAT BAJA KOMPOSIT DENGAN SISTEM STRUKTUR ECCENTRICALLY BRACED FRAME (EBF)

ASISTEN DOSEN

Ir. Raden Buyung Anugraha Affandhie, S.T., M.T.
NIP. 197402032002121002

Ifarrel Rachmanda Hariyanto, S.T., M.T.
NIP 200002172024061001

NAMA MAHASISWA

MUHAMMAD FIKRI FIRDAUS MUAZAM
2035211045

NAMA GAMBAR

DENAH KOLOM & BALOK

KETERANGAN

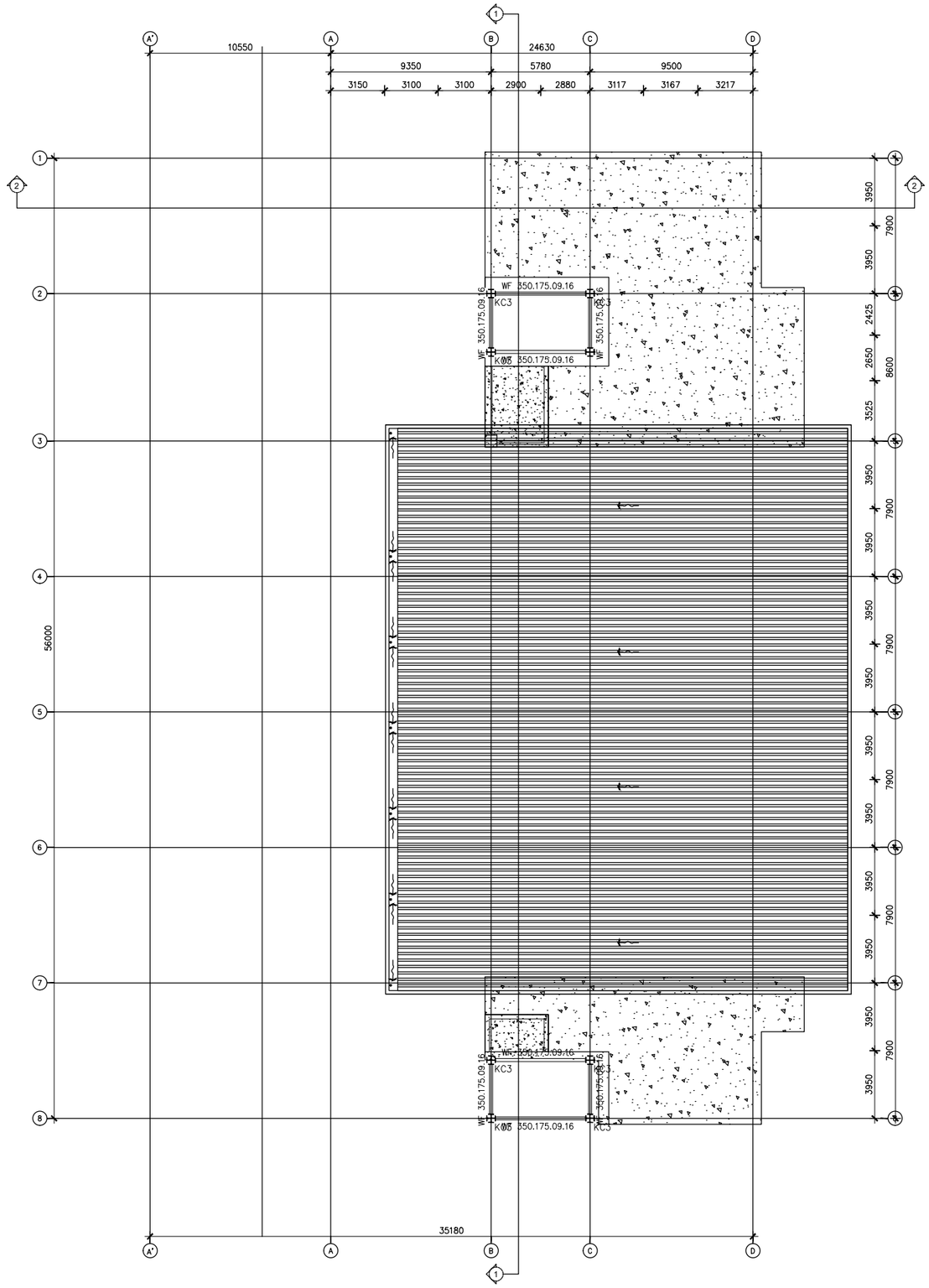
B1	=	WF 600.300.12.19
B2	=	WF 500.300.12.16
BA	=	WF 350.175.09.16
LINK	=	WF 600.300.12.28
BOL	=	WF 600.300.12.28
BR1	=	H 300.300.25
BR2	=	H 300.300.16
KC1	=	WF 800.400.19.32
KC2	=	WF 600.300.12.28
KC3	=	WF 500.300.12.19

SKALA

1 : 300

NOMOR GAMBAR

STR 12



DENAH BALOK
DAK ATAP TANGGA ELV. +40.590
SKALA 1 : 300

PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN TEKNIK SIPIL
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2025

JUDUL PROYEK AKHIR

ALTERNATIF DESAIN GEDUNG PERKULIAHAN DI SEMARANG MENGGUNAKAN PELAT BAJA KOMPOSIT DENGAN SISTEM STRUKTUR ECCENTRICALLY BRACED FRAME (EBF)

ASISTEN DOSEN

Ir. Raden Buyung Anugraha Affandhie, S.T., M.T.
NIP. 197402032002121002

Ifarrel Rachmanda Hariyanto, S.T., M.T.
NIP 200002172024061001

NAMA MAHASISWA

MUHAMMAD FIKRI FIRDAUS MUAZAM
2035211045

NAMA GAMBAR

DENAH BALOK

KETERANGAN

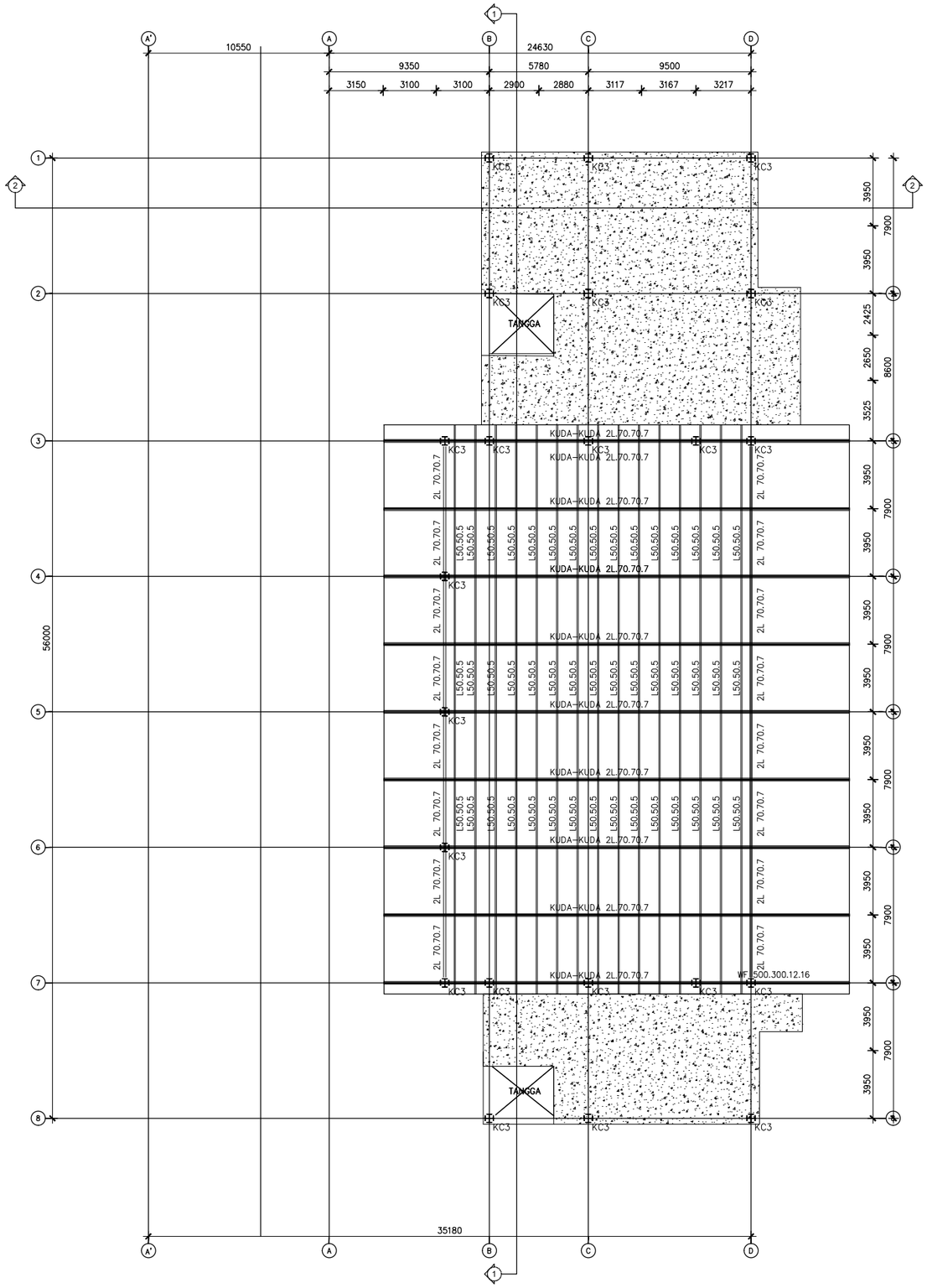
B1	=	WF 600.300.12.19
B2	=	WF 500.300.12.16
BA	=	WF 350.175.09.16
LINK	=	WF 600.300.12.28
BOL	=	WF 600.300.12.28
BR1	=	H 300.300.25
BR2	=	H 300.300.16
KC1	=	WF 800.400.19.32
KC2	=	WF 600.300.12.28
KC3	=	WF 500.300.12.19

SKALA

1 : 300

NOMOR GAMBAR

STR 13



DENAH KUDA-KUDA ATAP

SKALA 1 : 300

PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN TEKNIK SIPIL
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2025

JUDUL PROYEK AKHIR

ALTERNATIF DESAIN GEDUNG PERKULIAHAN DI SEMARANG MENGGUNAKAN PELAT BAJA KOMPOSIT DENGAN SISTEM STRUKTUR ECCENTRICALLY BRACED FRAME (EBF)

ASISTEN DOSEN

Ir. Raden Buyung Anugraha Affandhie, S.T., M.T.
NIP. 197402032002121002

Ifarrel Rachmanda Hariyanto, S.T., M.T.
NIP 200002172024061001

NAMA MAHASISWA

MUHAMMAD FIKRI FIRDAUS MUAZAM
2035211045

NAMA GAMBAR

DENAH KUDA KUDA ATAP

KETERANGAN

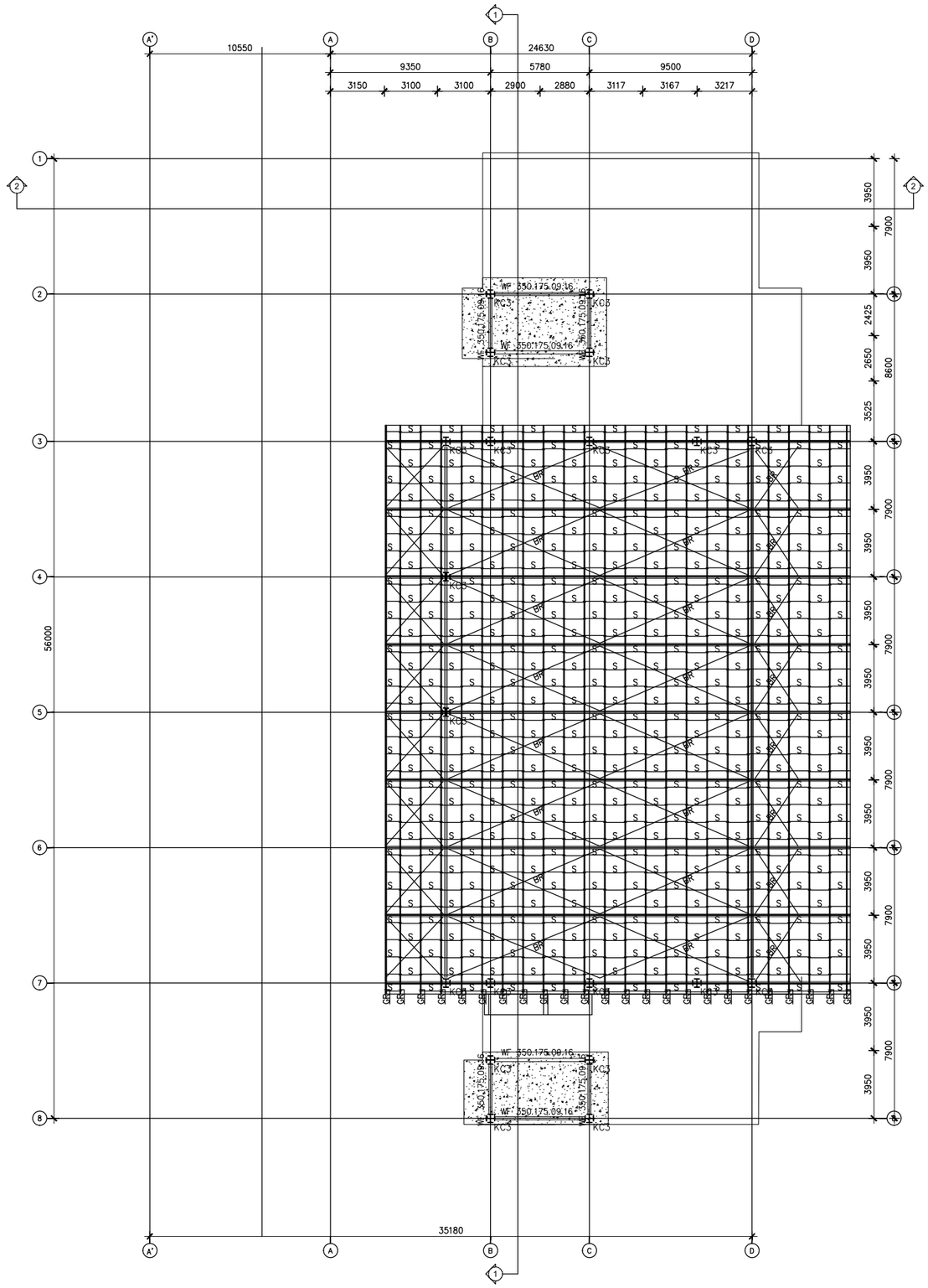
B1	=	WF 600.300.12.19
B2	=	WF 500.300.12.16
BA	=	WF 350.175.09.16
LINK	=	WF 600.300.12.28
BOL	=	WF 600.300.12.28
BR1	=	H 300.300.25
BR2	=	H 300.300.16
KC1	=	WF 800.400.19.32
KC2	=	WF 600.300.12.28
KC3	=	WF 500.300.12.19

SKALA

1 : 300

NOMOR GAMBAR

STR 14



DENAH RANGKA ATAP
SKALA 1 : 300

PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN TEKNIK SIPIL
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2025

JUDUL PROYEK AKHIR

ALTERNATIF DESAIN GEDUNG PERKULIAHAN DI SEMARANG MENGGUNAKAN PELAT BAJA KOMPOSIT DENGAN SISTEM STRUKTUR ECCENTRICALLY BRACED FRAME (EBF)

ASISTEN DOSEN

Ir. Raden Buyung Anugraha Affandhie, S.T., M.T.
NIP. 197402032002121002

Ifarrel Rachmanda Hariyanto, S.T., M.T.
NIP 200002172024061001

NAMA MAHASISWA

MUHAMMAD FIKRI FIRDAUS MUAZAM
2035211045

NAMA GAMBAR

DENAH RANGKA ATAP

KETERANGAN

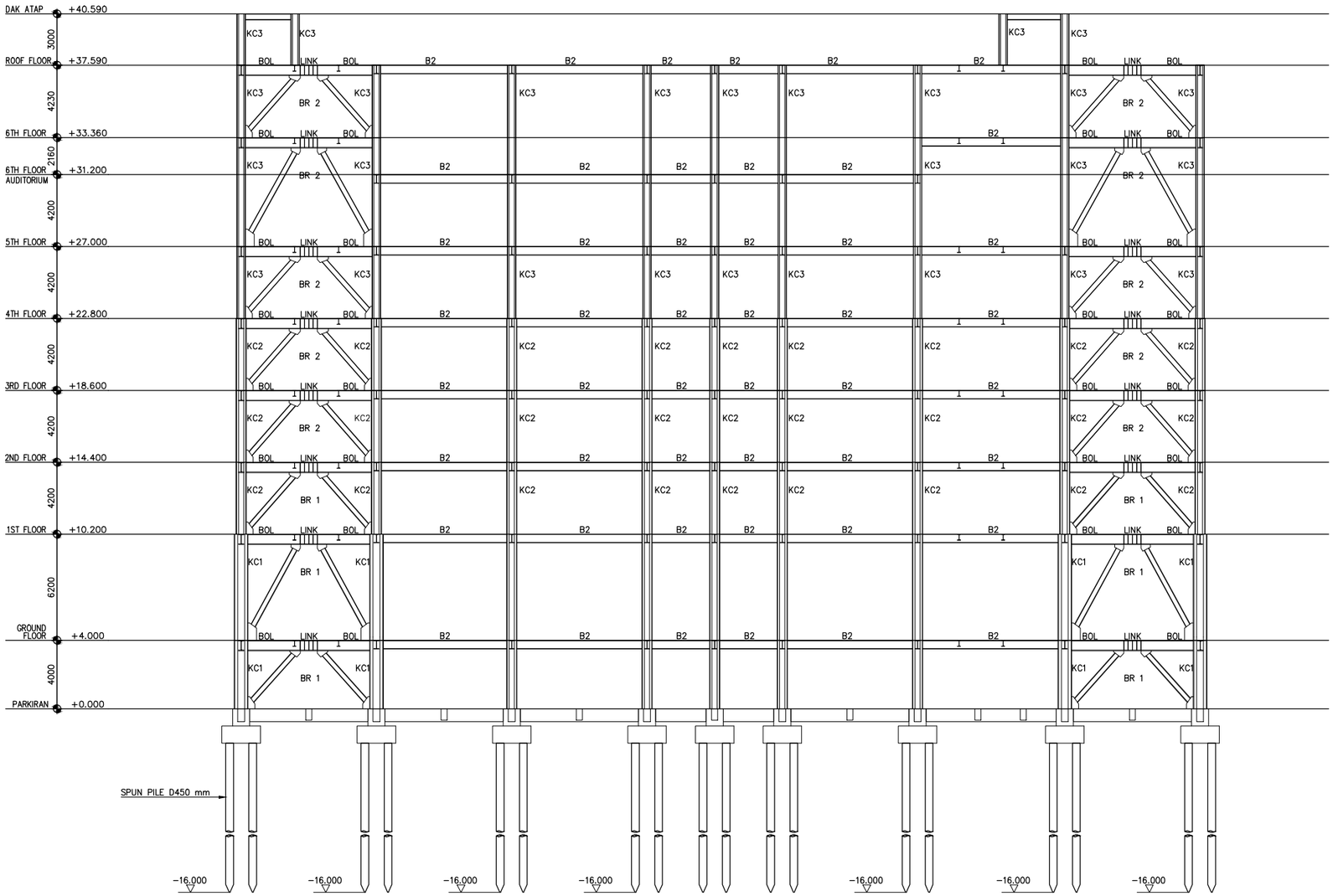
B1	=	WF 600.300.12.19
B2	=	WF 500.300.12.16
BA	=	WF 350.175.09.16
LINK	=	WF 600.300.12.28
BOL	=	WF 600.300.12.28
BR1	=	H 300.300.25
BR2	=	H 300.300.16
KC1	=	WF 800.400.19.32
KC2	=	WF 600.300.12.28
KC3	=	WF 500.300.12.19

SKALA

1 : 300

NOMOR GAMBAR

STR 15



POTONGAN 1-1
SKALA 1 : 300

PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN TEKNIK SIPIL
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2025

JUDUL PROYEK AKHIR

ALTERNATIF DESAIN GEDUNG PERKULIAHAN DI SEMARANG MENGGUNAKAN PELAT BAJA KOMPOSIT DENGAN SISTEM STRUKTUR ECCENTRICALLY BRACED FRAME (EBF)

ASISTEN DOSEN

Ir. Raden Buyung Anugraha Affandhie, S.T., M.T.
NIP. 197402032002121002

Ifarrel Rachmanda Hariyanto, S.T., M.T.
NIP 200002172024061001

NAMA MAHASISWA

MUHAMMAD FIKRI FIRDAUS MUAZAM
2035211045

NAMA GAMBAR

DENAH POTONGAN 1-1

KETERANGAN

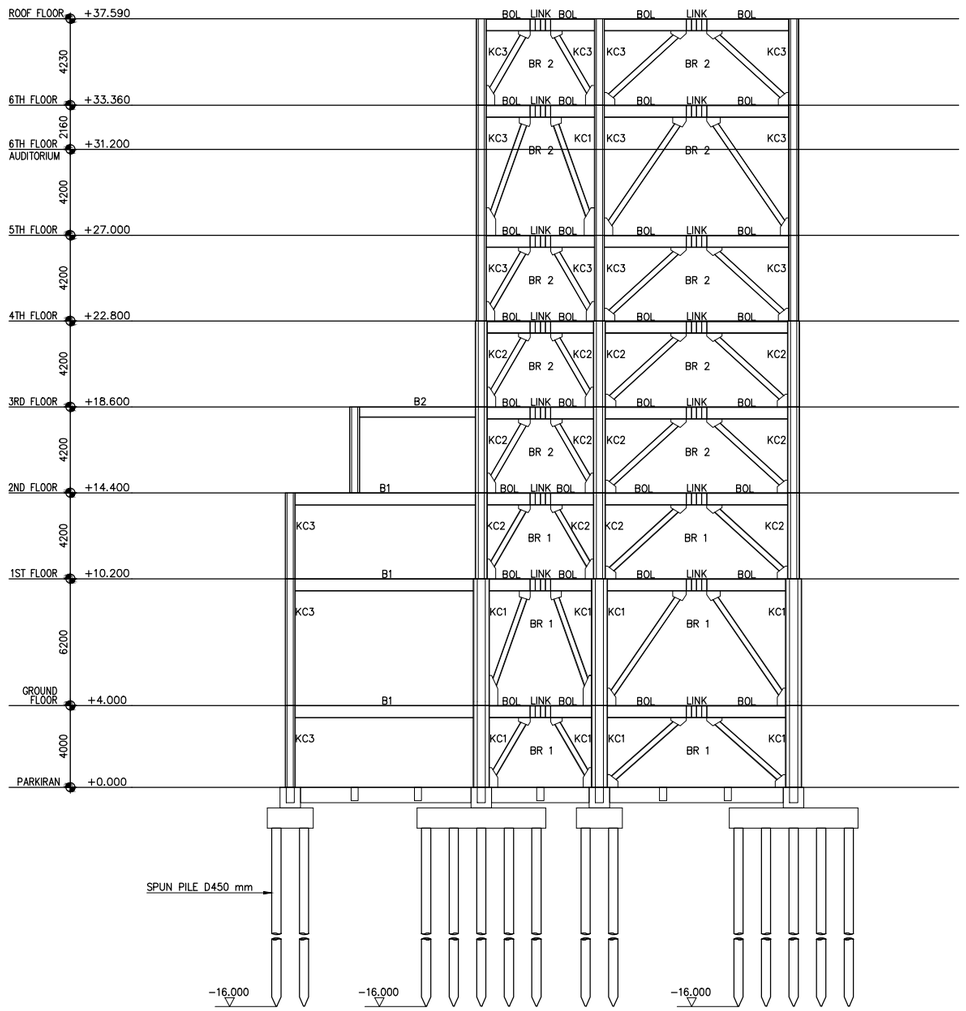
B1	=	WF 600.300.12.19
B2	=	WF 500.300.12.16
BA	=	WF 350.175.09.16
LINK	=	WF 600.300.12.28
BOL	=	WF 600.300.12.28
BR1	=	H 300.300.25
BR2	=	H 300.300.16
KC1	=	WF 800.400.19.32
KC2	=	WF 600.300.12.28
KC3	=	WF 500.300.12.19

SKALA

1 : 300

NOMOR GAMBAR

STR 16



POTONGAN 2-2
SKALA 1 : 300

PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN TEKNIK SIPIL
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2025

JUDUL PROYEK AKHIR

ALTERNATIF DESAIN GEDUNG PERKULIAHAN DI SEMARANG MENGGUNAKAN PELAT BAJA KOMPOSIT DENGAN SISTEM STRUKTUR ECCENTRICALLY BRACED FRAME (EBF)

ASISTEN DOSEN

Ir. Raden Buyung Anugraha Affandhie, S.T., M.T.
NIP. 197402032002121002

Ifarrel Rachmanda Hariyanto, S.T., M.T.
NIP 200002172024061001

NAMA MAHASISWA

MUHAMMAD FIKRI FIRDAUS MUAZAM
2035211045

NAMA GAMBAR

DENAH POTONGAN 2-2

KETERANGAN

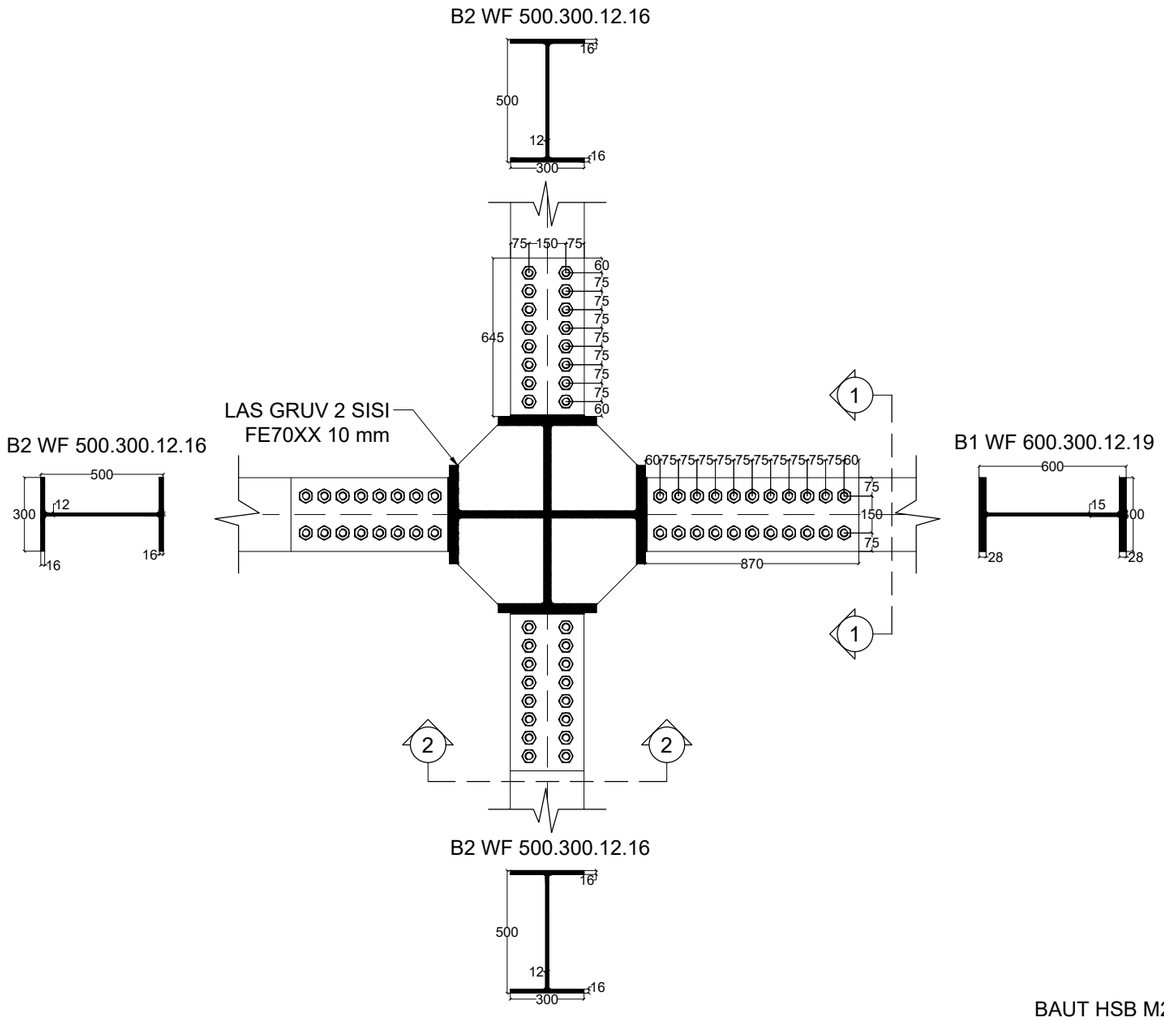
B1	=	WF 600.300.12.19
B2	=	WF 500.300.12.16
BA	=	WF 350.175.09.16
LINK	=	WF 600.300.12.28
BOL	=	WF 600.300.12.28
BR1	=	H 300.300.25
BR2	=	H 300.300.16
KC1	=	WF 800.400.19.32
KC2	=	WF 600.300.12.28
KC3	=	WF 500.300.12.19

SKALA

1 : 300

NOMOR GAMBAR

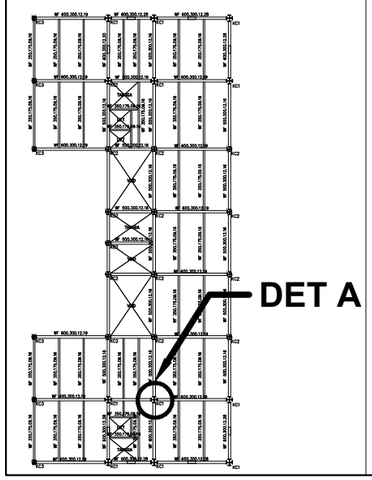
STR 17

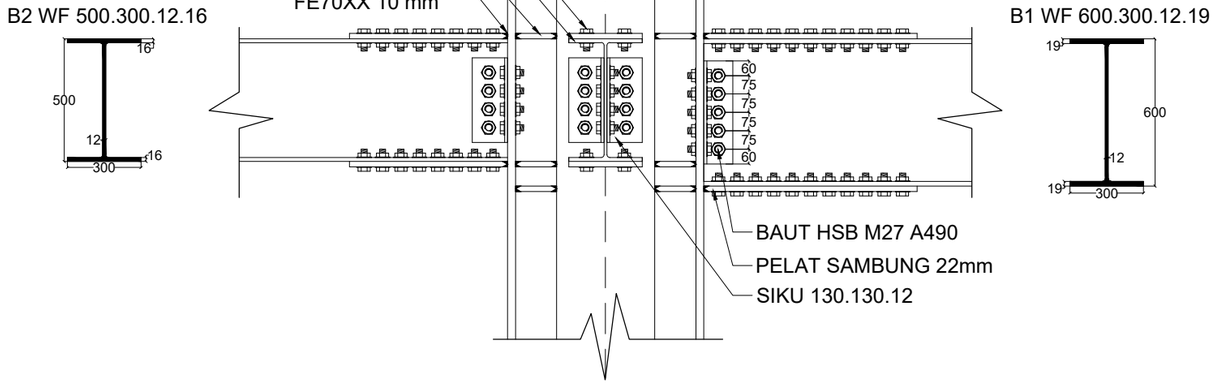


DETAIL A

SKALA 1:25

KEY PLAN





POTONGAN 1 - 1

SKALA 1:25

PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN TEKNIK SIPIL
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2025

JUDUL PROYEK AKHIR

ALTERNATIF DESAIN GEDUNG PERKULIAHAN DI SEMARANG MENGGUNAKAN PELAT BAJA KOMPOSIT DENGAN SISTEM STRUKTUR ECCENTRICALLY BRACED FRAME (EBF)

ASISTEN DOSEN

Ir. Raden Buyung Anugraha Affandhie, S.T., M.T.
NIP. 197402032002121002

Ifarrel Rachmanda Hariyanto, S.T., M.T.
NIP 200002172024061001

NAMA MAHASISWA

MUHAMMAD FIKRI FIRDAUS MUAZAM
2035211045

NAMA GAMBAR

SAMBUNGAN BALOK INDUK - KOLOM

KETERANGAN

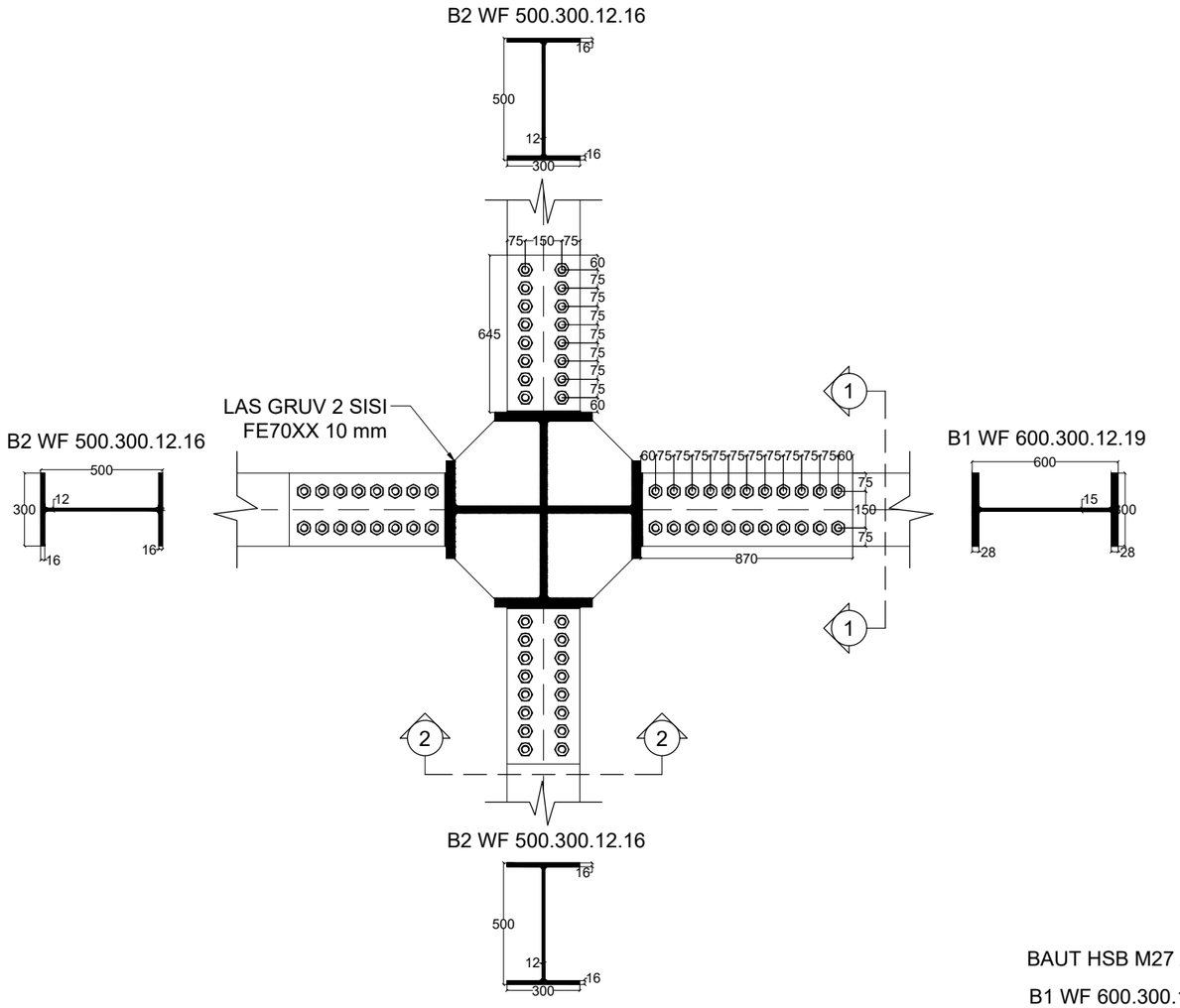
B1	=	WF 600.300.12.19
B2	=	WF 500.300.12.16
BA	=	WF 350.175.09.16
LINK	=	WF 600.300.12.28
BOL	=	WF 600.300.12.28
BR1	=	H 300.300.25
BR2	=	H 300.300.16
KC1	=	WF 800.400.19.32
KC2	=	WF 600.300.12.28
KC3	=	WF 500.300.12.19

SKALA

1 : 25

NOMOR GAMBAR

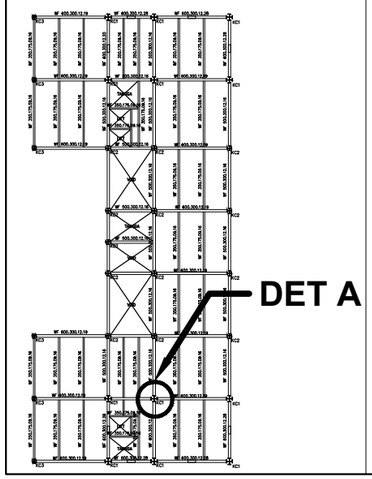
STR 18

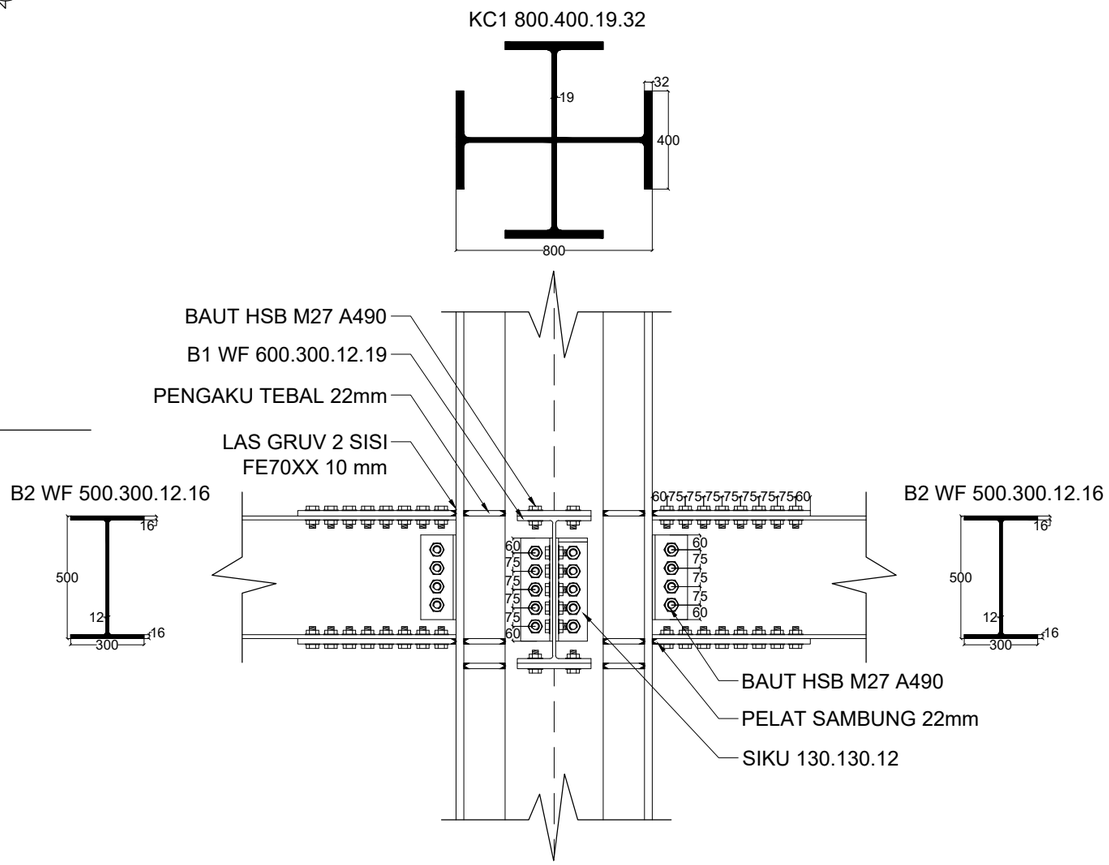


DETAIL A

SKALA 1:25

KEY PLAN





POTONGAN 2 - 2

SKALA 1:25

PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN TEKNIK SIPIL
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2025

JUDUL PROYEK AKHIR

ALTERNATIF DESAIN GEDUNG PERKULIAHAN DI SEMARANG MENGGUNAKAN PELAT BAJA KOMPOSIT DENGAN SISTEM STRUKTUR ECCENTRICALLY BRACED FRAME (EBF)

ASISTEN DOSEN

Ir. Raden Buyung Anugraha Affandhie, S.T., M.T.
NIP. 197402032002121002

Ifarrel Rachmanda Hariyanto, S.T., M.T.
NIP 200002172024061001

NAMA MAHASISWA

MUHAMMAD FIKRI FIRDAUS MUAZAM
2035211045

NAMA GAMBAR

SAMBUNGAN BALOK INDUK - KOLOM

KETERANGAN

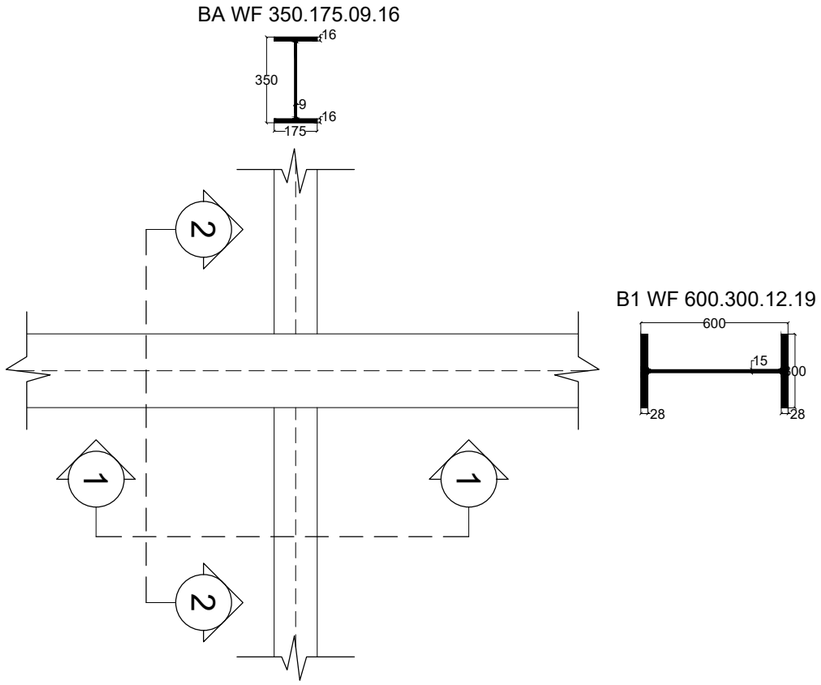
B1	=	WF 600.300.12.19
B2	=	WF 500.300.12.16
BA	=	WF 350.175.09.16
LINK	=	WF 600.300.12.28
BOL	=	WF 600.300.12.28
BR1	=	H 300.300.25
BR2	=	H 300.300.16
KC1	=	WF 800.400.19.32
KC2	=	WF 600.300.12.28
KC3	=	WF 500.300.12.19

SKALA

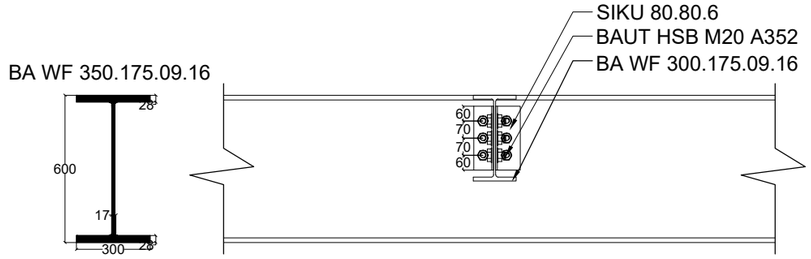
1 : 25

NOMOR GAMBAR

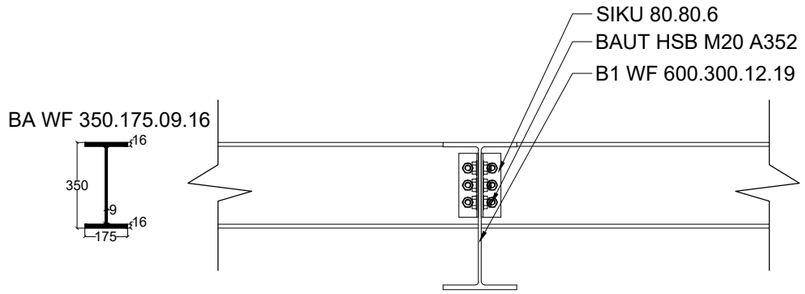
STR 18'



DETAIL B
SKALA 1:25

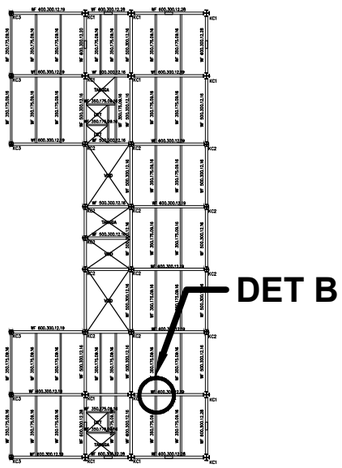


POTONGAN 1 - 1
SKALA 1:25



POTONGAN 2 - 2
SKALA 1:25

KEY PLAN



PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN TEKNIK SIPIL
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2025

JUDUL PROYEK AKHIR

ALTERNATIF DESAIN GEDUNG PERKULIAHAN DI SEMARANG MENGGUNAKAN PELAT BAJA KOMPOSIT DENGAN SISTEM STRUKTUR ECCENTRICALLY BRACED FRAME (EBF)

ASISTEN DOSEN

Ir. Raden Buyung Anugraha Affandhie, S.T., M.T.
NIP. 197402032002121002

Ifarrel Rachmanda Hariyanto, S.T., M.T.
NIP 200002172024061001

NAMA MAHASISWA

MUHAMMAD FIKRI FIRDAUS MUAZAM
2035211045

NAMA GAMBAR

SAMBUNGAN
BALOK ANAK - BALOK INDUK

KETERANGAN

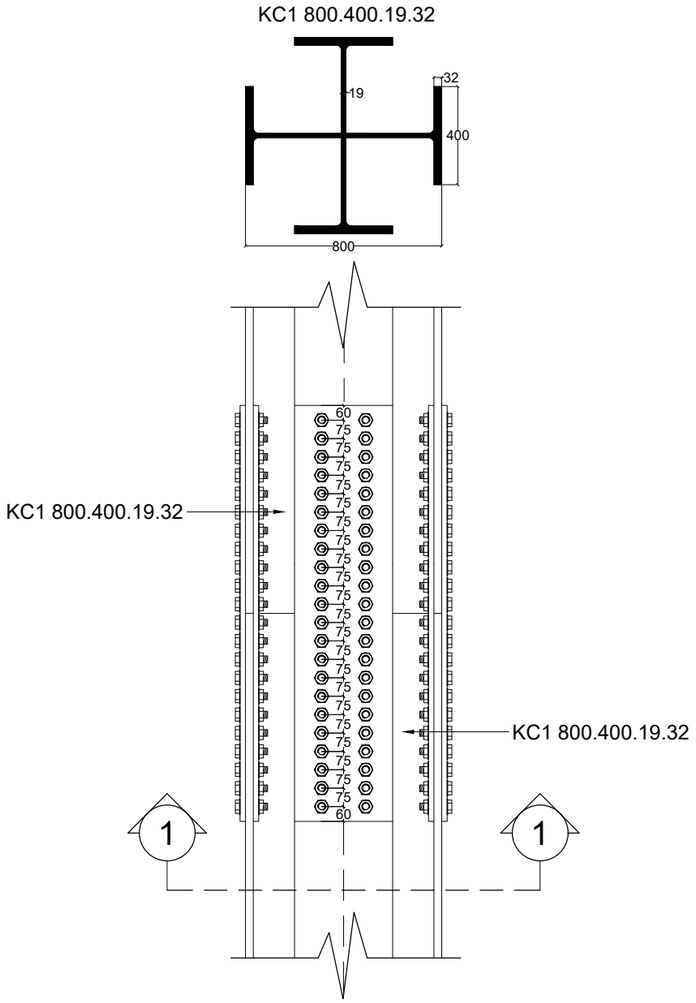
B1	=	WF 600.300.12.19
B2	=	WF 500.300.12.16
BA	=	WF 350.175.09.16
LINK	=	WF 600.300.12.28
BOL	=	WF 600.300.12.28
BR1	=	H 300.300.25
BR2	=	H 300.300.16
KC1	=	WF 800.400.19.32
KC2	=	WF 600.300.12.28
KC3	=	WF 500.300.12.19

SKALA

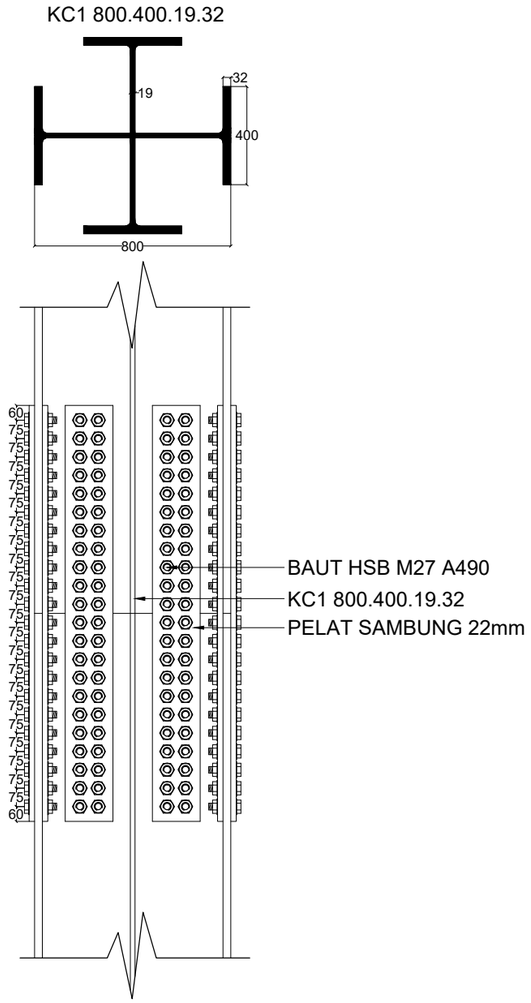
1 : 25

NOMOR GAMBAR

STR 19

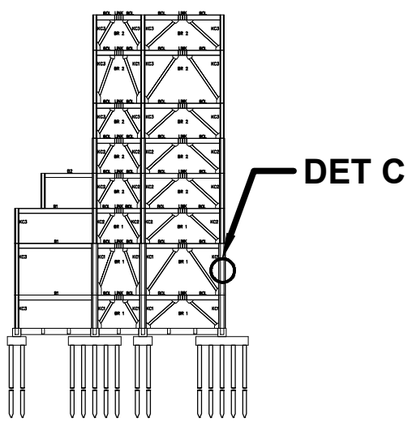


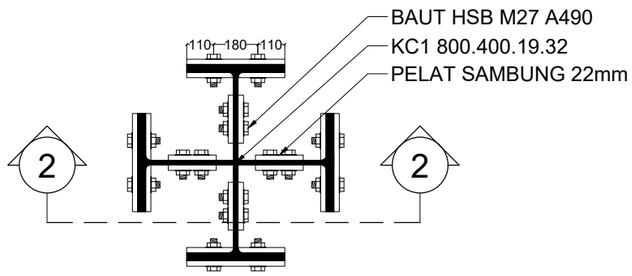
DETAIL C
SKALA 1:25



POTONGAN 2 - 2
SKALA 1:25

KEY PLAN





POTONGAN 1 - 1
SKALA 1:25

PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN TEKNIK SIPIL
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2025

JUDUL PROYEK AKHIR

ALTERNATIF DESAIN GEDUNG PERKULIAHAN DI SEMARANG MENGGUNAKAN PELAT BAJA KOMPOSIT DENGAN SISTEM STRUKTUR ECCENTRICALLY BRACED FRAME (EBF)

ASISTEN DOSEN

Ir. Raden Buyung Anugraha Affandhie, S.T., M.T.
NIP. 197402032002121002

Ifarrel Rachmanda Hariyanto, S.T., M.T.
NIP 200002172024061001

NAMA MAHASISWA

MUHAMMAD FIKRI FIRDAUS MUAZAM
2035211045

NAMA GAMBAR

SAMBUNGAN KOLOM KC 1

KETERANGAN

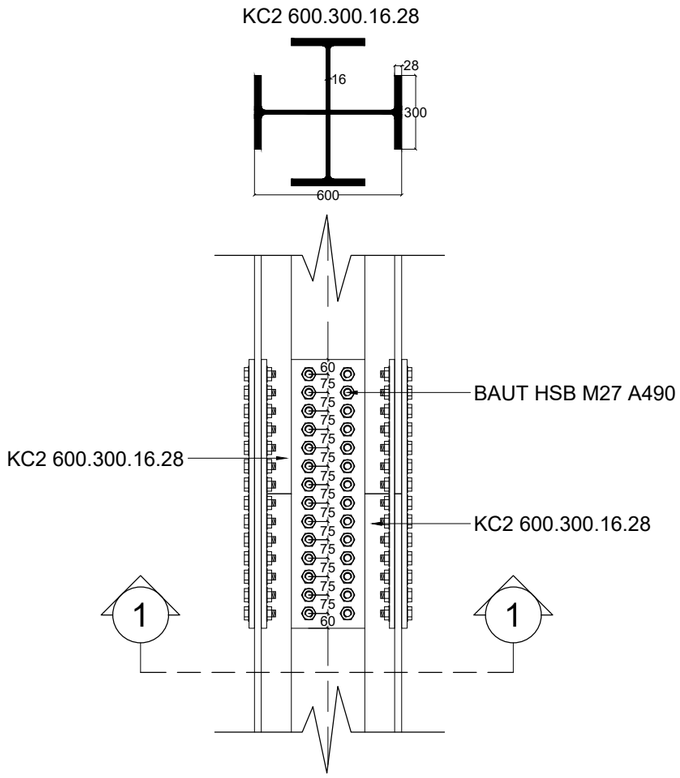
B1	=	WF 600.300.12.19
B2	=	WF 500.300.12.16
BA	=	WF 350.175.09.16
LINK	=	WF 600.300.12.28
BOL	=	WF 600.300.12.28
BR1	=	H 300.300.25
BR2	=	H 300.300.16
KC1	=	WF 800.400.19.32
KC2	=	WF 600.300.12.28
KC3	=	WF 500.300.12.19

SKALA

1 : 25

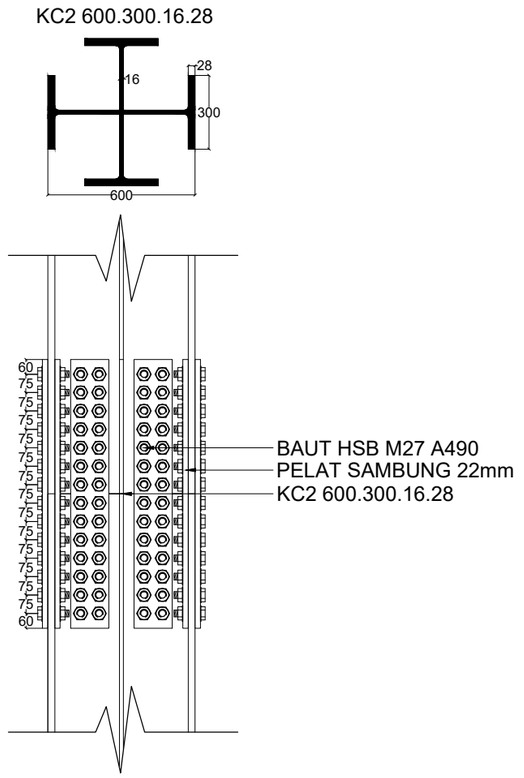
NOMOR GAMBAR

STR 20



DETAIL D

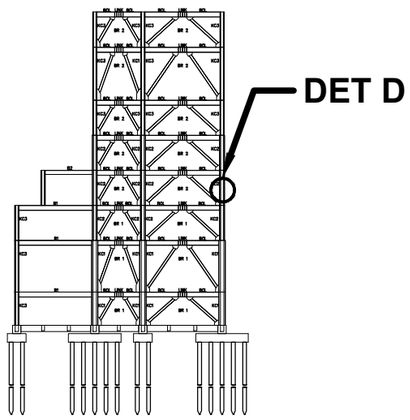
SKALA 1:25

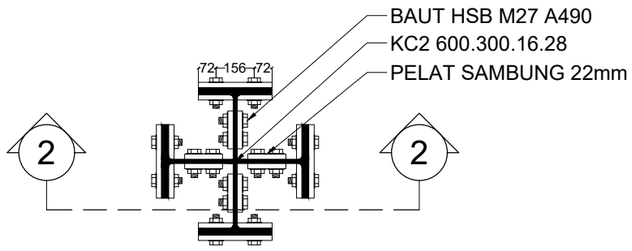


POTONGAN 2 - 2

SKALA 1:25

KEY PLAN





POTONGAN 1 - 1

SKALA 1:25

PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN TEKNIK SIPIL
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2025

JUDUL PROYEK AKHIR

ALTERNATIF DESAIN GEDUNG PERKULIAHAN DI SEMARANG MENGGUNAKAN PELAT BAJA KOMPOSIT DENGAN SISTEM STRUKTUR ECCENTRICALLY BRACED FRAME (EBF)

ASISTEN DOSEN

Ir. Raden Buyung Anugraha Affandhie, S.T., M.T.
NIP. 197402032002121002

Ifarrel Rachmanda Hariyanto, S.T., M.T.
NIP 200002172024061001

NAMA MAHASISWA

MUHAMMAD FIKRI FIRDAUS MUAZAM
2035211045

NAMA GAMBAR

SAMBUNGAN KOLOM KC 2

KETERANGAN

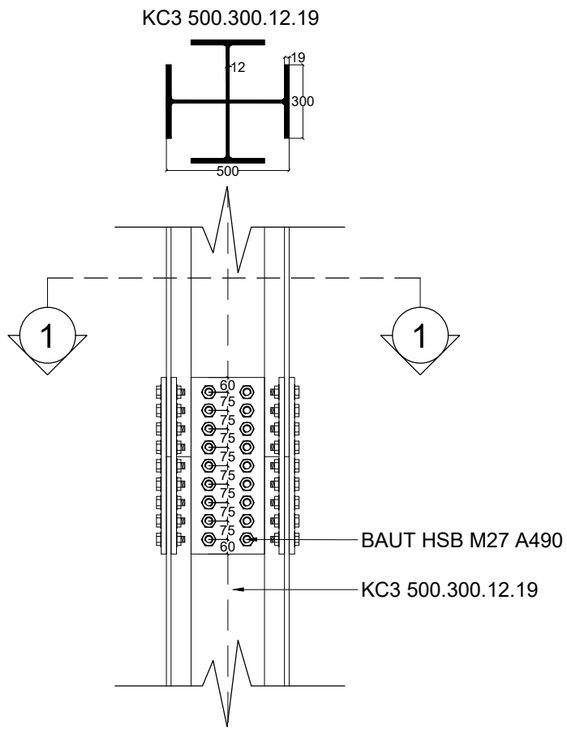
B1	=	WF 600.300.12.19
B2	=	WF 500.300.12.16
BA	=	WF 350.175.09.16
LINK	=	WF 600.300.12.28
BOL	=	WF 600.300.12.28
BR1	=	H 300.300.25
BR2	=	H 300.300.16
KC1	=	WF 800.400.19.32
KC2	=	WF 600.300.12.28
KC3	=	WF 500.300.12.19

SKALA

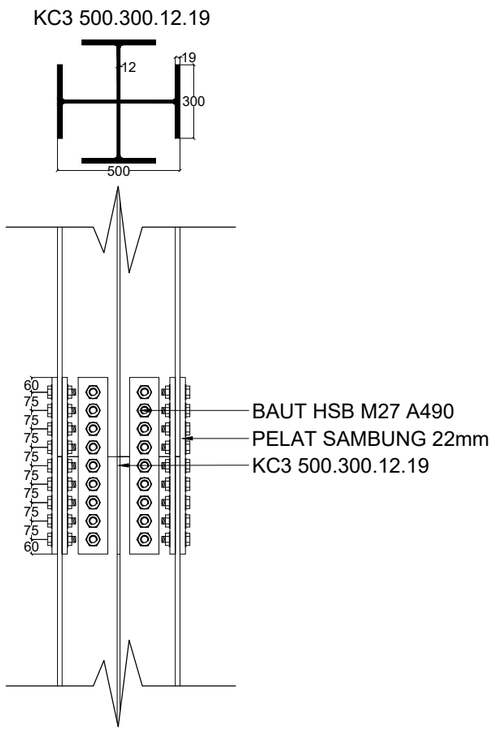
1 : 25

NOMOR GAMBAR

STR 21

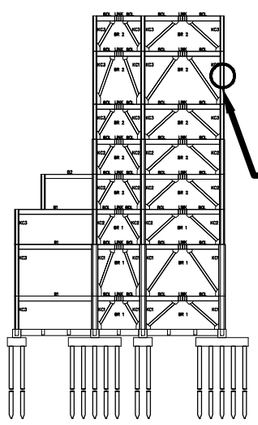


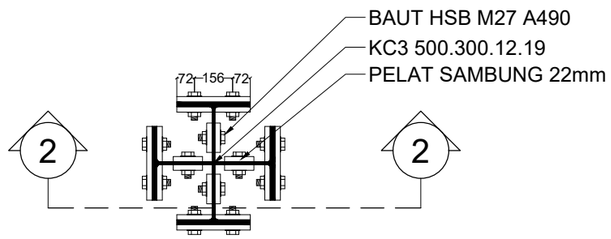
DETAIL E
SKALA 1:25



POTONGAN 2 - 2
SKALA 1:25

KEY PLAN





POTONGAN 1 - 1
SKALA 1:25

PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN TEKNIK SIPIL
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2025

JUDUL PROYEK AKHIR

ALTERNATIF DESAIN GEDUNG PERKULIAHAN DI SEMARANG MENGGUNAKAN PELAT BAJA KOMPOSIT DENGAN SISTEM STRUKTUR ECCENTRICALLY BRACED FRAME (EBF)

ASISTEN DOSEN

Ir. Raden Buyung Anugraha Affandhie, S.T., M.T.
NIP. 197402032002121002

Ifarrel Rachmanda Hariyanto, S.T., M.T.
NIP 200002172024061001

NAMA MAHASISWA

MUHAMMAD FIKRI FIRDAUS MUAZAM
2035211045

NAMA GAMBAR

SAMBUNGAN KOLOM KC 3

KETERANGAN

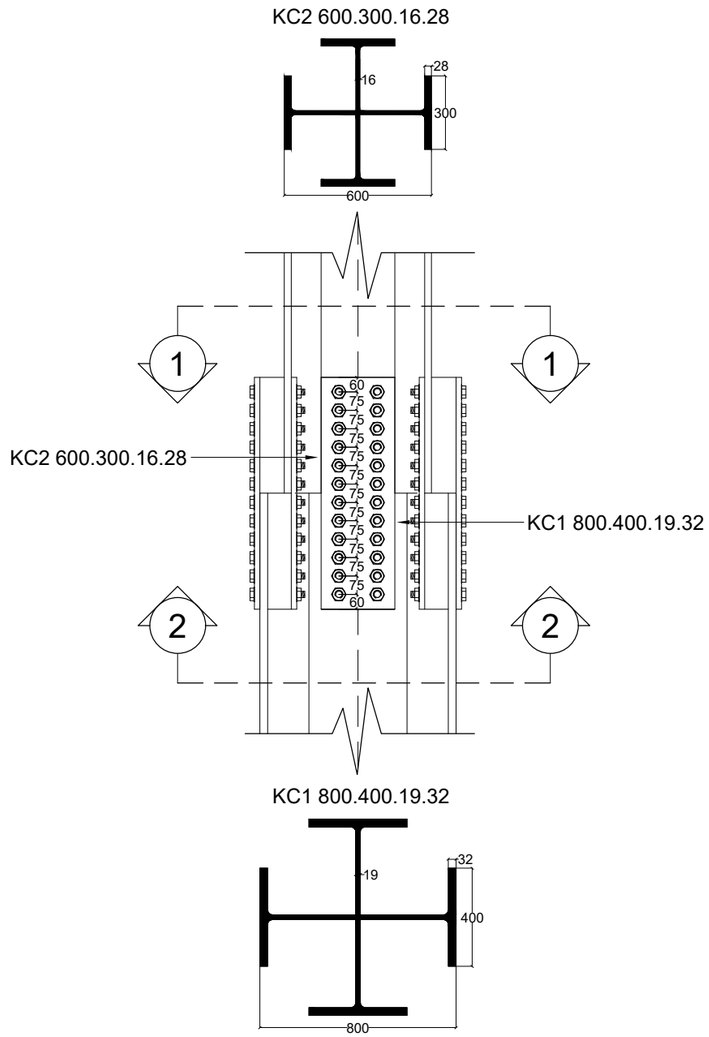
B1	=	WF 600.300.12.19
B2	=	WF 500.300.12.16
BA	=	WF 350.175.09.16
LINK	=	WF 600.300.12.28
BOL	=	WF 600.300.12.28
BR1	=	H 300.300.25
BR2	=	H 300.300.16
KC1	=	WF 800.400.19.32
KC2	=	WF 600.300.12.28
KC3	=	WF 500.300.12.19

SKALA

1 : 25

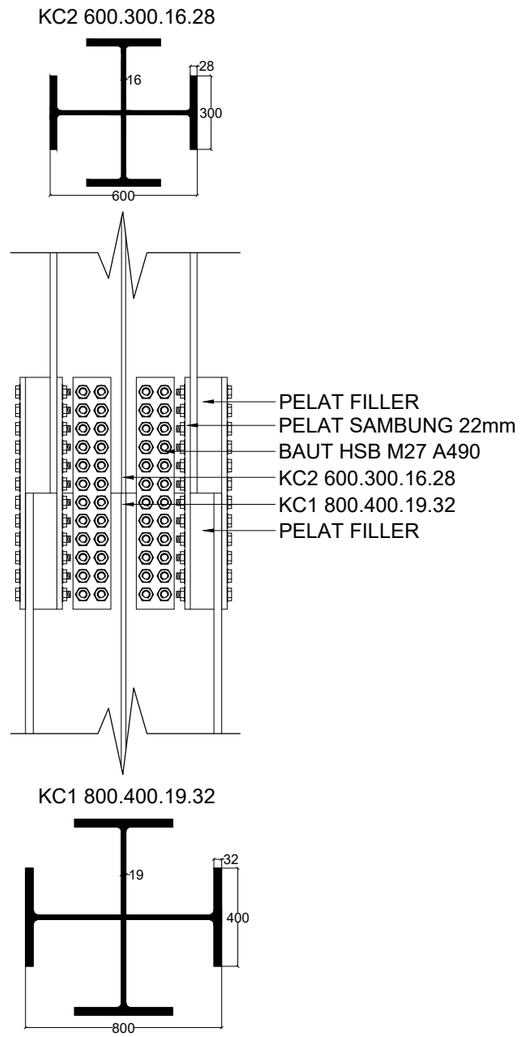
NOMOR GAMBAR

STR 22



DETAIL F

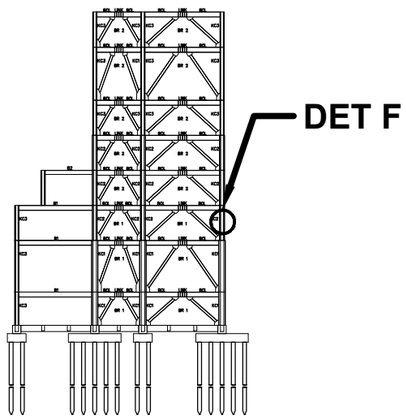
SKALA 1:25

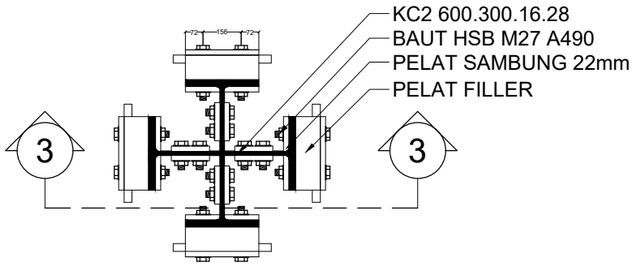


POTONGAN 3 - 3

SKALA 1:25

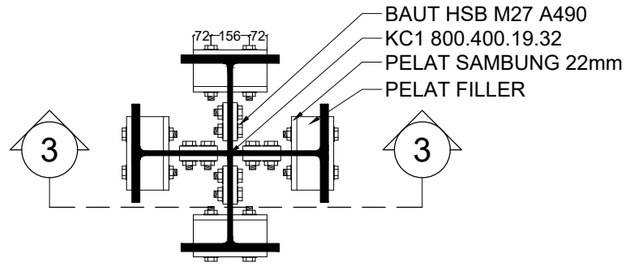
KEY PLAN





POTONGAN 1 - 1

SKALA 1:25



POTONGAN 2 - 2

SKALA 1:25

PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN TEKNIK SIPIL
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2025

JUDUL PROYEK AKHIR

ALTERNATIF DESAIN GEDUNG PERKULIAHAN DI SEMARANG MENGGUNAKAN PELAT BAJA KOMPOSIT DENGAN SISTEM STRUKTUR ECCENTRICALLY BRACED FRAME (EBF)

ASISTEN DOSEN

Ir. Raden Buyung Anugraha Affandhie, S.T., M.T.
NIP. 197402032002121002

Ifarrel Rachmanda Hariyanto, S.T., M.T.
NIP 200002172024061001

NAMA MAHASISWA

MUHAMMAD FIKRI FIRDAUS MUAZAM
2035211045

NAMA GAMBAR

SAMBUNGAN KOLOM KC 1 - KC 2

KETERANGAN

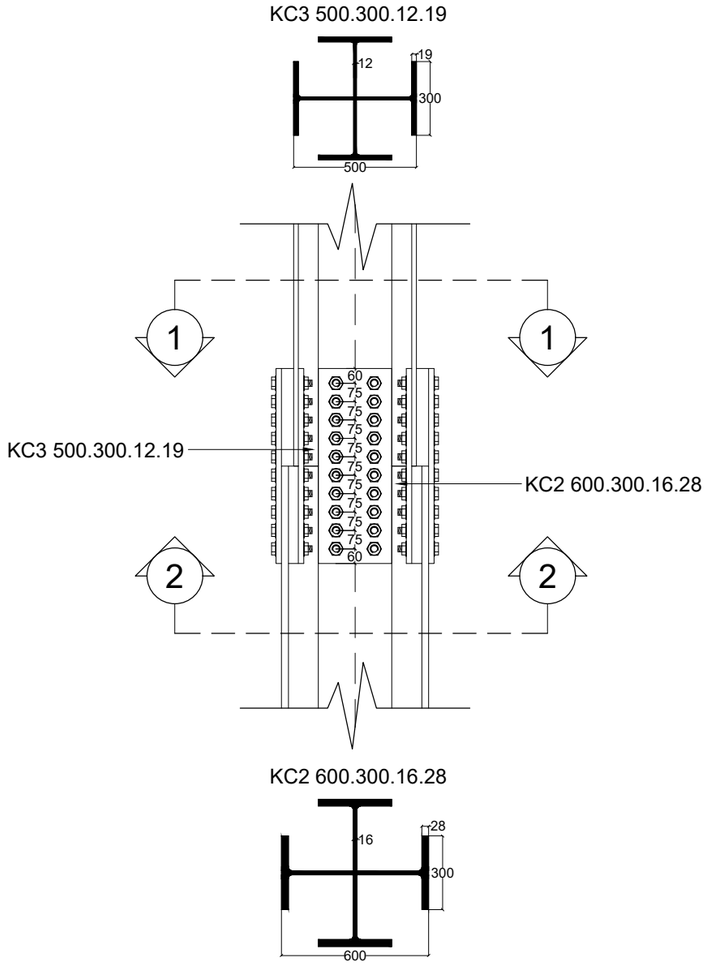
B1	=	WF 600.300.12.19
B2	=	WF 500.300.12.16
BA	=	WF 350.175.09.16
LINK	=	WF 600.300.12.28
BOL	=	WF 600.300.12.28
BR1	=	H 300.300.25
BR2	=	H 300.300.16
KC1	=	WF 800.400.19.32
KC2	=	WF 600.300.12.28
KC3	=	WF 500.300.12.19

SKALA

1 : 25

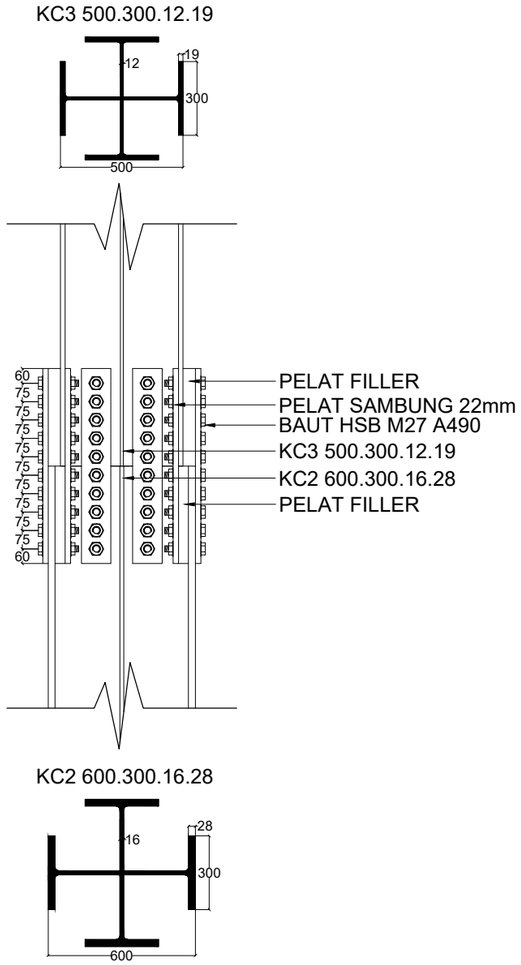
NOMOR GAMBAR

STR 23



DETAIL G

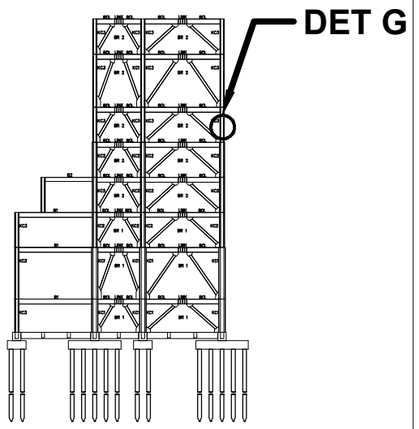
SKALA 1:25

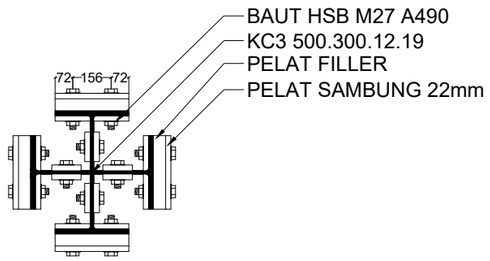


POTONGAN 3 - 3

SKALA 1:25

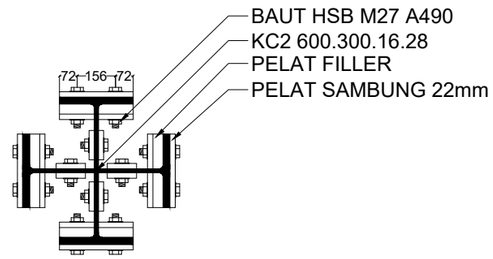
KEY PLAN





POTONGAN 1 - 1

SKALA 1:25



POTONGAN 2 - 2

SKALA 1:25

PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN TEKNIK SIPIL
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2025

JUDUL PROYEK AKHIR

ALTERNATIF DESAIN GEDUNG PERKULIAHAN DI SEMARANG MENGGUNAKAN PELAT BAJA KOMPOSIT DENGAN SISTEM STRUKTUR ECCENTRICALLY BRACED FRAME (EBF)

ASISTEN DOSEN

Ir. Raden Buyung Anugraha Affandhie, S.T., M.T.
NIP. 197402032002121002

Ifarrel Rachmanda Hariyanto, S.T., M.T.
NIP 200002172024061001

NAMA MAHASISWA

MUHAMMAD FIKRI FIRDAUS MUAZAM
2035211045

NAMA GAMBAR

SAMBUNGAN KOLOM KC 2 - KC 3

KETERANGAN

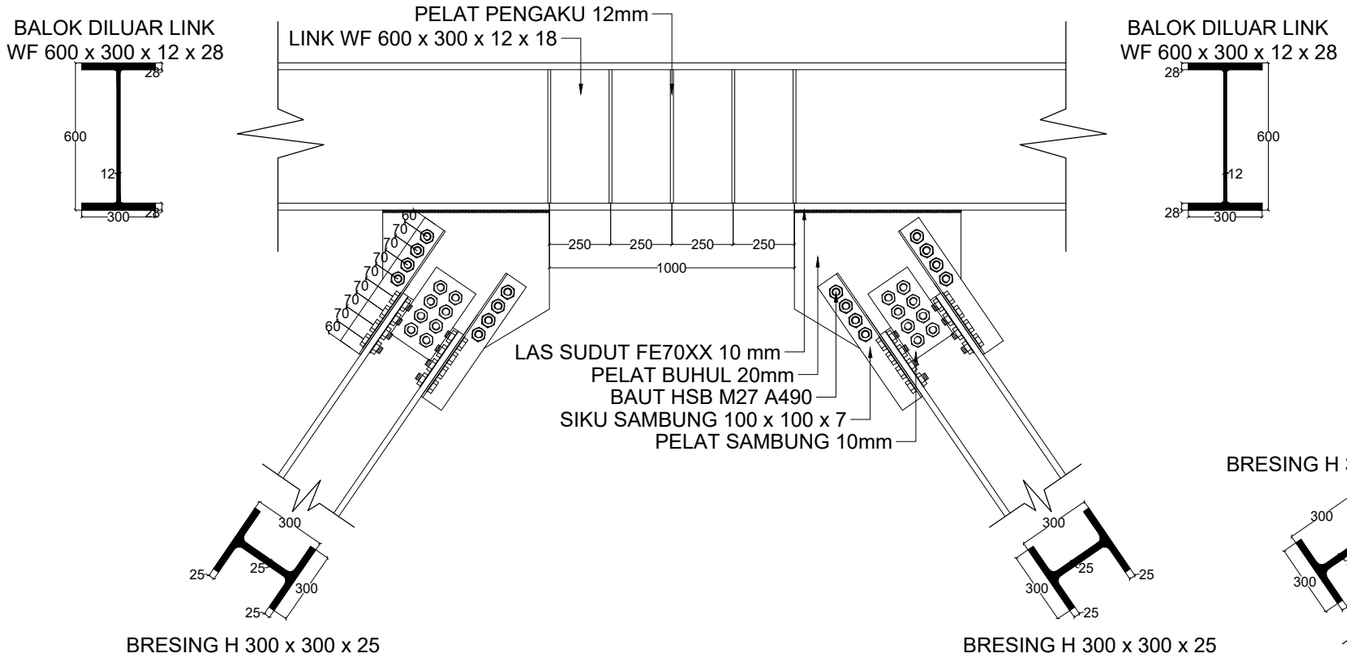
B1	=	WF 600.300.12.19
B2	=	WF 500.300.12.16
BA	=	WF 350.175.09.16
LINK	=	WF 600.300.12.28
BOL	=	WF 600.300.12.28
BR1	=	H 300.300.25
BR2	=	H 300.300.16
KC1	=	WF 800.400.19.32
KC2	=	WF 600.300.12.28
KC3	=	WF 500.300.12.19

SKALA

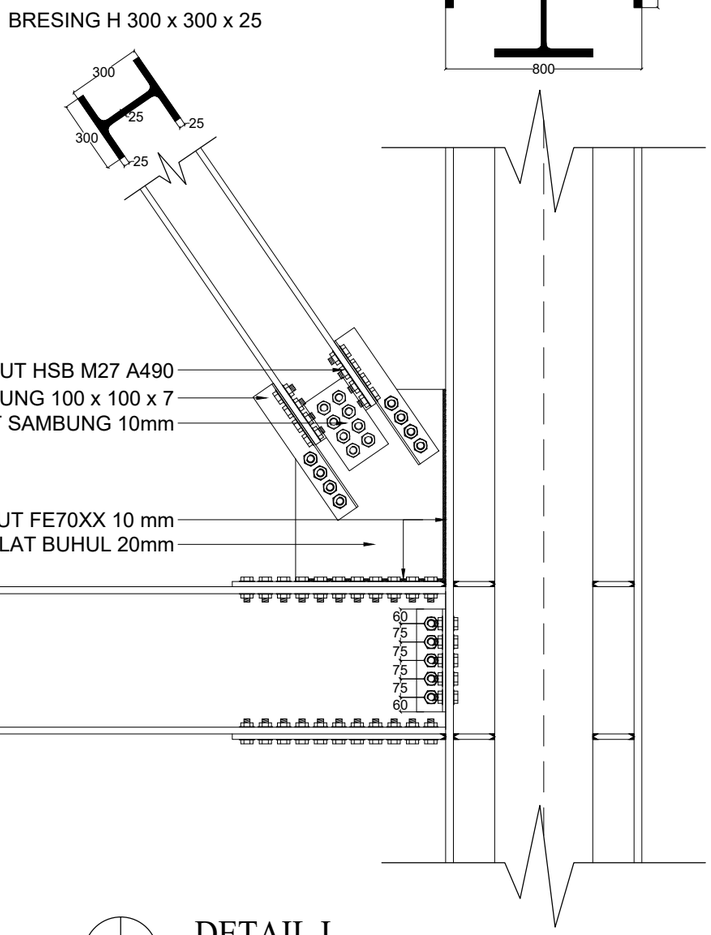
1 : 25

NOMOR GAMBAR

STR 24

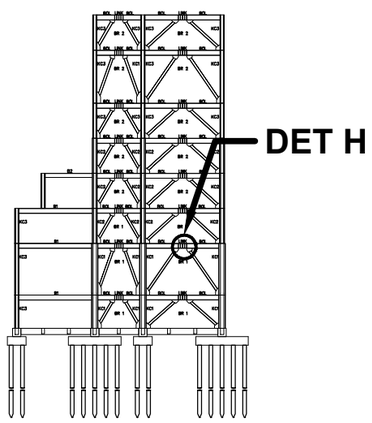


DETAIL H
SKALA 1:25

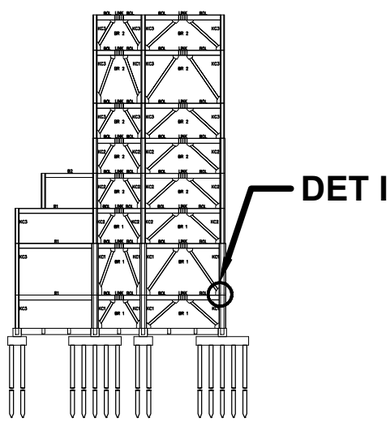


DETAIL I
SKALA 1:25

KEY PLAN



KEY PLAN



PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN TEKNIK SIPIL
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2025

JUDUL PROYEK AKHIR

ALTERNATIF DESAIN GEDUNG PERKULIAHAN DI SEMARANG MENGGUNAKAN PELAT BAJA KOMPOSIT DENGAN SISTEM STRUKTUR ECCENTRICALLY BRACED FRAME (EBF)

ASISTEN DOSEN

Ir. Raden Buyung Anugraha Affandhie, S.T., M.T.
NIP. 197402032002121002

Ifarrel Rachmanda Hariyanto, S.T., M.T.
NIP 200002172024061001

NAMA MAHASISWA

MUHAMMAD FIKRI FIRDAUS MUAZAM
2035211045

NAMA GAMBAR

SAMBUNGAN BRESING 1

KETERANGAN

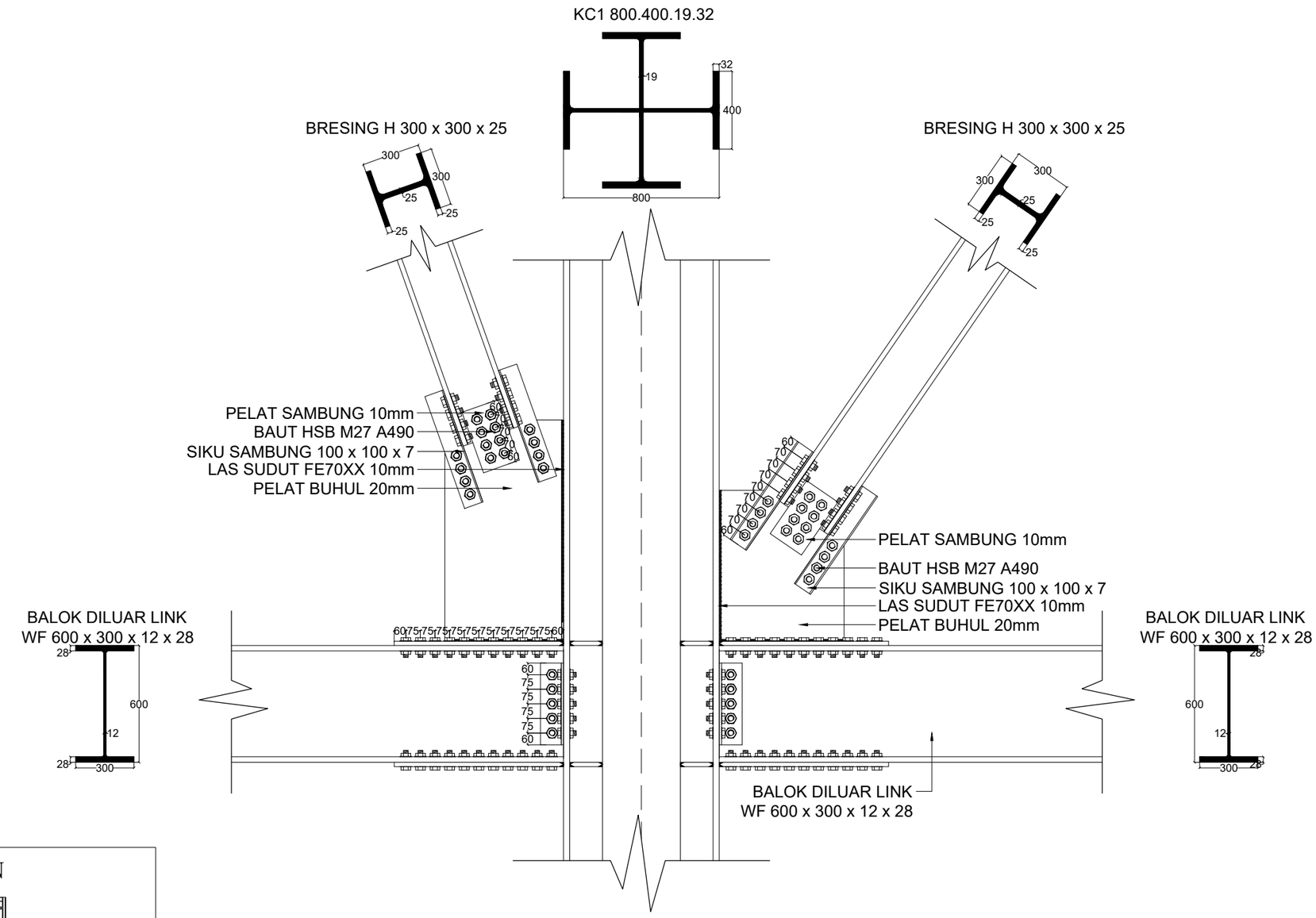
B1	=	WF 600.300.12.19
B2	=	WF 500.300.12.16
BA	=	WF 350.175.09.16
LINK	=	WF 600.300.12.28
BOL	=	WF 600.300.12.28
BR1	=	H 300.300.25
BR2	=	H 300.300.16
KC1	=	WF 800.400.19.32
KC2	=	WF 600.300.12.28
KC3	=	WF 500.300.12.19

SKALA

1 : 25

NOMOR GAMBAR

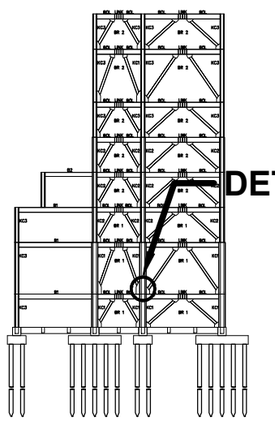
STR 25



DETAIL J

SKALA 1:25

KEY PLAN



PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN TEKNIK SIPIL
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2025

JUDUL PROYEK AKHIR

ALTERNATIF DESAIN GEDUNG PERKULIAHAN DI SEMARANG MENGGUNAKAN PELAT BAJA KOMPOSIT DENGAN SISTEM STRUKTUR ECCENTRICALLY BRACED FRAME (EBF)

ASISTEN DOSEN

Ir. Raden Buyung Anugraha Affandhie, S.T., M.T.
NIP. 197402032002121002

Ifarrel Rachmanda Hariyanto, S.T., M.T.
NIP 200002172024061001

NAMA MAHASISWA

MUHAMMAD FIKRI FIRDAUS MUAZAM
2035211045

NAMA GAMBAR

SAMBUNGAN BRESING 1'

KETERANGAN

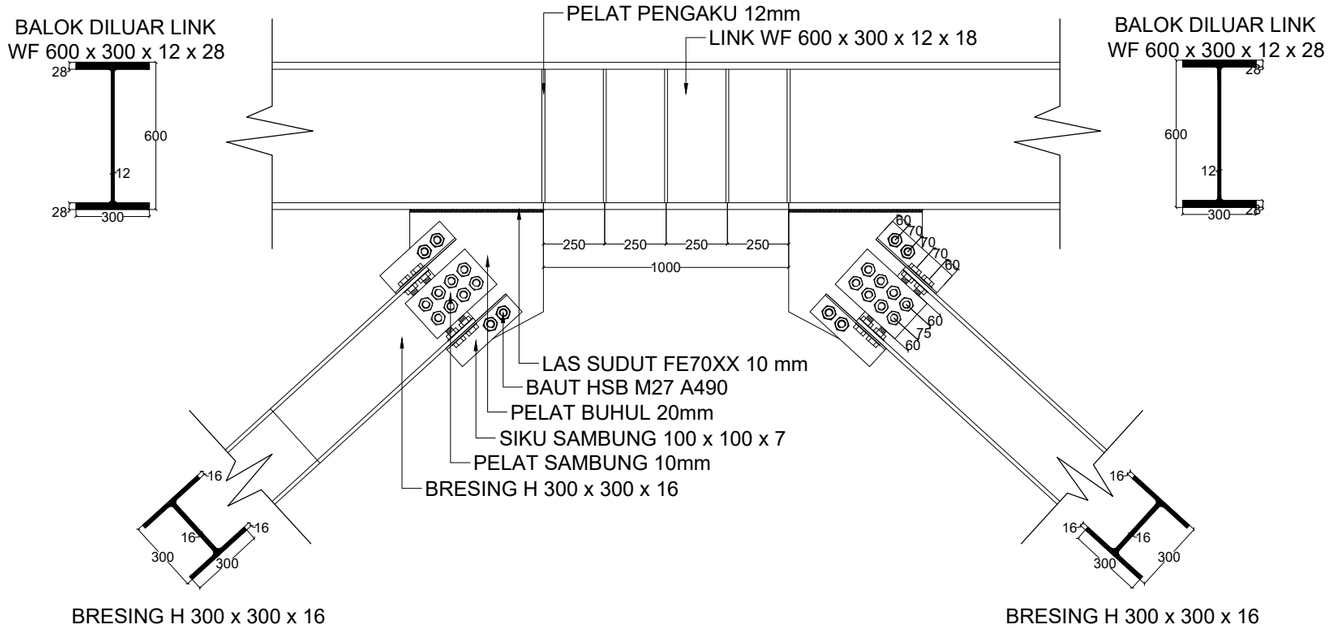
B1	=	WF 600.300.12.19
B2	=	WF 500.300.12.16
BA	=	WF 350.175.09.16
LINK	=	WF 600.300.12.28
BOL	=	WF 600.300.12.28
BR1	=	H 300.300.25
BR2	=	H 300.300.16
KC1	=	WF 800.400.19.32
KC2	=	WF 600.300.12.28
KC3	=	WF 500.300.12.19

SKALA

1 : 25

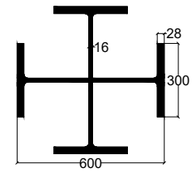
NOMOR GAMBAR

STR 26

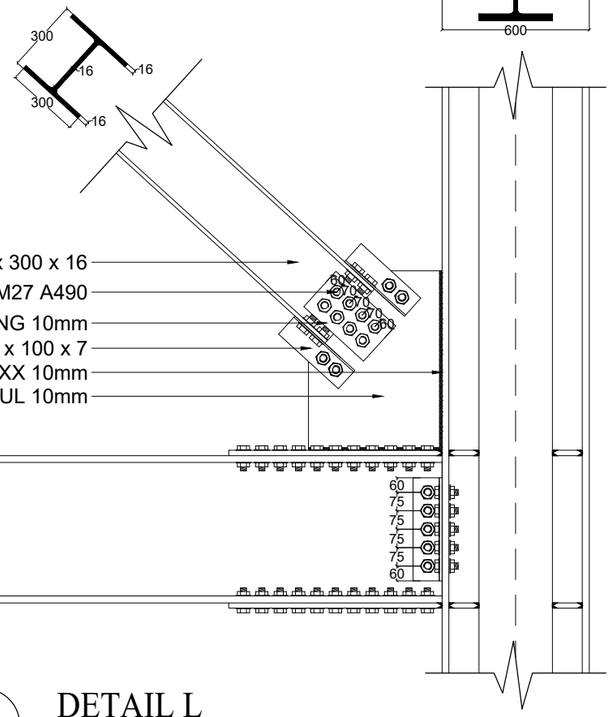


DETAIL K
SKALA 1:25

KC2 600.300.16.28

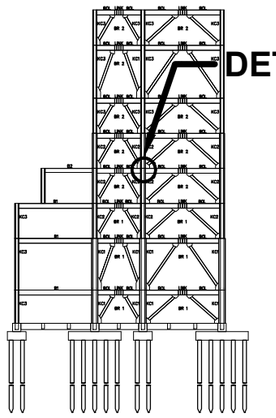


BRESING H 300 x 300 x 16

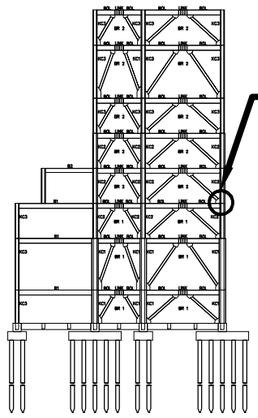


DETAIL L
SKALA 1:25

KEY PLAN



KEY PLAN



PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN TEKNIK SIPIL
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2025

JUDUL PROYEK AKHIR

ALTERNATIF DESAIN GEDUNG PERKULIAHAN DI SEMARANG MENGGUNAKAN PELAT BAJA KOMPOSIT DENGAN SISTEM STRUKTUR ECCENTRICALLY BRACED FRAME (EBF)

ASISTEN DOSEN

Ir. Raden Buyung Anugraha Affandhie, S.T., M.T.
NIP. 197402032002121002

Ifarrel Rachmanda Hariyanto, S.T., M.T.
NIP 200002172024061001

NAMA MAHASISWA

MUHAMMAD FIKRI FIRDAUS MUAZAM
2035211045

NAMA GAMBAR

SAMBUNGAN BRESING 2

KETERANGAN

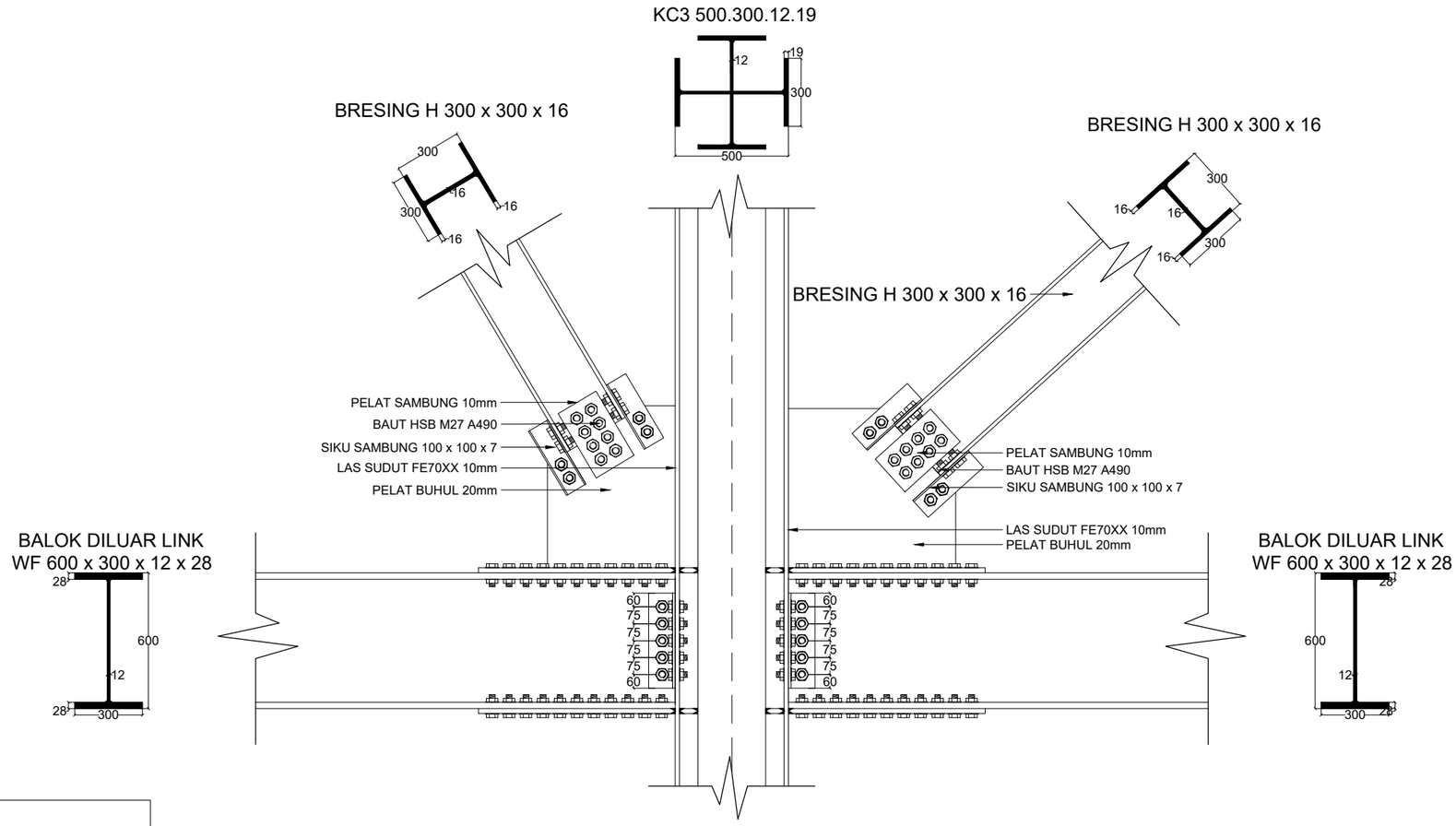
B1	=	WF 600.300.12.19
B2	=	WF 500.300.12.16
BA	=	WF 350.175.09.16
LINK	=	WF 600.300.12.28
BOL	=	WF 600.300.12.28
BR1	=	H 300.300.25
BR2	=	H 300.300.16
KC1	=	WF 800.400.19.32
KC2	=	WF 600.300.12.28
KC3	=	WF 500.300.12.19

SKALA

1 : 25

NOMOR GAMBAR

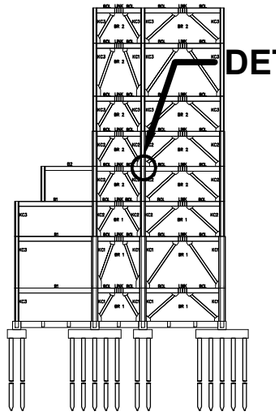
STR 27



DETAIL M

SKALA 1:25

KEY PLAN



PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN TEKNIK SIPIL
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2025

JUDUL PROYEK AKHIR

ALTERNATIF DESAIN GEDUNG PERKULIAHAN DI SEMARANG MENGGUNAKAN PELAT BAJA KOMPOSIT DENGAN SISTEM STRUKTUR ECCENTRICALLY BRACED FRAME (EBF)

ASISTEN DOSEN

Ir. Raden Buyung Anugraha Affandhie, S.T., M.T.
NIP. 197402032002121002

Ifarrel Rachmanda Hariyanto, S.T., M.T.
NIP 200002172024061001

NAMA MAHASISWA

MUHAMMAD FIKRI FIRDAUS MUAZAM
2035211045

NAMA GAMBAR

SAMBUNGAN BRESING 2'

KETERANGAN

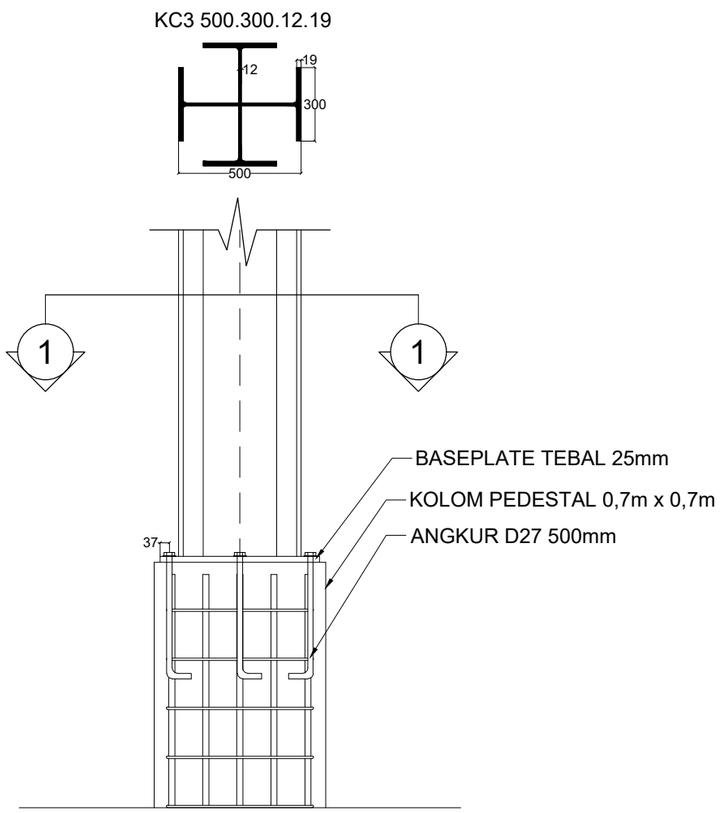
B1	=	WF 600.300.12.19
B2	=	WF 500.300.12.16
BA	=	WF 350.175.09.16
LINK	=	WF 600.300.12.28
BOL	=	WF 600.300.12.28
BR1	=	H 300.300.25
BR2	=	H 300.300.16
KC1	=	WF 800.400.19.32
KC2	=	WF 600.300.12.28
KC3	=	WF 500.300.12.19

SKALA

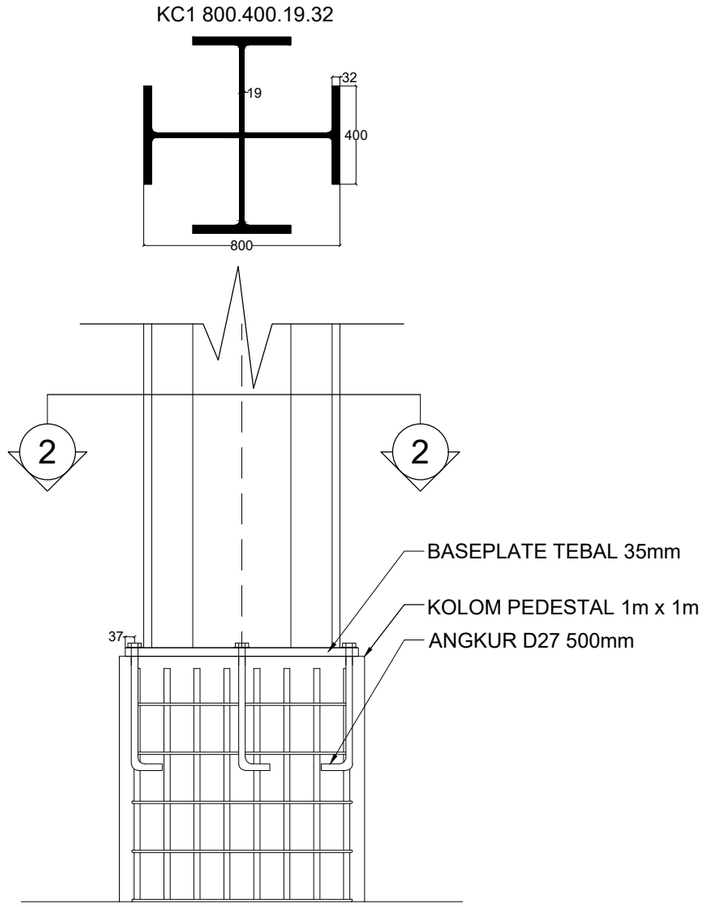
1 : 25

NOMOR GAMBAR

STR 28

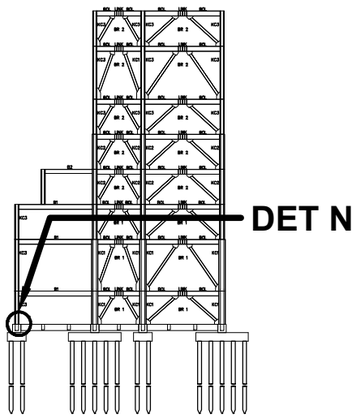


DETAIL N
SKALA 1:25

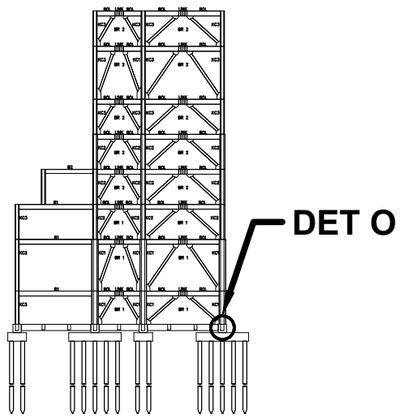


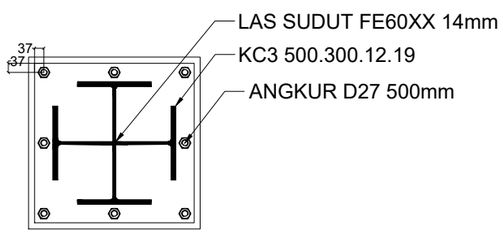
DETAIL O
SKALA 1:25

KEY PLAN

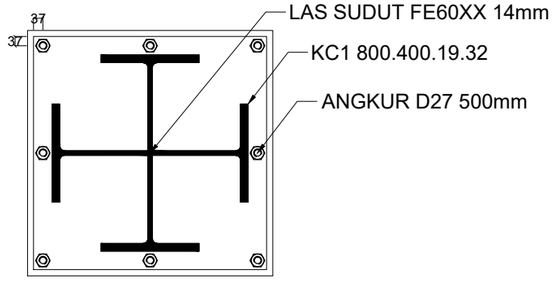


KEY PLAN





POTONGAN 1-1
SKALA 1:25



POTONGAN 2-2
SKALA 1:25

PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN TEKNIK SIPIL
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2025

JUDUL PROYEK AKHIR

ALTERNATIF DESAIN GEDUNG PERKULIAHAN DI SEMARANG MENGGUNAKAN PELAT BAJA KOMPOSIT DENGAN SISTEM STRUKTUR ECCENTRICALLY BRACED FRAME (EBF)

ASISTEN DOSEN

Ir. Raden Buyung Anugraha Affandhie, S.T., M.T.
NIP. 197402032002121002

Ifarrel Rachmanda Hariyanto, S.T., M.T.
NIP 200002172024061001

NAMA MAHASISWA

MUHAMMAD FIKRI FIRDAUS MUAZAM
2035211045

NAMA GAMBAR

SAMBUNGAN BASEPLATE

KETERANGAN

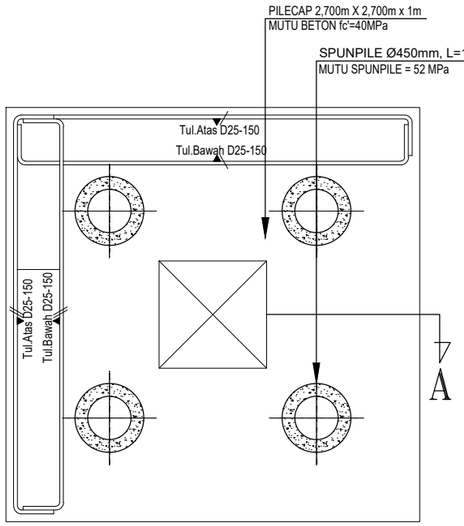
B1	=	WF 600.300.12.19
B2	=	WF 500.300.12.16
BA	=	WF 350.175.09.16
LINK	=	WF 600.300.12.28
BOL	=	WF 600.300.12.28
BR1	=	H 300.300.25
BR2	=	H 300.300.16
KC1	=	WF 800.400.19.32
KC2	=	WF 600.300.12.28
KC3	=	WF 500.300.12.19

SKALA

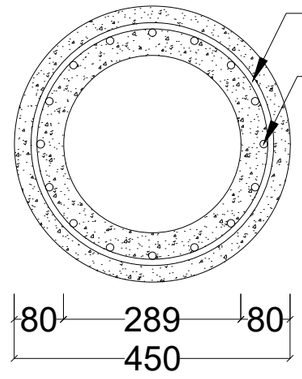
1 : 25

NOMOR GAMBAR

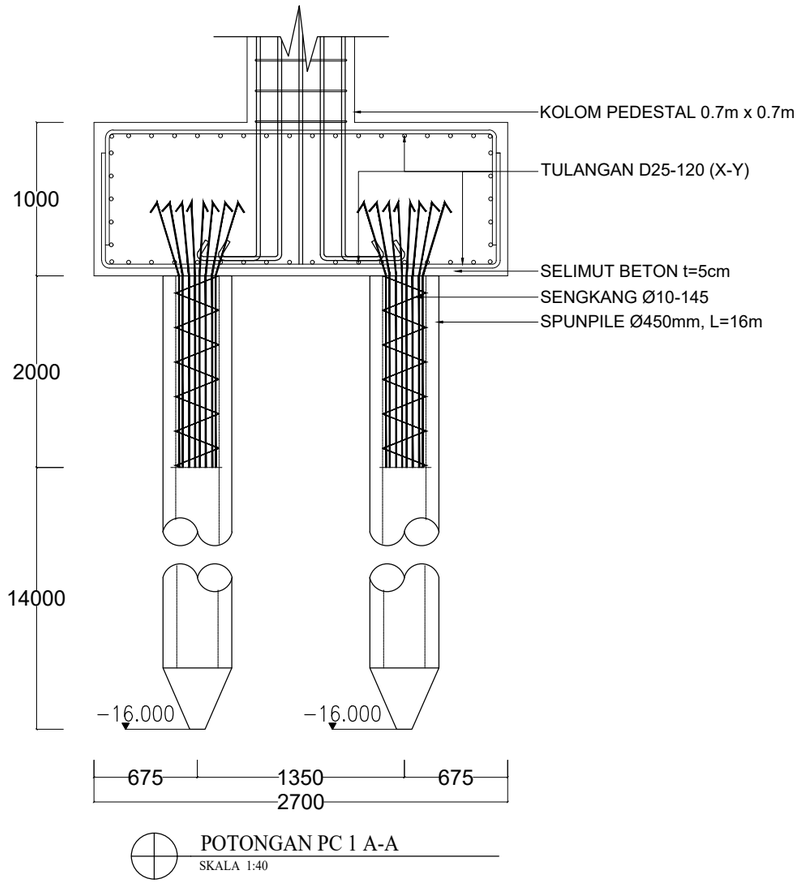
STR 29



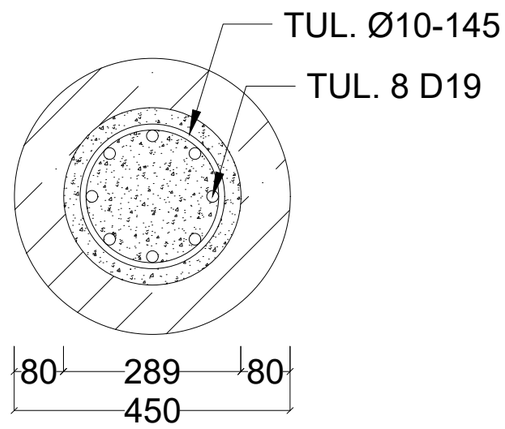
DETAIL PC 1
SKALA 1:40



DETAIL SPUN PILE D450 mm
SKALA 1 : 10



POTONGAN PC 1 A-A
SKALA 1:40



PILE SECTION CAST IN SITU
SKALA 1 : 10

PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN TEKNIK SIPIL
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2025

JUDUL PROYEK AKHIR

ALTERNATIF DESAIN GEDUNG PERKULIAHAN DI SEMARANG MENGGUNAKAN PELAT BAJA KOMPOSIT DENGAN SISTEM STRUKTUR ECCENTRICALLY BRACED FRAME (EBF)

ASISTEN DOSEN

Ir. Raden Buyung Anugraha Affandhie, S.T., M.T.
NIP. 197402032002121002

Ifarrel Rachmanda Hariyanto, S.T., M.T.
NIP 200002172024061001

NAMA MAHASISWA

MUHAMMAD FIKRI FIRDAUS MUAZAM
2035211045

NAMA GAMBAR

DETAIL PONDASI PILECAP 1

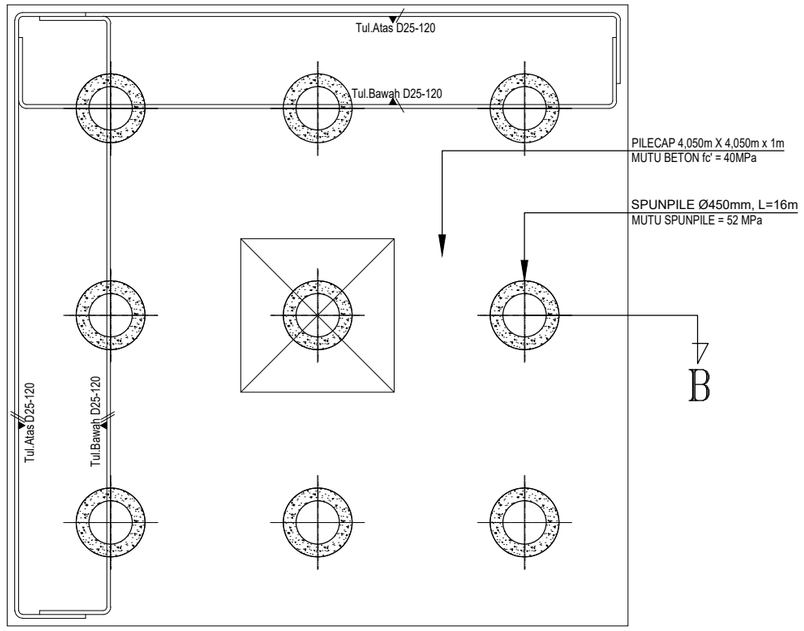
KETERANGAN

SKALA

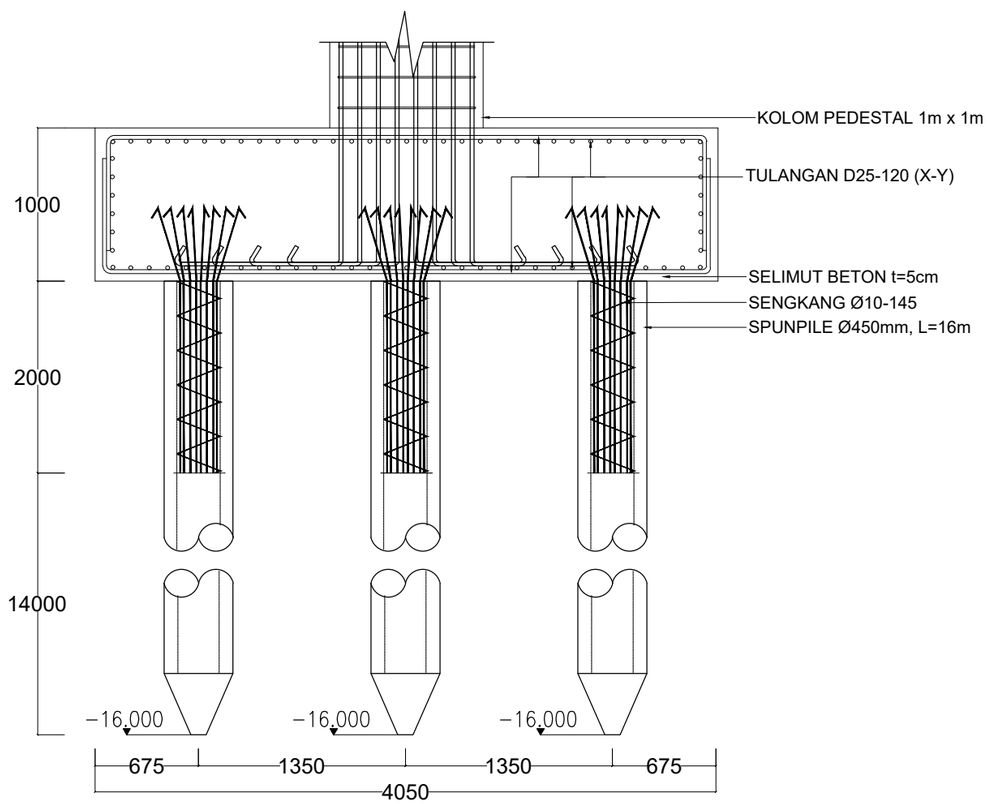
1 : 40
1 : 10

NOMOR GAMBAR

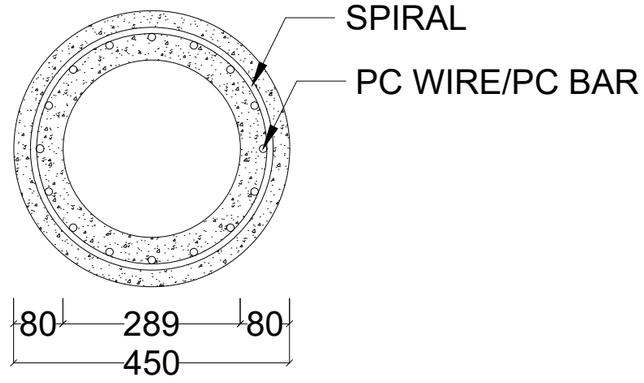
STR 30



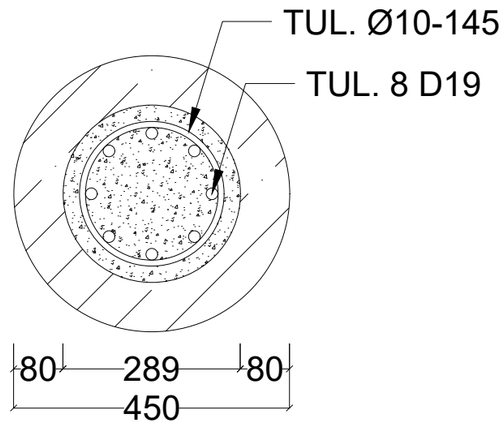
DETAIL PC 2
SKALA 1:40



POTONGAN PC 2 B-B
SKALA 1:40



DETAIL SPUN PILE D450 mm
SKALA 1 : 10



PILE SECTION CAST IN SITU
SKALA 1 : 10

PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN TEKNIK SIPIL
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2025

JUDUL PROYEK AKHIR

ALTERNATIF DESAIN GEDUNG PERKULIAHAN DI SEMARANG MENGGUNAKAN PELAT BAJA KOMPOSIT DENGAN SISTEM STRUKTUR ECCENTRICALLY BRACED FRAME (EBF)

ASISTEN DOSEN

Ir. Raden Buyung Anugraha Affandhie, S.T., M.T.
NIP. 197402032002121002

Ifarrel Rachmanda Hariyanto, S.T., M.T.
NIP 200002172024061001

NAMA MAHASISWA

MUHAMMAD FIKRI FIRDAUS MUAZAM
2035211045

NAMA GAMBAR

DETAIL PONDASI PILECAP 2

KETERANGAN

SKALA

1 : 40
1 : 10

NOMOR GAMBAR

STR 31

GEOLOGICAL DRILL LOG **NO. BOR : BH-1**

PROYEK	**UNIKA SOEGIJAPRANATA BSB**		Kedalaman	40 m	Elevasi permukaan tanah
LOKASI	**Jl. Rm. Hadisoebeno Sosro Wardoyo, Jatibarang, Kec. Mijen, Kota Semarang, Jawa Tengah**		Koordinat titik bor		Inklinasi lubang bor: Vertikal
Rerata Perolehan Inti (%)	Tanggal Mulai : 02/07/2022	Tanggal selesai : 07/07/2022	Operator bor	Ari	Geologis lapangan: Agus Budi S

Tanggal	Kedalaman (m)	Contoh tanah	Jenis Tanah/batuan	Kedalaman (m)	Kolom Litologi	Deskripsi tanah/batuan	Batuan: Pelapukan	Batuan: Kekompakan	Batuan: Kekerasan	Tanah: Konsistensi	Tanah: Kerapatan Relatif	Core Recovery	Muka air tanah (m)	Permeability Test: Kedalaman (m)	Permeability Test: K (cm/sec) Angka Lugeon	Standard Penetration Test: Kedalaman (m)	N1	N2	N3	N	N-SPT (Σ pukulan/30cm)
02 Jul 2022	1,00						Lapuk sempurna; Lunak, mudah hancur	Sangat lunak; Lunak	Sangat lemah; Lemah	Sangat lunak; Lunak	Sangat lepas; Lepas	Lengkap (cm): 10, 30, 50, 70, 90, 100									
	2,00						Lapuk; Lapuk ringan	Agak lunak; Agak kompak	Agak kuat; Kuat	Agak kaku; Kaku	Agak padat; Padat					2,00					
	3,00		Lempung, Pasir Halus, berkerikil	7,00		Merah kecoklatan, plastisitas tinggi	Segar; Segar	Kompak; Sangat kompak	Sangat kuat; Sangat kuat	Kaku; Sangat kaku	Padat; Sangat padat					2,45	2	4	8	12	
	4,00															4,00					
	5,00															4,45	4	4	6	10	
	6,00															6,00					
	7,00															6,45	2	3	3	6	
03 Jul 2022	8,00		Lempung, Pasiran	3,00		Merah kekuningan, plastisitas tinggi										8,00					
	9,00															8,45	2	4	4	8	
	10,00															10,00					
	11,00															10,45	3	4	5	9	
	12,00		Lempung, pasiran	4,00		Abu-abu, plastisitas tinggi										12,00					
	13,00															12,45	3	4	6	10	
	14,00												13,50			14,00					
	15,00															14,45	5	9	12	21	
	16,00		Lempung	4,00		Abu-abu, kaku, plastisitas tinggi										16,00					
	17,00															16,45	6	10	14	24	
04 Jul 2022	18,00		Lempung, Pasiran	6,00		Abu-abu kekuningan, plastisitas tinggi, kaku										18,00					
	19,00															18,45	8	11	15	26	
	20,00															20,00					
	21,00															20,45	5	8	14	22	
	22,00															22,00					
	23,00															22,45	5	9	13	22	
	24,00															24,00					
	25,00															24,45	6	10	14	24	
05 Jul 2022	26,00		Lempung,Pasiran, berkerikil	7,00		Abu-abu, plastisitas tinggi, butiran tidak seragam										26,00					
	27,00															26,45	7	10	15	25	
	28,00															28,00					
	29,00															28,45	7	9	13	22	
	30,00															30,00					
	31,00															30,45	6	10	11	21	
	32,00															32,00					
06 Jul 2022	33,00		Pasir, kerikilan	6,00		Coklat kehitaman, butiran seragam										32,45	8	15	20	35	
	34,00															34,00					
	35,00															34,45	10	19	25	44	
	36,00															36,00					
07 Jul 2022	37,00		Batu pasir	1,00		Abu-abu, padat										36,45	14	12	28	40	
	38,00		lempung, pasiran	3,00		Abu-abu, kecoklatan, sangat padat										38,00					
	39,00															38,45	-	-	-	>50	
	40,00		AKHIR PEMBORAN													40,00					
																40,45	-	-	-	>50	

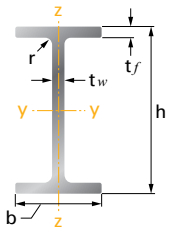
JFE

WIDE FLANGE SHAPES



JFE Steel Corporation

5 Sizes and Section Properties



Fixed Outer Dimension H-Shapes – 1

JFE Super HISLEND-H (SH)

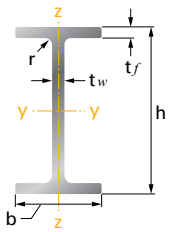
Nominal Size	Section Dimensions (mm)					Area of Section (cm^2)	Mass per Metre (kg/m)	Second Moment of Area (cm^4)		Elastic Modulus (cm^3)		Plastic Modulus (cm^3)	
h x b	h	b	t_w	t_f	r			Axis y-y Iy	Axis z-z Iz	Axis y-y Wel.y	Axis z-z Wel.z	Axis y-y Wpl.y	Axis z-z Wpl.z
SH 1000 x 400	1000	400	19	40	18	497.6	391	867,000	42,700	17,300	2,140	19,500	3,290
	1000	400	19	36	18	467.1	367	802,000	38,500	16,000	1,920	18,100	2,970
	1000	400	19	32	18	436.6	343	736,000	34,200	14,700	1,710	16,700	2,650
	1000	400	19	28	18	406.1	319	669,000	29,900	13,400	1,500	15,200	2,330
	1000	400	19	25	18	383.3	301	617,000	26,700	12,300	1,340	14,200	2,090
	1000	400	16	32	18	408.5	321	715,000	34,200	14,300	1,710	16,000	2,620
	1000	400	16	28	18	377.8	297	647,000	29,900	12,900	1,500	14,600	2,300
	1000	400	16	25	18	354.8	279	596,000	26,700	11,900	1,340	13,500	2,060
	1000	400	16	22	18	331.7	260	544,000	23,500	10,900	1,180	12,400	1,820
SH 1000 x 350	1000	350	19	40	18	457.6	359	775,000	28,600	15,500	1,460	17,600	2,540
	1000	350	19	36	18	431.1	338	718,000	25,800	14,400	1,470	16,400	2,290
	1000	350	19	32	18	404.6	318	661,000	22,900	13,200	1,310	15,100	2,050
	1000	350	19	28	18	378.1	297	602,000	20,100	12,000	1,150	13,900	1,800
	1000	350	19	25	18	358.3	281	558,000	17,900	11,200	1,020	12,900	1,620
	1000	350	16	32	18	376.5	296	640,000	22,900	12,800	1,310	14,500	2,020
	1000	350	16	28	18	349.8	275	581,000	20,000	11,600	1,150	13,200	1,780
	1000	350	16	25	18	329.8	259	536,000	17,900	10,700	1,020	12,300	1,600
	1000	350	16	22	18	309.7	243	491,000	15,800	9,820	900	11,300	1,410
SH 1000 x 300	1000	300	19	40	18	417.6	328	682,000	18,100	13,600	1,200	15,700	1,890
	1000	300	19	36	18	395.1	310	634,000	16,300	12,700	1,080	14,600	1,710
	1000	300	19	32	18	372.6	292	586,000	14,500	11,700	964	13,600	1,530
	1000	300	19	28	18	350.1	275	536,000	12,700	10,700	844	12,500	1,350
	1000	300	19	25	18	333.3	262	498,000	11,300	9,970	754	11,700	1,210
	1000	300	16	32	18	344.5	270	565,000	14,400	11,300	962	12,900	1,500
	1000	300	16	28	18	321.8	253	515,000	12,600	10,300	842	11,900	1,320
	1000	300	16	25	18	304.8	239	477,000	11,300	9,540	752	11,100	1,190
	1000	300	16	22	18	287.7	226	438,000	9,940	8,770	662	10,200	1,050
SH 1000 x 250	1000	250	19	40	18	377.6	296	590,000	10,500	11,800	838	13,700	1,340
	1000	250	19	36	18	359.1	282	551,000	9,430	11,000	755	12,900	1,210
	1000	250	19	32	18	340.6	267	511,000	8,390	10,200	671	12,000	1,090
	1000	250	19	28	18	322.1	253	470,000	7,350	9,400	588	11,200	964
	1000	250	19	25	18	308.3	242	439,000	6,570	8,780	526	10,500	871
	1000	250	16	32	18	312.5	245	490,000	8,370	9,810	670	11,400	1,060
	1000	250	16	28	18	293.8	231	449,000	7,330	8,980	586	10,500	939
	1000	250	16	25	18	279.8	220	418,000	6,550	8,350	524	9,830	845
	1000	250	16	22	18	265.7	209	386,000	5,770	7,720	461	9,170	752
SH 950 x 400	950	400	19	40	18	488.1	383	772,000	42,700	16,300	2,140	18,300	3,280
	950	400	19	36	18	457.6	359	714,000	38,500	15,000	1,920	16,900	2,960
	950	400	19	32	18	427.1	335	655,000	34,200	13,800	1,710	15,600	2,640
	950	400	19	28	18	396.6	311	595,000	29,900	12,500	1,500	14,200	2,320
	950	400	19	25	18	373.8	293	549,000	26,700	11,600	1,340	13,200	2,080
	950	400	16	32	18	400.5	314	638,000	34,200	13,400	1,710	15,000	2,620
	950	400	16	28	18	369.8	290	577,000	29,900	12,100	1,500	13,600	2,300
	950	400	16	25	18	346.8	272	531,000	26,700	11,200	1,340	12,600	2,060
	950	400	16	22	18	323.7	254	484,000	23,500	10,200	1,180	11,600	1,820

Notes : Some sizes are not manufactured constantly, so please contact us in advance.

Nominal Size	Section Dimensions (mm)					Area of Section (cm^2)	Mass per Metre (kg/m)	Second Moment of Area (cm^4)		Elastic Modulus (cm^3)		Plastic Modulus (cm^3)	
h x b	h	b	t_w	t_f	r			Axis y-y Iy	Axis z-z Iz	Axis y-y Wel.y	Axis z-z Wel.z	Axis y-y Wpl.y	Axis z-z Wpl.z
SH 950 x 350	950	350	19	40	18	448.1	352	689,000	28,600	14,500	1,640	16,500	2,530
	950	350	19	36	18	421.6	331	639,000	25,800	13,500	1,470	15,300	2,290
	950	350	19	32	18	395.1	310	588,000	22,900	12,400	1,310	14,100	2,040
	950	350	19	28	18	368.6	289	535,000	20,100	11,300	1,150	13,000	1,800
	950	350	19	25	18	348.8	274	495,000	17,900	10,400	1,020	12,100	1,620
	950	350	16	32	18	368.5	289	570,000	22,900	12,000	1,310	13,500	2,020
	950	350	16	28	18	341.8	268	517,000	20,000	10,900	1,150	12,400	1,780
	950	350	16	25	18	321.8	253	477,000	17,900	10,000	1,020	11,500	1,590
	950	350	16	22	18	301.7	237	436,000	15,800	9,190	900	10,600	1,410
SH 950 x 300	950	300	19	40	18	408.1	320	607,000	18,100	12,800	1,200	14,600	1,880
	950	300	19	36	18	385.6	303	564,000	16,300	11,900	1,080	13,700	1,700
	950	300	19	32	18	363.1	285	520,000	14,500	11,000	964	12,700	1,520
	950	300	19	28	18	340.6	267	476,000	12,700	10,000	844	11,700	1,340
	950	300	19	25	18	323.8	254	442,000	11,300	9,300	754	10,900	1,210
	950	300	16	32	18	336.5	264	503,000	14,400	10,600	962	12,100	1,500
	950	300	16	28	18	313.8	246	458,000	12,600	9,640	842	11,100	1,320
	950	300	16	25	18	296.8	233	424,000	11,300	8,920	752	10,300	1,190
	950	300	16	22	18	279.7	220	389,000	9,940	8,190	662	9,530	1,050
SH 950 x 250	950	250	19	40	18	368.1	289	524,000	10,500	11,000	838	12,800	1,330
	950	250	19	36	18	349.6	274	489,000	9,430	10,300	754	12,000	1,210
	950	250	19	32	18	331.1	260	453,000	8,390	9,530	671	11,200	1,080
	950	250	19	28	18	312.6	245	416,000	7,350	8,760	588	10,400	959
	950	250	19	25	18	298.8	235	388,000	6,570	8,180	525	9,750	866
	950	250	16	32	18	304.5	239	435,000	8,370	9,160	669	10,600	1,060
	950	250	16	28	18	285.8	224	398,000	7,330	8,390	586	9,770	936
	950	250	16	25	18	271.8	213	370,000	6,550	7,790	524	9,150	842
	950	250	16	22	18	257.7	202	342,000	5,760	7,190	461	8,510	749
SH 900 x 400	900	400	19	40	18	478.6	376	684,000	42,700	15,200	2,140	17,100	3,280
	900	400	19	36	18	448.1	352	632,000	38,500	14,100	1,920	15,800	2,960
	900	400	19	32	18	417.6	328	580,000	34,200	12,900	1,710	14,500	2,640
	900	400	19	28	18	387.1	304	526,000	29,900	11,700	1,500	13,300	2,320
	900	400	16	32	18	392.5	308	565,000	34,200	12,600	1,710	14,000	2,620
	900	400	16	28	18	361.8	284	511,000	29,900	11,400	1,490	12,700	2,300
	900	400	16	25	18	338.8	266	470,000	26,700	10,400	1,340	11,800	2,060
SH 900 x 350	900	350	19	40	18	438.6	344	610,000	28,600	13,600	1,640	15,300	2,530
	900	350	19	36	18	412.1	323	565,000	25,800	12,600	1,470	14,300	2,280
	900	350	19	32	18	385.6	303	519,000	22,900	11,500	1,310	13,200	2,040
	900	350	19	28	18	359.1	282	473,000	20,100	10,500	1,150	12,000	1,790
	900	350	19	25	18	339.3	266	437,000	17,900	9,720	1,020	11,200	1,610
	900	350	16	32	18	360.5	283	505,000	22,900	11,200	1,310	12,600	2,020
	900	350	16	28	18	333.8	262	458,000	20,000	10,200	1,150	11,500	1,770
	900	350	16	25	18	313.8	246	422,000	17,900	9,370	1,020	10,700	1,590

Notes : Some sizes are not manufactured constantly, so please contact us in advance.

5 Sizes and Section Properties



Fixed Outer Dimension H-Shapes – 2

JFE Super HISLEND-H (SH)

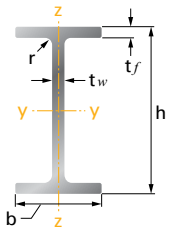
Nominal Size	Section Dimensions (mm)					Area of Section (cm^2)	Mass per Metre (kg/m)	Second Moment of Area (cm^4)		Elastic Modulus (cm^3)		Plastic Modulus (cm^3)	
h x b	h	b	t_w	t_f	r			Axis y-y Iy	Axis z-z Iz	Axis y-y Wel.y	Axis z-z Wel.z	Axis y-y Wpl.y	Axis z-z Wpl.z
SH 900 x 300	900	300	19	32	18	353.6	278	459,000	14,500	10,200	964	11,800	1,520
	900	300	19	28	18	331.1	260	420,000	12,700	9,320	844	10,800	1,340
	900	300	19	25	18	314.3	247	389,000	11,300	8,650	754	10,100	1,210
	900	300	19	22	18	297.4	233	359,000	9,950	7,970	664	9,390	1,070
	900	300	16	32	18	328.5	258	444,000	14,400	9,880	962	11,200	1,500
	900	300	16	28	18	305.8	240	404,000	12,600	8,990	842	10,300	1,320
	900	300	16	25	18	288.8	227	374,000	11,300	8,310	752	9,570	1,180
	900	300	16	22	18	271.7	213	343,000	9,930	7,620	662	8,840	1,050
	900	300	16	19	18	254.7	200	312,000	8,580	6,930	572	8,110	914
SH 900 x 250	900	250	16	28	18	277.8	218	351,000	7,320	7,810	586	9,070	932
	900	250	16	25	18	263.8	207	326,000	6,540	7,250	524	8,480	839
	900	250	16	22	18	249.7	196	301,000	5,760	6,680	461	7,880	746
	900	250	16	19	18	235.7	185	275,000	4,980	6,110	399	7,280	652
SH 850 x 400	850	400	19	40	18	469.1	368	602,000	42,700	14,200	2,140	15,900	3,270
	850	400	19	36	18	438.6	344	556,000	38,400	13,100	1,920	14,700	2,950
	850	400	19	32	18	408.1	320	510,000	34,200	12,000	1,710	13,500	2,630
	850	400	19	28	18	377.6	296	462,000	29,900	10,900	1,500	12,300	2,320
	850	400	16	32	18	384.5	302	497,000	34,200	11,700	1,710	13,000	2,610
	850	400	16	28	18	353.8	278	450,000	29,900	10,600	1,490	11,800	2,290
	850	400	16	25	18	330.8	260	413,000	26,700	9,720	1,330	10,900	2,050
SH 850 x 350	850	350	19	40	18	429.1	337	536,000	28,600	12,600	1,640	14,300	2,520
	850	350	19	36	18	402.6	316	496,000	25,800	11,700	1,470	13,200	2,280
	850	350	19	32	18	376.1	295	456,000	22,900	10,700	1,310	12,200	2,030
	850	350	19	28	18	349.6	274	415,000	20,100	9,760	1,150	11,200	1,790
	850	350	16	32	18	352.5	277	444,000	22,900	10,400	1,310	11,700	2,010
	850	350	16	28	18	325.8	256	402,000	20,000	9,460	1,150	10,700	1,770
	850	350	16	25	18	305.8	240	370,000	17,900	8,720	1,020	9,890	1,590
SH 850 x 300	850	300	16	32	18	320.5	252	390,000	14,400	9,180	962	10,400	1,490
	850	300	16	28	18	297.8	234	355,000	12,600	8,350	842	9,540	1,310
	850	300	16	25	18	280.8	220	328,000	11,300	7,720	752	8,860	1,180
	850	300	16	22	18	263.7	207	301,000	9,930	7,070	662	8,170	1,040
SH 850 x 250	850	250	16	28	18	269.8	212	308,000	7,320	7,240	586	8,390	929
	850	250	16	25	18	255.8	201	285,000	6,540	6,720	523	7,830	836
	850	250	16	22	18	241.7	190	263,000	5,760	6,180	461	7,260	742
	850	250	14	25	18	239.8	188	277,000	6,530	6,510	523	7,510	824
	850	250	14	22	18	225.6	177	254,000	5,750	5,980	460	6,940	730

Notes : Some sizes are not manufactured constantly, so please contact us in advance.

Nominal Size	Section Dimensions (mm)					Area of Section (cm^2)	Mass per Metre (kg/m)	Second Moment of Area (cm^4)		Elastic Modulus (cm^3)		Plastic Modulus (cm^3)	
h x b	h	b	t_w	t_f	r			Axis y-y Iy	Axis z-z Iz	Axis y-y Wel.y	Axis z-z Wel.z	Axis y-y Wpl.y	Axis z-z Wpl.z
SH 800 x 400	800	400	19	40	18	459.6	361	525,000	42,700	13,100	2,140	14,700	3,270
	800	400	19	36	18	429.1	337	485,000	38,400	12,100	1,920	13,600	2,950
	800	400	19	32	18	398.6	313	445,000	34,200	11,100	1,710	12,500	2,630
	800	400	19	28	18	368.1	289	403,000	29,900	10,100	1,500	11,400	2,310
	800	400	16	36	18	407.3	320	476,000	38,400	11,900	1,920	13,200	2,930
	800	400	16	32	18	376.5	296	435,000	34,200	10,900	1,710	12,100	2,610
	800	400	16	28	18	345.8	271	393,000	29,900	9,810	1,490	11,000	2,290
	800	400	16	25	18	322.8	253	360,000	26,700	9,010	1,330	10,100	2,050
	800	400	14	28	18	330.9	260	386,000	29,900	9,640	1,490	10,700	2,280
	800	400	14	25	18	307.8	242	353,000	26,700	8,840	1,330	9,820	2,040
SH 800 x 350	800	350	19	40	18	419.6	329	467,000	28,600	11,700	1,640	13,200	2,520
	800	350	19	36	18	393.1	309	433,000	25,800	10,800	1,470	12,200	2,270
	800	350	19	32	18	366.6	288	397,000	22,900	9,930	1,310	11,300	2,030
	800	350	19	28	18	340.1	267	361,000	20,100	9,030	1,150	10,300	1,790
	800	350	19	25	18	320.3	251	333,000	17,900	8,340	1,020	9,560	1,600
	800	350	16	36	18	371.3	291	423,000	25,800	10,600	1,470	11,800	2,250
	800	350	16	32	18	344.5	270	387,000	22,900	9,680	1,310	10,900	2,010
	800	350	16	28	18	317.8	249	351,000	20,000	8,770	1,150	9,880	1,770
	800	350	16	25	18	297.8	234	323,000	17,900	8,070	1,020	9,130	1,580
	800	350	14	28	18	302.9	238	344,000	20,000	8,600	1,140	9,610	1,750
	800	350	14	25	18	282.8	222	316,000	17,900	7,900	1,020	8,850	1,570
SH 800 x 300	800	300	16	32	18	312.5	245	340,000	14,400	8,500	962	9,640	1,490
	800	300	16	28	18	289.8	227	309,000	12,600	7,730	842	8,800	1,310
	800	300	16	25	18	272.8	214	285,000	11,300	7,130	752	8,170	1,180
	800	300	16	22	18	255.7	201	261,000	9,930	6,530	662	7,520	1,040
	800	300	14	28	18	274.9	216	302,000	12,600	7,560	841	8,520	1,300
	800	300	14	25	18	257.8	202	278,000	11,300	6,960	751	7,880	1,160
	800	300	14	22	18	240.6	189	254,000	9,920	6,350	661	7,240	1,030
SH 800 x 250	800	250	16	32	18	280.5	220	293,000	8,360	7,320	669	8,410	1,050
	800	250	16	28	18	261.8	206	267,000	7,320	6,680	586	7,720	926
	800	250	16	25	18	247.8	195	248,000	6,540	6,200	523	7,200	833
	800	250	16	22	18	233.7	183	228,000	5,760	5,700	461	6,670	739
	800	250	14	28	18	246.9	194	260,000	7,310	6,510	585	7,440	915
	800	250	14	25	18	232.8	183	241,000	6,530	6,020	523	6,920	821
	800	250	14	22	18	218.6	172	221,000	5,750	5,520	460	6,380	728
SH 750 x 350	750	350	16	36	18	363.3	285	366,000	25,800	9,760	1,470	10,900	2,250
	750	350	16	32	18	336.5	264	335,000	22,900	8,940	1,310	10,000	2,010
	750	350	16	28	18	309.8	243	303,000	20,000	8,090	1,140	9,100	1,760
	750	350	14	32	18	322.8	253	330,000	22,900	8,790	1,310	9,780	2,000
	750	350	14	28	18	295.9	232	298,000	20,000	7,940	1,140	8,860	1,750
	750	350	14	25	18	275.8	217	273,000	17,900	7,290	1,020	8,150	1,570

Notes : Some sizes are not manufactured constantly, so please contact us in advance.

5 Sizes and Section Properties



Fixed Outer Dimension H-Shapes – 3

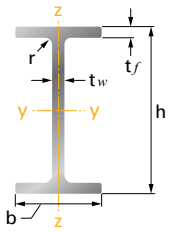
JFE Super HISLEND-H (SH)

Nominal Size	Section Dimensions (mm)					Area of Section (cm^2)	Mass per Metre (kg/m)	Second Moment of Area (cm^4)		Elastic Modulus (cm^3)		Plastic Modulus (cm^3)	
h x b	h	b	t_w	t_f	r			Axis y-y Iy	Axis z-z Iz	Axis y-y Wel.y	Axis z-z Wel.z	Axis y-y Wpl.y	Axis z-z Wpl.z
SH 750 x 300	750	300	16	32	18	304.5	239	294,000	14,400	7,840	962	8,870	1,490
	750	300	16	28	18	281.8	221	267,000	12,600	7,120	842	8,090	1,310
	750	300	16	25	18	264.8	208	246,000	11,300	6,570	752	7,490	1,170
	750	300	14	28	18	267.9	210	261,000	12,600	6,970	841	7,850	1,300
	750	300	14	25	18	250.8	197	241,000	11,300	6,410	751	7,250	1,160
	750	300	14	22	18	233.6	183	219,000	9,920	5,850	661	6,650	1,030
SH 750 x 250	750	250	14	28	18	239.9	188	225,000	7,310	5,990	585	6,840	912
	750	250	14	25	18	225.8	177	208,000	6,530	5,540	522	6,340	819
	750	250	14	22	18	211.6	166	190,000	5,750	5,070	460	5,850	725
	750	250	12	25	18	211.8	166	202,000	6,520	5,390	522	6,100	809
	750	250	12	22	18	197.5	155	184,000	5,740	4,920	459	5,600	716
	750	250	12	19	18	183.2	144	166,000	4,960	4,440	397	5,090	622
SH 700 x 350	700	350	16	36	18	355.3	279	314,000	25,800	8,960	1,470	10,000	2,250
	700	350	16	32	18	328.5	258	287,000	22,900	8,200	1,310	9,190	2,000
	700	350	16	28	18	301.8	237	260,000	20,000	7,420	1,140	8,330	1,760
	700	350	16	25	18	281.8	221	239,000	17,900	6,830	1,020	7,690	1,580
	700	350	14	32	18	315.8	248	283,000	22,900	8,080	1,310	8,980	1,990
	700	350	14	28	18	288.9	227	255,000	20,000	7,300	1,140	8,130	1,750
	700	350	14	25	18	268.8	211	234,000	17,900	6,700	1,020	7,470	1,570
	700	350	14	22	18	248.6	195	213,000	15,700	6,080	899	6,820	1,380
	700	350	12	25	18	255.8	201	230,000	17,900	6,560	1,020	7,260	1,560
	700	350	12	22	18	235.5	185	208,000	15,700	5,950	899	6,600	1,370
SH 700 x 300	700	300	16	32	18	296.5	233	251,000	14,400	7,180	962	8,120	1,480
	700	300	16	28	18	273.8	215	228,000	12,600	6,520	842	7,390	1,300
	700	300	16	25	18	256.8	202	210,000	11,300	6,010	752	6,840	1,170
	700	300	16	22	18	239.7	188	192,000	9,930	5,490	662	6,290	1,040
	700	300	14	32	18	283.8	223	247,000	14,400	7,060	961	7,920	1,470
	700	300	14	28	18	260.9	205	224,000	12,600	6,390	841	7,180	1,290
	700	300	14	25	18	243.8	191	206,000	11,300	5,880	751	6,630	1,160
	700	300	14	22	18	226.6	178	188,000	9,920	5,360	661	6,070	1,030
	700	300	12	25	18	230.8	181	201,000	11,300	5,750	751	6,420	1,150
	700	300	12	22	18	213.5	168	183,000	9,910	5,230	661	5,860	1,020
	700	300	12	19	18	196.2	154	164,000	8,560	4,690	571	5,290	882
SH 700 x 250	700	250	14	28	18	232.9	183	192,000	7,310	5,490	585	6,240	910
	700	250	14	25	18	218.8	172	177,000	6,530	5,070	522	5,790	816
	700	250	14	22	18	204.6	161	162,000	5,750	4,640	460	5,330	723
	700	250	12	25	18	205.8	162	173,000	6,520	4,940	522	5,580	807
	700	250	12	22	18	191.5	150	158,000	5,740	4,500	459	5,110	714
	700	250	12	19	18	177.2	139	142,000	4,960	4,060	397	4,640	620
	700	250	9	19	18	157.4	124	135,000	4,950	3,850	396	4,310	610
	700	250	9	16	18	142.9	112	119,000	4,170	3,400	334	3,830	516

Notes : Some sizes are not manufactured constantly, so please contact us in advance.

Nominal Size	Section Dimensions (mm)					Area of Section (cm^2)	Mass per Metre (kg/m)	Second Moment of Area (cm^4)		Elastic Modulus (cm^3)		Plastic Modulus (cm^3)	
h x b	h	b	t_w	t_f	r			Axis y-y Iy	Axis z-z Iz	Axis y-y Wel.y	Axis z-z Wel.z	Axis y-y Wpl.y	Axis z-z Wpl.z
SH 700 x 200	700	200	12	28	18	192.1	151	156,000	3,750	4,460	375	5,100	586
	700	200	12	25	18	180.8	142	144,000	3,350	4,120	335	4,730	526
	700	200	12	22	18	169.5	133	132,000	2,950	3,780	295	4,360	466
	700	200	9	22	18	149.8	118	125,000	2,940	3,580	294	4,040	456
	700	200	9	19	18	138.4	109	113,000	2,540	3,220	254	3,660	396
	700	200	9	16	18	126.9	099.6	100,000	2,140	2,860	214	3,280	336
	700	200	9	12	18	111.6	087.6	83,100	1,610	2,370	161	2,770	256
SH 650 x 300	650	300	16	32	13	287.2	225	212,000	14,400	6,510	961	7,350	1,480
	650	300	16	28	13	264.5	208	192,000	12,600	5,900	841	6,680	1,300
	650	300	16	25	13	247.4	194	177,000	11,300	5,440	751	6,170	1,160
	650	300	16	22	13	230.4	181	161,000	9,920	4,960	662	5,660	1,030
	650	300	12	25	13	223.4	175	169,000	11,300	5,210	751	5,810	1,150
	650	300	12	22	13	206.2	162	154,000	9,910	4,730	661	5,290	1,010
	650	300	12	19	13	188.9	148	138,000	8,560	4,240	571	4,760	878
	650	300	12	16	13	171.6	135	121,000	7,210	3,740	481	4,230	744
SH 650 x 250	650	250	16	28	13	236.5	186	165,000	7,310	5,070	585	5,810	915
	650	250	12	28	13	212.7	167	158,000	7,300	4,850	584	5,460	898
	650	250	12	25	13	198.4	156	145,000	6,520	4,460	522	5,030	804
	650	250	12	22	13	184.2	145	132,000	5,740	4,060	459	4,600	711
	650	250	12	19	13	169.9	133	119,000	4,960	3,660	397	4,160	617
SH 650 x 200	650	200	12	28	13	184.7	145	131,000	3,740	4,020	374	4,580	583
	650	200	12	25	13	173.4	136	121,000	3,340	3,710	334	4,250	523
	650	200	12	22	13	162.2	127	110,000	2,940	3,400	294	3,910	463
	650	200	12	19	13	150.9	118	99,900	2,540	3,070	254	3,570	403
	650	200	9	22	13	144.0	113	105,000	2,940	3,220	294	3,630	453
	650	200	9	19	13	132.5	104	94,200	2,540	2,900	254	3,280	393
	650	200	9	16	13	121.1	095.1	83,400	2,140	2,570	214	2,930	334
	650	200	9	12	13	105.8	083.1	68,600	1,600	2,110	160	2,460	254
SH 600 x 300	600	300	16	32	13	279.2	219	177,000	14,400	5,890	961	6,640	1,480
	600	300	16	28	13	256.5	201	160,000	12,600	5,330	841	6,030	1,300
	600	300	14	28	13	245.6	193	157,000	12,600	5,250	841	5,880	1,290
	600	300	14	25	13	228.4	179	145,000	11,300	4,820	751	5,410	1,150
	600	300	14	22	13	211.3	166	131,000	9,910	4,380	661	4,940	1,020
	600	300	12	28	13	234.7	184	155,000	12,600	5,160	841	5,730	1,280
	600	300	12	25	13	217.4	171	142,000	11,300	4,730	751	5,260	1,150
	600	300	12	22	13	200.2	157	129,000	9,910	4,290	661	4,780	1,010
	600	300	12	19	13	182.9	144	115,000	8,560	3,840	571	4,300	877

Notes : Some sizes are not manufactured constantly, so please contact us in advance.



Fixed Outer Dimension H-Shapes – 4

JFE Super HISLEND-H (SH)

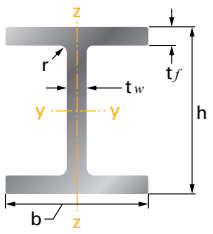
Nominal Size	Section Dimensions (mm)					Area of Section (cm^2)	Mass per Metre (kg/m)	Second Moment of Area (cm^4)		Elastic Modulus (cm^3)		Plastic Modulus (cm^3)	
h x b	h	b	t_w	t_f	r			Axis y-y Iy	Axis z-z Iz	Axis y-y Wel.y	Axis z-z Wel.z	Axis y-y Wpl.y	Axis z-z Wpl.z
SH 600 x 250	600	250	16	32	13	247.2	194	151,000	8,350	5,020	668	5,730	1,040
	600	250	16	28	13	228.5	179	137,000	7,310	4,570	585	5,230	911
	600	250	16	25	13	214.4	168	127,000	6,530	4,220	522	4,840	818
	600	250	12	28	13	206.7	162	132,000	7,300	4,390	584	4,930	896
	600	250	12	25	13	192.4	151	121,000	6,520	4,040	522	4,540	802
	600	250	12	22	13	178.2	140	110,000	5,740	3,670	459	4,150	709
	600	250	12	19	13	163.9	129	99,100	4,960	3,300	397	3,750	615
	600	250	9	19	13	147.0	115	94,600	4,950	3,150	396	3,510	606
	600	250	9	16	13	132.6	104	83,100	4,170	2,770	334	3,100	513
SH 600 x 200	600	200	12	28	13	178.7	140	109,000	3,740	3,630	374	4,130	581
	600	200	12	25	13	167.4	131	100,000	3,340	3,350	334	3,820	521
	600	200	12	22	13	156.2	123	91,800	2,940	3,060	294	3,510	461
	600	200	12	19	13	144.9	114	83,000	2,540	2,770	254	3,200	402
	600	200	12	16	13	133.6	105	74,100	2,140	2,470	214	2,880	342
	600	200	9	22	13	139.5	110	87,500	2,940	2,920	294	3,280	452
	600	200	9	19	13	128.0	100	78,600	2,540	2,620	254	2,960	392
	600	200	9	16	13	116.6	091.5	69,500	2,140	2,320	214	2,640	333
	600	200	9	12	13	101.3	079.5	57,000	1,600	1,900	160	2,200	253
SH 550 x 300	550	300	16	28	13	248.5	195	131,000	12,600	4,780	841	5,400	1,290
	550	300	16	25	13	231.4	182	121,000	11,300	4,400	751	4,970	1,160
	550	300	16	22	13	214.4	168	110,000	9,920	4,010	661	4,550	1,020
	550	300	12	25	13	211.4	166	117,000	11,300	4,250	751	4,720	1,140
	550	300	12	22	13	194.2	152	106,000	9,910	3,850	661	4,290	1,010
	550	300	12	19	13	176.9	139	94,700	8,560	3,450	571	3,850	875
	550	300	12	16	13	159.6	125	83,300	7,210	3,030	481	3,410	740
SH 550 x 250	550	250	12	28	13	200.7	158	108,000	7,300	3,940	584	4,420	894
	550	250	12	25	13	186.4	146	99,600	6,520	3,620	522	4,070	801
	550	250	12	22	13	172.2	135	90,600	5,740	3,290	459	3,710	707
	550	250	9	22	13	157.0	123	87,300	5,730	3,180	459	3,520	699
	550	250	9	19	13	142.5	112	78,000	4,950	2,840	396	3,150	605
	550	250	9	16	13	128.1	101	68,400	4,170	2,490	334	2,780	512
SH 550 x 200	550	200	12	25	13	161.4	127	82,300	3,340	2,990	334	3,410	519
	550	200	12	22	13	150.2	118	75,200	2,940	2,740	294	3,130	460
	550	200	12	19	13	138.9	109	67,900	2,540	2,470	254	2,840	400
	550	200	9	22	13	135.0	106	72,000	2,940	2,620	294	2,940	451
	550	200	9	19	13	123.5	096.9	64,600	2,540	2,350	254	2,640	391
	550	200	9	16	13	112.1	088.0	57,000	2,140	2,070	214	2,350	332
	550	200	9	12	13	096.79	076.0	46,600	1,600	1,700	160	1,950	252

Notes : Some sizes are not manufactured constantly, so please contact us in advance.

Nominal Size	Section Dimensions (mm)					Area of Section (cm^2)	Mass per Metre (kg/m)	Second Moment of Area (cm^4)		Elastic Modulus (cm^3)		Plastic Modulus (cm^3)	
h x b	h	b	t_w	t_f	r			Axis y-y Iy	Axis z-z Iz	Axis y-y Wel.y	Axis z-z Wel.z	Axis y-y Wpl.y	Axis z-z Wpl.z
SH 500 x 300	500	300	16	32	13	263.2	207	117,000	14,400	4,680	961	5,280	1,470
	500	300	16	28	13	240.5	189	106,000	12,600	4,240	841	4,790	1,290
	500	300	16	25	13	223.4	175	97,600	11,300	3,900	751	4,400	1,160
	500	300	16	22	13	206.4	162	88,800	9,920	3,550	661	4,020	1,020
	500	300	12	25	13	205.4	161	94,500	11,300	3,780	751	4,200	1,140
	500	300	12	22	13	188.2	148	85,700	9,910	3,430	661	3,810	1,010
	500	300	12	19	13	170.9	134	76,600	8,560	3,060	571	3,420	873
	500	300	12	16	13	153.6	121	67,300	7,210	2,690	481	3,010	738
SH 500 x 250	500	250	12	28	13	194.7	153	87,500	7,300	3,500	584	3,930	892
	500	250	12	25	13	180.4	142	80,400	6,520	3,220	521	3,610	799
	500	250	12	22	13	166.2	130	73,100	5,740	2,920	459	3,290	705
	500	250	9	22	13	152.5	120	70,700	5,730	2,830	459	3,130	698
	500	250	9	19	13	138.0	108	63,100	4,950	2,530	396	2,800	604
	500	250	9	16	13	123.6	097.0	55,300	4,170	2,210	334	2,460	511
SH 500 x 200	500	200	12	25	13	155.4	122	66,300	3,340	2,650	334	3,010	517
	500	200	12	22	13	144.2	113	60,500	2,940	2,420	294	2,760	458
	500	200	12	19	13	132.9	104	54,600	2,540	2,180	254	2,500	398
	500	200	9	22	13	130.5	102	58,100	2,940	2,330	294	2,600	450
	500	200	9	19	13	119.0	093.4	52,100	2,540	2,090	254	2,340	390
	500	200	9	16	13	107.6	084.5	46,000	2,140	1,840	214	2,080	331
	500	200	9	12	13	092.29	072.4	37,500	1,600	1,500	160	1,720	251
SH 450 x 250	450	250	12	28	13	188.7	148	69,100	7,300	3,070	584	3,450	890
	450	250	12	25	13	174.4	137	63,500	6,520	2,820	521	3,160	797
	450	250	12	22	13	160.2	126	57,700	5,740	2,560	459	2,880	703
	450	250	9	22	13	148.0	116	56,000	5,730	2,490	459	2,750	697
	450	250	9	19	13	133.5	105	50,000	4,950	2,220	396	2,460	603
	450	250	9	16	13	119.1	093.5	43,800	4,170	1,950	334	2,160	510
SH 450 x 200	450	200	12	25	13	149.4	117	52,200	3,340	2,320	334	2,630	516
	450	200	12	22	13	138.2	108	47,600	2,940	2,120	294	2,410	456
	450	200	12	19	13	126.9	099.6	42,900	2,540	1,910	254	2,180	396
	450	200	9	22	13	126.0	098.9	45,900	2,940	2,040	294	2,280	449
	450	200	9	19	13	114.5	089.9	41,200	2,540	1,830	254	2,050	389
	450	200	9	16	13	103.1	080.9	36,200	2,140	1,610	214	1,810	330
	450	200	9	12	13	087.79	068.9	29,500	1,600	1,310	160	1,490	250
SH 400 x 200	400	200	12	22	13	132.2	104	36,400	2,940	1,820	294	2,070	454
	400	200	9	22	13	121.5	095.4	35,300	2,940	1,760	294	1,970	448
	400	200	9	19	13	110.0	086.4	31,600	2,540	1,580	254	1,770	388
	400	200	9	16	13	098.57	077.4	27,800	2,140	1,390	214	1,560	329
	400	200	9	12	13	083.29	065.4	22,600	1,600	1,130	160	1,280	249

Notes : Some sizes are not manufactured constantly, so please contact us in advance.

5 Sizes and Section Properties



Heavy Wide Flange H-Shapes – 1

(700 x 500 series)

Nominal Size		Section Dimensions (mm)					Area of Section (cm^2)	Mass per Metre (kg/m)	Second Moment of Area (cm^4)		Elastic Modulus (cm^3)		Plastic Modulus (cm^3)	
h x b	Web Thickness	h	b	t_w	t_f	r			Axis y-y Iy	Axis z-z Iz	Axis y-y Wel.y	Axis z-z Wel.z	Axis y-y Wpl.y	Axis z-z Wpl.z
700 x 500	70	770	520	70	80	26	1,265	993	1,130,000	189,000	29,400	7,280	35,400	11,600
		760	520	70	75	26	1,213	952	1,060,000	178,000	27,800	6,830	33,400	10,900
		750	520	70	70	26	1,161	911	982,000	166,000	26,200	6,380	31,400	10,200
	65	770	515	65	80	26	1,226	962	1,110,000	184,000	28,900	7,130	34,600	11,300
		760	515	65	75	26	1,175	922	1,040,000	172,000	27,300	6,690	32,700	10,600
		750	515	65	70	26	1,123	882	965,000	161,000	25,700	6,250	30,700	9,950
		740	515	65	65	26	1,072	842	893,000	149,000	24,100	5,800	28,800	9,290
	60	770	510	60	80	26	1,188	933	1,090,000	178,000	28,400	6,980	33,900	11,000
		760	510	60	75	26	1,137	893	1,020,000	167,000	26,800	6,550	32,000	10,300
		750	510	60	70	26	1,086	853	947,000	156,000	25,300	6,120	30,000	9,670
		740	510	60	65	26	1,035	812	876,000	145,000	23,700	5,680	28,100	9,020
		730	510	60	60	26	983.8	772	807,000	134,000	22,100	5,250	26,300	8,370
	55	760	505	55	75	26	1,099	863	1,000,000	162,000	26,400	6,410	31,200	10,000
		750	505	55	70	26	1,048	823	929,000	151,000	24,800	5,990	29,300	9,410
		740	505	55	65	26	997.8	783	859,000	140,000	23,200	5,560	27,400	8,770
		730	505	55	60	26	947.3	744	791,000	130,000	21,700	5,140	25,600	8,130
		720	505	55	55	26	896.8	704	725,000	119,000	20,100	4,710	23,800	7,490
	50	740	500	50	65	26	960.8	754	842,000	136,000	22,800	5,440	26,800	8,520
		730	500	50	60	26	910.8	715	775,000	126,000	21,200	5,030	24,900	7,900
		720	500	50	55	26	860.8	676	709,000	115,000	19,700	4,610	23,100	7,270
		710	500	50	50	26	810.8	636	645,000	105,000	18,200	4,190	21,300	6,650
	45	730	495	45	60	26	874.3	686	759,000	122,000	20,800	4,920	24,300	7,680
		720	495	45	55	26	824.8	647	694,000	112,000	19,300	4,510	22,500	7,060
		710	495	45	50	26	775.3	609	630,000	102,000	17,800	4,100	20,700	6,450
		700	495	45	45	26	725.8	570	569,000	91,500	16,300	3,700	18,900	5,840
	40	720	490	40	55	26	788.8	619	678,000	108,000	18,800	4,420	21,800	6,860
		710	490	40	50	26	739.8	581	615,000	98,400	17,300	4,020	20,100	6,260
		700	490	40	45	26	690.8	542	555,000	88,600	15,800	3,620	18,300	5,660
		690	490	40	40	26	641.8	504	495,000	78,800	14,400	3,220	16,600	5,060
	35	700	485	35	45	26	655.8	515	540,000	85,800	15,400	3,540	17,700	5,490
		690	485	35	40	26	607.3	477	482,000	76,300	14,000	3,150	16,000	4,900
		680	485	35	35	26	558.8	439	425,000	66,800	12,500	2,750	14,400	4,320
	30	690	480	30	40	26	572.8	450	468,000	73,900	13,600	3,080	15,400	4,760
		680	480	30	35	26	524.8	412	412,000	64,700	12,100	2,690	13,800	4,180
		670	480	30	30	26	476.8	374	357,000	55,500	10,700	2,310	12,200	3,610
	25	680	475	25	35	26	490.8	385	399,000	62,600	11,700	2,640	13,200	4,050
		670	475	25	30	26	443.3	348	345,000	53,700	10,300	2,260	11,600	3,490

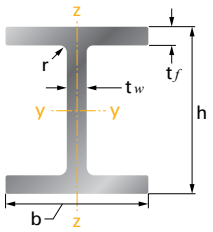
Notes : Some sizes are not manufactured constantly, so please contact us in advance.

(500 x 500 series)

Nominal Size		Section Dimensions (mm)					Area of Section (cm^2)	Mass per Metre (kg/m)	Second Moment of Area (cm^4)		Elastic Modulus (cm^3)		Plastic Modulus (cm^3)	
h x b	Web Thickness	h	b	t_w	t_f	r			Axis y-y Iy	Axis z-z Iz	Axis y-y Wel.y	Axis z-z Wel.z	Axis y-y Wpl.y	Axis z-z Wpl.z
500 x 500	70	612	520	70	80	26	1,154	906	650,000	189,000	21,200	7,260	25,800	11,400
		602	520	70	75	26	1,102	865	602,000	177,000	20,000	6,810	24,300	10,700
		592	520	70	70	26	1,050	824	556,000	165,000	18,800	6,360	22,700	10,000
	65	612	515	65	80	26	1,124	882	640,000	183,000	20,900	7,120	25,400	11,100
		602	515	65	75	26	1,072	842	593,000	172,000	19,700	6,670	23,800	10,400
		592	515	65	70	26	1,021	801	547,000	160,000	18,500	6,230	22,300	9,780
		582	515	65	65	26	969.1	761	503,000	149,000	17,300	5,790	20,800	9,120
	60	612	510	60	80	26	1,093	858	631,000	178,000	20,600	6,970	24,900	10,800
		602	510	60	75	26	1,042	818	584,000	167,000	19,400	6,540	23,400	10,200
		592	510	60	70	26	991.0	778	538,000	156,000	18,200	6,100	21,800	9,530
		582	510	60	65	26	940.0	738	494,000	145,000	17,000	5,670	20,300	8,880
		572	510	60	60	26	889.0	698	452,000	134,000	15,800	5,240	18,900	8,230
	55	612	505	55	80	26	1,062	834	621,000	172,000	20,300	6,830	24,400	10,600
		602	505	55	75	26	1,012	794	575,000	162,000	19,100	6,400	22,900	9,920
		592	505	55	70	26	961.4	755	530,000	151,000	17,900	5,980	21,400	9,290
		582	505	55	65	26	910.9	715	486,000	140,000	16,700	5,550	19,900	8,650
		572	505	55	60	26	860.4	675	444,000	129,000	15,500	5,130	18,500	8,010
		562	505	55	55	26	809.9	636	404,000	119,000	14,400	4,700	17,000	7,370
	50	612	500	50	80	26	1,032	810	612,000	167,000	20,000	6,690	24,000	10,300
		602	500	50	75	26	981.8	771	566,000	157,000	18,800	6,270	22,400	9,680
		592	500	50	70	26	931.8	731	521,000	146,000	17,600	5,850	21,000	9,050
		582	500	50	65	26	881.8	692	478,000	136,000	16,400	5,440	19,500	8,430
		572	500	50	60	26	831.8	653	436,000	126,000	15,300	5,020	18,000	7,800
		562	500	50	55	26	781.8	614	396,000	115,000	14,100	4,600	16,600	7,180
		552	500	50	50	26	731.8	574	357,000	105,000	12,900	4,190	15,200	6,550
	45	612	495	45	80	26	1,001	786	602,000	162,000	19,700	6,550	23,500	10,000
		602	495	45	75	26	951.7	747	556,000	152,000	18,500	6,140	22,000	9,430
		592	495	45	70	26	902.2	708	512,000	142,000	17,300	5,730	20,500	8,820
		582	495	45	65	26	852.7	669	470,000	132,000	16,100	5,320	19,100	8,210
		572	495	45	60	26	803.2	631	429,000	122,000	15,000	4,920	17,600	7,600
		562	495	45	55	26	753.7	592	389,000	112,000	13,800	4,510	16,200	6,980
		552	495	45	50	26	704.2	553	350,000	101,000	12,700	4,100	14,900	6,370
		542	495	45	45	26	654.7	514	313,000	91,400	11,600	3,690	13,500	5,760
	40	612	490	40	80	26	970.6	762	593,000	157,000	19,400	6,410	23,000	9,800
		602	490	40	75	26	921.6	723	547,000	147,000	18,200	6,010	21,500	9,200
		592	490	40	70	26	872.6	685	504,000	138,000	17,000	5,610	20,100	8,600
		582	490	40	65	26	823.6	647	461,000	128,000	15,900	5,210	18,600	8,000
		572	490	40	60	26	774.6	608	421,000	118,000	14,700	4,810	17,200	7,400
		562	490	40	55	26	725.6	570	381,000	108,000	13,600	4,410	15,800	6,800
		552	490	40	50	26	676.6	531	343,000	98,300	12,400	4,010	14,500	6,200
		542	490	40	45	26	627.6	493	307,000	88,500	11,300	3,610	13,100	5,600
		532	490	40	40	26	578.6	454	271,000	78,700	10,200	3,210	11,800	5,000

Notes : Some sizes are not manufactured constantly, so please contact us in advance.

5 Sizes and Section Properties



Heavy Wide Flange H-Shapes – 2

(500 x 500 series)

Nominal Size		Section Dimensions (mm)					Area of Section (cm^2)	Mass per Metre (kg/m)	Second Moment of Area (cm^4)		Elastic Modulus (cm^3)		Plastic Modulus (cm^3)	
h x b	Web Thickness	h	b	t_w	t_f	r			Axis y-y Iy	Axis z-z Iz	Axis y-y Wel.y	Axis z-z Wel.z	Axis y-y Wpl.y	Axis z-z Wpl.z
500 x 500	35	572	485	35	60	26	746.0	586	413,000	114,000	14,400	4,710	16,800	7,210
		562	485	35	55	26	697.5	548	374,000	105,000	13,300	4,320	15,400	6,620
		552	485	35	50	26	649.0	509	336,000	95,300	12,200	3,930	14,100	6,030
		542	485	35	45	26	600.5	471	300,000	85,800	11,100	3,540	12,800	5,440
		532	485	35	40	26	552.0	433	265,000	76,300	9,960	3,140	11,500	4,860
		522	485	35	35	26	503.5	395	231,000	66,700	8,870	2,750	10,200	4,270
	30	572	480	30	60	26	717.4	563	405,000	111,000	14,200	4,610	16,400	7,030
		562	480	30	55	26	669.4	525	367,000	102,000	13,000	4,230	15,000	6,450
		552	480	30	50	26	621.4	488	329,000	92,300	11,900	3,850	13,700	5,870
		542	480	30	45	26	573.4	450	293,000	83,100	10,800	3,460	12,400	5,300
		532	480	30	40	26	525.4	412	259,000	73,900	9,730	3,080	11,100	4,720
		522	480	30	35	26	477.4	375	225,000	64,600	8,640	2,690	9,840	4,150
		512	480	30	30	26	429.4	337	193,000	55,400	7,550	2,310	8,600	3,570
	25	552	475	25	50	26	593.8	466	322,000	89,400	11,700	3,760	13,300	5,720
		542	475	25	45	26	546.3	429	287,000	80,500	10,600	3,390	12,000	5,160
		532	475	25	40	26	498.8	392	253,000	71,500	9,490	3,010	10,800	4,590
		522	475	25	35	26	451.3	354	220,000	62,600	8,410	2,640	9,500	4,030
		512	475	25	30	26	403.8	317	188,000	53,700	7,340	2,260	8,270	3,470
		502	475	25	25	26	356.3	280	157,000	44,700	6,270	1,880	7,070	2,900
	20	532	470	20	40	26	472.2	371	246,000	69,300	9,260	2,950	10,400	4,470
		522	470	20	35	26	425.2	334	214,000	60,600	8,180	2,580	9,160	3,920
		512	470	20	30	26	378.2	297	182,000	52,000	7,120	2,210	7,950	3,370
		502	470	20	25	26	331.2	260	152,000	43,300	6,060	1,840	6,750	2,820
	15	512	465	15	30	26	352.6	277	177,000	50,300	6,900	2,160	7,620	3,280
		502	465	15	25	26	306.1	240	147,000	41,900	5,850	1,800	6,440	2,740
		492	465	15	20	26	259.6	204	118,000	33,500	4,800	1,440	5,280	2,200

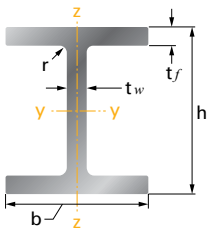
Notes : Some sizes are not manufactured constantly, so please contact us in advance.

(400 x 400 series)

Nominal Size		Section Dimensions (mm)					Area of Section (cm^2)	Mass per Metre (kg/m)	Second Moment of Area (cm^4)		Elastic Modulus (cm^3)		Plastic Modulus (cm^3)	
h x b	Web Thickness	h	b	t_w	t_f	r			Axis y-y Iy	Axis z-z Iz	Axis y-y Wel.y	Axis z-z Wel.z	Axis y-y Wpl.y	Axis z-z Wpl.z
400 x 400	70	518	457	70	80	22	986.0	774	383,000	128,000	14,800	5,620	18,300	8,810
		508	457	70	75	22	940.3	738	353,000	120,000	13,900	5,270	17,200	8,290
		498	457	70	70	22	894.6	702	324,000	112,000	13,000	4,920	16,000	7,760
	65	518	452	65	80	22	960.1	754	377,000	124,000	14,500	5,490	18,000	8,570
		508	452	65	75	22	914.9	718	347,000	116,000	13,700	5,150	16,800	8,060
		498	452	65	70	22	869.7	683	318,000	109,000	12,800	4,810	15,700	7,540
		488	452	65	65	22	824.5	647	291,000	101,000	11,900	4,470	14,600	7,030
	60	518	447	60	80	22	934.2	733	371,000	120,000	14,300	5,360	17,700	8,330
		508	447	60	75	22	889.5	698	342,000	112,000	13,400	5,030	16,500	7,830
		498	447	60	70	22	844.8	663	313,000	105,000	12,600	4,690	15,400	7,330
		488	447	60	65	22	800.1	628	286,000	97,500	11,700	4,360	14,300	6,830
		478	447	60	60	22	755.4	593	260,000	90,000	10,900	4,030	13,200	6,330
	55	518	442	55	80	22	908.3	713	365,000	116,000	14,100	5,230	17,300	8,100
		508	442	55	75	22	864.1	678	336,000	108,000	13,200	4,910	16,200	7,610
		498	442	55	70	22	819.9	644	308,000	101,000	12,400	4,580	15,100	7,120
		488	442	55	65	22	775.7	609	281,000	94,100	11,500	4,260	14,000	6,630
		478	442	55	60	22	731.5	574	256,000	86,900	10,700	3,930	12,900	6,150
		468	442	55	55	22	687.3	539	231,000	79,700	9,870	3,610	11,900	5,660
	50	518	437	50	80	22	882.4	693	359,000	112,000	13,900	5,110	17,000	7,870
		508	437	50	75	22	838.7	658	331,000	105,000	13,000	4,790	15,900	7,400
		498	437	50	70	22	795.0	624	303,000	97,800	12,200	4,470	14,800	6,920
		488	437	50	65	22	751.3	590	277,000	90,800	11,300	4,160	13,700	6,440
		478	437	50	60	22	707.6	555	251,000	83,900	10,500	3,840	12,600	5,970
		468	437	50	55	22	663.9	521	227,000	76,900	9,680	3,520	11,600	5,490
		458	437	50	50	22	620.2	487	203,000	70,000	8,870	3,200	10,600	5,010
	45	518	432	45	80	22	856.5	672	354,000	108,000	13,700	4,990	16,700	7,660
		508	432	45	75	22	813.3	638	325,000	101,000	12,800	4,680	15,500	7,190
		498	432	45	70	22	770.1	604	298,000	94,400	12,000	4,370	14,500	6,720
		488	432	45	65	22	726.9	571	272,000	87,600	11,100	4,060	13,400	6,260
		478	432	45	60	22	683.7	537	246,000	80,900	10,300	3,750	12,300	5,790
		468	432	45	55	22	640.5	503	222,000	74,200	9,500	3,440	11,300	5,320
		458	432	45	50	22	597.3	469	199,000	67,500	8,700	3,120	10,300	4,860
		448	432	45	45	22	554.1	435	177,000	60,800	7,900	2,810	9,350	4,390
	40	518	427	40	80	22	830.6	652	348,000	104,000	13,400	4,870	16,300	7,450
		508	427	40	75	22	787.9	618	320,000	97,500	12,600	4,570	15,200	6,990
		498	427	40	70	22	745.2	585	293,000	91,000	11,800	4,260	14,100	6,540
		488	427	40	65	22	702.5	551	267,000	84,600	10,900	3,960	13,100	6,080
		478	427	40	60	22	659.8	518	242,000	78,100	10,100	3,660	12,100	5,620
		468	427	40	55	22	617.1	484	218,000	71,600	9,320	3,350	11,100	5,170
		458	427	40	50	22	574.4	451	195,000	65,100	8,520	3,050	10,100	4,710
		448	427	40	45	22	531.7	417	173,000	58,600	7,730	2,750	9,100	4,260
		438	427	40	40	22	489.0	384	152,000	52,100	6,950	2,440	8,150	3,800

Notes : Some sizes are not manufactured constantly, so please contact us in advance.

5 Sizes and Section Properties

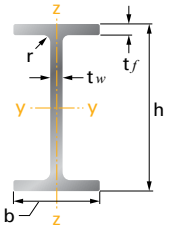


Heavy Wide Flange H-Shapes – 3

(400 x 400 series)

Nominal Size		Section Dimensions (mm)					Area of Section (cm^2)	Mass per Metre (kg/m)	Second Moment of Area (cm^4)		Elastic Modulus (cm^3)		Plastic Modulus (cm^3)	
h x b	Web Thickness	h	b	t_w	t_f	r			Axis y-y Iy	Axis z-z Iz	Axis y-y Wel.y	Axis z-z Wel.z	Axis y-y Wpl.y	Axis z-z Wpl.z
400 x 400	35	498	422	35	70	22	720.3	565	288,000	87,800	11,600	4,160	13,800	6,350
		488	422	35	65	22	678.1	532	262,000	81,600	10,700	3,870	12,800	5,910
		478	422	35	60	22	635.9	499	237,000	75,300	9,930	3,570	11,800	5,460
		468	422	35	55	22	593.7	466	214,000	69,000	9,130	3,270	10,800	5,020
		458	422	35	50	22	551.5	433	191,000	62,800	8,350	2,980	9,800	4,570
		448	422	35	45	22	509.3	400	169,000	56,500	7,570	2,680	8,850	4,130
		438	422	35	40	22	467.1	367	149,000	50,300	6,790	2,380	7,910	3,680
		428	422	35	35	22	424.9	334	129,000	44,000	6,030	2,080	7,000	3,240
	30	478	417	30	60	22	612.0	480	233,000	72,600	9,740	3,480	11,500	5,310
		468	417	30	55	22	570.3	448	209,000	66,600	8,950	3,190	10,500	4,870
		458	417	30	50	22	528.6	415	187,000	60,500	8,170	2,900	9,540	4,440
		448	417	30	45	22	486.9	382	166,000	54,500	7,400	2,610	8,600	4,000
		438	417	30	40	22	445.2	349	145,000	48,400	6,630	2,320	7,670	3,570
		428	417	30	35	22	403.5	317	126,000	42,400	5,880	2,030	6,770	3,130
		418	417	30	30	22	361.8	284	107,000	36,400	5,120	1,740	5,890	2,700
	25	458	412	25	50	22	505.7	397	183,000	58,300	8,000	2,830	9,280	4,310
		448	412	25	45	22	464.5	365	162,000	52,500	7,230	2,550	8,340	3,880
		438	412	25	40	22	423.3	332	142,000	46,700	6,470	2,270	7,430	3,460
		428	412	25	35	22	382.1	300	122,000	40,900	5,720	1,980	6,540	3,030
		418	412	25	30	22	340.9	268	104,000	35,000	4,980	1,700	5,670	2,610
	20	438	407	20	40	22	401.4	315	138,000	45,000	6,310	2,210	7,190	3,350
		428	407	20	35	22	360.7	283	119,000	39,400	5,570	1,930	6,310	2,940
		418	407	20	30	22	320.0	251	101,000	33,700	4,830	1,660	5,450	2,530
	15	418	402	15	30	22	299.1	235	98,000	32,500	4,690	1,620	5,230	2,450

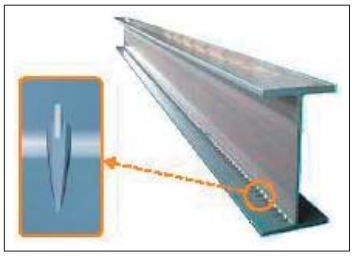
Notes : Some sizes are not manufactured constantly, so please contact us in advance.



JFE Special Type H-Shapes
J grip-H, Stripe-H, JFE Embossed-H

	Nominal Size	Section Dimensions (mm)					Area of Section (cm^2)	Mass per Metre (kg/m)	Second Moment of Area (cm^4)		Elastic Modulus (cm^3)		Plastic Modulus (cm^3)	
	h x b	h	b	t_w	t_f	r			Axis y-y Iy	Axis z-z Iz	Axis y-y Wel.y	Axis z-z Wel.z	Axis y-y Wpl.y	Axis z-z Wpl.z
J grip-H	600 x 300	640	307	19	40	13	353.5	555	250,000	19,300	7,820	1,260	8,900	1,940
		632	307	19	36	13	328.9	258	225,000	17,400	7,130	1,130	8,120	1,750
		624	304	16	32	13	285.6	448	195,000	15,000	6,260	987	7,050	1,520
		616	302	14	28	13	249.0	195	168,000	12,900	5,450	852	6,110	1,310
		610	300	12	25	13	218.7	172	147,000	11,300	4,820	751	5,370	1,150
Stripe-H	300 x 300	350	333	35	40	13	362.4	287	70,400	24,700	4,020	1,480	4,790	2,300
		348	332	34	39	13	352.2	279	68,000	23,900	3,910	1,440	4,640	2,230
		344	330	32	37	13	332.1	263	63,300	22,200	3,680	1,350	4,350	2,090
		340	328	30	35	13	312.1	248	58,800	20,700	3,460	1,260	4,070	1,950
		336	326	28	33	13	292.2	232	54,400	19,100	3,240	1,170	3,790	1,810
		332	324	26	31	13	272.5	217	50,200	17,600	3,020	1,090	3,520	1,680
		328	322	24	29	13	253.0	201	46,100	16,200	2,810	1,010	3,250	1,540
		324	320	22	27	13	233.7	186	42,100	14,800	2,600	925	2,990	1,420
		320	323	25	25	13	230.5	184	39,600	14,100	2,480	873	2,860	1,350
		318	317	19	24	13	204.9	163	36,300	12,800	2,280	808	2,600	1,230
		316	316	18	23	13	195.4	156	34,500	12,100	2,180	766	2,480	1,170
		312	314	16	21	13	176.5	141	30,800	10,800	1,970	688	2,230	1,050
		308	312	14	19	13	157.8	126	27,300	9,630	1,770	617	1,990	939
		304	310	12	17	13	139.3	112	24,000	8,450	1,580	545	1,750	828
		300	308	10	15	13	120.9	97.4	20,700	7,310	1,380	475	1,520	719
	200 x 200	212	208	12	18	13	97.45	78.0	7,720	2,700	728	260	832	397
		210	207	11	17	13	91.19	73.1	7,180	2,520	684	243	777	371
		208	206	10	16	13	84.97	68.2	6,650	2,330	639	226	723	345
		204	205	9	14	13	74.69	60.1	5,700	2,010	559	196	627	299
		200	204	8	12	13	64.49	52.1	4,800	1,700	480	167	535	254
	150 x 150	160	159	12	15	8	63.85	51.4	2,760	1,010	345	127	400	195
		158	158	11	14	8	59.09	47.6	2,520	922	319	117	368	179
		154	157	10	12	8	51.23	41.4	2,110	775	274	98.7	313	152
		150	155	8	10	8	41.95	34.1	1,690	621	225	80.1	254	123
Embossed-H	Grid pattern	190	197	5.4	7.7	13	41.22	34.3	3,050	1,040	321	106	330	152
	Longitudinal type	190	197	5.4	7.8	13	45.60	35.5	3,250	1,100	342	113	372	155

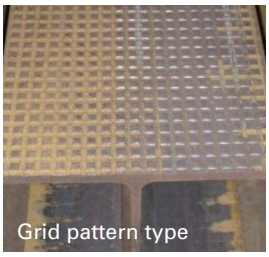
Notes : Some sizes are not manufactured constantly, so please contact us in advance.



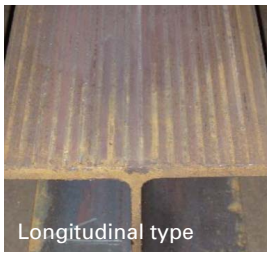
J grip-H



Stripe-H



JFE Embossed-H



JFE Embossed-H

J-grip H and Stripe-H have been developed for steel-concrete composite structure.
Embossed H-Shapes have been developed for Steel Road Deck.
For more information, please consult us.

Cat.No.D1E-101-03

JFE

JFE Steel Corporation

http://www.jfe-steel.co.jp/en/

TOKYO HEAD OFFICE Hibiya Kokusai Building, 2-3 Uchisaiwaicho 2-chome, Chiyodaku, Tokyo 100-0011, Japan
Phone : (81)3-3597-3111 Fax : (81)3-3597-4860

NEW YORK OFFICE JFE Steel America, Inc.
600 Third Avenue, 12th Floor, New York, NY 10016, U.S.A.
Phone : (1)212-310-9320 Fax : (1)212-308-9292

HOUSTON OFFICE JFE Steel America, Inc., Houston Office
10777 Westheimer, Suite 230, Houston, TX 77042, U.S.A.
Phone : (1)713-532-0052 Fax : (1)713-532-0062

BRISBANE OFFICE JFE Steel Australia Resources Pty Ltd.
Level 19, CPA Centre, 307 Queen St, Brisbane, QLD 4001, Australia
Phone : (61)7-3229-3855 Fax : (61)7-3229-4377

RIO DE JANEIRO OFFICE JFE Steel do Brasil LTDA / JFE Steel Corporation, Rio de Janeiro Office
Praia de Botafogo, 228 Setor B, Salas 508 & 509, Botafogo, CEP 22250-040, Rio de Janeiro-RJ, Brazil
Phone : (55)21-2553-1132 Fax : (55)21-2553-3430

LONDON OFFICE JFE Steel Europe Limited
15th Floor, The Broadgate Tower, 20 Primrose Street, London EC2A 2EW, U.K.
Phone : (44)20-7426-0166 Fax : (44)20-7247-0168

DUBAI OFFICE JFE Steel Corporation, Dubai Office
P.O.Box 261791 LOB19-1208, Jebel Ali Free Zone Dubai, U.A.E.
Phone : (971)4-884-1833 Fax : (971)4-884-1472

NEW DELHI OFFICE JFE Steel India Private Limited
1101, 11th Floor, Unitech's Signature Tower, Tower-A, South City-I, NH-8, Gurgaon, Haryana, 122002, India
Phone : (91)124-426-4981 Fax : (91)124-426-4982

MUMBAI OFFICE JFE Steel India Private Limited Mumbai Office
308, A Wing, 215 Atrium, Andheri - Kurla Road, Andheri (East), Mumbai - 400093, Maharashtra, India
Phone : (91)22-3076-2760 Fax : (91)22-3076-2764

SINGAPORE OFFICE JFE Steel Asia Pte. Ltd.
16 Raffles Quay, No. 15-03, Hong Leong Building, 048581, Singapore
Phone : (65)6220-1174 Fax : (65)6224-8357

BANGKOK OFFICE JFE Steel (Thailand) Ltd.
22nd Floor, Abdulrahim Place 990, Rama Ⅳ Road, Bangkok 10500, Thailand
Phone : (66)2-636-1886 Fax : (66)2-636-1891

VIETNAM OFFICE JFE Steel Vietnam Co., Ltd.
Unit 1401, 14th Floor, Kumho Asiana Plaza, 39 Le Duan Street, Dist 1, HCMC, Vietnam
Phone : (84)8-3825-8576 Fax : (84)8-3825-8562

JAKARTA OFFICE JFE Steel Corporation, Jakarta Office
16th Floor Summitmas Ⅱ, JL Jendral Sudirman Kav. 61-62, Jakarta 12190, Indonesia
Phone : (62)21-522-6405 Fax : (62)21-522-6408

MANILA OFFICE JFE Steel Corporation, Manila Office
23rd Floor 6788 Ayala Avenue, Oledan Square, Makati City, Metro Manila, Philippines
Phone : (63)2-886-7432 Fax : (63)2-886-7315

SEOUL OFFICE JFE Steel Korea Corporation
6th Floor. Geumgang-Tower. 889-13, Daechi-dong, Gangnam-gu, Seoul, 135-570, Korea
Phone : (82)2-3468-4130 Fax : (82)2-3468-4137

BEIJING OFFICE JFE Steel Corporation Beijing
1009 Beijing Fortune Building No.5, Dongsanhuan North Road, Chaoyang District, Beijing, 100004, P.R.China
Phone : (86)10-6590-9051 Fax : (86)10-6590-9056

SHANGHAI OFFICE JFE Consulting (Shanghai) Co., Ltd.
Room 801, Building A, Far East International Plaza, 319 Xianxia Road, Shanghai 200051, P.R.China
Phone : (86)21-6235-1345 Fax : (86)21-6235-1346

GUANGZHOU OFFICE JFE Consulting (Guangzhou) Co., Ltd./ JFE Steel Corporation, Guangzhou Office
Room 3901, Citic Plaza, 233 Tian He North Road, Guangzhou 510613, P.R.China
Phone : (86)20-3891-2467 Fax : (86)20-3891-2469

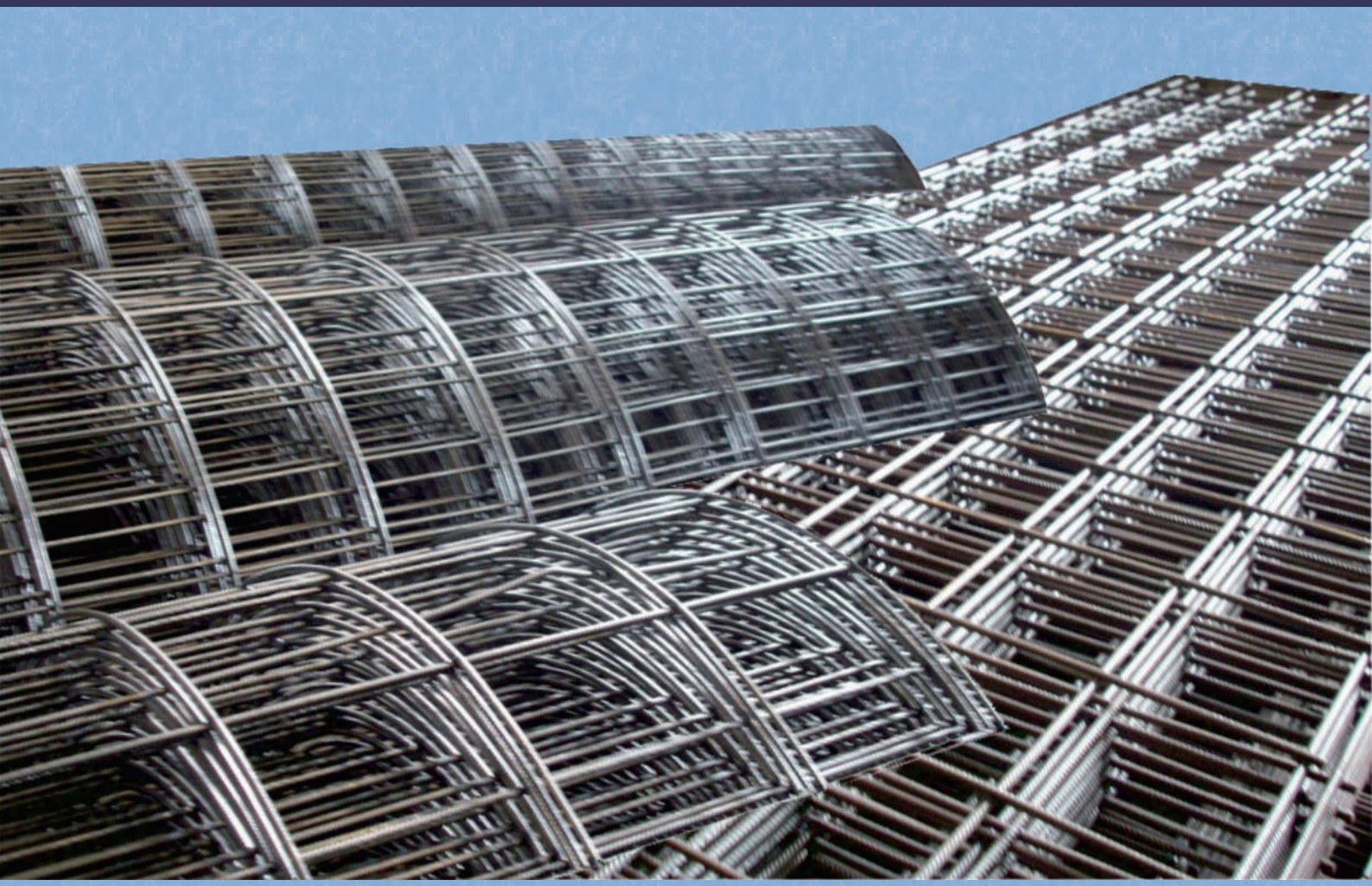
Notice

While every effort has been made to ensure the accuracy of the information contained within this publication, the use of the information is at the reader's risk and no warranty is implied or expressed by JFE Steel Corporation with respect to the use of information contained herein. The information in this publication is subject to change or modification without notice. Please contact the JFE Steel office for the latest information.

Copyright © JFE Steel Corporation. All Rights Reserved.
Any reproduction, modification, translation, distribution, transmission, uploading of the contents of the document, in whole or in part, is strictly prohibited

1308P(1301)1-0.8 SPa

UNION WIRE MESH®



UNION
1972

PT. UNION METAL

A UNION SAMPOERNA CO.

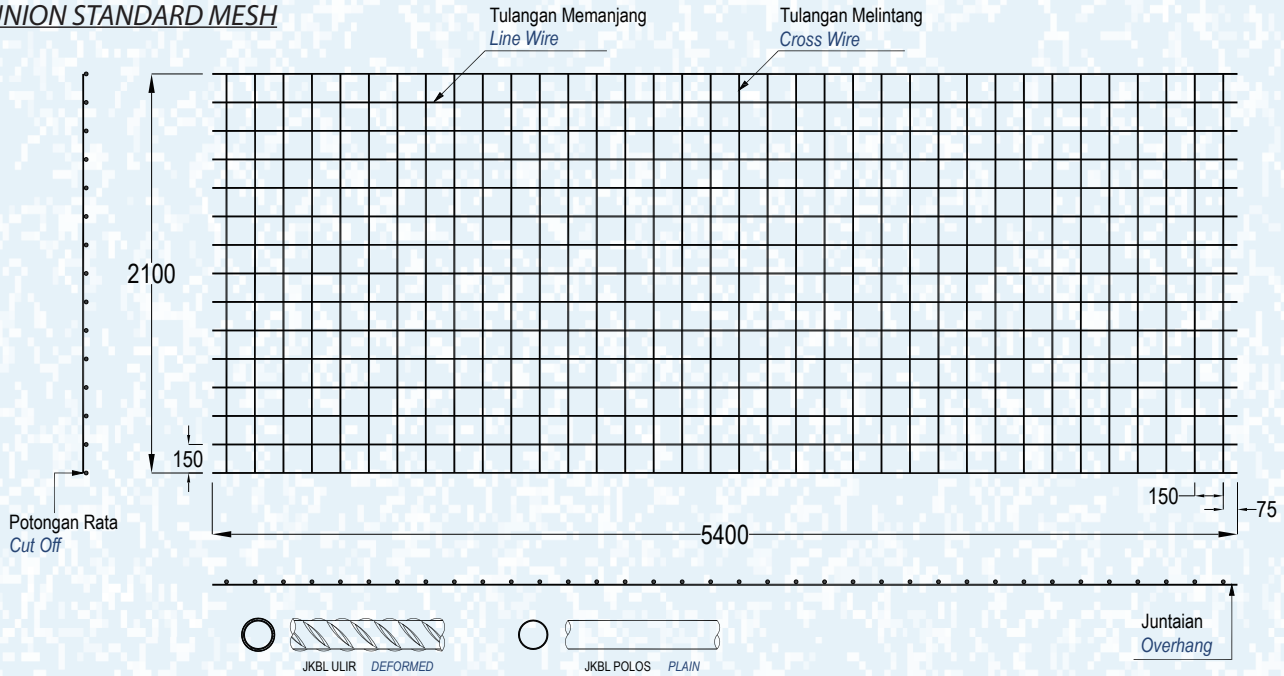
INFORMASI PRODUK

PRODUCT INFORMATION

Union Wire Mesh adalah jaring baja tulangan bermutu tinggi yang mempunyai tegangan leleh karakteristik 5.000 kg/cm² yang dirangkai sedemikian rupa menggunakan las listrik untuk mendapatkan tegangan geser berkualitas tinggi sebesar 2.500 kg/cm² di setiap titik pertemuan kawatnya.

Union Wire Mesh is made from high tensile reinforcing wire rod having characteristic yield strength of 5,000 kg/cm² and it is electrically welded to obtain high quality shearing strength of 2,500 kg/cm² in each welded point.

UNION STANDARD MESH



BERAT PER LEMBAR *MASS PER SHEET*

TYPE	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M12	M16
DIAMETER (mm)	4	5	6	7	8	9	10	12	16
BERAT PER LEMBAR (kg)	15,45	24,14	34,76	47,31	61,79	78,21	96,55	139,03	247,17

Spesifikasi

Diameter JKBL Union	: 4 mm sampai 16 mm
Standar Bahan	: SNI 07-0663-1995
TTegangan Leleh Karakteristik	: 5.000 kg/cm², mutu U-50
Tegangan Geser Kampuh Las	: 2.500 kg/cm²
Bentuk Permukaan Kawat	: Polos dan Ulir
Spasi Standard	: 150 mm x 150 mm (Type M) 100 mm x 200 mm (Type B)
Ukuran Standard	: Lembar : 5,4 m x 2,1 m (M4 - M10, M12, M16) Roll : 54 m x 2,1 m (M4 - M6)

Specification

Diameter of Union Mesh	*: 4 mm up to 16 mm*
Material Standard	*: SNI 07-0663-1995*
Characteristic Yield Strength	*: 5,000 kg/cm², grade U-50*
Welding Shear Strength	*: 2,500 kg/cm²*
Types of Bar Surfaces	*: Plain and Deformed*
Standard Spacings	*: 150 mm x 150 mm (M Type)* *100 mm x 200 mm (B Type)*
Standard Sizes	*: Sheet : 5.4 m x 2.1 m* *(M4 - M10, M12, M16)* *Roll : 54 m x 2,1 m (M4 - M6)*

Produksi Union Wire Mesh

Dengan dukungan dari mesin pembentuk JKBL kami yang modern dan menggunakan teknologi komputer, kami terbukti berkemampuan untuk memproduksi ukuran JKBL yang bervariasi dengan hasil pengelasan sempurna sampai dengan diameter 16 mm.

- Jarak spasi : 50 mm; 100 mm; 150 mm; 200 mm; 250 mm; dan 300 mm
- Juntaian kawat memanjang maksimum 1.200 mm kedua sisi nya
- Jarak spasi kawat melintang minimum 50 mm sesuai dengan diameter
- Jika tulangan ukuran spesial diperlukan, staff berpengalaman kami siap untuk membantu mendesainkan yang terbaik dan paling efisien
- Untuk M12 sampai dengan M16, harap konsultasi dengan kami

Union Wire Mesh Production

By means of our modern and computerized wire mesh welding machines, we have proven capability to produce various sizes of mesh with perfect welding result up to diameter 16 mm.

- *Spacings : 50 mm; 100 mm; 150 mm; 200 mm; 250 mm and 300 mm*
- *Line wire over hang maximum 1,200 mm both sides*
- *Cross wire spacing minimum 50 mm subject to diameters*
- *If special sizes of reinforcement are required, our experienced technical staffs are ready to assist for designing the best and most efficient ones*
- *For M12 to M16, please consult with us*

Penggunaan

1. Lantai beton : pabrik, gudang, gedung bertingkat, parkir, dll
2. Dinding beton : gedung bertingkat, perumahan, penyekat ruangan, dll
3. Jalan beton, konstruksi cakar ayam, landasan pesawat terbang
4. Saluran irigasi, saluran drainase
5. Kerangka kolom dan balok praktis untuk perumahan
6. Dinding penahan, dinding pemikul beban di dalam gedung
7. Pagar, teralis, kandang hewan

Applications

1. Concrete floor : factory, warehouse, high rise building, car park, etc
2. Concrete wall : high rise building, houses, room divider, etc
3. Rigid pavement, strip footing construction, landing strip
4. Irrigation and drainage open channels
5. Non structural column and beam reinforcement for houses
6. Retaining wall, structural wall inside the building
7. Fence, railings, cages

PERENCANAAN & DESAIN

PLANNING & DESIGN

Perhitungan Konversi

Mengganti tulangan biasa (U-24)
dengan JKBL Union (U-50)

Rumus :

$$\text{Luas JKBL union (U-50)} = \text{Luas tulangan biasa (U-24)} \times \frac{\text{Tegangan leleh U-24}}{\text{Tegangan leleh U-50}}$$

Contoh :

Diketahui : Tulangan U-24
Diameter = 10 mm
Jarak spasi = 150 mm
Luas tulangan = 5,24 cm²/m'

$$\text{Luas JKBL union} = 5{,}24 \text{ cm}^2/\text{m}' \times \frac{2.400 \text{ kg/cm}^2}{5.000 \text{ kg/cm}^2}$$

$$= 2{,}515 \text{ cm}^2/\text{m}'$$

Dari Tabel diperoleh : JKBL Union
Diameter 7 mm dengan spasi 150 mm
Luas 2,57 cm²/m'

Conversion Calculation

Substituting union wire mesh (U-50)
for ordinary reinforcement (U-24)

Formula :

$$\textit{Union Wire Mesh area (U-50)} = \textit{Mild Steel bar area (U-24)} \times \frac{\textit{Yield stress U-24}}{\textit{Yield stress U-50}}$$

Example :

Given : Mild Steel bar U-24
Diameter = 10 mm
Spacing = 150 mm
Cross sectional area = 5.24 cm²/m'

$$\textit{Union Wire Mesh area} = 5.24 \text{ cm}^2/\text{m}' \times \frac{2{,}400 \text{ kg/cm}^2}{5{,}000 \text{ kg/cm}^2}$$

$$= 2.515 \text{ cm}^2/\text{m}'$$

From the Table is obtained : Union Wire Mesh
Diameter 7 mm with 150 mm spacing
Area 2.57 cm²/m'

TABEL LUAS PENAMPANG KAWAT

WIRE AREA TABLE

Diameter Kawat D *Wire Diameter* (mm)	Luas Kawat D *Wire Area* (cm²)	Jumlah Luas Penampang Kawat (cm²/m') Menurut Spasinya Setiap Arah *Total Wire Area (cm²/m') According to Spacing Each Direction*											
		Spasi / *Spacing* (mm)											
		50	75	100	125	150	175	200	225	250	275	300	325
4.0	0.126	2.51	1.68	1.26	1.01	0.84	0.72	0.63	0.56	0.50	0.46	0.42	0.39
4.5	0.159	3.18	2.12	1.59	1.27	1.06	0.91	0.80	0.71	0.64	0.58	0.53	0.49
5.0	0.196	3.93	2.62	1.96	1.57	1.31	1.12	0.98	0.87	0.79	0.71	0.65	0.60
5.5	0.238	4.75	3.17	2.38	1.90	1.58	1.36	1.19	1.06	0.95	0.86	0.79	0.73
6.0	0.283	5.65	3.77	2.83	2.26	1.88	1.62	1.41	1.26	1.13	1.03	0.94	0.87
6.5	0.332	6.64	4.42	3.32	2.65	2.21	1.90	1.66	1.47	1.33	1.21	1.11	1.02
7.0	0.385	7.70	5.13	3.85	3.08	2.57	2.20	1.92	1.71	1.54	1.40	1.28	1.18
7.5	0.442	8.84	5.89	4.42	3.53	2.95	2.52	2.21	1.96	1.77	1.61	1.47	1.36
8.0	0.503	10.05	6.70	5.03	4.02	3.35	2.87	2.51	2.23	2.01	1.83	1.68	1.55
8.5	0.567	11.35	7.57	5.67	4.54	3.78	3.24	2.84	2.52	2.27	2.06	1.89	1.75
9.0	0.636	12.72	8.48	6.36	5.09	4.24	3.64	3.18	2.83	2.54	2.31	2.12	1.96
9.5	0.709	14.18	9.45	7.09	5.67	4.73	4.05	3.54	3.15	2.84	2.58	2.36	2.18
10.0	0.785	15.71	10.47	7.85	6.28	5.24	4.49	3.93	3.49	3.14	2.86	2.62	2.42
12.0	1.131	22.62	15.08	11.31	9.05	7.54	6.46	5.65	5.03	4.52	4.11	3.77	3.48
16.0	2.011	40.21	26.81	20.11	16.08	13.40	11.49	10.05	8.94	8.04	7.31	6.70	6.19

PT. UNION METAL

Quality Steel Building Material

Head Office :

Menara Sudirman Lantai 16
Jl. Jend. Sudirman Kav. 60
Jakarta 12190 Indonesia
Phone : (62-21) 522.7707 (hunting)
Fax : (62-21) 522.7718/9
Whatsapp : 0813.8862.8234 (Text Only)
Email : marketing@unionmetal.co.id
Website : www.unionmetal.co.id

Factory

Factory I :

Kawasan Industri Jababeka I
Jl. Jababeka V Blok U No. 1
Cikarang - Bekasi 17530

Factory II :

Kawasan Ngoro Industrial Park
Blok F2 No. 2 Mojokerto,
Jawa Timur 61385

Branch Office :

Bandung

Jalan Kejaksaan No. 28
Bandung 40111
Phone : (62-22) 423.1849
(62-22) 423.6489
Fax : (62-22) 420.8314
Email : unionbdg@unionmetal.co.id

Semarang

Jl.Brigjen Sudiarto 573 H/587 H
Pedurungan Kidul
Semarang 50192
Phone : (62-24) 7644.0234
Fax : (62-24) 7644.2234
Email : unionsmg@unionmetal.co.id

Surabaya

Jl. Mayjend Sungkono 37A
Surabaya 60225
Phone : (62-31) 562.2234
Fax : (62-31) 9953.2234
Email : unionsby@unionmetal.co.id

Warehouse

Banjarmasin

Pergudangan Bizpark Blok C01 No. 2 & 6
Jl. Gubernur Soebarjo, Kayu Bawang
Gambut, Banjarmasin 70652
Phone : (62-511) 7946.108
Email : sls_banjarmasin@unionmetal.co.id

Palu

Jl. Re. Martadinata No. 18 Kav. 1A - 2B
Trans Sulawesi, Palu 94119
Phone : (62-813) 4130.2074
Email : sls_palu@unionmetal.co.id

Manado

Jl. Raya Manado - Bitung No. 2
Manado 95378
Phone : (62-431) 814.116
Fax : (62-431) 814.135
Email : sls_manado@unionmetal.co.id

Balikpapan

Pergudangan Bizhub 52 no: B11 -B12.
Jln. AMD Projakal, Kariangau,
Balikpapan 76134
Phone : (62-542) 8530.655
Email : unionbpn@unionmetal.co.id

Pontianak

Pergudangan Sakura Bizz no C8.
Jln Adisucipto no 228, Kabupaten Kubu Raya,
Pontianak 78117
Mobile Phone : +62 812.8900.0014

A UNION SAMPOERNA CO.

05/2021

LYSAGHT®
SMARTDEK®



BLUESCOPE LYSAGHT

PROPERTIES AND QUALITY

MATERIAL SPECIFICATION

SMARTDEK® profiled steel sheeting is rollformed from hot-dipped, zinc-coated, chromate-passivated, and high-strength grade steel strip.

Thickness (mm)		Coating Mass (total on both sides)	Yield Strength	Standard
BMT	TCT			
0.70	0.75	Zinc-coated 275 gr/m^2	550 MPa	AS1397-2001 JIS G3302 & G3321 ASTM 653 & 792 BS EN 10142 & 10147 & 10215:2000
1.00	1.05		550 MPa	
1.20	1.25		450 MPa	



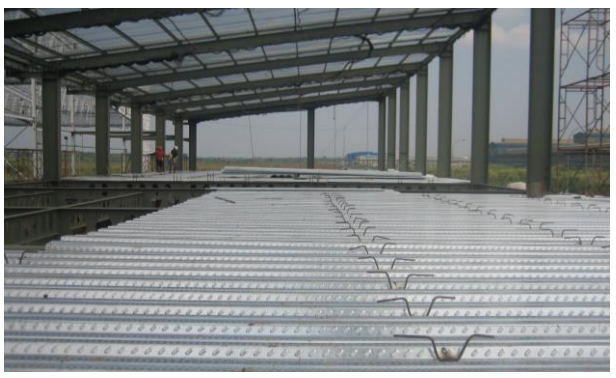
SECTION PROPERTIES TABLE

	Unit	Symbol	Base Metal Thickness – BMT (mm)		
			0.70	1.00	1.20
Area	mm^2/mm	A	889.69	1269.7	1523.96
Inertia Moment	mm^4/m	Ix^1	409375.50	584791.00	701979.17
Section Modulus	mm^3/m	Zx^1	16974	24357.17	29330.33
Mass	kg/m^2		7.38	10.34	12.33

SMARTDEK® FEATURES & BENEFITS

Feature	Benefit	
	Technical	**Commercial**
G550	Increase free span	Less support
	Stiffer profile no indentation after support removed	Saving cost for formwork
3 mm Embossment	Better composite action	Optimize reinforcement design
	Able to receive high intensity of loading without additional bottom reinforcement	Optimize overall design
960 mm Effective Width	Fit with most column grid, no waste	Saving cost for material waste
		Less on-site cutting needed, improve safety
MEGAFLOOR® Software	Powerful tool to design decking as formwork and composite	Less time and resources to design composite slab





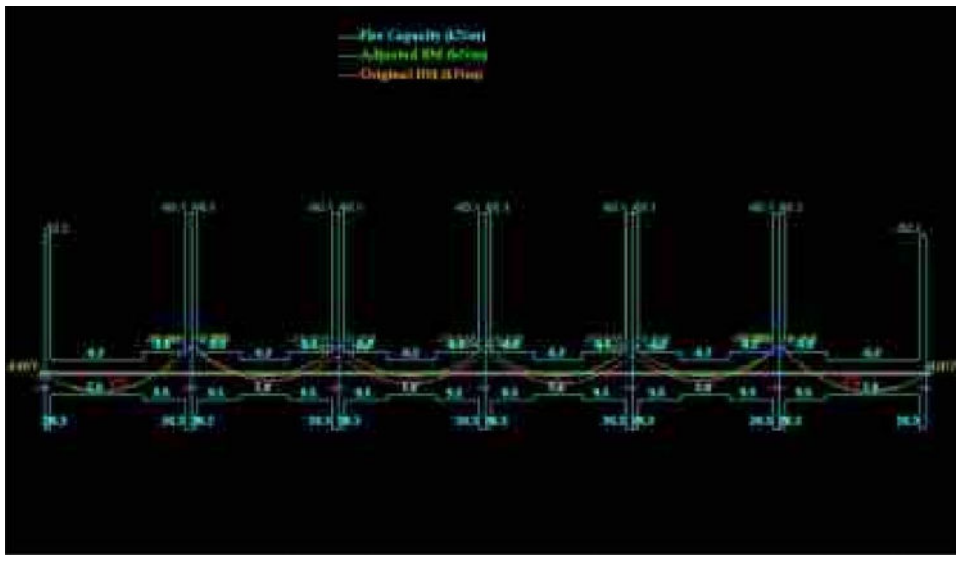
MEGAFLOOR® SOFTWARE

SMARTDEK® is supported by excellence and PC based design software.

MEGAFLOOR® software is an ultimate tool to design decking as formwork and composite for optimum result using empirical equation.

Becomes ultimate tool to design decking as formwork, composite and fire.

Fast in designing composite slab. Less resource for planning the usage of SMARTDEK®.

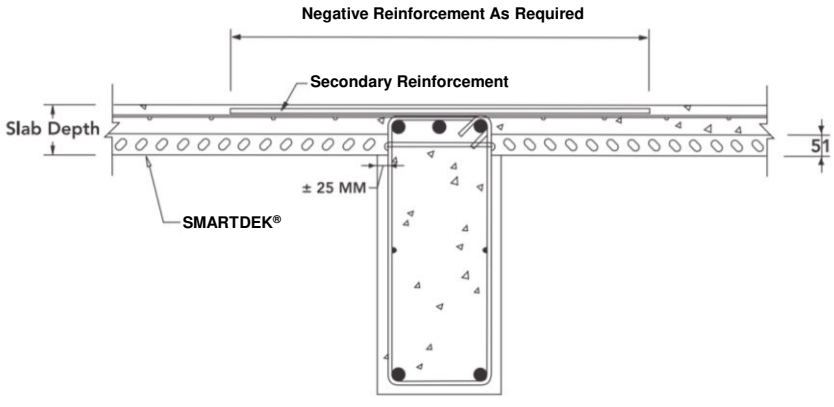


INSTALLATION AND PROPERTIES

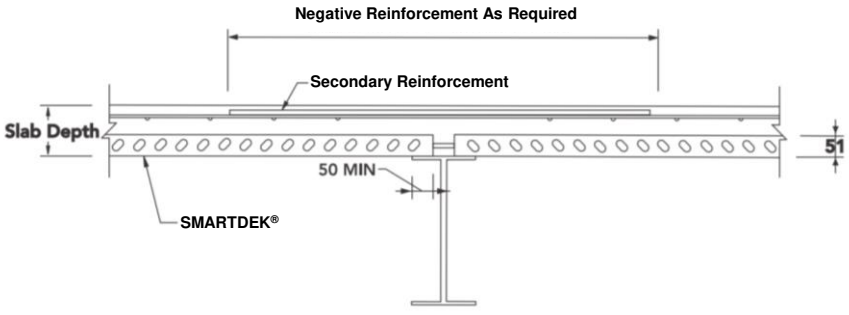
SMARTDEK® SPAN TABLE (FORMWORK STAGE)

Span Type		Single			Continuous End			Continuous Interior		
	BMT	0.70	1.00	1.20	0.70	1.00	1.20	0.70	1.00	1.20
Slab Thickness (mm)	100	2380	2740	2800	2640	3410	3200	2640	3280	3200
	110	2310	2650	2780	2550	3320	3110	2550	3170	3110
	120	2230	2570	2700	2470	3230	3020	2470	3070	3020
	130	2170	2500	2620	2400	3150	2930	2400	2990	2930
	140	2110	2430	2560	2330	3080	2850	2330	2900	2850
	150	2060	2370	2500	2270	3000	2770	2270	2800	2770
	160	2010	2330	2440	2210	2930	2700	2210	2710	2700
	170	1960	2260	2390	2160	2850	2640	2140	2630	2640
	180	1920	2230	2340	2110	2790	2580	2080	2550	2580
	200	1840	2150	2180	2030	2670	2470	1870	2300	2470

Installation on Concrete Frame Construction



Installation on Steel Frame Construction



SMARTDEK® INSTALLATION PROCESS



1 Open SMARTDEK® sheet bundles



2 Place temporary support if required



3 Trim SMARTDEK® sheets if required



4 Place on steel or concrete beam



5 Fix SMARTDEK® to steel or concrete beam if required



3 Trim SMARTDEK® sheets if required



7 Fix steel edge form



8 Place reinforcement



9 Pour concrete



PRODUCT DESCRIPTIONS

All descriptions, specifications, illustrations, drawings, data, dimensions and weights contained in this catalogue, all technical literature and websites containing information from Lysaght are approximations only. They are intended by Lysaght to be a general description for information and identification purposes and do not create a sale by description. Lysaght reserves the right at any time to:

(a) supply Goods with such minor modifications from its drawings and specifications as it sees fit; and
(b) alter specifications shown in its promotional literature to reflect changes made after the date of such publication.

DISCLAIMER, WARRANTIES AND LIMITATION OF LIABILITY

- This publication is intended to be an aid for all trades and professionals involved with specifying and installing Lysaght products and not to be a substitute for professional judgement.

- Terms and conditions of sale available at local Lysaght sales offices.

- Except to the extent to which liability may not lawfully be excluded or limited, BlueScope Steel Limited will not be under or incur any liability to you for any direct or indirect loss or damage (including, without limitation, consequential loss or damage such as loss of profit or anticipated profit, loss of use, damage to goodwill and loss due to delay) however caused (including, without limitation, breach of contract, negligence and/or breach of statute), which you may suffer or incur in connection with this publication.

® product and product brand names are registered trademarks and ™ product and product brand names are trademarks of BlueScope Steel Limited.

The LYSAGHT® range of products is exclusively made by or for BlueScope Steel Limited.

BlueScope and the BlueScope brand mark are registered trademarks of BlueScope Steel Limited.

Our Office & Factory:

Bekasi
Jalan Irian blok DD2-2, Kawasan Industri MM2100, Cibitung, Bekasi, JAWA BARAT

Surabaya
Jalan Rungkut Industri IV No.24, Kawasan Industri SIER, Surabaya, JAWA TIMUR

Medan
Jalan Pulau Palu No.28, Kawasan Industri Medan Tahap I, Medan, SUMATERA UTARA

Lysaght.Indonesia@bluescope.com

WWW.LYSAGHTASEAN.COM

Follow Us!

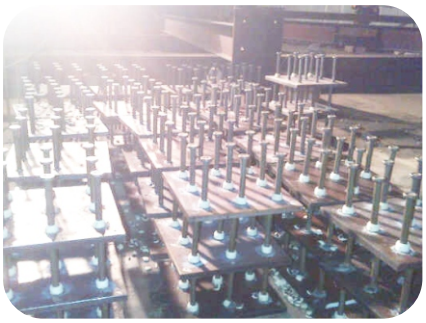
LYSAGHTID **NS BlueScope Lysaght Indonesia**

BLUESCOPE LYSAGHT

PT. JALA FUNGSI KREASINDO



FASTENER - STUD WELDING EQUIPMENT & CONSUMABLES - FORM WORK SUPPLIES













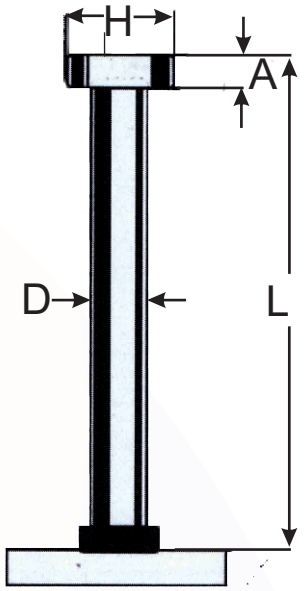
Jl. Tapos raya Kebayunan No. 23, Kebayunan Cimanggis Depok 16457
Telp. 021-87742795 Fax. 021-87742895, Website : www.jalafungsi.com Email : sales@jalafungsi.com

CONVERSION TABLE OF LENGTH OF METRIC SYSTEM

Material & Surface Treatment

JFK shear connectors are made of quality low carbon steel grade 1010 - 1020 , the mechanical propertiesmeet the starndard ISO 13918 and AWS D1.1 Sec.7 and AWS D1.5 AASHTO / JIS B 1198 HEADED ANCHOR

Stud Dia (D)	Length (L)	A		H	
13 mm (1/2 inch)	50 mm 75 mm 100 mm 125 mm	8 mm		25 mm	
16 mm (5/8 inch)	50 mm 75 mm 100 mm 125 mm 150 mm 175 mm	8 mm		32 mm	
19 mm (3/4 inch)	75 mm 90 mm 100 mm 115 mm 125 mm 150 mm 175 mm 200 mm	10 mm	- 0.5 + 1.0	32 mm	-+ 0.3
22 mm (7/8 inch)	75 mm 100 mm 125 mm 150 mm 175 mm 200 mm	10 mm		35 mm	
25 mm (1 inch)	75 mm 100 mm 125 mm 150 mm 175 mm 200 mm	12 mm		41 mm	



Length After Weld

* Ferrule for Weld-Thru Deck Application
** Ferrule for Vertical Welding Suface Application

Note :

1. All lengths listed are before welding, the lengths will be about 4-5 mm less after welding.
2. Please use the above listed lengths to place order
3. Specially made lengths besides this table are welcome

HYUNDAI ELEVATOR CO., LTD.

HEAD OFFICE & FACTORY
Gyeongchung-daero 2091, Bubal-eup, Icheon-si, Gyeonggi-do, 467-734, Korea
Tel :82-2-3670-0877/0661 Fax : 82-2-3672-8763-4
www.hyundaielevator.co.kr

SEOUL OFFICE(INT'L SALES DIV.)
9F, East Bldg., Hyundai Group Bldg. 194 Yulgok-ro, Jongno-gu, Seoul, 110-754, Korea
Tel :82-2-3670-0877/0661 Fax : 82-2-3672-8763-4

INTERNATIONAL SALES & SERVICE NETWORK

AFRICA

ALGERIA
Tel : 213-21-203-786
Fax : 213-21-216-444

EGYPT
Tel : 20-2-25078503
Fax : 20-2-25078503

ETHIOPIA
Tel : 251-911-851313
Fax : 251-118-605051

KENYA
Tel : 254-722-667984

LIBYA
Tel : 218-91-735-0745
Fax : 201-00-354-4237

NIGERIA
Tel : 234-803-7352222
Fax : 0703-4444400

SOUTHAFRICA
Tel : 277-14554770

SUDAN
Tel : 249-183-230-389
Fax : 249-183-230364

TUNIS
Tel : 216-70-853-231
Fax : 216-71-754-361

MIDDLE EAST

BAHRAIN
Tel : 973-17-702-468
Fax : 973-17-702-643

IRAN
Tel : 98-21-8869-8727~36
Fax : 98-21-8855-3741

IRAQ
Tel : 964-790-1336498
Fax : 964-770-2507319

ISRAEL
Tel : 972-3-9630000
Fax : 972-3-9630050

JORDAN
Tel : 962-79-5526-713
Fax : 962-6-5699-014

KUWAIT
Tel : 965-2245-7925
Fax : 965-2422-3510

LEBANON
Tel : 961-1-750-229
Fax : 961-1-352-969

OMAN
Tel : 968-9286-4334
Fax : 968-2449-9307

PAKISTAN
Tel : 92-21-3432-0601
Fax : 92-21-3432-0617

QATAR
Tel : 974-4436-6687
Fax : 974-4436-6689

SAUDI ARABIA
Tel : 96-62-652-9000
Fax : 96-62-652-9090

SYRIA
Tel : 963-114-419199
Fax : 963-114-469-8666

UAE
Tel : 971-4-294-4475
Fax : 971-4-294-4476

YEMEN
Tel : 967-1-450556
Fax : 967-1-450557

EUROPE & CIS

ARMENIA
Tel : 971-4-4404927
Fax : 971-4-4404926

AZERBAIJAN
Tel : 994-12-555-1746
Fax : 994-12-567-18-77

KAZAKHSTAN
(KURMET TRADING LLP)
Tel : 7-727-244-05-55
(TECHNO LIFT)
Tel : 7-727-267-64-56

POLAND
Tel : 48-61-820-85-51
Fax : 48-61-820-85-52

RUSSIA
(SIVER LIFT LTD.)
Tel : 7-495-514-00-32
Fax : 7-495-258-04-18
(S-LIFT CO., LTD.)
Tel : 7-423-222-98-73

SPAIN
Tel : 34-933-779-451
Fax : 34-933-779-401

TURKEY
Tel : 90-216-488-8000
Fax : 90-216-488-9191

TURKMENISTAN
Tel : 993-12-95-0333
Fax : 993-12-95-0330

ASIA

BANGLADESH
Tel : 880-1711-533047
Fax : 880-2- 9884392

CAMBODIA
Tel : 855-23-666-1878

CHINA
[Head Office(Factory)]
Tel : 86-21-5981-3981
Fax : 86-21-5981-3982
(Shanghai Office)
Tel : 86-21-6485-8600
Fax : 86-21-6485-3511

INDIA
Tel : 91-20-3250-2190
Fax : 91-20-2747-0568

INDONESIA
Tel : 62-21-631-8444
Fax : 62-21-632-6288

JAPAN
Tel : 81-3-3436-5117
Fax : 81-3-3436-5198

MALAYSIA
Tel : 60-3-6201-9995
Fax : 60-3-6201-9992

MONGOLIA
Tel : 976-11-7015-3333
Fax : 976-11-7016-3333

MYANMAR
Tel : 95-1-521080~83
Fax : 95-1-521080~83

PHILIPPINES
Tel : 632-716-0905
Fax : 632-714-8896

THAILAND
Tel : 66-2348-8000
Fax : 66-2249-8483

VIETNAM
(HANOEL)
Tel : 84-4-3572-4588
Fax : 84-4-3572-4699
(TIDELEVATORCOMPANY)
Tel : 84-4-3943-4945
Fax : 84-4-3232-1496

NORTH/ SOUTH AMERICA

ARGENTINA
Tel : 5411-3220-2878

BRAZIL
(Sao Leopoldo)
Tel : 55-51-3081-9996
(Sao Paulo)
Tel : 55-11-5102-3380

BOLIVIA
Tel : 591-3-3-435243

CHILE
Tel : 562-263-53394

COLOMBIA
Tel : 57-4-444-9297

CUBA
Tel : 537-699-3460
Fax : 537-699-3412

DOMINICANREPUBLIC
Tel : 809-566-9426

ECUADOR
Tel : 593-2-254-2831
Fax : 593-2-255-3761

GUATEMALA
Tel : 502-2388-0000
Fax : 502-2388-0044

MEXICO
Tel : 525-556635246
Fax : 525-556632982

PANAMA
Tel : 507-230-3166
Fax : 507-230-3187

PERU
Tel : 51-1-472-6868
Fax : 51-1-472-6898

USA
Tel : 562-404-1909
Fax : 562-404-1902

VENEZUELA
Tel : 58-212-232-8263
Fax : 58-212-232-7178

HOSPITAL BED ELEVATORS - We reserve the right to change designs and specifications for the product development without prior notice.
Copyright © HYUNDAI ELEVATOR CO., LTD. All rights reserved. Printed in Korea.



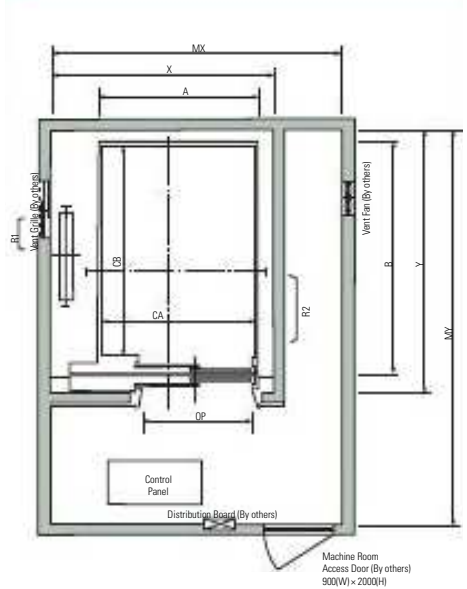
HOSPITAL BED ELEVATORS

Moving solutions with safety, reliability and efficiency

Installation Layout Plan

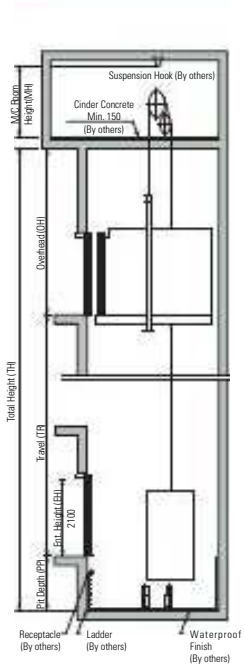
General Traction Type

Plan of Hoistway & Machine Room



Note : Machine room temperature should be maintained below 40℃ with ventilating fan and /or air conditioner (if necessary) and humidity below 90%.

Section of Hoistway



Standard Dimensions & Reactions

(Unit : mm)

Type	Model	Clear Opening	Car		Hoistway	M/C Room	M/C Room Reaction(kg)	
			Internal	External				
		OP	CA × CB	A × B	X × Y	MX × MY	R1	R2
Standard Type	B1350-2S30,45	1100	1300 × 2300	1400 × 2507	2100 × 2850	2300 × 3500	10500	8500
	B1350-2S60							
	B1600-2S30,45	1200	1500 × 2300	1600 × 2507	2300 × 2850	2750 × 4000	11500	9500
	B1600-2S60							
	B1750-2S30~60	1200	1600 × 2300	1700 × 2507	2400 × 2850	2850 × 4000		
Double Entrance Type	B1350-2SD30,45	1100	1300 × 2300	1400 × 2634	2300 × 3000	2300 × 3500	10500	8500
	B1350-2SD60							
	B1600-2SD30,45	1200	1500 × 2300	1600 × 2634	2500 × 3000	2750 × 4000	11500	9500
	B1600-2SD60							
	B1750-2SD30~60	1200	1600 × 2300	1700 × 2634	2600 × 3000	2850 × 4000		

Notes : 1. When non-standard capacities and dimensions are required, consult Hyundai.
2. Above dimension are applied in case the door is standard. Incase fire protection door is applied, hoistway size for 1 car should be applied above X dimention plus 100mm.
3. Consult Hyundai in case the code applied.

(Unit : mm)

Speed (m/min)	Overhead (OH)	Pit (PP)	M/C Room Height (MH)
30/45	4400	1200	2400
60	4600	1500	
90	4800	1800	
105	5000	2100	

Notes : 1. Above is minimum size.
2. Incase of special hoistway, machine room height maybe higher than above size.
3. The minimum machine room height should be 2800mm in case of the traction machine with double isolation pad.



PC PILES

DESCRIPTION

Type of Piles	Prestressed Concrete Pretension Spun Piles Prestressed Concrete Post Tension Spun Piles (Cylinder Piles) Prestressed Concrete Square Piles Prestressed Concrete Triangular Piles Prestressed Concrete Spun Square Piles
System of Joints	Welded at steel joint plate
Type of Shoe	Concrete Pencil Shoe (Standard) for PC Spun Piles, Spun Square Pile & Square Piles Mamira Shoe (Special Order) for PC Spun Pile
Method of Driving	Dynamic Pile Driving : Diesel Hammer and Hydraulic Hammer Static Pile Driving : Hydraulic Static Pile Driver (Jacking Pile) Inner Borring System

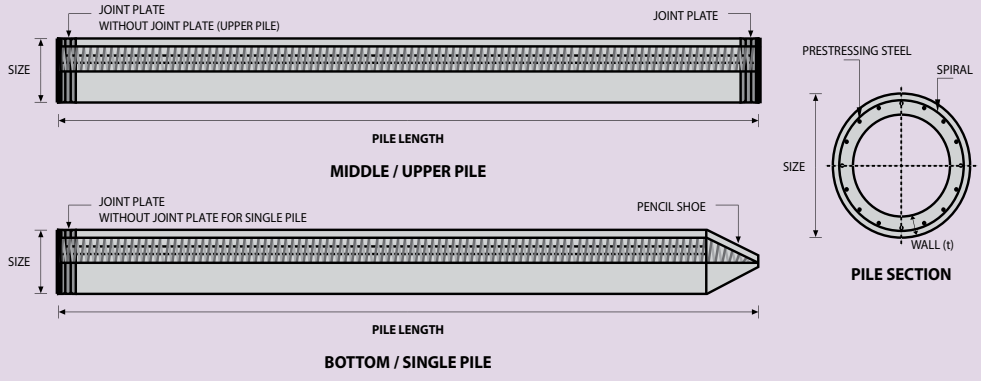
DESIGN & MANUFACTURING REFERENCE

Design	ACI 543R	Design, Manufactured and Installation of Concrete Piles Chapter-4 Structural design requirement for piles with no seismic loading (In case pile is consider to seismic loading, piles detail should re-design refer to ACI 543R Chapter-5)
	SNI 2847 - 2013	Indonesian Standard Code for Concrete
Manufacturing	WB - PCP - PS - 05	Production Manufacturing Procedure
	WB - PCP - PS - 16	Production Manufacturing Procedure

MATERIAL **SPECIFICATION**

ITEM	REFERENCE	DESCRIPTION	SPECIFICATION
Aggregate	ASTM C 33 / C 33M-11a	Standard Specification for Concrete Aggregates	
Cement	SNI 2049 - 2015	Portland Cement	Standard Product Type I Special Order : Type II or V
Admixture	ASTM C 494 / C 494M - 99a	Standard Specification for Chemical Admixture for Concrete	Type F : High Range Water Reducing Admixture
Concrete	SNI 2834 - 2000 SNI 2493 - 2011	Concrete Mix Design Making and Curing Concrete Sample	
PC Strand	ASTM A 416 / A 416M - 99	Standard Specification for Steel Strand, Uncoated Seven-Wire for Prestressed Concrete	Grade 270 (Low Relaxation Type)
PC Wire	JIS G 3536 - 2014	Uncoated Stress-Relieved Steel Wires and Strands for Prestressed Concrete	SWPD1 (Deformed Wire Type)
PC Bar	JIS G 3137 - 2008	Small Size-Deformed Steel Bars for Prestressed Concrete	Grade D - Class 1 - SBPD 1275/1420
Rebar	SNI 2052 - 2014	Reinforcement Steel for Concrete	Steel Class : BjTS 40 (Deformed) Steel Class : BjTP 24 (Round)
Spiral Wire	JIS G 3532 - 2011	Low Carbon Steel Wires	SWM-P (Round Type) Cold-reduced steel wire for the reinforcement of concrete and the manufacture of welded fabric.
Joint Plate	JIS G 3101 - 2004	Rolled Steels for General Structure	SS400 (Tensile Strength 400 N/mm2) Applicable steel product for steel plates and sheets, steel strip in coil, sections, flats and bars.
Welding	ANSI / AWS D1.1 - 900	Structural Welding Code Steel	AWS A5.1/E6013 NIKKO STEEL RB 26 / RD 260, LION 26, or equivalent.

PILE SHAPE & SPECIFICATION | PRESTRESSED CONCRETE PRETENSION SPUN PILES



PRESTRESSED CONCRETE PRETENSION SPUN PILES **SPECIFICATION**

Concrete Compressive Strength fc' = 52 MPa (Cube 600 kg/cm²)

Size (mm)	Thickness Wall (t)	Cross Section (cm²)	Section Inertia (cm⁴)	Unit Weight (kg/m)	Class	Bending Moment		Allowable Compression (ton)	Decompression Tension (ton)	Length of Pile ** (m)
						Crack * (ton.m)	Break (ton.m)			
300	60	452.39	34,607.78	113	A2	2.50	3.75	72.60	23.11	6 - 12
					A3	3.00	4.50	70.75	29.86	6 - 13
					B	3.50	6.30	67.50	41.96	6 - 14
					C	4.00	8.00	65.40	49.66	6 - 15
350	65	581.98	62,162.74	145	A1	3.50	5.25	93.10	30.74	6 - 13
					A3	4.20	6.30	89.50	37.50	6 - 14
					B	5.00	9.00	86.40	49.93	6 - 15
					C	6.00	12.00	85.00	60.87	6 - 16
400	75	765.76	106,488.95	191	A2	5.50	8.25	121.10	38.62	6 - 14
					A3	6.50	9.75	117.60	45.51	6 - 15
					B	7.50	13.50	114.40	70.27	6 - 16
					C	9.00	18.00	111.50	80.94	6 - 17
450	80	929.91	166,570.38	232	A1	7.50	11.25	149.50	39.28	6 - 14
					A2	8.50	12.75	145.80	53.39	6 - 15
					A3	10.00	15.00	143.80	66.57	6 - 16
					B	11.00	19.80	139.10	78.84	6 - 17
					C	12.50	25.00	134.90	100.45	6 - 18
500	90	1,159.25	255,324.30	290	A1	10.50	15.75	185.30	54.56	6 - 15
					A2	12.50	18.75	181.70	68.49	6 - 16
					A3	14.00	21.00	178.20	88.00	6 - 17
					B	15.00	27.00	174.90	94.13	6 - 18
					C	17.00	34.00	169.00	122.04	6 - 19
600	100	1,570.80	510,508.81	393	A1	17.00	25.50	252.70	70.52	6 - 16
					A2	19.00	28.50	249.00	77.68	6 - 17
					A3	22.00	33.00	243.20	104.94	6 - 18
					B	25.00	45.00	238.30	131.10	6 - 19
					C	29.00	58.00	229.50	163.67	6 - 20
800	120	2,563.54	1,527,869.60	641	A1	40.00	60.00	415.00	119.34	6 - 20
					A2	46.00	69.00	406.10	151.02	6 - 21
					A3	51.00	76.50	399.17	171.18	6 - 22
					B	55.00	99.00	388.61	215.80	6 - 23
					C	65.00	130.00	368.17	290.82	6 - 24
1000 ***	140	3,782.48	3,589,571.20	946	A1	75.00	112.50	613.52	169.81	6 - 22
					A2	82.00	123.00	601.27	215.16	6 - 23
					A3	93.00	139.50	589.66	258.19	6 - 24
					B	105.00	189.00	575.33	311.26	6 - 24
					C	120.00	240.00	555.23	385.70	6 - 24
1200 ***	150	4,948.01	6,958,136.85	1,237	A1	120.00	180.00	802.80	221.30	6 - 24
					A2	130.00	195.00	794.50	252.10	6 - 24
					A3	145.00	217.50	778.60	311.00	6 - 24
					B	170.00	306.00	751.90	409.60	6 - 24
					C	200.00	400.00	721.50	522.20	6 - 24

Unit Conversion : 1 ton = 9.8060 kN

*Note : *) Crack Moment Based on JIS A 5335-1987 (Prestressed Spun Concrete Piles)*
***) Length of pile may exceed usual standard whenever lifted in certain position*
****) Type of Shoe for Bottom Pile is Mamira Shoe*

BIODATA PENULIS



Penulis dilahirkan di Kediri, 21 Agustus 2002, merupakan anak kedua dari 2 bersaudara. Penulis telah menempuh pendidikan formal yaitu di TK RA Kusuma Mulia Bogo, SDN Banjarmlati 2, SMPN 1 Semen dan SMKN 1 Kediri. Setelah lulus dari SMKN tahun 2021, Penulis mengikuti SBMPTN dan diterima di Departemen Teknik Infrastruktur Sipil Fakultas Vokasi - ITS pada tahun 2021 dan terdaftar dengan NRP 2035211045.

Penulis aktif sebagai anggota Himpunan Mahasiswa Diploma Sipil (HMDS) ITS dan terlibat dalam berbagai kegiatan kepanitiaan selama masa studi. Selain itu, penulis juga mengikuti program magang di beberapa instansi, seperti PT Jasa Marga (Persero) Tbk, PIU Higher Education for Technology and Innovation (HETI) Project ITS, dan PT Hisyam Putra Utama. Penulis juga pernah berpartisipasi dalam kegiatan sosial serta terlibat sebagai asisten peneliti dalam proyek akademik.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”