



**ITS**  
Institut  
Teknologi  
Sepuluh Nopember

**TUGAS AKHIR TERAPAN - VC 181819**

**EVALUASI DAN RENCANA PERKUATAN STRUKTUR GEDUNG  
HOTEL SHAFIRA DI SURABAYA MENGGUNAKAN BREISING  
BAJA AKIBAT BEBAN GEMPA SNI 1726:2019 DAN  
PERSYARATAN BETON STRUKTURAL SNI 2847:2019**

**RATU GENGSAR FEBRILIAN**  
NRP 10111710013004

Dosen Pembimbing 1  
Ir. R. BUYUNG ANUGRAHA AFFANDHIE, ST., MT.  
NIP 19740203 200212 1 002

Dosen Pembimbing 2  
Dr. Eng. YUYUN TAJUNISA, ST., MT.  
NIP 19780201 200604 2 002

**PROGRAM SARJANA TERAPAN  
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
FAKULTAS VOKASI  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA 2021**



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

### **EVALUASI DAN RENCANA PERKUATAN STRUKTUR GEDUNG HOTEL SHAFIRA DI SURABAYA MENGGUNAKAN BREISING BAJA AKIBAT BEBAN GEMPA SNI 1726:2019 DAN PERSYARATAN BETON STRUKTURAL SNI 2847:2019**

**RATU GENGSAR FEBRILIAN  
NRP 10111710013004**

**Dosen Pembimbing 1  
Ir. R. BUYUNG ANUGRAHA AFFANDHIE, ST.,MT.  
NIP 19740203 200212 1 002**

**Dosen Pembimbing 2  
Dr. Eng. YUYUN TAJUNISA, ST., MT.  
NIP 19780201 200604 2 002**

**PROGRAM SARJANA TERAPAN  
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
FAKULTAS VOKASI  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA 2021**



**FINAL PROJECT - VC 181819**

**SEISMIC EVALUATION AND RETROFITTING OF SHAFIRA  
HOTEL BUILDING IN SURABAYA USING BRACING DUE TO  
SEISMIC LOAD BASED ON SNI 1726:2019 AND BUILDING  
REQUIREMENTS FOR STRUCTURAL CONCRETE BASED ON SNI  
2847:2019**

**RATU GENGSAR FEBRIAN  
NRP 10111710013004**

**Consellor Lecturer 1  
Ir. R, BUYUNG ANUGRAHA AFFANDHIE, ST.,MT.  
NIP 19740203 200212 1 002**

**Consellor Lecturer 2  
Dr. Eng. YUYUN TAJUNISA, ST., MT.  
NIP 19780201 200604 2 002**

**BACHELOR DEGREE OF CIVIL ENGINEERING  
DEPARTEMEN OF CIVIL INFRASTRUCTURE ENGINEERING  
FACULTY OF VOCATION  
SEPULUH NOPEMBER INSTITUT OF TECHNOLOGY  
SURABAYA 2021**

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

## LEMBAR PENGESAHAN

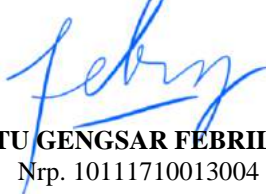
### EVALUASI DAN RENCANA PERKUATAN STRUKTUR GEDUNG HOTEL SHAFIRA DI SURABAYA MENGGUNAKAN BREISING BAJA AKIBAT BEBAN GEMPA SNI 1726:2019 DAN PERSYARATAN BETON STRUKTURAL SNI 2847:2019

### PROYEK AKHIR

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat kelulusan pada program  
Studi Sarjana Sains Terapan pada Program Studi Sarjana Terapan  
Departement Teknik Infrastruktur Sipil  
Fakultas Vokasi  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya, 5 Agustus 2021

Disusun oleh :



**RATU GENGSAR FEBRILIAN**

Nrp. 10111710013004

Disetujui oleh Pembimbing Proyek Akhir:

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II



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



**Dr. Eng. Yuyun Tajunisa, ST., MT**  
NIP. 19780201 200604 2 002

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*



## Berita Acara Sidang Proyek Akhir

Departemen Teknik Infrastruktur Sipil Fakultas Vokasi ITS

Semester Genap 2020/2021

Nomor BA :

Nomor Jadwal : **63**

Program Studi : D4 Teknik Sipil (TRPPBS)

Diinout oleh : Dr. Eng. Yuyun Tajunnisa, ST., MT.

Bahwa pada hari ini : Kamis, 15 Juli 2021

Pukul : 14:00 s/d 16:00

Di tempat : Online Meeting

Telah dilaksanakan sidang Tugas Akhir dengan judul:

EVALUASI DAN RENCANA PERKUATAN STRUKTUR GEDUNG HOTEL SHAFIRA DI SURABAYA MENGGUNAKAN BREISING BAJA AKIBAT BEBAN GEMPA SNI 1726:2019 DAN PERSYARATAN BETON STRUKTURAL SNI 2847:2019

Yang dihadiri dan dipresentasikan oleh mahasiswa :

( Hadir / Tidak Hadir)

10111710013004 RATU GENGSAR FEBRILIAN

Hadir

Yang dihadiri oleh dosen Pembimbing:

( Hadir / Tidak Hadir)

1 Raden Buyung Anugraha Affandhie, ST., MT.

Hadir

2 Dr. Eng. Yuyun Tajunnisa, ST., MT.

Hadir

Yang dihadiri oleh dosen Penueji:

( Hadir / Tidak Hadir)

1 Ir. Ibnu Pudji Rahardjo, MS.

Hadir

2 Ir. Sungkono, CES.

Hadir

3

Bahasannya, musyawarah pembimbing dan penueji pada sidang proyek akhir ini memutuskan:

10111710013004 RATU GENGSAR FEBRILIAN

LULUS, DENGAN REVISI MINOR

Catatan / revisi / masukan :

1. Ir. Ibnu Pudji Rahardjo, MS.
  - a Torsi bisa diperkuat menggunakan tulangan geser,  $T_c = 0$
  - b  $V_c = 0$ , sedangkan perkuatan geser bisa menggunakan wrap
  - c Bracing difungsikan juga sebagai pendistribusi beban
  - d Perkuatan pada balok kolom joint bisa dilakukan dengan kapital kolom
  - e
  - f

2. Ir. Sungkono, CES.

- a Dipertimbangkan menggunakan mechanical anchorage pada pemasangan wrapping
- b Ditambahkan gambar detail pada metode perbaikan
- c Detail perkuatan pada beam column joint dibuat tipikal perkuatannya
- d
- e
- f

3.

- a
- b
- c
- d

**Tindak lanjut :**

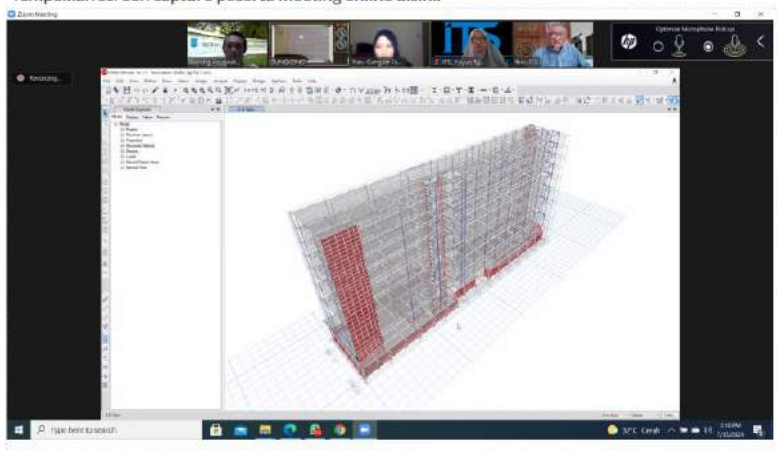
Mahasiswa memperbaiki/merevisi Proyek Akhir sesuai dengan masukan di atas.

**Penutup :**

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

**Lampiran :**

Tempelkan screen capture peserta meeting online disini.







**KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI**  
**INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER**  
**FAKULTAS VOKASI**  
 DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
 Kampus ITS , Jl. Menur 127 Surabaya 60116 Telp.  
 031-5947637 Fax. 031-5938025

**ASISTENSI TUGAS AKHIR TERAPAN**

Nama : Ratu Gengsar Febrilian  
 NRP : 10111710013004  
 Judul Tugas Akhir : Evaluasi dan Rencana Perkuatan Struktur Gedung Hotel Shafira di Surabaya Menggunakan Breising Baja Akibat Beban Gempa SNI 1726:2019 dan Persyaratan Beton Struktural SNI 2847:2019

Dosen Pembimbing I : Ir. Raden Buyung Anugraha Affandhie, ST.,MT.  
 Dosen Pembimbing II : Dr. Eng. Yuyun Tajunnisa, ST.,MT.

No.	Tanggal	Tugas/Materi yang Dibahas	Tanda Tangan	Keterangan		
				B	C	K
1.	2 April 2021	- Mengetahui sumbu lemah untuk perletakkan pemasangan breising		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		- Kapasitas elemen struktur akibat beban gempa SNI 1726 : 2012 tidak perlu dibandingkan dengan SNI 1726:2019. Cukup dibandingkan terhadap SNI 1726 2019 sebelum dan sesudah perkuatan				
		- Kontrol pondasi dilakukan setelah perkuatan				
2.	22 April 2021	- Apabila kontrol dinamis masih belum memenuhi saat diperkuat menggunakan breising maka dapat diperkuat lagi dengan perbesaran dimensi kolom dan perencanaan shear wall		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.	1 Mei 2021	- Pemasangan breising dipasang dengan pertimbangan				

		tidak mengganggu fungsi ruang				
4.	6 Juni 2021	- Pengelompokkan bab harus memudahkan pembaca		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		- Langkah - langkah analisa struktur Dicantumkan pada BAB III				
		- Diagram alur dibuat dengan Micrisoft Visio				
5.	12 Juni 2021	- Detail gambar harus lebih di perjelas		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		- Kedalaman masuk angkur (hef) dihitung berdasarkan kebutuhannya dengan syarat minimal yang ada				
		- Apabila joint balok kolom tidak memenuhi maka diberi perkuatan dengan perbesaran dimensi kolom				
6.	26 Juni 2021	- Kapasitas elemen yang tidak memenuhi seperti balok diberi perkuatan dengan CFRP		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		- Untuk pekerjaan <i>chemical anchor</i> dicari analisa harga satuannya berdasarkan kebutuhan				
7.	2 Juli 2021	- Mencari solusi apabila ada perkuatan breising yang tumpuk dengan perkuatan CFRP		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		- Ditambah detail gambar untuk breising dan CFRP yang terletak pada satu elemen				
		- Volume pekerjaan diteliti lagi				
		- Kesimpulan laporan tugas akhir menjawab tujuan yang ada				

# **EVALUASI DAN RENCANA PERKUATAN STRUKTUR GEDUNG HOTEL SHAFIRA DI SURABAYA MENGUNAKAN BREISING BAJA AKIBAT BEBAN GEMPA SNI 1726:2019 DAN PERSYARATAN BETON STRUKTURAL SNI 2847:2019**

Nama Mahasiswa : Ratu Gengsar Febrilian  
NRP : 10111710013004  
Departemen : Departemen Teknik Infrastruktur Sipil  
Dosen Pembimbing 1 : Ir. R. Buyung Anugraha A., ST., MT.  
NIP : 19740203 200212 1 002  
Dosen Pembimbing 2 : Dr. Eng. Yuyun Tajunisa, ST., MT.  
NIP : 19780201 200604 2 002

## **Abstrak**

Hotel Shafira merupakan salah satu gedung dengan 10 lantai yang terletak di jalan Ahmad Yani, Surabaya. Gedung yang didesain dengan sistem ganda ini masih direncanakan dengan peraturan yang lama yaitu SNI 1726:2012. Sedangkan terdapat revisi peraturan terhadap SNI 1726:2012 yaitu SNI 1726:2019 tentang cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung. Perubahan ini dikhawatirkan berakibat pada peningkatan beban gempa rencana dan peningkatan detail struktur. Secara teori, struktur gedung yang dirancang menggunakan SNI lama akan mengalami tegangan berlebih jika menerima beban gempa rencana menurut SNI terbaru (Sukrawa et al., 2016). Respon spektrum pastinya juga akan mengalami perubahan puncak. Dengan adanya perubahan nilai respon spektrum dapat mempengaruhi level kinerja dalam mengakomodasikan beban gempa yang bekerja (Farlianti & Saptia, 2020). Hal ini merupakan alasan perlunya dilakukan evaluasi pada sistem struktur bangunan yang telah ada.

Pada SNI 1726:2012 didapatkan parameter beban gempa  $S_s$  sebesar 0,65 dan  $S_1$  sebesar 0,28. Sedangkan, pada SNI 1726:2019 parameter percepatan gempa mengalami kenaikan yaitu  $S_s$  menjadi 0,7 dan  $S_1$  menjadi 0,3. Puncak percepatan spectra ( $S_a$ ) juga mengalami kenaikan dari 0,6 menjadi 0,65. Kemudian dilakukan analisis struktur pada gedung dan didapatkan hasil bahwa periode dan simpangan antar

lantai tidak memenuhi. Hal ini menunjukkan bahwa gedung tidak kaku. Struktur bangunan dengan beban gempa juga tidak memenuhi SNI 1729:2019. Untuk memperbaiki kinerja struktur terhadap respon gempa, maka dilakukan perkuatan dengan menggunakan breising agar menambah kekakuan pada bangunan.

Perkutan elemen struktur pada bangunan ini juga dilakukan. Didapati kapasitas joint balok kolom dan geser pada balok tidak memenuhi kapasitas yang dibutuhkan. Sehingga dilakukan perkuatan dengan kapital kolom untuk joint balok kolom yang tidak memenuhi dan perkuatan menggunakan Carbon Fiber Reinforced Polymer (CFRP) untuk kapasitas geser balok yang tidak memenuhi.

***Kata Kunci : Beban Gempa SNI 1726:2019, Evaluasi Struktur, Perkuatan Sistem Struktur, Perkuatan Elemen Struktur, Breising, Kapital Kolom, Carbon Fiber Reinforced Polymer.***

# **“SEISMIC EVALUATION AND RETROFITTING OF SHAFIRA HOTEL BUILDING IN SURABAYA USING BRACING DUE TO SEISMIC LOAD BASED ON SNI 1726:2019 AND BUILDING REQUIREMENTS FOR STRUCTURAL CONCRETE BASED ON SNI 2847:2019”**

Nama Mahasiswa : Ratu Gengsar Febrilian  
NRP : 10111710013004  
Departemen : Departemen Teknik Infrastruktur Sipil  
Dosen Pembimbing 1 : Ir. R. Buyung Anugraha A., ST., MT.  
NIP : 19740203 200212 1 002  
Dosen Pembimbing 2 : Dr. Eng. Yuyun Tanjungisa, ST., MT.  
NIP : 19780201 200604 2 002

## **Abstrak**

*Hotel Shafira is one of building consist of 10 floors, located in Jalan Ahmad Yani, Surabaya. This building is designed with dual system and using the old regulation which is SNI 1726:202. While there is revision for this regulation arranged in SNI 1726:2019 concern of design procedure of seismic load for structural building. This change could affect to increase seismic load and ductile. Theortically, structure building designed by old regulation will have more stress if take seismic load of new regulation (Sukrawa et al., 2016). Spectrum response definitely has different summit. As it changes will affect performance level in accommodation of seismic load. In this way, evaluation of this system structure is needed.*

*In SNI 1726:2012, the earthquake load parameter  $S_s$  and  $S_1$  are 0.65 and 0.28. Meanwhile, in SNI 1726:2019, the earthquake load parameter  $S_s$  and  $S_1$  are 0.7 and 0.3. As of, summit of accelerate earthquake is increase from 0.6 to 0.65. Then, analysized the structure and have result that periode and displacement stories are not accomplish. This means the building is not stiff. To improve the performance of structure for seismic load, than structure strengthened by bracing so it gets more stiffness.*

*Structure element strengthened for this building is done. It found that joint beam column capacity and beam shear capacity are not*

*accomplish as need capacity. Structure element strengthened by column capital for unaccomplished beam-column joint and Carbon Fiber Reinforced Polymer (CFRP) for unaccomplished beam shear capacity.*

***Keywords : Seismic Load SNI 1726:2019, Structure Evaluation, Structural Retrofitting, Strengthening of Structural Elements, Bracing, Column Capital, Carbon Fiber Reinforced Polymer.***

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah Subhanahuwata'ala atas segala nikmat, rahmat dan hidayah-Nya, serta shalawat dan salam tercurah kepada Nabi Muhammad Sallallahualaihiwasallam sehingga penulis dapat menyusun dan menyelesaikan proposal tugas akhir ini.

Selama proses penyusunan proposal tugas akhir ini penulis telah mendapat dukungan, bimbingan, dan arahan dari pihak – pihak di sekeliling. Oleh karena itu, dengan segala kerendahan hati dan rasa hormat yang besar penulis menyampaikan rasa terima kasih yang tulus kepada :

1. Kedua Orang Tua yang telah membesarkan dan menyanggah sepenuh hati.
2. Bapak ibu dosen pembimbing Ir. R. Buyung Anugraha Affandhie, ST., MT. dan Dr. Eng. Yuyun Tanjunisa, ST., MT yang dengan sabar membimbing, mengarahkan, serta mendukung penulis.
3. Bapak Mohammad Khoiri, ST., MT., PhD selaku kepala Departemen Teknik Infrastruktur Sipil.
4. Teman – teman terdekat yang tidak bisa disebutkan satu persatu, terima kasih atas perjuangan yang telah dilakukan bersama – sama.

Penulis menyadari bahwa proses penyusunan proposal tugas akhir ini terdapat kekurangan, oleh karena itu kritik dan saran dari berbagai pihak sangat diharapkan demi menghasilkan proposal tugas akhir yang baik dan bermanfaat bagi semua pihak.

Surabaya, Agustus 2021

Penyusun

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*



## DAFTAR ISI

DAFTAR ISI.....	xiii
DAFTAR GAMBAR .....	xix
DAFTAR TABEL.....	xxiii
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1 Pendahuluan .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Tujuan Tugas Akhir .....	3
1.4 Batasan Masalah .....	3
1.5 Manfaat .....	3
1.6 Kondisi Eksisting Struktur.....	4
1.6.1 Data Eksisting Gedung .....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1 Umum.....	7
2.2 Studi Literatur.....	7
2.3 Perbedaan Peraturan Gempa SNI 1726:2012 dan SNI 1726:2019 .....	7
2.4 Pembebanan .....	10
2.4.1 Beban Mati.....	10
2.4.2 Beban Hidup.....	10
2.4.3 Beban Gempa .....	11
2.5 Analisa Gaya Dalam .....	18
2.6 Kontrol Dinamis.....	19

2.6.1	Kontrol Partisipasi Masa .....	20
2.6.2	Kontrol Waktu Getar Alami Fundamental Struktur....	20
2.6.3	Kontrol Gaya Geser Dasar.....	21
2.6.4	Kontrol Simpangan Antar Lantai .....	23
2.6.5	Kontrol Sistem Ganda (Dual System) .....	24
2.7	Kapasitas Elemen Struktur .....	24
2.7.1	Cek Kapasitas Balok .....	24
2.6.1	Cek Kapasitas Kolom.....	27
2.6.2	Cek Kapasitas Pelat .....	33
2.6.3	Kontrol Pondasi Tiang.....	33
2.8	Perbaikan Kapasitas Penampang dengan CFRP .....	34
2.8.1	Perkuatan Terhadap Lentur ( <i>Flexural Strengthening</i> ).....	35
2.8.2	Perkuatan Terhadap Geser ( <i>Shear Strengthening</i> ) .....	37
2.9	Perkuatan Struktur dengan Breising .....	38
BAB III METODOLOGI .....		47
3.1	Pengumpulan Data dan Studi Literatur .....	47
3.2	Analisa Pembebanan .....	47
3.2.1	Pembebanan .....	47
3.2.2	Pembebanan dalam Program Analisis .....	48
3.2.3	Kombinasi Pembebanan.....	52
3.3	Permodelan Struktur Eksisting .....	54
3.3.1	Material Struktur .....	55
3.3.2	Penampang Elemen Struktur.....	55

3.4	Kontrol Dinamis Kinerja Struktur Gedung.....	63
3.5	Perhitungan Kapasitas Elemen Struktur Eksisting .....	63
3.6	Evaluasi Kekuatan Struktur Eksisting .....	64
3.7	Desain Perkuatan Sistem Struktur .....	64
3.8	Desain Perkuatan Elemen Stuktur .....	64
3.9	Kontrol Pondasi .....	65
3.10	Gambar Rencana Perkuatan .....	65
3.11	Metode Pelaksanaan Perkuatan .....	65
3.12	Perencanaan Anggaran Biaya Perkuatan .....	66
3.13	Diagram Alir.....	67
<b>BAB IV EVALUASI STRUKTUR BANGUNAN.....</b>		<b>71</b>
4.1	Umum.....	71
4.2	Penentuan Beban – Beban .....	71
4.2.1	Beban Mati.....	71
4.2.2	Beban Hidup.....	72
4.2.3	Beban Gempa .....	74
4.3	Kombinasi Pembebanan.....	79
4.4	Permodelan Struktur Eksisting .....	80
4.5	Kontrol Dinamis.....	81
4.5.1	Kontrol Partisipasi Massa .....	81
4.5.2	Kontrol Periode Fundamental.....	82
4.5.3	Kontrol Simpangan Antar Lantai .....	83
4.5.4	Kontrol Skala Gaya Geser Dasar.....	86

4.5.5 Kontrol Sistem Ganda .....	88
BAB V PERKUATAN BREISING.....	93
5.1 Permodelan Struktur dengan Perkuatan Breising .....	93
5.2 Kontrol Dinamis dengan Perkuatan Breising.....	93
5.2.1 Kontrol Partisipasi Massa.....	93
5.2.2 Kontrol Periode Fundamental .....	95
5.2.3 Kontrol Simpangan Antar Lantai .....	96
5.2.4 Kontrol Skala Gaya Geser Dasar .....	99
5.2.5 Kontrol Sistem Ganda .....	101
5.3 Preliminary Batang Breising Tipe 1 O.D 355.6 mm dan Sambungannya .....	104
5.3.1 Preliminary Batang Breising Tipe 1 O.D 355.6 mm.	104
5.3.2 Perencanaan Sambungan I (Sambungan Sudut) .....	107
5.3.3 Perencanaan Sambungan II (Sambungan <i>Chevron</i> ) .	120
5.4 Preliminary Batang Breising Tipe 2 O.D 267.4 mm dan Sambungannya .....	131
5.4.1 Preliminary Batang Breising Tipe 2 O.D 267.4 mm.	131
5.4.2 Perencanaan Sambungan I (Sambungan Sudut) .....	135
5.4.3 Perencanaan Sambungan II (Sambungan <i>Chevron</i> ) .	147
BAB VI PERKUATAN ELEMEN STRUKTUR.....	161
6.1 Perhitungan Kapasitas dan Evaluasi Elemen Struktur ...	161
6.1.1 Pelat Lantai .....	161
6.1.2 Balok .....	165
6.1.3 Kolom.....	172

6.1.4 Pondasi.....	189
6.2 Perencanaan Perkuatan Struktur .....	195
6.2.1 Perencanaan Perkuatan Geser Balok .....	195
6.2.2 Perencanaan Perkuatan Joint Balok Kolom .....	198
<b>BAB VII METODE PELAKSANAAN DAN RENCANA</b>	
<b>ANGGARAN BIAYA .....</b>	<b>203</b>
7.1 Metode Pekerjaan Perkuatan dengan Kapital Kolom....	203
7.1.1 Pekerjaan Penulangan Kapital Kolom .....	203
7.1.2 Pekerjaan Bekisting Kapital Kolom .....	204
7.1.3 Pekerjaan Pengecoran Kapital Kolom .....	206
7.2 Metode Pekerjaan Pekuatan dengan CFRP WRAP .....	209
7.2.1 Alat dan Bahan.....	209
7.2.2 Pekerjaan Persiapan .....	211
7.2.3 Pekerjaan di Lapangan.....	212
7.3 Metode Pelaksanaan Pemasangan Breising .....	214
7.3.1 Alat dan bahan .....	214
7.3.2 Pekerjaan persiapan.....	216
7.3.3 Pekerjaan di lapangan.....	216
7.4 Rencana Anggaran Biaya Perkuatan.....	221
7.4.1 Analisa Harga Satuan .....	221
7.4.2 Volume Pekerjaan.....	223
7.5 Rencana Anggaran Biaya .....	237
7.5.1 Rencana Anggaran Biaya Kapital Kolom.....	237

7.5.2 Rencana Anggaran Biaya CFRP Wrap .....	237
7.5.3 Rencana Anggaran Biaya Breising .....	238
7.5.4 Anggaran Biaya Total .....	240
BAB VIII KESIMPULAN DAN SARAN .....	241
8.1 Kesimpulan.....	241
8.2 Saran .....	242
DAFTAR PUSTAKA .....	243
BIODATA PENULIS .....	245
UCAPAN TERIMA KASIH .....	247
LAMPIRAN I (BROSUR DAN SPESIFIKASI MATERIAL) .....	249
LAMPIRAN II (GAMBAR STRUKTUR DAN PERKUATAN) .....	267

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Geografis Hotel Shafira.....	1
Gambar 1.2 Keruntuhan kolom akibat gaya geser .....	2
Gambar 1.3 Gambar Potongan Eksisting Bangunan .....	4
Gambar 1.4 Denah Struktur Eksisting Bangunan .....	5
Gambar 2.1 Peta respon spektra percepatan 0,2 detik (Ss) terlampaui 2% dalam 50 tahun wilayah Surabaya.....	8
Gambar 2.2 Peta respon spektra percepatan 1 detik (S1) terlampaui 2% dalam 50 tahun wilayah Surabaya.....	8
Gambar 2.3 Peta respon spektra percepatan 0,2 detik (Ss) terlampaui 2% dalam 50 tahun wilayah Surabaya.....	14
Gambar 2.4 Peta respon spektra percepatan 1,0 detik (S1) terlampaui 2% dalam 50 tahun wilayah Surabaya.....	15
Gambar 2.5 Spektrum respon desain.....	18
Gambar 2.6 Simpangan Antar Lantai.....	23
Gambar 2.7 Balok dengan Tulangan Tekan.....	24
Gambar 2.8 Diagram interaksi kolom .....	28
Gambar 2.9 Diagram daktilitas .....	32
Gambar 2.10 Ilustrasi analisis penampang.....	35
Gambar 2.11 Gaya dalam pada sambungan kolom .....	39
Gambar 2.12 Gaya dalam pada sambungan balok .....	40
Gambar 3.1 <i>Load Cases</i> .....	48
Gambar 3.2 Pola Pembebanan .....	49
Gambar 3.3 <i>Response Spectrum Definer</i> .....	49
Gambar 3.4 Respon Spektrum pada ETABS 18 .....	50
Gambar 3.5 Perbesaran Skala Faktor .....	51
Gambar 3.6 <i>Mass Source</i> .....	51
Gambar 3.7 <i>Load Combination</i> .....	53
Gambar 3.8 <i>Load Combination Data</i> .....	53
Gambar 3.9 <i>Load Combination Data</i> untuk <i>Envelope</i> .....	54
Gambar 3.10 Permodelan Struktur Existing .....	54
Gambar 3.11 <i>Material Property Data</i> .....	55
Gambar 3.12 <i>Frame Section</i> untuk Balok.....	56
Gambar 3.13 <i>Frame Section Property Data</i> untuk Balok.....	56
Gambar 3.14 <i>Frame Section Property Reinforcement Data</i> untuk Balok .....	57

Gambar 3.15 <i>Property Modification Factors</i> untuk Balok .....	57
Gambar 3.16 <i>Frame Section</i> untuk Kolom .....	58
Gambar 3.17 <i>Frame Section Property Data</i> untuk Kolom .....	58
Gambar 3.18 <i>Frame Section Property Reinforcement Data</i> untuk Kolom .....	59
Gambar 3.19 <i>Property Modification Factors</i> untuk Kolom .....	59
Gambar 3.20 <i>Frame Section</i> untuk Pelat .....	60
Gambar 3.21 <i>Frame Section Property Data</i> untuk Pelat .....	61
Gambar 3.22 <i>Property Modification Factors</i> untuk Pelat .....	61
Gambar 3.23 <i>Frame Section</i> untuk Dinding Geser .....	62
Gambar 3.24 <i>Property Data</i> untuk Dinding Geser .....	62
Gambar 3.25 <i>Property Modification Factors</i> untuk Dinding Geser .....	63
Gambar 4.1 Peta respon spektra percepatan 0,2 detik ( $S_s$ ) terlampaui 2% dalam 50 tahun wilayah Surabaya .....	76
Gambar 4.2 Peta respon spektra percepatan 1 detik ( $S_1$ ) terlampaui 2% dalam 50 tahun wilayah Surabaya .....	76
Gambar 4.3 Gambar grafik respon spektrum .....	78
Gambar 4.4 Permodelan struktur eksisting dual system .....	80
Gambar 5.1 Permodelan Struktur dengan Perkuatan Breising .....	93
Gambar 5.2 Detail Sambungan Sudut .....	108
Gambar 5.3 Jarak tepi lubang ke tepi pelat terluar (untuk baut pinggir), $L_c$ .....	111
Gambar 5.4 Jarak bersih antar tepi ke lubang (untuk baut dalam) .....	111
Gambar 5.5 Detail Stemplate - Baseplate .....	113
Gambar 5.6 Detail Sambungan Chevron .....	120
Gambar 5.7 Jarak tepi lubang ke tepi pelat terluar (untuk baut pinggir), $L_c$ .....	123
Gambar 5.8 Jarak bersih antar tepi ke lubang (untuk baut dalam) .....	123
Gambar 5.9 Detail Stemplate – Baseplate .....	125
Gambar 5.10 Detail Sambungan Sudut .....	135
Gambar 5.11 Jarak tepi lubang ke tepi pelat terluar (untuk baut pinggir), $L_c$ .....	138
Gambar 5.12 Jarak bersih antar tepi ke lubang (untuk baut dalam) .....	138
Gambar 5.13 Detail Baseplate - Stemplate .....	140
Gambar 5.14 Detail Sambungan Chevron .....	147



Gambar 5.15 Jarak tepi lubang ke tepi pelat terluar (untuk baut pinggir), Lc .....	150
Gambar 5.16 Jarak bersih antar tepi ke lubang (untuk baut dalam) ....	151
Gambar 5.17 Detail Stemplate dan Baseplate .....	152
Gambar 6.1 Plat yang Ditinjau .....	161
Gambar 6.2 Balok yang Ditinjau .....	165
Gambar 6.3 Detail Penulangan Balok BIX .....	166
Gambar 6.4 Analisa Gaya Geser Ultimate di Tumpuan .....	169
Gambar 6.5 Detail Penulangan Kolom .....	173
Gambar 6.6 Diagram interaksi kolom .....	173
Gambar 6.7 Analisa Momen SCWB .....	174
Gambar 6.8 Rekapitulasi Kapasitas Tulangan Confinement .....	188
Gambar 6.9 Perencanaan Penguatan CFRP Wrap Balok BIX .....	195
Gambar 7.1 Sepasang <i>Wingnut</i> dan <i>Tierod</i> .....	204
Gambar 7.2 <i>Wedge Head Piece</i> .....	204
Gambar 7.3 <i>Flat Rib Washer</i> .....	204
Gambar 7.4 <i>Push Pull Prop</i> .....	205
Gambar 7.5 <i>Push Pull Bracket / Kicker Base</i> .....	205
Gambar 7.6 <i>Baseplate</i> .....	205
Gambar 7.7 <i>Concrete Bucket</i> .....	206
Gambar 7.8 Bahan Perekat .....	207
Gambar 7.9 Selang Tremi .....	207
Gambar 7.10 <i>Concrete Vibrator</i> .....	207
Gambar 7.11 Pemberian Solar ke <i>Concrete Bucket</i> .....	208
Gambar 7.12 Benda Uji Beton .....	208
Gambar 7.13 Penuangan <i>Ready Mix</i> .....	208
Gambar 7.14 Pengerojokan <i>Ready Mix</i> .....	209
Gambar 7.15 Vacuum Cleaner .....	209
Gambar 7.16 Concrete Grinder .....	209
Gambar 7.17 Brush .....	210
Gambar 7.18 <i>Application Trowels</i> .....	210
Gambar 7.19 <i>Spatula Bergerigi</i> .....	210
Gambar 7.20 <i>Plastic Roller</i> .....	210
Gambar 7.21 <i>Mixing Container</i> .....	211
Gambar 7.22 <i>Mixing Spindle</i> .....	211
Gambar 7.23 <i>Mixing Paddle</i> .....	211

Gambar 7.24 (a) Pengasaran Permukaan Beton (b) Pembersihan Permukaan Beton.....	212
Gambar 7.25 Pengaplikasian Primer / Resin .....	213
Gambar 7.26 Pemasangan Sika Wrap.....	213
Gambar 7.27 Pelekatan Sika Wrap .....	213
Gambar 7.28 Hasil Pemasangan Sika Wrap .....	214
Gambar 7.29 <i>Chain Block</i> .....	214
Gambar 7.30 <i>Ball Pen Hammer</i> .....	214
Gambar 7.31 Rivet Gun.....	215
Gambar 7.32 Kunci Pas .....	215
Gambar 7.33 Kunci Inggris .....	215
Gambar 7.34 Las Listrik dan Las Karbit .....	215
Gambar 7.35 Hammer Drill .....	215
Gambar 7.36 Anchor Blower.....	216
Gambar 7.37 Mixing Nozzle .....	216
Gambar 7.38 Pengeboran lubang <i>pre-setting</i> untuk angkur Sumber : HILTI.....	217
Gambar 7.39 Pengeboran lubang <i>through-setting</i> untuk angkur Sumber : HILTI.....	217
Gambar 7.40 Pembersihan Lubang dengan Air Sumber : HILTI ..	217
Gambar 7.41 Pembersihan Lubang dengan Blower Sumber : HILTI	218
Gambar 7.42 Pengecekan Kesesuaian Lubang dengan Angkur Sumber : HILTI.....	218
Gambar 7.43 Pekerjaan Persiapan untuk Injeksi Sumber : HILTI.	218
Gambar 7.44 Penginjeksian Bahan Adhesive pada Lubang Sumber : HILTI.....	219
Gambar 7.45 Pengisian Lubang dengan Bahan Adhesive Sumber : HILTI.....	219
Gambar 7.46 Penurunan Tekanan Dispenser Sumber : HILTI .....	219
Gambar 7.47 Hardening.....	220

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Koefisien Situs Fa Menurut SNI 1726:2012 .....	9
Tabel 2.2 Koefisien Situs Fa Menurut SNI 1726:2019 .....	9
Tabel 2.3 Koefisien Fv menurut SNI 1726:2012 .....	9
Tabel 2.4 Koefisien Fv menurut SNI 1726:2019 .....	10
Tabel 2.5 Beban hidup menurut SNI 1727:2013.....	11
Tabel 2.6 Kategori risiko bangunan untuk beban gempa .....	12
Tabel 2.7 Faktor keutamaan gempa .....	13
Tabel 2.8 Klasifikasi Situs .....	14
Tabel 2.9 Koefisien situs, Fa.....	15
Tabel 2.10 Koefisien situs, Fv.....	16
Tabel 2.11 Kategori desain seismik periode pendek .....	16
Tabel 2.12 Kategori desain seismik periode 1 detik .....	17
Tabel 2.13 Koefisien Cu .....	20
Tabel 2.14 Koefisien Ct dan x.....	21
Tabel 2.15 Kategori risiko simpangan antar lantai.....	23
Tabel 2.16 Persyaratan Tulangan Confinement .....	32
Tabel 4.1 Perhitungan SPT Rata - Rata.....	75
Tabel 4.2 Koefisien Fa .....	77
Tabel 4.3 Koefisien Fv77Tabel 4.4 Perbedaan SNI 1726:2012 dan SNI 1726:2019 .....	79
Tabel 4.5 Tabel Rasio Partisipasi Massa dari ETABS .....	81
Tabel 4.6 Nilai Parameter Periode Pendekatan .....	82
Tabel 4.7 Koefisien untuk Batas Atas pada Periode yang Dihitung	82
Tabel 4.8 Periode Struktur pada Modal ETABS v.18.....	83

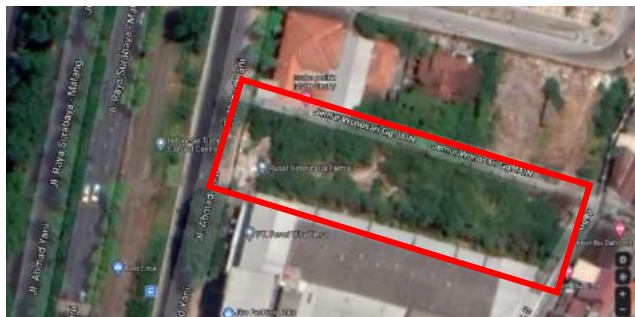
Tabel 4.9 Hasil Story Response pads Sumbu X.....	84
Tabel 4.10 Simpangan Antar Tingkat Izin, $\delta_a$ .....	85
Tabel 4.11 Simpangan Antar Lantai Arah X .....	85
Tabel 4.12 Simpangan Antar Lantai Arah Y .....	86
Tabel 4.13 Berat Seismik Efektif Struktur.....	87
Tabel 4.14 Gaya Geser yang DIterima Keseluruhan .....	88
Tabel 4.15 Gaya yang diterima dinding geser pada sumbu X .....	89
Tabel 4.16 Gaya yang diterima dinding geser pada sumbu Y .....	90
Tabel 5.1 Rasio Partisipasi Massa dari ETABS.....	94
Tabel 5.2 Nilai Parameter Periode Pendekatan.....	95
Tabel 5.3 Koefisien untuk Batas Atas pada Periode yang Dihitung	95
Tabel 5.4 Periode Struktur pada Modal ETABS v.18.....	96
Tabel 5.5 Hasil Story Response pada Sumbu X .....	97
Tabel 5.6 Simpangan Antar Tingkat Izin, $\delta_a$ .....	98
Tabel 5.7 Simpangan Antar Lantai Arah X .....	98
Tabel 5.8 Simpangan Antar Lantai Arah Y .....	99
Tabel 5.9 Berat Seismik Efektif Struktur.....	100
Tabel 5.10 Gaya Geser yang DIterim Keseluruhan .....	101
Tabel 5.11 Gaya geser yang diterima dinding geser pada sumbu X	102
Tabel 5.12 Gaya geser yang diterima dinding geser pada sumbu Y	103

# BAB I PENDAHULUAN

## 1.1 Pendahuluan

Peraturan perencanaan bangunan sering mengalami perubahan. Seperti pada peraturan SNI 1726:2019 yang merupakan revisi terhadap peraturan SNI 1726:2012 tentang cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung. Perubahan ini dikhawatirkan berakibat pada peningkatan beban gempa rencana dan peningkatan detail struktur. Secara teori, struktur gedung yang dirancang menggunakan SNI lama akan mengalami tegangan berlebih jika menerima beban gempa rencana menurut SNI terbaru (Sukrawa et al., 2016). Hal ini merupakan alasan perlunya dilakukan evaluasi pada sistem struktur bangunan yang telah ada.

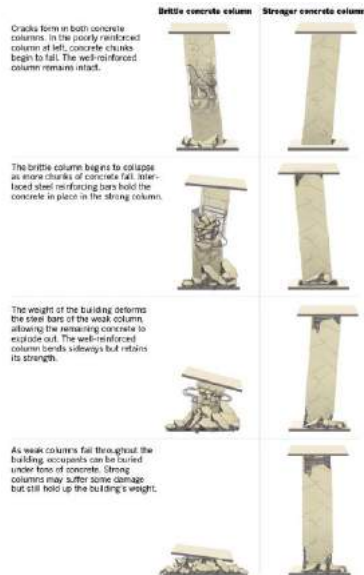
Hotel Shafira merupakan salah satu gedung tinggi dengan 10 lantai yang terletak di jalan Ahmad Yani, Surabaya. Saat dilakukan perencanaan bangunan ini, peraturan yang digunakan masih menggunakan peraturan SNI 1726:2012. Sedangkan peraturan yang terbaru mengalami perubahan nilai respon spektrum. Dengan adanya perubahan nilai respon spektrum dapat mempengaruhi level kinerja dalam mengakomodasikan beban gempa yang bekerja (Farlianti & Sapta, 2020).



Gambar 1.1 Geografis Hotel Shafira

Analisa visual yang dilakukan terhadap tulangan confinement pada kolom juga merupakan alasan mengapa gedung Hotel Shafira harus dievaluasi. Perencanaan tulangan confinement kolom tidak memenuhi

standart Persyaratan Beton Bertulang SNI 2847:2019. Tulangan confinement itu sendiri memiliki fungsi sebagai penahan geser, penahan tekuk, serta memberikan kekekangan pada inti beton bertulang (Alrasyid, 2015). Kekekangan pada tulangan confinement dapat menahan gravitasi pada inti beton setelah selimut beton mengalami *spalling* atau bahkan pecah saat bangunan terkena beban gempa.



Gambar 1.2 Keruntuhan kolom akibat gaya geser

(Sumber : <https://graphics.latimes.com/towergraphic-concrete-risks/>)

Untuk mengatasi masalah tersebut, agar bangunan tahan terhadap beban lateral akibat gempa, maka dilakukan perkuatan dan pengkakuan struktur. Gedung dengan 10 tingkat dapat dilakukan perbaikan dengan peningkatan elemen struktur dengan cara pembesaran dimensi kolom dan perbaikan dapat menggunakan breising. Namun, pembesaran dimensi kolom akan memakan banyak biaya sehingga pada masalah ini dilakukan perkuatan dengan menggunakan breising.

Jenis breising yang digunakan yaitu breising konsentrik. Breising konsentrik merupakan sistem penahan gaya lateral pada struktur. Keuntungan menggunakan breising yaitu waktu pengerjaan singkat dan tidak memberi pengaruh signifikan pada berat struktur.

Pada Tugas Akhir ini, dilakukan evaluasi bangunan terlebih dahulu dengan mengacu pada peraturan – peraturan SNI yang terbaru. Apabila bangunan tidak tahan terhadap beban lateral akibat gempa, maka dilakukan perkuatan dan pengakuan dengan menggunakan breising.

### **1.2 Rumusan Masalah**

1. Bagaimana evaluasi terhadap kinerja struktur kondisi eksisting yang ada?
2. Bagaimana merencanakan perkuatan sistem struktur?
3. Bagaimana melakukan penambahan kapasitas penampang pada elemen struktur?
4. Bagaimana metode pelaksanaan perkuatan struktur beserta rencana anggaran biayanya?

### **1.3 Tujuan Tugas Akhir**

1. Melakukan evaluasi terhadap kinerja struktur kondisi eksisting yang ada.
2. Memahami perencanaan perkuatan sistem struktur.
3. Memahami cara melakukan penambahan kapasitas penampang pada elemen struktur.
4. Mengetahui metode pelaksanaan perkuatan struktur beserta rencana anggaran biaya.

### **1.4 Batasan Masalah**

1. Pada struktur bawah hanya meninjau kontrol pondasi.
2. Mutu material struktur eksisting didapatkan dari data perencanaan.
3. Perencanaan anggaran biaya dan durasi hanya pada perkuatan.

### **1.5 Manfaat**

1. Memahami perbedaan beban gempa yang terjadi dari peraturan SNI 1726:2019 dan SNI 1726:2012.
2. Memahami aplikasi dari penggunaan sistem breising sebagai perkuatan sistem struktur gedung bertingkat.

## 1.6 Kondisi Eksisting Struktur

### 1.6.1 Data Eksisting Gedung

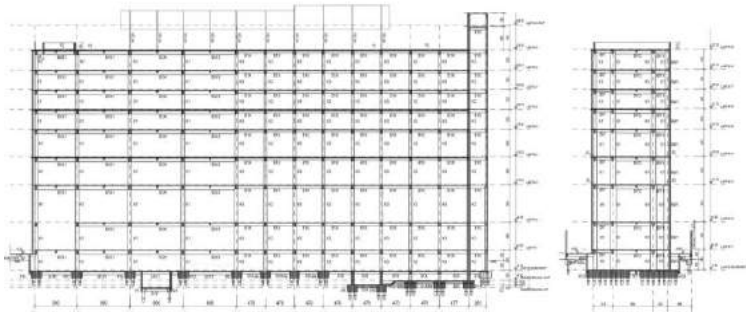
Data – data eksisting yang didapatkan dari Gedung Hotel Shafira di Surabaya adalah sebagai berikut :

- Fungsi Gedung : Hotel
- Jumlah Lantai : 9 lantai + 1 basement
- Tinggi Bangunan : 32,30 m
- Struktur Atap : Struktur atap pelat beton
- Struktur Bangunan : Beton bertulang
- Struktur Pondasi : Tiang pancang *pilecap*
- Data Bahan Material :
  - Mutu beton ( $f_c'$ ) : 30 MPa dan 35 MPa
  - Mutu baja tulangan ( $f_y$ ) : 240 MPa dan 400 MPa

### 1.6.2 Data Gambar Struktur dan Arsitektur Gedung

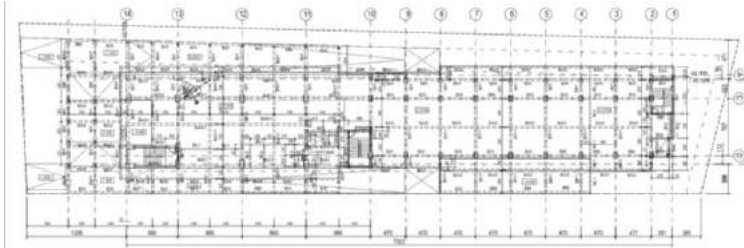
Data gambar eksisting untuk struktur dan arsitektur diperoleh menggunakan gambar As Build Drawing. Untuk gambar As Build Drawing selebihnya sudah terlampir di bagian akhir proposal.

Berikut merupakan beberapa gambar struktur dari Gedung Hotel Shafira di Surabaya :



Gambar 1.3 Gambar Potongan Eksisting Bangunan





Gambar 1.4 Denah Struktur Eksisting Bangunan



*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*



## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Umum**

Untuk melakukan evaluasi dan perkuatan, diperlukan analisa perhitungan struktur. Teori dan peraturan yang digunakan harus sesuai dengan yang berlaku sehingga dapat menghasilkan perhitungan yang tepat dan akurat. Pada bab ini akan membahas tentang teori dan peraturan yang digunakan untuk menganalisa struktur bangunan.

#### **2.2 Studi Literatur**

Peraturan yang digunakan untuk melakukan analisa perhitungan struktur yaitu sebagai berikut :

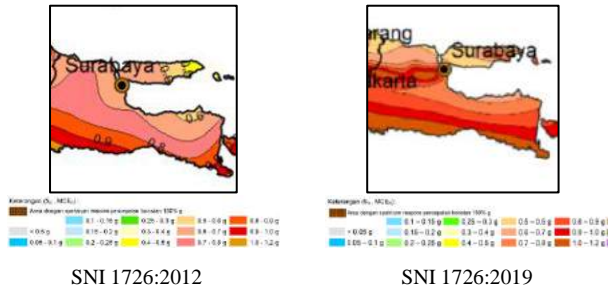
1. Tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan nongedung (SNI 1726:2019)
2. Beban minimum untuk perancangan bangunan gedung dan struktur lain (SNI 1727:2020)
3. Spesifikasi untuk Bangunan Gedung Baja Struktural (SNI 1729:2015)
4. Persyaratan beton struktural untuk bangunan gedung dan penjelasan (SNI 2847:2019)
5. *AISC Design Guide 24 Hollow Structural Section Connection*
6. *Guide for the Design and Construction of Externally Bonded FRP Systems for Strengthening Concrete Structures (ACI 440.2R-17)*

#### **2.3 Perbedaan Peraturan Gempa SNI 1726:2012 dan SNI 1726:2019**

SNI 1726:2019 dengan judul Tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan nongedung adalah revisi dari SNI 1726:2012. Pada SNI 1726:2019 sudah mengacu pada ASCE 7-16 dan dilengkapi dengan empat peta yaitu  $S_s$  (*spectral acceleration 0.2 sec*),  $S_1$  (*spectral acceleration 1.0 sec*), PGA (*peak ground acceleration*), dan  $T_L$  (*long transition periods*).

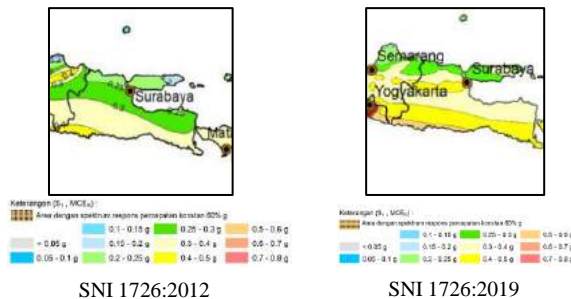
1. Nilai Parameter Percepatan Gempa Terpetakan

Pada SNI 1726:2012 dan SNI 1726:2019 juga memiliki perbedaan nilai parameter percepatan gempa terpetakan ( $S_s$  dan  $S_1$ ) yang ditunjukkan pada gambar di bawah ini :



Gambar 2.1 Peta respon spektra percepatan 0,2 detik (S<sub>s</sub>) terlampaui 2% dalam 50 tahun wilayah Surabaya

Dari gambar 2.1 terlihat pergeseran besarnya percepatan gempa yang mana pada SNI 1726:2012 berada pada interval 0,6-0,7 g sedangkan pada SNI 1726:2019 berada pada interval 0,7-0,8 g.



Gambar 2.2 Peta respon spektra percepatan 1 detik (S<sub>1</sub>) terlampaui 2% dalam 50 tahun wilayah Surabaya

Dari gambar 2.2 terlihat pergeseran besarnya percepatan gempa yang mana pada SNI 1726:2012 berada pada interval 0,25-0,3 g sedangkan pada SNI 1726:2019 berada pada interval 0,3-0,4 g.

Peningkatan nilai percepatan spektral tersebut sangat dipengaruhi dengan adanya perubahan respon spektra percepatan periode pendek (SS) dan periode 1 detik (S<sub>1</sub>) dibatukan dasar pada peta gempa pada SNI 1726:2019. Hal ini dapat membuat beban geser dasar gempa pada perencanaan struktur tahan gempa tentunya juga akan mengalami

peningkatan pada perioda struktur,  $T \leq T_s$  atau  $T > T_s$  (Farlianti & Sapta, 2020). Sehingga digunakan peraturan gempa yang terbaru yaitu SNI 17126:2019.

## 2. Nilai Koefisien Situs, $F_a$ dan $F_v$

Dengan adanya penambahan parameter percepatan gempa terpetakan, maka nilai koefisien situs juga mengalami perbedaan nilai dari SNI 1726:2012 dan SNI 1726:2019.

### a. Koefisien Situs $F_a$

Tabel 2.1 Koefisien Situs  $F_a$  Menurut SNI 1726:2012

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

Sumber : SNI 1726:2019

Tabel 2.2 Koefisien Situs  $F_a$  Menurut SNI 1726:2019

Kelas situs	Parameter respons spektral percepatan gempa maksimum yang dipertimbangkan risiko-tertarget (MCER) 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	1
SE	2,4	1,7	1,3	1,1	0,9	0,8
SF	$S_s$					

Sumber : SNI 1726:2019

### b. Koefisien Situs $F_v$

Tabel 2.3 Koefisien  $F_v$  menurut SNI 1726:2012

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

Sumber : SNI 1726:2019

Tabel 2.4 Koefisien Fv menurut SNI 1726:2019

Kelas situs	Parameter respons spektral percepatan gempa maksimum yang dipertimbangkan risiko-tertarget (MCER) terpetakan pada periode pendek, T = 1 detik, S <sub>1</sub>					
	S <sub>1</sub> ≤ 0,1	S <sub>1</sub> = 0,2	S <sub>1</sub> = 0,3	S <sub>1</sub> = 0,4	S <sub>1</sub> = 0,5	S <sub>1</sub> ≥ 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	1,9	1,8	1,7
SE	4,2	3,3	2,8	2,4	2,2	2
SF	S <sub>s</sub>					

Sumber : SNI 1726:2019

### 3. Penskalaan gaya

Pada penskalaan gaya menurut SNI 1726:2012 pasal 7.9.4.1 kombinasi respons untuk geser dasar ragam (V<sub>t</sub>) lebih kecil 85% dari geser dasar yang dihitung (V), maka gaya harus dikalikan dengan  $0,85 \frac{V}{V_t}$ .

Sedangkan pada SNI 1726:2019 pasal 7.9.1.4.1, kombinasi respons untuk gaya geser dasar hasil analisis ragam (V<sub>t</sub>) kurang dari 100% dari gaya geser (V), maka gaya langsung dikalikan dengan  $\frac{V}{V_t}$ .

## 2.4 Pembebanan

Pembebanan merupakan gaya yang dihasilkan dari berat komponen struktur maupun bangunan. Beban bangunan meliputi :

### 2.4.1 Beban Mati

Beban mati merupakan beban dari elemen struktur maupun nonstruktural itu sendiri. Dalam menganalisa perhitungan struktur, beban bangunan didapatkan dari aplikasi bantuan ETABS v. 18.

### 2.4.2 Beban Hidup

Beban hidup yaitu beban yang diakibatkan oleh pengguna pada bangunan. Perencanaan beban hidup dapat dilihat pada SNI 1727:2013 Tabel 4-1. Dalam penentuan nilai beban hidup maka dilihat dari fungsi ruangan yang ada. Untuk bangunan hotel, beban hidup direncanakan sebagai berikut :



Tabel 2.5 Beban hidup menurut SNI 1727:2013

Jenis beban	Berat Beban (kN/m <sup>2</sup> )
Tempat parkir	1,92
Lobby	4,79
Restoran	4,79
Ruang Meeting	4,79
Kamar	1,92
Koridor	4,79

Sumber : SNI 1727:2013

### 2.4.3 Beban Gempa

Beban gempa dihitung sesuai dengan SNI 1726:2019. Dalam perhitungan ini menentukan pengaruh gempa rencana yang harus ditinjau dalam perencanaan dan evaluasi struktur bangunan gedung dan nongedung serta berbagai bagian dan peralatannya secara umum. Gempa rencana ditetapkan sebagai gempa dengan kemungkinan terlampaui besarnya selama umur struktur bangunan 50 tahun adalah sebesar 2 %.

#### 1. Identifikasi Kelas Situs

- a. Menentukan faktor keutamaan gempa dan kategori resiko struktur lapangan

Penentuan kategori resiko dilihat dari fungsi bangunannya. Setelah menentukan kategori resikonya maka dapat diketahui faktor keutamaan gempa ( $I_e$ ). Kategori resiko bertujuan untuk mengetahui besaran beban gempa apabila ada kinerja yang tidak dapat diterima. Nilai kategori resiko dan factor keutamaan gempa ditentukan berdasarkan SNI 1726:2019 tabel 3:

## - Faktor keutamaan gempa

Tabel 2.6 Kategori risiko bangunan untuk beban gempa

Jenis pemanfaatan	Kategori Risiko
<p>Gedung dan nongedung yang memiliki risiko rendah terhadap jiwa manusia pada saat terjadi kegagalan, termasuk, tapi tidak dibatasi untuk, antara lain:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Fasilitas pertanian, perkebunan, perternakan, dan perikanan</li> <li>- Fasilitas sementara</li> <li>- Gudang penyimpanan</li> <li>- Rumah jaga dan struktur kecil lainnya</li> </ul>	I
<p>Semua gedung dan struktur lain, kecuali yang termasuk dalam kategori risiko I,III,IV, termasuk, tapi tidak dibatasi untuk:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Perumahan</li> <li>- Rumah toko dan rumah kantor</li> <li>- Pasar</li> <li>- Gedung perkantoran</li> <li>- Gedung apartemen/ rumah susun</li> <li>- Pusat perbelanjaan/ mall</li> <li>- Bangunan industri</li> <li>- Fasilitas manufaktur</li> <li>- Pabrik</li> </ul>	II
<p>Gedung dan nongedung yang memiliki risiko tinggi terhadap jiwa manusia pada saat terjadi kegagalan, termasuk, tapi tidak dibatasi untuk:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Bioskop</li> <li>- Gedung pertemuan</li> <li>- Stadion</li> <li>- Fasilitas kesehatan yang tidak memiliki unit bedah dan unit gawat</li> <li>- Fasilitas penitipan anak</li> <li>- Penjara</li> <li>- Bangunan untuk orang jompo</li> </ul> <p>Gedung dan nongedung, tidak termasuk kedalam kategori risiko IV, yang memiliki potensi untuk menyebabkan dampak ekonomi yang besar dan/atau gangguan massal terhadap kehidupan masyarakat sehari-hari bila terjadi kegagalan, termasuk, tapi tidak dibatasi untuk:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Pusat pembangkit listrik biasa</li> <li>- Fasilitas penanganan air</li> <li>- Fasilitas penanganan limbah</li> <li>- Pusat telekomunikasi</li> </ul> <p>Gedung dan nongedung yang tidak termasuk dalam kategori risiko IV, (termasuk, tetapi tidak dibatasi untuk fasilitas manufaktur, proses, penanganan, penyimpanan, penggunaan atau tempat pembuangan bahan bakar berbahaya, bahan kimia berbahaya, limbah berbahaya, atau bahan yang mudah meledak) yang mengandung bahan beracun atau peledak di mana jumlah kandungan bahannya melebihi nilai batas yang disyaratkan oleh instansi yang berwenang dan cukup menimbulkan bahaya bagi</p>	III

<p>Gedung dan nongedung yang dikategorikan sebagai fasilitas yang penting, termasuk, tetapi tidak dibatasi untuk:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Bangunan-bangunan monumental</li> <li>- Gedung sekolah dan fasilitas pendidikan</li> <li>- Rumah ibadah</li> <li>- Rumah sakit dan fasilitas kesehatan lainnya yang memiliki fasilitas bedah dan unit gawat darurat</li> <li>- Fasilitas pemadam kebakaran, ambulans, dan kantor polisi, serta garasi kendaraan darurat</li> <li>- Tempat perlindungan terhadap gempa bumi, tsunami, angin badai, dan tempat perlindungan darurat lainnya</li> <li>- Fasilitas kesiapan darurat, komunikasi, pusat operasi dan fasilitas lainnya untuk tanggap darurat</li> <li>- Pusat pembangkit energi dan fasilitas publik lainnya yang dibutuhkan pada saat keadaan darurat</li> <li>- 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</li> </ul> <p>Gedung dan nongedung yang dibutuhkan untuk mempertahankan fungsi struktur bangunan lain yang masuk ke dalam kategori risiko IV</p>	IV
---	----

(Sumber : SNI 1726:2019)

#### - Faktor Keutamaan Gempa

Tabel 2.7 Faktor keutamaan gempa

Kategori risiko	Faktor keutamaan gempa, Ie
I atau II	1
III	1,25
IV	1,5

(Sumber : SNI 1726:2019)

#### b. Menghitung Tahanan Penetrasi Standar Rata – Rata (N)

Dari data tanah dari N-SPT yang ada, maka dicari rata – ratanya untuk menentukan kelas situs.

$$N \text{ rata – rata} = \frac{\sum \frac{d}{N}}{\sum d}$$

Keterangan :

$\sum d/N$  = Total nilai dari N-SPT dibagi dengan tebal lapisan

$\sum d$  = Total tebal lapisan

### c. Menentukan kelas situs

Setelah menemukan hasil tahanan penetrasi rata – rata maka menentukan kelas situs dengan kategori yang ada sesuai dengan SNI 1726:2019 Tabel 5. Kelas situs merupakan klasifikasi situs berdasarkan kondisi tanah di lapangan.

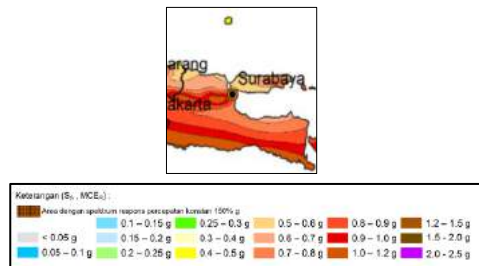
Tabel 2.8 Klasifikasi Situs

Kelas situs	Vs (m/detik)	N atau Nch	Su (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 sampai 100
SE (tanah lunak)	< 175	<15	<50
	Atau setiap profil tanah yang mengandung lebih dari 3 m tanah dengan karakteristik sebagai berikut : 1. Indeks plastisitas, $PI > 20$ , 2. Kadar air, $w \geq 40\%$ , 3. Kuat geser nilair $S_u < 25$ 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) Lapisan lempung lunak/setengah teguh dengan ketebalan $H > 35$ m dengan $S_u < 50$ kPa		

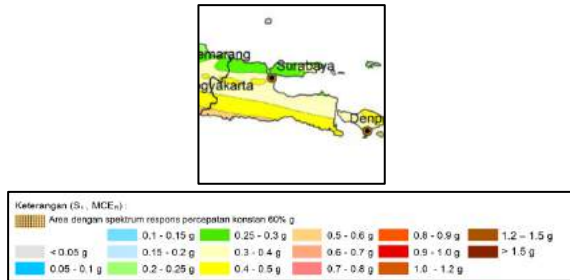
(Sumber : SNI 1726:2019)

## 2. Menentukan Parameter Percepatan Gempa

### a. Menentukan Parameter Respon Spektral Percepatan $S_s$ dan $S_1$



Gambar 2.3 Peta respon spektra percepatan 0,2 detik ( $S_s$ ) terlampaui 2% dalam 50 tahun wilayah Surabaya



Gambar 2.4 Peta respon spektra percepatan 1,0 detik ( $S_1$ ) terlampaui 2% dalam 50 tahun wilayah Surabaya

b. Koefisien Situs Periode 0,2 detik ( $F_a$ ) dan Periode 1,0 detik ( $F_v$ )

Dalam penentuan respons spektral percepatan gempa  $MCE_R$  di permukaan tanah, diperlukan suatu faktor amplifikasi seismik pada periode 0,2 detik dan periode 1 detik. Faktor amplifikasi meliputi faktor amplifikasi getaran terkait percepatan pada getaran periode pendek ( $F_a$ ) dan getaran periode 1 detik ( $F_v$ ). Penentuan  $F_a$  dan  $F_v$  berdasarkan SNI 1726:2019 Tabal 6 dan 7 disesuaikan dengan  $S_s$  dan  $S_1$  yang telah didapat.

Tabel 2.9 Koefisien situs,  $F_a$

Kelas situs	Parameter respons spektral percepatan gempa maksimum yang dipertimbangkan risiko-tertarget (MCER) 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	1
SE	2,4	1,7	1,3	1,1	0,9	0,8
SF	$S_s$					

Sumber : SNI 1726:2019

Tabel 2.10 Koefisien situs,  $F_v$ 

Kelas situs	Parameter respons spektral percepatan gempa maksimum yang dipertimbangkan risiko-tertarget (MCER) terpetakan pada periode pendek, $T = 1$ 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	1,9	1,8	1,7
SE	4,2	3,3	2,8	2,4	2,2	2
SF	$S_s$					

Sumber : SNI 1726:2019

- c. Nilai parameter respon spektral percepatan pada periode 0,2 detik dan periode 1 detik

Berdasarkan SNI 1726:2019 pasal 6.2, perhitungan nilai parameter pendek ( $S_{MS}$ ) dan periode 1 detik ( $S_{M1}$ ) dengan rumus sebagai berikut:

$$SMS = Fa \cdot Ss$$

$$SM1 = Fv \cdot S1$$

- d. Parameter Percepatan Spektral Desain

Dalam SNI 1726:2019 persamaan 9 dan 10, parameter percepatan desain untuk periode pendek,  $S_{DS}$  dan pada periode 1 detik,  $S_{D1}$ , ditentukan sebagai berikut:

$$SDS = \frac{2}{3} Sms$$

$$SD1 = \frac{2}{3} Sm1$$

Dari persamaan ini, hasil yang didapat dapat menentukan kategori desain seismik bangunan berdasarkan SNI 1726:2019 Tabel 8 dan 9

Tabel 2.11 Kategori desain seismik periode pendek

Nilai $S_{DS}$	Kategori risiko	
	I atau II atau III	IV
$S_{DS} < 0,167$	A	A
$0,167 \leq S_{DS} < 0,168$	B	C
$0,33 \leq S_{DS} < 0,50$	C	D
$0,5 \leq S_{DS}$	D	D

Tabel 2.12 Kategori desain seismik periode 1 detik

Nilai $S_{D1}$	Kategori risiko	
	I atau II atau III	IV
$S_{D1} < 0,067$	A	A
$0,067 \leq S_{D1} < 0,133$	B	C
$0,133 \leq S_{D1} < 0,20$	C	D
$0,2 \leq S_{D1}$	D	D

(Sumber : SNI 1726:2019)

## e. Analisa Respon Spektrum

Bila spektrum respons desain diperlukan oleh tata cara ini dan prosedur gerak tanah dari spesifik-situs tidak digunakan, maka kurva spektrum respons desain harus dikembangkan dengan mengacu pada ketentuan SNI 1726:2019 pasal 6.4 sebagai berikut :

- Untuk periode yang lebih kecil dari  $T_0$ , spektrum respons percepatan desain,  $S_a$ , harus diambil dari persamaan;

$$S_a = SDS (0,4 + 0,6 \frac{T}{T_0})$$

- Untuk periode lebih besar dari atau sama dengan  $T_0$  dan lebih kecil dari atau sama dengan  $T_s$ , spektrum respons percepatan desain,  $S_a$ , sama dengan  $S_{DS}$ ;
- Untuk periode lebih besar dari  $T_s$  tetapi lebih kecil dari atau sama dengan  $T_L$ , respons spektral percepatan desain,  $S_a$ , diambil berdasarkan persamaan:

$$S_a = \frac{SD1}{T}$$

- Untuk periode lebih besar dari  $T_L$ , respons spektral percepatan desain,  $S_a$ , diambil berdasarkan persamaan:

$$S_a = \frac{SD1 \cdot TL}{T^2}$$

Keterangan :

$S_{DS}$  = parameter respons spektral percepatan desain pada periode pendek;

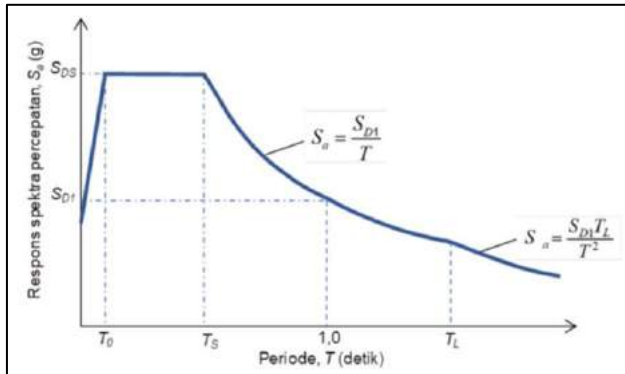
$S_{D1}$  = parameter respons spektral percepatan desain pada periode 1 detik;

$T$  = periode getar fundamental struktur

$$T_0 = 0,2 \frac{SD1}{SDS}$$

$$T_s = \frac{SD1}{SDS}$$

$T_0$  = Peta transisi periode panjang yang ditunjukkan pada Gambar 3 yang nilainya diambil dari gambar di bawah ini



Gambar 2.5 Spektrum respon desain  
Sumber : SNI 1726:2019

## 2.5 Analisa Gaya Dalam

Dari hasil analisa gaya dalam dari program bantu ETABS v18 dan hasil analisa kapasitas struktur maka dievaluasi dengan peraturan terbaru meliputi evaluasi balok dan plat lantai. Sehingga dari tahap ini diharapkan dapat mengetahui struktur mana saja yang sudah tidak mampu untuk memikul akibat alih fungsi lantai ( $SF < 1$ ). Untuk struktur bangunan beton mengacu pada SNI 2847-2019, berdasarkan ketentuan dalam standar tersebut angka keamanan (*Safety Factor*= $SF$ ) terhadap lentur dan geser dapat dirumuskan sebagai berikut.

$$SF = \frac{\phi M_n}{M_u} > 1,0$$

$$SF = \frac{\phi V_n}{V_u} > 1,0$$

Pada saat angka keamanan komponen struktur seperti didefinisikan pada persamaan diatas lebih kecil dari 1,0 kondisi balok sesungguhnya belum akan runtuh akibat lentur maupun geser. Hal ini disebabkan balok masih mempunyai angka kemandan yang cukup besar,



meskipun sudah tidak memenuhi kriteria desain sesuai SNI 2847-2019. Angka keamanan yang terkandung dalam SNI tersebut berasal dari gabungan antara faktor beban dan reduksi penampang yang besarnya untuk lentur antara 1,3 s/d 1,8 dan geser berkisar antara 1,6 s/d 2,1. Komponen dinyatakan mendekati runtuh bila kuat nominal terhadap lentur ( $M_n$ ) dan geser ( $V_n$ ) lebih kecil dari gaya geser akibat beban kerja (beban tanpa faktor beban).

## 2.6 Kontrol Dinamis

Setelah dilakukan permodelan maka selanjutnya dilakukan analisa struktur. Analisa struktur dilakukan beberapa tahap untuk mendapatkan kontrol dinamis kinerja struktur yang ada. Hal ini dilakukan agar mendapatkan hasil yang lebih teliti. Tahap tahap tersebut dijelaskan seperti berikut :

### 1. *Running 1 – Uncracked*

Tahap uncracked itu sendiri merupakan tahap yang tidak memperhitungkan keretakan beton yang terjadi saat pengecoran. Tahap ini merupakan tahap awal untuk mendapatkan kontrol partisipasi massa dan periode fundamental struktur.

### 2. *Running 2 – Cracked*

Sesuai dengan SNI 2847:2019 Pasal 6.6.3.1 bahwa kekakuan elemen struktur harus direduksi. Hal ini dilakukan untuk memperhitungkan keterakan beton yang terjadi saat pengecoran sehingga yang dipakai inersia efektif. Tahap ini merupakan tahap untuk mengontrol gaya geser dasar sehingga didapatkan perbesaran skala faktor terhadap gempa. Faktor reduksi kekakuan elemen struktur diatur pada SNI 2847:2019 tabel 6.6.3.1.1 (a) seperti berikut ini :

Tabel 2.13 Faktor Reduksi Kekakuan Elemen Struktur

Bagian dan kondisi		Kekakuan Lentur	Kekakuan Torsi
Kolom		0,7	0,25
Dinding	Tidak retak	0,7	-
	Retak	0,35	-
Balok		0,35	0,25
Pelat datar dan slab datar		0,25	-

### 3. *Running 3 – Cracked dengan Perbesaran Skala Faktor*

Tahap cracked dengan perbesaran skala faktor merupakan tahap untuk mengontrol simpangan antar lantai dan sistem ganda. Tahap ini sudah disesuaikan dengan beban gempa yang bekerja sehingga akan dapat digunakan untuk mengevaluasi kapasitas elemen struktur.

#### 2.6.1 Kontrol Partisipasi Masa

Kontrol partisipasi masa diatur dalam SNI 1726:2019 Pasal 7.9.1.1 dimana menjelaskan bahwa perhitungan respon dinamik struktur harus sedemikian rupa sehingga partisipasi masa ragam terkombinasi mendapat paling sedikit 90% dari massa aktual masing – masing arah.

#### 2.6.2 Kontrol Waktu Getar Alami Fundamental Struktur

Kontrol waktu getar alami atau periode fundamental struktur,  $T$ , diatur dalam pasal 7.8.2 SNI 1726:2019 dimana dalam arah yang ditinjau tidak boleh melebihi hasil koefisien untuk batasan periode yang dihitung  $C_u$  dari tabel 2.9 dan periode alami pendekatan,  $T_a$  yang dihitung dengan persamaan berikut :

$$T_a = C_t \cdot h_n^x$$

Dengan  $h_n$  merupakan ketinggian struktur  $m$ , di atas dasar sampai tingkat tertinggi struktur,

Tabel 2.14 Koefisien  $C_u$

Parameter percepatan respons spektral desain pada 1 detik, $S_{D1}$	Koefisien $C_u$
$\geq 0,4$	1,4
0,3	1,4
0,2	1,5
0,15	1,6
$\leq 0,1$	1,7

Sumber : SNI 1726:2019

Sedangkan koefisien  $C_t$  dan  $x$  ditentukan dari tabel 18 pada SNI 1726:2019 sebagai berikut :

Tabel 2.15 Koefisien  $C_t$  dan  $x$ 

Tipe struktur	$C_t$	$x$
Sistem rangka pemikul momen di mana rangka pemikul 100 % gaya seismik yang disyaratkan dan tidak dilindungi 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

Sumber : SNI 1726:2019

Sebagai alternatif, diizinkan untuk menentukan periode fundamental pendekatan ( $T_a$ ), dalam detik, dari persamaan berikut untuk struktur dengan ketinggian tidak melebihi 12 tingkat di mana sistem pemikul gaya seismik terdiri dari rangka pemikul momen yang seluruhnya beton atau seluruhnya baja dan rata-rata tinggi tingkat sekurang-kurangnya 3 m:

$$T_a = 0,1N$$

dengan  $N$  adalah jumlah tingkat.

Apabila periode alami struktur diperoleh dari hasil analisis menggunakan software ( $T_c$ ), maka periode alami struktur yang diambil ( $T$ ) harus ditentukan dengan ketentuan sebagai berikut :

- Jika  $T_c > C_u \cdot T_a$ , maka  $T = C_u \cdot T_a$
- Jika  $T_a < T_c < C_u \cdot T_a$ , maka  $T = T_c$
- Jika  $T_c < T_a$ , maka  $T = T_a$

### 2.6.3 Kontrol Gaya Geser Dasar

Gaya geser dasar seismik adalah total dari seluruh gaya lateral akibat gempa yang diterima oleh bangunan gedung yang sedang ditinjau dan merupakan total dari gaya lateral gempa yang diterima setiap lantainya (Spektran et al., 2017). Dalam SNI 1726:2019 pasal 7.9.1.4.1 dijelaskan bahwa kombinasi respons untuk gaya geser dasar hasil analisis ragam ( $V_t$ ) tidak boleh kurang dari 100% dari gaya geser ( $V$ ) yang dihitung melalui metode statistic ekuivalen, sehingga berlaku persamaan sebagai berikut :

$$V_t \geq 100\% V$$

Dimana,  $V$  merupakan gaya dasar seismik dengan persamaan yang diatur dalam SNI 1726:2019 pasal 7.8.1 sebagai berikut :

$$V = C_s \cdot W$$

Keterangan :

$C_s$  = koefisien respon seismik yang ditentukan sesuai dengan 0

$W$  = berat seismik efektif menurut 0

Perhitungan koefisien respon seismik diatur dalam SNI 1726:2019 pasal 7.8.1.1 sebagai berikut :

$$C_s = \frac{S_{DS}}{\left(\frac{R}{I_e}\right)}$$

Koefisien respon seismik juga memiliki batasan – batasan yang telah diatur dalam pasal tersebut pada persamaan 32 – 34

a. Nilai  $C_s$  minimum :

$$0,044S_{DS}I_e \geq 0,01$$

- Apabila struktur berlokasi di daerah dengan  $S_1 \geq 0,6g$  , maka :

$$C_s = \frac{0,5S_1}{\left(\frac{R}{I_e}\right)}$$

b. Nilai  $C_s$  maksimum :

- Untuk  $T \leq T_L$ , maka

$$C_s = \frac{S_{D1}}{T \left(\frac{R}{I_e}\right)}$$

- Untuk  $T > T_L$ , maka

$$C_s = \frac{S_{D1}T_L}{T^2 \left(\frac{R}{I_e}\right)}$$

Keterangan :

Di mana  $I_e$  dan  $R$  sebagaimana didefinisikan dalam 0,

$S_{D1}$  = parameter percepatan respons spektral desain pada periode sebesar 1,0 detik, seperti yang ditentukan dalam 0

$T$  = periode fundamental struktur (detik) yang ditentukan 0

$S_1$  = parameter percepatan respons spektral maksimum yang dipetakan yang ditentukan sesuai 0

### 2.6.4 Kontrol Simpangan Antar Lantai

Gaya gempa lateral akan menghasilkan simpangan struktur dalam arah lateral. Dalam proses perencanaan struktur, maka simpangan lateral antar lantai tingkat (Tokyo drift harus selalu diperiksa untuk menjamin kestabilan struktur, mencegah kerusakan elemen – elemen nonstruktural, serta untuk kenyamanan pengguna. Berdasar SNI 1726-2019 pasal 7.8.6 untuk menentukan Simpangan antar lantai dapat dihitung menggunakan persamaan (44) sebagai berikut :

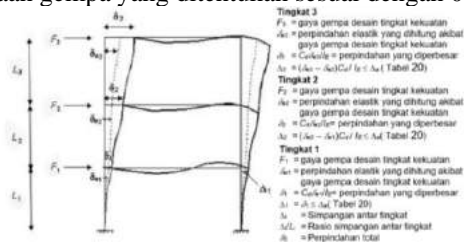
$$\delta_x = \frac{C_d \delta_{xe}}{I_e}$$

Keterangan :

$C_d$  = faktor pembesaran simpangan lateral

$\delta_{xe}$  = simpangan di tingkat-x yang disyaratkan pada pasal ini, yang ditentukan dengan analisis elastik

$I_e$  = faktor keutamaan gempa yang ditentukan sesuai dengan 0



Gambar 2.6 Simpangan Antar Lantai  
 Sumber : SNI 1726:2019

Simpangan antar lantai juga memiliki batasan yang diatur dalam tabel 20 SNI 1726:2019:

Tabel 2.16 Kategori risiko simpangan antar lantai

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	$0,010h_{sx}$	$0,010h_{sx}$	$0,010h_{sx}$
Struktur dinding geser batu bata lainnya	$0,007h_{sx}$	$0,007h_{sx}$	$0,007h_{sx}$
Semua struktur lainnya	$0,020h_{sx}$	$0,015h_{sx}$	$0,010h_{sx}$

Sumber : SNI 1726:2019

### 2.6.5 Kontrol Sistem Ganda (Dual System)

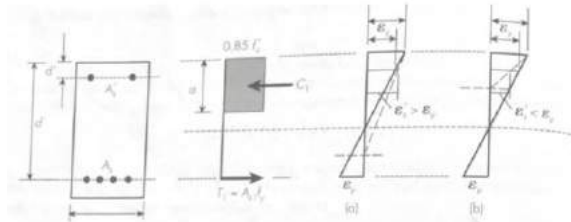
Pada SNI 1726:2019 pasal 7.2.5.1, untuk sistem ganda, rangka pemikul momen harus mampu memikul paling sedikit 25 % gaya seismik desain. Tahanan gaya seismik total harus disediakan oleh kombinasi rangka pemikul momen dan dinding geser atau rangka bresing, dengan distribusi yang proporsional terhadap kekakuannya.

## 2.7 Kapasitas Elemen Struktur

Dari hasil *As Built Drawing* maka dapat diketahui dimensi struktur beserta geometri jumlah material tulangan yang terpasang. Sehingga dari data tersebut dapat dihitung kapasitas eksisting terkini pada struktur.

### 2.7.1 Cek Kapasitas Balok

#### 1. Perhitungan Kapasitas Lentur (Momen)



Gambar 2.7 Balok dengan Tulangan Tekan  
Sumber : Agus Setiawan, 2016

- Mencari tebal efektif beton
 
$$d = h - ts - \phi - D$$

$$d' = ts - \phi - \frac{1}{2} D$$
- Mencari luas tulangan lapangan
 
$$As \text{ pasang} = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d^2 \cdot n$$
- Menghitung  $\Phi M_n$  dengan analisis gaya dalam :
  - Mencari tinggi blok tekan (a)
 
$$a = \beta_1 \cdot c$$

$$a = 0,84c$$
 Persamaan 1 :
 
$$Cc = 0,85 \cdot f_c' \cdot a \cdot b$$
 Persamaan 2 :
 
$$Cs = As' \cdot \epsilon' \cdot Es$$

$$C_s = A_s' \cdot \left( \varepsilon_{cu} \frac{c-d'}{c} \right) E_s$$

- Mencari nilai c dengan mensubstitusikan persamaan – persamaan berikut :

Persamaan 3 :

$$T = A_s \cdot f_y$$

Persamaan 4 :

$$T = C_c + C_s$$

Nilai c akan didapatkan dengan rumus abc

- Menghitung  $f_s'$

$$f_s' = \varepsilon_s' \cdot E_s$$

$$f_s' = \left( \varepsilon_{cu} \cdot \frac{c-d'}{c} \right) E_s$$

Dengan syarat  $f_s' < f_y$  , belum leleh

- Mencari momen nominal

$$\phi M_n = C_c \left( d - \frac{a}{2} \right) + C_s (d - d')$$

Dengan syarat  $\mu > \phi M_n$

## 2. Perhitungan kapasitas geser

- Mencari luas tulangan yang terpasang

$$A_v = n \left( \frac{1}{4} \pi \theta^2 \right)$$

- Mencari nilai  $V_c$

- Pada daerah tumpuan,  $V_c$  tidak dicari

- Pada daerah lapangan,  $V_c$  dicari dengan cara :

$$\phi V_c = \phi \frac{1}{6} \sqrt{f_c'} b_w d$$

- Menghitung  $V_s$

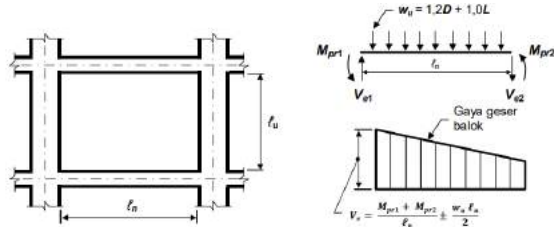
$$\phi V_s = \phi \cdot \frac{A_v \cdot f_y \cdot d}{s_{pasang}}$$

- Menghitung kapasitas geser penampang

$$V_n = \phi (V_c + V_s)$$

Dengan syarat  $V_n > V_u$

### 3. Perhitungan gaya geser ultimate



- Tebal efektif beton  
 $d = h - ts - \phi - D$   
 $d' = ts - \phi - \frac{1}{2}D$
- Luas tulangan tumpuan  
 $As\ pasang = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d\ tul\ atas^2 \cdot n$   
 $As\ pasang' = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d\ tul\ bawah^2 \cdot n$

- Kapasitas momen ujung

Tumpuan atas

$$a_{pr-1} = a_{pr-2} = \frac{1.25 \cdot As \cdot fy}{0.85 \cdot fc' \cdot b}$$

Tumpuan bawah

$$a_{pr-3} = a_{pr-4} = \frac{1.25 \cdot As' \cdot fy}{0.85 \cdot fc' \cdot b}$$

Momen tumpuan atas

$$M_{pr-1} = 1.25 \cdot As \cdot fy \cdot \left( d - \frac{a_{pr-1}}{2} \right)$$

Momen tumpuan bawah

$$M_{pr-3} = 1.25 \cdot As' \cdot fy \cdot \left( d - \frac{a_{pr-3}}{2} \right)$$

$$V_{sway} = \frac{M_{pr-1} + M_{pr-3}}{L_n}$$

$$V_e = V_{sway} + V_u(1.2D + 1L)$$

Dari  $V_e$  yang didapatkan dibandingkan dengan gaya ultimate terfaktor dari program bantu ETABS, diambil nilai yang paling besar untuk mengetahui apakah sudah mencukupi kapasitas yang ada.



#### 4. Perhitungan kapasitas penampang terhadap torsi

- Luas penampang,  $A_{cp}$   
 $A_{cp} = b_w \times h$
- Perimeter penampang,  $P_{cp}$   
 $P_{cp} = 2(b+h)$
- Tulangan torsi diperlukan apabila  

$$T_u > \phi \cdot 0.083 \cdot \lambda \cdot \sqrt{f_c'} \left( \frac{A_{cp}^2}{P_{cp}} \right)$$
- Kecukupan penampang  
 Lebar as ke as tulangan sengkang,  $x_o$   
 $X_o = b - 2(ts - 0.5s) = 160 \text{ mm}$   
 Tinggi as ke as tulangan sengkang,  $y_o$   
 $Y_o = h - 2(ts - 0.5s) = 410 \text{ mm}$   
 Luas penampang  $A_{oh}$   
 $A_{oh} = x_o \cdot y_o = 160 \cdot 410 = 65600 \text{ mm}^2$   
 Luas penampang  $A_o$   
 $A_o = 0.85 \cdot A_{oh} = 0.85 \cdot 65600 = 55760 \text{ mm}^2$   
 Perimeter penampang,  $P_h$   
 $P_h = 2(x_o + y_o) = 1140 \text{ mm}$
- Periksa kecukupan penampang  

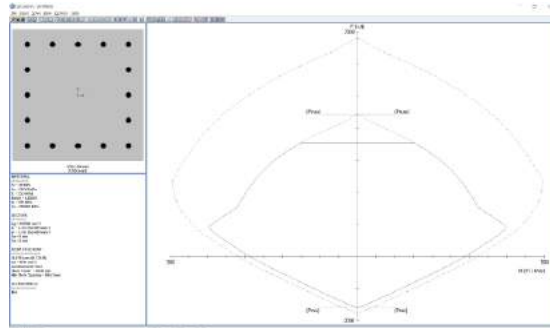
$$\sqrt{\left( \frac{V_u}{b_w \cdot d} \right)^2 + \left( \frac{T_u \cdot P_h}{1.7 A_{oh}^2} \right)^2} \leq \phi \left[ \left( \frac{V_c}{b_w \cdot d} \right) + 0.66 \sqrt{f_c'} \right]$$

$$\sqrt{\left( \frac{121905.7}{250 \cdot 440.5} \right)^2 + \left( \frac{9775200 \cdot 1140}{1.7 \cdot 65600^2} \right)^2} \leq \phi \left[ \left( \frac{208246.9}{250 \cdot 440.5} \right) + 0.66 \sqrt{30} \right]$$

#### 2.6.1 Cek Kapasitas Kolom

##### 1. Cek Kapasitas Lentur

Untuk menentukan kapasitas lentur, hasil gaya dalam berupa beban aksial terfaktor ( $P_u$ ) dan momen lentur terfaktor ( $M_u$ ) dari program SAP2000 akan menjadi bahan untuk diinput pada program SP Column untuk dianalisis kapasitas penampang kolomnya dengan cara melihat diagram interaksi dari kolom yang ditinjau.



Gambar 2.8 Diagram interaksi kolom

Sumber : dokumen pribadi

## 2. Strong Column Weak Beam (HBK)

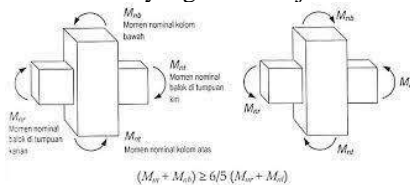
Berdasarkan SNI SNI 2847-2019 pasal 18.7.3.2 kekuatan kolom harus memenuhi nilai berikut:

$$\Sigma MnC \geq 1.2 \cdot \Sigma MnB$$

Dimana :

$\Sigma MnC$  : Jumlah Mn dua kolom yang bertemu joint.

$\Sigma MnB$  : Jumlah Mn balok yang bertemu joint.



Sampel hitungan dipilih tipe kolom dengan momen terfaktor arah X yang paling besar untuk mendapatkan momen nominal balok terbesar

### Menentukan nilai MnB

- Momen nominal balok

$$M_{nb}^- = 1.25 \cdot As \cdot fy \cdot \left( d - \frac{a_{pr-1}}{2} \right)$$

- Momen nominal balok kiri

$$M_{nb}^+ = 1.25 \cdot As' \cdot fy \cdot \left( d - \frac{a_{pr-3}}{2} \right)$$

- Momen nominal total  
 $\Sigma MnB = Mn_b^+ + Mn_b^-$

### Menentukan nilai MnC

Gaya dari kolom yang ditinjau,  $P_u$ , didapatkan dari program bantu ETABS. Sehingga dari hasil perhitungan dengan program bantu spColumn didapatkan nilai  $M_{nc}$  kolom yang ditinjau dengan kolom di atasnya

$$\Sigma MnC = Mn_{c_{atas}} + Mn_{c_{tinjau}}$$

Kontrol :

$$\Sigma MnC \geq 1.2 \cdot \Sigma MnB$$

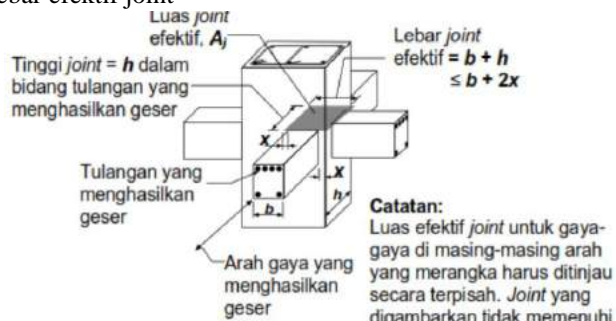
### 3. Kontrol Hubungan Balok Kolom

#### a. Syarat panjang joint

Berdasarkan SNI 2847:2019 pasal 18.8.2.3 dimensi kolom yang paralel dengan tulangan balok tidak boleh kurang dari 20 kali diameter tulangan longitudinal terbesar balok untuk material beton normal

$$B > 20 \cdot D$$

#### b. Lebar efektif joint



$$X = (750-250)/2 = 250 \text{ mm}$$

$$\text{Lebar joint efektif} = b + h$$

$$\text{Lebar joint efektif} \leq b + h$$

c. Tinggi efektif joint

$$\text{Tinggi joint} > 0.5 h_{\text{balok}}$$

d. Gaya geser pada joint

$$DF = \text{factor distribusi} = 0.5$$

$$M_c = DF (M_{pr}^+ + M_{pr}^-)$$

$$V_{\text{sway}} = \frac{M_c + M_c}{L_u}$$

Gaya tarik yang bekerja di sebelah kiri HBK

$$T_1 = 1.25 \cdot A_s \cdot f_y$$

Gaya tekan yang bekerja di sebelah kiri HBK

$$C_1 = T_1$$

Gaya tarik yang bekerja di sebelah kanan HBK

$$T_2 = 1.25 \cdot A_s \cdot f_y$$

Gaya tekan yang bekerja di sebelah kanan HBK

$$C_2 = T_2$$

Gaya geser joint

$$V_j = V_{\text{sway}} - T_1 - C_2$$

e. Cek kuat geser joint

Setelah mendapatkan gaya geser pada joint, selanjutnya

dikontrol dengan hitungan kuat geser joint

Luas efektif joint

$$\phi V_n = \phi \cdot 1.7 \cdot \lambda \cdot A_j \cdot \sqrt{f_c}$$

$$\text{Kontrol : } \phi V_n > V_j$$

#### 4. Kapasitas Geser Kolom

Untuk kekuatan geser kolom dapat dihitung dengan cara berikut:

- Mencari luas tulangan yang terpasang

$$A_v = n \left( \frac{1}{4} \pi \theta^2 \right)$$

- Mencari nilai  $V_c$

- Pada daerah tumpuan,  $V_c$  tidak dicari

- Pada daerah lapangan,  $V_c$  dicari dengan cara :

$$\phi V_c = \phi \frac{1}{6} \sqrt{f_c'} b_w d$$

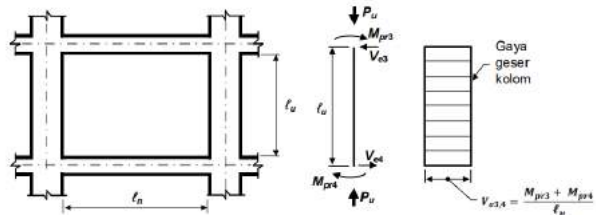
- Menghitung  $V_s$   

$$\phi V_s = \phi \cdot \frac{A_v \cdot f_y \cdot d}{s \text{ pasang}}$$
- Menghitung kapasitas geser penampang  

$$V_n = \phi(V_c + V_s)$$

### 5. Gaya geser ultimate Kolom

Berdasarkan SNI 2847-2019 pasal 18.7.6.1.1 gaya geser desain ( $V_e$ ), ditentukan dari peninjauan terhadap gaya-gaya maksimum yang dapat dihasilkan di muka-muka pertemuan (joint) di setiap ujung komponen struktur. Gaya - gaya ini harus ditentukan dari momen nominal maksimum yang mungkin terjadi ( $M_{pr}$ ) di setiap ujung komponen struktur.



$$V_e = V_{sway} = \frac{(M_{pratas} \cdot DF_{atas}) + (M_{prbawah} \cdot DF_{bawah})}{L_n}$$

$DF$  merupakan faktor distribusi momen dibagian atas dan bawah kolom yang ditinjau dimana memiliki nilai 0.5

$M_{pratas}$  dan  $M_{prbawah}$  adalah total dari  $M_{pr}$  untuk masing – masing balok di lantai atas dan di lantai bawah pada muka kolom.

Pada SNI 2847:2019 pasal 18.7.6.1.1 juga dijelaskan bahwa  $V_e$  tidak boleh kurang dari geser terfaktor yang ditentukan dari analisis struktur

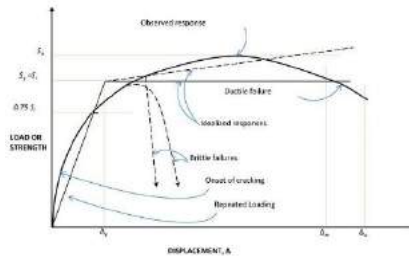
Menghitung  $V_u$  akibat gaya geser terfaktor

$V_u$  akibat gaya geser terfaktor digunakan program bantu ETABS 18. didapatkan gaya geser maksimum dari kolom yang ditinjau

Kontrol :  $\phi V_n > V_u$

## 6. Tulangan transversal untuk Confinement

Kapasitas tulangan transversal untuk confinement dihitung guna mengetahui daktilitas dari kolom tersebut.



Gambar 2.9 Diagram daktilitas

Sumber : Tavo,2017

Pengecekan terhadap tulangan confinement bertujuan untuk menjamin bahwa spalling selimut beton tidak menyebabkan hilangnya kapasitas kolom dalam menahan gaya aksial.

Sesuai dengan SNI 2847:2019, kontrol tulangan confinement kolom dilakukan dengan cara membandingkan luas tulangan sengkang eksisting terpasang dengan luas total penampang tulang transversal berdasarkan persamaan – persamaan yang ada pada tabel 18.7.5.4 SNI 2784:2019.

Tabel 2.17 Persyaratan Tulangan Confinement

Tulangan Transversal	Kondisi	Persamaan yang Berlaku
$A_{sh}/s_{bc}$ untuk sengkang pengekang persegi	$P_u \leq 0,3.A_g.f_c'$ dan $f_c' \leq 70$ Mpa	Terbesar antara (a) dan (b)
	$P_u > 0,3.A_g.f_c'$ dan $f_c' > 70$ Mpa	Terbesar antara (b) dan (c)
		$0,3 \left( \frac{A_g}{A_{ch}} - 1 \right) \frac{f_c'}{f_{yt}}$ (a) $0,09 \frac{f_c'}{f_{yt}}$ (b) $0,2k_f k_n \frac{P_u}{f_{yt} A_{ch}}$ (c)

Sumber : SNI 1726:2019

Pada proyek Gedung Hotel Shafira Surabaya mutu beton yang digunakan yaitu 35 MPa sehingga dari tiga persamaan di atas menggunakan persamaan (a) dan (b). Dari dua persamaan tersebut dicari hasil luas total penampang tulangan transversal

(Ash) yang paling besar. Luas tulangan sengkang eksisting ( $A_v$ ) harus lebih besar dari luas total penampang transversal (Ash).

### 2.6.2 Cek Kapasitas Pelat

Pada kapaistas plat hanya dilakukan cek kapasitas lenturnya saja seperti berikut :

- Menghitung luasan tulangan (As)

$$As = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D^2 \cdot n$$

- Menghitung lebar efektif

Pada sumbu x,

$$dx = t - ts - 1/2D$$

Pada sumbu y,

$$dy = t - ts - D - 1/2D$$

- Mencari garis netral

$$a = \frac{As \cdot fy}{0,85 \cdot fc' \cdot b}$$

- Menghitung momen kapasitas

$$Mn = As \cdot fy \left( d - \frac{a}{2} \right)$$

### 2.6.3 Kontrol Pondasi Tiang

Perencanaan pondasi gedung yang tahan gempa ini adalah bahwa pondasi sebagai penumpu struktur atas yang masih harus berdiri dan tidak boleh terjadi kegagalan terlebih dahulu. Karena itu, struktur bawah harus dapat memikul dengan baik beban yang bekerja baik itu akibat kombinasi gempa.

Selanjutnya untuk kontrol pondasi tiang pancang ini menggunakan gaya-gaya reaksi yang terjadi pada satu titik poer dari permodelan struktur dengan beban kombinasi yang bekerja. Adapun kontrol ini adalah perbandingan beban maksimum pada satu tiang dengan daya dukung satu tiang yang terkoreksi akibat tiang kelompok.

Untuk kontrol pondasi 1 tiang dan kontrol pondasi grup

$$P_{\max 1 \text{ tiang}} = \frac{P}{n} + \frac{M_y X_{\max}}{\sum Sx^2} + \frac{M_x Y_{\max}}{\sum Sy^2}$$

Dimana :

P = Beban kolom

- n = Jumlah tiang  
 M<sub>x</sub> = Momen pada kolom (sumbu x)  
 M<sub>y</sub> = Momen pada kolom (sumbu y)  
 X<sub>max</sub> = Jarak maksimum tiang yang ditinjau dari pusat pondasi (sumbu x)  
 Y<sub>max</sub> = Jarak maksimum tiang yang ditinjau dari pusat pondasi (sumbu y)  
 $\sum S_x^2$  = Jumlah kuadrat absis-absis tiang pancang (sumbu x)  
 $\sum S_y^2$  = Jumlah kuadrat absis-absis tiang pancang (sumbu y)
- $$SF = \frac{Q_{L \text{ 1 tiang}}}{P_{\text{max 1 tiang}}}$$

Dimana :

- SF = Safety Factor (untuk SF>1, pondasi dikatakan aman)  
 QL = Daya dukung tanah maksimum pada pondasi  
 P<sub>max</sub> = Beban maksimum yang diterima oleh pondasi

$$Eff = 1 - \theta \frac{(n - 1)m + (m - 1)n}{90mn}$$

Dimana :

- Eff = Efisiensi kelompok tiang (Converse-Labarre Equation)  
 $\theta$  = tan-1 D/s  
 D = Diameter pile  
 s = Jarak antar tiang  
 n = Jumlah tiang pada deretan kolom  
 m = Jumlah tiang pada deretan baris

*Daya dukung grub tiang = QL x Eff x Jumlah tiang*

- QL = Daya dukung tanah maksimum pada pondasi  
 Eff = Efisiensi kelompok tiang

## 2.8 Perbaikan Kapasitas Penampang dengan CFRP

*Carbon Fiber Reinforced Polymer* (CFRP) merupakan salah satu perkuatan elemen struktur. Pada saat terkena beban gempa, elemen struktur yang mempunyai daktilitas gempa akan menyerap energi lebih

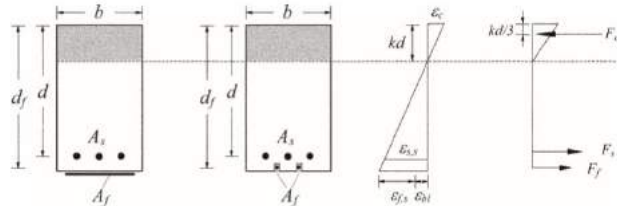


banyak . daktilitas menyatakan suatu kemampuan dari struktur untuk mengalami lendutan yang besar tanpa mengalami penurunan kekuatan yang berarti. Sehingga untuk perkuatan elemen struktur digunakan CFRP.

Fungsi perkuatan dengan sistim komposit CFRP adalah untuk meningkatkan kekuatan atau memberikan peningkatan kapasitas lentur, geser, axial dan daktilitas, atau berbagai kombinasi diantaranya. Daya tahan CFRP yang tinggi lebih ekonomis digunakan pada lingkungan korosif dimana baja akan mudah berkarat. (Petrico G, 2017)

Perencanaan FRP pada tugas besar ini mengacu pada ACI 440.2R-17 *Guide for the Design and Construction of Externally Bonded FRP Systems for Strengthening Concrete Structures*. Perencanaan FRP ini meliputi: Perencanaan perkuatan terhadap lentur (*Flexural Strengthening*), dan perkuatan terhadap geser (*Shear Strengthening*).

### 2.8.1 Perkuatan Terhadap Lentur (*Flexural Strengthening*)



Gambar 2.10 Ilustrasi analisis penampang  
Sumber : ACI 440.2R-17

Kapasitas lentur balok didasarkan pada *limit state* sesuai ACI 440.2R-17, yang ditentukan berdasarkan kuat tekan beton dan tegangan leleh baja serta tegangan efektif FRP. Dalam analisis penampang yang diilustrasikan pada gambar 2.7 , momen nominal ( $M_n$ ) dapat diturunkan dengan persamaan berikut :

$$C = T$$

$$C = T_s + T_f$$

Keterangan :

C = gaya tekan beton dan baja tulangan

$T_s$  = gaya tarik baja tulangan

$T_f$  = gaya tarik FRP

- Momen Nominal ( $M_n$ )

Dengan memperhatikan letak titik masing-masing resultan gaya serta ukuran penampang, akan didapatkan momen nominal ( $M_n$ ) dengan persamaan berikut :

$$\phi M_n = \phi (M_{ns} + \epsilon_f M_{nf})$$

$$\phi M_n = \phi \left\{ A_s f_s \left( d - \frac{\beta_1 c}{2} \right) + \epsilon_f A_f f_{fe} \left( df - \frac{\beta_1 c}{2} \right) \right\}$$

Dengan :

$A_s$  = luas penampang tulangan tarik ( $\text{mm}^2$ )

$A_f$  = luasan *FRP* ( $\text{mm}^2$ )

$d$  = tinggi manfaat tulangan tarik (mm)

$df$  = tinggi manfaat *FRP* (mm)

$\epsilon_f$  = partial faktor reduksi untuk *FRP* (0,95)

$f_{fe}$  = tegangan efektif *FRP*

$f_s = E_s \epsilon_s \leq f_y$

$$c = \frac{A_s f_s + A_f f_{fe}}{\alpha_1 f_c' + \beta_1 b}$$

$$\beta_1 = \frac{4 \epsilon_c' - \epsilon_c}{6 \epsilon_c' - 2 \epsilon_c}$$

$$\alpha_1 = \frac{3 \epsilon_c' \epsilon_c - \epsilon_c^2}{3 \beta_1 \epsilon_c'^2}$$

- Regangan ( $\epsilon$ )

ii. Regangan beton setelah penambahan *FRP* ( $\epsilon_c$ )

$$\epsilon_c = (\epsilon_{fe} + \epsilon_{bi}) \left( \frac{c}{df - c} \right)$$

iii. Regangan baja setelah penambahan *FRP* ( $\epsilon_s$ )

$$\epsilon_s = (\epsilon_{fe} + \epsilon_{bi}) \left( \frac{d - c}{df - c} \right)$$

iv. Regangan efektif *FRP* ( $\epsilon_{fe}$ )

$$\epsilon_{fe} = 0,003 \left( \frac{df - c}{c} \right) - \epsilon_{bi} \leq \epsilon_{fd}$$

v. Regangan beton ketika pemasangan *FRP* ( $\epsilon_{bi}$ )

$$\epsilon_{bi} = \frac{M_{DL} (df - kd)}{I_{cr} E_c}$$

vi. Regangan ketika debonding terjadi ( $\epsilon_{fd}$ )

$$\epsilon_{fd} = 0,41 \sqrt{\frac{f'c}{n t_f E_f}} \leq 0,9 \epsilon_{fu}$$

### 2.8.2 Perkuatan Terhadap Geser (*Shear Strengthening*)

Kuat geser nominal ( $V_n$ ) merupakan penjumlahan dari kekuatan geser nominal beton ( $V_c$ ) dengan kekuatan nominal baja tulangan geser ( $V_s$ ) serta kekuatan dari FRP ( $V_f$ ). Total kekuatan ini masih harus dikalikan dengan faktor reduksi *FRP* ( $\psi_f$ ).

- Kekuatan geser nominal

$$\phi V_n = \phi (V_c + V_s + \psi_f V_f)$$

Dengan :

$V_f$  = kekuatan geser *FRP*

$$V_f = \frac{A_{fv} \cdot f_{fe} \cdot (\sin \alpha + \cos \alpha) \cdot d_{fv}}{s_f}$$

$f_{fe}$  = Tegangan efektif *FRP*

$$f_{fe} = \epsilon_{fe} E_f$$

$A_{fe}$  = Luasan *FRP* geser

$$A_{fe} = 2 n t_f w_f$$

$\alpha$  = sudut kemiringan pemasangan *FRP*

- Regangan ( $\epsilon$ )

Regangan efektif ( $\epsilon_{fe}$ )

$$\epsilon_{fe} = K_v \epsilon_{fu}$$

Regangan ultimate ( $\epsilon_{fu}$ )

$$\epsilon_{fu} = C_E \epsilon_{fu}$$

Dengan :

$$K_v = \frac{k_1 k_2 L_e}{468 \epsilon_{fu}}$$

$$K_1 = \left( \frac{f'c}{254} \right)^{2/3}$$

$$K_2 = \left( \frac{d_{fv} - L_e}{d_{fv}} \right)$$

$$L_e = \frac{416}{(n t_f E_f)^{0,58}}$$

## 2.9 Perkuatan Struktur dengan Breising

Penambahan breising baja pada struktur rangka merupakan salah satu metode untuk meningkatkan kekuatan dan kekakuan sistem struktur. Perkuatan struktur dengan breising baja memiliki beberapa keuntungan, yaitu waktu pengerjaan yang singkat dan tidak memberi pengaruh signifikan pada berat struktur. Pemasangan breising baja dapat dilakukan pada bagian luar (eksterior) gedung, sehingga tidak mengganggu aktifitas di dalam struktur tersebut. Dalam pelaksanaan, breising baja juga mudah diangkat ke tingkat atas. (Sukrawa et al., 2016) .

Tipe breising yang umum digunakan adalah breising konsentrik. Sistem rangka batang breising konsentrik (SRBK) merupakan sistem struktur untuk menahan beban lateral dengan kekakuan struktur yang tinggi, karena adanya breising diagonal yang berfungsi untuk menahan beban lateral pada struktur. Elemen breising diharapkan mampu berdeformasi inelastik yang besar tanpa terjadi kehilangan yang signifikan pada kekuatan dan kekakuan struktur. Pada sistem struktur SRBK, kategori struktur dibagi menjadi dua yaitu Sistem Rangka Breising Konsentrik Biasa (SRBKB) dan Sistem Rangka Breising Konsentrik Khusus (SRBKK) (AISC, 2012).

### 1. Kontrol Penampang Profil Baja

#### b. Kontrol kapasitas Tarik

- Cek kelangsingan penampang

$$\frac{L}{r} < 300 \quad (2.20)$$

- Kontrol tarik

$$\phi N_n = \phi \cdot F_{cr} \cdot A_g > P_u \quad (2.21)$$

#### c. Kontrol tekan penampang

- Cek kelangsingan penampang

$$\frac{D}{t} \leq 0,11 \cdot \frac{E}{f_y} \quad (2.22)$$

- Kontrol tekan

#### d. Kontrol momen / lentur penampang

- Batas leleh

$$M_n = M_p = f_y \cdot z \quad (2.23)$$

- Kontrol penampang kompak menahan lentur

$$\frac{D}{t} \leq 0,07 \cdot \frac{E}{f_y} \quad (2.24)$$

- Kontrol lentur

$$\phi M_n > M_u \quad (2.25)$$

- e. Kontrol geser penampang  

$$\phi V_n = \phi \cdot f_{cr} \cdot (A_g / 2) \quad (2.26)$$
- f. Kontrol torsi penampang  

$$\phi T_n = \phi \cdot f_{cr} \cdot C > T_u \quad (2.27)$$
- g. Kontrol kombinasi gaya torsi, geser, lentur serta asial penampang  

$$\left( \frac{P_r}{P_c} + \frac{M_r}{M_c} \right) + \left( \frac{V_r}{V_c} + \frac{T_r}{T_c} \right) < 1,0 \quad (2.28)$$

## 2. Kontrol Sambungan Breising

- a. Sambungan las profil ke pelat buhul  

$$\phi R_n = \phi \cdot f_{nw} \cdot A_{we} > \phi N_n \quad (2.29)$$
- b. Kuat tarik baut  

$$\phi R_n = \phi \cdot f_y \cdot A_g \quad (2.30)$$

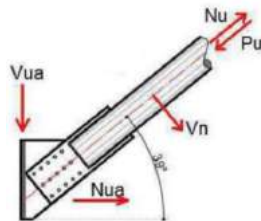
$$n = \phi N_n / \phi R_n \quad (2.31)$$
- c. Kuat tumpu baut  

$$R_n = 1,2 \cdot L_c \cdot t \cdot f_u < 2,4 d \cdot t \cdot f_u \quad (2.32)$$

$$\phi(\sum R_n) > \phi P_n \quad (2.33)$$
- d. Kuat geser blok  

$$R_n = 0,6 \cdot f_u \cdot A_{nv} + U_{bs} \cdot f_u \cdot A_{nt} \leq 0,6 \cdot f_y \cdot A_{gv} + U_{bs} \cdot f_u \cdot A_{nt} \quad (2.34)$$

$$\phi R_n > \phi N_n \quad (2.35)$$
- e. Sambungan breising ke kolom  
 - Gaya dalam pada sambungan



Gambar 2.11 Gaya dalam pada sambungan kolom  
 Sumber : dokumen pribadi

$$N_{ua} = N_u \cdot \cos \alpha \quad (2.36)$$

$$V_{ua} = (V_u \cdot \cos \alpha) + (N_u \cdot \sin(90 - \alpha)) - (P_u \cdot \sin(90 - \alpha)) \quad (2.37)$$

- Sambungan las pelat buhul ke pelat landas

$$\phi R_n = \phi \cdot f_{nw} \cdot A_{we} > \phi N_n \quad (2.38)$$

- Perhitungan tebal pelat landas

$$T_p \geq \sqrt{\frac{4 \cdot M_{pl}}{\phi f_y}} \quad (2.39)$$

- Perhitungan baut angkur ke kolom

- Kuat baja angkur dalam tarik

$$\phi N_{sa} = \phi \cdot A_{se,N} \cdot F_{uta} \quad (2.40)$$

- Kuat jebol beton angkur terhadap tarik

$$\phi N_{cbg} = \phi \cdot \frac{A_{nc}}{A_{nc0}} \cdot \psi_{ec,N} \cdot \psi_{c,N} \cdot \psi_{ed,N} \cdot \psi_{ep,N} \cdot N_b \quad (2.41)$$

- Kuat cabut angkur dari beton (*pullout*)

$$\phi N_{pn} = \phi \cdot \psi_{c,p} \cdot N \quad (2.42)$$

- Kuat ambrul samping (*blowout*)

$$h_{ef} > 2,5 \text{ Cal} \quad (2.43)$$

- Kuat baja angkur dalam geser

$$\phi V_{sa} = \phi \cdot A_{se,V} \cdot F_{uta} \quad (2.44)$$

- Kuat jebol beton terhadap geser

$$\phi V_{cbg} = \phi \cdot \frac{A_{vc}}{A_{vc0}} \cdot \psi_{ec,V} \cdot \psi_{c,V} \cdot \psi_{ed,V} \cdot \psi_{ep,V} \cdot V_b \quad (2.45)$$

- Kuat jungkit (*pryout*) beton angkur terhadap geser

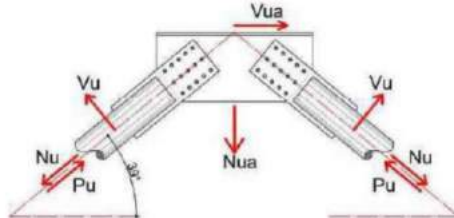
$$\phi V_{cp} = K_{cp} \cdot N_{cbg} \quad (2.46)$$

- Cek interaksi gaya tarik dan geser

$$\left( \frac{N_{ua}}{\phi N_n} \right) + \left( \frac{V_{ua}}{\phi V_n} \right) < 1,2 \quad (2.47)$$

- f. Sambungan breising ke kolom

- Gaya dalam pada sambungan



Gambar 2.12 Gaya dalam pada sambungan balok

Sumber : dokumen pribadi

$$Nua = Nu \cdot \sin \alpha \quad (2.36)$$

$$Nua = Pu \cdot \sin \alpha - Nu \cdot \sin \alpha$$

$$Vua = Pu \cdot \cos \alpha + Nu \cdot \cos \alpha$$

$$Vua = Nu \cdot \cos \alpha - Nu \cdot \cos \alpha$$

$$Vua = Pu \cdot \cos \alpha - Pu \cdot \cos \alpha$$

- Sambungan las pelat buhul ke pelat landas

$$\phi Rn = \phi \cdot fnw \cdot Awe > Vua \quad (2.48)$$

- Perhitungan tebal pelat landas

$$Tp \geq \sqrt{\frac{4 \cdot Mpl}{\phi fy}} \quad (2.49)$$

- Perhitungan baut angkur ke balok

- Kuat baja angkur dalam tarik

$$\phi Nsa = \phi \cdot A_{se,N} \cdot F_{uta} \quad (2.50)$$

- Kuat jebol beton angkur terhadap tarik

$$\phi N_{cbg} = \phi \cdot \frac{A_{nc}}{A_{nco}} \cdot \psi_{ec,N} \cdot \psi_{c,N} \cdot \psi_{ed,N} \cdot \psi_{ep,N} \cdot Nb \quad (2.51)$$

- Kuat cabut angkur dari beton (*pullout*)

$$\phi N_{pn} = \phi \cdot \psi_{c,p} \cdot N \quad (2.52)$$

- Kuat ambrul samping (*blowout*)

$$Hef > 2,5 Cal \quad (2.53)$$

- Kuat baja angkur dalam geser

$$\phi Vsa = \phi \cdot A_{se,V} \cdot F_{uta} \quad (2.54)$$

- Kuat jebol beton terhadap geser

$$\phi V_{cbg} = \phi \cdot \frac{A_{vc}}{A_{vco}} \cdot \psi_{ec,V} \cdot \psi_{c,V} \cdot \psi_{ed,V} \cdot \psi_{ep,V} \cdot Vb \quad (2.55)$$

- Kuat jungkit (*pryout*) beton angkur terhadap geser

$$\phi V_{cp} = Kcp \cdot N_{cbg} \quad (2.56)$$

- Cek interaksi gaya tarik dan geser

$$\left(\frac{Nua}{\phi Nn}\right) + \left(\frac{Vua}{\phi Vn}\right) < 1,2 \quad (2.57)$$





*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*



## **BAB III METODOLOGI**

### **3.1 Pengumpulan Data dan Studi Literatur**

Data – data yang diperlukan untuk melakukan pekuatan gedung Hotel Shafira adalah sebagai berikut :

- Data As Build Drawing sebagaimana terlampir.
- Data mutu material struktur sebagaimana terlampir
- Data tanah sebagai mana terlampir.

Literatur yang digunakan dalam mengerjakan laporan tugas akhir ini, antara lain :

- SNI 1726:2012, Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung.
- SNI 1726:2019, Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung.
- SNI 1727:2013, Beban Minimum untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lain.
- SNI 1727:2020, Beban Minimum untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lain.
- SNI 1729:2015, Spesifikasi untuk Bangunan Gedung Baja Struktural
- SNI 2847:2019, Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung
- Pedoman Pemencanaan Pembangunan untuk Rumah dan Gedung 1987
- ACI 440.2R-17, *Guide for the Design and Construction of Externally Bonded FRP Systems for Strengthening Concrete Structures.*
- ACI 318-19, *Building Code Requirements for Structural Concrete.*
- AISC 360-16, *Specifications for Structural Steel Buildings.*
- ASCE 7-16, *Minimum Design Loads and Associated Criteria for Buildings and Other Structures.*

### **3.2 Analisa Pembebanan**

#### **3.2.1 Pembebanan**

Pembebanan yang bekerja pada struktur gedung ini terdiri dari beban gravitasi yaitu beban hidup dan beban mati. Sedangkan untuk

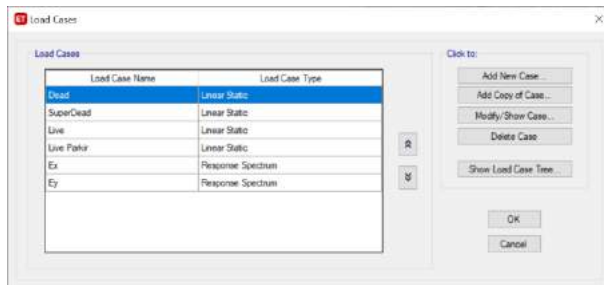
beban lateral terdiri dari beban gempa. Perencanaan pembebanan didasarkan pada fungsi ruang dalam gedung yang telah berdiri.

- **Beban Mati**  
Beban mati yang digunakan pada pembebanan struktur gedung adalah beban keseluruhan struktur yang bersifat tetap. Beban mati tambahan seperti lift, plafond, keramik juga termasuk beban mati dimana beban mati akan didapatkan dengan program bantu ETABS v.18.
- **Beban Hidup**  
Beban hidup yang digunakan pada pembebanan merupakan beban berdasarkan kegunaan bangunan yang akan direncanakan serta fungsi ruang yang ada, dengan ketentuan mengacu pada SNI 1727:2020
- **Beban Gempa**  
Peninjauan beban gempa mengacu pada SNI 1726:2019 dengan meninjau respon spektrum. Analisa beban gempa sesuai dengan lokasi gedung, jenis tanah, serta jenis kegunaan bangunan. Berdasarkan SNI 1726:2019, zonasi peta gempa menggunakan peta gempa untuk probabilitas 2% terlampaui dalam 50 tahun.

### 3.2.2 Pembebanan dalam Program Analisis

#### a. Kasus pembebanan

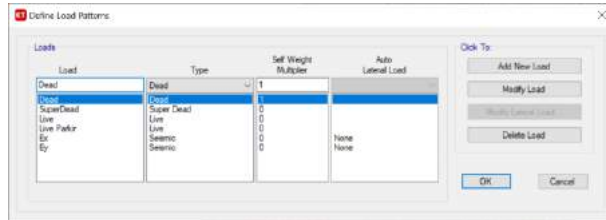
Kasus pembebanan perlu didefinisikan sebelum analisis model dijalankan. Kasus pembebanan berfungsi untuk melakukan analisis bangunan sesuai dengan beban apa saja yang bekerja pada elemen.



Gambar 3.1 Load Cases

b. Pola Pembebanan

Pada ETABS 18 perlu diinput **Static Load Case** seperti gambar berikut ini :



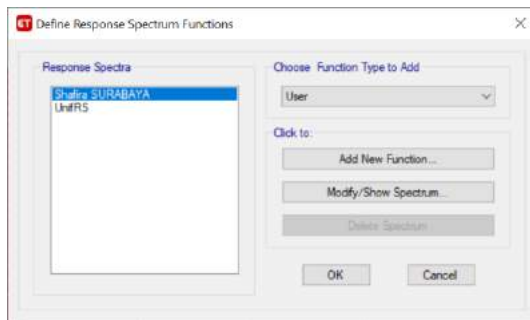
Gambar 3.2 Pola Pembebanan

Pilih pada *menu Define > Static Load Case* isikan Beban Mati (*Dead*), Beban Mati Tambahan (*Super Dead*), Beban Hidup (*Live*), Beban Parkir, dan beban gempa untuk arah x dan arah y.

c. Beban Gempa

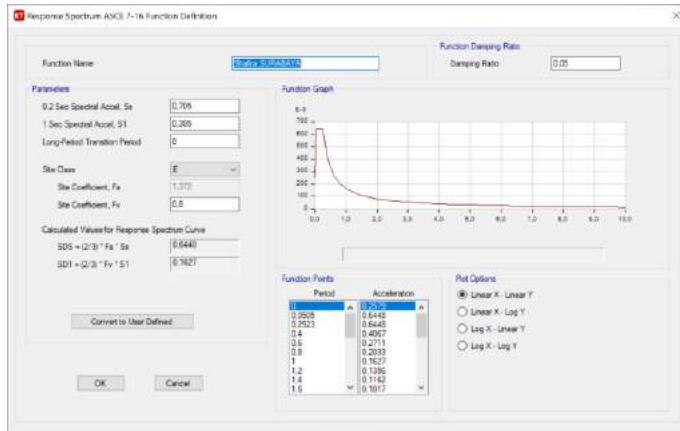
- *Respon Spectrum Function*

Dari perhitungan respon spektrum yang ada, data dapat langsung dimasukkan ke dalam ETABS 18 dengan cara pilih pada *menu Define > Function > Response Spectrum*. Pada *boxes option* di *Chose Function Type to Add > User* seperti pada gambar berikut ini :



Gambar 3.3 *Response Spectrum Definer*

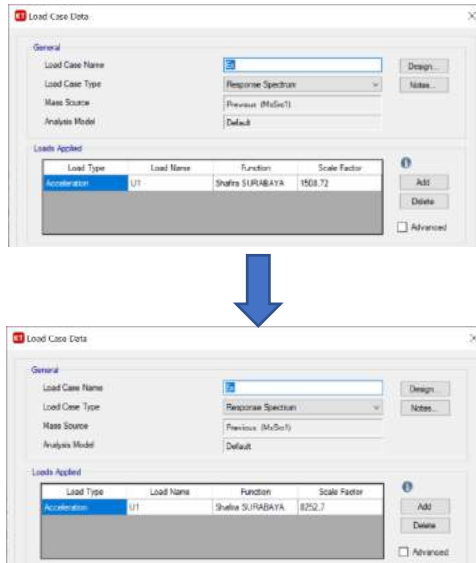
Maka akan muncul *boxes Response Spectrum Function Definition* seperti berikut ini :



Gambar 3.4 Respon Spektrum pada ETABS 18

#### - Response Spectrum Case

Setelah mendapatkan faktor skala perbesaran dari running 2 untuk melakukan running 3 dilakukan pembuatan *response spectrum case* dengan cara pada menu **Define > Static Load Case** klik beban Ex untuk mendapatkan **Load Case Data**. Pada **option Loads Applied** untuk **Scale Factor** dikali dengan perbesaran yang telah dihitung. Ulangi untuk beban Ey sesuai dengan perbesarannya.

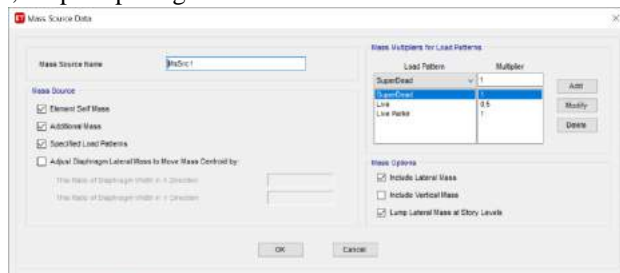


Gambar 3.5 Perbesaran Skala Faktor

d. *Mass Source*

Massa digunakan sebagai inersia dalam analisis dinamis atau menghitung tipe beban tertentu yang bisa dikontrol dengan bergantung pada sumber massa (*mass source*).

Untuk menentukan *Define Mass Source* pada ETABS v.18 pilih pada *menu Define > Mass Source* lalu isikan pada *Define Mass Multiplier for Loads* dengan nilai *Dead Load* = 1 dan *Live Load* = 0,5 seperti pada gambar berikut ini :



Gambar 3.6 Mass Source

### 3.2.3 Kombinasi Pembebanan

Beban, kombinasi pembebanan, dan kriteria terkait yang diberikan dalam standar ini harus digunakan untuk perancangan dengan metode kekuatan atau perancangan dengan metode tegangan izin yang terdapat dalam spesifikasi desain untuk material struktural konvensional. Kombinasi pembebanan dan kekuatan desain dianggap mampu memberikan tingkat kinerja yang diharapkan dalam ketentuan standar ini. Analisis gaya dalam pada perkuatan struktur gedung ini menggunakan program bantu ETABS v.18. gaya dalam hasil output program bantu yang diambil meliputi :

1. Momen
2. Geser
3. Aksial
4. Torsi

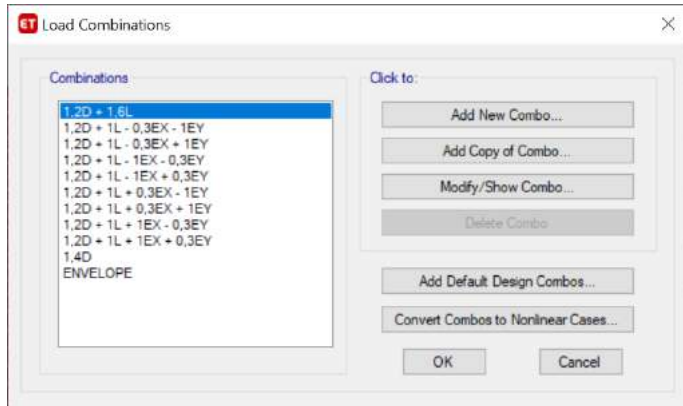
Pembebanan yang digunakan sebagai kombinasi pada program ETABS v.18 mengacu berdasarkan SNI 1726:2019 sebagai berikut :

1. 1,4D
2. 1,2D + 1,6L
3. 1,2D + 1L - 0,3EX - 1EY
4. 1,2D + 1L - 0,3EX + 1EY
5. 1,2D + 1L + 0,3EX + 1EY
6. 1,2D + 1L + 0,3EX - 1EY
7. 1,2D + 1L - 1EX - 0,3EY
8. 1,2D + 1L - 1EX + 0,3EY
9. 1,2D + 1L + 1EX + 0,3EY
10. 1,2D + 1L + 1EX - 0,3EY

Keterangan :

- |    |                      |
|----|----------------------|
| D  | : Beban mati         |
| L  | : Beban hidup        |
| EX | : Beban gempa arah x |
| EY | : Beban gempa arah y |

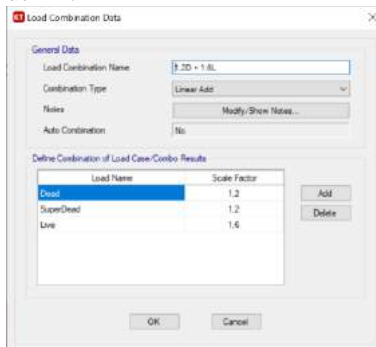




Gambar 3.7 Load Combination

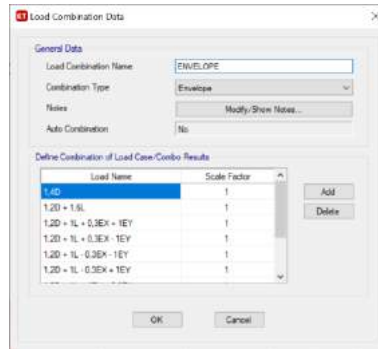
Untuk menambahkan kombinasi beban pada ETABS 18 adalah seperti berikut ini :

- Pilih pada menu **Define > Load Combinations > Add New Combo** maka akan muncul *edit boxes Load Combination Data*.
- Isikan pada **Load Combination Name** dengan kombinasi yang ada, pada **Load Combination Type** pilih **Add**, lalu isikan **Define Combination** sesuai dengan kombinasi beban yang ditambahkan seperti contoh pada berikut ini :



Gambar 3.8 Load Combination Data

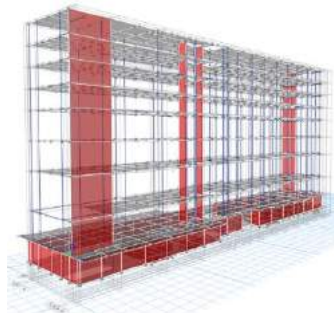
- Untuk mendapatkan output gaya dalam terhadap beban terfaktor maka digunakan **ENVELOPE combination** yaitu dengan cara menambahkan semua kombinasi pada kombinasi yang baru, dan untuk **load combination type** digunakan **Envelope**



Gambar 3.9 Load Combination Data untuk Envelope

### 3.3 Permodelan Struktur Eksisting

Permodelan struktur dalam Evaluasi dan Perkuatan Struktur Gedung Hotel Shafira Surabaya ini menggunakan program bantu analisis struktur ETABS v.18. Struktur gedung Hotel Shafira terdiri dari 10 lantai dengan 9 lantai dan 1 basement. Permodelan pelat menggunakan frame area yang didivide agar penyebaran momen bisa merata ke balok yang ditumpu. Pada bagian atap menggunakan atap pelat beton. Komponen yang dimodelkan hanya komponen struktur utama. Pada bangunan ini terdapat tiga dinding geser yang terletak pada dua lokasi tangga dan satu lokasi loft pada bangunan.



Gambar 3.10 Permodelan Struktur Existing

### 3.3.1 Material Struktur

Material struktur akan digunakan pada semua elemen struktur kolom, balok, pelat dan dinding geser. Material beton bertulang yang digunakan memiliki beberapa ketentuan sebagai berikut :

- Mutu beton = 35 MPa
- Modulus elastisitas beton,  $E_c$  =  $4700\sqrt{f_c}$ '
- Angka poisson = 0,2
- Mutu baja tulangan pokok,  $f_y$  = 400 MPa
- Mutu baja tulangan sengkang,  $f_y$  = 400 MPa

Input data material struktur yaitu pilih **Define > Material Properties**, maka akan muncul **Define Materials** lalu pilih **CONC** dan klik **Add New Material**. Lalu isikan **Material Property Data** sesuai data – data diatas dan terlihat seperti pada gambar berikut ini :



Gambar 3.11 *Material Property Data*

### 3.3.2 Penampang Elemen Struktur

Terdapat asumsi untuk melakukan pemodelan dalam menentukan dimensi elemen struktur seperti berikut ini :

- Balok akan dimodelkan sesuai dengan desain yang ada yaitu balok persegi
- Pelat akan dimodelkan sebagai **“shell”** karena balok persegi, sehingga pelat perlu *dimeshing*

Langkah – langkah pembuatan dimensi struktur dilakukan sebagai berikut :

1. Pembuatan elemen balok

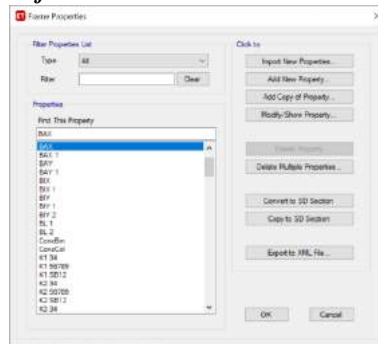
Diambil contoh balok BIX 1 dengan dimensi 35 x 75 cm

Properti Penampang

Penampang elemen struktur didefinisikan sesuai dengan elemen bangunan yang akan dianalisis meliputi dimensi, material serta properti material.

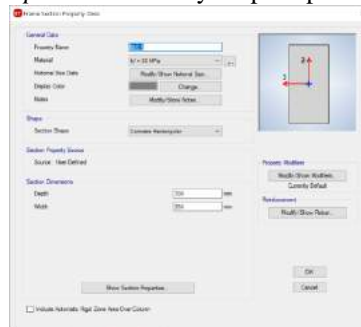
Dimensi material:

- Pilih menu **Define > Frame Section**.



Gambar 3.12 Frame Section untuk Balok

- Pada option **Define Properties Data** pilih **Add Rectangular** maka muncul *edit boxes Rectangular Section*. Pada option **Material** pilih fc' 30 dan isikan **Section Name** dengan BIX 1 lalu isikan **Depth** dan **Width**-nya seperti pada gambar :



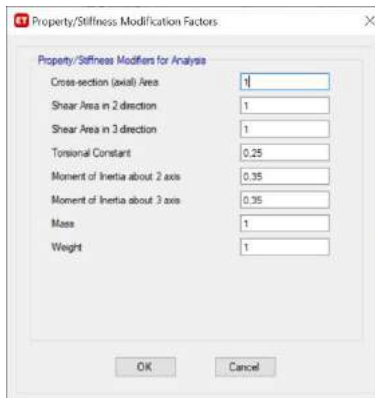
Gambar 3.13 Frame Section Property Data untuk Balok

- Pada *option Concrete* klik **Reinforcement**, maka akan muncul *edit boxes Reinforcement Data*. Pada *option Design Type* pilih **Beam** pada *option Concrete Cover* sebagai selimut.



Gambar 3.14 *Frame Section Property Reinforcement Data* untuk Balok

- Lalu kembali pada **Frame Section**, apabila sudah memasuki running ke dua, pada *option Property Modifiers* klik **Set Modifiers**, maka akan muncul *edit boxes Analysis Property Modification Factors* dan diisi sesuai ketentuan yang ada seperti berikut ini :



Gambar 3.15 *Property Modification Factors* untuk Balok

## 2. Pembuatan elemen kolom

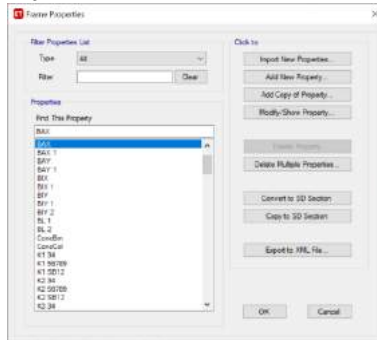
Diambil contoh jenis kolom K1 lantai semibasement hingga lantai 2 dengan dimensi 105 x 60 cm

### Properti Penampang

Penampang elemen struktur didefinisikan sesuai dengan elemen bangunan yang akan dianalisis meliputi dimensi, material serta properti material.

Dimensi material:

- Pilih menu **Define > Frame Section**.



Gambar 3.16 *Frame Section* untuk Kolom

- Pada option **Define Properties Data** pilih **Add Rectangular** maka muncul *edit boxes Rectangular Section*. Pada option **Material** pilih **fc' 35** dan isikan **Section Name** dengan **K1 SB12** lalu isikan **Depth** dan **Width**-nya seperti pada gambar :



Gambar 3.17 *Frame Section Property Data* untuk Kolom

- Pada option **Concrete** klik **Reinforcement**, maka akan muncul *edit boxes Reinforcement Data*. Pada option **Design**

*Type* pilih **Column** pada *option Concrete Cover* sebagai selimut.

Gambar 3.18 *Frame Section Property Reinforcement Data* untuk Kolom  
 - Lalu kembali pada **Frame Section**, apabila sudah memasuki running ke dua, pada *option Property Modifiers* klik **Set Modifiers**, maka akan muncul edit *boxes Analysis Property Modification Factors* dan diisi sesuai ketentuan yang ada seperti berikut ini :

Gambar 3.19 *Property Modification Factors* untuk Kolom

### 3. Pembuatan elemen pelat

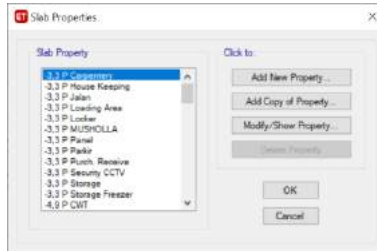
Diambil contoh jenis pelat C dengan fungsi ruang lobby yang memiliki ketebalan  $t = 12$  cm.

#### Properti Penampang

Penampang elemen struktur didefinisikan sesuai dengan elemen bangunan yang akan dianalisis meliputi dimensi, material serta properti material.

Dimensi material:

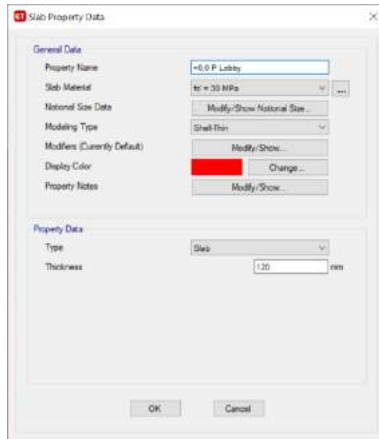
- Pilih menu **Define > Slab**. Lalu pilih **Add New Slab** lalu akan muncul *edit boxes Slab Section*.



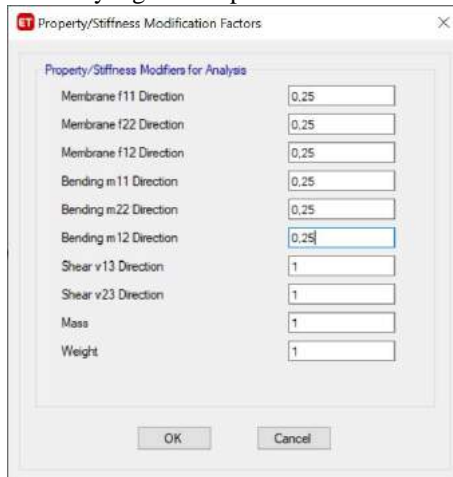
Gambar 3.20 *Frame Section* untuk Pelat

- Pada *option Material* pilih  $f_c' 30$  dan isikan **Section Name** dengan menunjukkan elevasi lantai beserta fungsi ruangnya agar memudahkan saat pembebanan. **Modeling Type** diisi sebagai **Shell-Thin**.
- Pada **Property Data** untuk *option Type* pilih **Slab** dan isi **Thickness** sebesar 120 mm sesuai dengan desain yang ada.



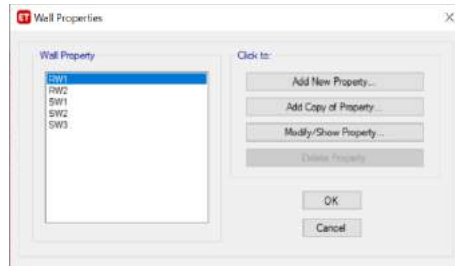


Gambar 3.21 Frame Section Property Data untuk Pelat  
 - Pada *option Modifiers* klik **Modify**, maka akan muncul edit *boxes Analysis Property Modification Factors* dan diisi sesuai ketentuan yang ada seperti berikut ini :



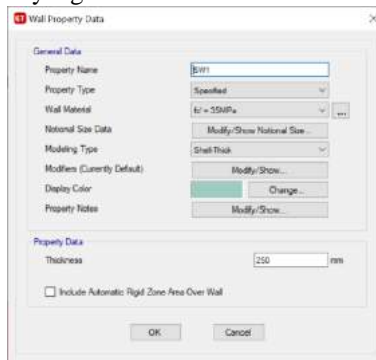
Gambar 3.22 *Property Modification Factors* untuk Pelat

4. Pembuatan elemen dinding geser / *shear wall*
- Pilih menu **Define > Wall**. Lalu pilih **Add New Slab** lalu akan muncul *edit boxes Wall Section*.



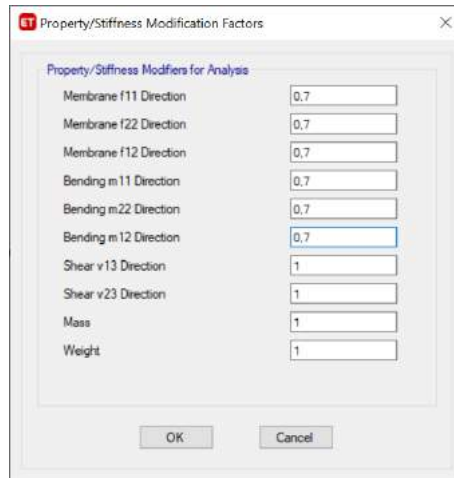
Gambar 3.23 *Frame Section* untuk Dinding Geser

- Pada *option Material* pilih  $f_c' 35$  dan isikan *Section Name* dengan SW1. **Modeling Type** diisi sebagai **Shell-Thick**.
- Pada **Property Data** untuk **Thickness** sebesar 250 mm sesuai dengan desain yang ada.



Gambar 3.24 *Property Data* untuk Dinding Geser

- Pada *option Modifiers* klik **Modify**, maka akan muncul *edit boxes Analysis Property Modification Factors* dan diisi sesuai ketentuan yang ada seperti berikut ini :



Gambar 3.25 Property Modification Factors untuk Dinding Geser

### 3.4 Kontrol Dinamis Kinerja Struktur Gedung

Selain kontrol kapasitas struktur, dilakukan kontrol dinamis kinerja struktur akibat beban gempa sesuai dengan peraturan SNI 1726:2019. Berikut kontrol dinamis kinerja struktur yang ditinjau :

- Kontrol partisipasi massa
- Periode fundamental struktur
- Kontrol skala gaya geser dasar (*base shear*)
- Kontrol simpangan (*displacement*) antar lantai
- Kontrol system ganda (*dual system*)

### 3.5 Perhitungan Kapasitas Elemen Struktur Eksisting

Elemen balok dan kolom merupakan elemen struktur yang memikul beban yang terjadi dengan mengandalkan kapasitas momennya. Pada perhitungan kapasitas elemen struktur ini mengacu pada SNI 2847:2019. Sementara untuk menentukan kapasitas penampang kolom digunakan program bantu SP. Column. Elemen struktur yang dihitung kekuatan penampangnya meliputi :

- Perhitungan kapasitas lentur balok
- Perhitungan kapasitas geser balok
- Perhitungan kapasitas lentur dan aksial kolom
- Perhitungan kapasitas geser kolom
- Perhitungan kapasitas lentur plat

### 3.6 Evaluasi Kekuatan Struktur Eksisting

Evaluasi kekuatan struktur terdiri dari kontrol kapasitas penampang elemen struktur dan kontrol kinerja struktur akibat beban gempa. Kapasitas penampang elemen struktur eksisting yang telah dihitung, kemudian dibandingkan dengan gaya – gaya dalam maksimum hasil analisa struktur. Kontrol kinerja struktur mengacu pada persyaratan SNI 1726:2019 yang mengatur perilaku bangunan dan keandalan struktur yang dikenai beban gempa. Hasil dari evaluasi ini memberikan pertimbangan apakah bangunan atau elemen struktur mengalami kegagalan dan dibutuhkan upaya perkuatan.

### 3.7 Desain Perkuatan Sistem Struktur

Evaluasi kekuatan struktur eksisting pada tahapan kontrol dinamis kinerja struktur dapat menghasilkan kondisi sistem struktur, apabila tidak memenuhi persyaratan kontrol dinamis, maka struktur perlu diperkuat dengan perkuatan sistem struktur. Perkuatan yang dilakukan adalah dengan menggunakan breising baja tipe konsentrik (SRBK).

Breising baja yang akan digunakan, direncanakan terlebih dahulu sesuai dengan pedoman SNI 1729:2019. Dengan perencanaan yang ada, breising dimodelkan di bagian lantai yang mengalami simpangan (*displacement*) antar lantai yang paling besar. Kondisi sistem struktur yang sudah sesuai dengan persyaratan kontrol dinamis selanjutnya melakukan cek kekuatan breising yang telah direncanakan dan dimodelkan. Apabila breising yang direncanakan tidak kuat, maka kembali dilakukan perencanaan breising baja, lalu melakukan kontrol dinamis dan cek kekuatan breising hingga breising sudah kuat dalam menahan beban yang ada.

### 3.8 Desain Perkuatan Elemen Struktur

Setelah melakukan evaluasi kekuatan struktur maka selanjutnya dilakukan evaluasi terhadap kekuatan elemen struktur. Elemen struktur yang memiliki kapasitas atau luas tulangan yang lebih sedikit dari tulangan yang diperlukan, maka disarankan untuk diberikan perkuatan menggunakan perkuatan CFRP. Pada tahap ini dilakukan perhitungan perkuatan struktur sebagai berikut :

- Perhitungan kapasitas lentur balok
- Perhitungan kapasitas geser balok
- Perhitungan kapasitas lentur dan aksial kolom

Hasil gaya dalam berupa beban aksial terfaktor ( $P_u$ ) dan momen lentur terfaktor ( $M_u$ ) dari program ETABS v.18 akan menjadi bahan untuk diinput pada program SP Column untuk dianalisis kapasitas penampang kolomnya dengan cara melihat diagram interaksi dari kolom yang ditinjau.

- Perhitungan kapasitas geser kolom  
Perhitungan kapasitas geser kolom didasarkan pada standar SNI 2847:2019 dimana luas tulangan confinement kolom yang ada harus memenuhi dengan luas tulangan confinement kolom yang diperlukan.

### 3.9 Kontrol Pondasi

Dari data tanah yang ada maka selanjutnya dihitung  $Q_{allow}$  pada satu tiang dengan menggunakan cara Meyerhorf. Lalu mencari nilai efisiensinya ( $Eff$ ). Selanjutnya menghitung kapasitas dari grub tiang. Kapasitas grub tiang dibandingkan dengan nilai  $P$  yang didapat dari hasil ETABS.

### 3.10 Gambar Rencana Perkuatan

Setelah melakukan evaluasi dan perbaikan perkuatan struktur dan elemennya, maka dilakukan penggambaran Teknik desain perkuatan rencana menggunakan program bantu AutoCAD® dan akan disajikan dalam bab lampora tugas akhir ini. Penggambaran Teknik meliputi :

5. Gambar eksisting struktural / Arsitektural gedung
6. Gambar perkuatan struktural dengan kapital kolom
7. Gambar perkuatan struktural dengan CFRP Wrap
8. Gambar perkuatan struktural dengan breising baja
9. Gambar detail kapital kolom
10. Gambar detail CFRP Wrap
11. Gambar detail breising baja beserta sambungannya

### 3.11 Metode Pelaksanaan Perkuatan

Penentuan metode pelaksanaan dilakukan berdasarkan gambar rencana perkuatan yang telah dibuat, sehingga didapatkan metode – metode pelaksanaan perkuatan yang paling efektif dengan peraturan standar yang berlaku. Metode pelaksanaan yang akan dibahas pada proyek akhir ini adalah sebagai berikut :

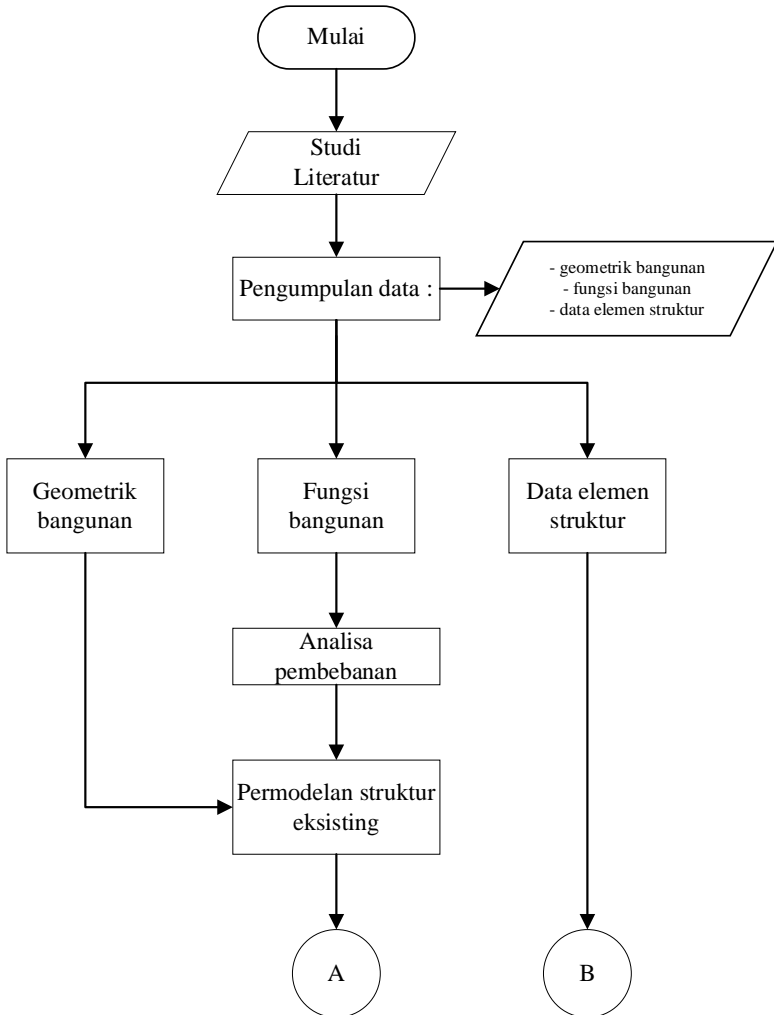
1. Metode pelaksanaan perkuatan dengan kapital kolom
2. Metode pelaksanaan perkuatan dengan CFRP
3. Metode pelaksanaan perkuatan dengan breising baja

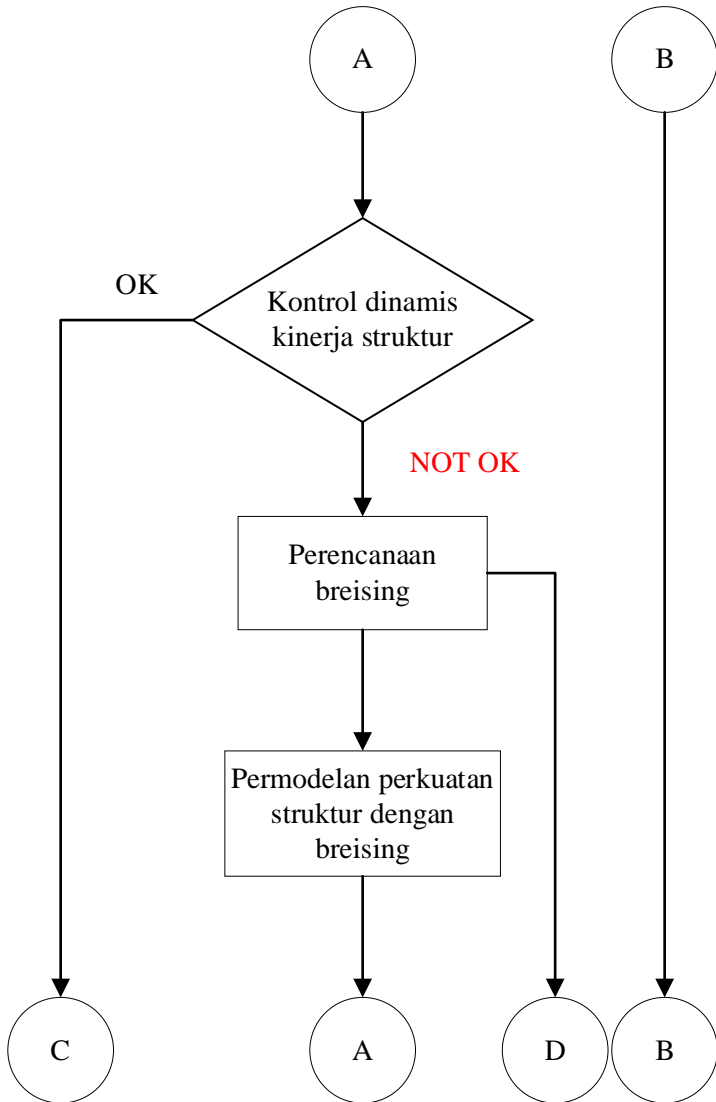
### **3.12 Perencanaan Anggaran Biaya Perkuatan**

Hasil dari penggambaran perencanaan perkuatan yang ada maka selanjutnya dapat dianalisis untuk anggaran biaya perkuatannya yang mengacu pada HSPK di Kota Surabaya. Volume dihitung dan dicari nilai koefisien pada HSPK untuk menentukan produktivitas pekerjaannya sehingga akan didapatkan durasinya. .

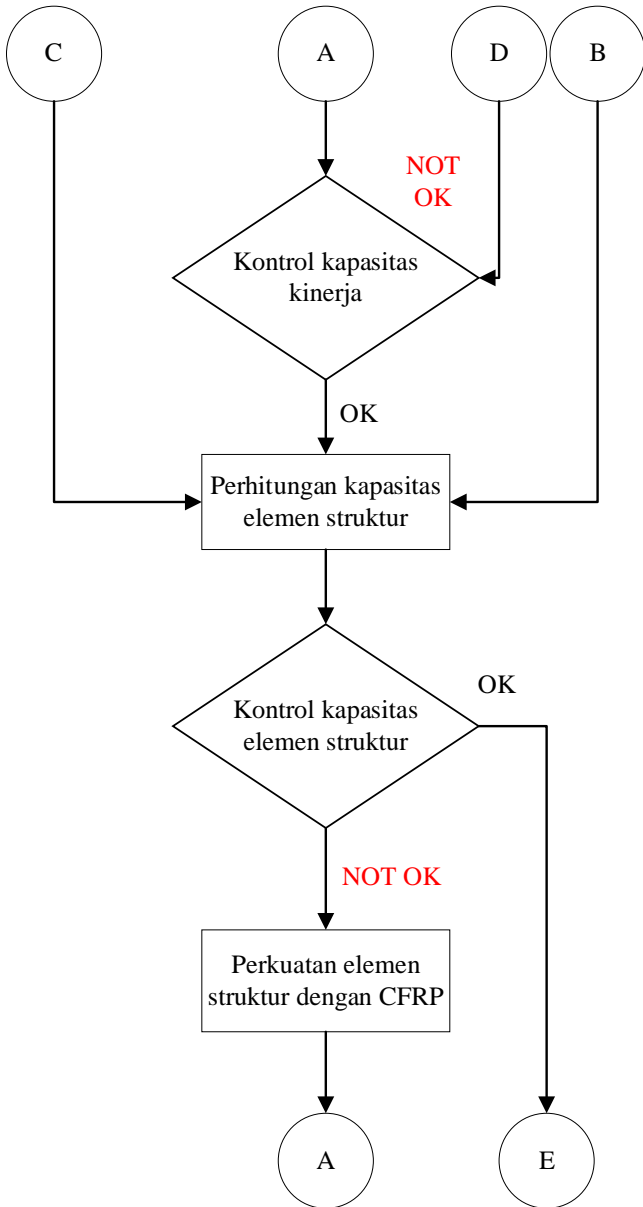
### 3.13 Diagram Alir

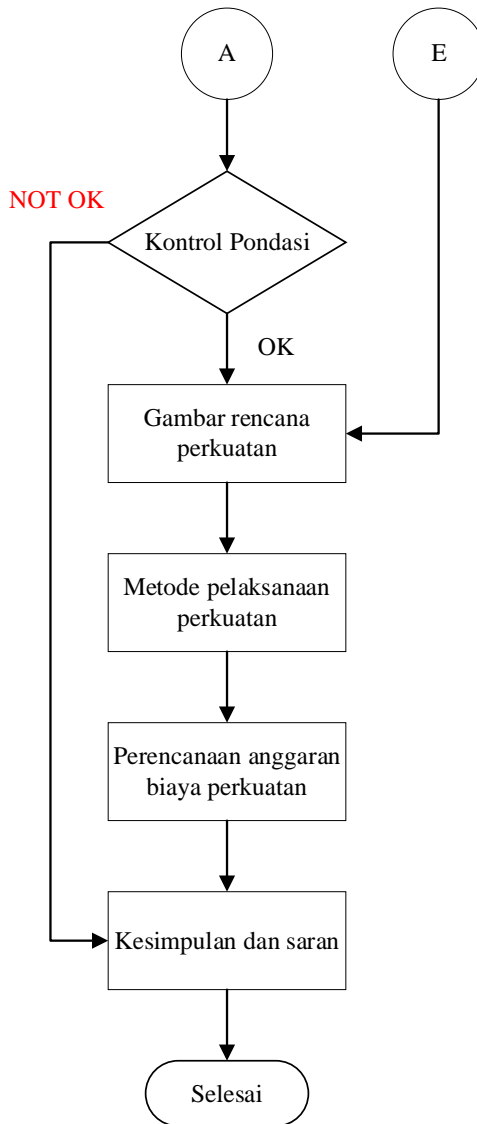
Skema penyusunan Tugas Akhir Terapan secara global dijabarkan dalam diagram alir berikut :











**Diagram 3.2** Metodologi Pengerjaan Tugas Akhir (Lanjutan)

## BAB IV

### EVALUASI STRUKTUR BANGUNAN

#### 4.1 Umum

Permodelan struktur pada bangunan gedung Hotel Shafira Surabaya ini menggunakan program bantu ETABS v.18. Tujuannya agar dapat menganalisa gaya dalam yang bekerja serta dapat mengontrol dinamis sistem struktur yang ada.

#### 4.2 Penentuan Beban – Beban

##### 4.2.1 Beban Mati

Beban mati merupakan beban dari elemen struktur maupun nonstruktural itu sendiri. Dalam menganalisa perhitungan struktur, beban bangunan didapatkan dari aplikasi bantuan ETABS v. 18. Sedangkan untuk detail rincian beban mati tambahan adalah sebagai berikut :

1. Beban mati tambahan pada setiap lantai	
Berat keramik dan spesi	= 110 kg/m <sup>2</sup>
Berat ducting mechanical	= 19 kg/m <sup>2</sup>
Berat plafon	= 5 kg/m <sup>2</sup>
Berat penggantung langit – langit	= 10 kg/m <sup>2</sup>
	144 kg/m <sup>2</sup>
2. Beban mati tambahan pada lantai atap (rooftop)	
Berat ducting mechanical	= 19 kg/m <sup>2</sup>
Berat plafon	= 5 kg/m <sup>2</sup>
Berat penggantung langit – langit	= 10 kg/m <sup>2</sup>
	34 kg/m <sup>2</sup>
3. Beban dinding	
Bata ringan citicon	= 780 kg/m <sup>2</sup>
	= 780 kg/m <sup>2</sup>
Tinggi dinding lantai semibasement	= 1.5 m
	= 175.5 kg/m
Tinggi dinding lantai basement	= 3.3 m
	= 386.1 kg/m
Tinggi dinding lantai 1	= 4.5 m
	= 526.5 kg/m

Tinggi dinding lantai 2	=	$\frac{6.0}{702.0}$ m
	=	702.0 kg/m
Tinggi dinding lantai 3-4	=	$\frac{4.5}{526.5}$ m
	=	526.5 kg/m
Tinggi dinding lantai 5-9	=	$\frac{3.2}{374.4}$ m
	=	374.4 kg/m

#### 4.2.2 Beban Hidup

1. Beban hidup lantai underground
 

Beban hidup UDG	=	20 kg/m <sup>2</sup>
-----------------	---	----------------------
2. Beban hidup lantai semibasement
 

Beban hidup pump room	=	20 kg/m <sup>2</sup>
Beban hidup <i>ground water tank</i> (GWT)	=	20 kg/m <sup>2</sup>
Beban hidup <i>raw water tank</i> (RWT)	=	20 kg/m <sup>2</sup>
Beban hidup <i>clean water tank</i> (CWT)	=	20 kg/m <sup>2</sup>
3. Beban hidup lantai basement
 

Beban hidup parker	=	1.92 kg/m <sup>2</sup>
Beban hidup musholla	=	3.82 kg/m <sup>2</sup>
Beban hidup panel	=	1.92 kg/m <sup>2</sup>
Beban hidup <i>storage</i> umum	=	7.18 kg/m <sup>2</sup>
Beban hidup <i>security CCTV</i>	=	1.92 kg/m <sup>2</sup>
Beban hidup <i>storage freezer</i>	=	7.18 kg/m <sup>2</sup>
Beban hidup <i>loading area</i>	=	1.92 kg/m <sup>2</sup>
Beban hidup loker	=	1.92 kg/m <sup>2</sup>
Beban hidup <i>house keeping</i>	=	1.92 kg/m <sup>2</sup>
Beban hidup <i>carpentry workshop</i>	=	1.92 kg/m <sup>2</sup>
Beban hidup <i>purchase receive</i>	=	1.92 kg/m <sup>2</sup>
Beban hidup jalan	=	1.92 kg/m <sup>2</sup>
4. Beban hidup lantai 1
 

Beban hidup dapur	=	1.92 kg/m <sup>2</sup>
Beban hidup kantin	=	4.79 kg/m <sup>2</sup>
Beban hidup restoran	=	4.79 kg/m <sup>2</sup>
Beban hidup <i>costumer service</i> (CS)	=	3.83 kg/m <sup>2</sup>

	Beban hidup toilet	=	1.92	kg/m <sup>2</sup>
	Beban hidup panel	=	1.92	kg/m <sup>2</sup>
	Beban hidup lobby	=	4.79	kg/m <sup>2</sup>
	Beban hidup <i>luggage</i>	=	1.92	kg/m <sup>2</sup>
	Beban hidup <i>waiting room</i>	=	1.92	kg/m <sup>2</sup>
	Beban hidup kantor	=	2.40	kg/m <sup>2</sup>
	Beban hidup bisnis center	=	1.92	kg/m <sup>2</sup>
	Beban hidup jalan	=	1.92	kg/m <sup>2</sup>
	Beban hidup kantilever	=	1.92	kg/m <sup>2</sup>
5.	Beban hidup lantai 2			
	Beban hidup <i>preparation storage</i>	=	4.79	kg/m <sup>2</sup>
	Beban hidup <i>ball room</i>	=	4.79	kg/m <sup>2</sup>
	Beban hidup toilet	=	4.79	kg/m <sup>2</sup>
	Beban hidup panel	=	1.92	kg/m <sup>2</sup>
	Beban hidup <i>bar lounge</i>	=	3.83	kg/m <sup>2</sup>
	Beban hidup <i>pre function</i>	=	3.83	kg/m <sup>2</sup>
	Beban hidup kantilever	=	1.92	kg/m <sup>2</sup>
6.	Beban hidup lantai 3			
	Beban hidup <i>preparation storage</i>	=	4.79	kg/m <sup>2</sup>
	Beban hidup <i>meeting room</i>	=	4.79	kg/m <sup>2</sup>
	Beban hidup <i>pre function</i>	=	3.83	kg/m <sup>2</sup>
	Beban hidup toilet	=	1.92	kg/m <sup>2</sup>
	Beban hidup musholla	=	3.83	kg/m <sup>2</sup>
	Beban hidup panel	=	1.92	kg/m <sup>2</sup>
	Beban hidup kantilever	=	1.92	kg/m <sup>2</sup>
7.	Beban hidup lantai 4			
	Beban hidup <i>preparation storage</i>	=	4.79	kg/m <sup>2</sup>
	Beban hidup <i>meeting room</i>	=	4.79	kg/m <sup>2</sup>
	Beban hidup <i>pre function</i>	=	3.83	kg/m <sup>2</sup>
	Beban hidup toilet	=	1.92	kg/m <sup>2</sup>
	Beban hidup <i>waiting room</i>	=	3.83	kg/m <sup>2</sup>
	Beban hidup panel	=	1.92	kg/m <sup>2</sup>
	Beban hidup kantilever	=	1.92	kg/m <sup>2</sup>
	Beban hidup ruang operasional	=	4.79	kg/m <sup>2</sup>
	Beban hidup ruang makan	=	4.79	kg/m <sup>2</sup>
	Beban hidup kamar	=	1.92	kg/m <sup>2</sup>

8.	Beban hidup lantai 5-8	=	
	Beban hidup kamar	=	1.92 kg/m <sup>2</sup>
	Beban hidup toilet	=	1.92 kg/m <sup>2</sup>
	Beban hidup koridor	=	3.83 kg/m <sup>2</sup>
	Beban hidup panel	=	1.92 kg/m <sup>2</sup>
	Beban hidup <i>storage</i>	=	4.79 kg/m <sup>2</sup>
	Beban hidup kantilever	=	1.92 kg/m <sup>2</sup>
9.	Beban hidup lantai 9	=	
	Beban hidup dapur	=	1.92 kg/m <sup>2</sup>
	Beban hidup <i>outdoor AC</i>	=	3.83 kg/m <sup>2</sup>
	Beban hidup <i>roof tank</i>	=	10 kg/m <sup>2</sup>
	Beban hidup <i>health water processor (HWP)</i>	=	10 kg/m <sup>2</sup>
	Beban hidup restoran	=	4.79 kg/m <sup>2</sup>
	Beban hidup <i>lobby lounge</i>	=	4.79 kg/m <sup>2</sup>
	Beban hidup toilet	=	1.92 kg/m <sup>2</sup>
	Beban hidup kolam renang	=	10 kg/m <sup>2</sup>
	Beban hidup <i>pree fuction</i>	=	3.83 kg/m <sup>2</sup>
	Beban hidup panel	=	1.92 kg/m <sup>2</sup>

#### 4.2.3 Beban Gempa

Beban gempa pada permodelan struktur gedung dilakukan secara analisis dinamis 3 dimensi. Respons spektrum ditetapkan sesuai gempa kota Surabaya. Perhitungan beban gempa dihitung sesuai SNI 1726:2019.

##### a. Kategori Risiko Bangunan Gedung

Berdasarkan SNI 1726:2019 Tabel 3, bangunan yang didesain untuk hotel masuk ke dalam kategori **risiko II**.

##### b. Faktor Keutamaan Gempa

Berdasarkan SNI 1726:2019 Tabel 4, dari kategori risiko yang didapat maka menentukan faktor keutamaan gempa yakni sebesar **Ie = 1**

### c. Kelas Situs

Hasil tes tanah dengan kedalaman 45m pada tanah setempat

Tabel 4.1 Perhitungan SPT Rata - Rata

Lapisan no	Klasifikasi USCS	Ni	di	di/Ni
1	Urugan sirtu	1	1	1.000
2	Lempung lunak, abu-abu	2	1	0.500
3		2	1	0.500
4		1	1	1.000
5		1	1	1.000
6		2	1	0.500
7	Lempung berpasir, abu-abu	3	1	0.333
8		4	1	0.250
9		3	1	0.333
10	Lempung lunak, abu-abu	2	1	0.500
11		2	1	0.500
12		2	1	0.500
13		2	1	0.500
14		2	1	0.500
15		2	1	0.500
16		2	1	0.500
17		3	1	0.333
18		5	1	0.200
19		6	1	0.167
20	7	1	0.143	
21	Lempung kaku, coklat	9	1	0.111
22		11	1	0.091
23	Pasir halus, coklat	20	1	0.050
24		33	1	0.030
25		33	1	0.030
26		32	1	0.031
27	Lanau berpasir, coklat	27	1	0.037
28		21	1	0.048
29	Lempung berlanau, coklat	20	1	0.050
30		18	1	0.056
31		12	1	0.083
32	Pasir halus, abu-abu, kulit berang	20	1	0.050
33		73	1	0.014
34	Lempung kaku, coklat	21	1	0.048
35		22	1	0.045
36		26	1	0.038
37		27	1	0.037
38	Lempung kaku, abu-abu	27	1	0.037
39		26	1	0.038
40		26	1	0.038
41		26	1	0.038
42		28	1	0.036
43		19	1	0.053
44		20	1	0.050
45		23	1	0.043

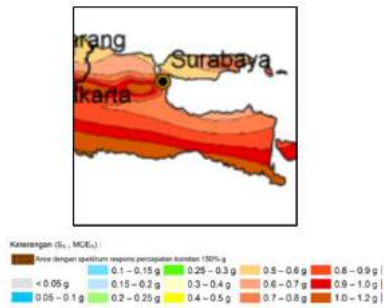
Sehingga didapatkan nilai  $\bar{N}$  sebagai berikut :

$$\bar{N} = \frac{\sum di}{\sum di/N_i} = \frac{45}{10.94} = 4.11$$

Sesuai SNI 1726:2019 Tabel 5, untuk  $N < 15$  masuk ke dalam kategori situ SE (tanah lunak)

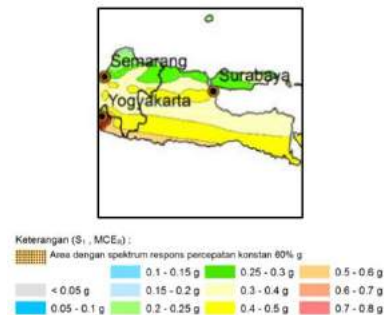
#### d. Parameter Percepatan Gempa

Nilai parameter percepatan periode pendek,  $S_s$  yang diperoleh yaitu 0.7



Gambar 4.1 Peta respon spektra percepatan 0,2 detik ( $S_s$ ) terlampaui 2% dalam 50 tahun wilayah Surabaya  
(Sumber : SNI 1726:2019)

Sedangkan nilai parameter percepatan periode 1 detik,  $S_1$  yang diperoleh yaitu 0.305



Gambar 4.2 Peta respon spektra percepatan 1 detik ( $S_1$ ) terlampaui 2% dalam 50 tahun wilayah Surabaya  
(Sumber : SNI 1726:2019)



### e. Koefisien Situs

Untuk menentukan koefisien situs dapat dilihat pada SNI 1726:2019 Tabel 6 dan 7

Tabel 4.2 Koefisien Fa

Kelas situs	Parameter respons spektral percepatan gempa maksimum yang dipertimbangkan risiko-tertarget (MCER) terpetakan pada periode pendek, T = 0,2 detik, S <sub>s</sub>					
	S <sub>s</sub> ≤ 0,25	S <sub>s</sub> = 0,5	S <sub>s</sub> = 0,75	S <sub>s</sub> = 1,0	S <sub>s</sub> = 1,25	S <sub>s</sub> ≥ 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	1
SE	2,4	1,7	1,3	1,1	0,9	0,8
SF	S <sub>s</sub>					

Tabel 4.3 Koefisien Fv

Kelas situs	Parameter respons spektral percepatan gempa maksimum yang dipertimbangkan risiko-tertarget (MCER) terpetakan pada periode pendek, T = 1 detik, S <sub>1</sub>					
	S <sub>1</sub> ≤ 0,1	S <sub>1</sub> = 0,2	S <sub>1</sub> = 0,3	S <sub>1</sub> = 0,4	S <sub>1</sub> = 0,5	S <sub>1</sub> ≥ 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	1,9	1,8	1,7
SE	4,2	3,3	2,8	2,4	2,2	2
SF	S <sub>s</sub>					

Maka dengan melihat tabel tersebut pada kelas situs SE didapatkan Fa = 1.37 untuk S<sub>s</sub> = 0.7 dan Fv = 2.7 untuk S<sub>1</sub> = 0.305

### f. Parameter Percepatan Desain Spektral

Berdasarkan SNI 1726:2019 Persamaan 5 dan 6, didapatkan nilai sebagai berikut :

$$S_{MS} = Fa \cdot S_s = 1.37 \cdot 0.705 = 0.965 \text{ g}$$

$$S_{M1} = Fv \cdot S_1 = 2.7 \cdot 0.305 = 0.822 \text{ g}$$

Berdasarkan SNI 1726:2019 Persamaan 7 dan 8, didapatkan nilai sebagai berikut :

$$S_{DS} = 2/3 \cdot S_{MS} = 0.644 \text{ g}$$

$$S_{D1} = 2/3 \cdot S_{M1} = 0.548 \text{ g}$$

### g. Kategori Desain Seismik

Berdasarkan SNI 1726:2019 Tabel 8 dan 9 dari nilai S<sub>DS</sub> dan S<sub>D1</sub> yang ada, didapatkan kategori desain seismik D untuk kategori risiko IV.

### h. Parameter Struktur

Berdasarkan SNI 1726:2019 Tabel 10, untuk menentukan parameter gempa sistem struktur ganda dan dengan rangka pemikul momen khusus sebagai berikut :

- Koefisien modifikasi respons,  $R = 7$
- Faktor kuat lebih sistem,  $\Omega = 2.5$
- Faktor pembesaran defleksi,  $C_d = 5.5$

#### i. Analisa Respon Spektrum

Berdasarkan SNI 1726:2019 Pasal 6.4, Persamaan 9 dan 10, didapatkan bahwa :

$$T_0 = 0.2 \frac{S_{D1}}{S_{DS}} = 0.1703 \text{ detik}$$

$$T_s = \frac{S_{D1}}{S_{DS}} = 0.8517 \text{ detik}$$

Ketentuan untuk perhitungan respon spektrum :

- Untuk  $T \leq T_0$ , nilai  $S_a = S_{DS} \cdot (0.4 + 0.6 \frac{T}{T_0})$

Maka, untuk  $T = 0$

$$S_a = 0.644 \cdot (0.4 + 0.6 \frac{0}{0.1703}) = 0.257$$

- Untuk  $T \geq T_0$  dan  $T \leq T_s$ , nilai  $S_a = S_{DS}$

Maka :

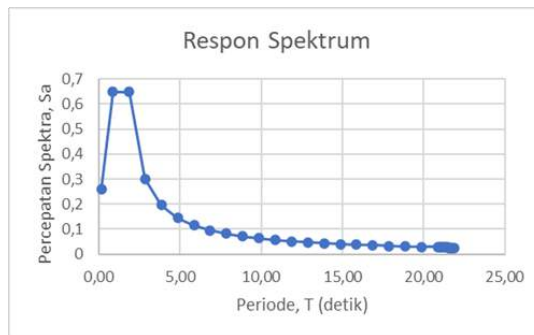
$$\text{untuk } T = T_0 = 0.170, S_a = S_{DS} = 0.644$$

$$\text{untuk } T = T_s = 0.852, S_a = S_{DS} = 0.644$$

- Untuk  $T > T_s$ , nilai  $S_a = \frac{S_{D1}}{T}$

$$\text{Maka untuk } T = T_s + 0.1 = 0.852 + 0.1 = 0.956$$

$$S_a = \frac{S_{D1}}{T} = 0.296$$



Gambar 4.3 Gambar grafik respon spektrum

## j. Perbedaan Respon Spektrum Menggunakan SNI 1726:2012 dan SNI 1726 :2019

Tabel 4.4 Perbedaan SNI 1726:2012 dan SNI 1726:2019

Perbedaan SNI 2012 dan 2019		
	2012	2019
Peta gempa yang digunakan	Peta Gempa 2010	Peta Gempa 2017
Peraturan yang digunakan	ASCE 7-10	ASCE 7-16
Parameter percepatan gempa,		
Ss	0.65	0.70
S1	0.275	0.30451
Koefisien Situs		
Fa	1.39	1.37
Fv	2.8	2.7
Parameter Percepatan Desain Spektral		
SDS	0.602	0.644
SD1	0.513	0.548
Grafik Respon Spektrum		
<p>The graph, titled 'Perbandingan Respon Spektrum 2012 dan 2019', plots Spectral Acceleration (Sa) on the y-axis (ranging from 0 to 0.8) against Period (T) on the x-axis (ranging from 0 to 25). Two curves are shown: 'Respon Spektrum 2019' (blue line with diamond markers) and 'Respon Spektrum 2012' (orange line with square markers). Both curves start at a peak acceleration of approximately 0.65 at T=0 and decrease as the period increases. The 2019 curve is consistently higher than the 2012 curve, with a peak difference of about 0.05 at T=0. The curves converge as the period increases, reaching a value of approximately 0.05 at T=25.</p>		

### 4.3 Kombinasi Pembebanan

Kombinasi beban Pembebanan yang digunakan sebagai kombinasi pada program ETABS v.18 berdasarkan SNI 1726:2019 pasal 4.2.2 sebagai berikut :

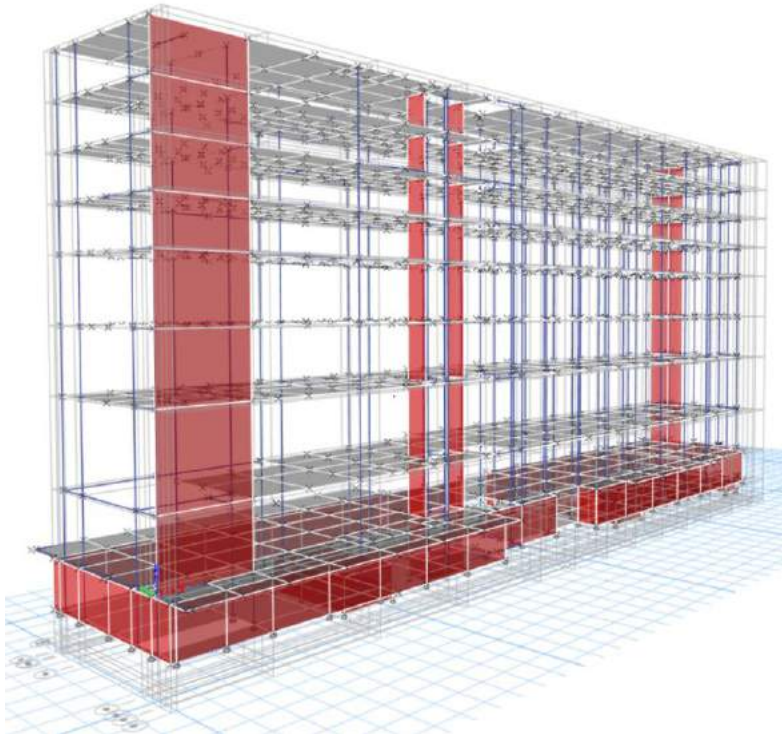
- 1,4D
- 1,2D + 1,6L + 0,5(Lr atau R)
- 1,2D + 1,6(Lr atau R) + (L atau 0,5W)
- 1,2D + 1,0W + L + 0,5 (Lr atau R)
- 0,9D + 1,0

Keterangan :

- D : Beban mati
- L : Beban hidup
- Lr : Beban hidup atap
- R : Beban hujan
- W : Beban angin

#### 4.4 Permodelan Struktur Eksisting

Model 3 dimensi struktur bangunan eksisting dengan dual system ini dapat dilihat pada gambar di bawah ini yang merupakan permodelan menggunakan program bantu ETABS v.18.



Gambar 4.4 Permodelan struktur eksisting dual system

## 4.5 Kontrol Dinamis

### 4.5.1 Kontrol Partisipasi Massa

Menurut SNI 1726:2019 Pasal 7.9.1, dijelaskan bahwa perhitungan respons dinamik struktur harus sedemikian rupa sehingga partisipasi massa ragam terkombinasi mendapat paling sedikit 90% dari massa aktual masing – masing arah. Perhitungan analisis partisipasi massa dilakukan dengan program bantu ETABS v.19 seperti pada tabel berikut:

Tabel 4.5 Tabel Rasio Partisipasi Massa dari ETABS

TABLE: Modal Participating Mass Ratios				
Case	Mode	Period	SumUX	SumUY
		sec		
Modal	1	1.307	0.001	0.683
Modal	2	1.181	0.260	0.687
Modal	3	1.026	0.665	0.687
Modal	4	0.339	0.667	0.756
Modal	5	0.288	0.706	0.773
Modal	6	0.246	0.766	0.776
Modal	7	0.171	0.767	0.798
Modal	8	0.141	0.790	0.805
Modal	9	0.118	0.798	0.816
Modal	10	0.105	0.800	0.832
Modal	11	0.094	0.818	0.838
Modal	12	0.083	0.827	0.846
Modal	13	0.077	0.831	0.864
Modal	14	0.076	0.831	0.864
Modal	15	0.072	0.834	0.864
Modal	16	0.071	0.835	0.866
Modal	17	0.064	0.835	0.866
Modal	18	0.063	0.835	0.866
Modal	19	0.061	0.836	0.867
Modal	20	0.06	0.836	0.876
Modal	21	0.056	0.836	0.876
Modal	22	0.053	0.836	0.879
Modal	23	0.052	0.836	0.879
Modal	24	0.052	0.836	0.880
Modal	25	0.05	0.836	0.880
Modal	26	0.048	0.836	0.881
Modal	27	0.047	0.836	0.881
Modal	28	0.046	0.836	0.881
Modal	29	0.022	0.966	0.881
Modal	30	0.036	0.966	0.967

Pada Mode ke 30 (tabel partisipasi massa terlampir)

- a. Partisipasi massa arah X = 0,966
- b. Partisipasi massa arah Y = 0,967

#### 4.5.2 Kontrol Periode Fundamental

Kontrol waktu getar alami atau periode fundamental struktur,  $T$ , diatur dalam pasal 7.8.2 SNI 1726:2019 dimana dalam arah yang ditinjau tidak boleh melebihi hasil koefisien untuk batasan periode yang dihitung  $C_u$  dari tabel 2.9 dan periode alami pendekatan,  $T_a$  yang dihitung dengan persamaan berikut :

$$T_a = C_t \cdot h_n^x$$

Dimana  $h_n$  adalah ketinggian struktur,  $C_t$  dan  $x$  adalah koefisien yang didapat dari SNI 1726:2019 Tabel 18,

Tabel 4.6 Nilai Parameter Periode Pendekatan

Tipe struktur	$C_t$	$x$
Sistem rangka pemikul momen di mana rangka pemikul 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

Untuk nilai struktur didapatkan nilai  $C_t = 0.0488$  dan  $x = 0.9$  sehingga

$$T_a = 0.0488 \cdot 32.3^{0.75} = 0.6596 \text{ detik}$$

Dengan batas atas periode fundamental struktur Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus dengan shearwall berdasarkan SNI 1726:2019 Tabel 17 :

Tabel 4.7 Koefisien untuk Batas Atas pada Periode yang Dihitung

Parameter percepatan respons spektral desain pada 1 detik, $S_{D1}$	Koefisien $C_u$
$\geq 0,4$	1.4
0.3	1.4
0.2	1.5
0.15	1.6
$\leq 0,1$	1.7

Dari hasil respon spektrum yang ada, didapatkan nilai  $SD1 = 0.5676 > 0.4$ , maka koefisien nilai  $Cu = 1.4$ . Sehingga, didapatkan nilai batas atas periode fundamental struktur

$$T_{max} = Cu \cdot Ta = 1.4 \cdot 0.6596 = 0.9235 \text{ detik}$$

Hasil periode yang dihasilkan oleh program ETABS v.18 :

Tabel 4.8 Periode Struktur pada Modal ETABS v.18

TABLE: Modal Periods And Frequencies					
Case	Mode	Period	Frequency	CircFreq	Eigenvalue
		sec	cyc/sec	rad/sec	rad <sup>2</sup> /sec <sup>2</sup>
Modal	1	1.307	0.765	4.8066	23.1039
Modal	2	1.181	0.847	5.3215	28.3183
Modal	3	1.026	0.975	6.1235	37.4974

Hasil perioda struktur yang didapat dari ETABS v.18 melebihi perioda batas atas. Sehingga dapat disimpulkan bahwa bangunan tidak kaku.

#### 4.5.3 Kontrol Simpangan Antar Lantai

Berdasarkan SNI 1726:2019 Pasl 7.8.6, kontrol simpangan antar lantai ( $\Delta$ ) harus dihitung sebagai perbedaan simpangan pada pusat massa di atas dan di bawah tingkat yang ditinjau dengan persyaratan sebagai berikut :

$$\delta x \leq \delta a$$

Dimana :

$\Delta x$  merupakan defleksi pusat massa tiap lantai

$\Delta a$  merupakan batas simpangan

Perhitungan simpangan antar lantai sebagai berikut :

1. Mendapatkan story response dari program bantu ETABS v. 18

Tabel 4.9 Hasil Story Response pads Sumbu X

TABLE: Story Response				
Story	Elevation	Location	X-Dir	Y-Dir
	m		mm	mm
LT. 9	32,3	Top	64.748	85.136
LT. 8	29,1	Top	58.707	77.007
LT. 7	25,9	Top	51.942	68.489
LT. 6	22,7	Top	44.966	59.663
LT.5	19,5	Top	37.866	50.513
LT. 4	15	Top	27.563	37.101
LT. 3	10,5	Top	17.769	23.776
LT. 2	4,5	Top	6.008	7.948
LT. 1	0	Top	0.331	0.58
SB -3,3	-3,3	Top	0.11	0.051
SB -4,9	-4,9	Top	0.012	0.005
SB -5,5	-5,55	Top	0	0
SB -6	-6	Top	0.006	1.945E-08

2. Defleksi analisis elastis

$$\delta_{xe} = \delta_{e2} - \delta_{e1} = 6.008 - 0.331 = 5.677 \text{ mm}$$

3. Defleksi pusat massa tiap tingkat

Bangunan gedung dengan sistem struktur rangka pemikul momen khusus dan dual sistem, memiliki parameter gempa seperti berikut :

$$C_d = 5.5$$

$$R = 7$$

$$\Omega_0 = 2.5$$

Sedangkan untuk bangunan gedung hotel faktor ketamaan gempa ( $I_e$ ) = 1.0. Sehingga simpangan yang terjadi :

$$\delta_x = \frac{C_d \cdot \delta_{xe}}{I_e} = \frac{5.5 \cdot 5.677}{1} = 31.224 \text{ mm}$$

4. Batasan simpangan antar lantai

Berdasarkan SNI 1726:2019 Tabel 3, bangunan yang didesain untuk hotel masuk ke dalam kategori risiko II, maka:



Tabel 4.10 Simpangan Antar Tingkat Izin,  $\delta a$ 

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.	$0,025h_{sx}$	$0,020h_{sx}$	$0,015h_{sx}$
Struktur dinding geser kantilever batu bata	$0,010h_{sx}$	$0,010h_{sx}$	$0,010h_{sx}$
Struktur dinding geser batu bata lainnya	$0,007h_{sx}$	$0,007h_{sx}$	$0,007h_{sx}$
Semua struktur lainnya	$0,020h_{sx}$	$0,015h_{sx}$	$0,010h_{sx}$

Berdasarkan SNI 1726:2019 Tabel 20, untuk kategori risiko II sistem struktur lainnya, simpangan antar lantai tidak boleh melebihi  $0.02h_{sx}$ .  $h_{sx}$  merupakan ketinggian yang ditinjau.

$$\delta a = 0.02h_{sx} = 0.02(4500) = 90 \text{ mm}$$

5. Syarat simpangan antar lantai

$$\delta x \leq \delta a$$

$$31.224 \leq 90$$

Maka, simpangan pada ketinggian yang ditinjau memenuhi.  
Output kontrol simpangan antar lantai :

1. Arah X

Tabel 4.11 Simpangan Antar Lantai Arah X

Story	Elevation	Story		de	dxe	dx	da	KET
		Height						
	(m)	(m)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)		
9	9	32.3	3.2	64.748	6.041	33.226	64	OK
8	8	29.1	3.2	58.707	6.765	37.208	64	OK
7	7	25.9	3.2	51.942	6.976	38.368	64	OK
6	6	22.7	3.2	44.966	7.1	39.05	64	OK
5	5	19.5	4.5	37.866	10.303	56.667	90	OK
4	4	15	4.5	27.563	9.794	53.867	90	OK
3	3	10.5	6	17.769	11.761	64.686	120	OK
2	2	4.5	4.5	6.008	5.677	31.224	90	OK
Base	1	0	0	0.331	0	0	0	

## 2. Arah Y

Tabel 4.12 Simpangan Antar Lantai Arah Y

Story		Elevation (m)	Story Height	de (mm)	dxe (mm)	dx (mm)	da (mm)	KET
			(m)					
9	9	32.3	3.2	148.07	7.886	43.373	64	OK
8	8	29.1	3.2	140.18	9.44	51.92	64	OK
7	7	25.9	3.2	130.74	11.189	61.54	64	OK
6	6	22.7	3.2	119.55	13.349	73.42	64	NOT OK
5	5	19.5	4.5	106.21	23.158	127.37	90	NOT OK
4	4	15	4.5	83.047	27.339	150.36	90	NOT OK
3	3	10.5	6	55.708	38.077	209.42	120	NOT OK
2	2	4.5	4.5	17.631	16.431	90.371	90	NOT OK
Base	1	0	0	1.200	0	0	0	

Tinjauan perioda struktur dan simpangan antar lantai yang dimodelkan **tidak memenuhi** persyaratan yang diizinkan. Sehingga sesuai metodologi, maka dilakukan perkuatan dengan menggunakan breising baja.

#### 4.5.4 Kontrol Skala Gaya Geser Dasar

Berdasarkan SNI 1726:2019 Pasal 7.9.1.4.1, nilai akhir respon dinamik struktur gedung dalam arah yang ditetapkan tidak boleh kurang dari 100% nilai respons statik.

Perhitungan gaya geser static dapat ditentukan sebagai berikut sesuai SNI 1726:2019 Pasal 7.9.1.4.1 :

$$V = C_s \cdot W_t$$

Dimana :

$C_s$  = koefisien respon seismik

$W_t$  = berat struktur

Perhitungan nilai  $C_s$  sesuai dengan SNI 126:2019 Pasal 7.8.1.1 :

$$C_s = \frac{S_{DS}}{R/I_e} = \frac{0.6448}{7/1} = 0.092$$

Nilai  $C_s$  diatas nilainya tidak perlu diambil lebih kecil dari :

$$C_{s_{min}} = 0.044 \cdot S_{DS} \cdot I_e = 0.02837$$

Nilai  $C_s$  diatas nilainya tidak perlu diambil lebih besar dari :

$$C_{s_{max}} = \frac{S_{D1}}{T \cdot \left(\frac{R}{I_e}\right)} = \frac{0.5648}{0.924 \cdot \left(\frac{7}{1}\right)} = 0.0874$$

Dari permodelan struktur menggunakan ETABS didapatkan nilai berat total struktur adalah :

Tabel 4.13 Berat Seismik Efektif Struktur

<b>TABLE: Base Reactions</b>					
<b>Output Case</b>	<b>Case Type</b>	<b>Step Type</b>	<b>FX</b>	<b>FY</b>	<b>FZ</b>
			kN	kN	kN
Dead	LinStatic		-205.03	211.2829	67043.04
SuperDead	LinStatic		-117.17	122.7682	25155.54
Live	LinStatic		-208.9	117.0491	29683.39
Live Parkir	LinStatic		-9.9344	5.3788	1416.434
Ex	LinRespSpec	Max	1731.41	243.5291	0
Ey	LinRespSpec	Max	299.977	1309.042	0

Dengan faktor reduksi beban hidup sebesar 50% dan beban hidup parker sebesar 100% berdasarkan PPURG 1987, maka nilai berat seismik efektif :

$$\begin{aligned}
 W_{\text{dead}} &= 67043.04 + 25155 &= 92198.6 \text{ kN} \\
 W_{\text{live}} &= 29683.4 \times 50\% &= 14841.7 \text{ kN} \\
 W_{\text{live (parkir)}} &= 1416.43 \times 100\% &= 1416.434 \text{ kN} \\
 W_{\text{total}} &= 108457 \text{ kN} \\
 V_{\text{dinamis hasil analisis ragam etabs :}} & & \\
 V_x &= 1731.41 \text{ kN} \\
 V_y &= 1309.04 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

Gaya geser statik ekuivalen

$$V = C_s \cdot W = 0.092 \cdot 108457 = 9990.19 \text{ kN}$$

Faktor skala gaya

1. Arah X

$$\frac{V}{V_x} = \frac{9990.19}{1731.41} = 5.77$$

2. Arah Y

$$\frac{V}{V_y} = \frac{9990.19}{1309.04} = 7.63$$

#### 4.5.5 Kontrol Sistem Ganda

Pada SNI 1726:2019 pasal 7.2.5.1, untuk sistem ganda, rangka pemikul momen harus mampu memikul paling sedikit 25 % gaya seismik desain. Tahanan gaya seismik total harus disediakan oleh kombinasi rangka pemikul momen dan dinding geser atau rangka bresing, dengan distribusi yang proporsional terhadap kekakuannya.

Untuk menganalisis gaya geser dasar yang diterima oleh shearwall dan sistem rangka pemikul momen digunakan program bantu ETABS v.18. Berikut hasil gaya geser dasar yang diterim oleh shearwall dan sistem rangka pemiku momen .

- a. Gaya geser yang diterima keseluruhan

Tabel 4.14 Gaya Geser yang Diterima Keseluruhan

<b>TABLE : Base Reaction</b>				
<b>Output Case</b>	<b>Case Type</b>	<b>Step Type</b>	<b>FX</b>	<b>FY</b>
			<b>kN</b>	<b>kN</b>
Ex	LinRespSpec	Max	9402.407	1011.282
Ey	LinRespSpec	Max	2463.791	9402.407

b. Gaya geser yang diterima dinding geser  
- Sumbu X

Tabel 4.15 Gaya yang diterima dinding geser pada sumbu X

TABLE: Joint Design Reactions							
Story	Label	Unique Name	Output Case	Case Type	Step Type	FX	FY
						kN	kN
SB -3,3	14	12	Ex	LinRespSpec	Max	93.1418	162.566
SB -3,3	15	13	Ex	LinRespSpec	Max	283.3641	80.376
SB -3,3	172	2690	Ex	LinRespSpec	Max	557.2499	8.4642
SB -3,3	917	3039	Ex	LinRespSpec	Max	551.0879	7.1649
SB -3,3	924	3046	Ex	LinRespSpec	Max	702.462	7.1233
SB -3,3	928	3050	Ex	LinRespSpec	Max	714.526	7.6992
SB -3,3	939	3172	Ex	LinRespSpec	Max	329.3217	8.0271
SB -4,9	25	719	Ex	LinRespSpec	Max	26.4261	166.5186
SB -4,9	35	724	Ex	LinRespSpec	Max	86.2341	20.0486
SB -4,9	78	709	Ex	LinRespSpec	Max	7.9435	192.9273
SB -4,9	785	1671	Ex	LinRespSpec	Max	3.4578	85.8687
SB -4,9	789	1635	Ex	LinRespSpec	Max	3.0228	10.8154
SB -4,9	812	2676	Ex	LinRespSpec	Max	2.063	93.6634
SB -4,9	820	2682	Ex	LinRespSpec	Max	4.5953	45.48
SB -4,9	826	2662	Ex	LinRespSpec	Max	3.9381	12.1794
SB -4,9	834	2670	Ex	LinRespSpec	Max	1.81	35.1988
SB -6	90	737	Ex	LinRespSpec	Max	7.9375	12.9038
SB -6	92	738	Ex	LinRespSpec	Max	6.6679	11.2581
SB -6	96	741	Ex	LinRespSpec	Max	4.7077	13.2835
SB -6	97	742	Ex	LinRespSpec	Max	7.42	13.7796
SB -6	139	694	Ex	LinRespSpec	Max	0.0925	0.7836
SB -6	41	708	Ex	LinRespSpec	Max	0.0169	0.178
SB -6	331	1831	Ex	LinRespSpec	Max	0.2198	1.3988
SB -6	398	2070	Ex	LinRespSpec	Max	0.1606	0.8691
SB -6	502	2472	Ex	LinRespSpec	Max	0.0083	0.0792
SB -6	506	2487	Ex	LinRespSpec	Max	0.032	0.3108
SB -6	523	1823	Ex	LinRespSpec	Max	0.1892	1.5055
SB -6	531	1836	Ex	LinRespSpec	Max	0.196	1.6606
SB -6	585	2063	Ex	LinRespSpec	Max	0.1648	1.0334
SB -6	593	2074	Ex	LinRespSpec	Max	0.1332	0.8944
SB -6	683	2465	Ex	LinRespSpec	Max	0.0072	0.0722
SB -6	691	2476	Ex	LinRespSpec	Max	0.0097	0.089
SB -6	697	2483	Ex	LinRespSpec	Max	0.0293	0.2913
SB -6	703	2491	Ex	LinRespSpec	Max	0.034	0.3156
SUM							
						3398.671	1004.8274

- Sumbu Y

Tabel 4.16 Gaya yang diterima dinding geser pada sumbu Y

TABLE: Joint Design Reactions							
Story	Label	Unique Number	Output Case	Case Type	Step Type	FX	FY
						kN	kN
SB -3,3	14	12	Ey	LinRespSpec	Max	97.2552	433.0038
SB -3,3	15	13	Ey	LinRespSpec	Max	129.5581	141.5451
SB -3,3	172	2690	Ey	LinRespSpec	Max	93.749	21.629
SB -3,3	917	3039	Ey	LinRespSpec	Max	90.0744	14.2832
SB -3,3	924	3046	Ey	LinRespSpec	Max	111.2898	15.9418
SB -3,3	928	3050	Ey	LinRespSpec	Max	115.0859	18.5057
SB -3,3	939	3172	Ey	LinRespSpec	Max	64.1774	20.9026
SB -4,9	25	719	Ey	LinRespSpec	Max	34.77	267.7259
SB -4,9	35	724	Ey	LinRespSpec	Max	128.1491	23.7751
SB -4,9	78	709	Ey	LinRespSpec	Max	3.2828	293.0483
SB -4,9	785	1671	Ey	LinRespSpec	Max	3.3796	133.7852
SB -4,9	789	1635	Ey	LinRespSpec	Max	2.5562	24.7926
SB -4,9	812	2676	Ey	LinRespSpec	Max	1.6704	144.6542
SB -4,9	820	2682	Ey	LinRespSpec	Max	6.2604	73.9019
SB -4,9	826	2662	Ey	LinRespSpec	Max	2.0776	13.3587
SB -4,9	834	2670	Ey	LinRespSpec	Max	2.8024	61.3558
SB -6	90	737	Ey	LinRespSpec	Max	25.1949	51.8531
SB -6	92	738	Ey	LinRespSpec	Max	25.5457	12.6007
SB -6	96	741	Ey	LinRespSpec	Max	15.5937	35.4109
SB -6	97	742	Ey	LinRespSpec	Max	34.6052	23.1135
SB -6	139	694	Ey	LinRespSpec	Max	0.1127	5.9471
SB -6	41	708	Ey	LinRespSpec	Max	0.0351	1.0715
SB -6	331	1831	Ey	LinRespSpec	Max	0.0435	12.0319
SB -6	398	2070	Ey	LinRespSpec	Max	0.0855	8.3325
SB -6	502	2472	Ey	LinRespSpec	Max	0.0177	0.453
SB -6	506	2487	Ey	LinRespSpec	Max	0.0489	2.0502
SB -6	523	1823	Ey	LinRespSpec	Max	0.0451	10.7743
SB -6	531	1836	Ey	LinRespSpec	Max	0.1402	10.0512
SB -6	585	2063	Ey	LinRespSpec	Max	0.1363	9.6382
SB -6	593	2074	Ey	LinRespSpec	Max	0.0213	5.8504
SB -6	683	2465	Ey	LinRespSpec	Max	0.0157	0.3865
SB -6	691	2476	Ey	LinRespSpec	Max	0.0173	0.5234
SB -6	697	2483	Ey	LinRespSpec	Max	0.0507	1.8266
SB -6	703	2491	Ey	LinRespSpec	Max	0.0466	2.2016
SUM						987.8944	1896.326

Presentase gaya geser dasar yang diterima oleh shearwall dan sistem rangka pemikul momen :

a. Sumbu X

Shearwall

$$\frac{3398.671}{9402.4068} \times 100\% = 36.15\% < 75\% (OK)$$

Sistem Rangka

$$\frac{6003.736}{9402.4068} \times 100\% = 64\% > 25\% (OK)$$

b. Sumbu Y

Shearwall

$$\frac{1896.326}{9402.4068} \times 100\% = 20.17\% < 75\% (OK)$$

Sistem Rangka

$$\frac{7506.0813}{9402.4068} \times 100\% = 80\% > 25\% (OK)$$





*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

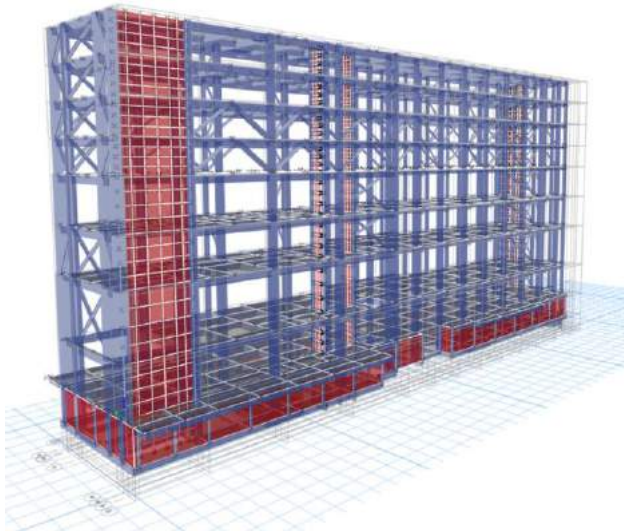


## **BAB V**

### **PERKUATAN BREISING**

#### **5.1 Permodelan Struktur dengan Perkuatan Breising**

Permodelan struktur gedung selanjutnya yaitu pada bangunan eksisting ditambahkan breising tipe inverted V dan X pada exterior dan interior gedung. Breising ditambahkan pada sumbu lemah arah Y dan sumbu kuat X seperti yang ditampilkan pada denah bangunan gedung berikut ini :



Gambar 5.1 Permodelan Struktur dengan Perkuatan Breising

#### **5.2 Kontrol Dinamis dengan Perkuatan Breising**

##### **5.2.1 Kontrol Partisipasi Massa**

Menurut SNI 1726:2019 Pasal 7.9.1, dijelaskan bahwa perhitungan respons dinamik struktur harus sedemikian rupa sehingga partisipasi massa ragam terkombinasi mendapat paling sedikit 90% dari massa aktual masing – masing arah. Perhitungan analisis partisipasi

massa dilakukan dengan program bantu ETABS v.19 seperti pada tabel berikut :

Tabel 5.1 Rasio Partisipasi Massa dari ETABS

TABLE: Modal Participating Mass Ratios				
Case	Mode	Period	SumUX	SumUY
		sec		
Modal	1	1.457	0.0006	0.6074
Modal	2	1.226	0.0429	0.6952
Modal	3	1.036	0.678	0.6983
Modal	4	0.386	0.6781	0.7582
Modal	5	0.292	0.691	0.7836
Modal	6	0.246	0.7763	0.786
Modal	7	0.197	0.7764	0.8054
Modal	8	0.136	0.7891	0.8197
Modal	9	0.122	0.7953	0.8422
Modal	10	0.117	0.8085	0.8425
Modal	11	0.093	0.8086	0.8597
Modal	12	0.085	0.8285	0.8621
Modal	13	0.081	0.8296	0.8622
Modal	14	0.076	0.8296	0.8622
Modal	15	0.073	0.8298	0.8717
Modal	16	0.071	0.8304	0.8758
Modal	17	0.069	0.8455	0.876
Modal	18	0.059	0.85	0.8765
Modal	19	0.057	0.8501	0.8766
Modal	20	0.054	0.8507	0.8839
Modal	21	0.051	0.8507	0.8839
Modal	22	0.05	0.8509	0.8839
Modal	23	0.048	0.8509	0.8842
Modal	24	0.047	0.8509	0.8842
Modal	25	0.045	0.8509	0.8842
Modal	26	0.044	0.8509	0.8843
Modal	27	0.044	0.8509	0.8843
Modal	28	0.043	0.8509	0.8843
Modal	29	0.023	0.9717	0.8843
Modal	30	0.039	0.9717	0.9792

Pada Mode ke 30 (tabel partisipasi massa terlampir)

- c. Partisipasi massa arah X = 0.9717
- d. Partisipasi massa arah Y = 0.9792

### 5.2.2 Kontrol Periode Fundamental

Kontrol waktu getar alami atau periode fundamental struktur,  $T$ , diatur dalam pasal 7.8.2 SNI 1726:2019 dimana dalam arah yang ditinjau tidak boleh melebihi hasil koefisien untuk batasan periode yang dihitung  $C_u$  dari tabel 2.9 dan periode alami pendekatan,  $T_a$  yang dihitung dengan persamaan berikut :

$$T_a = C_t \cdot h_n^x$$

Dimana  $h_n$  adalah ketinggian struktur,  $C_t$  dan  $x$  adalah koefisien yang didapat dari SNI 1726:2019 Tabel 18,

Tabel 5.2 Nilai Parameter Periode Pendekatan

Tipe struktur	$C_t$	$x$
Sistem rangka pemikul momen di mana rangka pemikul 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

Untuk nilai struktur didapatkan nilai  $C_t = 0.0488$  dan  $x = 0.9$  sehingga

$$T_a = 0.0488 \cdot 32.3^{0.75} = 0.6596 \text{ detik}$$

Dengan batas atas periode fundamental struktur Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus dengan shearwall berdasarkan SNI 1726:2019 Tabel 17 :

Tabel 5.3 Koefisien untuk Batas Atas pada Periode yang Dihitung

Parameter percepatan respons spektral desain pada 1 detik, $S_{D1}$	Koefisien $C_u$
$\geq 0,4$	1.4
0.3	1.4
0.2	1.5
0.15	1.6
$\leq 0,1$	1.7

Dari hasil respon spektrum yang ada, didapatkan nilai  $SD1 = 0.5676 > 0.4$ , maka koefisien nilai  $C_u = 1,4$ . Sehingga, didapatkan nilai batas atas periode fundamental struktur

$$T_{max} = C_u \cdot T_a = 1.4 \cdot 0.6596 = 0.9235 \text{ detik}$$

Hasil periode yang dihasilkan oleh program ETABS v.18 :

Tabel 5.4 Periode Struktur pada Modal ETABS v.18

<b>TABLE: Modal Periods And Frequencies</b>					
Case	Mode	Period	Frequency	CircFreq	Eigenvalue
		sec	cyc/sec	rad/sec	rad <sup>2</sup> /sec <sup>2</sup>
Modal	1	0.913	1.096	6.8834	47.381
Modal	2	0.894	1.118	7.027	49.3786
Modal	3	0.639	1.566	9.8367	96.7608

Hasil perioda struktur yang didapat dari ETABS v.18 kurang dari perioda batas atas. Sehingga dapat disimpulkan bahwa bangunan sudah kaku.

### 5.2.3 Kontrol Simpangan Antar Lantai

Berdasarkan SNI 1726:2019 Pasal 7.8.6, kontrol simpangan antar lantai ( $\Delta$ ) harus dihitung sebagai perbedaan simpangan pada pusat massa di atas dan di bawah tingkat yang ditinjau dengan persyaratan sebagai berikut :

$$\delta x \leq \delta a$$

Dimana :

$\Delta x$  merupakan defleksi pusat massa tiap lantai

$\Delta a$  merupakan batas simpangan

Perhitungan simpangan antar lantai sebagai berikut :

1. Mendapatkan story response dari program bantu ETABS v. 18

Tabel 5.5 Hasil Story Response pada Sumbu X

TABLE: Story Response				
Story	Elevation	Location	X-Dir	Y-Dir
	m		mm	mm
LT. 9	32,3	Top	8.622	3.616
LT. 8	29,1	Top	7.975	3.386
LT. 7	25,9	Top	7.204	3.146
LT. 6	22,7	Top	6.954	2.916
LT.5	19,5	Top	6.697	2.638
LT. 4	15	Top	5.146	2.017
LT. 3	10,5	Top	3.421	1.428
LT. 2	4,5	Top	1.214	0.675
LT. 1	0	Top	0.063	0.039
SB -3,3	-3,3	Top	0.018	0.003
SB -4,9	-4,9	Top	0.002	0.001
SB -5,5	-5,55	Top	0	0
SB -6	-6	Top	0.001	1.787E-08

2. Defleksi analisis elastis

$$\delta x_e = \delta e_2 - \delta e_1 = 1.214 - 0.063 = 1.151 \text{ mm}$$

3. Defleksi pusat massa tiap tingkat

Bangunan gedung dengan sistem struktur rangka pemikul momen khusus dan dual sistem, memiliki parameter gempa seperti berikut :

$$C_d = 5.5$$

$$R = 7$$

$$\Omega_0 = 2.5$$

Sedangkan untuk bangunan gedung hotel faktor ketamaan gempa ( $I_e$ ) = 1.0. Sehingga simpangan yang terjadi :

$$\delta x = \frac{C_d \cdot \delta x_e}{I_e} = \frac{5.5 \cdot (1.151)}{1} = 6.3305 \text{ mm}$$

## 4. Batasan simpangan antar lantai

Berdasarkan SNI 1726:2019 Tabel 3, bangunan yang didesain untuk hotel masuk ke dalam kategori risiko II, maka:

Tabel 5.6 Simpangan Antar Tingkat Izin,  $\delta a$ 

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	$0,010h_{sx}$	$0,010h_{sx}$	$0,010h_{sx}$
Struktur dinding geser batu bata lainnya	$0,007h_{sx}$	$0,007h_{sx}$	$0,007h_{sx}$
Semua struktur lainnya	$0,020h_{sx}$	$0,015h_{sx}$	$0,010h_{sx}$

Berdasarkan SNI 1726:2019 Tabel 20, untuk kategori risiko II sistem struktur lainnya, simpangan antar lantai tidak boleh melebihi  $0.02h_{sx}$ .  $h_{sx}$  merupakan ketinggian yang ditinjau.

$$\delta a = 0.02h_{sx} = 0.02(4500) = 90 \text{ mm}$$

## 5. Syarat simpangan antar lantai

$$\delta x \leq \delta a$$

$$5.984 \leq 90$$

Maka, simpangan pada ketinggian yang ditinjau memenuhi.

Output kontrol simpangan antar lantai :

## 1. Arah X

Tabel 5.7 Simpangan Antar Lantai Arah X

Story	Elevation (m)	Story Height	de (mm)	dxe (mm)	dx (mm)	da (mm)	KET	
		(m)						
9	9	32.3	3.2	8.622	0.647	3.5585	64	OK
8	8	29.1	3.2	7.975	0.771	4.2405	64	OK
7	7	25.9	3.2	7.204	0.25	1.375	64	OK
6	6	22.7	3.2	6.954	0.257	1.4135	64	OK
5	5	19.5	4.5	6.697	1.551	8.5305	90	OK
4	4	15	4.5	5.146	1.715	9.4325	90	OK
3	3	10.5	6	3.431	2.217	12.194	120	OK
2	2	4.5	4.5	1.214	1.151	6.3305	90	OK
Base	1	0	0	0.063	0	0	0	



## 2. Arah Y

Tabel 5.8 Simpangan Antar Lantai Arah Y

Story		Elevation (m)	Story Height	de (mm)	dxe (mm)	dx (mm)	da (mm)	KET
			(m)					
9	9	32.3	3.2	12.32	1.519	8.3545	64	OK
8	8	29.1	3.2	10.801	1.545	8.4975	64	OK
7	7	25.9	3.2	9.256	1.481	8.1455	64	OK
6	6	22.7	3.2	7.775	1.364	7.502	64	OK
5	5	19.5	4.5	6.411	1.593	8.7615	90	OK
4	4	15	4.5	4.818	1.556	8.558	90	OK
3	3	10.5	6	3.262	2.004	11.022	120	OK
2	2	4.5	4.5	1.258	1.088	5.984	90	OK
Base	1	0	0	0.170	0	0	0	

Tinjauan perioda struktur dan simpangan antar lantai yang dimodelkan telah memenuhi persyaratan yang diizinkan.

### 5.2.4 Kontrol Skala Gaya Geser Dasar

Berdasarkan SNI 1726:2019 Pasal 7.9.1.4.1, nilai akhir respon dinamik struktur gedung dalam arah yang ditetapkan tidak boleh kurang dari 100% nilai respons statik.

Perhitungan gaya geser static dapat ditentukan sebagai berikut sesuai SNI 1726:2019 Pasal 7.9.1.4.1 :

$$V = C_s \cdot W_t$$

Dimana :

$C_s$  = koefisien respon seismik

$W_t$  = berat struktur

Perhitungan nilai  $C_s$  sesuai dengan SNI 126:2019 Pasal 7.8.1.1 :

$$C_s = \frac{S_{DS}}{R/I_e} = \frac{0.6448}{7/1} = 0.092$$

Nilai  $C_s$  diatas nilainya tidak perlu diambil lebih kecil dari :

$$C_{s_{min}} = 0.044 \cdot S_{DS} \cdot I_e = 0.02837$$

Nilai  $C_s$  diatas nilainya tidak perlu diambil lebih besar dari :

$$C_{s_{max}} = \frac{S_{D1}}{T \cdot \left(\frac{R}{I_e}\right)} = \frac{0.5648}{0.924 \cdot \left(\frac{7}{1}\right)} = 0.0874$$

Dari permodelan struktur menggunakan ETABS didapatkan nilai berat total struktur adalah :

Tabel 5.9 Berat Seismik Efektif Struktur

TABLE: Base Reactions					
Output Case	Case Type	Step Type	FX	FY	FZ
			kN	kN	kN
Dead	LinStatic		-196.98	208.4594	67121.75
SuperDead	LinStatic		-111.55	120.7935	25155.54
Live	LinStatic		-203.69	114.6458	29683.39
Live Parkir	LinStatic		-9.9253	5.373	1416.434
Ex	LinRespSpec	Max	1734.28	252.3504	0
Ey	LinRespSpec	Max	308.913	1319.109	0

Dengan faktor reduksi beban hidup sebesar 50% dan beban hidup parkir sebesar 100%, maka nilai berat seismik efektif :

$$W \text{ dead} = 67121.75 + 25155.54 = 92277.3 \text{ kN}$$

$$W \text{ live} = 29683.39 \times 50\% = 14841.7 \text{ kN}$$

$$W \text{ live (parkir)} = 1416.43 \times 100\% = 1416.434 \text{ kN}$$

$$W \text{ total} = 108535 \text{ kN}$$

V dinamis hasil analisis ragam etabs :

$$V_x = 1734.28 \text{ kN}$$

$$V_y = 1319.11 \text{ kN}$$

Gaya geser statik ekuivalen

$$V = C_s \cdot W = 0.0874 \cdot 108535 = 9481.95 \text{ kN}$$

Faktor skala gaya

1. Arah X

$$\frac{V}{V_x} = \frac{9481.95}{1734.28} = 5.48$$

2. Arah Y

$$\frac{V}{V_y} = \frac{9481.95}{1319.11} = 7.19$$

### 5.2.5 Kontrol Sistem Ganda

Pada SNI 1726:2019 pasal 7.2.5.1, untuk sistem ganda, rangka pemikul momen harus mampu memikul paling sedikit 25 % gaya seismik desain. Tahanan gaya seismik total harus disediakan oleh kombinasi rangka pemikul momen dan dinding geser atau rangka bresing, dengan distribusi yang proporsional terhadap kekakuannya.

Untuk menganalisis gaya geser dasar yang diterima oleh shearwall dan sistem rangka pemikul momen digunakan program bantu ETABS v.18. Berikut hasil gaya geser dasar yang diterim oleh shearwall dan sistem rangka pemiku momen .

- a. Gaya geser yang diterima keseluruhan

Tabel 5.10 Gaya Geser yang Diterim Keseluruhan

TABLE : Base Reaction				
Output Case	Case Type	Step Type	FX	FY
			kN	kN
Ex	LinRespSpec	Max	9311.16	1336.956
Ey	LinRespSpec	Max	2209.228	9407.956

- b. Gaya geser yang diterima dinding geser  
- Sumbu X

Tabel 5.11 Gaya geser yang diterima dinding geser pada sumbu X

TABLE: Joint Reactions								
Story	Label	Unique Name	Output Case	Case Type	Step Type	FX	FY	
						kN	kN	
SB -3,3	14	12	Ex	LinRespSpec	Max	114.4616	87.0116	
SB -3,3	15	13	Ex	LinRespSpec	Max	237.6437	23.0584	
SB -3,3	172	2690	Ex	LinRespSpec	Max	520.422	4.1794	
SB -3,3	917	3039	Ex	LinRespSpec	Max	514.4393	2.0021	
SB -3,3	924	3046	Ex	LinRespSpec	Max	653.3047	2.4774	
SB -3,3	928	3050	Ex	LinRespSpec	Max	663.544	3.2556	
SB -3,3	939	3172	Ex	LinRespSpec	Max	314.7162	4.1716	
SB -4,9	25	719	Ex	LinRespSpec	Max	9.6088	46.0008	
SB -4,9	35	724	Ex	LinRespSpec	Max	31.406	12.6926	
SB -4,9	78	709	Ex	LinRespSpec	Max	6.8085	21.0877	
SB -4,9	785	1671	Ex	LinRespSpec	Max	2.7458	21.3484	
SB -4,9	789	1635	Ex	LinRespSpec	Max	2.5632	5.7781	
SB -4,9	812	2676	Ex	LinRespSpec	Max	2.0339	25.175	
SB -4,9	820	2682	Ex	LinRespSpec	Max	2.6498	8.7525	
SB -4,9	826	2662	Ex	LinRespSpec	Max	3.3053	1.2174	
SB -4,9	834	2670	Ex	LinRespSpec	Max	1.5691	10.7675	
SB -6	90	737	Ex	LinRespSpec	Max	3.605	5.3643	
SB -6	92	738	Ex	LinRespSpec	Max	6.4454	6.491	
SB -6	96	741	Ex	LinRespSpec	Max	3.8776	11.109	
SB -6	97	742	Ex	LinRespSpec	Max	2.6284	8.7637	
SB -6	139	694	Ex	LinRespSpec	Max	0.0647	0.6007	
SB -6	41	708	Ex	LinRespSpec	Max	0.009	0.1022	
SB -6	331	1831	Ex	LinRespSpec	Max	0.1712	1.3088	
SB -6	398	2070	Ex	LinRespSpec	Max	0.1203	1.1199	
SB -6	502	2472	Ex	LinRespSpec	Max	0.0042	0.0431	
SB -6	506	2487	Ex	LinRespSpec	Max	0.0208	0.1985	
SB -6	523	1823	Ex	LinRespSpec	Max	0.1479	1.5899	
SB -6	531	1836	Ex	LinRespSpec	Max	0.1435	1.0659	
SB -6	585	2063	Ex	LinRespSpec	Max	0.1221	1.0844	
SB -6	593	2074	Ex	LinRespSpec	Max	0.098	0.9996	
SB -6	683	2465	Ex	LinRespSpec	Max	0.0035	0.0368	
SB -6	691	2476	Ex	LinRespSpec	Max	0.0055	0.0498	
SB -6	697	2483	Ex	LinRespSpec	Max	0.0178	0.1751	
SB -6	703	2491	Ex	LinRespSpec	Max	0.023	0.2162	
SUM							3098.73	319.295

- Sumbu Y

Tabel 5.12 Gaya geser yang diterima dinding geser pada sumbu Y

<b>TABLE: Joint Design Reactions</b>							
Story	Label	Unique Name	Output Case	Case Type	Step Type	FX	FY
						kN	kN
SB -3,3	14	12	Ey	LinRespSpec	Max	101.6321	121.761
SB -3,3	15	13	Ey	LinRespSpec	Max	121.3855	53.6846
SB -3,3	172	2690	Ey	LinRespSpec	Max	124.6305	6.1786
SB -3,3	917	3039	Ey	LinRespSpec	Max	116.5813	4.8177
SB -3,3	924	3046	Ey	LinRespSpec	Max	151.9093	4.949
SB -3,3	928	3050	Ey	LinRespSpec	Max	156.7282	5.3761
SB -3,3	939	3172	Ey	LinRespSpec	Max	81.5076	5.88
SB -4,9	25	719	Ey	LinRespSpec	Max	16.3929	249.163
SB -4,9	35	724	Ey	LinRespSpec	Max	143.5871	57.3701
SB -4,9	78	709	Ey	LinRespSpec	Max	2.2574	107.0174
SB -4,9	785	1671	Ey	LinRespSpec	Max	4.8935	113.1448
SB -4,9	789	1635	Ey	LinRespSpec	Max	2.0964	36.0084
SB -4,9	812	2676	Ey	LinRespSpec	Max	3.2079	130.7435
SB -4,9	820	2682	Ey	LinRespSpec	Max	7.701	51.5245
SB -4,9	826	2662	Ey	LinRespSpec	Max	1.6378	6.1018
SB -4,9	834	2670	Ey	LinRespSpec	Max	2.4362	62.476
SB -6	90	737	Ey	LinRespSpec	Max	11.5233	30.0878
SB -6	92	738	Ey	LinRespSpec	Max	12.527	14.9665
SB -6	96	741	Ey	LinRespSpec	Max	8.0775	26.3683
SB -6	97	742	Ey	LinRespSpec	Max	15.2136	20.5051
SB -6	139	694	Ey	LinRespSpec	Max	0.0429	4.1313
SB -6	41	708	Ey	LinRespSpec	Max	0.0133	0.7045
SB -6	331	1831	Ey	LinRespSpec	Max	0.0205	9.3669
SB -6	398	2070	Ey	LinRespSpec	Max	0.0341	6.4768
SB -6	502	2472	Ey	LinRespSpec	Max	0.0069	0.2941
SB -6	506	2487	Ey	LinRespSpec	Max	0.0188	1.3777
SB -6	523	1823	Ey	LinRespSpec	Max	0.0245	8.2698
SB -6	531	1836	Ey	LinRespSpec	Max	0.0515	7.8822
SB -6	585	2063	Ey	LinRespSpec	Max	0.0523	7.0524
SB -6	593	2074	Ey	LinRespSpec	Max	0.0144	4.8614
SB -6	683	2465	Ey	LinRespSpec	Max	0.006	0.246
SB -6	691	2476	Ey	LinRespSpec	Max	0.0062	0.3422
SB -6	697	2483	Ey	LinRespSpec	Max	0.0195	1.2125
SB -6	703	2491	Ey	LinRespSpec	Max	0.0178	1.4994
SUM						1086.255	1161.841

Presentase gaya geser dasar yang diterima oleh shearwall dan sistem rangka pemikul momen :

a. Sumbu X

Shearwall

$$\frac{3098.73}{9311.16} \times 100\% = 33.28\% < 75\% (OK)$$

Sistem Rangka

$$\frac{6212.43}{9311.16} \times 100\% = 67\% > 25\% (OK)$$

b. Sumbu Y

Shearwall

$$\frac{1161.84}{9407.956} \times 100\% = 12.35\% < 75\% (OK)$$

Sistem Rangka

$$\frac{8246.114}{9407.956} \times 100\% = 88\% > 25\% (OK)$$

### 5.3 Preliminary Batang Breising Tipe 1 O.D 355.6 mm dan Sambungannya

#### 5.3.1 Preliminary Batang Breising Tipe 1 O.D 355.6 mm

##### 5.3.1.1 Data Existing Breising

Profil baja	=	PSB	
Diameter, D	=	355.6	mm
Tebal, t	=	12.7	mm
Luas penampang, Ag	=	13680	mm <sup>2</sup>
Material profil baja	=	JIS G3444	
Tegangan leleh, fy	=	245	MPa
Tegangan tarik, fu	=	400	MPa
Modulus elastisitas, E	=	200000	MPa
Panjang breising, L	=	5360	mm
Momen inersia, I	=	20100	cm <sup>4</sup>
Radius girasi, r	=	121	mm
Modulus penampang, s	=	1130	cm <sup>3</sup>
Tebal plat buhul, tp	=	20	mm

### 5.3.1.2 Analisa Struktur Gaya Dalam

Gaya dalam didapatkan dari ETABS

Gaya aksial tekan	=	2376935.8	N
Gaya aksial tarik	=	2071242.9	N
Gaya geser	=	2717.2	N

### 5.3.1.3 Perhitungan Kapasitas Tarik Penampang

1. Cek kelangsingan batang  
Sesuai dengan persyaratan SNI 1729:2015 D.1 untuk rasio kelangsingan :

$$\frac{L}{r} = \frac{5360}{121} = 44.3 \leq 300$$

2. Kekuatan nominal tarik terfaktor batang  
Sesuai dengan persyaratan SNI 1729:2015 D.2, dari leleh tarik penampang bruto dan netto harus diperoleh nilai yang terendah

- Bruto

$$\begin{aligned}\phi N_n &= \phi \cdot A_g \cdot f_y \\ &= 0.9 \cdot 13680 \cdot 245 \\ &= 2893320 \text{ N}\end{aligned}$$

- Netto

$$\begin{aligned}\phi N_n &= \phi \cdot f_u \cdot A_e \\ A_e &= A_n \cdot U\end{aligned}$$

➤ Faktor *shear lag* (U)

Pada SNI 1726:2019 tabel D3.1 dijelaskan bahwa :

$U = 1$ , apabila  $l \geq 1.3D$

$U = l - \frac{\bar{x}}{D}$ , apabila  $D \leq l \leq 1.3D$

$\bar{x}$  = eksentrisitas sambungan

$$\bar{x} = \frac{D}{\pi}$$

$l$  = panjang sambungan

Diketahui :

$$1.3D = 462.3 \text{ mm}$$

$$l = D = 355.6 \text{ mm} < 1.3D$$

Maka,

$$\bar{x} = \frac{D}{\pi} = \frac{355.6}{3.14} = 113.2$$

$$U = l - \frac{\bar{x}}{D} = 0.6815$$

➤ Luas penampang bersih, dikurang lubang ( $A_n$ )

- $A_n = A_g - 2 \cdot t_p \cdot t = 13172 \text{ mm}^2$   
 ➤ Luas penampang efektif ( $A_e$ )  
 Pada SNI 1729:2015 D.3 untuk luas penampang efektif bahwa :  
 $A_e = A_n \cdot u = 13172 \cdot 0.6815 = 8977.1 \text{ mm}^2$   
 Sehingga leleh tarik penampang netto,  
 $\phi N_n = \phi \cdot f_u \cdot A_e = 0.9 \cdot 400 \cdot 8977.1 = 3231754.40 \text{ N}$

Kondisi keruntuhan tarik menentukan

Digunakan :  $\phi N_n = 2893320 \text{ N}$

Syarat :

$$\phi N_n \geq N_u$$

$$2893320 \geq 2071242.9 \text{ (OK)}$$

#### 5.3.1.4 Perhitungan Kapasitas Tekan Penampang

1. Perhitungan Kapasitas Tekan Penampang
  - Rasio tebal terhadap lebar  
 SNI 1729:2015 Tabel B4.1a :  

$$\lambda = \frac{D}{t} = \frac{355.6}{12.7} = 28$$
 Batasan rasio tebal terhadap lebar  

$$\lambda r = 0.11 \frac{E}{f_y} = 0.11 \frac{200000}{245} = 93.62$$
 Syarat sesuai SNI 1726:2015 B4.1 bahwa :  
 $\lambda < \lambda r$  , penampang nonlansing (ideal)  
 $\lambda > \lambda r$  , penampang lansing  
 Karena  $28 < 93.62$ , maka didapatkan penampang non lansing
  - Cek kelangsingan batang  
 Pada SNI 1729:2015 lampiran 7.2.3, untuk sistem rangka terbreis faktor panjang tekuk untuk sendi - sendi,  $K = 1$   
 Pada SNI 1729:2015 E2, panjang efektif atau kelangsingan batang memiliki syarat sbb :  

$$\frac{K \cdot L}{r} = \frac{1 \cdot 5360}{121} = 44.3 < 200 \text{ (OK)}$$
  - Kuat nominal tekan terfaktor batang  
 Pasal SNI 1729:2015 E3, untuk kuat nominal tekan sebagai berikut :



$$\phi P_n = \phi \cdot f_{cr} \cdot A_g$$

- Tegangan tekuk kritis elastis ( $f_e$ )

$$f_e = \frac{\pi^2 \cdot E}{\left[\frac{K \cdot L}{r}\right]^2} = 1005$$

- Tegangan kritis ( $f_{cr}$ )

Apabila

$$\frac{K \cdot L}{r} \leq 4.71 \sqrt{\frac{E}{F_Y}} \text{ maka, } f_{cr} = \left(0.658 \frac{f_y}{f_c}\right) f_y$$

$$\frac{K \cdot L}{r} > 4.71 \sqrt{\frac{E}{F_Y}} \text{ maka, } f_{cr} = 0.877 \cdot f_e$$

$$4.71 \sqrt{\frac{E}{F_Y}} = 134.57 < \frac{K \cdot L}{r}$$

Maka nilai tegangan kritis :

$$f_{cr} = \left(0.658 \frac{f_y}{f_c}\right) f_y = 213.1 \text{ MPa}$$

Sehingga kuat nominal tekan terfaktor batang :

$$\phi P_n = \phi \cdot f_{cr} \cdot A_g$$

$$\phi P_n = 0.9 \cdot 213.1 \cdot 13680$$

$$\phi P_n = 2623545.44 \text{ N}$$

Syarat :

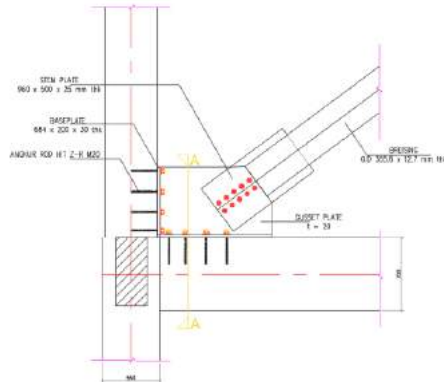
$$\phi P_n \geq P_u$$

$$2623545.44 \geq 2376935.8 \text{ (OK)}$$

### 5.3.2 Perencanaan Sambungan I (Sambungan Sudut)

Perencanaan digunakan untuk menghubungkan breising baja dengan kolom-balok beton. Pada sub-bab ini sambungan yang ditinjau meliputi :

- Breising – stemplate
- Stemplate – baseplate
- Baseplate – angkur



Gambar 5.2 Detail Sambungan Sudut

### 5.3.2.1 Data Material

Breising	=	PSB	
Profil breising	=		
Diameter	=	355.6	mm
Tebal, t	=	12.7	mm
Luas penampang, $A_g$	=	13680	mm <sup>2</sup>
Material profil baja	=	JIS G3444	
Tegangan tarik, $f_y$	=	245	MPa
Tegangan putus, $f_u$	=	400	MPa
Stem plate			
Profil sambungan	=	Pelat baja	
Dimensi stem plate	=	510 x 460	mm
Tebal stem plate, tp		28	mm
Tegangan tarik, $f_y$	=	245	MPa
Tegangan putus, $f_u$	=	400	MPa
Baut			
Material baut	=	A490	
Diameter baut, d	=	27	mm
Diameter lubang baut, dh	=	30	mm
Kuat tarik baut, $f_{nt}$	=	780	MPa
Kuat geser baut, $f_{nv}$	=	579	MPa
Las			
Material las	=	E70XX	
Tegangan tarik, $f_y$	=	490	MPa
Tegangan putus, $f_u$	=	520	MPa

### 5.3.2.2 Analisa Gaya Dalam pada Sambungan

Gaya dalam didapatkan dari ETABS sebagai berikut :

Gaya tekan maksimum (Pu)	= 2376935.8 N
Gaya tarik minimum (Nu)	= 2071242.9 N
Gaya geser maksimum (Vu)	= 2717.2 N

### 5.3.2.3 Sambungan Breising – Stem Plate

1. Kuat leleh tarik stem plate  
Dari Spesifikasi AISC bagian J4, kuat nominal untuk leleh tarik pada stem palte yaitu :

$$\phi R_n = \phi \cdot f_y \cdot A_g$$

Dimana,

$$A_g = W \cdot t_p = 510 \cdot 28 = 14280 \text{ mm}^2$$

Kuat tarik nominal,

$$\phi R_n = \phi \cdot f_y \cdot A_g = 0.9 \cdot 245 \cdot 14280 = 3148740 \text{ N}$$

Kontrol :

$$\phi R_n > R_u$$

$$3148740 > 2376935.8 \text{ (OK)}$$

2. Kuat fraktur tarik stemplate  
Dari Spesifikasi AISC bagian J4, kuat nominal tarik untuk fraktur pada stem plate yaitu

$$\phi R_n = \phi \cdot f_u \cdot A_e$$

Dimana luasan efektif pada elemen tarik dijelaskan di Spesifikasi AISC bagian D3.3 sperti di bawah ini :

Direncanakan slot bersih 2 mm

Luas netto,  $A_n$

$$A_n = A_g - 2(dh + 2)t_p$$

$$A_n = 14280 - 2(30 + 2)28$$

$$A_n = 12488 \text{ mm}^2$$

Faktor shearlag, U

$$U = 0.6815$$

Luas efektif,  $A_e$ 

$$A_e = 0.85 \cdot A_g = 0.85 \cdot 14280 = 12138 \text{ mm}^2$$

$$A_e = A_n \cdot U = 12488 \cdot 0.6815 = 8510.93 \text{ mm}^2$$

$$\text{Digunakan } A_e = 8510.93 \text{ mm}^2$$

Sehingga, kuat tarik yang tersedia untuk ruptur tarik pada area bersih adalah sebagai berikut :

$$\phi R_n = \phi \cdot f_u \cdot A_e = 0.75 \cdot 400 \cdot 8510.93 = 2553278.98 \text{ N}$$

Kontrol :

$$\phi R_n > R_u$$

$$2553278.98 > 2376935.8 \text{ (OK)}$$

## 3. Kuat geser baut

$$R_u = 1340126.9 \text{ N}$$

$$\phi R_n = \phi \cdot F_n v \cdot A_b \cdot n$$

$$\phi R_n = 0.75 \cdot 579 \cdot 572.27 \cdot n$$

$$\phi R_n = 248506.08n$$

Maka, didapatkan baut dengan  $n = 9.57 \approx 10$  buah

## 4. Kuat tumpu baut

Dari AISC 360-16 pasal J3.10(a)(i), kuat tumpu nominal baut di lubang standart ketika deformasi

$$R_n = 1.2 \cdot L_c \cdot t \cdot F_u \leq 2.4 \cdot d \cdot t \cdot F_u$$

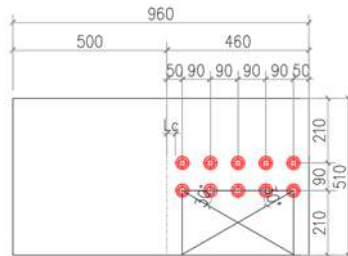
Dimana,

$$t = t_p = 28 \text{ mm}$$

$$f_u = f_{up} = 400 \text{ MPa}$$

Untuk baut pinggir (baut a)

- Jarak antara baut pinggir =  $1.5D_h = 45 \approx 50 \text{ mm}$
- Jarak bersih searah gaya, dihitung dari tepi lubang ke tepi pelat terluar (untuk baut pinggir)



Gambar 5.3 Jarak tepi lubang ke tepi pelat terluar (untuk baut pinggir),  $L_c$

$$\begin{aligned}
 L_c &= \text{jarak antar baut terakhir} - 0.5 D_h \\
 &= 50 - 15 \\
 &= 35 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

$$R_{na} = 1.2 \cdot L_c \cdot t \cdot F_u \leq 2.4 \cdot d \cdot t \cdot F_u$$

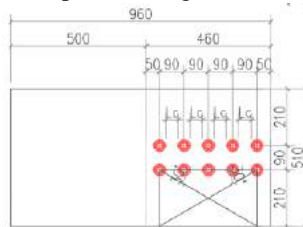
$$R_{na} = (1.2) \cdot (35) \cdot 28.400 \leq 2.4 \cdot 27 \cdot 28.400$$

$$R_{na} = 470400 \leq 725760$$

Maka digunakan  $R_{na} = 470400 \text{ N}$

Untuk baut dalam (baut b)

- Jarak antar baut =  $3 D_h = 90 \approx 90 \text{ mm}$
- Jarak bersih antar tepi ke lubang (untuk baut dalam)



Gambar 5.4 Jarak bersih antar tepi ke lubang (untuk baut dalam)

$$\begin{aligned}
 L_c &= \text{jarak antar baut} - D_h \\
 &= 90 - 30 \\
 &= 60 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

$$R_{nb} = 1.2 \cdot L_c \cdot t \cdot F_u \leq 2.4 \cdot d \cdot t \cdot F_u$$

$$R_{nb} = (1.2) \cdot 60 \cdot 28.400 \leq 2.4 \cdot 27 \cdot 28.400$$

$$R_{nb} = 806400 > 752760$$

Maka digunakan  $R_{nb} = 752760 \text{ N}$

Untuk 4 baut

$R_{nb} = 2903040 \text{ N}$

Maka,

$$\phi R_n = 0.75 (R_{na} + R_{nb}) = 0.75 (3373440) = 2530080 \text{ N}$$

Kontrol :

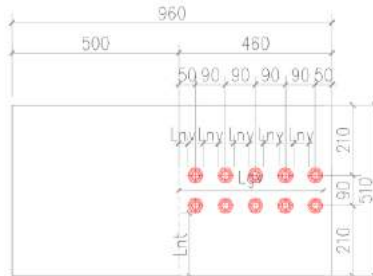
$$\phi R_n > R_u$$

$$2530080 > 2376935.8 \text{ (OK)}$$

5. Kuat geser blok pada plat sambungan

Dari AISC 360-16 pasal J4.3, kuat nominal dari plat sambungan berdasarkan limit state geser blok :

$$R_n = 0.6 \cdot f_u \cdot A_{nv} + U_{bs} \cdot f_u \cdot A_{nt} \leq 0.6 \cdot f_y \cdot A_{gv} + U_{bs} \cdot f_u \cdot A_{nt}$$



- $A_{gv}$ , luas utuh (tanpa lubang) potongan yang mengalami gaya geser  
 $A_{gv} = L_{gv} \cdot t_p = 300.28 = 9800 \text{ mm}^2$
- $A_{nv}$ , luas netto (dengan lubang) potongan yang mengalami gaya geser  
 $A_{nv} = A_{gv} - L_{nv} \cdot t_p = 9800 - (215 \cdot 28) = 3780 \text{ mm}^2$
- $A_{nt}$ , luas netto (dengan lubang) potongan yang mengalami gaya tarik  
 $A_{nt} = L_{nt} \cdot t_p = 195 \cdot 28 = 5460 \text{ mm}^2$
- $U_{bs}$ , faktor shearlag,  
 $U = 1$ , karena tekanannya seragam

Maka,

$$R_n = 0.6 \cdot f_u \cdot A_{nv} + U_{bs} \cdot f_u \cdot A_{nt} \leq 0.6 \cdot f_y \cdot A_{gv} + U_{bs} \cdot f_u \cdot A_{nt}$$

$$R_n = 3091200 \leq 3624600$$

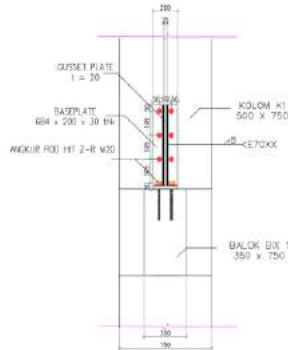
$R_n$  yang digunakan untuk kekuatan satu deret,  $R_n = 3091200 \text{ N}$

Total  $R_n$

$$\phi R_n = 0.75 \cdot 2 \cdot 3091200 = 6955200 \text{ N}$$

Kontrol :  $\phi R_n > R_u$   
 $6955200 > 2376935.8 \text{ (OK)}$

### 5.3.2.4 Stemplate - baseplate



Gambar 5.5 Detail Stemplate - Baseplate

Bedasarkan AISC 360-16 persamaan J2-3, kuat las nominal ditentukan sebagai berikut :

$$\phi R_n = \phi \cdot F_w \cdot A_w$$

Karena gaya tidak berada pada bidang pengelompokan las, persamaan J2-5 pada Spesifikasi AISC tidak berlaku.

Dari Spesifikasi AISC tabel J2.5, kekuatan nominal las di setiap luasan adalah sebagai berikut :

$$F_w = 0.6 \cdot F_{EXX} = 0.6 \cdot 490 = 294 \text{ MPa}$$

Oleh karena itu, digunakan panjang las efektif sepanjang keliling PSB  $l = n \cdot L = 4.500 = 2000 \text{ mm}$

Direncanakan tebal las kepala plat ke PSB  $w = 8 \text{ mm}$

$$A_w = l \frac{w}{\sqrt{2}} = 2000 \frac{8}{\sqrt{2}} = 11314 \text{ mm}^2$$

Maka,

$$\phi R_n = \phi \cdot F_w \cdot A_w = 0.75 \cdot 294 \cdot 11314 = 2494672.724 \text{ N}$$

Kontrol :  $\phi R_n > R_u$   
 $2494672.724 > 2376935.8 \text{ (OK)}$

### 5.3.2.5 Baseplate – angkur

#### 1. Data material

Breising	=	PSB	
Profil breising	=	355.6	mm
Diameter	=	12.7	mm
Tebal, t	=	13680	mm <sup>2</sup>
Luas penampang, Ag	=	JIS G3444	
Material profil baja	=	245	MPa
Tegangan tarik, fy	=	400	MPa
Tegangan putus, fu	=		

Baseplate			
Dimensi baseplate	=	200 x 684	mm
Tegangan tarik, fy	=	245	MPa
Tegangan putus, fu	=	400	MPa

Angkur			
Material baut angkur	=	M20	
Diameter baut angkur, d	=	20	mm
Panjang angkur	=	215	mm
Kedalaman angkur, hef	=	250	mm
Diameter lubang baut, dh	=	23	mm
Tegangan tarik, fy	=	519	MPa
Tegangan putus, fu	=	650	MPa
Banyak angkur	=	16	
fc' kolom	=	35	

#### 2. Analisa gaya dalam untuk baseplate dan angkur

- Gaya tarik
  - Tarik =  $P_u \cdot \sin\alpha = 2376935.8 \cdot \sin 37 = 1529648.83 \text{ N}$
  - Tekan =  $P_u \cdot \sin\alpha = 2071242.9 \cdot \sin 37 = 1332923.79 \text{ N}$
  - Gaya tarik yang digunakan,  $N_u = 1529648.83 \text{ N}$
- Gaya geser
  - Tarik =  $P_u \cdot \sin\alpha = 2376935.8 \cdot \cos 37 = 2299092.551 \text{ N}$
  - Tekan =  $P_u \cdot \sin\alpha = 2071242.91 \cdot \cos 37 = 2003410.913 \text{ N}$
  - Gaya geser yang digunakan,  $V_u = 2299092.551 \text{ N}$



### 3. Perencanaan tebal baseplate

- Kuat tumpu beton

$$fp_{max} = \phi c \cdot 0.85 \cdot fc' = 0.65 \cdot 0.85 \cdot 35 = 19.34 \text{ MPa}$$

Tekan konsentris

$$\begin{aligned} fp &= \frac{Pu}{B \times N} \leq fp_{max} \\ &= \frac{1529648.83}{200 \times 684} \leq 19.34 \\ &= 11.18 \leq 19.34 \text{ (OK)} \end{aligned}$$

- Penentuan tebal plat landasan

$$Mpl = 0.5 \cdot fp \cdot l^2$$

Dimana nilai l dipilih yang terkecil dari :

$$m = \frac{N - 0.95d}{2} = 17.1 \text{ mm}$$

$$n = \frac{B - 0.8bf}{2} = 88.8 \text{ mm}$$

$$\lambda n' = 0.25 \cdot \lambda \cdot \sqrt{d \cdot bf} = 334.6 \text{ mm}$$

Maka digunakan nilai l = 88.8 mm

$$Mpl = 0.5 \cdot 11.18 \cdot 88.8^2 = 44086.09 \text{ N}$$

- Tebal plat landasan

$$tp \geq \sqrt{\frac{4 \cdot Mpl}{\phi fy}} = 28.28 \text{ mm} \approx 30 \text{ mm}$$

Digunakan tebal plat = 30 mm

### 4. Perencanaan baut angkur

- Kuat baut angkur terhadap tarik

$$A_{se,N} = 314 \text{ mm}^2$$

$$\phi Nsa = \phi \cdot A_{se,N} \cdot futa \cdot n$$

$$= 0.65 \cdot 314 \cdot 650 \cdot 16$$

$$= 2122640.0 \text{ N}$$

Kontrol :  $\phi Nsa > Nua$

$$2122640.0 \text{ N} > 465228 \text{ N (OK)}$$

- Kuat jebol beton terhadap tarik

Jarak tepi beton ke tengah baut pinggir

$$ca1 = 375 \text{ mm} < 375 \text{ mm}$$

$$ca2 = 136.5 \text{ mm} < 375 \text{ mm}$$

Jarak antar baut

$$s_1 = 100 \text{ mm} < 750 \text{ mm}$$

$$s_2 = 195 \text{ mm} < 750 \text{ mm}$$

Luas proyeksi kerusakan beton pada baut angkur untuk kuat tarik

$$A_{nc} = (c_{a1} + s_1 + 1.5h_{ef}) \times (c_{a2} + s_2 + 1.5h_{ef}) = 600525 \text{ mm}^2$$

Luas proyeksi maksimum kerusakan angkur tunggal

$$A_{nc0} = 9 \cdot h_{ef}^2 = 562500 \text{ mm}^2$$

Maka,  $\frac{A_{nc}}{A_{nc0}} = 1.068$

Faktor modifikasi untuk memperhitungkan pengaruh baut angkur di pinggir,  $\Psi_{ed,N}$

Karena  $c_{amin} < 1.5h_{ef}$ , maka

$$\psi_{ed,N} = 0.7 + 0.3 \frac{c_{amin}}{1.5 h_{ef}} = 0.76$$

Faktor modifikasi kuat tarik

$$\Psi_{c,N} = 1$$

Untuk baut angkur dipasang pasca pancang

$$k_c = 7$$

Faktor modifikasi tegangan tarik belak (splitting) saat pemasangan

$$\Psi_{cp,N} = 1$$

Faktor modifikasi material beton ringan

Untuk beton normal

$$\Lambda_a = 1$$

Kuat dasar jebol beton angkur tunggal terhadap tarik pada kondidi beton retak

$$\begin{aligned}
 Nb &= kc \cdot \lambda a \cdot \sqrt{fc'} \cdot h_{ef}^{1.5} \\
 &= 7 \cdot 1 \cdot \sqrt{35} \cdot 3952.8^{1.5} \\
 &= 163697.51 \text{ N}
 \end{aligned}$$

Maka kuat jebol beton nominal terhadap tarik dari baut tunggal

$$\phi Ncb = \phi \cdot \frac{A_{nc}}{A_{nc0}} \cdot \psi_{ed,N} \cdot \psi_{cp,N} \cdot \psi_{c,N} \cdot Nb = 196608.90 \text{ N}$$

- Kuat cabut angkur dari beton  
Luas tumpu netto dari baut angkur kepala segi enam atau stud

$$A_{brg} = 314 \text{ mm}^2$$

Kuat cabut angkur terhadap tarik

$$\begin{aligned}
 Np &= 8 \cdot A_{brg} \cdot fc' \\
 &= 8 \cdot 314 \cdot 35 \\
 &= 87920 \text{ N}
 \end{aligned}$$

Kuat cabut angkur tunggal rencana terhadap gaya tarik

$$\begin{aligned}
 \phi Npn &= \phi \cdot \Psi_{cp} \cdot Np \\
 &= 0.75 \cdot 1 \cdot 87920 \\
 &= 65940
 \end{aligned}$$

Kuat cabut angkur kelompok rencana terhadap gaya tarik

$$\begin{aligned}
 \phi Npn &= 65940 \cdot 16 \\
 &= 1055040 \text{ N}
 \end{aligned}$$

- Rekapitulasi

Tipe sambungan baut angkur	Kuat Baut	
Kuat baut angkur terhadap tarik	2122640	N
Kuat jebol beton terhadap tarik	196609	N
Kuat cabut angkur dari beton	1055040	N

- Kuat baut angkur terhadap geser

$$A_{se,N} = 314 \text{ mm}^2$$

$$\phi Vsa = \phi \cdot A_{se,N} \cdot f_{uta} \cdot n$$

$$= 0.6 \cdot 314 \cdot 650 \cdot 16$$

$$= 1959360 \text{ N}$$

Kontrol :  $\phi V_{sa} > V_{ua}$

$$1959360 \text{ N} > 2299092.55 \text{ N (OK)}$$

- Kuat jebol beton terhadap tarik  
Jarak tepi beton ke tengah baut pinggir

$$c_{a1} = 375 \text{ mm}$$

$$c_{a2} = 136.5 \text{ mm}$$

Jarak antar baut

$$s_1 = 100 \text{ mm} < 750 \text{ mm}$$

$$s_2 = 195 \text{ mm} < 750 \text{ mm}$$

Luas proyeksi kerusakan beton pada baut angkur untuk kuat geser

$$A_{vc} = (2(1.5c_{a1} + s_2)1.5c_{a1}) = 742500 \text{ mm}^2$$

Luas proyeksi maksimum kerusakan angkur tunggal

$$A_{vco} = 4 \cdot c_{a1}^2 = 632812.5 \text{ mm}^2$$

$$\text{Maka, } \frac{A_{nc}}{A_{nco}} = 1.17$$

Faktor modifikasi kuat geser baut angkur kelompok dengan beban eksentrisitas,  $\Psi_{ec,v}$

$$\Psi_{ec,v} = 1$$

Faktor modifikasi untuk memperhitungkan pengaruh baut angkur pinggir,  $\Psi_{ed,v}$

$$\Psi_{ed,v} = 1$$

Faktor modifikasi kondisi retak beton pada beban kerja,  $\Psi_{c,v}$

Asumsi beton mengalami retak

$$\Psi_{c,v} = 1$$

Faktor modifikasi kuat geser baut angkur,  $\Psi_{h,v}$

$$\Psi_{h,v} = 1$$

Faktor modifikasi material beton ringan

Untuk beton normal

$$\Lambda a = 1$$

Kuat dasar jebol beton angkur tunggal terhadap tarik pada kondidi beton retak

$$\begin{aligned} Vb &= 0.6 \cdot \left(\frac{Ie}{aa}\right)^2 \cdot \sqrt{da} \cdot \lambda a \cdot \sqrt{fc'} \cdot ca^{1.5} \\ &= 0.6 \cdot \left(\frac{160}{20}\right)^2 \cdot \sqrt{20} \cdot 1 \cdot \sqrt{35} \cdot 75^{1.5} \\ &= 7377804.551 \text{ N} \end{aligned}$$

Vb yang digunakan yaitu 7377804.551 N

Maka kuat jebol beton nominal terhadap geser dari baut tunggal

$$\emptyset Vcb = \emptyset \cdot \frac{Avc}{Avc0} \cdot \psi_{ec,v} \cdot \psi_{ed,v} \cdot \psi_{c,v} \cdot \psi_{h,v} \cdot Vb = 6492468.01 \text{ N}$$

- Kuat rompal beton terhadap geser

$$N_{cpg} = N_{cbg} = 262145.1936 \text{ N}$$

$$\emptyset Vcpg = \emptyset \cdot kcpg \cdot Ncpg$$

$$= 0.75 \cdot 2 \cdot 262145.1936$$

$$= 393217.7904 \text{ N}$$

- Rekapitulasi kuat sambungan angkur terhadap geser

Tipe sambungan baut angkur	Kuat Baut	
Kuat baut angkur terhadap geser	1959360	N
Kuat jebol beton terhadap geser	6492468	N
Kuat rompal beton terhadap geser	393218	N

- Interaksi gaya tarik dan geser

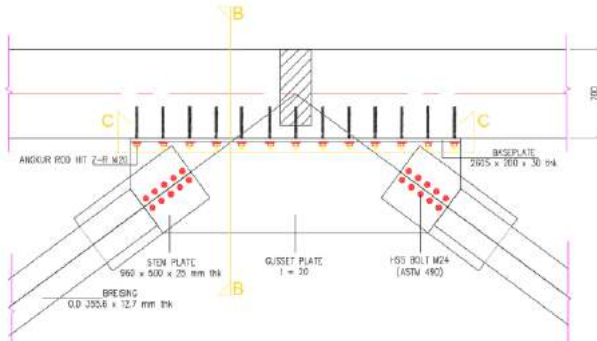
Tinjau terhadap kekuatan beton

$$\frac{216385}{196609} + \frac{361461}{6492468} < 1.2$$

$$1.15 < 1.2 \text{ (OK)}$$

### 5.3.3 Perencanaan Sambungan II (Sambungan *Chevron*)

Perencanaan digunakan untuk menghubungkan breising baja dengan kolom-balok beton. Pada sub-bab ini sambungan yang ditinjau meliputi :



Gambar 5.6 Detail Sambungan Chevron

- Breising – stemplate
- Stemplate – baseplate
- Baseplate – angkur

#### 5.3.3.1 Data Material

Breising	=	PSB	
Profil breising	=		
Diameter	=	355.6	mm
Tebal, t	=	12.7	mm
Luas penampang, Ag	=	13680	mm <sup>2</sup>
Material profil baja	=	JIS G3444	
Tegangan tarik, fy	=	245	MPa
Tegangan putus, fu	=	400	MPa
Stem plate			
Profil sambungan	=	Pelat baja	
Dimensi stem plate	=	510 x 460	mm
Tebal stem plate, tp		28	mm
Tegangan tarik, fy	=	245	MPa
Tegangan putus, fu	=	400	MPa
Baut			
Material baut	=	A490	
Diameter baut, d	=	27	mm

Diameter lubang baut, $dh$	=	30	mm
Kuat tarik baut, $f_{nt}$	=	780	MPa
Kuat geser baut, $f_{nv}$	=	579	MPa
Las			
Material las	=	E70XX	
Tegangan tarik, $f_y$	=	490	MPa
Tegangan putus, $f_u$	=	520	MPa

### 5.3.3.2 Analisa Gaya Dalam pada Sambungan

Gaya dalam didapatkan dari ETABS sebagai berikut :

Gaya tekan maksimum ( $P_u$ )	=	2376935.8	N
Gaya tarik minimum ( $N_u$ )	=	2071242.9	N
Gaya geser maksimum ( $V_u$ )	=	2717.2	N

### 5.3.3.3 Sambungan Breising – Stem Plate

1. Kuat leleh tarik stem plate

Dari Spesifikasi AISC bagian J4, kuat nominal untuk leleh tarik pada stem plate yaitu :

$$\phi R_n = \phi \cdot f_y \cdot A_g$$

Dimana,

$$A_g = W \cdot t_p = 510 \cdot 28 = 14280 \text{ mm}^2$$

Kuat tarik nominal,

$$\phi R_n = \phi \cdot f_y \cdot A_g = 0.9 \cdot 245 \cdot 14280 = 3148740 \text{ N}$$

$$\text{Kontrol : } \phi R_n > R_u$$

$$3148740 > 2376935.8 \text{ (OK)}$$

2. Kuat fraktur tarik stemplate

Dari Spesifikasi AISC bagian J4, kuat nominal tarik untuk fraktur pada stem plate yaitu

$$\phi R_n = \phi \cdot f_u \cdot A_e$$

Dimana luasan efektif pada elemen tarik dijelaskan di Spesifikasi AISC bagian D3.3 seperti di bawah ini :

Direncanakan slot bersih 2 mm

Luas netto,  $A_n$

$$A_n = A_g - 2(dh + 2)t_p$$

$$An = 14280 - 2(30 + 2)28$$

$$An = 12488 \text{ mm}^2$$

Faktor shearlag, U

$$U = 0.6815$$

Luas efektif, Ae

$$Ae = 0.85 \cdot Ag = 0.85 \cdot 14280 = 12138 \text{ mm}^2$$

$$Ae = An \cdot U = 12488 \cdot 0.6815 = 8510.93 \text{ mm}^2$$

$$\text{Digunakan } Ae = 8510.93 \text{ mm}^2$$

Sehingga, kuat tarik yang tersedia untuk ruptur tarik pada area bersih adalah sebagai berikut :

$$\phi Rn = \phi \cdot fu \cdot Ae = 0.75 \cdot 400 \cdot 8510.93 = 2553278.98 \text{ N}$$

Kontrol :

$$\phi Rn > Ru$$

$$2553278.98 > 2376935.8 \text{ (OK)}$$

3. Kuat geser baut

$$Ru = 1340126.9 \text{ N}$$

$$\phi Rn = \phi \cdot Fnv \cdot Ab \cdot n$$

$$\phi Rn = 0.75 \cdot 579 \cdot 572.27 \cdot n$$

$$\phi Rn = 248506.08n$$

Maka, didapatkan baut dengan  $n = 9.57 \approx 10$  buah

4. Kuat tumpu baut

Dari AISC 360-16 pasal J3.10(a)(i), kuat tumpu nominal baut di lubang standart ketika deformasi

$$Rn = 1.2 \cdot Lc \cdot t \cdot Fu \leq 2.4 \cdot d \cdot t \cdot Fu$$

Dimana,

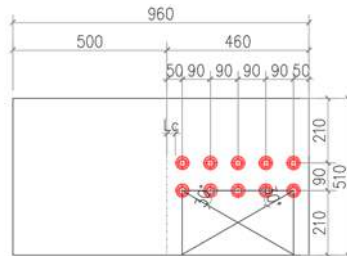
$$t = tp = 28 \text{ mm}$$

$$fu = fup = 400 \text{ MPa}$$

Untuk baut pinggir (baut a)

- Jarak antara baut pinggir =  $1.5Dh = 45 \approx 50 \text{ mm}$
- Jarak bersih searah gaya, dihitung dari tepi lubang ke tepi pelat terluar (untuk baut pinggir)





Gambar 5.7 Jarak tepi lubang ke tepi pelat terluar (untuk baut pinggir),  $L_c$

$L_c$  = jarak antar baut terakhir –  $0.5 D_h$

$$= 50 - 15$$

$$= 35 \text{ mm}$$

$$R_{na} = 1.2 \cdot L_c \cdot t \cdot F_u \leq 2.4 \cdot d \cdot t \cdot F_u$$

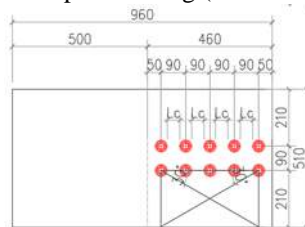
$$R_{na} = (1.2) \cdot (35) \cdot 28.400 \leq 2.4 \cdot 27 \cdot 28.400$$

$$R_{na} = 470400 \leq 725760$$

Maka digunakan  $R_{na} = 470400 \text{ N}$

Untuk baut dalam (baut b)

- Jarak antar baut =  $3 D_h = 90 \approx 90 \text{ mm}$
- Jarak bersih antar tepi ke lubang (untuk baut dalam)



Gambar 5.8 Jarak bersih antar tepi ke lubang (untuk baut dalam)

- $L_c$  = jarak antar baut –  $D_h$

$$= 90 - 30$$

$$= 60 \text{ mm}$$

$$R_{nb} = 1.2 \cdot L_c \cdot t \cdot F_u \leq 2.4 \cdot d \cdot t \cdot F_u$$

$$R_{nb} = (1.2) \cdot 60 \cdot 28.400 \leq 2.4 \cdot 27 \cdot 28.400$$

$$R_{nb} = 806400 > 752760$$

Maka digunakan  $R_{nb} = 752760 \text{ N}$

Untuk 4 baut

$$R_{nb} = 2903040 \text{ N}$$

Maka,

$$\phi R_n = 0.75 (R_{na} + R_{nb}) = 0.75 (3373440) = 2530080 \text{ N}$$

Kontrol :

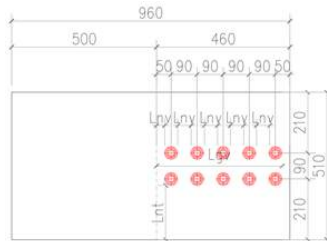
$$\phi R_n > R_u$$

$$2530080 > 2376935.8 \text{ (OK)}$$

5. Kuat geser blok pada plat sambungan

Dari AISC 360-16 pasal J4.3, kuat nominal dari plat sambungan berdasarkan limit state geser blok :

$$R_n = 0.6 \cdot f_u \cdot A_{nv} + U_{bs} \cdot f_u \cdot A_{nt} \leq 0.6 \cdot f_y \cdot A_{gv} + U_{bs} \cdot f_u \cdot A_{nt}$$



- $A_{gv}$ , luas utuh (tanpa lubang) potongan yang mengalami gaya geser

$$A_{gv} = L_{gv} \cdot t_p = 300.28 = 9800 \text{ mm}^2$$

- $A_{nv}$ , luas netto (dengan lubang) potongan yang mengalami gaya geser

$$A_{nv} = A_{gv} - L_{nv} \cdot t_p = 9800 - (215 \cdot 28) = 3780 \text{ mm}^2$$

- $A_{nt}$ , luas netto (dengan lubang) potongan yang mengalami gaya tarik

$$A_{nt} = L_{nt} \cdot t_p = 195 \cdot 28 = 5460 \text{ mm}^2$$

- $U_{bs}$ , faktor shearlag,

$$U = 1, \text{ karena tekanannya seragam}$$

Maka,

$$R_n = 0.6 \cdot f_u \cdot A_{nv} + U_{bs} \cdot f_u \cdot A_{nt} \leq 0.6 \cdot f_y \cdot A_{gv} + U_{bs} \cdot f_u \cdot A_{nt}$$

$$R_n = 3091200 \leq 3624600$$

$R_n$  yang digunakan untuk kekuatan satu deret,  $R_n = 3091200 \text{ N}$

Total  $R_n$

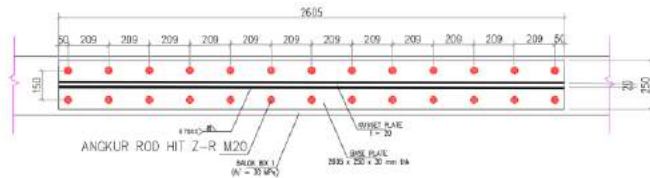
$$\phi R_n = 0.75 \cdot 2 \cdot 3091200 = 6955200 \text{ N}$$

Kontrol :

$$\phi R_n > R_u$$

$$6955200 > 2376935.8 \text{ (OK)}$$

### 5.3.3.4 Stemplate - baseplate



Gambar 5.9 Detail Stemplate – Baseplate

Bedasarkan AISC 360-16 persamaan J2-3, kuat las nominal ditentukan sebagai berikut :

$$\phi Rn = \phi . Fw . Aw$$

Karena gaya tidak berada pada bidang pengelompokan las, persamaan J2-5 pada Spesifikasi AISC tidak berlaku.

Dari Spesifikasi AISC tabel J2.5, kekuatan nominal las di setiap luasan adalah sebagai berikut :

$$Fw = 0.6 . F_{EXX} = 0.6 . 490 = 294 \text{ MPa}$$

Oleh karena itu, digunakan panjang las efektif sepanjang keliling PSB

$$l = n . L = 4.500 = 2000 \text{ mm}$$

Direncanakan tebal las kepala plat ke PSB  $w = 8 \text{ mm}$

$$Aw = l \frac{w}{\sqrt{2}} = 2000 \frac{8}{\sqrt{2}} = 11314 \text{ mm}^2$$

Maka,

$$\phi Rn = \phi . Fw . Aw = 0.75 . 294 . 11314 = 2494672.724 \text{ N}$$

Kontrol :

$$\phi Rn > Ru$$

$$2494672.724 > 2376935.8 \text{ (OK)}$$

### 5.3.3.5 Baseplate – anchor

#### 1. Data material

Breising		
Profil breising	=	PSB
Diameter	=	355.6 mm
Tebal, t	=	12.7 mm
Luas penampang, Ag	=	13680 mm <sup>2</sup>

Material profil baja	=	JIS G3444	
Tegangan tarik, $f_y$	=	245	MPa
Tegangan putus, $f_u$	=	400	MPa
Baseplate			
Dimensi baseplate	=	250 x 2605	mm
Tegangan tarik, $f_y$	=	245	MPa
Tegangan putus, $f_u$	=	400	MPa
Angkur			
Material baut angkur	=	M20	
Diameter baut angkur, $d$	=	20	mm
Panjang angkur	=	215	mm
Kedalaman angkur, $h_{ef}$	=	250	mm
Diameter lubang baut, $d_h$	=	23	mm
Tegangan tarik, $f_y$	=	519	MPa
Tegangan putus, $f_u$	=	650	MPa
Banyak angkur	=	26	
$f_c'$ balok	=	30	

## 2. Analisa gaya dalam untuk baseplate dan angkur

- Gaya tarik
  - Tarik =  $P_u \cdot \sin \alpha = 2376935.8 \cdot \sin 37 = 1529648.83 \text{ N}$
  - Tekan =  $P_u \cdot \cos \alpha = 2071242.9 \cdot \cos 37 = 1332923.79 \text{ N}$
  - Gaya tarik yang digunakan,  $N_u = 1529648.83 \text{ N}$
- Gaya geser
  - Tarik =  $P_u \cdot \sin \alpha = 2376935.8 \cdot \cos 37 = 2299092.551 \text{ N}$
  - Tekan =  $P_u \cdot \cos \alpha = 2071242.91 \cdot \sin 37 = 2003410.913 \text{ N}$
  - Gaya geser yang digunakan,  $V_u = 2299092.551 \text{ N}$

## 3. Perencanaan tebal baseplate

- Kuat tumpu beton
  - $f_{p_{max}} = \phi_c \cdot 0.85 \cdot f_c' = 0.65 \cdot 0.85 \cdot 30 = 16.57 \text{ MPa}$
  - Tekan konsentris
  - $f_p = \frac{P_u}{B \times N} \leq f_{p_{max}}$
  - $= \frac{1529648.83}{250 \times 2605} \leq 16.57$
  - $= 2.35 \leq 16.57 \text{ (OK)}$

- Penentuan tebal plat landasan  
 $M_{pl} = 0.5 \cdot f_p \cdot l^2$   
 Dimana nilai  $l$  dipilih yang terkecil dari :  
 $m = \frac{N - 0.95d}{2} = 65.13 \text{ mm}$   
 $n = \frac{B - 0.8bf}{2} = 113.8 \text{ mm}$   
 $\lambda n' = 0.25 \cdot \lambda \cdot \sqrt{d \cdot bf} = 67.52 \text{ mm}$   
 Maka digunakan nilai  $l = 113.8 \text{ mm}$   
 $M_{pl} = 0.5 \cdot 2.35 \cdot 113.8^2 = 15208.92542 \text{ N}$
- Tebal plat landasan  
 $tp \geq \sqrt{\frac{4 \cdot M_{pl}}{\phi f_y}} = 16.61 \text{ mm} \approx 18 \text{ mm}$   
 Digunakan tebal plat = 18 mm

#### 4. Perencanaan baut angkur

- Kuat baut angkur terhadap tarik  
 $A_{se,N} = 314 \text{ mm}^2$   
 $\phi N_s a = \phi \cdot A_{se,N} \cdot f_{uta} \cdot n$   
 $= 0.65 \cdot 314 \cdot 650 \cdot 26$   
 $= 3449290 \text{ N}$   
 Kontrol :  $\phi N_s a > N_{ua}$   
 $3449290 \text{ N} > 465228 \text{ N (OK)}$
- Kuat jebol beton terhadap tarik  
 Jarak tepi beton ke tengah baut pinggir  
 $c_{a1} = 75 \text{ mm} < 375 \text{ mm}$   
 $c_{a2} = 136.5 \text{ mm} < 375 \text{ mm}$   
  
 Jarak antar baut  
 $s_1 = 150 \text{ mm} < 750 \text{ mm}$   
 $s_2 = 208.6 \text{ mm} < 750 \text{ mm}$

Luas proyeksi kerusakan beton pada baut angkur untuk kuat tarik

$$Anc = (c_{a1} + s_1 + 1.5h_{ef})x(c_{a2} + s_2 + 1.5h_{ef}) = 174098.4 \text{ mm}^2$$

Luas proyeksi maksimum kerusakan angkur tunggal

$$Anco = 9 \cdot h_{ef}^2 = 74529 \text{ mm}^2$$

Maka,  $\frac{Anc}{Anco} = 2.34$

Faktor modifikasi untuk memperhitungkan pengaruh baut angkur di pinggir,  $\Psi_{ed,N}$

Karena  $c_{amin} < 1.5h_{ef}$ , maka

$$\psi_{ed,N} = 0.7 + 0.3 \frac{c_{amin}}{1.5 h_{ef}} = 0.76$$

Faktor modifikasi kuat tarik

$$\Psi_{c,N} = 1$$

Untuk baut angkur dipasang pasca pancang

$$kc = 7$$

Faktor modifikasi tegangan tarik belak (splitting) saat pemasangan

$$\Psi_{cp,N} = 1$$

Faktor modifikasi material beton ringan

Untuk beton normal

$$\Lambda a = 1$$

Kuat dasar jebol beton angkur tunggal terhadap tarik pada kondidi beton retak

$$\begin{aligned} Nb &= kc \cdot \lambda a \cdot \sqrt{f'c} \cdot h_{ef}^{1.5} \\ &= 7 \cdot 1 \cdot \sqrt{30} \cdot 250^{1.5} \\ &= 33282.87 \text{ N} \end{aligned}$$

Maka kuat jebol beton nominal terhadap tarik dari baut tunggal

$$\phi N_{cb} = \phi \cdot \frac{A_{nc}}{A_{nc0}} \cdot \psi_{ed,N} \cdot \psi_{cp,N} \cdot \psi_{c,N} \cdot N_b = 58311.14 \text{ N}$$

- Kuat cabut angkur dari beton  
Luas tumpu netto dari baut angkur kepala segi enam atau stud  
 $A_{brg} = 314 \text{ mm}^2$

Kuat cabut angkur terhadap tarik

$$\begin{aligned} N_p &= 8 \cdot A_{brg} \cdot f_c' \\ &= 8 \cdot 314 \cdot 30 \\ &= 75360 \text{ N} \end{aligned}$$

Kuat cabut angkur tunggal rencana terhadap gaya tarik

$$\begin{aligned} \phi N_{pn} &= \phi \cdot \Psi_{cp} \cdot N_p \\ &= 0.75 \cdot 1 \cdot 75360 \\ &= 56520 \text{ N} \end{aligned}$$

Kuat cabut angkur kelompok rencana terhadap gaya tarik

$$\begin{aligned} \phi N_{pn} &= 56520 \cdot 26 \\ &= 1469520 \text{ N} \end{aligned}$$

- Rekapitulasi

Tipe sambungan baut angkur	Kuat Baut
Kuat baut angkur terhadap tarik	3449290 N
Kuat jebol beton terhadap tarik	58311 N
Kuat cabut angkur dari beton	1469520 N

- Kuat baut angkur terhadap geser

$$\begin{aligned} A_{se,N} &= 314 \text{ mm}^2 \\ \phi V_{sa} &= \phi \cdot A_{se,N} \cdot f_{uta} \cdot n \\ &= 0.6 \cdot 314 \cdot 650 \cdot 26 \\ &= 1959360 \text{ N} \end{aligned}$$

Kontrol :  $\phi V_{sa} > V_{ua}$   
 $3183960 \text{ N} > 2299092.55 \text{ N (OK)}$

- Kuat jebol beton terhadap tarik  
Jarak tepi beton ke tengah baut pinggir

$$c_{a1} = 75 \text{ mm} < 136.5 \text{ mm}$$

$$c_{a2} = 136.5 \text{ mm} < 136.5 \text{ mm}$$

Jarak antar baut

$$s_1 = 150 \text{ mm} < 750 \text{ mm}$$

$$s_2 = 10 \text{ mm} < 750 \text{ mm}$$

Luas proyeksi kerusakan beton pada baut angkur untuk kuat geser

$$A_{vc} = (2(1.5c_{a1} + s_2)1.5c_{a1}) = 36573.75 \text{ mm}^2$$

Luas proyeksi maksimum kerusakan angkur tunggal

$$A_{vco} = 4 \cdot c_{a1}^2 = 25312.5 \text{ mm}^2$$

$$\text{Maka, } \frac{A_{nc}}{A_{nco}} = 1.45$$

Faktor modifikasi kuat geser baut angkur kelompok dengan beban eksentrisitas,  $\Psi_{ec,v}$

$$\Psi_{ec,v} = 1$$

Faktor modifikasi untuk memperhitungkan pengaruh baut angkur pinggir,  $\Psi_{ed,v}$

$$\Psi_{ed,v} = 1$$

Faktor modifikasi kondisi retak beton pada beban kerja,

$$\Psi_{c,v}$$

Asumsi beton mengalami retak

$$\Psi_{c,v} = 1$$

Faktor modifikasi kuat geser baut angkur,  $\Psi_{h,v}$

$$\Psi_{h,v} = 1$$

Faktor modifikasi material beton ringan

Untuk beton normal

$$\Lambda_a = 1$$



Kuat dasar jebol beton angkur tunggal terhadap tarik pada kondidi beton retak

$$\begin{aligned} Vb &= 0.6 \cdot \left(\frac{Ie}{da}\right)^2 \cdot \sqrt{da} \cdot \lambda a \cdot \sqrt{fc'} \cdot ca^{1.5} \\ &= 0.6 \cdot \left(\frac{160}{20}\right)^2 \cdot \sqrt{20} \cdot 1 \cdot \sqrt{30} \cdot 75^{1.5} \\ &= 610940.2589 \text{ N} \end{aligned}$$

Vb yang digunakan yaitu 610940.2589 N

Maka kuat jebol beton nominal terhadap geser dari baut tunggal

$$\phi Vcb = \phi \cdot \frac{Avc}{Avc0} \cdot \psi_{ec,v} \cdot \psi_{ed,v} \cdot \psi_{c,v} \cdot \psi_{h,v} \cdot Vb = 662055.5939 \text{ N}$$

- Kuat rompal beton terhadap geser

$$N_{cpg} = N_{cbg} = 77748.18 \text{ N}$$

$$\begin{aligned} \phi Vcpg &= \phi \cdot kcpg \cdot Ncpg \\ &= 0.75 \cdot 2 \cdot 77748.18 \\ &= 116622.27 \text{ N} \end{aligned}$$

- Rekapitulasi kuat sambungan angkur terhadap geser

Tipe sambungan baut angkur	Kuat Baut	
Kuat baut angkur terhadap geser	3183960	N
Kuat jebol beton terhadap geser	662056	N
Kuat rompal beton terhadap geser	116622	N

- Interaksi gaya tarik dan geser

Tinjau terhadap kekuatan beton

$$\begin{aligned} \frac{764824}{1469520} + \frac{361461}{662056} &< 1.2 \\ 1.07 &< 1.2 \text{ (OK)} \end{aligned}$$

## 5.4 Preliminary Batang Breising Tipe 2 O.D 267.4 mm dan Sambungannya

### 5.4.1 Preliminary Batang Breising Tipe 2 O.D 267.4 mm

#### 5.4.1.1 Data Existing Breising

Profil baja	=	PSB
Diameter, D	=	267.4 mm
Tebal, t	=	9.3 mm

Luas penampang, $A_g$	=	7541	mm <sup>2</sup>
Material profil baja	=	JIS G3444	
Tegangan leleh, $f_y$	=	245	MPa
Tegangan tarik, $f_u$	=	400	MPa
Modulus elastisitas, $E$	=	200000	MPa
Panjang breising, $L$	=	4831.9	mm
Momen inersia, $I$	=	6290	cm <sup>4</sup>
Radius girasi, $r$	=	250	mm
Modulus penampang, $s$	=	470	cm <sup>3</sup>
Tebal plat buhul, $t_p$	=	20	mm

#### 5.4.1.2 Analisa Struktur Gaya Dalam

Gaya dalam didapatkan dari ETABS

Gaya aksial tekan	=	1340126.9	N
Gaya aksial tarik	=	1198310.1	N
Gaya geser	=	613	N

#### 5.4.1.3 Perhitungan Kapasitas Tarik Penampang

##### 1. Cek kelangsingan batang

Sesuai dengan persyaratan SNI 1729:2015 D.1 untuk rasio kelangsingan :

$$\frac{L}{r} = \frac{4831.9}{91.3} = 52.923 \leq 300$$

##### 2. Kekuatan nominal tarik terfaktor batang

Sesuai dengan persyaratan SNI 1729:2015 D.2, dari leleh tarik penampang bruto dan netto harus diperoleh nilai yang terendah

###### - Bruto

$$\begin{aligned} \phi N_n &= \phi . A_g . f_y \\ &= 0.9 . 7541 . 245 \\ &= 1662790.5 \text{ N} \end{aligned}$$

###### - Netto

$$\begin{aligned} \phi N_n &= \phi . f_u . A_e \\ A_e &= A_n . U \end{aligned}$$

###### ➤ Faktor *shear lag* (U)

Pada SNI 1726:2019 tabel D3.1 dijelaskan bahwa :

$$U = 1, \text{ apabila } l \geq 1.3D$$

$$U = 1 - \frac{\bar{x}}{D}, \text{ apabila } D \leq l \leq 1.3D$$

$\bar{x}$  = eksentrisitas sambungan

$$\bar{x} = \frac{D}{\pi}$$

$l$  = panjang sambungan

Diketahui :

$$1.3D = 347.62 \text{ mm}$$

$$l = D = 267.4 \text{ mm} < 1.3D$$

Maka,

$$\bar{x} = \frac{D}{\pi} = \frac{267.4}{3.14} = 85.16$$

$$U = l - \frac{\bar{x}}{D} = 0.6815$$

- Luas penampang bersih, dikurang lubang ( $A_n$ )  
 $A_n = A_g - 2 \cdot t_p \cdot t = 7169 \text{ mm}^2$
- Luas penampang efektif ( $A_e$ )  
 Pada SNI 1729:2015 D.3 untuk luas penampang efektif bahwa :  
 $A_e = A_n \cdot u = 7169 \cdot 0.6815 = 4885.9 \text{ mm}^2$

Sehingga lelek tarik penampang netto,

$$\phi N_n = \phi \cdot f_u \cdot A_e = 0.9 \cdot 400 \cdot 4885.9 = 1758916.433 \text{ N}$$

Kondisi keruntuhan tarik menentukan

Digunakan :  $\phi N_n = 1662790.5 \text{ N}$

Syarat :

$$\phi N_n \geq N_u$$

$$1662790.5 \geq 1198310.1 \text{ (OK)}$$

#### 5.4.1.4 Perhitungan Kapasitas Tekan Penampang

1. Rasio tebal terhadap lebar

SNI 1729:2015 Tabel B4.1a :

$$\lambda = \frac{D}{t} = \frac{267.4}{9.3} = 28.753$$

Batasan rasio tebal terhadap lebar

$$\lambda_r = 0.11 \frac{E}{f_y} = 0.11 \frac{200000}{245} = 89.796$$

Syarat sesuai SNI 1726:2015 B4.1 bahwa :

$\lambda < \lambda_r$  , penampang nonlansing (ideal)

$\lambda > \lambda_r$  , penampang lansing

Karena  $28.753 < 89.796$ , maka didapatkan penampang non lansing

## 2. Cek kelangsingan batang

Pada SNI 1729:2015 lampiran 7.2.3, untuk sistem rangka terbreis faktor panjang tekuk untuk sendi - sendi,  $K = 1$

Pada SNI 1729:2015 E2, panjang efektif atau kelangsingan batang memiliki syarat sbb :

$$\frac{K.L}{r} = \frac{1.4831.9}{91.3} = 52.923 < 200 \text{ (OK)}$$

## 3. Kuat nominal tekan terfaktor batang

Pasal SNI 1729:2015 E3, untuk kuat nominal tekan sebagai berikut :

$$\phi P_n = \phi \cdot f_{cr} \cdot A_g$$

➤ Tegangan tekuk kritis elastis ( $f_e$ )

$$f_e = \frac{\pi^2 \cdot E}{\left[\frac{K.L}{r}\right]^2} = 704.04$$

➤ Tegangan kritis ( $f_{cr}$ )

Apabila

$$\frac{K.L}{r} \leq 4.71 \sqrt{\frac{E}{F_Y}} \text{ maka, } f_{cr} = \left(0.658 \frac{f_y}{f_c}\right) f_y$$

$$\frac{K.L}{r} > 4.71 \sqrt{\frac{E}{F_Y}} \text{ maka, } f_{cr} = 0.877 \cdot f_e$$

$$4.71 \sqrt{\frac{E}{F_Y}} = 134.57 < \frac{K.L}{r}$$

Maka nilai tegangan kritis :

$$f_{cr} = \left(0.658 \frac{f_y}{f_c}\right) f_y = 211.79 \text{ MPa}$$

Sehingga kuat nominal tekan terfaktor batang :

$$\phi P_n = \phi \cdot f_{cr} \cdot A_g$$

$$\phi P_n = 0.9 \cdot 211.79 \cdot 7541$$

$$\phi P_n = 1437412.211 \text{ N}$$

Syarat :

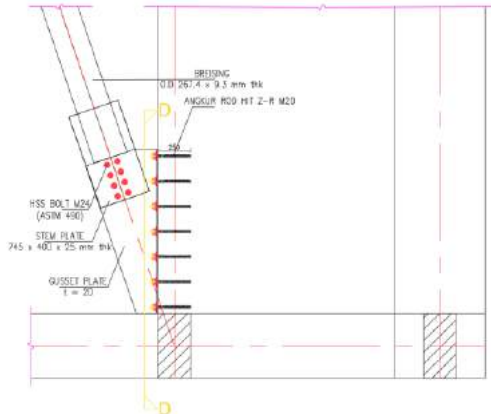
$$\phi P_n \geq P_u$$

$$1437412.211 \geq 1340126.9 \text{ (OK)}$$

### 5.4.2 Perencanaan Sambungan I (Sambungan Sudut)

Perencanaan digunakan untuk menghubungkan breising baja dengan kolom-balok beton. Pada sub-bab ini sambungan yang ditinjau meliputi :

- Breising – stemplate
- Stemplate – baseplate
- Baseplate – angkur



Gambar 5.10 Detail Sambungan Sudut

#### 5.4.2.1 Data Material

Breising	=	PSB
Profil breising	=	267.4 mm
Diameter	=	9.3 mm
Tebal, t	=	7541 mm <sup>2</sup>
Luas penampang, Ag	=	JIS G3444
Material profil baja	=	245 MPa
Tegangan tarik, fy	=	400 MPa
Tegangan putus, fu	=	
Stem plate	=	Pelat baja
Profil sambungan	=	345 x 400 mm
Dimensi stem plate	=	25 mm
Tebal stem plate, tp	=	245 MPa
Tegangan tarik, fy	=	400 MPa
Tegangan putus, fu	=	
Baut	=	

Material baut	=	A490
Diameter baut, d	=	24 mm
Diameter lubang baut, dh	=	27 mm
Kuat tarik baut, fnt	=	780 MPa
Kuat geser baut, fnv	=	579 MPa
Las		
Material las	=	E70XX
Tegangan tarik, fy	=	490 MPa
Tegangan putus, fu	=	520 MPa

#### 5.4.2.2 Analisa Gaya Dalam pada Sambungan

Gaya dalam didapatkan dari ETABS sebagai berikut :

Gaya tekan maksimum (Pu)	=	1340126.9 N
Gaya tarik minimum (Nu)	=	1198310.1 N
Gaya geser maksimum (Vu)	=	613 N

#### 5.4.2.3 Sambungan Breising – Stem Plate

1. Kuat leleh tarik stem plate  
Dari Spesifikasi AISC bagian J4, kuat nominal untuk leleh tarik pada stem palte yaitu :

$$\phi R_n = \phi \cdot f_y \cdot A_g$$

Dimana,

$$A_g = W \cdot t_p = 345 \cdot 25 = 8625 \text{ mm}^2$$

Kuat tarik nominal,

$$\phi R_n = \phi \cdot f_y \cdot A_g = 0.9 \cdot 245 \cdot 8625 = 1901812.5 \text{ N}$$

Kontrol :  $\phi R_n > R_u$

$$1901812.50 > 1340126.9 \text{ (OK)}$$

2. Kuat fraktur tarik stemplate  
Dari Spesifikasi AISC bagian J4, kuat nominal tarik untuk fraktur pada stem plate yaitu

$$\phi R_n = \phi \cdot f_u \cdot A_e$$

Dimana luasan efektif pada elemen tarik dijelaskan di Spesifikasi AISC bagian D3.3 seperti di bawah ini :

Direncanakan slot bersih 2 mm

Luas netto,  $A_n$ 

$$A_n = A_g - 2(dh + 2)tp$$

$$A_n = 8625 - 2(27 + 2)25$$

$$A_n = 7175 \text{ mm}^2$$

Faktor shearlag,  $U$ 

$$U = 0.6815$$

Luas efektif,  $A_e$ 

$$A_e = 0.85 \cdot A_g = 0.85 \cdot 8625 = 7331.3 \text{ mm}^2$$

$$A_e = A_n \cdot U = 7175 \cdot 0.6815 = 4889.97 \text{ mm}^2$$

$$\text{Digunakan } A_e = 4889.97 \text{ mm}^2$$

Sehingga, kuat tarik yang tersedia untuk ruptur tarik pada area bersih adalah sebagai berikut :

$$\phi R_n = \phi \cdot f_u \cdot A_e = 0.75 \cdot 400 \cdot 4889.97 = 1466990.45 \text{ N}$$

Kontrol :

$$\phi R_n > R_u$$

$$1466990.45 > 1340126.9 \text{ (OK)}$$

## 3. Kuat geser baut

$$R_u = 1340126.9 \text{ N}$$

$$\phi R_n = \phi \cdot F_n v \cdot A_b \cdot n$$

$$\phi R_n = 0.75 \cdot 579 \cdot 452.16 \cdot n$$

$$\phi R_n = 196350.48n$$

Maka, didapatkan baut dengan  $n = 6.83 \approx 8$  buah

## 4. Kuat tumpu baut

Dari AISC 360-16 pasal J3.10(a)(i), kuat tumpu nominal baut di lubang standart ketika deformasi

$$R_n = 1.2 \cdot L_c \cdot t \cdot F_u \leq 2.4 \cdot d \cdot t \cdot F_u$$

Dimana,

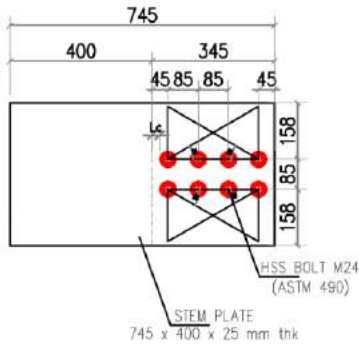
$$t = tp = 25 \text{ mm}$$

$$f_u = f_{up} = 400 \text{ MPa}$$

Untuk baut pinggir (baut a)

$$- \text{ Jarak antara baut pinggir} = 1.5D_h = 40.5 \approx 45 \text{ mm}$$

- Jarak bersih searah gaya, dihitung dari tepi lubang ke tepi pelat terluar (untuk baut pinggir)



Gambar 5.11 Jarak tepi lubang ke tepi pelat terluar (untuk baut pinggir),  $L_c$

$$L_c = \text{jarak antar baut terakhir} - 0.5 D_h$$

$$= 45 - 13.5$$

$$= 31.5 \text{ mm}$$

$$R_{na} = 1.2 \cdot L_c \cdot t \cdot F_u \leq 2.4 \cdot d \cdot t \cdot F_u$$

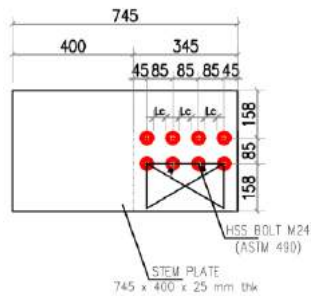
$$R_{na} = (1.2) \cdot (31.5) \cdot 25 \cdot 400 \leq 2.4 \cdot 24 \cdot 25 \cdot 400$$

$$R_{na} = 378000 \leq 576000$$

Maka digunakan  $R_{na} = 378000 \text{ N}$

Untuk baut dalam (baut b)

- Jarak antar baut =  $3 D_h = 81 \approx 85 \text{ mm}$
- Jarak bersih antar tepi ke lubang (untuk baut dalam)



Gambar 5.12 Jarak bersih antar tepi ke lubang (untuk baut dalam)



4.  $L_c = \text{jarak antar baut} - D_h = 85 - 27 = 58 \text{ mm}$   
 $R_{nb} = 1.2 \cdot L_c \cdot t \cdot F_u \leq 2.4 \cdot d \cdot t \cdot F_u$   
 $R_{nb} = (1.2) \cdot 58 \cdot 25 \cdot 400 \leq 2.4 \cdot 24 \cdot 25 \cdot 400$   
 $R_{nb} = 696000 \leq 576000$   
 Maka digunakan  $R_{nb} = 576000 \text{ N}$   
 Untuk 3 baut  
 $R_{nb} = 1728000 \text{ N}$

Maka,

$$\phi R_n = 0.75 (R_{na} + R_{nb})$$

$$= 0.75 (2106000) = 1579500 \text{ N}$$

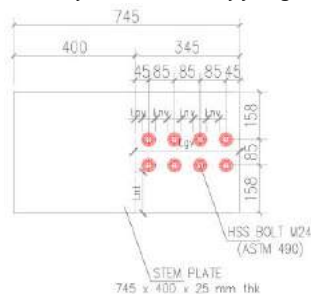
Kontrol :

$$\phi R_n > R_u$$

$$1579500 > 1340126.9 \text{ (OK)}$$

5. Kuat geser blok pada plat sambungan  
 Dari AISC 360-16 pasal J4.3, kuat nominal dari plat sambungan berdasarkan limit state geser blok :

$$R_n = 0.6 \cdot f_u \cdot A_{nv} + U_{bs} \cdot f_u \cdot A_{nt} \leq 0.6 \cdot f_y \cdot A_{gv} + U_{bs} \cdot f_u \cdot A_{nt}$$



- $A_{gv}$ , luas utuh (tanpa lubang) potongan yang mengalami gaya geser  
 $A_{gv} = L_{gv} \cdot t_p = 300 \cdot 25 = 7500 \text{ mm}^2$
- $A_{nv}$ , luas netto (dengan lubang) potongan yang mengalami gaya geser  
 $A_{nv} = A_{gv} - L_{nv} \cdot t_p$   
 $= 7500 - (205.5 \cdot 25)$   
 $= 2362.5 \text{ mm}^2$

- Ant, luas netto (dengan lubang) potongan yang mengalami gaya tarik  
 $Ant = Lnt \cdot tp = 144.5 \cdot 25 = 3612.5 \text{ mm}^2$
- Ubs, faktor shearlag,  
 $U = 1$ , karena tekanannya seragam

Maka,

$$Rn = 0.6 \cdot fu \cdot Anv + Ubs \cdot fu \cdot Ant \leq$$

$$0.6 \cdot fy \cdot Agv + Ubs \cdot fu \cdot Ant$$

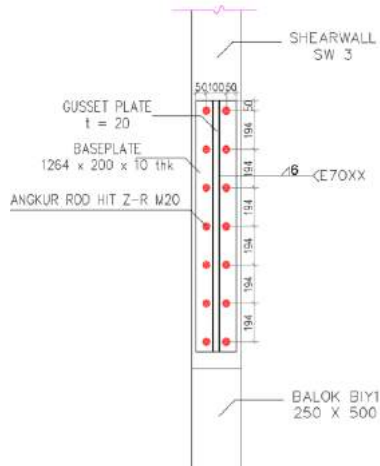
$$Rn = 201200 \leq 2547500$$

$Rn$  yang digunakan untuk kekuatan satu deret,  $Rn = 2012000 \text{ N}$

Total  $Rn$

$$\phi Rn = 0.75 \cdot 2 \cdot 2012000 = 3018000 \text{ N}$$

#### 5.4.2.4 Stemplate - baseplate



Gambar 5.13 Detail Baseplate - Stemplate

Bedasarkan AISC 360-16 persamaan J2-3, kuat las nominal ditentukan sebagai berikut :

$$\phi Rn = \phi \cdot Fw \cdot Aw$$

Karena gaya tidak berada pada bidang pengelompokan las, persamaan J2-5 pada Spesifikasi AISC tidak berlaku.

Dari Spesifikasi AISC tabel J2.5, kekuatan nominal las di setiap luasan adalah sebagai berikut :

$$F_w = 0.6 \cdot F_{EXX} = 0.6 \cdot 490 = 294 \text{ MPa}$$

Oleh karena itu, digunakan panjang las efektif sepanjang keliling PSB

$$l = n \cdot L = 4 \cdot 400 = 1600 \text{ mm}$$

Direncanakan tebal las kepala plat ke PSB  $w = 6 \text{ mm}$

$$A_w = l \frac{w}{\sqrt{2}} = 1600 \frac{6}{\sqrt{2}} = 6788.2 \text{ mm}^2$$

Maka,

$$\phi R_n = \phi \cdot F_w \cdot A_w = 0.75 \cdot 294 \cdot 6788.2 = 1995738.18 \text{ N}$$

Kontrol :  $\phi R_n > R_u$   
 $1995738.18 > 1340126.9 \text{ (OK)}$

#### 5.4.2.5 Baseplate – angkur

##### 1. Data material

Breising		
Profil breising	=	PSB
Diameter	=	267.4 mm
Tebal, t	=	9.3 mm
Luas penampang, Ag	=	7541 mm <sup>2</sup>
Material profil baja	=	JIS G3444
Tegangan tarik, fy	=	240 MPa
Tegangan putus, fu	=	400 MPa
Baseplate		
Dimensi baseplate	=	200 x 1265 mm
Tegangan tarik, fy	=	245 MPa
Tegangan putus, fu	=	400 MPa
Angkur		
Material baut angkur	=	M20
Diameter baut angkur, d	=	20 mm
Panjang angkur	=	215 mm
Kedalaman angkur, hef	=	250 mm
Diameter lubang baut, dh	=	23 mm
Tegangan tarik, fy	=	519 MPa
Tegangan putus, fu	=	650 MPa

Banyak angkur	=	14
fc' kolom	=	35

## 2. Analisa gaya dalam untuk baseplate dan angkur

### 1. Gaya tarik

$$\text{Tarik} = P_u \cdot \sin\alpha = 1340126.9 \cdot \sin 72 = 340155.52 \text{ N}$$

$$\text{Tekan} = P_u \cdot \sin\alpha = 1198310.1 \cdot \sin 72 = 304159.10 \text{ N}$$

Gaya tarik yang digunakan,  $N_u = 340155.52 \text{ N}$

### 2. Gaya geser

$$\text{Tarik} = P_u \cdot \sin\alpha = 1340126.9 \cdot \cos 72 = 1096238.52 \text{ N}$$

$$\text{Tekan} = P_u \cdot \sin\alpha = 1198310.1 \cdot \cos 72 = 1169066.15 \text{ N}$$

Gaya geser yang digunakan,  $V_u = 1169066.15 \text{ N}$

## 3. Perencanaan tebal baseplate

### 1. Kuat tumpu beton

$$f_{p_{max}} = \phi_c \cdot 0.85 \cdot f_c' = 0.65 \cdot 0.85 \cdot 35 = 19.34 \text{ MPa}$$

Tekan konsentris

$$\begin{aligned} f_p &= \frac{P_u}{B \times N} \leq f_{p_{max}} \\ &= \frac{340155.52}{200 \times 1265} \leq 19.34 \\ &= 1.344 \leq 19.34 \text{ (OK)} \end{aligned}$$

### 2. Penentuan tebal plat landasan

$$M_{pl} = 0.5 \cdot f_p \cdot l^2$$

Dimana nilai l dipilih yang terkecil dari :

$$m = \frac{N - 0.95d}{2} = 31.63 \text{ mm}$$

$$n = \frac{B - 0.8bf}{2} = 90 \text{ mm}$$

$$\lambda n' = 0.25 \cdot \lambda \cdot \sqrt{d \cdot bf} = 44.46 \text{ mm}$$

Maka digunakan nilai  $l = 90 \text{ mm}$

$$M_{pl} = 0.5 \cdot 1.344 \cdot 90^2 = 5445.17 \text{ N}$$

### 3. Tebal plat landasan

$$t_p \geq \sqrt{\frac{4 \cdot M_{pl}}{\phi_f y}} = 9.94 \text{ mm} \approx 12 \text{ mm}$$

Digunakan tebal plat = 12 mm

## 4. Perencanaan baut angkur

1. Kuat baut angkur terhadap tarik

$$A_{se,N} = 314 \text{ mm}^2$$

$$\begin{aligned} \emptyset Nsa &= \emptyset \cdot A_{se,N} \cdot f_{uta} \cdot n \\ &= 0.65 \cdot 314 \cdot 650 \cdot 14 \\ &= 1857310 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kontrol : } \emptyset Nsa &> N_{ua} \\ 1857310 \text{ N} &> 44592.32 \text{ N (OK)} \end{aligned}$$

2. Kuat jebol beton terhadap tarik

Jarak tepi beton ke tengah baut pinggir

$$c_{a1} = 75 \text{ mm}$$

$$c_{a2} = 375 \text{ mm}$$

Jarak antar baut

$$s_1 = 100 \text{ mm} < 750 \text{ mm}$$

$$s_2 = 194 \text{ mm} < 750 \text{ mm}$$

Luas proyeksi kerusakan beton pada baut angkur untuk kuat tarik

$$\begin{aligned} Anc &= (c_{a1} + s_1 + 1.5h_{ef})x(c_{a2} + s_2 + 1.5h_{ef}) = \\ &= 519255 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Luas proyeksi maksimum kerusakan angkur tunggal

$$Anco = 9 \cdot h_{ef}^2 = 562500 \text{ mm}^2$$

$$\text{Maka, } \frac{Anc}{Anco} = 0.9231$$

Faktor modifikasi untuk memperhitungkan pengaruh baut angkur di pinggir,  $\Psi_{ed,N}$

Karena  $c_{amin} < 1.5h_{ef}$ , maka

$$\psi_{ed,N} = 0.7 + 0.3 \frac{c_{amin}}{1.5 h_{ef}} = 0.76$$

Faktor modifikasi kuat tarik

$$\Psi_{c,N} = 1$$

Untuk baut angkur dipasang pasca pancang

$$k_c = 7$$

Faktor modifikasi tegangan tarik belak (splitting) saat pemasangan

$$\Psi_{cp,N} = 1$$

Faktor modifikasi material beton ringan

Untuk beton normal

$$\Lambda_a = 1$$

Kuat dasar jebol beton angkur tunggal terhadap tarik pada kondisi beton retak

$$\begin{aligned} Nb &= k_c \cdot \lambda_a \cdot \sqrt{f_c'} \cdot h_{ef}^{1.5} \\ &= 7 \cdot 1 \cdot \sqrt{35} \cdot 3952.8^{1.5} \\ &= 163697.51 \text{ N} \end{aligned}$$

Maka kuat jebol beton nominal terhadap tarik dari baut tunggal

$$\phi N_{cb} = \phi \cdot \frac{A_{nc}}{A_{nc0}} \cdot \psi_{ed,N} \cdot \psi_{cp,N} \cdot \psi_{c,N} \cdot Nb = 1205877 \text{ N}$$

### 3. Kuat cabut angkur dari beton

Luas tumpu netto dari baut angkur kepala segi enam atau stud

$$A_{brg} = 314 \text{ mm}^2$$

Kuat cabut angkur terhadap tarik

$$\begin{aligned} N_p &= 8 \cdot A_{brg} \cdot f_c' \\ &= 8 \cdot 314 \cdot 35 \\ &= 87920 \text{ N} \end{aligned}$$

Kuat cabut angkur tunggal rencana terhadap gaya tarik

$$\begin{aligned} \phi N_{pn} &= \phi \cdot \Psi_{cp} \cdot N_p \\ &= 0.75 \cdot 1 \cdot 87920 \\ &= 65940 \end{aligned}$$

Kuat cabut angkur kelompok rencana terhadap gaya tarik

$$\begin{aligned}\phi N_{pn} &= 65940 \cdot 14 \\ &= 923160 \text{ N}\end{aligned}$$

#### 4. Rekapitulasi

Tipe sambungan baut angkur	Kuat Baut	
Kuat baut angkur terhadap tarik	1857310	N
Kuat jebol beton terhadap tarik	1205877	N
Kuat cabut angkur dari beton	923160	N

#### 5. Kuat baut angkur terhadap geser

$$\begin{aligned}A_{se,N} &= 314 \text{ mm}^2 \\ \phi V_{sa} &= \phi \cdot A_{se,N} \cdot f_{uta} \cdot n \\ &= 0.6 \cdot 314 \cdot 650 \cdot 14 \\ &= 1714440 \text{ N}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Kontrol : } \phi V_{sa} &> V_{ua} \\ 1714440 \text{ N} &> 175682.5 \text{ N (OK)}\end{aligned}$$

#### 6. Kuat jebol beton terhadap tarik

Jarak tepi beton ke tengah baut pinggir

$$c_{a1} = 75 \text{ mm}$$

$$c_{a2} = 375 \text{ mm}$$

Jarak antar baut

$$s_1 = 100 \text{ mm} < 750 \text{ mm}$$

$$s_2 = 194 \text{ mm} < 750 \text{ mm}$$

Luas proyeksi kerusakan beton pada baut angkur untuk kuat geser

$$A_{vc} = (2(1.5c_{a1} + s_2)1.5c_{a1}) = 47148.75 \text{ mm}^2$$

Luas proyeksi maksimum kerusakan angkur tunggal

$$A_{vco} = 4 \cdot c_{a1}^2 = 25313 \text{ mm}^2$$

$$\text{Maka, } \frac{A_{nc}}{A_{nco}} = 1.86$$

Faktor modifikasi kuat geser baut angkur kelompok dengan beban eksentrisitas,  $\Psi_{ec,v}$

$$\Psi_{ec,v} = 1$$

Faktor modifikasi untuk memperhitungkan pengaruh baut angkur pinggir,  $\Psi_{ed,v}$

$$\Psi_{ed,v} = 1$$

Faktor modifikasi kondisi retak beton pada beban kerja,

$$\Psi_{c,v}$$

Asumsi beton mengalami retak

$$\Psi_{c,v} = 1$$

Faktor modifikasi kuat geser baut angkur,  $\Psi_{h,v}$

$$\Psi_{h,v} = 1$$

Faktor modifikasi material beton ringan

Untuk beton normal

$$\Lambda_a = 1$$

Kuat dasar jebol beton angkur tunggal terhadap tarik pada kondisi beton retak

$$\begin{aligned} Vb &= 0.6 \cdot \left(\frac{Ie}{da}\right)^2 \cdot \sqrt{da} \cdot \lambda a \cdot \sqrt{fc'} \cdot ca^{1.5} \\ &= 0.6 \cdot \left(\frac{160}{20}\right)^2 \cdot \sqrt{20} \cdot 1 \cdot \sqrt{35} \cdot 7.5^{1.5} \\ &= 659890.9 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Vb &= 3.7 \cdot \lambda a \cdot \sqrt{fc'} \cdot ca^{1.5} \\ &= 3.7 \cdot 1 \cdot \sqrt{35} \cdot 7.5^{1.5} \\ &= 30740.85 \text{ N} \end{aligned}$$

Vb yang digunakan yaitu 30740.85 N

Maka kuat jebol beton nominal terhadap geser dari baut tunggal

$$\phi Vcb = \phi \cdot \frac{Avc}{Avc0} \cdot \psi_{ec,v} \cdot \psi_{ed,v} \cdot \psi_{c,v} \cdot \psi_{h,v} \cdot Vb = 601229.6 \text{ N}$$

## 7. Kuat rompal beton terhadap geser



$$N_{cpg} = N_{cbg} = 1607836.43 \text{ N}$$

$$\begin{aligned} \phi V_{cpg} &= \phi \cdot k_{cpg} \cdot N_{cpg} \\ &= 0.75 \cdot 2 \cdot 1607836.43 \\ &= 2411754.64 \text{ N} \end{aligned}$$

#### 8. Rekapitulasi kuat sambungan angkur terhadap geser

Tipe sambungan baut angkur	Kuat Baut	
Kuat baut angkur terhadap geser	1714440	N
Kuat jebol beton terhadap geser	601230	N
Kuat rompal beton terhadap geser	2411755	N

#### 9. Interaksi gaya tarik dan geser

Tinjau terhadap kekuatan beton

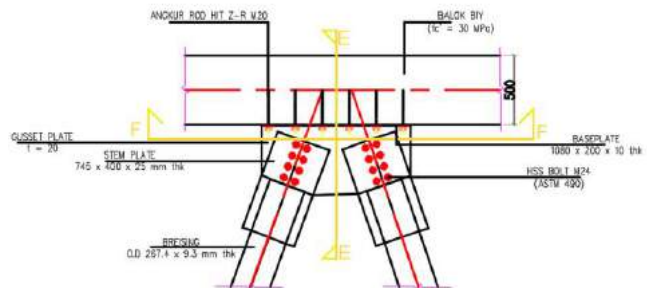
$$\frac{44592}{923160} + \frac{175683}{601230} < 1.2$$

$$0.34 < 1.2 \text{ (OK)}$$

### 5.4.3 Perencanaan Sambungan II (Sambungan *Chevron*)

Perencanaan digunakan untuk menghubungkan breising baja dengan balok beton. Pada sub-bab ini sambungan yang ditinjau meliputi:

1. Breising – stemplate
2. Stemplate – baseplate
3. Baseplate – angkur



Gambar 5.14 Detail Sambungan Chevron

### 5.4.3.1 Data Material

Breising			
Profil breising	=	PSB	
Diameter	=	267.4	mm
Tebal, t	=	9.3	mm
Luas penampang, $A_g$	=	7541	mm <sup>2</sup>
Material profil baja	=	JIS G3444	
Tegangan tarik, $f_y$	=	245	MPa
Tegangan putus, $f_u$	=	400	MPa
Stem plate			
Profil sambungan	=	Pelat baja	
Dimensi stem plate	=	200 x 400	mm
Tebal stem plate, t		25	mm
Tegangan tarik, $f_y$	=	245	MPa
Tegangan putus, $f_u$	=	400	MPa
Baut			
Material baut	=	A490	
Diameter baut, d	=	24	mm
Diameter lubang baut, dh	=	27	mm
Kuat tarik baut, $f_{nt}$	=	780	MPa
Kuat geser baut, $f_{nv}$	=	579	MPa
Las			
Material las	=	E70XX	
Tegangan tarik, $f_y$	=	490	MPa
Tegangan putus, $f_u$	=	520	MPa

### 5.4.3.2 Analisa Gaya Dalam pada Sambungan

Gaya dalam didapatkan dari ETABS sebagai berikut :

Gaya tekan maksimum ( $P_u$ ) = 1340126.9 N

Gaya tarik minimum ( $N_u$ ) = 1198310.1 N

Gaya geser maksimum ( $V_u$ ) = 613 N

### 5.4.3.3 Sambungan Breising – Stem Plate

1. Kuat leleh tarik stem plate

Dari Spesifikasi AISC bagian J4, kuat nominal untuk leleh tarik pada stem plate yaitu :

$$\phi R_n = \phi \cdot f_y \cdot A_g$$

Dimana,

$$Ag = W \cdot tp = 345 \cdot 25 = 8625 \text{ mm}^2$$

Kuat tarik nominal,

$$\phi Rn = \phi \cdot fy \cdot Ag = 0.9 \cdot 245 \cdot 8625 = 1901812.5 \text{ N}$$

$$\text{Kontrol : } \phi Rn > Ru$$

$$1901812.50 > 1340126.9 \text{ (OK)}$$

2. Kuat fraktur tarik breising

Dari Spesifikasi AISC bagian J4, kuat nominal tarik untuk fraktur pada stem plate yaitu

$$\phi Rn = \phi \cdot fu \cdot Ae$$

Dimana luasan efektif pada elemen tarik dijelaskan di Spesifikasi AISC bagian D3.3 seperti di bawah ini :

Direncanakan slot bersih 2 mm

Luas netto, An

$$An = Ag - 2(dh + 2)tp$$

$$An = 8625 - 2(27 + 2)25$$

$$An = 7175 \text{ mm}^2$$

Faktor shearlag, U

$$U = 0.6815$$

Luas efektif, Ae

$$Ae = 0.85 \cdot Ag = 0.85 \cdot 8625 = 7331.3 \text{ mm}^2$$

$$Ae = An \cdot U = 7175 \cdot 0.6815 = 4889.97 \text{ mm}^2$$

$$\text{Digunakan } Ae = 4889.97 \text{ mm}^2$$

Sehingga, kuat tarik yang tersedia untuk ruptur tarik pada area bersih adalah sebagai berikut :

$$\phi Rn = \phi \cdot fu \cdot Ae = 0.75 \cdot 400 \cdot 4889.97 = 1466990.45 \text{ N}$$

$$\text{Kontrol : } \phi Rn > Ru$$

$$1466990.45 > 1340126.9 \text{ (OK)}$$

3. Kuat geser baut

$$Ru = 1340126.9 \text{ N}$$

$$\phi Rn = \phi \cdot Fnv \cdot Ab \cdot n$$

$$\phi Rn = 0.75 \cdot 579 \cdot 452.16 \cdot n$$

$$\phi Rn = 196350.48n$$

Maka, didapatkan baut dengan  $n = 6.83 \approx 8$  buah

4. Kuat tumpu baut

Dari AISC 360-16 pasal J3.10(a)(i), kuat tumpu nominal baut di lubang standart ketika deformasi

$$Rn = 1.2 \cdot Lc \cdot t \cdot Fu \leq 2.4 \cdot d \cdot t \cdot Fu$$

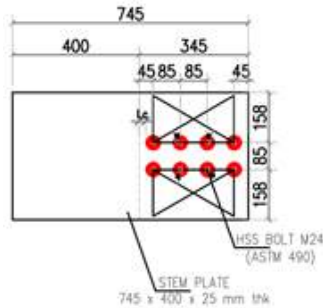
Dimana,

$$t = tp = 25 \text{ mm}$$

$$fu = fup = 400 \text{ MPa}$$

Untuk baut pinggir (baut a)

- Jarak antara baut pinggir =  $1.5Dh = 40.5 \approx 45$  mm
- Jarak bersih searah gaya, dihitung dari tepi lubang ke tepi pelat terluar (untuk baut pinggir),  $Lc$



Gambar 5.15 Jarak tepi lubang ke tepi pelat terluar (untuk baut pinggir),  $Lc$

$$Lc = \text{jarak antar baut terakhir} - 0.5 Dh$$

$$= 45 - 13.5$$

$$= 31.5 \text{ mm}$$

$$Rna = 1.2 \cdot Lc \cdot t \cdot Fu \leq 2.4 \cdot d \cdot t \cdot Fu$$

$$Rna = (1.2) \cdot (31.5) \cdot 25 \cdot 400 \leq 2.4 \cdot 24 \cdot 25 \cdot 400$$

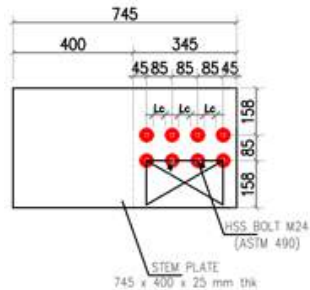
$$Rna = 378000 \leq 576000$$

Maka digunakan  $Rna = 378000 \text{ N}$

Untuk baut dalam (baut b)

- Jarak antar baut =  $3 Dh = 81 \approx 85$  mm

- Jarak bersih antar tepi ke lubang (untuk baut dalam)



Gambar 5.16 Jarak bersih antar tepi ke lubang (untuk baut dalam)

- $L_c = \text{jarak antar baut} - D_h = 85 - 27 = 58 \text{ mm}$

-

$$R_{nb} = 1.2 \cdot L_c \cdot t \cdot F_u \leq 2.4 \cdot d \cdot t \cdot F_u$$

$$R_{nb} = (1.2) \cdot 58 \cdot 25 \cdot 400 \leq 2.4 \cdot 24 \cdot 25 \cdot 400$$

$$R_{nb} = 696000 \leq 576000$$

Maka digunakan  $R_{nb} = 576000 \text{ N}$

Untuk 3 baut

$$R_{nb} = 1728000 \text{ N}$$

Maka,

$$\phi R_n = 0.75 (R_{na} + R_{nb}) = 0.75 (2106000) = 1579500 \text{ N}$$

Kontrol :

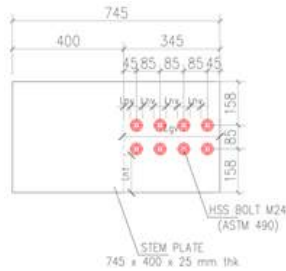
$$\phi R_n > R_u$$

$$1579500 > 1340126.9 \text{ (OK)}$$

5. Kuat geser blok pada plat sambungan

Dari AISC 360-16 pasal J4.3, kuat nominal dari plat sambungan berdasarkan limit state geser blok :

$$R_n = 0.6 \cdot f_u \cdot A_{nv} + U_{bs} \cdot f_u \cdot A_{nt} \leq 0.6 \cdot f_y \cdot A_{gv} + U_{bs} \cdot f_u \cdot A_{nt}$$



- $A_{gv}$ , luas utuh (tanpa lubang) potongan yang mengalami gaya geser  
 $A_{gv} = L_{gv} \cdot t_p = 300.25 = 7500 \text{ mm}^2$
- $A_{nv}$ , luas netto (dengan lubang) potongan yang mengalami gaya geser  
 $A_{nv} = A_{gv} - L_{nv} \cdot t_p = 7500 - (205.5 \cdot 25) = 2362.5 \text{ mm}^2$
- $A_{nt}$ , luas netto (dengan lubang) potongan yang mengalami gaya tarik
  - $A_{nt} = L_{nt} \cdot t_p = 144.5 \cdot 25 = 3612.5 \text{ mm}^2$
- $U_{bs}$ , faktor shearlag,
  - $U = 1$ , karena tekanannya seragam

Maka,

$$R_n = 0.6 \cdot f_u \cdot A_{nv} + U_{bs} \cdot f_u \cdot A_{nt} \leq 0.6 \cdot f_y \cdot A_{gv} + U_{bs} \cdot f_u \cdot A_{nt}$$

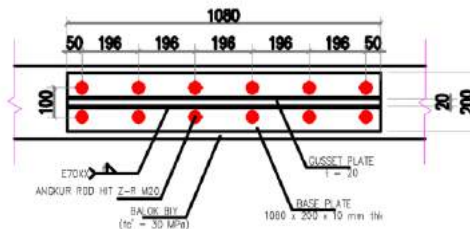
$$R_n = 201200 \leq 2547500$$

$R_n$  yang digunakan untuk kekuatan satu deret,  $R_n = 201200 \text{ N}$

Total  $R_n$

$$\phi R_n = 0.75 \cdot 2 \cdot 201200 = 301800 \text{ N}$$

#### 5.4.3.4 Stemplate - baseplate



Gambar 5.17 Detail Stemplate dan Baseplate

Bedasarkan AISC 360-16 persamaan J2-3, kuat las nominal ditentukan sebagai berikut :

$$\phi Rn = \phi . Fw . Aw$$

Karena gaya tidak berada pada bidang pengelompokan las, persamaan J2-5 pada Spesifikasi AISC tidak berlaku.

Dari Spesifikasi AISC tabel J2.5, kekuatan nominal las di setiap luasan adalah sebagai berikut :

$$Fw = 0.6 . F_{EXX} = 0.6 . 490 = 294 \text{ MPa}$$

Oleh karena itu, digunakan panjang las efektif sepanjang keliling PSB

$$l = n . L = 4 . 400 = 1600 \text{ mm}$$

Direncanakan tebal las kepala plat ke PSB  $w = 6 \text{ mm}$

$$Aw = l \frac{w}{\sqrt{2}} = 1600 \frac{6}{\sqrt{2}} = 6788.2 \text{ mm}^2$$

Maka,

$$\phi Rn = \phi . Fw . Aw = 0.75 . 294 . 6788.2 = 1995738.18 \text{ N}$$

$$\text{Kontrol : } \quad \phi Rn > Ru \\ 1995738.18 > 1340126.9 \text{ (OK)}$$

### 5.4.3.5 Baseplate – angkur

#### 1. Data material

Breising		
Profil breising	=	PSB
Diameter	=	267.4 mm
Tebal, t	=	9.3 mm
Luas penampang, Ag	=	7541 mm <sup>2</sup>
Material profil baja	=	JIS G3444
Tegangan tarik, fy	=	240 MPa
Tegangan putus, fu	=	400 MPa

Baseplate		
Dimensi baseplate	=	200 x 1080 mm
Tegangan tarik, fy	=	245 MPa
Tegangan putus, fu	=	400 MPa

Angkur		
Material baut angkur	=	M20
Diameter baut angkur, d	=	20 mm
Panjang angkur	=	215 mm
Kedalaman angkur, hef	=	250 mm

Diameter lubang baut, $d_h$	=	23	mm
Tegangan tarik, $f_y$	=	519	MPa
Tegangan putus, $f_u$	=	650	MPa
Banyak angkur	=	12	
$f_c'$ balok	=	30	

## 2. Analisa gaya dalam untuk baseplate dan angkur

### 1. Gaya tarik

$$\text{Tarik} = P_u \cdot \sin\alpha = 1340126.9 \cdot \sin 72 = 340155.52 \text{ N}$$

$$\text{Tekan} = P_u \cdot \sin\alpha = 1198310.1 \cdot \sin 72 = 304159.10 \text{ N}$$

$$\text{Gaya tarik yang digunakan, } N_u = 340155.52 \text{ N}$$

### 2. Gaya geser

$$\text{Tarik} = P_u \cdot \sin\alpha = 1340126.9 \cdot \cos 72 = 1096238.52 \text{ N}$$

$$\text{Tekan} = P_u \cdot \sin\alpha = 1198310.1 \cdot \cos 72 = 1169066.15 \text{ N}$$

$$\text{Gaya geser yang digunakan, } V_u = 1169066.15 \text{ N}$$

## 3. Perencanaan tebal baseplate

### 1. Kuat tumpu beton

$$f_{p_{max}} = \phi_c \cdot 0.85 \cdot f_c' = 0.65 \cdot 0.85 \cdot 30 = 16.58 \text{ MPa}$$

Tekan konsentris

$$\begin{aligned} f_p &= \frac{P_u}{B \times N} \leq f_{p_{max}} \\ &= \frac{340155.52}{200 \times 1080} \leq 16.58 \\ &= 1.575 \leq 16.58 \text{ (OK)} \end{aligned}$$

### 2. Penentuan tebal plat landasan

$$M_{pl} = 0.5 \cdot f_p \cdot l^2$$

Dimana nilai  $l$  dipilih yang terkecil dari :

$$m = \frac{N - 0.95d}{2} = 27 \text{ mm}$$

$$n = \frac{B - 0.8bf}{2} = 90 \text{ mm}$$

$$\lambda n' = 0.25 \cdot \lambda \cdot \sqrt{d \cdot bf} = 41.08 \text{ mm}$$

Maka digunakan nilai  $l = 90 \text{ mm}$

$$M_{pl} = 0.5 \cdot 1.575 \cdot 90^2 = 6377.92 \text{ N}$$

### 3. Tebal plat landasan

$$t_p \geq \sqrt{\frac{4 \cdot M_{pl}}{\phi_f y}} = 10.76 \text{ mm} \approx 12 \text{ mm}$$



Digunakan tebal plat = 12 mm

#### 4. Perencanaan baut angkur

1. Kuat baut angkur terhadap tarik

$$A_{se,N} = 314 \text{ mm}^2$$

$$\begin{aligned} \phi N_s a &= \phi \cdot A_{se,N} \cdot f_{uta} \cdot n \\ &= 0.65 \cdot 314 \cdot 650 \cdot 12 \\ &= 1591980 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kontrol : } \phi N_s a &> N_{ua} \\ 1591980 \text{ N} &> 44592.32 \text{ N (OK)} \end{aligned}$$

2. Kuat jebol beton terhadap tarik

Jarak tepi beton ke tengah baut pinggir

$$c_{a1} = 75 \text{ mm} < 375 \text{ mm}$$

$$c_{a2} = 136.5 \text{ mm} < 375 \text{ mm}$$

Jarak antar baut

$$s_1 = 100 \text{ mm} < 750 \text{ mm}$$

$$s_2 = 196 \text{ mm} < 750 \text{ mm}$$

Luas proyeksi kerusakan beton pada baut angkur untuk kuat tarik

$$\begin{aligned} A_{nc} &= (c_{a1} + s_1 + 1.5h_{ef}) \times (c_{a2} + s_2 + 1.5h_{ef}) = \\ &= 389125 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Luas proyeksi maksimum kerusakan angkur tunggal

$$A_{nc0} = 9 \cdot h_{ef}^2 = 562500 \text{ mm}^2$$

$$\text{Maka, } \frac{A_{nc}}{A_{nc0}} = 0.69$$

Faktor modifikasi untuk memperhitungkan pengaruh baut angkur di pinggir,  $\Psi_{ed,N}$

Karena  $c_{amin} < 1.5h_{ef}$ , maka

$$\psi_{ed,N} = 0.7 + 0.3 \frac{c_{amin}}{1.5 h_{ef}} = 0.76$$

Faktor modifikasi kuat tarik

$$\Psi_{c,N} = 1$$

Untuk baut angkur dipasang pasca pancang

$$k_c = 7$$

Faktor modifikasi tegangan tarik belak (splitting) saat pemasangan

$$\Psi_{cp,N} = 1$$

Faktor modifikasi material beton ringan

Untuk beton normal

$$\Lambda_a = 1$$

Kuat dasar jebol beton angkur tunggal terhadap tarik pada kondisi beton retak

$$\begin{aligned} Nb &= k_c \cdot \lambda_a \cdot \sqrt{f_c'} \cdot h_{ef}^{1.5} \\ &= 7 \cdot 1 \cdot \sqrt{30} \cdot 3952.8^{1.5} \\ &= 151554.5 \text{ N} \end{aligned}$$

Maka kuat jebol beton nominal terhadap tarik dari baut tunggal

$$\phi N_{cb} = \phi \cdot \frac{A_{nc}}{A_{nco}} \cdot \psi_{ed,N} \cdot \psi_{cp,N} \cdot \psi_{c,N} \cdot Nb = 59759.94 \text{ N}$$

### 3. Kuat cabut angkur dari beton

Luas tumpu netto dari baut angkur kepala segi enam atau stud

$$A_{brg} = 314 \text{ mm}^2$$

Kuat cabut angkur terhadap tarik

$$\begin{aligned} N_p &= 8 \cdot A_{brg} \cdot f_c' \\ &= 8 \cdot 314 \cdot 30 \\ &= 75360 \text{ N} \end{aligned}$$

Kuat cabut angkur tunggal rencana terhadap gaya tarik

$$\phi N_{pn} = \phi \cdot \Psi_{cp} \cdot N_p$$

$$= 0.75 \cdot 1 \cdot 75360$$

$$= 56520 \text{ N}$$

Kuat cabut angkur kelompok rencana terhadap gaya tarik

$$\phi N_{pn} = 56520 \cdot 12$$

$$= 678240 \text{ N}$$

#### 4. Rekapitulasi

Tipe sambungan baut angkur	Kuat Baut	
Kuat baut angkur terhadap tarik	1591980	N
Kuat jebol beton terhadap tarik	59760	N
Kuat cabut angkur dari beton	678240	N

#### 5. Kuat baut angkur terhadap geser

$$A_{se,N} = 314 \text{ mm}^2$$

$$\phi V_s a = \phi \cdot A_{se,N} \cdot f_u t_a \cdot n$$

$$= 0.6 \cdot 314 \cdot 650 \cdot 12$$

$$= 1469520 \text{ N}$$

Kontrol :  $\phi V_s a > V_u a$

$$1469520 \text{ N} > 175682.5 \text{ N (OK)}$$

#### 6. Kuat jebol beton terhadap tarik

Jarak tepi beton ke tengah baut pinggir

$$c_{a1} = 75 \text{ mm} < 375 \text{ mm}$$

$$c_{a2} = 136.5 \text{ mm} < 375 \text{ mm}$$

Jarak antar baut

$$s_1 = 100 \text{ mm} < 750 \text{ mm}$$

$$s_2 = 196 \text{ mm} < 750 \text{ mm}$$

Luas proyeksi kerusakan beton pada baut angkur untuk kuat geser

$$A_{vc} = (2(1.5c_{a1} + s_2)1.5c_{a1}) = 47362.5 \text{ mm}^2$$

Luas proyeksi maksimum kerusakan angkur tunggal

$$A_{vco} = 4 \cdot c_{a1}^2 = 25313 \text{ mm}^2$$

$$\text{Maka, } \frac{Anc}{Anco} = 1.87$$

Faktor modifikasi kuat geser baut angkur kelompok dengan beban eksentrisitas,  $\Psi_{ec,v}$

$$\Psi_{ec,v} = 1$$

Faktor modifikasi untuk memperhitungkan pengaruh baut angkur pinggir,  $\Psi_{ed,v}$

$$\Psi_{ed,v} = 1$$

Faktor modifikasi kondisi retak beton pada beban kerja,  $\Psi_{c,v}$

Asumsi beton mengalami retak

$$\Psi_{c,v} = 1$$

Faktor modifikasi kuat geser baut angkur,  $\Psi_{h,v}$

$$\Psi_{h,v} = 1$$

Faktor modifikasi material beton ringan

Untuk beton normal

$$\Lambda_a = 1$$

Kuat dasar jebol beton angkur tunggal terhadap tarik pada kondisi beton retak

$$\begin{aligned} Vb &= 0.6 \cdot \left(\frac{Ie}{da}\right)^2 \cdot \sqrt{da} \cdot \lambda_a \cdot \sqrt{fc'} \cdot ca^{1.5} \\ &= 0.6 \cdot \left(\frac{160}{20}\right)^2 \cdot \sqrt{20} \cdot 1 \cdot \sqrt{35} \cdot 75^{1.5} \\ &= 610940.26 \text{ N} \end{aligned}$$

Maka kuat jebol beton nominal terhadap geser dari baut tunggal

$$\phi Vcb = \phi \cdot \frac{Avc}{Avco} \cdot \psi_{ec,v} \cdot \psi_{ed,v} \cdot \psi_{c,v} \cdot \psi_{h,v} \cdot Vb = 857352.83 \text{ N}$$

#### 7. Kuat rompal beton terhadap geser

$$N_{cpg} = N_{cbg} = 79679.92 \text{ N}$$

$$\begin{aligned}
 \phi V_{cpg} &= \phi \cdot k_{cpg} \cdot N_{cpg} \\
 &= 0.75 \cdot 2 \cdot 79679.92 \\
 &= 119519.88 \text{ N}
 \end{aligned}$$

8. Rekapitulasi kuat sambungan angkur terhadap geser

Tipe sambungan baut angkur	Kuat Baut	
Kuat baut angkur terhadap geser	1469520	N
Kuat jebol beton terhadap geser	857353	N
Kuat rompal beton terhadap geser	119520	N

9. Interaksi gaya tarik dan geser

Tinjau terhadap kekuatan beton

$$\begin{aligned}
 \frac{44592}{59760} + \frac{175683}{857353} &< 1.2 \\
 0.95 &< 1.2 \text{ (OK)}
 \end{aligned}$$



*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*



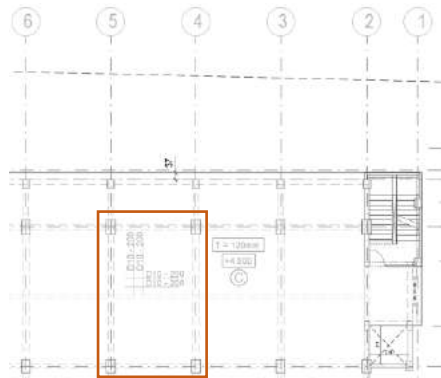


## BAB VI PERKUATAN ELEMEN STRUKTUR

### 6.1 Perhitungan Kapasitas dan Evaluasi Elemen Struktur

#### 6.1.1 Pelat Lantai

Perhitungan kapasitas pada pelat disesuaikan dengan beban-beban yang bekerja. Beban-beban yang bekerja mengacu pada SNI 1727:2020 tentang "Beban Desain Minimum Dan Kriteria Terkait untuk Bangunan Gedung dan Struktur Lain". Pelat yang direncanakan menerima beban mati dan beban hidup dengan kombinasi pembebanan yang sesuai dengan SNI 1727:2020 pasal 2.3, yaitu dengan kombinasi 1,2DL + 1,6LL.



Gambar 6.1 Plat yang Ditinjau

#### 6.1.1.1 Data Eksisting

Material struktur	=	
Mutu beton, $f_c'$	=	30 MPa
Mutu tul. lentur, $f_yt$	=	500 MPa
Mutu tul. geser, $f_{ys}$	=	240 MPa
Tulangan terpasang		
Tumpuan	=	Ø10 - 100
Lapangan	=	Ø10 - 100

Dimensi plat			
Panjang plat, Lx	=	3840	mm
Lebar plat, Ly	=	4700	mm
Tebal plat, tf	=	120	mm
Tebal decking, ts	=	30	mm

#### Sumbu X

Balok di sisi kanan

##### BAX

Lebar balok, b	=	200	mm
Tinggi balok, h	=	400	mm
BIX			
Lebar balok, b	=	250	mm
Tinggi balok, h	=	500	mm

#### Sumbu Y

Balok di sisi kanan

##### BIY 1

Lebar balok, b	=	300	mm
Tinggi balok, h	=	650	mm
BIY 1			
Lebar balok, b	=	300	mm
Tinggi balok, h	=	650	mm

### 6.1.1.2 Beban – Beban yang Bekerja

Beban mati (DL)

Beban pelat yang bekerja sendiri	=	2.88	kN/m <sup>2</sup>
----------------------------------	---	------	-------------------

Beban mati tambahan (SD)

Beban keramik dan spesi	=	1.10	kN/m <sup>2</sup>
Beban ducting mechanical	=	0.19	kN/m <sup>2</sup>
Beban plafon	=	0.05	kN/m <sup>2</sup>
Beban penggantung langit - langit	=	0.10	kN/m <sup>2</sup>

Beban hidup (LL)

Ruang pertemuan	=	4.79	kN/m <sup>2</sup>
-----------------	---	------	-------------------

$$\text{Berat total (qu)} = 1.2D + 1.6L = 0.01285 \text{ N/mm}^2$$

### 6.1.1.3 Perhitungan Momen

Bentang bersih sumbu panjang,  $Lny$

$$Lny = Ly - \frac{b.k_a}{2} - \frac{b.k_i}{2} = 4400 \text{ mm}$$

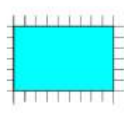
Bentang bersih sumbu pendek,  $Ln_x$

$$Ln_x = Lx - \frac{b.k_a}{2} - \frac{b.k_i}{2} = 3835.5 \text{ mm}$$

Rasio lebar penampang

$$\beta_1 = \frac{Lny}{Ln_x} = 1.15 < 2,$$

Maka,

	Untuk $\beta_1 = 1.15$			
	x = 28	→	Mlx = 0.001	q lx <sup>2</sup> x = 5304.64113 Nmm
	x = 20	→	Mly = 0.001	q ly <sup>2</sup> x = 5676.2464 Nmm
	x = 64	→	Mtx = 0.001	q lx <sup>2</sup> x = 12124.894 Nmm
	x = 56	→	Mty = 0.001	q ly <sup>2</sup> x = 15893.4899 Nmm

### 6.1.1.4 Kapasitas Lentur Tumpuan

1. Menghitung luasan tulangan,  $A_s$

$$A_s = 0.25 \cdot 3.14 \cdot D^2 \cdot n = 785 \text{ mm}^2$$

2. Menghitung lebar efektif,  $d$

Pada sumbu x,

$$dx = t - t_s - 0.5D = 85 \text{ mm}$$

pada sumbu y,

$$dy = t - t_s - \phi - 0.5D = 75 \text{ mm}$$

3. Menghitung garis netral,  $a$

$$a = \frac{A_s \cdot f_y}{0.85 \cdot f_c' \cdot b} = 15.39 \text{ mm}$$

4. Menghitung momen kapasitas

Momen kapasitas pada sumbu x,

$$Mnx = A_s \cdot f_y \left( dx - \frac{a}{2} \right) = 30341789 \text{ Nmm}$$

$$\phi Mnx = 0.9 \cdot 30341789 = 27307610 \text{ Nmm}$$

Kontrol :  $\phi Mnx > Mu$

$$27307610 \text{ Nmm} > 12124.89 \text{ Nmm}$$

Momen kapasitas pada sumbu y,

$$Mny = As \cdot fy \left( dy - \frac{a}{2} \right) = 26416789.22 \text{ Nmm}$$

$$\phi Mnx = 0.9 \cdot 26416789.22 = 23775110.29 \text{ Nmm}$$

$$\text{Kontrol : } \phi Mnx > Mu$$

$$23775110.29 \text{ Nmm} > 15893.49 \text{ Nmm}$$

### 6.1.1.5 Kapasitas Lentur Lapangan

1. Menghitung luasan tulangan,  $A_s$

$$A_s = 0.25 \cdot 3.14 \cdot D^2 \cdot n = 785 \text{ mm}^2$$

2. Menghitung lebar efektif,  $d$

Pada sumbu x,

$$dx = t - ts - 0.5D = 85 \text{ mm}$$

pada sumbu y,

$$dy = t - ts - \phi - 0.5D = 75 \text{ mm}$$

3. Menghitung garis netral,  $a$

$$a = \frac{A_s \cdot fy}{0.85 \cdot fc' \cdot b} = 15.39 \text{ mm}$$

4. Menghitung momen kapasitas

Momen kapasitas pada sumbu x,

$$Mnx = As \cdot fy \left( dx - \frac{a}{2} \right) = 30341789 \text{ Nmm}$$

$$\phi Mnx = 0.9 \cdot 30341789 = 27307610 \text{ Nmm}$$

$$\text{Kontrol : } \phi Mnx > Mu$$

$$27307610 \text{ Nmm} > 5304.64 \text{ Nmm}$$

Momen kapasitas pada sumbu y,

$$Mny = As \cdot fy \left( dy - \frac{a}{2} \right) = 26416789.22 \text{ Nmm}$$

$$\phi Mnx = 0.9 \cdot 26416789.22 = 23775110.29 \text{ Nmm}$$

$$\text{Kontrol : } \phi Mnx > Mu$$

$$23775110.29 \text{ Nmm} > 5676.24 \text{ Nmm (OK)}$$

### 6.1.2 Balok

Pada sub-bab ini akan diuraikan perhitungan kapasitas balok BIX sebagai contoh, sedangkan untuk balok lainnya akan ditampilkan rekapitulasinya.


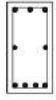
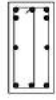


Gambar 6.2 Balok yang Ditinjau

#### 6.1.2.1 Data Eksisting

Mutu beton ( $f_c'$ )	= 30 MPa
Mutu baja tulangan ulir ( $f_y$ )	= 400 MPa
Mutu baja tulangan polos ( $f_y$ )	= 240 MPa
Tinggi balok ( $h$ )	= 500 mm
Lebar balok ( $b$ )	= 250 mm
Diameter tulangan lentur	= 19 mm
Diameter tulangan geser	= 10 mm
Tebal selimut	= 40 mm

BIX						
Dimensi	Tumpuan			Lapangan		
	250	x	500			
Tulangan atas	5	D	19	3	D	19
Tulangan tengah	2	D	13	2	D	13
Tulangan bawah	3	D	19	4	D	19
Tulangan sengkang	D	10	100	D	10	200

BIX		
TUMPUAN	LAPANGAN	TUMPUAN
		
250X500	250X500	250X500
5 D 19	3 D 19	5 D 19
2 D 13	2 D 13	2 D 13
3 D 19	4 D 19	3 D 19
D10-100	D10-200	D10-100

Gambar 6.3 Detail Penulangan Balok BIX

### 6.1.2.2 Perhitungan Kapasitas Momen di Tumpuan

- Mencari tebal efektif beton  
 $d = h - ts - \phi - D = 650 - 40 - 10 - 19 = 431 \text{ mm}$   
 $d' = ts - \phi - \frac{1}{2}D = 40 + 10 + 9.5 = 59.5 \text{ mm}$
- Mencari luas tulangan tumpuan  
 $As \text{ pasang} = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d \text{ tul atas}^2 \cdot n = 1416.93 \text{ mm}^2$   
 $As \text{ pasang}' = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d \text{ tul bawah}^2 \cdot n = 850.16 \text{ mm}^2$
- Menghitung  $\Phi M_n$  dengan analisis gaya dalam :
  - Mencari tinggi blok tekan (a)  
 Asumsi awal :  
 Baja tarik sudah leleh,  $f_s = f_y$   
 Baja tekan belum leleh,  $f_s' = \epsilon_s' E_s$   
 Persamaan 1 :  
 $Cc = 0.85 \cdot f_c' \cdot a \cdot b = 6375a$   
 Persamaan 2 :  
 $Cs = As' \cdot \epsilon' \cdot E_s$   
 $= As' \cdot \left( \epsilon_{cu} \frac{c-d'}{c} \right) E_s$   
 $= As' \cdot \left( \epsilon_{cu} \frac{\frac{a}{\beta_1} - d'}{\beta_1} \right) E_s$   
 $= 850.16 \cdot \left( 0.003 \frac{1.19a - 59.5}{1.19a} \right) 200000$   
 $= 510093 \cdot \left( \frac{1.19a - 61}{1.19a} \right)$

- Mencari nilai  $c$  dengan mensubstitusikan persamaan – persamaan berikut :

Persamaan 3 :

$$T = A_s \cdot f_y = 1416.935 \cdot 400 = 566770 \text{ N}$$

Persamaan 4 :

$$T = C_c + C_s$$

$$566770 = 6375a + 510093 \cdot \left( \frac{1.19a - 61}{1.19a} \right)$$

$$0 = 9107.14a^2 + 67472.62a - 50584222.5$$

Dengan menggunakan rumus abc didapatkan nilai  $a$ :

$$a_1 = 67.84 \text{ mm}$$

$$a_2 = -58.95 \text{ mm}$$

Maka,

$$a = 67.84 \text{ mm}$$

$$c = \frac{a}{\beta_1} = \frac{67.84}{0.84} = 80.76 \text{ mm}$$

Cek asumsi awal

- Baja tarik

$$\epsilon_s = \epsilon_c \frac{d-c}{c} = 0.003 \frac{431-80.76}{80.76} = 0.01301$$

Menghitung  $f_s'$

$$f_s' = \epsilon_s' \cdot E_s$$

$$= 0.01301 \cdot 200000$$

$$= 157.96 \text{ MPa} < 400 \text{ MPa}$$

- Baja tekan

$$\epsilon_s = \epsilon_c \frac{c-d'}{c} = 0.003 \frac{80.76-59.5}{80.76} = 0.00079$$

Menghitung  $f_s'$

$$f_s' = \epsilon_s' \cdot E_s$$

$$= 0.00079 \cdot 200000$$

$$= 157.96 \text{ MPa} < 400 \text{ MPa}$$

Syarat, apabila  $f_s < f_y$  maka tidak leleh, sehingga digunakan  $f_s = 157.96 \text{ MPa}$

- Momen lentur nominal

$$\phi M_n = \phi \cdot C_c \left( d - \frac{a}{2} \right) + C_s (d - d')$$

$$= 0.85 \cdot 432479.78 \left( 431 - \frac{67.84}{2} \right) + 134290.22(431 - 59.5)$$

$$= 188375.23 \text{ Nmm}$$

$$= 188.375 \text{ kNm}$$



- Rekapitulasi Kapasitas Penampang Tumpuan

NO.	Tipe Balok	Geometri		Tumpuan		CEK
		Lebar, b	Tinggi, h	Kapasitas	Ultimate	
		mm	mm	Mn (kN.m)	Mu (kN.m)	
1	BIX 1	350	700	596.577	390.047	OK
2	BIY 1	300	650	362.816	251.428	OK
3	BIY 2	350	700	669.018	535.400	OK
4	BIX	250	500	188.375	87.093	OK
5	BIY	250	500	188.375	127.040	OK

#### Lapangan

NO.	Tipe Balok	Geometri		Lapangan		CEK
		Lebar, b	Tinggi, h	Kapasitas	Ultimate	
		mm	mm	Mn (kN.m)	Mu (kN.m)	
1	BIX 1	350	700	596.577	321.693	OK
2	BIY 1	300	650	412.334	48.966	OK
3	BIY 2	350	700	597.840	389.107	OK
4	BIX	250	500	152.768	55.613	OK
5	BIY	250	500	152.768	48.966	OK

### 6.1.2.3 Perhitungan Kapasitas Geser Tumpuan

TUMPUAN	LAPANGAN
	
250X500	250X500
5 D 19	3 D 19
2 D 13	2 D 13
3 D 19	4 D 19
D10-100	D10-200

- Mencari luas tulangan yang terpasang  
Digunakan sengkang 3 kaki  
$$A_v = n \left( \frac{1}{4} \pi \phi^2 \right) = 3 \left( \frac{1}{4} \cdot 3.14 \cdot 10^2 \right) = 235.5 \text{ mm}^2$$
- Jarak sengkang yang terpasang  
 $s = 100 \text{ mm}$
- Mencari nilai  $V_c$   
Pada daerah tumpuan,  $V_c$  tidak diperhitungkan



$$V_c = 0$$

- Menghitung  $V_s$

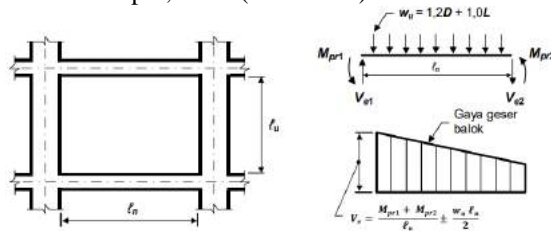
$$V_s = \frac{A_v \cdot f_y \cdot d}{s \text{ pasang}} = \frac{235.5 \cdot 240 \cdot 581}{100} = 406002 \text{ N}$$

- Menghitung kapasitas geser penampang

$$\begin{aligned} V_n &= \phi(V_c + V_s) \\ &= 0.75(0 + 406002) \\ &= 304501.5 \text{ N} \\ &= 304.5015 \text{ kN} \end{aligned}$$

#### 6.1.2.4 Perhitungan Gaya Geser Ultimate di Tumpuan

$$\begin{aligned} \text{Bentang balok, } L &= 4700 \text{ mm} \\ \text{Bentang balok bersih, } L_n &= 4370 \text{ mm} \\ \text{Geser ultimate output, } V_u &= (1.2D + 1L) = 121.91 \text{ Kn} \end{aligned}$$



Gambar 6.4 Analisa Gaya Geser Ultimate di Tumpuan

- Tebal efektif beton

$$d = h - t_s - \phi - D = 500 - 40 - 10 - 19 = 431 \text{ mm}$$

$$d' = t_s - \phi - \frac{1}{2}D = 40 + 10 + 9.5 = 59.5 \text{ mm}$$

- Luas tulangan tumpuan

$$A_s \text{ pasang} = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d \text{ tul atas}^2 \cdot n = 1416.93 \text{ mm}^2$$

$$A_s \text{ pasang}' = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d \text{ tul bawah}^2 \cdot n = 850.16 \text{ mm}^2$$

- Kapasitas momen ujung

Tumpuan atas

$$a_{pr-1} = a_{pr-2} = \frac{1.25 \cdot A_s \cdot f_y}{0.85 \cdot f_c' \cdot b} = \frac{1.25 \cdot 1416.93 \cdot 400}{0.85 \cdot 30 \cdot 250} = 111.13 \text{ mm}$$

Tumpuan bawah

$$a_{pr-3} = a_{pr-4} = \frac{1.25 \cdot A_s' \cdot f_y}{0.85 \cdot f_c' \cdot b} = \frac{1.25 \cdot 850.16 \cdot 400}{0.85 \cdot 30 \cdot 250} = 66.68 \text{ mm}$$

Momen tumpuan atas

$$\begin{aligned}
 M_{pr-1} &= 1.25 \cdot A_s \cdot f_y \cdot \left( d - \frac{a_{pr-1}}{2} \right) \\
 &= 1.25 \cdot 1416.93 \cdot 400 \cdot \left( 431 - \frac{111.13}{2} \right) \\
 &= 265981132.5 \text{ Nmm} \\
 &= 265.98 \text{ kNm}
 \end{aligned}$$

Momen tumpuan bawah

$$\begin{aligned}
 M_{pr-3} &= 1.25 \cdot A_s' \cdot f_y \cdot \left( d - \frac{a_{pr-3}}{2} \right) \\
 &= 1.25 \cdot 850.16 \cdot 400 \cdot \left( 431 - \frac{66.68}{2} \right) \\
 &= 169036568.7 \text{ Nmm} \\
 &= 169.037 \text{ kNm}
 \end{aligned}$$

- Gaya geser ultimate

$$V_{sway} = \frac{M_{pr-1} + M_{pr-3}}{L_n} = \frac{265.98 + 169.037}{4.37} = 99.559 \text{ kN}$$

$$V_e = V_{sway} + V_u(1.2D + 1L)$$

$$= 99.559 + 121.91$$

$$= 221.45 \text{ kN}$$

- Rekapitulasi Geser Ultimate ( $V_{sway}$ )

NO.	Tipe Balok	Geometri		Geser Ultimate Manual
		Lebar, b	Tinggi, h	
		mm	mm	kN
1	BIX 1	350	700	369.56
2	BIY 1	300	650	310.13
3	BIY 2	350	700	509.60
4	BIX	250	500	221.45
5	BIY	250	500	479.96

- Kontrol Geser Ultimate

Dari gaya geser ultimate yang didapat dibandingkan dengan gaya geser ultimate dari program bantu ETABS v.18 dan diambil gaya yang paling besar

NO.	Tipe Balok	Geometri		Geser Ultimate dari ETABS	Geser Ultimate Manual	Geser Ultimate yang Digunakan
		Lebar, b	Tinggi, h			
		mm	mm	kN	kN	kN
1	BIX 1	350	700	248.7095	369.56	369.5640
2	BIY 1	300	650	432.1982	310.13	432.1982
3	BIY 2	350	700	416.0829	509.60	509.5989
4	BIX	250	500	352.0263	221.45	352.0263
5	BIY	250	500	248.5375	479.96	479.9637

- Kontrol Kapasitas Geser Tumpuan

NO.	Tipe Balok	Geometri		Tumpuan		CEK
		Lebar, b mm	Tinggi, h mm	Kapasitas Vn (kN)	Ultimate Vu (kN)	
1	BIX 1	350	700	591.576	369.564047	OK
2	BIY 1	300	650	547.302	432.198	OK
3	BIY 2	350	700	443.682	509.599	NOT OK
4	BIX	250	500	304.502	352.026	NOT OK
5	BIY	250	500	304.502	479.964	NOT OK

Karena kapasitas geser pada tumpuan tidak memenuhi, maka dilakukan perkuatan dengan CFRP Wrap

### 6.1.2.5 Perhitungan Kapasitas Penampang Terhadap Torsi

Meninjau terhadap balok BIX

$$V_c = 208246.9 \text{ N}$$

$$V_u = 121905.7 \text{ N}$$

$$T_u = 9775200 \text{ N.mm}$$

- Luas penampang,  $A_{cp}$

$$A_{cp} = b_w \times h = 250 \times 500 = 125000 \text{ mm}^2$$

- Perimeter penampang,  $P_{cp}$

$$P_{cp} = 2(b+h) = 2(250 + 500) = 1500 \text{ mm}$$

- Tulangan torsi diperlukan apabila

$$T_u > \phi \cdot 0.083 \cdot \lambda \cdot \sqrt{f'c'} \left( \frac{A_{cp}^2}{P_{cp}} \right)$$

$$9775200 > \phi \cdot 0.083 \cdot 1 \cdot \sqrt{35} \left( \frac{125000^2}{1500} \right)$$

$$9775200 \text{ N} > 3836207.98 \text{ N}$$

- Kecukupan penampang

Lebar as ke as tulangan sengkang,  $x_o$

$$X_o = b - 2(ts - 0.5s) = 160 \text{ mm}$$

Tinggi as ke as tulangan sengkang,  $y_o$

$$Y_o = h - 2(ts - 0.5s) = 410 \text{ mm}$$

- Maka didapatkan luasan dan keliling :

$$A_{oh} = x_o \cdot y_o = 160 \cdot 410 = 65600 \text{ mm}^2$$

$$A_o = 0.85 \cdot A_{oh} = 0.85 \cdot 65600 = 55760 \text{ mm}^2$$

$$P_h = 2(x_o + y_o) = 1140 \text{ mm}$$

- Periksa kecukupan penampang

$$\sqrt{\left(\frac{V_u}{b_w \cdot d}\right)^2 + \left(\frac{T_u \cdot P_h}{1.7 A_{oh}^2}\right)^2} \leq \phi \left[ \left(\frac{V_c}{b_w \cdot d}\right) + 0.66 \sqrt{f_c'} \right]$$

$$\sqrt{\left(\frac{121905.7}{250 \cdot 440.5}\right)^2 + \left(\frac{9775200 \cdot 1140}{1.7 \cdot 65600^2}\right)^2} \leq \phi \left[ \left(\frac{208246.9}{250 \cdot 440.5}\right) + 0.66 \sqrt{30} \right]$$

$$1.88 \text{ MPa} \leq 4.31 \text{ MPa (OK)}$$

- Kontrol Kapasitas Penampang Terhadap Torsi

NO.	Tipe Balok	Geometri		Gaya Tn (MPa)	Kapasitas Tu (MPa)	CEK
		Lebar, b mm	Tinggi, h mm			
1	BIX 1	350	700	3.344	4.313	OK
2	BIY 1	300	650	2.135	4.313	OK
3	BIY 2	350	700	2.634	4.313	OK
4	BIX	250	500	1.883	4.313	OK
5	BIY	250	500	3.718	4.313	OK

## 6.1.3 Kolom

### 6.1.3.1 Data eksisting

Kolom K3

Material struktur

Mutu beton,  $f_c'$  = 35 MPa

Mutu tul. lentur,  $f_y$  = 400 MPa

Mutu tul. geser,  $f_s$  = 240 MPa

Dimensi kolom K3

Tinggi penampang kolom,  $h_w$  = 750 mm

Lebar penampang kolom,  $b_w$  = 500 mm

Tebal decking = 40 mm

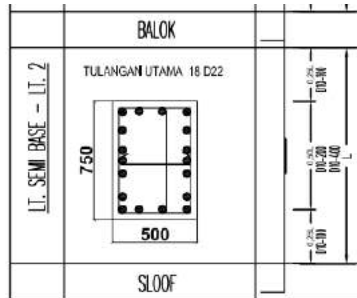
Tulangan terpasang

Tulangan longitudinal = 12 D22

Tulangan transversal

Tumpuan = Ø10-100

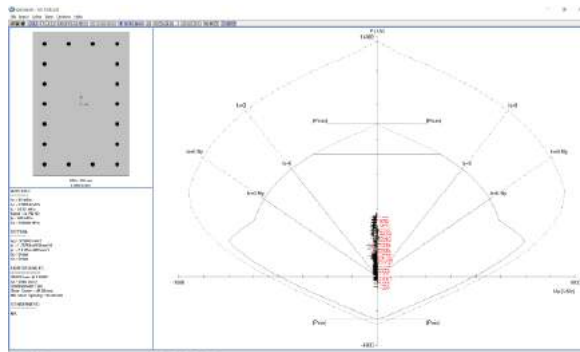
Lapangan = Ø10-200



Gambar 6.5 Detail Penulangan Kolom

### 6.1.3.2 Perhitungan kapasitas aksial dan lentur

Untuk menentukan kapasitas lentur, hasil gaya dalam berupa beban aksial terfaktor ( $P_u$ ) dan momen lentur terfaktor ( $M_u$ ) dari program SAP2000 akan menjadi bahan untuk diinput pada program SP Column untuk dianalisis kapasitas penampang kolomnya dengan cara melihat diagram interaksi dari kolom yang ditinjau.



Gambar 6.6 Diagram interaksi kolom

Sumber : dokumen pribadi

### 6.1.3.3 Cek syarat Strong Column Weak Beam

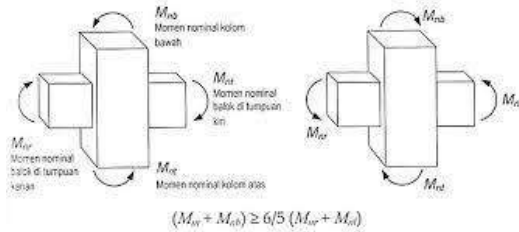
Berdasarkan SNI SNI 2847-2019 pasal 18.7.3.2 kekuatan kolom harus memenuhi nilai berikut:

$$\Sigma MnC \geq 1.2 \cdot \Sigma MnB$$

Dimana :

$\Sigma M_nC$  : Jumlah  $M_n$  dua kolom yang bertemu joint.

$\Sigma M_nB$  : Jumlah  $M_n$  balok yang bertemu joint.



Gambar 6.7 Analisa Momen SCWB

Sampel hitungan dipilih tipe kolom dengan momen terfaktor arah X yang paling besar untuk mendapatkan momen nominal balok terbesar :

Lokasi join : Lt. 3  
 Komponen SCWB : kolom K3  
                           Balok BIX Ka  
                           Balok BIX Ki

Arah X

Data komponen balok BIX :

Lebar balok (bw) : 250 mm

Tinggi balok (hw) : 500 mm

Dimensi	Tumpuan		
	250	x	500
Tulangan atas	5	D	19
Tulangan tengah	2	D	13
Tulangan bawah	3	D	19
Tulangan sengkang	D	10	100

### Menentukan nilai $M_nB$

- Momen nominal balok kanan

$$\begin{aligned}
 M_{nb}^- &= 1.25 \cdot A_s \cdot f_y \cdot \left( d - \frac{a_{pr-1}}{2} \right) \\
 &= 1.25 \cdot 1416.93 \cdot 400 \cdot \left( 431 - \frac{111.131}{2} \right) \\
 &= 265982203 \text{ Nmm}
 \end{aligned}$$

- = 265.98 kNm
- Momen nominal balok kiri
 
$$M_{nb}^+ = 1.25 \cdot A_s' \cdot f_y \cdot \left( d - \frac{a_{pr-3}}{2} \right)$$

$$= 1.25 \cdot 850.16 \cdot 400 \cdot \left( 431 - \frac{66.68}{2} \right)$$

$$= 169037312.8 \text{ Nmm}$$

$$= 169.037 \text{ kNm}$$
  - Momen nominal total
 
$$\Sigma MnB = Mn_b^+ + Mn_b^-$$

$$= 265.98 + 169.037$$

$$= 435.017 \text{ kNm}$$

### Menentukan nilai MnC

Tinjau kolom K3 lantai 2

Dari program bantu ETABS didapatkan gaya :

$$P_u = 2763 \text{ kN}$$

Sehingga dari hasil perhitungan dengan program bantu spColumn didapatkan nilai Mnc kolom yang ditinjau dengan kolom di atasnya :

$$M_{nc} \text{ kolom yang ditinjau} = 1095 \text{ kNm}$$

$$M_{nc} \text{ kolom atas} = M_{nc} \text{ kolom yang ditinjau} = 1095 \text{ kNm}$$

$$\Sigma MnC = M_{nc_{atas}} + M_{nc_{tinjau}}$$

$$= 1095 + 1095$$

$$= 2190 \text{ kN}$$

Kontrol :

$$\Sigma MnC \geq 1.2 \cdot \Sigma MnB$$

$$2190 \text{ kNm} \geq 522.024 \text{ kNm} \text{ (OK)}$$

Rekapitulasi aksial dan momen pada kolom arah X

No.	Kolom tipe		Lantai	As	Frame	Pu	Mnc	ΣMnc	
						kN	kNm	kNm	
1	K1 (90/105)	atas	1	12	156	6114.61	2303.00	4588	
		tinjau	SB			155	7005.18		2285.00
		bawah							
2	K2 (40/55)	atas	2	10	211	1900.83	415.00	1291	
		tinjau	1			210	2125.19		404.00
		bawah	SB			209	1083.00		472.00
3	K3 (50/75)	atas	1	3	262	3341.28	974.00	1943	
		tinjau	SB			261	3576.42		969.00
		bawah							
4	K4 (40/50)	atas	1	9	162	2127.22	333.00	651	
		tinjau	SB			161	2512.04		318.00
		bawah							

### Rekapitulasi perhitungan ΣMnb arah X

No.	Komponen X		Balok Kanan				Balok Kiri				ΣMnb
			As	d	apr	Mpr-	As'	d	a	Mpr+	
			mm <sup>2</sup>	mm	mm	kNm	mm <sup>2</sup>	mm	mm	kNm	
1	BIX 1 ka	BIX 1 ki	3039.52	628	170.28	825.02	1519.76	628	85.14	444.86	1269.87
2	BIX 1 ka	BIX ki	3039.52	628	170.28	825.02	850.16	431	66.68	169.04	994.05
3	BIX ka	BIX ki	1416.93	431	111.13	265.98	850.16	431	66.68	169.04	435.02
4	BIX ka	BIX ki	1416.93	431	111.13	265.98	850.16	431	66.68	169.04	435.02

### Rekapitulasi kontrol strong column weak beam arah X

No.	Kolom tipe	ΣMnb	1.2 ΣMnb	ΣMnc	Kontrol
		kNm	kNm	kNm	
1	K1 (90/105)	1269.872	1523.847	4588	OK
2	K2 (40/55)	994.0525	1192.863	1291	OK
3	K3 (50/75)	435.0177	522.0212	1943	OK
4	K4 (40/50)	435.0177	522.0212	651	OK

### Rekapitulasi aksial dan momen pada kolom arah Y

No.	Kolom tipe		Lantai	As	Frame	Pu	Mnc	ΣMnc	
						kN	kNm	kNm	
1	K1 (90/105)	atas	1	12	156	6114.61	1414	2776	
		tinjau	SB			155	7005.18		1362
		bawah							
2	K2 (40/55)	atas	2	10	211	1900.83	303	950	
		tinjau	1			210	2125.19		298
		bawah	SB			209	1083.00		349
3	K3 (50/75)	atas	1	3	262	3341.28	692	1375	
		tinjau	SB			261	3576.42		683
		bawah							
4	K4 (40/50)	atas	1	9	162	2127.22	274	536	
		tinjau	SB			161	2512.04		262
		bawah							

### Rekapitulasi perhitungan ΣMnb arah Y



No.	Komponen X		Balok Kanan				Balok Kiri				ΣMnb
			As mm <sup>2</sup>	d mm	ap <sub>r</sub> mm	Mpr- kNm	As' mm <sup>2</sup>	d mm	a mm	Mpr+ kNm	
1	BIY 2 ka	BIY 1 ki	3419.46	628	191.57	909.95	850.16	59.50	66.68	169.04	1078.98
2	BIY ka	-	1416.93	431	111.13	265.98	-	-	-	-	265.98
3	BIY 1 ka	BIY 1 ki	1983.70	581	129.65	378.81	1416.93	581.00	92.61	511.97	890.78
4	BIY ka	-	1416.93	431	111.13	265.98	-	-	-	-	265.98

### Rekapitulasi kontrol strong column weak beam arah Y

No.	Kolom tipe	ΣMnb	1.2 ΣMnb	ΣMnc	Kontrol
		kNm	kNm	kNm	
1	K1 (90/105)	1078.984	1294.78	2776	OK
2	K2 (40/55)	265.9811	319.1774	950	OK
3	K3 (50/75)	890.7768	1068.932	1375	OK
4	K4 (40/50)	265.9811	319.1774	536	OK

#### 6.1.3.4 Kontrol Hubungan Balok Kolom (HBK)

Pada perhitungan hubungan balok kolom, dilakukan dengan meninjau kolom K3 Lantai 2 as 4C

##### 1. Arah X

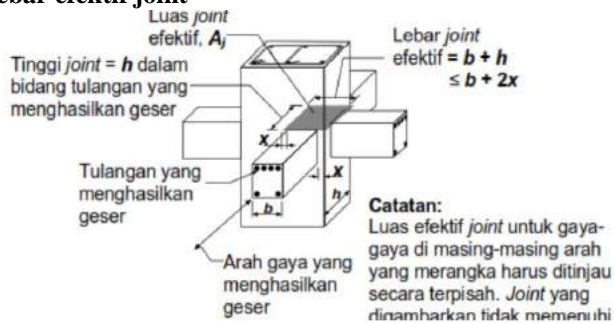
##### a. Syarat panjang joint

Bedasarkan SNI 2847:2019 pasal 18.8.2.3 dimensi kolom yang paralel dengan tulangan balok tidak boleh kurang dari 20 kali diameter tulangan longitudinal terbesar balok untuk material beton normal

$$B > 20 \cdot D$$

$$750 > 440 \text{ (OK)}$$

##### b. Lebar efektif joint



$$X = (750-250)/2 = 250 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} \text{Lebar joint efektif} &= b_{\text{balok}} + h_{\text{kolom}} \\ &= 250 + 500 \\ &= 750 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Lebar joint efektif} &\leq b + 2x \\ &\leq 250 + 2(250) \\ &\leq 750 \text{ mm (OK)} \end{aligned}$$

**c. Tinggi efektif joint**

$$\begin{aligned} \text{Tinggi joint} &> 0.5 h_{\text{balok}} \\ 750 &> 0.5 \cdot 500 \\ 750 &> 250 \text{ (OK)} \end{aligned}$$

**d. Gaya geser pada joint**

Balok yang menyambung pada joint adalah balok BIX yang memiliki  $M_{pr}$  sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Balok BIX} \sim \text{BIX} \quad M_{pr+} &= 265.98 \text{ kN} \\ M_{pr-} &= 169.037 \text{ kN} \end{aligned}$$

Nilai kekuatan kolom atas dan kolom bawah adalah sama, maka

$$DF = \text{factor distribusi} = 0.5$$

$$\begin{aligned} M_c &= DF (M_{pr+} + M_{pr-}) \\ &= 0.5 (265.98 + 169.037) \\ &= 217.51 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$V_{\text{sway}} = \frac{M_c + M_c}{L_u} = \frac{217.51 + 217.51}{4.7} = 92.56 \text{ kN}$$

Gaya tarik yang bekerja di sebelah kiri HBK

Tul. tarik terpasang = 5 D19,  $A_s = 1418.22 \text{ mm}^2$

$$\begin{aligned} T_1 &= 1.25 \cdot A_s \cdot f_y \\ &= 1.25 \cdot 1418.22 \cdot 400 \\ &= 709107.1 \text{ N} \end{aligned}$$

Gaya tekan yang bekerja di sebelah kiri HBK

$$C_1 = T_1 = 709107.1 \text{ N}$$

Gaya tarik yang bekerja di sebelah kanan HBK  
 Tul. tarik terpasang = 5 D19,  $A_s = 1418.22 \text{ mm}^2$

$$\begin{aligned} T_2 &= 1.25 \cdot A_s \cdot f_y \\ &= 1.25 \cdot 1418.22 \cdot 400 \\ &= 709107.1 \text{ N} \end{aligned}$$

Gaya tekan yang bekerja di sebelah kanan HBK

$$C_2 = T_2 = 709107.1 \text{ N}$$

Gaya geser joint

$$\begin{aligned} V_j &= V_{\text{sway}} - T_1 - C_2 \\ &= 92557.45 - 709107.1 - 709107.1 \\ &= -1325657 \text{ N (ke arah kiri)} \end{aligned}$$

**e. Cek kuat geser joint**

Luas efektif joint =  $750 \times 750 = 562500 \text{ mm}^2$

$$\begin{aligned} \phi V_n &= \phi \cdot 1.7 \cdot \lambda \cdot A_j \cdot \sqrt{f_c} \\ &= 0.75 \cdot 1.7 \cdot 0.75 \cdot 562500 \cdot \sqrt{35} \\ &= 3182203.85 \text{ N} \end{aligned}$$

Kontrol :  $\phi V_n > V_j$   
 $3182203.85 \text{ N} > 1325657 \text{ N (OK)}$

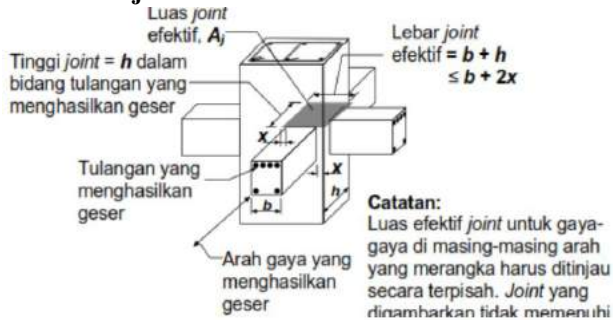
**2. Arah Y**

**a. Syarat panjang joint**

Bedasarkan SNI 2847:2019 pasal 18.8.2.3 dimensi kolom yang paralel dengan tulangan balok tidak boleh kurang dari 20 kali diameter tulangan longitudinal terbesar balok untuk material beton normal

$$\begin{aligned} B &> 20 \cdot D \\ 550 &> 440 \text{ (OK)} \end{aligned}$$

### b. Lebar efektif joint



$$X = (500-300)/2 = 100 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} \text{Lebar joint efektif} &= b_{\text{balok}} + h_{\text{kolom}} \\ &= 300 + 500 \\ &= 800 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Lebar joint efektif} &\leq b + 2x \\ &\leq 300 + 2(100) \\ &\leq 500 \text{ mm} \end{aligned}$$

Maka digunakan lebar efektif joint = 500 mm

### c. Tinggi efektif joint

$$\begin{aligned} \text{Tinggi joint} &> 0.5 h_{\text{balok}} \\ 500 &> 0.5 \cdot 650 \\ 500 &> 325 \text{ (OK)} \end{aligned}$$

### d. Gaya geser pada joint

Balok yang menyambung pada joint adalah balok BIX yang memiliki  $M_{pr}$  sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Balok BIX} \sim \text{BIX} \quad M_{pr+} &= 169.037 \text{ kN} \\ M_{pr-} &= 511.965 \text{ kN} \end{aligned}$$

Nilai kekuatan kolom atas dan kolom bawah adalah sama, maka

$$\begin{aligned} DF &= \text{factor distribusi} = 0.5 \\ M_c &= DF (M_{pr+} + M_{pr-}) \\ &= 0.5 (169.037 + 511.965) \\ &= 340.501 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$V_{sway} = \frac{M_c + M_c}{L_u} = \frac{340.501 + 340.501}{4.7} = 144.894 \text{ kN}$$

Gaya tarik yang bekerja di sebelah kiri HBK

Tul. tarik terpasang = 5 D19,  $A_s = 1418.22 \text{ mm}^2$

$$\begin{aligned} T_1 &= 1.25 \cdot A_s \cdot f_y \\ &= 1.25 \cdot 1418.22 \cdot 400 \\ &= 709107.1 \text{ N} \end{aligned}$$

Gaya tekan yang bekerja di sebelah kiri HBK

$$C_1 = T_1 = 709107.1 \text{ N}$$

Gaya tarik yang bekerja di sebelah kanan HBK

Tul. tarik terpasang = 7 D19,  $A_s = 1985.5 \text{ mm}^2$

$$\begin{aligned} T_2 &= 1.25 \cdot A_s \cdot f_y \\ &= 1.25 \cdot 1985.5 \cdot 400 \\ &= 992750 \text{ N} \end{aligned}$$

Gaya tekan yang bekerja di sebelah kanan HBK

$$C_2 = T_2 = 992750 \text{ N}$$

Gaya geser joint

$$\begin{aligned} V_j &= V_{sway} - T_1 - C_2 \\ &= 144894 - 709107.1 - 992750 \\ &= -1556963 \text{ N (ke arah kiri)} \end{aligned}$$

#### e. Cek kuat geser joint

Luas efektif joint =  $500 \times 500 = 250000 \text{ mm}^2$

$$\begin{aligned} \phi V_n &= \phi \cdot 1.7 \cdot \lambda \cdot A_j \cdot \sqrt{f_c} \\ &= 0.75 \cdot 1.7 \cdot 0.75 \cdot 250000 \cdot \sqrt{35} \\ &= 1414312.8235 \text{ N} \end{aligned}$$

Kontrol :  $\phi V_n > V_j$

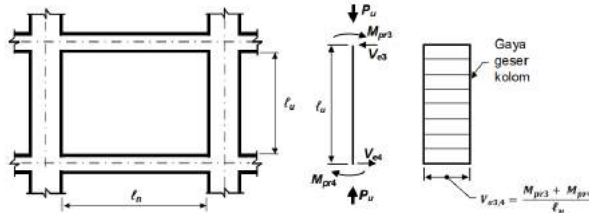
$$1414312.8235 \text{ N} < 1556963.14 \text{ N (NOT OK)}$$

3. Rekapitulasi HBK pada kolom K3

NO.	Tipe Kolom	As	Sumbu	Dimensi (mm)	Gaya Geser Joint (Vj)		Cek
					N		
					Kuat Geser Joint (Vn)		
					N		
1	K3	3C	Arah X	750	1325657.328	3182203.852	OK
			Arah Y	500	1556963.136	1414312.823	NOT OK
2	K3	4C	Arah X	750	1325657.328	3182203.852	OK
			Arah Y	500	1556963.136	1414312.823	NOT OK
3	K3	5C	Arah X	750	1325657.328	3182203.852	OK
			Arah Y	500	1556963.136	1414312.823	NOT OK
4	K3	6C	Arah X	750	1325657.328	3182203.852	OK
			Arah Y	500	1556963.136	1414312.823	NOT OK
5	K3	7C	Arah X	750	1325657.328	3182203.852	OK
			Arah Y	500	1556963.136	1414312.823	NOT OK
6	K3	8C	Arah X	750	1325657.328	3182203.852	OK
			Arah Y	500	1556963.136	1414312.823	NOT OK
7	K3	9C	Arah X	750	1325657.328	3182203.852	OK
			Arah Y	500	1556963.136	1414312.823	NOT OK
8	K3	10C	Arah X	750	1325657.328	3182203.852	OK
			Arah Y	500	1556963.136	1414312.823	NOT OK
9	K3	2D	Arah X	750	1325657.328	3182203.852	OK
			Arah Y	500	1325657.328	1414312.823	OK
10	K3	3D	Arah X	750	1325657.328	3182203.852	OK
			Arah Y	500	1795973.02	1414312.823	NOT OK
11	K3	4D	Arah X	750	1325657.328	3182203.852	OK
			Arah Y	500	1795973.02	1414312.823	NOT OK
12	K3	5D	Arah X	750	1325657.328	3182203.852	OK
			Arah Y	500	1795973.02	1414312.823	NOT OK
13	K3	6D	Arah X	750	1325657.328	3182203.852	OK
			Arah Y	500	1795973.02	1414312.823	NOT OK
14	K3	7D	Arah X	750	1325657.328	3182203.852	OK
			Arah Y	500	1795973.02	1414312.823	NOT OK
15	K3	8D	Arah X	750	1325657.328	3182203.852	OK
			Arah Y	500	1795973.02	1414312.823	NOT OK
16	K3	9D	Arah X	750	1325657.328	3182203.852	OK
			Arah Y	500	1795973.02	1414312.823	NOT OK
17	K3	10D	Arah X	750	1325657.328	3182203.852	OK
			Arah Y	500	1325657.328	1414312.823	OK

6.1.3.5 Gaya geser ultimate pada kolom

- Berdasarkan SNI 2847-2019 pasal 18.7.6.1.1 gaya geser desain ( $V_e$ ), ditentukan dari peninjauan terhadap gaya-gaya maksimum yang dapat dihasilkan di muka-muka pertemuan (joint) di setiap ujung komponen struktur. Gaya - gaya ini harus ditentukan dari momen nominal maksimum yang mungkin terjadi ( $M_{pr}$ ) di setiap ujung komponen struktur.



$$V_e = V_{sway} = \frac{(M_{pratas} \cdot DF_{atas}) + (M_{prbawah} \cdot DF_{bawah})}{l_n}$$

Df merupakan faktor distribusi momen dibagian atas dan bawah kolom yang ditinjau dimana memiliki nilai 0.5

Mpratas dan Mprbawah adalah total dari Mpr untuk masing – masing balok di lantai atas dan di lantai bawah pada muka kolom.

Balok pada muka kolom K3 adalah sama, yaitu BIX

$$\begin{aligned} M_{pr-} &= 1.25 \cdot A_s \cdot f_y \cdot \left( d - \frac{a_{pr-1}}{2} \right) \\ &= 1.25 \cdot 1416.93 \cdot 400 \cdot \left( 431 - \frac{111.131}{2} \right) \\ &= 265982203 \text{ Nmm} \\ &= 265.98 \text{ kNm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{pr+} &= 1.25 \cdot A_s' \cdot f_y \cdot \left( d - \frac{a_{pr-3}}{2} \right) \\ &= 1.25 \cdot 850.16 \cdot 400 \cdot \left( 431 - \frac{66.68}{2} \right) \\ &= 169037312.8 \text{ Nmm} \\ &= 169.037 \text{ kNm} \end{aligned}$$

$$V_e = \frac{(265.98 \cdot 0.5) + (169.037 \cdot 0.5)}{6} = 36.25 \text{ kN}$$

No.	Kolom	Ve	
		kN	
1	K1 (90/105)	Arah X	167.09
		Arah Y	191.57
2	K2 (40/55)	Arah X	54.38
		Arah Y	54.38
3	K3 (50/75)	Arah X	54.38
		Arah Y	115.69
4	K4 (40/50)	Arah X	167.09
		Arah Y	191.57

- Pada SNI 2847:2019 pasal 18.7.6.1.1 juga dijelaskan bahwa  $V_e$  tidak boleh kurang dari geser terfaktor yang ditentukan dari analisis struktur

Menghitung  $V_u$  akibat gaya geser terfaktor

Vu akibat gaya geser terfaktor digunakan program bantu ETABS 18. didapatkan gaya geser maksimum dari kolom yang ditinjau (K3)

$$V_u \text{ ETABS} = 241.06 \text{ Kn}$$

$$\text{Kontrol : } V_e > V_u$$

$$36.25 < 241.06 \text{ kN}$$

No.	Kolom	Gaya Geser Kolom	
		kN	
1	K1 (90/105)	Arah X	530.33
		Arah Y	530.33
2	K2 (40/55)	Arah X	54.38
		Arah Y	54.38
3	K3 (50/75)	Arah X	72.99
		Arah Y	115.69
4	K4 (40/50)	Arah X	167.09
		Arah Y	191.57

### 6.1.3.6 Kapasitas geser pada kolom

Arah X

Didapatkan gaya geser ultimate sebesar  $V_u = 72994.8 \text{ N}$

1. Menghitung luas bruto,  $A_g$

$$b' = b - ts - \phi - \frac{1}{2}D = 439 \text{ mm}$$

$$h' = h - ts - \phi - \frac{1}{2}D = 689 \text{ mm}$$

$$A_g = b' \times h' = 302471 \text{ mm}^2$$

2. Menghitung luas tulangan sengkang,  $A_v$

$$A_v = n \left( \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot \phi^2 \right) = 314 \text{ mm}^2$$

3. Tinggi efektif beton,  $d$

$$d = b - ts - D - \phi = 428 \text{ mm}$$

4. Kapasitas geser beton,  $V_c$

Nilai  $N_u$ , diambil dari nilai gaya aksial terfaktor terkecil pada kolom yang ditinjau



$$N_u = 7.2 \text{ N}$$

$$V_c = 0.17 \left( 1 + \frac{N_u}{A_g \cdot 14} \right) \lambda \sqrt{f_c' b_w} \cdot h = 322841 \text{ N}$$

5. Kapasitas geser tulangan,  $V_s$

$$V_s = \frac{A_v \cdot f_y \cdot d}{s} = \frac{314.240.428}{100} = 322540.8 \text{ N}$$

6. Kapasitas geser kolom,  $V_n$

$$\begin{aligned} \phi V_n &= \phi (V_c + V_s) \\ &= 0.75 (322841 + 322540.8) \\ &= 484036 \text{ N} \end{aligned}$$

7. Kontrol

$$\begin{aligned} \phi V_n &> V_u \\ 484036 \text{ N} &> 72994.8 \text{ N (OK)} \end{aligned}$$

No.	Kolom		Vu	$\phi V_n$	Kontrol
			kN	kN	
1	K1 (90/105)	Arah X	530.33	716.61	OK
		Arah Y	530.33	716.61	OK
2	K2 (40/55)	Arah X	54.38	321.46	OK
		Arah Y	54.38	321.46	OK
3	K3 (50/75)	Arah X	72.99	484.04	OK
		Arah Y	115.69	484.04	OK
4	K4 (40/50)	Arah X	167.09	484.04	OK
		Arah Y	191.57	484.04	OK

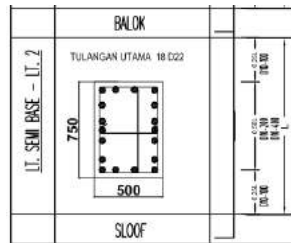
### 6.1.3.7 Tulangan transversal untuk confinement

Pada SNI 2847:2019 pasal R18.7.5.4, tulangan eksisting terpasang harus melebihi kebutuhan tulangan pengekang untuk menjamin bahwa spalling selimut beton harus tidak menyebabkan hilangnya kapasitas kolom dalam menahan gaya aksial.

Tabel 18.7.5.4 – Tulangan transversal untuk kolom-kolom sistem rangka pemikul momen khusus

Tulangan transversal	Kondisi	Persamaan yang berlaku
$A_{s,sh}$ untuk sengkang persegi	$\rho_s \leq 0,3 A_g f_c' / f_y'$ dan $f_y' \leq 70 \text{ MPa}$	Terbesar antara (a) dan (b)
	$\rho_s > 0,3 A_g f_c' / f_y'$ atau $f_y' > 70 \text{ MPa}$	Terbesar antara (a), (b) dan (c)
		$0,24 \rho_s \frac{A_g}{f_y' A_{sh}}$ (c)
untuk spiral ataupun sengkang pengkang lingkaran	$\rho_s \leq 0,3 A_g f_c' / f_y'$ dan $f_y' \leq 70 \text{ MPa}$	Terbesar antara (d) dan (e)
	$\rho_s > 0,3 A_g f_c' / f_y'$ atau $f_y' > 70 \text{ MPa}$	Terbesar antara (d), (e) dan (f)
		$0,35 \rho_s \frac{A_g}{f_y' A_{sh}}$ (f)

## Kolom K3



Material struktur	=	
Mutu beton, $f_c'$	=	35 MPa
Mutu tul. lentur, $f_yt$	=	400 MPa
Mutu tul. geser, $f_{ys}$	=	240 MPa

## Dimensi kolom K3

Tinggi penampang kolom, $h_w$	=	750 mm
Lebar penampang kolom, $b_w$	=	500 mm
Tebal decking	=	40 mm

## Tulangan terpasang

Tulangan longitudinal	=	12 D22
Tulangan transversal	=	
Tumpuan	=	$\text{Ø}10-100$
Lapangan	=	$\text{Ø}10-200$

Sumbu X :

- $A_g$ , luas total permukaan

$$A_g = b_w \times h_w = 500 \times 750 = 375000 \text{ mm}^2$$

- $A_{ch}$ , luas penampang beton diukur sampai tepi luar tul. transversal

$$b = b_w - (2 \cdot t_s) = 750 - (2 \cdot 40) = 670 \text{ mm}$$

$$h = h_w - (2 \cdot t_s) = 750 - (2 \cdot 40) = 670 \text{ mm}$$

$$Ach = b \times h = 420 \times 670 = 281400 \text{ mm}^2$$

- Luas penampang total tulangan transversal

Persamaan a :

$$\frac{Ash}{s.bc} = 0.3 \left( \frac{Ag}{Ach} - 1 \right) \frac{f'c}{f_y}$$

$$\frac{Ash}{99000} = 0.3 \left( \frac{375000}{281400} - 1 \right) \frac{35}{400}$$

$$Ash = 864.403 \text{ mm}^2$$

Persamaan b :

$$\frac{Ash}{s.bc} = 0.09 \frac{f'c}{f_y}$$

$$\frac{Ash}{99000} = 0.09 \frac{35}{400}$$

$$Ash = 864.403 \text{ mm}^2$$

$$\text{Dipakai Ash} = 596.642 \text{ mm}^2$$

- Tulangan eksisting terpasang

$$Av = n \cdot \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot r^2 = 3 \cdot \frac{1}{4} \cdot 3.14 \cdot 10^2 = 235.5 \text{ mm}^2$$

$$\text{Kontrol : } Av > Ash$$

$$235.5 \text{ mm}^2 < 864.403 \text{ mm}^2 \text{ (NOT OK)}$$

### Sumbu Y :

- Ag, luas total permukaan

$$Ag = bw \times hw = 500 \times 750 = 375000 \text{ mm}^2$$

- Ach, luas penampang beton diukur sampai tepi luar tul. transversal

$$b = bw - (2 \cdot ts) = 500 - (2 \cdot 40) = 420 \text{ mm}$$

$$h = hw - (2 \cdot ts) = 750 - (2 \cdot 40) = 670 \text{ mm}$$

$$Ach = b \times h = 420 \times 670 = 281400 \text{ mm}^2$$

- Luas penampang total tulangan transversal

Persamaan a :

$$\frac{Ash}{s.bc} = 0.3 \left( \frac{Ag}{Ach} - 1 \right) \frac{f'c}{f_y}$$

$$\frac{Ash}{41000} = 0.3 \left( \frac{375000}{281400} - 1 \right) \frac{35}{240}$$

$$Ash = 538.125 \text{ mm}^2$$

Persamaan b :

$$\frac{Ash}{s.bc} = 0.09 \frac{fc}{fy}$$

$$\frac{Ash}{41000} = 0.09 \frac{35}{240}$$

$$Ash = 596.642 \text{ mm}^2$$

$$\text{Dipakai Ash} = 596.642 \text{ mm}^2$$

- Tulangan eksisting terpasang

$$Av = n \cdot \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot r^2 = 3 \cdot \frac{1}{4} \cdot 3.14 \cdot 10^2 = 235.5 \text{ mm}^2$$

$$\text{Kontrol : } Av > Ash$$

$$235.5 \text{ mm}^2 < 596.642 \text{ mm}^2 \text{ (NOT OK)}$$

#### Rekapitulasi kapasitas tulangan transversal untuk confinement

No.	Jenis Kolom	Dimensi mm	Sumbu	Ash	Av	Cek
				mm <sup>2</sup>	mm <sup>2</sup>	
1	K1 (lantai 1-2)	600 x 1050	Arah X	1260.00	314.00	NOT OK
			Arah Y	669.38	314.00	NOT OK
2	K2 (lantai 1-2)	400 x 550	Arah X	603.75	314.00	NOT OK
			Arah Y	406.88	314.00	NOT OK
3	K3 (lantai 1-2)	500 x 750	Arah X	864.40	314.00	NOT OK
			Arah Y	357.99	314.00	NOT OK
4	K4 (lantai 1-2)	400 x 500	Arah X	807.19	235.50	NOT OK
			Arah Y	406.88	235.50	NOT OK
5	K1 (lantai 3-4)	550 x 900	Arah X	1063.13	314.00	NOT OK
			Arah Y	603.75	314.00	NOT OK
6	K2 (lantai 3-4)	350 x 500	Arah X	538.13	157.00	NOT OK
			Arah Y	341.25	157.00	NOT OK
7	K3 (lantai 3-4)	450 x 700	Arah X	1200.94	235.50	NOT OK
			Arah Y	472.50	235.50	NOT OK
8	K4 (lantai 3-4)	350 x 450	Arah X	708.75	157.00	NOT OK
			Arah Y	275.63	157.00	NOT OK
9	K1 (lantai 5-8)	500 x 750	Arah X	800.63	314.00	NOT OK
			Arah Y	538.13	314.00	NOT OK
10	K2 (lantai 5-8)	350 x 450	Arah X	472.50	157.00	NOT OK
			Arah Y	341.25	157.00	NOT OK
11	K3 (lantai 5-8)	400 x 600	Arah X	1004.06	235.50	NOT OK
			Arah Y	406.88	235.50	NOT OK
12	K4 (lantai 5-8)	350 x 400	Arah X	610.31	157.00	NOT OK
			Arah Y	341.25	157.00	NOT OK

Gambar 6.8 Rekapitulasi Kapasitas Tulangan Confinement

## 6.1.4 Pondasi

### 6.1.4.1 Data eksisting

Data eksisting pilecap	
Mutu beton pile cap, $f_c'$	= 30 MPa
Mulu tulangan pile cap, $f_y$	= 400 Mpa
Faktor keamanan, SF	= 2,5
panjang pilecap, B	= 1930 mm
Lebar pilecap, L	= 1930 mm
Tebal pilecap, H	= 1200 mm

Data eksisting square pile

Jumlah tiang, n	= 5 buah
Column, m	= 2
Baris, n	= 2
Jarak antar tiang, s	= 1131 mm
Dimensi Square pile	= 300 x 300 mm
Kedalaman pancang	= 37000 mm
Tebal selimut	= 75 mm

### 6.1.4.2 Daya dukung tanah

Perhitungan daya dukung tanah di bawah pondasi menggunakan persamaan meyerhoff dengan tahapan perhitungan sebagai berikut:

Tabel NSPT

Data N-spt pada kedalaman 37 m adalah : 21

P ijin Square pile 300x300 : 118,59 ton (Brosur)

Dengan persamaan mayerhoff :

$$\begin{aligned} Q_u &= 40 \cdot N \cdot A_p + (N_{av} \cdot A_s)/5 \\ &= 40 \cdot 21 \cdot 0,09 + (11,2 + 44,4)/5 \\ &= 75,6 + 99,456 \\ &= 175,056 \text{ ton} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_{ijin} &= Q_u / SF \\ &= 175,056 / 2,5 \\ &= 70,0224 \text{ ton} \end{aligned}$$

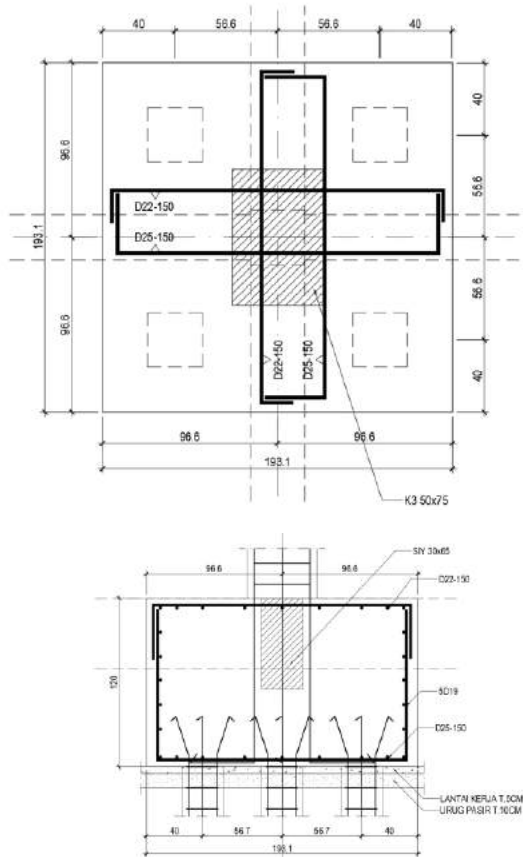
Kontrol;

$Q_{ijin}$	<	$P_{ijin \text{ square pile}}$	
70,0224	ton	<	118,59 ton (OK)

### 6.1.4.3 Evaluasi pondasi terhadap beban ijin yang terjadi

Evaluasi pada pondasi bertujuan untuk mengetahui kekuatan pondasi eksisting terhadap beban ijin yang terjadi setelah ditambahkan elemen bresing pada struktur atas.

Struktur pondasi yang dijadikan contoh perhitungan ini digunakan titik dengan joint reaction terbesar, yaitu pada pondasi tipe **P5 As 4-D** sebagai berikut:



Dengan menggunakan program bantu ETABS, didapatkan output beban yang terjadi pada joint pondasi yang ditinjau:

$$P = 2707,3655 \text{ kN}$$

$$M_x = 57,8605 \text{ kN.m}$$

$$M_y = 4,5553 \text{ kN.m}$$

Selain beban diatas, diperlukan berat sendiri pilecap yang bekerja pada pondasi:

$$P_{\text{pilecap}} = 24 \cdot 1,931 \cdot 1,931 \cdot 1,2$$

$$= 107,27712 \text{ kN}$$

Maka didapatkan P total

$$P_{\text{total}} = 2707,3655 + 107,27712$$

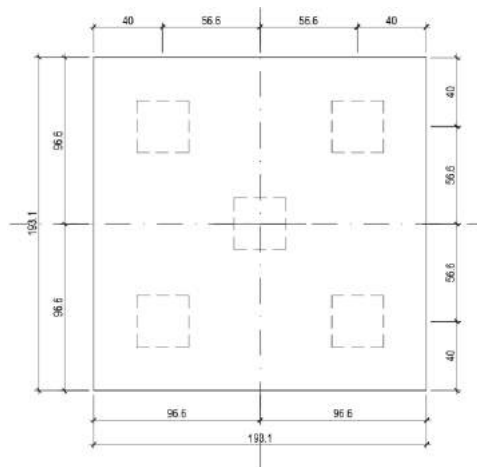
$$= 2814,64262 \text{ kN}$$

Konfigurasi tiang pancang

$$\text{Jumlah tiang} = 5$$

$$\text{Column, n} = 2$$

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



Perhitungan titik berat tiang pancang terhadap titik berat pilecap:

no	X	Y	X <sup>2</sup>	Y <sup>2</sup>	P
1	-0.57	0.57	0.32	0.32	539.5491
2	0.57	0.57	0.32	0.32	590.3039
3	0.00	0.00	0.00	0.00	562.9285
4	-0.57	-0.57	0.32	0.32	535.5532
5	0.57	-0.57	0.32	0.32	586.308

$$P = \frac{\sum P}{n} \pm \frac{Mx \cdot y}{\sum y^2} \pm \frac{My \cdot x}{\sum x^2}$$

$$P_{\max} \text{ 1 tiang} = 590,30 \text{ kN}$$

#### 6.1.4.4 Efisiensi tiang pancang

Efisiensi tiang pancang grup dihitung menggunakan metode “Converce Labarre” dengan tahapan perhitungan sebagai berikut:

$$\eta = 1 - \arctan \frac{D}{s} \left[ \frac{(n-1) \cdot m + (m-1) \cdot n}{90 \cdot m \cdot n} \right]$$

$$\begin{aligned} Q_{\text{ijin 1 tiang}} &= 70,0224 \text{ ton} \\ &= 700,224 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_{\text{ijin grub tiang}} &= n \cdot Q_{\text{ijin}} \cdot \text{Eff} \\ &= 5 \cdot 700,224 \cdot 0.835 \\ &= 2922,724031 \text{ kN} \end{aligned}$$

#### 6.1.4.5 Kontrol beban ijin

Kontrol kapasitas satu tiang terhadap beban ijin yang terjadi dapat dilakukan berdasarkan hasil perhitungan diatas:

$$\begin{aligned} P_{\max} \text{ 1 tiang} &= 590,30 \text{ kN} \\ Q_{\text{ijin 1 tiang}} &= 700,224 \text{ kN} \\ P_{\text{total}} &= 2814,64 \text{ kN} \\ Q_{\text{ijin grub tiang}} &= 2922,72 \text{ kN} \end{aligned}$$



Kontrol;

$P_{\max} \text{ 1 tiang} < Q \text{ ijin 1 tiang} \quad (\mathbf{OK})$

$P_{\text{total}} < Q \text{ ijin grub tiang} \quad (\mathbf{OK})$

Sehingga kapasitas pondasi yang ditinjau memenuhi menahan beban ijin yang terjadi.

#### 6.1.4.6 Kontrol Geser dua arah pile cap disekitar kolom

Pile cap

$b = 1930 \text{ mm}$

$h = 1930 \text{ mm}$

$t = 1200 \text{ mm}$

$t_s = 75 \text{ mm}$

$D = 25 \text{ mm}$

$d = 1100 \text{ mm}$

$f_c' = 30 \text{ Mpa}$

$s = 1130 \text{ mm}$

tepi = 400 mm

Kolom

$b = 500 \text{ mm}$

$h = 750 \text{ mm}$

Geser dua arah disekitar kolom

$$\begin{aligned} B_o &= 4c + d \\ &= 4 \cdot 500 + 1100 \\ &= 6400 \text{ mm} \end{aligned}$$

Nilai kuat geser pons dua arah untuk beton ditentukan dari nilai terkecil sesuai SNI 2847:2019 Tabel 22.6.5.2 antara:

$$V_{c1} = 0,17 \frac{1+2}{\beta_c} \lambda \sqrt{f_c'} b_o d$$

$\beta_c =$  rasio sisi panjang terhadap sisi pendek dari beban terpusat atau daerah tumpuan

$\alpha_s = 40$  untuk kolom dalam

30 untuk kolom tepi

20 untuk kolom sudut

$$\begin{aligned}
 V_{c_1} &= 0,17 \frac{1+2}{\beta c} \lambda \sqrt{f'c'} bo d \\
 &= 0,17 \frac{1+2}{1} 1 \sqrt{35} \cdot 6400 \cdot 1100 \\
 &= 19665430,7 \text{ N}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 V_{c_2} &= 0,083 \left( \frac{\alpha s d}{bo} + 2 \right) \lambda \sqrt{f'c'} bo d \\
 &= 0,083 \left( \frac{40 \cdot 1100}{6400} + 2 \right) 1 \sqrt{35} \cdot 6400 \cdot 1100 \\
 &= 28404015,48 \text{ N}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 V_{c_3} &= 0,33 \lambda \sqrt{f'c'} bo d \\
 &= 0,33 1 \sqrt{35} \cdot 6400 \cdot 1100 \\
 &= 12724690,46 \text{ N}
 \end{aligned}$$

Maka

$$\begin{aligned}
 V_n &= 12724690,46 \text{ N} \\
 \phi V_n &= 0,75 \cdot 12724690,46 \\
 &= 9543517,842 \text{ N} \\
 &= 9543,517842 \text{ kN} \quad \text{(OK)}
 \end{aligned}$$

#### 6.1.4.7 Kontrol Geser dua arah pile cap disekitar tiang pancang

$$\begin{aligned}
 bo &= 2 \cdot 400 + c/2 + d/2 \\
 &= 2 \cdot 400 + 150 + 550 \\
 &= 2200 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 V_{c_1} &= 0,17 \frac{1+2}{\beta c} \lambda \sqrt{f'c'} bo d \\
 &= 0,17 \frac{1+2}{1} 1 \sqrt{35} \cdot 2200 \cdot 1100 \\
 &= 6759991,80 \text{ N}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 V_{c_2} &= 0,083 \left( \frac{\alpha s d}{bo} + 2 \right) \lambda \sqrt{f'c'} bo d \\
 &= 0,083 \left( \frac{40 \cdot 1100}{6400} + 2 \right) 1 \sqrt{35} \cdot 2200 \cdot 1100 \\
 &= 28404015,48 \text{ N}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Vc_3 &= 0,33 \lambda \sqrt{f'c'} b o d \\
 &= 0,33 \cdot 1 \cdot \sqrt{35'} \cdot 2200 \cdot 1100 \\
 &= 4374112,344 \text{ N}
 \end{aligned}$$

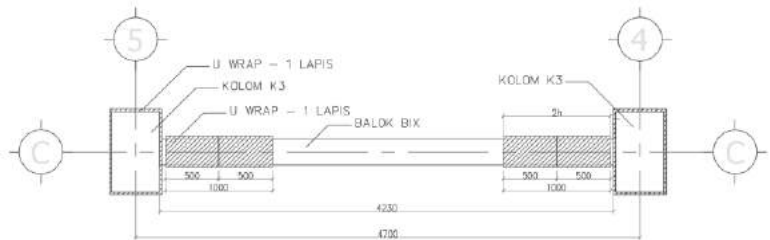
Maka,

$$\begin{aligned}
 V_n &= 4374112,344 \quad \text{N} \\
 \phi V_n &= 0,75 \cdot 4374112,344 \\
 &= 3280584,258 \quad \text{N} \\
 &= 3280,584258 \quad \text{kN} \quad \quad \quad \text{(OK)}
 \end{aligned}$$

## 6.2 Perencanaan Perkuatan Struktur

### 6.2.1 Perencanaan Perkuatan Geser Balok

Perencanaan geser CFRP balok induk BIX, pada lantai 2 as C join 4-5



Gambar 6.9 Perencanaan Pekuatan CFRP Wrap Balok BIX

#### 6.2.1.1 Data Eksisting

Mutu beton ( $f'c'$ )	= 30 MPa
Mutu baja tulangan ulir ( $f_y$ )	= 400 MPa
Mutu baja tulangan polos ( $f_y$ )	= 240 MPa
Tinggi balok ( $h$ )	= 500 mm
Lebar balok ( $b$ )	= 250 mm
Diameter tulangan lentur	= 19 mm
Diameter tulangan geser	= 10 mm
Tebal selimut balok ( $t_s$ )	= 40 mm
Tebal decking plat ( $t$ )	= 120 mm

Modulus elastisitas beton = 25743 MPa  
 Modulus elastisitas baja = 2000000 MPa

BIX						
Dimensi	Tumpuan			Lapangan		
	250	x	500			
Tulangan atas	5	D	19	3	D	19
Tulangan tengah	2	D	13	2	D	13
Tulangan bawah	3	D	19	4	D	19
Tulangan sengkang	D	10	100	D	10	200

### 6.2.1.2 Data FRP

Tipe FRP = SIKA WRAP-231C mm  
 Lebar FRP, Wf = 500 mm  
 Tebal, tf = 0.127 mm  
 Luas penampang, Af = 63.5 mm<sup>2</sup>  
 Kuat tarik FRP, ffu\* = 4900 MPa  
 Regangan putus FRP, εfu\* = 0.021 mm/mm  
 Faktor reduksi FRP, CE = 0.95  
 Modulus elastisitas, Ef = 230000 MPa

### 6.2.1.3 Perhitungan Perkuatan → Balok BIX C(4-5)

Panjang balok, L = 4250 mm  
 Lebar balok, b = 250 mm  
 Tinggi balok, h = 500 mm  
 Geser ultimate tumpuan, Vu = 352 kN  
 Kapasitas geser beton, Vc = 0 kN  
 Kapasitas geser tulangan, Vs = 406 kN

- Tinggi efektif CFRP wrap  

$$d = h - ts - \phi - \frac{1}{2}D = 440.5 \text{ mm}$$

$$dfv = d - t = 320.5 \text{ mm}$$
- Perhitungan desain material CFRP  

$$f_{fu} = CE \cdot fu^* = 0.95 \cdot 4900 = 4655 \text{ MPa}$$

$$\varepsilon_{fu} = CE \cdot \varepsilon_{fu}^* = 0.95 \cdot 0.021 = 0.02 \text{ mm/mm}$$
- Perhitungan regangan efektif pada shear reinforcement FRP

Asumsi kebutuhan CFRP,  $n = 1$  lapis

Panjang ikatan aktif,  $Le$

$$Le = \frac{23300}{(n \cdot tf \cdot Ef)^{0.58}} = \frac{23300}{(1 \cdot 0.127 \cdot 230000)^{0.58}} = 59.89 \text{ mm}$$

Koefien ikatan reduksi,  $k_v$

$$k_1 = \left(\frac{f'c'}{27}\right)^{\frac{2}{3}} = \left(\frac{30}{27}\right)^{\frac{2}{3}} = 1.073$$

$$k_2 = \left(\frac{dfv - Le}{dfv}\right) = \left(\frac{320.5 - 59.89}{320.5}\right) = 0.813$$

$$Kv = \frac{k_1 \cdot k_2 \cdot Le}{11900 \cdot \varepsilon_{fu}} = \frac{1.073 \cdot 0.813 \cdot 59.89}{11900 \cdot 0.02} = 0.22 \leq 0.75 \text{ (OK)}$$

Regangan efektif FRP,  $\varepsilon_{fe}$

$$\varepsilon_{fe} = Kv \cdot \varepsilon_{fu} = 0.22 \cdot 0.02 = 0.004 \leq 0.004 \text{ (OK)}$$

4. Perhitungan kontribusi FRP pada perkuatan tulangan geser  
Luasan dari tulangan geser FRP,  $Afv$

$$Afv = 2 \cdot n \cdot tf \cdot wf = 2 \cdot 1 \cdot 0.127 \cdot 500 = 127 \text{ mm}^2$$

Tegangan efektif pada FRP,  $f_{fe}$

$$f_{fe} = \varepsilon_{fe} \cdot Ef = 0.004 \cdot 230000 = 1009.71 \text{ MPa}$$

Kontribusi geser FRP,  $V_f$

$$\alpha = 0$$

$$S_f = 100$$

$$\Psi_f = 0.85$$

$$V_f = \frac{Afv \cdot f_{fe} \cdot (\sin \alpha \cdot \cos \alpha) dfv}{100} = \frac{127 \cdot 1009.71 \cdot 1 \cdot 320.5}{100} = 410988.64 \text{ N} = 410.988 \text{ kN}$$

5. Perhitungan kuat geser pada bagian yang diperkuat  
 $\phi V_n = \phi (V_c + V_s + \psi_f \cdot V_f) = 0.75 (0 + 406 + 0.85 \cdot V_f) = 566.5 \text{ kN}$

Kontrol :  $\phi V_n > V_u$   
 $566.5 \text{ kN} > 352 \text{ Kn}$

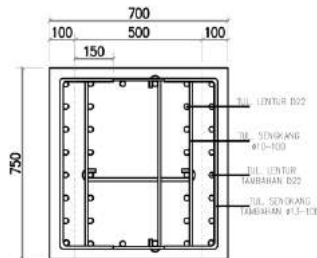
## 6. Rekapitulasi Perkuatan CFRP

No.	Tipe Balok	Geser Ultimate	Geser Nominal	n FRP	$\phi(V_n + \Psi f_v f)$	CEK
		kN	kN		kN	
1	BIX	352.03	304.50	1	566.51	OK
2	BIY	479.96	304.50	1	566.51	OK
3	BIY 2	509.60	443.68	1	905.25	OK

### 6.2.2 Perencanaan Perkuatan Joint Balok Kolom

#### 6.2.2.1 Data Eksisting

Mutu beton ( $f_c'$ )	= 35 MPa
Mutu baja tulangan ulir ( $f_y$ )	= 400 MPa
Mutu baja tulangan polos ( $f_y$ )	= 240 MPa
Tinggi kolom ( $h$ )	= 750 mm
Lebar kolom ( $b$ )	= 500 mm
Panjang kolom ( $L$ )	= 6000 mm
Diameter tulangan lentur	= 22 mm
Diameter tulangan geser	= 10 mm
Tebal selimut balok ( $t_s$ )	= 40 mm
Tebal decking plat ( $t$ )	= 120 mm
Modulus elastisitas beton	= 25743 MPa
Modulus elastisitas baja	= 2000000 MPa



#### 6.2.2.2 Perhitungan Pembesaran Dimensi Kolom pada Arah Y

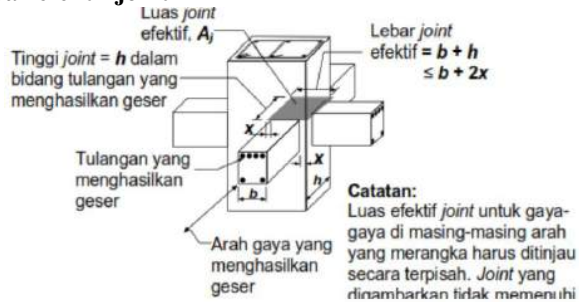
##### a. Syarat panjang joint

Bedasarkan SNI 2847:2019 pasal 18.8.2.3 dimensi kolom yang paralel dengan tulangan balok tidak boleh kurang dari 20 kali diameter tulangan longitudinal terbesar balok untuk material beton normal

$$B > 20 \cdot D$$

$$700 > 440 \text{ (OK)}$$

### b. Lebar efektif joint



$$X = (700-300)/2 = 200 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} \text{Lebar joint efektif} &= b_{\text{balok}} + h_{\text{kolom}} \\ &= 300 + 700 \\ &= 1000 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Lebar joint efektif} &\leq b + 2x \\ &\leq 300 + 2(200) \\ &\leq 700 \text{ mm} \end{aligned}$$

Maka digunakan lebar efektif joint = 700 mm

### c. Tinggi efektif joint

$$\begin{aligned} \text{Tinggi joint} &> 0.5 h_{\text{balok}} \\ 700 &> 0.5 \cdot 650 \\ 700 &> 325 \text{ (OK)} \end{aligned}$$

### d. Gaya geser pada joint

Balok yang menyambung pada joint adalah balok BIX yang memiliki  $M_{pr}$  sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Balok BIX} \sim \text{BIX} \quad M_{pr+} &= 169.037 \text{ kN} \\ M_{pr-} &= 511.965 \text{ kN} \end{aligned}$$

Nilai kekuatan kolom atas dan kolom bawah adalah sama, maka

$$\begin{aligned} DF &= \text{factor distribusi} = 0.5 \\ M_c &= DF (M_{pr+} + M_{pr-}) \\ &= 0.5 (169.037 + 511.965) \\ &= 340.501 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$V_{sway} = \frac{M_c + M_c}{L_u} = \frac{340.501 + 340.501}{4.7} = 144.894 \text{ kN}$$

Gaya tarik yang bekerja di sebelah kiri HBK

Tul. tarik terpasang = 5 D19,  $A_s = 1418.22 \text{ mm}^2$

$$\begin{aligned} T_1 &= 1.25 \cdot A_s \cdot f_y \\ &= 1.25 \cdot 1418.22 \cdot 400 \\ &= 709107.1 \text{ N} \end{aligned}$$

Gaya tekan yang bekerja di sebelah kiri HBK

$$C_1 = T_1 = 709107.1 \text{ N}$$

Gaya tarik yang bekerja di sebelah kanan HBK

Tul. tarik terpasang = 7 D19,  $A_s = 1985.5 \text{ mm}^2$

$$\begin{aligned} T_2 &= 1.25 \cdot A_s \cdot f_y \\ &= 1.25 \cdot 1985.5 \cdot 400 \\ &= 992750 \text{ N} \end{aligned}$$

Gaya tekan yang bekerja di sebelah kanan HBK

$$C_2 = T_2 = 992750 \text{ N}$$

Gaya geser joint

$$\begin{aligned} V_j &= V_{sway} - T_1 - C_2 \\ &= 144894 - 709107.1 - 992750 \\ &= -1556963 \text{ N (ke arah kiri)} \end{aligned}$$

**e. Cek kuat geser joint**

Luas efektif joint =  $700 \times 700 = 490000 \text{ mm}^2$

$$\begin{aligned} \phi V_n &= \phi \cdot 1.7 \cdot \lambda \cdot A_j \cdot \sqrt{f_c} \\ &= 0.75 \cdot 1.7 \cdot 0.75 \cdot 490000 \cdot \sqrt{35} \\ &= 2772053.13 \text{ N} \end{aligned}$$

Kontrol :  $\phi V_n > V_j$

$$2772053.13 \text{ N} > 1556963.14 \text{ N (OK)}$$



### 6.2.2.3 Rekapitulasi Pembesaran Dimensi Kolom K3

Untuk pembesaran dimensi pada kolom lainnya, disediakan pada lampiran. Berikut rekapitulasi perbesaran dimensi kolom pada kolom K3

NO.	Tipe Kolom	As	Sumbu	Perbesaran dimensi (mm)	Gaya Geser Joint (V <sub>j</sub> )	Kuat Geser Joint (V <sub>n</sub> )	Cek
					kN	kN	
1	K3	3C	Arah X	750	1325.66	3182.20	OK
			Arah Y	700	1556.96	2772.05	OK
2	K3	4C	Arah X	750	1325.66	3182.20	OK
			Arah Y	700	1556.96	2772.05	OK
3	K3	5C	Arah X	750	1325.66	3182.20	OK
			Arah Y	700	1556.96	2772.05	OK
4	K3	6C	Arah X	750	1325.66	3182.20	OK
			Arah Y	700	1556.96	2772.05	OK
5	K3	7C	Arah X	750	1325.66	3182.20	OK
			Arah Y	700	1556.96	2772.05	OK
6	K3	8C	Arah X	750	1325.66	3182.20	OK
			Arah Y	700	1556.96	2772.05	OK
7	K3	9C	Arah X	750	1325.66	3182.20	OK
			Arah Y	700	1556.96	2772.05	OK
8	K3	10C	Arah X	750	1325.66	3182.20	OK
			Arah Y	700	1556.96	2772.05	OK
9	K3	2D	Arah X	750	1325.66	3182.20	OK
			Arah Y	500	1325.66	1414.31	OK
10	K3	3D	Arah X	750	1325.66	3182.20	OK
			Arah Y	700	1795.97	2036.61	OK
11	K3	4D	Arah X	750	1325.66	3182.20	OK
			Arah Y	700	1795.97	2036.61	OK
12	K3	5D	Arah X	750	1325.66	3182.20	OK
			Arah Y	700	1795.97	2036.61	OK
13	K3	6D	Arah X	750	1325.66	3182.20	OK
			Arah Y	700	1795.97	2036.61	OK
14	K3	7D	Arah X	750	1325.66	3182.20	OK
			Arah Y	700	1795.97	2036.61	OK
15	K3	8D	Arah X	750	1325.66	3182.20	OK
			Arah Y	700	1795.97	2036.61	OK
16	K3	9D	Arah X	750	1325.66	3182.20	OK
			Arah Y	700	1795.97	2036.61	OK
17	K3	10D	Arah X	750	1325.66	3182.20	OK
			Arah Y	700	1325.66	1414.31	OK



*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*



## **BAB VII**

### **METODE PELAKSANAAN DAN RENCANA ANGGARAN BIAYA**

#### **7.1 Metode Pekerjaan Perkuatan dengan Kapital Kolom**

##### **7.1.1 Pekerjaan Penulangan Kapital Kolom**

Untuk pekerjaan perkuatan kapital kolom dilakukan beberapa tahap yaitu fabrikasi penulangan pemasangan penulangan, pemasangan bekisting, pengecoran, pembongkaran bekisting serta *curing* beton apabila beton sudah terbentuk.

##### **7.1.1.1 Alat dan Bahan**

1. Bar cutter
2. Chain block
3. *Bar bender*
4. Bendrat
5. Alat pengikat bendrat
6. Las
7. Besi polos dengan diameter D22
8. Besi ulir dengan diameter D13

##### **7.1.1.2 Pekerjaan Fabrikasi Tulangan**

Tulangan difabrikasi terlebih dahulu dengan cara :

1. Besi polos dan besi ulir sepanjang 12 m dipotong terlebih dahulu sesuai dengan kebutuhan dilapangan dengan menggunakan bar cutter.
2. Selanjutnya, besi polos dibengkokan untuk panjang penyaluran pada kolom dengan menggunakan bar bender. Begitu juga dengan besi ulir yang nantinya akan digunakan sebagai tulangan Sengkang
3. Setelah bahan sudah tersedia, maka dirakit tulangan kolom dan diikat dengan menggunakan bendrat.
4. Bendrat diikatkan terhadap titik pertemuan antara tulangan utama dan tulangan Sengkang lalu dirapatkan dan dipotong dengan alat pengikat bendrat.

Pemasangan tulangan :

1. Membuat titik koordinat pada sisi kolom yang akan dipasang sengkang tambahan.
2. Setelah penggambaran titik koordinat, selanjutnya dilakukan pengeboran sedalam 150 mm
3. Tulangan yang sudah difabrikasi diangkat menggunakan chain block dan dipasang ke tempat yang dituju

## 7.1.2 Pekerjaan Bekisting Kapital Kolom

### 7.1.2.1 Alat dan Bahan

1. Panel cetakan bekisting
2. Wingnut dan tierod



Gambar 7.1 Sepasang *Wingnut* dan *Tierod*

3. Wedge head piece



Gambar 7.2 *Wedge Head Piece*

4. Flat rib washer



Gambar 7.3 *Flat Rib Washer*

## 5. Push pull prop

Gambar 7.4 *Push Pull Prop*

## 6. Push pull bracket / kicker base

Gambar 7.5 *Push Pull Bracket / Kicker Base*

## 7. Baseplate

Gambar 7.6 *Baseplate***7.1.2.2 Metode pekerjaan**

1. Multiplex pada panel cetakan diberi solar agar nantinya saat sudah dilakukan pengecoran, bekisting bisa mudah dilepas

2. Bekisting diangkat dengan menggunakan chain block ke atas yang ingin dipasang kolom lalu dipaskan dengan markingan dan sepatu kolom
3. Apabila kedua sisi bekisting sudah dipasang maka bekisting dipasang wingnut dan tierod di ujung waller (klem pengatur) dan dirapatkan
4. Lalu bekisting dirapatkan menggunakan flat rib washer untuk mengunci double UNP pada bekisting
5. Baseplate dipasangkan pada besi – besi yang menancap pada plat, lalu bengkokkan besi – besi tersebut untuk mengunci baseplate
6. Pasang kicker base pada wedge head piece di waller paling bawah dan baseplate sebagai penahan sisi bawah pada bekisting. Lalu kicker diatur dengan cara diputar sesuai dengan kerapatan yang dibutuhkan
7. Pasang push pull pada wedge head piece di waller atas dan baseplate sebagai pengatur kemiringan bekisting. Lalu push pull diatur dengan cara diputar sesuai dengan kerapatan yang dibutuhkan

### 7.1.3 Pekerjaan Pengecoran Kapital Kolom

#### 7.1.3.1 Alat dan Bahan

1. Beton K400 ( $f_c' = 35 \text{ MPa}$ )
2. Concrete bucket



Gambar 7.7 Concrete Bucket

3. Solar



#### 4. Bahan perekat (Adibond)



Gambar 7.8 Bahan Perekat

#### 5. Selang tremi



Gambar 7.9 Selang Tremi

#### 6. Concrete vibrator



Gambar 7.10 Concrete Vibrator

### 7.1.3.2 Tahap Persiapan

1. Pengecekan lot dan posisi titik kolom yang akan dicor
2. Pengecekan mur dan baut pada bekisting untuk memastikan mur dan baut sudah rapat sehingga tidak akan bocor
3. Membersihkan bucket dari beton – beton yang tersisa dan terlanjur mengering dengan cara diberi solar dan air



Gambar 7.11 Pemberian Solar ke *Concrete Bucket*

4. Memasang selang tremi di bawah concrete bucket
5. Setelah concrete ready mix datang, dilakukan uji slump dan menyiapkan benda uji



Gambar 7.12 Benda Uji Beton

6. Bekisting diberi bahan perekat (adibond)

### 7.1.3.3 Tahap pengecoran

1. Ready mix dari concrete mixer dituangkan ke dalam concrete bucket.



Gambar 7.13 Penuangan *Ready Mix*

2. Setelah itu concrete bucket diangkat menggunakan tower crane menuju kolom yang ingin dicor.
3. Setelah ready mix dituangkan di dalam bekisting, maka dilakukan perojokan dengan menggunakan concrete vibrator

agar beton menjadi padat serta tidak ada gelembung atau rongga udara



Gambar 7.14 Pengerojokan *Ready Mix*

#### 7.1.3.4 Setelah pengecoran

1. Bekisting dibongkar setelah satu hari pengecoran
2. Dilakukan proses curing dengan cara dibungkus plastic
3. Pemasangan foam pada ujung atas kolom agar saat dilakukan pengecoran kepala kolom tidak merembes.

## 7.2 Metode Pekerjaan Penguatan dengan CFRP WRAP

### 7.2.1 Alat dan Bahan

1. *Vacuum Cleaner*



Gambar 7.15 Vacuum Cleaner

2. *Concrete Grinder*



Gambar 7.16 Concrete Grinder

3. *Brush*



Gambar 7.17 Brush

4. *Application Trowels*



Gambar 7.18 Application Trowels

5. *Spatula Bergerigi*



Gambar 7.19 Spatula Bergerigi

6. *Plastic Roller*



Gambar 7.20 Plastic Roller

### 7. *Mixing Container*



Gambar 7.21 *Mixing Container*

### 8. *Mixing Spindle*



Gambar 7.22 *Mixing Spindle*

### 9. *Mixing Paddle*

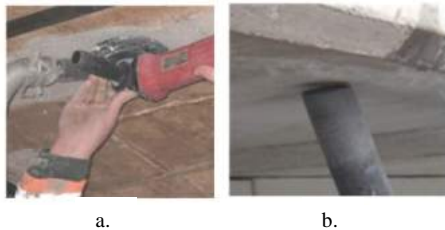


Gambar 7.23 *Mixing Paddle*

#### 7.2.2 **Pekerjaan Persiapan**

1. Melakukan pengecekan shop drawing dan spesifikasi teknis  
Kegiatan ini dilakukan agar dapat mengetahui letak elemen struktur yang akan diperkuat
2. Pembersihan area elemen struktur  
Area beton yang akan diperkuat harus dibersihkan terlebih dahulu dari alat serta diperiksa secara menyeluruh
3. Pengasaran permukaan beton

Permukaan beton yang akan dipasang CFRP harus kasar agar rekatan lem dengan beton dapat lebih maksimal. Pengasaran dilakukan dengan alat *concrete grinder*. Sementara pengerjaan tersebut dilakukan, *vacuum cleaner* juga harus digunakan untuk membersihkan permukaan beton dari debu agar mengurangi risiko terkontaminasi dengan debu serta tidak mengganggu sistem pernafasan bagi orang yang melakukan pekerjaan tersebut.



Gambar 7.24 (a) Pengasaran Permukaan Beton (b) Pembersihan Permukaan Beton

4. Penghalusan sisi siku beton  
 Pada gedung Hotel Shafira bentuk balok dan kolom yang ada yaitu persegi, sehingga harus dilakukan penghalusan sisi siku beton agar meminimalisir adanya robek pada CFRP. Peghalusan dibuat dengan radius minimal 20 mm atau sebagaimana yang dibutuhkan.

### 7.2.3 Pekerjaan di Lapangan

1. Campuran bahan perekat Sikadur 330 diaplikasikan pada permukaan yang telah dipersiapkan dengan menggunakan kuas dengan perkiraan konsumsi 0,7–1,2 kg/m<sup>2</sup> tergantung kekasaran permukaan.
2. Lapisan Sikadur 330 harus membentuk lapisan lekatan yang benar – benar baik pada permukaan beton.
3. Pengaplikasian primer / resin.  
 Sikadur dioleskan ke permukaan beton dengan menggunakan spatula bergerigi (trowel). Pemakaian resin sikadur tergantung dari tipe wrap yang digunakan. Untuk SikaWrap -231C dibutuhkan

resin sebanyak 1.0-1.5 kg/m<sup>2</sup> pada layer pertama dan 0.8 kg/m<sup>2</sup> pada layer berikutnya apabila dibutuhkan.



Gambar 7.25 Pengaplikasian Primer / Resin

4. Posisi penempatan / laminasi  
Sika Wrap dilekatkan pada permukaan beton yang telah dilapisi perekat Sikadur 330 dengan menggunakan roller.



Gambar 7.26 Pemasangan Sika Wrap

5. Tekan Sika Wrap dengan menggunakan Sika Laminating Roller hingga Epoxy Resin terdesak keluar melalui celah antar anyaman.



Gambar 7.27 Pelekatan Sika Wrap

6. Ratakan kelebihan Epoxy Resin dengan menggunakan kuas sebagai lapisan pelindung dari Sika Wrap. Sika wrap juga harus terlapisi total oleh sikadur.



Gambar 7.28 Hasil Pemasangan Sika Wrap

### 7.3 Metode Pelaksanaan Pemasangan Breising

Pada sub-bab ini akan dijelaskan bagaimana cara pemasangan perkuatan menggunakan breising. Terdapat pekerjaan persiapan, pekerjaan dilapangan yang meliputi pemasangan *chemical anchor* serta penginstalan breising.

#### 7.3.1 Alat dan bahan

Pekerjaan pemasangan breising

1. Chain block



Gambar 7.29 Chain Block

2. Ball pen hammer



Gambar 7.30 Ball Pen Hammer

3. Rivet gun





Gambar 7.31 Rivet Gun

4. Kunci pas



Gambar 7.32 Kunci Pas

5. Kunci inggris



Gambar 7.33 Kunci Inggris

6. Las listrik ataupun las karbit



Gambar 7.34 Las Listrik dan Las Karbit

### Pekerjaan Chemical Angkur

7. Hammer drill



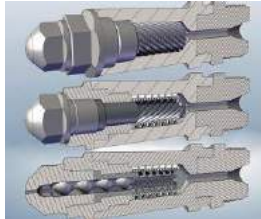
Gambar 7.35 Hammer Drill

## 8. Anchor blower



Gambar 7.36 Anchor Blower

## 9. Mixing nozzle



Gambar 7.37 Mixing Nozzle

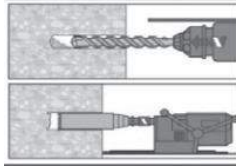
## 10. Foil pack manifold

**7.3.2 Pekerjaan persiapan**

1. Melakukan pengecekan shop drawing dan spesifikasi teknis  
Kegiatan ini dilakukan agar dapat mengetahui letak elemen struktur yang akan diperkuat
2. Pembersihan area elemen struktur  
Area beton yang akan diperkuat harus dibersihkan terlebih dahulu dari alat serta diperiksa secara menyeluruh

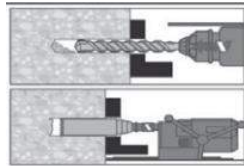
**7.3.3 Pekerjaan di lapangan**Pekerjaan *Chemical Anchor*

1. Fabrikasi baseplate dan gusset  
Baseplate dan gusset difabrikasi di luar lapangan dengan menggunakan las. Sehingga pada lapangan baseplate dapat dinstalasi secara langsung dengan menggunakan *chemical anchor*.
2. Pengeboran lubang untuk ankur  
Sebelum pengaturannya : permukaan beton yang akan diperkuat dibor sedalam kebutuhan yang ada dengan menggunakan *hammer drill*.



Gambar 7.38 Pengeboran lubang *pre-setting* untuk angkur  
Sumber : HILTI

Saat pengaturan : bor permukaan beton dengan luasan yang dibutuhkan menggunakan penahan. Pengeboran dilakukan dengan memperhatikan banyaknya angkur yang akan dipasang

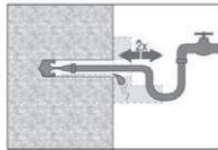


Gambar 7.39 Pengeboran lubang *through-setting* untuk angkur  
Sumber : HILTI

### 3. Pembersihan lubang

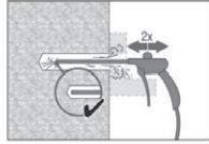
Lubang yang telah dibor dibersihkan dari sisa debu menggunakan sikat dan *blower*

Lubang juga dibersihkan menggunakan air dengan cara diflush 2x dari ujung lubang sampai sepanjang lubang



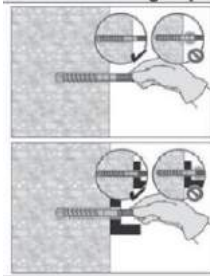
Gambar 7.40 Pembersihan Lubang dengan Air  
Sumber : HILTI

Setelah dibersihkan menggunakan air, lubang dikeringkan dengan menggunakan *blower* seperti pada gambar dibawah ini



Gambar 7.41 Pembersihan Lubang dengan Blower  
Sumber : HILTI

4. Pengecekan kesesuaian lubang dengan angkur



Gambar 7.42 Pengecekan Kesesuaian Lubang dengan Angkur  
Sumber : HILTI

5. Pekerjaan persiapan untuk injeksi

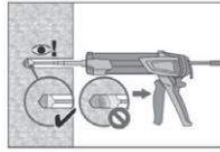
Siapkan peralatan *mixing nozzle* dan rekatkan ke *foil pack manifold*



Gambar 7.43 Pekerjaan Persiapan untuk Injeksi  
Sumber : HILTI

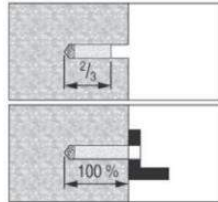
6. Injeksi bahan adhesive

Injeksikan bahan adhesive dari bagian dalam lubang, tarik *mixer* secara perlahan dengan menarik pelatuk.



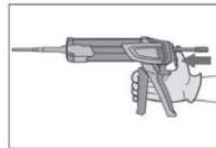
Gambar 7.44 Penginjeksian Bahan Adhesive pada Lubang  
Sumber : HILTI

Isi lubang sekitar sebanyak  $2/3$  dari kedalamn lubang untuk presetting dan 100% penuh apabila angkur sudah disetting. Setelah itu angkur dimasukkan dengan cara diputar perlahan.



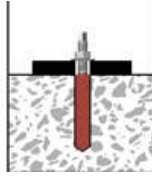
Gambar 7.45 Pengisian Lubang dengan Bahan Adhesive  
Sumber : HILTI

Setelah penginjeksian selesai, turunkan tekanan dispenser dengan cara melepas pelatuk. Hal ini akan jauh mencegah keluarnya bahan adhesive dari mixer.



Gambar 7.46 Penurunan Tekanan Dispenser  
Sumber : HILTI

Pemasangan baseplate yang telah tergabung dengan gusset plate ke angkur yang telah terpasang pada kolom atau balok lalu direkatkan dengan cara dimur.



Gambar 7.47 Hardening

Sumber : <https://www.hobson.com.au/>

### Pekerjaan Breising

1. Gusset plate dan baseplate diangkat dan dipasang dengan towercrane ke titik – titik angkur yang sudah dipasang
2. Breising diangkat dan dipasang dengan menggunakan *tower crane*
3. Atur posisi dasar dan titik join sesuai perencanaan. Breising perlu diayun maupun diangkan hingga stabilitas kedudukan dapat dipastikan hingga posisi terbentuk.
4. Profil kemudian dipasang pada tempatnya lalu dilakukan pengencangan dengan mur antara breising dan *gusset plate* dengan menggunakan kunci torsi.

## 7.4 Rencana Anggaran Biaya Perkuatan

### 7.4.1 Analisa Harga Satuan

No	Uraian Kegiatan	Koefisien	Satuan	Harga Satuan	Jumlah
1	2	3	4	5	6
<b>1</b>	<b>Pekerjaan Pemasangan Besi Profil</b>		kg		
	<u>Bahan :</u>				
	Besi WF Uk. 200mm	1.15	kg	Rp9,900	Rp11,385
				Jumlah :	Rp11,385
	<u>Upah :</u>				
	Tukang las	0.06	orang hari	Rp156,040	Rp9,362
	Kepala tukang	0.006	orang hari	Rp161,040	Rp966
	Mandor	0.003	orang hari	Rp171,040	Rp513
	Pekerja	0.06	orang hari	Rp146,040	Rp8,762
				Jumlah :	Rp19,604
			<b>Nilai HSPK :</b>	<b>Rp30,989</b>	
<b>2</b>	<b>Pekerjaan Pemasangan Baut Mur Baja</b>		kg		
	<u>Bahan :</u>				
	Besi WF Uk. 200mm	1.15	kg	9900	11385
				Jumlah :	11385
	<u>Upah :</u>				
	Pekerja	0.06	orang hari	146040	8762.4
	Tukang Besi	0.06	orang hari	156040	9362.4
	Mandor	0.003	orang hari	171040	513.12
	Kepala Tukang	0.006	orang hari	161040	966.24
				Jumlah :	19604.16
			<b>Nilai HSPK :</b>	<b>30989.16</b>	
<b>3</b>	<b>Pekerjaan Pengelasan Las Listrik</b>		cm		
	<u>Bahan :</u>				
	Minyak Pelumas	0.004	liter	26500	106
	BBM pertamina dex	0.03	liter	10650	319.5
	Kawat las RB-26	0.008	Pak	150000	1200
				Jumlah :	1625.5
	<u>Sewa peralatan :</u>				
	Sewa las listrik	0.017	jam	18125	308.125
				Jumlah :	308.125
	<u>Upah :</u>				
	Mandor	0.0004	orang hari	171040	68.416
	Pekerja	0.004	orang hari	146040	584.16
	Tukang Besi	0.002	orang hari	156040	312.08
Kepala Tukang	0.0002	orang hari	161040	32.208	
			Jumlah :	996.864	
			<b>Nilai HSPK :</b>	<b>2930.489</b>	
<b>4</b>	<b>Pekerjaan Pemasangan Baut Chemical Anchor</b>		buah		
	<u>Bahan :</u>				
	Hilti chem. Anchor	1	buah	355000	355000
				Jumlah :	355000
	Sewa peralatan :				
	Minor Equipment	0.05	ls	77500	3875
				Jumlah :	3875
	<u>Upah :</u>				
	Mandor	0.002	orang hari	200000	400
	Pekerja	2	orang hari	155000	310000
Tukang	0.02	orang hari	175000	3500	
			Jumlah :	313900	
			<b>Nilai HSPK :</b>	<b>672775</b>	

6	<b>Pekerjaan Pengkasaran beton untuk perkuatan CFRP</b> <u>Sewa peralatan :</u> Minor Equipment  <u>Upah :</u> Pekerja	0.05	ls	Rp77,500	Rp3,875	
		0.5	orang hari	Rp155,000	Rp77,500	
				<b>Jumlah :</b>	<b>Rp77,500</b>	
				<b>Nilai Pekerjaan :</b>	<b>Rp81,375</b>	
7	<b>Pekerjaan Pembesian Besi Beton (Polos / Ulir)</b> Bahan : Kawat bendrat Besi beton polos  Upah : Pekerja Kepala tukang Mandor Tukang besi	0.015	kg	Rp13,800	Rp207	
		1.05	kg	Rp9,500	Rp9,975	
		<b>Jumlah :</b>				<b>Rp10,182</b>
		0.007	orang hari	Rp146,040	Rp1,022	
		0.0007	orang hari	Rp161,040	Rp113	
		0.0004	orang hari	Rp171,040	Rp68	
		0.007	orang hari	Rp156,040	Rp1,092	
<b>Jumlah :</b>				<b>Rp2,296</b>		
				<b>Nilai Pekerjaan</b>	<b>Rp12,478</b>	
8	<b>Pekerjaan Bekisting Kolom</b> <u>Bahan :</u> Kayu gelam uk. 8-10 cm, panjang 4 m Paku biasa uk. 2 - 5 inch Minyak Pelumas Kayu meranti balok Kayu randu bekisting Triplek uk. 122 x 244 x 9 mm  <u>Upah :</u> Tukang kayu Kepala tukang Pekerja Mandor	2	batang	Rp10,000	Rp20,000	
		0.4	kg	Rp18,000	Rp7,200	
		0.2	liter	Rp26,500	Rp5,300	
		0.015	m <sup>3</sup>	Rp4,000,000	Rp60,000	
		0.04	m <sup>3</sup>	Rp3,000,000	Rp120,000	
		0.35	lembar	Rp110,000	Rp38,500	
		<b>Jumlah :</b>				<b>Rp251,000</b>
		0.33	orang hari	Rp156,040	Rp51,493	
		0.033	orang hari	Rp161,040	Rp5,314	
		0.66	orang hari	Rp146,040	Rp96,386	
0.33	orang hari	Rp171,040	Rp56,443			
<b>Jumlah :</b>				<b>Rp209,637</b>		
				<b>Nilai Pekerjaan</b>	<b>Rp460,637</b>	
9	<b>Pekerjaan Beton K-400 (Ready Mix)</b> Bahan : Beton ready mix K-350  Peralatan : Sewa concrete pump min. 3 jam  Upah : Kepala tukang Tukang batu Pekeja Mandor	1.02		Rp1,000,000	Rp1,020,000	
		<b>Jumlah :</b>				<b>Rp1,020,000</b>
		0.12		Rp437,500	Rp52,500	
		<b>Jumlah :</b>				<b>Rp52,500</b>
		0.035		Rp161,040	Rp5,636	
		0.35		Rp156,040	Rp54,614	
		2.1		Rp146,040	Rp306,684	
0.105		Rp171,040	Rp17,959			
<b>Jumlah :</b>				<b>Rp384,894</b>		
				<b>Nilai Pekerjaan</b>	<b>Rp1,457,394</b>	



## 7.4.2 Volume Pekerjaan

### 7.4.2.1 Volume Pekerjaan Kapital Kolom

No.	Uraian Pekerjaan	volume	satuan
<b>A. Kolom K1</b>			
1	Pekerjaan tulangan pembesaran kolom K1	1248.24	kg
2	Pekerjaan bekisting pembesaran kolom K1	29.6	m <sup>2</sup>
3	Pekerjaan beton pembesaran kolom K1	1.98	m <sup>3</sup>
<b>B. Kolom K2</b>			
1	Pekerjaan tulangan pembesaran kolom K2	637.64	kg
2	Pekerjaan bekisting pembesaran kolom K2	13.8	m <sup>2</sup>
3	Pekerjaan beton pembesaran kolom K2	1.98	m <sup>3</sup>
<b>C. Kolom K3</b>			
1	Pekerjaan tulangan pembesaran kolom K3	3438.60	kg
2	Pekerjaan bekisting pembesaran kolom K3	87	m <sup>2</sup>
3	Pekerjaan beton pembesaran kolom K3	15.75	m <sup>3</sup>
<b>D. Kolom K4</b>			
1	Pekerjaan tulangan pembesaran kolom K4	1009.71	kg
2	Pekerjaan bekisting pembesaran kolom K4	35.2	m <sup>2</sup>
3	Pekerjaan beton pembesaran kolom K4	4.8	m <sup>3</sup>

### 7.4.2.2 Volume Pekerjaan CFRP Wrap

NO.	Elemen Struktur	Perimeter	Jumlah	Volume	Satuan
1	BIX	1.01	768	775.68	m'
2	BIY	1.01	312	315.12	m'
3	BIY 2	1.51	128	193.28	m'

### 7.4.2.3 Volume Pekerjaan Breising

#### 1. As 1

No.	Uraian Pekerjaan	volume	satuan
A.	Breising As 1 Lantai 1,3,4 (4.5 m)		
1	Pemasangan breising OD. 267 mm	756.576	kg
2	Pengelasan		
	PSB ke stemplate	384	cm
	Gusset ke baseplate	180.24	cm
3	Perakitan breising		
	Stemplate	649.98	kg
	Gusset sudut	372.09	kg
	Gusset tengah	542.10	kg
	Gusset chevron	372.09	kg
	Baseplate sudut	88.47	kg
	Baseplate chevron	88.47	kg
4	Pemasangan mur baut		
	Sambungan sudut baut M24	19.97	kg
	Sambungan baut M24	39.94	kg
	Sambungan chevron baut M24	19.97	kg
5	Angkur sudut M20	36	buah
	Angkur chevron	36	buah
B.	Breising As 1 Lantai 2 (6 m)		
1	Pemasangan breising OD. 267 mm	282.0288	kg
2	Pengelasan		
	PSB ke stemplate	128	cm
	Gusset ke baseplate	60.08	cm
3	Perakitan breising		
	Stemplate	216.66	kg
	Gusset sudut	118.13	kg
	Gusset tengah	180.70	kg
	Gusset chevron	118.13	kg
	Baseplate sudut	39.69	kg
	Baseplate chevron	39.69	kg

4	Pemasangan mur baut		
	Sambungan sudut baut M24	6.66	kg
	Sambungan baut M24	13.31	kg
	Sambungan chevron baut M24	6.66	kg
5	Angkur sudut M20	12	buah
	Angkur chevron	12	buah
C.	Breising As 1 Lantai 2 (6 m)		
1	Pemasangan breising OD. 267 mm	722.7136	kg
2	Pengelasan		
	PSB ke stemplate	512	cm
	Gusset ke baseplate	240.32	cm
3	Perakitan breising		
	Stemplate	866.64	kg
	Gusset sudut	410.58	kg
	Gusset tengah	590.62	kg
	Gusset chevron	410.58	kg
	Baseplate sudut	90.38	kg
	Baseplate chevron	90.38	kg
4	Pemasangan mur baut		
	Sambungan sudut baut M24	26.62	kg
	Sambungan baut M24	53.25	kg
	Sambungan chevron baut M24	26.62	kg
5	Angkur sudut M20	48	buah
	Angkur chevron	48	buah

## 2. As 2

No.	Uraian Pekerjaan	volume	satuan
A.	Breising As 2 Lantai 1,3,4 (4.5 m)		
1	Pemasangan breising OD. 267 mm	790.6752	kg
2	Pengelasan		
	PSB ke stemplate	192	cm
	Gusset ke baseplate	90.12	cm
3	Perakitan breising		
	Stemplate	698.53	kg
	Gusset sudut	432.22	kg
	Gusset chevron	235.19	kg
	Baseplate sudut	119.11	kg
	Baseplate chevron	50.86	kg
4	Pemasangan mur baut		
	Sambungan sudut baut M24	19.97	kg
	Sambungan chevron baut M24	19.97	kg
5	Angkur sudut M20	84	buah
	Angkur chevron	36	buah
B.	Breising As 2 Lantai 2 (6 m)		
1	Pemasangan breising OD. 267 mm	385.7472	kg
2	Pengelasan		
	PSB ke stemplate	64	cm
	Gusset ke baseplate	30.04	cm
3	Perakitan breising		
	Stemplate	232.84	kg
	Gusset sudut	488.99	kg
	Gusset chevron	200.97	kg
	Baseplate sudut	184.84	kg
	Baseplate chevron	56.44	kg
4	Pemasangan mur baut		
	Sambungan sudut baut M24	6.66	kg
	Sambungan chevron baut M24	6.66	kg
5	Angkur sudut M20	28	buah
	Angkur chevron	12	buah

## 3. As 3

No.	Uraian Pekerjaan	volume	satuan
A.	Breising As 3 Lantai 3,4 (4.5 m)		
1	Pemasangan breising OD. 355 mm	1545.08	kg
2	Pengelasan		
	PSB ke stemplate	256	cm
	Gusset ke baseplate	120.16	cm
3	Perakitan breising		
	Stemplate	433.32	kg
	Gusset sudut	248.06	kg
	Gusset tengah	361.40	kg
	Gusset chevron	248.06	kg
	Baseplate sudut	57.76	kg
	Baseplate chevron	57.76	kg
4	Pemasangan mur baut		
	Sambungan sudut baut M24	16.64	kg
	Sambungan baut M24	33.28	kg
	Sambungan chevron baut M24	16.64	kg
5	Angkur sudut M20	24	buah
	Angkur chevron	24	buah
B.	Breising As 3 Lantai 2 (6 m)		
1	Pemasangan breising OD. 355 mm	1051.168	kg
2	Pengelasan		
	PSB ke stemplate	128	cm
	Gusset ke baseplate	60.08	cm
3	Perakitan breising		
	Stemplate	216.66	kg
	Gusset sudut	108.69	kg
	Gusset tengah	455.53	kg
	Gusset chevron	108.69	kg
	Baseplate sudut	28.88	kg
	Baseplate chevron	28.88	kg
4	Pemasangan mur baut		
	Sambungan sudut baut M24	8.32	kg
	Sambungan baut M24	16.64	kg
	Sambungan chevron baut M24	8.32	kg
5	Angkur sudut M20	12	buah
	Angkur chevron	12	buah

## 4. As 4

No.	Uraian Pekerjaan	volume	satuan
A.	Breising As 4 Lantai 5-8 (3.2 m)		
1	Pemasangan breising OD. 267 mm	421.9776	kg
2	Pengelasan		
	PSB ke stemplate	128	cm
	Gusset ke baseplate	60.08	cm
3	Perakitan breising		
	Stemplate	465.69	kg
	Gusset sudut	288.14	kg
	Gusset chevron	313.58	kg
	Baseplate sudut	79.41	kg
	Baseplate chevron	67.81	kg
4	Pemasangan mur baut		
	Sambungan sudut baut M24	13.312	kg
	Sambungan chevron baut M24	13.312	kg
5	Angkur sudut M20	16	buah
	Angkur chevron	16	buah

## 5. As 6

No.	Uraian Pekerjaan	volume	satuan
A.	Breising As 6 Lantai 5-8 (3.2 m)		
1	Pemasangan breising OD. 267 mm	421.9776	kg
2	Pengelasan		
	PSB ke stemplate	128	cm
	Gusset ke baseplate	60.08	cm
3	Perakitan breising		
	Stemplate	465.69	kg
	Gusset sudut	288.14	kg
	Gusset chevron	313.58	kg
	Baseplate sudut	79.41	kg
	Baseplate chevron	67.81	kg
4	Pemasangan mur baut		
	Sambungan sudut baut M24	13.312	kg
	Sambungan chevron baut M24	13.312	kg
5	Angkur sudut M20	16	buah
	Angkur chevron	16	buah

## 6. As 8

No.	Uraian Pekerjaan	volume	satuan
A.	Breising As 8 Lantai 5-8 (3.2 m)		
1	Pemasangan breising OD. 267 mm	421.9776	kg
2	Pengelasan		
	PSB ke stemplate	128	cm
	Gusset ke baseplate	60.08	cm
3	Perakitan breising		
	Stemplate	465.69	kg
	Gusset sudut	288.14	kg
	Gusset chevron	313.58	kg
	Baseplate sudut	79.41	kg
	Baseplate chevron	67.81	kg
4	Pemasangan mur baut		
	Sambungan sudut baut M24	13.312	kg
	Sambungan chevron baut M24	13.312	kg
5	Angkur sudut M20	16	buah
	Angkur chevron	16	buah

## 7. As 10

No.	Uraian Pekerjaan	volume	satuan
A.	Breising As 10 Lantai 3,4 (4.5 m)		
1	Pemasangan breising OD. 355 mm	772.54	kg
2	Pengelasan		
	PSB ke stemplate	128	cm
	Gusset ke baseplate	60.08	cm
3	Perakitan breising		
	Stemplate	216.66	kg
	Gusset sudut	124.03	kg
	Gusset tengah	180.70	kg
	Gusset chevron	124.03	kg
	Baseplate sudut	28.88	kg
	Baseplate chevron	28.88	kg
4	Pemasangan mur baut		
	Sambungan sudut baut M24	8.32	kg
	Sambungan baut M24	16.64	kg
	Sambungan chevron baut M24	8.32	kg

5	Angkur sudut M20	12	buah
	Angkur chevron	12	buah
<b>B.</b>	<b>Breising As 10 Lantai 2 (6 m)</b>		
1	Pemasangan breising OD. 267 mm	1051.168	kg
2	Pengelasan		
	PSB ke stemplate	128	cm
	Gusset ke baseplate	60.08	cm
3	Perakitan breising		
	Stemplate	216.66	kg
	Gusset sudut	108.69	kg
	Gusset tengah	455.53	kg
	Gusset chevron	108.69	kg
	Baseplate sudut	28.88	kg
	Baseplate chevron	28.88	kg
4	Pemasangan mur baut		
	Sambungan sudut baut M24	8.32	kg
	Sambungan baut M24	16.64	kg
	Sambungan chevron baut M24	8.32	kg
5	Angkur sudut M20	12	buah
	Angkur chevron	12	buah

## 8. As 11

No.	Uraian Pekerjaan	volume	satuan
<b>A.</b>	<b>Breising As 11 Lantai 3-4 (4,5 m)</b>		
1	Pemasangan breising OD. 267 mm	470.7584	kg
2	Pengelasan		
	PSB ke stemplate	64	cm
	Gusset ke baseplate	30.04	cm
3	Perakitan breising		
	Stemplate	232.84	kg
	Gusset sudut	144.07	kg
	Gusset chevron	156.79	kg
	Baseplate sudut	39.70	kg
	Baseplate chevron	33.91	kg
4	Pemasangan mur baut		
	Sambungan sudut baut M24	6.66	kg
	Sambungan chevron baut M24	6.66	kg



5	Angkur sudut M20	8	buah
	Angkur chevron	8	buah
<b>B. Breising As 11 Lantai 5-8 (3.2 m)</b>			
1	Pemasangan breising OD. 267 mm	421.9776	kg
2	Pengelasan		
	PSB ke stemplate	128	cm
	Gusset ke baseplate	60.08	cm
3	Perakitan breising		
	Stemplate	465.69	kg
	Gusset sudut	288.14	kg
	Gusset chevron	313.58	kg
	Baseplate sudut	79.41	kg
	Baseplate chevron	67.81	kg
4	Pemasangan mur baut		
	Sambungan sudut baut M24	13.31	kg
	Sambungan chevron baut M24	13.31	kg
5	Angkur sudut M20	16	buah
	Angkur chevron	16	buah

## 9. As 12

No.	Uraian Pekerjaan	volume	satuan
<b>A. Breising As 12 Lantai 3 (4.5 m)</b>			
1	Pemasangan breising OD. 267 mm	117.6896	kg
2	Pengelasan		
	PSB ke stemplate	32	cm
	Gusset ke baseplate	60.08	cm
3	Perakitan breising		
	Stemplate	116.42	kg
	Gusset sudut	72.04	kg
	Gusset chevron	78.40	kg
	Baseplate sudut	19.85	kg
	Baseplate chevron	16.95	kg
4	Pemasangan mur baut		
	Sambungan sudut baut M24	3.33	kg
	Sambungan chevron baut M24	3.33	kg
5	Angkur sudut M20	4	buah
	Angkur chevron	4	buah

B.	Breising As 12 Lantai 5-8 (3.2 m)		
1	Pemasangan breising OD. 267 mm	421.9776	kg
2	Pengelasan		
	PSB ke stemplate	128	cm
	Gusset ke baseplate	60.08	cm
3	Perakitan breising		
	Stemplate	465.69	kg
	Gusset sudut	288.14	kg
	Gusset chevron	313.58	kg
	Baseplate sudut	79.41	kg
	Baseplate chevron	67.81	kg
4	Pemasangan mur baut		
	Sambungan sudut baut M24	13.31	kg
	Sambungan chevron baut M24	13.31	kg
5	Angkur sudut M20	56	buah
	Angkur chevron	56	buah

## 10. As 13

No.	Uraian Pekerjaan	volume	satuan
A.	Breising As 13 Lantai 5-8 (3.2 m)		
1	Pemasangan breising OD. 267 mm	421.9776	kg
2	Pengelasan		
	PSB ke stemplate	128	cm
	Gusset ke baseplate	60.08	cm
3	Perakitan breising		
	Stemplate	465.69	kg
	Gusset sudut	288.14	kg
	Gusset chevron	313.58	kg
	Baseplate sudut	79.41	kg
	Baseplate chevron	67.81	kg
4	Pemasangan mur baut		
	Sambungan sudut baut M24	13.312	kg
	Sambungan chevron baut M24	13.312	kg
5	Angkur sudut M20	16	buah
	Angkur chevron	16	buah

## 11. As 14

No.	Uraian Pekerjaan	volume	satuan
<b>B.</b>	<b>Breising As 14 Lantai 2 (6 m)</b>		
1	Pemasangan breising OD. 267 mm	238.289	kg
2	Pengelasan		
	PSB ke stemplate	128	cm
	Gusset ke baseplate	60.08	cm
3	Perakitan breising		
	Stemplate	216.66	kg
	Gusset sudut	172.40	kg
	Gusset tengah	268.12	kg
	Gusset chevron	172.40	kg
	Baseplate sudut	32.80	kg
	Baseplate chevron	32.80	kg
4	Pemasangan mur baut		
	Sambungan sudut baut M24	8.32	kg
	Sambungan baut M24	16.64	kg
	Sambungan chevron baut M24	8.32	kg
5	Angkur sudut M20	12	buah
	Angkur chevron	12	buah
<b>B.</b>	<b>Breising As 14 Lantai 3 (4.5 m)</b>		
1	Pemasangan breising OD. 355 mm	455.82	kg
2	Pengelasan		
	PSB ke stemplate	128	cm
	Gusset ke baseplate	60.08	cm
3	Perakitan breising		
	Stemplate	270.83	kg
	Gusset sudut	201.57	kg
	Gusset tengah	316.18	kg
	Gusset chevron	201.57	kg
	Baseplate sudut	57.43	kg
	Baseplate chevron	57.43	kg
4	Pemasangan mur baut		
	Sambungan sudut baut M24	13.31	kg
	Sambungan baut M24	13.31	kg
	Sambungan chevron baut M24	13.31	kg
5	Angkur sudut M20	12	buah
	Angkur chevron	12	buah

C.	Breising As 14 Lantai 5-8 (3.2 m)		
1	Pemasangan breising OD. 267 mm	1306.256	kg
2	Pengelasan		
	PSB ke stemplate	512	cm
	Gusset ke baseplate	240.32	cm
3	Perakitan breising		
	Stemplate	2599.92	kg
	Gusset sudut	2435.35	kg
	Gusset tengah	590.62	kg
	Gusset chevron	2435.35	kg
	Baseplate sudut	180.75	kg
	Baseplate chevron	180.75	kg
4	Pemasangan mur baut		
	Sambungan sudut baut M24	53.25	kg
	Sambungan baut M24	53.25	kg
	Sambungan chevron baut M24	53.25	kg
5	Angkur sudut M20	96	buah
	Angkur chevron	96	buah

## 12. As A

No.	Uraian Pekerjaan	volume	satuan
A.	Breising As A Lantai 5,6 (3.2m)		
1	Pemasangan breising OD. 355 mm	4074.56	kg
2	Pengelasan		
	PSB ke stemplate	512	cm
	Gusset ke baseplate	240.32	cm
3	Perakitan breising		
	Stemplate	3448.93	kg
	Gusset sudut	1756.93	kg
	Gusset chevron	2321.75	kg
	Baseplate sudut	515.63	kg
	Baseplate chevron	1226.36	kg
4	Pemasangan mur baut		
	Sambungan sudut baut M24	26.62	buah
	Sambungan chevron baut M24	26.624	buah
5	Angkur sudut M20	256	buah
	Angkur chevron	416	buah

## 13. As B

No.	Uraian Pekerjaan	volume	satuan
A.	Breising As B Lantai 5,6 (3.2m)		
1	Pemasangan breising OD. 355 mm	4890.97	kg
2	Pengelasan		
	PSB ke stemplate	448	cm
	Gusset ke baseplate	420.56	cm
3	Perakitan breising		
	Stemplate	3017.81	kg
	Gusset sudut	2366.38	kg
	Gusset chevron	1183.19	kg
	Baseplate sudut	451.18	kg
	Baseplate chevron	451.18	kg
4	Pemasangan mur baut		
	Sambungan sudut baut M24	46.592	kg
	Sambungan chevron baut M24	46.592	kg
5	Angkur sudut M20	224	buah
	Angkur chevron	224	buah

## 14. As D

No.	Uraian Pekerjaan	volume	satuan
A.	Breising As D Lantai 5,6 (3.2m)		
1	Pemasangan breising OD. 355 mm	5589.68	kg
2	Pengelasan		
	PSB ke stemplate	512	cm
	Gusset ke baseplate	480.64	cm
3	Perakitan breising		
	Stemplate	3448.93	kg
	Gusset sudut	1352.22	kg
4	Gusset chevron	1352.22	kg
	Baseplate sudut	515.63	kg
	Baseplate chevron	515.63	kg
	Pemasangan mur baut		
	Sambungan sudut baut M24	53.248	kg
	Sambungan chevron baut M24	53.248	kg
5	Angkur sudut M20	256	buah
	Angkur chevron	256	buah

## 15. As E

No.	Uraian Pekerjaan	volume	satuan
A.	Breising As E Lantai 5,6 (3.2m)		
1	Pemasangan breising OD. 355 mm	3055.92	kg
2	Pengelasan		
	PSB ke stemplate	384	cm
	Gusset ke baseplate	180.24	cm
3	Perakitan breising		
	Stemplate	2586.70	kg
	Gusset sudut	1317.70	kg
	Gusset chevron	1741.31	kg
	Baseplate sudut	386.72	kg
	Baseplate chevron	919.77	kg
4	Pemasangan mur baut		
	Sambungan sudut baut M24	19.97	kg
	Sambungan chevron baut M24	19.97	kg
5	Angkur sudut M20	192	buah
	Angkur chevron	312	buah

## 7.5 Rencana Anggaran Biaya

### 7.5.1 Rencana Anggaran Biaya Kapital Kolom

No	Uraian Pekerjaan	Volume	Satuan	Harga Satuan	Jumlah
<b>A. Kolom K1</b>					
1	Pekerjaan tulangan pembesaran kolom K1	1248.24	kg	Rp12,478	Rp15,575,169
2	Pekerjaan bekisting pembesaran kolom K1	29.60	m <sup>2</sup>	Rp460,637	Rp13,634,859
3	Pekerjaan beton pembesaran kolom K1	1.98	m <sup>3</sup>	Rp1,457,394	Rp2,885,639
				Jumlah :	Rp32,095,667
<b>No Uraian Pekerjaan Volume Satuan Harga Satuan Jumlah</b>					
<b>A. Kolom K2</b>					
1	Pekerjaan tulangan pembesaran kolom K2	637.64	kg	Rp12,478	Rp7,956,283
2	Pekerjaan bekisting pembesaran kolom K2	13.80	m <sup>2</sup>	Rp460,637	Rp6,356,792
3	Pekerjaan beton pembesaran kolom K2	1.98	m <sup>3</sup>	Rp1,457,394	Rp2,885,639
				Jumlah :	Rp17,198,715
<b>No Uraian Pekerjaan Volume Satuan Harga Satuan Jumlah</b>					
<b>A. Kolom K3</b>					
1	Pekerjaan tulangan pembesaran kolom K3	3438.60	kg	Rp12,478	Rp42,905,833
2	Pekerjaan bekisting pembesaran kolom K3	87.00	m <sup>2</sup>	Rp460,637	Rp40,075,429
3	Pekerjaan beton pembesaran kolom K3	15.75	m <sup>3</sup>	Rp1,457,394	Rp22,953,949
				Jumlah :	Rp105,935,212
<b>No Uraian Pekerjaan Volume Satuan Harga Satuan Jumlah</b>					
<b>A. Kolom K4</b>					
1	Pekerjaan tulangan pembesaran kolom K4	1009.71	kg	Rp12,478	Rp12,598,821
2	Pekerjaan bekisting pembesaran kolom K4	35.20	m <sup>2</sup>	Rp460,637	Rp16,214,427
3	Pekerjaan beton pembesaran kolom K4	4.80	m <sup>3</sup>	Rp1,457,394	Rp6,995,489
				Jumlah :	Rp35,808,737
				<b>TOTAL :</b>	<b>Rp191,038,331</b>

### 7.5.2 Rencana Anggaran Biaya CFRP Wrap

No	Uraian Pekerjaan	Volume	Satuan	Harga Satuan	Jumlah
<b>A. Balok BIX</b>					
1	Pemasangan CFRP Wrap	775.68	m'	Rp728,140	Rp564,803,643
2	Pekerjaan Pengkasaran beton untuk kekuatan CFRP	775.68	m'	Rp81,375	Rp63,120,960
				Jumlah :	Rp627,924,603
<b>B. Balok BIY</b>					
1	Pemasangan CFRP Wrap	315.12	m'	Rp728,140	Rp229,451,480
2	Pekerjaan Pengkasaran beton untuk kekuatan CFRP	315.12	m'	Rp81,375	Rp25,642,890
				Jumlah :	Rp255,094,370
<b>C. BIY 2</b>					
1	Pemasangan CFRP Wrap	193.28	m'	Rp728,140	Rp140,734,901
2	Pekerjaan Pengkasaran beton untuk kekuatan CFRP	193.28	m'	Rp81,375	Rp15,728,160
				Jumlah :	Rp156,463,061
				<b>TOTAL :</b>	<b>Rp1,039,482,033</b>

### 7.5.3 Rencana Anggaran Biaya Breising

No	Uraian Pekerjaan	Volume	Satuan	Harga Satuan	Jumlah
<b>A. Breising As 1</b>					
1	Pemasangan breising OD. 267 mm	1761.318	kg	Rp30,989	Rp54,581,778
2	Pengelasan	1504.64	cm	Rp2,930	Rp4,409,331
3	Perakitan breising	5285.39	kg	Rp30,989	Rp163,789,861
4	Pemasangan mur baut baja	212.99	kg	Rp30,989	Rp6,600,443
5	Pemasangan chemical ankur	192	buah	Rp672,775	Rp129,172,800
				Jumlah :	Rp358,554,213
<b>B. Breising As 2</b>					
1	Pemasangan breising OD. 267 mm	1176.422	kg	Rp30,989	Rp36,456,342
2	Pengelasan	376.16	cm	Rp2,930	Rp1,102,333
3	Perakitan breising	2699.98	kg	Rp30,989	Rp83,670,233
4	Pemasangan mur baut baja	53.25	kg	Rp30,989	Rp1,650,111
5	Pemasangan chemical ankur	160	buah	Rp672,775	Rp107,644,000
				Jumlah :	Rp230,523,019
<b>C. Breising As 3</b>					
1	Pemasangan breising OD. 355 mm	2596.248	kg	Rp30,989	Rp80,455,545
2	Pengelasan	564.24	cm	Rp2,930	Rp1,653,499
3	Perakitan breising	2353.69	kg	Rp30,989	Rp72,938,766
4	Pemasangan mur baut baja	99.84	kg	Rp30,989	Rp3,093,958
5	Pemasangan chemical ankur	72	buah	Rp672,775	Rp48,439,800
				Jumlah :	Rp206,581,567
<b>D. Breising As 4</b>					
1	Pemasangan breising OD. 267 mm	421.9776	kg	Rp30,989	Rp13,076,731
2	Pengelasan	188.08	cm	Rp2,930	Rp551,166
3	Perakitan breising	1214.63	kg	Rp30,989	Rp37,640,470
4	Pemasangan mur baut baja	26.624	kg	Rp30,989	Rp825,055
5	Pemasangan chemical ankur	32	buah	Rp672,775	Rp21,528,800
				Jumlah :	Rp73,622,223
<b>E. Breising As 6</b>					
1	Pemasangan breising OD. 267 mm	421.9776	kg	Rp30,989	Rp13,076,731
2	Pengelasan	188.08	cm	Rp2,930	Rp551,166
3	Perakitan breising	1214.63	kg	Rp30,989	Rp37,640,470
4	Pemasangan mur baut baja	26.624	kg	Rp30,989	Rp825,055
5	Pemasangan chemical ankur	32	buah	Rp672,775	Rp21,528,800
				Jumlah :	Rp73,622,223
<b>F. Breising As 8</b>					
1	Pemasangan breising OD. 267 mm	421.9776	kg	Rp30,989	Rp13,076,731
2	Pengelasan	188.08	cm	Rp2,930	Rp551,166
3	Perakitan breising	1214.63	kg	Rp30,989	Rp37,640,470
4	Pemasangan mur baut baja	26.624	kg	Rp30,989	Rp825,055
5	Pemasangan chemical ankur	32	buah	Rp672,775	Rp21,528,800
				Jumlah :	Rp73,622,223



<b>G. Breising As 10</b>					
1	Pemasangan breising OD. 267 mm	1823.708	kg	Rp30,989	Rp56,515,179
2	Pengelasan	376.16	cm	Rp2,930	Rp1,102,333
3	Perakitan breising	1650.51	kg	Rp30,989	Rp51,147,830
4	Pemasangan mur baut baja	66.56	kg	Rp30,989	Rp2,062,638
5	Pemasangan chemical angkur	48	buah	Rp672,775	Rp32,293,200
				Jumlah :	Rp143,121,181
<b>H. Breising As 11</b>					
1	Pemasangan breising OD. 267 mm	892.736	kg	Rp30,989	Rp27,665,139
2	Pengelasan	282.12	cm	Rp2,930	Rp826,750
3	Perakitan breising	1821.95	kg	Rp30,989	Rp56,460,705
4	Pemasangan mur baut baja	39.94	kg	Rp30,989	Rp1,237,583
5	Pemasangan chemical angkur	48	buah	Rp672,775	Rp32,293,200
				Jumlah :	Rp118,483,376
<b>I. Breising As 12</b>					
1	Pemasangan breising OD. 267 mm	539.6672	kg	Rp30,989	Rp16,723,833
2	Pengelasan	280.16	cm	Rp2,930	Rp821,006
3	Perakitan breising	1518.29	kg	Rp30,989	Rp47,050,587
4	Pemasangan mur baut baja	33.28	kg	Rp30,989	Rp1,031,319
5	Pemasangan chemical angkur	120	buah	Rp672,775	Rp80,733,000
				Jumlah :	Rp146,359,746
<b>J. Breising As 13</b>					
1	Pemasangan breising OD. 267 mm	421.9776	kg	Rp30,989	Rp13,076,731
2	Pengelasan	188.08	cm	Rp2,930	Rp551,166
3	Perakitan breising	1214.63	kg	Rp30,989	Rp37,640,470
4	Pemasangan mur baut baja	26.624	kg	Rp30,989	Rp825,055
5	Pemasangan chemical angkur	32	buah	Rp672,775	Rp21,528,800
				Jumlah :	Rp73,622,223
<b>K. Breising As 14</b>					
1	Pemasangan breising OD. 355 mm	2000.365	kg	Rp30,989	Rp61,989,631
2	Pengelasan	1128.48	cm	Rp2,930	Rp3,306,998
3	Perakitan breising	10422.95	kg	Rp30,989	Rp322,998,373
4	Pemasangan mur baut baja	552.448	kg	Rp30,989	Rp17,119,899
5	Pemasangan chemical angkur	432	buah	Rp672,775	Rp290,638,800
				Jumlah :	Rp696,053,702
<b>L. Breising As A</b>					
1	Pemasangan breising OD. 355 mm	4074.56	kg	Rp30,989	Rp126,267,192
2	Pengelasan	752.32	cm	Rp2,930	Rp2,204,665
3	Perakitan breising	9269.61	kg	Rp30,989	Rp287,257,339
4	Pemasangan mur baut baja	53.25	kg	Rp30,989	Rp1,650,111
5	Pemasangan chemical angkur	672	buah	Rp672,775	Rp452,104,800
				Jumlah :	Rp869,484,107
<b>M. Breising As B</b>					
1	Pemasangan breising OD. 355 mm	4890.97	kg	Rp30,989	Rp151,567,052
2	Pengelasan	868.56	cm	Rp2,930	Rp2,545,306
3	Perakitan breising	7469.73	kg	Rp30,989	Rp231,480,717
4	Pemasangan mur baut baja	93.184	kg	Rp30,989	Rp2,887,694
5	Pemasangan chemical angkur	448	buah	Rp672,775	Rp301,403,200
				Jumlah :	Rp689,883,968

<b>N. Breising As D</b>					
1	Pemasangan breising OD. 355 mm	5589.68	kg	Rp30,989	Rp173,219,488
2	Pengelasan	992.64	cm	Rp2,930	Rp2,908,921
3	Perakitan breising	7184.62	kg	Rp30,989	Rp222,645,371
4	Pemasangan mur baut baja	106.496	kg	Rp30,989	Rp3,300,222
5	Pemasangan chemical angkur	512	buah	Rp672,775	Rp344,460,800
				Jumlah :	Rp746,534,801
<b>O. Breising As E</b>					
1	Pemasangan breising OD. 355 mm	3055.92	kg	Rp30,989	Rp94,700,394
2	Pengelasan	564.24	cm	Rp2,930	Rp1,653,499
3	Perakitan breising	6952.21	kg	Rp30,989	Rp215,443,004
4	Pemasangan mur baut baja	39.94	kg	Rp30,989	Rp1,237,583
5	Pemasangan chemical angkur	504	buah	Rp672,775	Rp339,078,600
				Jumlah :	Rp652,113,080
				<b>TOTAL :</b>	<b>Rp5,078,559,428</b>

#### 7.5.4 Anggaran Biaya Total

Uraian Pekerjaan		Jumlah
1	Perkuatan dengan Kapital Kolom	Rp191,038,331
2	Perkuatan dengan CFRP Wrap	Rp1,039,482,033
3	Perkuatan dengan Breising	Rp5,078,559,428
	Jumlah	Rp6,309,079,792
	PPN 10%	Rp630,907,979
	<b>JUMLAH TOTAL</b>	<b>Rp6,939,987,771</b>

Sehingga total biaya yang dibutuhkan untuk perkuatan struktur gedung 10 lantai di Surabaya adalah sebesar *enam miliar sembilan ratus tiga puluh sembilan juta sembilan ratus delapan puluh tujuh ribu tujuh ratus tujuh puluh satu rupiah*.

## **BAB VIII**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **8.1 Kesimpulan**

Berdasarkan hasil analisa yang telah dilakukan pada bab-bab sebelumnya dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Struktur gedung yang dievaluasi dengan SNI 1726:2019
  - a. Kontrol jumlah ragam memenuhi persyaratan, yaitu sebesar 100% (minimum 90%) partisipasi massa ragam terkombinasi dari massa struktur.
  - b. Kontrol periode struktur tidak memenuhi batas atas yang disyaratkan ( $T_{max} = 0.92$  sec), yaitu sebesar 1,31 sec pada sumbu-Y dan 1,18 sec pada sumbu-X
  - c. Kontrol gaya geser tidak memenuhi persyaratan 100%  $V_{statik}$  ( $V_{statik} = 9475.07$  kN), yaitu sebesar 1731.41 kN pada sumbuX dan 1309.04 pada sumbu-Y
  - d. Kontrol dual sistem memenuhi persyaratan SRPM memikul minimal 25% gaya seismik yang ditetapkan, yaitu sebesar 64% pada sumbu-X dan 80% pada sumbu-Y
  - e. Kontrol simpangan antar lantai tidak memenuhi persyaratan batas ijin ( $\Delta a = 120$  mm) yang disyaratkan pada arah Y yaitu sebesar 209.42 mm pada lantai 3
2. Pemberian steel bracing memberikan pengaruh peningkatan kontrol dinamik struktur seperti berikut:
  - a. Periode struktur tanpa steel bracing pada masing-masing arah X dan arah Y sebesar 1,31 sec dan 1.18 sec. Setelah diperkuat dengan steel bracing, periode truktur tereduksi masingmasing arah X dan arah Y menjadi 0.91 sec dan 0.89 sec. Sehingga periode struktur sesuai yang disyaratkan SNI 1726:2019 yaitu sebesar 0.92 sec.
  - b. Dual system pada SRPM mengalami peningkatan pada arah sumbu-X dan Y yang menjadi 67% dan 88%.
  - c. Simpangan antar lantai memenuhi persyaratan batas ijin yang diisyaratkan pada arah Y yaitu sebesar 11.02 mm.

3. Terjadi kelebihan kapasitas geser pada daerah tumpuan elemen balok serta joint balok kolom yang belum memenuhi. Sehingga dilakukan perkuatan geser balok dengan menambahkan CFRP tipe SIKKA WRAP dan perkuatan kapital kolom untuk joint balok kolom yang belum memenuhi.
4. Metode pelaksanaan breising dilakukan dengan bantuan chain block. Sambungan breising – stemplate , gusset - baseplate dilas, sambungan baseplate – balok maupun kolom disambung dengan chemical anchor. Sedangkan metode pelaksanaan untuk CFRP Wrap dilakukan sesuai dengan *method information* yang ada pada brosur.
5. Perkuatan struktur yang dilakukan dengan metode pelaksanaan bracing baja dan CFRP memerlukan biaya sebesar Rp 6.939.987.771,00 (enam miliar sembilan ratus tiga puluh sembilan juta sembilan ratus delapan puluh tujuh ribu tujuh ratus tujuh puluh satu rupiah.)

## 8.2 Saran

Dari hasil analisis dan perhitungan yang dilakukan:

- a. Diperlukan studi literatur yang lebih lanjut untuk pemasangan perkuatan steel bracing terutama mengenai standar perencanaan.
- b. Diperlukan perangkat yang memenuhi spec karena proses analisis bangunan gedung tinggi dengan software membutuhkan waktu yang cukup lama.
- c. Diperlukan ketelitian dalam memodelkan untuk meminimalisir kesalahan pada saat melakukan analisa dan evaluasi struktur.
- d. Diperlukan penelitian lebih lanjut mengenai perkuatan sistem struktur agar didapatkan jenis perkuatan yang efektif dari segi kekuatan, biaya dan kemudahan pekerjaan.
- e. Diperlukan peninjauan struktur bawah untuk mengetahui kapasitas pondasi setelah ditambahkan bracing

## DAFTAR PUSTAKA

- ACI 318M-14, 2014. *Building Code Requirements for Structural Concrete*. Michigan: American Concrete Institute.
- AISC 360-16, 2016. *Specification for Structural Steel Buildings*. Chicago: American Institute of Steel Construction
- ASCE/SEI 41-13, 2013. *Seismic Evaluation and Retrofit of Existing Buildings*. Reston, Virginia: American Society of Civil Engineers.
- ASCE/SEI 7-16, 2016. *Minimum Design Loads for Buildings and Other Structures*. Reston, Virginia: American Society of Civil Engineers.
- Alrasyid, H. (2015). *Evaluasi dan Usulan Perencanaan Tulangan Pengekangan (Confinement) Pada SNI 2847 2013*. 32.
- Budiono, B., Wangsadinata, W. & Djati, I. D., 2017. *Desain Berbasis Kinerja (Performance Based Design) Untuk Struktur Gedung Super Tinggi Thamrin 9 Tower 1 Dengan Sistem Outrigger & Belt-Truss*. Jakarta, Seminar HAKI 2017.
- Dewobroto, W., 2016. *Struktur Baja Perilaku Analisis & Desain*. 2nd penyunt. Tangerang: Jurusan Teknik Sipil UPH.
- Farlianti, S., & Sapta, S. (2020). Perhitungan Respon Spektra Percepatan Gempa Desain Kota Palembang Berdasarkan SNI 1726;2019 dengan Cara Manual dan Menggunakan Aplikasi Online Spektrum Respon Desain Indonesia 2019. *TEKNIKA: Jurnal Teknik*. <https://doi.org/10.35449/teknika.v7i1.135>
- Petrico G, I. (2017). Perbandingan Kekuatan Lentur Balok Beton Bertulang Dengan Menggunakan Perkuatan CFRP dan GFRP. *Journal of Chemical Information and Modeling*.
- SNI 1726, 2012. *Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional Indonesia.

- SNI 1727, 2013. *Beban Minimum untuk Perancangan Gedung dan Struktur Lain*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional Indonesia.
- SNI 1729, 2015. *Spesifikasi untuk Bangunan Gedung Baja Struktural*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional Indonesia.
- SNI 2847, 2013. *Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional Indonesia.
- Steel Design Guide 24, 2010. *Hollow Structural Section Connections*. Chicago: American Institute of Steel Construction.
- Tavio & Wijaya, U., 2018. *Desain Rekayasa Gempa Berbasis Kinerja*. 1st penyunt. Yogyakarta: Andi Yogyakarta.
- Spektran, J., Teknik, D., Universitas, S., Ageng, S., & Geser, G. (2017). EVALUASI SIMPANGAN STRUKTUR AKIBAT PENAMBAHAN LANTAI DENGAN METODE ANALISIS STATIK DAN DINAMIK RESPONSE SPECTRUM (Studi Kasus: Pembangunan Gedung Dekanat Fakultas Teknik UNTIRTA). *Jurnal Spektran*, 5(2), 88–95.
- Sukrawa, M., Dharma Giri, I. B., Deskarta, I. P., & Prayoga, M. H. (2016). Perkuatan Seismik Struktur Rangka Beton Bertulang Menggunakan Breising Baja Tipe X Dan V Terbalik. *Jurnal Spektran*, 4(2). <https://doi.org/10.24843/spektran.2016.v04.i02.p10>

## BIODATA PENULIS



Penulis bernama lengkap Ratu Gengsar Febrilian. Lahir di Mojokerto pada tanggal 29 Januari 1999. Penulis telah menempuh pendidikan formal di TK TNH, SDN Gedongan 3, SMP Negeri 1 Kota Mojokerto dan SMA Negeri 1 Puri. Setelah lulus SMA pada tahun 2017, penulis mengikuti ujian masuk Diploma IV ITS dan diterima di Departemen Teknik Infrastruktur Sipil, terdaftar dengan NRP 10111710013004.

Selama masa perkuliahan penulis aktif dalam kegiatan kemahasiswaan seperti menjadi staff *Eduaction and Walfare Departement* HMDS dan staff Kementerian Sosial Masyarakat BEM ITS di bidang Pengabdian Masyarakat. Penulis juga aktif dalam mengikuti kegiatan kepanitiaan di kampus seperti menjadi staff HUMAS D'Village dan Pemangku Perdaban GERIGI ITS 2019. Selain itu penulis pernah menjabat sebagai Sekertaris Departement *Eduaction and Walfare Departement* HMDS. Pada tahun 2020, penulis diangkat sebagai Wakil Mentri Kementerian Sosial Masyarakat BEM ITS. Selama masa perkuliahan, penulis juga pernah magang di PT. Tata Bumi Raya pada pembangunan Gedung Hotel Shafira Surabaya, hal ini merupakan sumber ide bagi penulis untuk menjadi topik Tugas Akhir. Penulis juga telah menerima beberapa beasiswa seperti beasiswa PPA pada tahun 2019 dan Beasiswa Yayasan PT. Wijaya Karya pada tahun 2020 – 2021.

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*



## UCAPAN TERIMA KASIH

Dalam kesempatan ini, Ratu Gengsar Febrilian mengucapkan terima kasih ke pada :

1. Allah SWT yang telah memberikan hidayah dan karunia Nya, berupa tambahan ilmu dan semangat sehingga tugas akhir terapan ini dapat diselesaikan.
2. Kedua orang tua, Bapak Sugeng Basuki, Ibu Siti Maisaroh. Serta Kakak Chiebulloh Macruf dan Herlina yang tak henti – hentinya mendoakan serta mendukung saya untuk menyelesaikan apapun yang telah saya mulai dan selalu mengingatkan bahwa ini semua karena Allah SWT.
3. Bapak Ir. Buyung Anugraha A, S.T,M.T dan Ibu Dr. Eng. Yuyun Tajunnisa, S.T.,M.T. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan, arahan, dan dukungan dalam menyelesaikan tugas akhir terapan ini dengan maksimal.
4. Seluruh dosen dan karyawan di Kampus ITS Manyar yang telah memberikan ilmu, dukungan dan membimbing saya selama belajar di Kampus ITS Manyar.
5. Moh. Fadhlán Rosyidi yang selalu membantu saya serta memberi dukungan penuh, semangat serta mengajarkan saya untuk menerima dan sabar tentang apapun yang terjadi termasuk menyelesaikan Tugas Akhir Terapan.
6. Rifqah, Maykhisti Syahbandaria, I Gusti Ayu Noviantari, Ana Sahida, dan Elonasthary yang selalu menemani saya selama masa perkuliahan dalam keadaan senang maupun sedih serta membantu saya untuk menjadi pribadi yang lebih baik lagi.
7. Muhammad Naufal Abi Rafdi yang telah menemani saya, membuka luas pikiran saya tentang apapun yang ada di sekitar kita, memberi motivasi, serta telah berbagi waktu, cerita, dan tawa.
8. Rachmatullah, Khilmi Aziz, Naufal Fajar, Mutafail, Yoga, Dwiky, Brian, Fadlan Fadil, Gerry Gerald selaku teman – teman yang memberi banyak warna selama saya berada di dunia perkuliahan.

9. Teman – teman DS38, khususnya kelas A17 Departement Teknik Infrastruktur Sipil Fakultas Vokasi yang telah memberikan rasa kekeluargaan untuk saya.
10. Teman – teman di Kampus ITS dan di luar kampus ITS yang telah memberikan doa, semangat dan motivasi selama penyusunan tugas akhir terapan ini
11. Semua pihak yang telah membantu penulis dalam Menyusun tugas akhir terapan ini.

Saya berharap semoga amal kebaikan dari seluruh pihak yang terlibat mendapat Ridlo dan balasan dari Allah S.W.T. Saya menyadari sepenuhnya bahwa Tugas Akhir Terapan ini masih banyak kekurangan, untuk itu saya mengharapkan saran dan kritik yang membangun demi sempurnanya penyusunan Tugas Akhir Terapan ini. Akhir kata saya berharap semoga Tugas Akhir Terapan ini bermanfaat bagi pembaca sekalian.

Surabaya, 18 August 2021

Penulis

**LAMPIRAN I (BROSUR DAN SPESIFIKASI  
MATERIAL)**



## ❖ Brosur Profil Breising

## Carbon Steel Tubes For General Structural Purposes

JIS G 3444 - 1988 - STK 290  
JIS G 3444 - 1988 - STK 400

JIS G 3444 - 1988 - STK 500  
JIS G 3444 - 1988 - STK 540

Outside Diameter	Wall Thickness	Calculated Weight	Cross-Sectional Area	Geometrical Moment of Inertia	Modulus of Section	Radius of Gyration of Area
mm	mm	kg/mm	cm <sup>2</sup>	cm <sup>4</sup>	cm <sup>3</sup>	cm
190.7	4.3	30.7	26.32	1140	120	6.59
	5.0	22.9	29.17	1260	132	6.57
	6.0	27.3	34.82	1490	156	6.53
	7.0	31.7	40.40	1710	179	6.50
216.3	4.5	23.5	29.94	1680	155	7.49
	6.0	31.1	39.64	2190	203	7.44
	7.0	36.1	46.03	2520	233	7.40
267.4	6.0	38.7	49.27	421x10	315	9.24
	6.6	42.4	54.06	462x10	344	9.22
	7.0	45.0	57.26	486x10	363	9.21
	8.0	51.2	65.19	549x10	411	9.18
	9.0	57.3	73.06	611x10	457	9.14
	9.3	59.2	75.41	629x10	470	9.13
355.6	6.4	55.1	70.21	107x10 <sup>3</sup>	602	12.30
	7.9	67.7	86.29	130x10 <sup>3</sup>	734	12.30
	9.0	76.9	98.00	147x10 <sup>3</sup>	828	12.30
	9.5	81.1	103.30	155x10 <sup>3</sup>	871	12.20
	12.0	102.0	129.50	191x10 <sup>3</sup>	108x10	12.20
	12.7	107.0	136.80	201x10 <sup>3</sup>	113x10	12.10
406.4	7.9	77.6	96.90	196x10 <sup>3</sup>	967	14.10
	9.0	88.2	112.40	222x10 <sup>3</sup>	109x10	14.10
	9.5	93.0	118.50	233x10 <sup>3</sup>	115x10	14.00
	12.0	117.0	148.70	289x10 <sup>3</sup>	142x10	14.00
	12.7	123.0	157.10	305x10 <sup>3</sup>	150x10	13.90
	16.0	154.0	196.20	374x10 <sup>3</sup>	196x10	13.80
457.2	9.0	99.5	126.70	318x10 <sup>3</sup>	140x10	15.80
	9.5	103.0	133.60	335x10 <sup>3</sup>	147x10	15.80
	12.0	131.0	167.80	416x10 <sup>3</sup>	182x10	15.70
	12.7	139.0	177.30	438x10 <sup>3</sup>	192x10	15.70
	16.0	174.0	221.80	540x10 <sup>3</sup>	236x10	15.60

Tolerances	Description	Tolerance
Thickness (t)	t < 3mm	± 0.3mm
	3mm ≤ t < 12mm	± 10%
	12mm ≥ t	± 10%, -1.2mm
Outside Diameter (OD)	OD < 50mm	± 0.25mm
	50mm ≥ OD	± 0.5%

❖ Brosur Plat

**CALCULATED PLATE WEIGHT (FROM THICKNESS & SIZE)**

Width Length (ft x ft)	12x8	12x6	12x4	12x3	12x2	12x1	12x0.75	12x0.5	12x0.25	12x0.125	12x0.0625	12x0.03125	12x0.015625
2x8	487	467	292	343	875	1,167	700	1,400	817	1,633	913	1,827	1,050
2x6	210	525	728	556	1,810	2,263	798	1,597	1,071	2,142	1,428	2,856	1,785
2x4	187	210	210	187	187	187	187	187	187	187	187	187	187
2x3	187	187	187	187	187	187	187	187	187	187	187	187	187
2x2	187	187	187	187	187	187	187	187	187	187	187	187	187
2x1	187	187	187	187	187	187	187	187	187	187	187	187	187
12	240	200	304	438	875	1,313	1,750	2,187	2,101	2,221	2,469	1,400	1,575
12x7	295	743	443	1,112	1,389	1,852	1,112	2,223	1,295	2,559	1,482	2,963	1,667
12x6	327	817	513	1,024	1,302	1,765	1,275	2,545	1,439	2,878	1,623	3,247	1,878
12x4	350	875	547	1,024	1,341	1,788	1,313	2,626	1,531	3,062	1,750	3,500	2,042
12x3	350	875	547	1,024	1,341	1,788	1,313	2,626	1,531	3,062	1,750	3,500	2,042
12x2	350	875	547	1,024	1,341	1,788	1,313	2,626	1,531	3,062	1,750	3,500	2,042
12x1	350	875	547	1,024	1,341	1,788	1,313	2,626	1,531	3,062	1,750	3,500	2,042
12x0.75	350	875	547	1,024	1,341	1,788	1,313	2,626	1,531	3,062	1,750	3,500	2,042
12x0.5	350	875	547	1,024	1,341	1,788	1,313	2,626	1,531	3,062	1,750	3,500	2,042
12x0.25	350	875	547	1,024	1,341	1,788	1,313	2,626	1,531	3,062	1,750	3,500	2,042
12x0.125	350	875	547	1,024	1,341	1,788	1,313	2,626	1,531	3,062	1,750	3,500	2,042
12x0.0625	350	875	547	1,024	1,341	1,788	1,313	2,626	1,531	3,062	1,750	3,500	2,042
12x0.03125	350	875	547	1,024	1,341	1,788	1,313	2,626	1,531	3,062	1,750	3,500	2,042
12x0.015625	350	875	547	1,024	1,341	1,788	1,313	2,626	1,531	3,062	1,750	3,500	2,042
18	441	1,100	668	1,386	2,878	2,771	1,663	3,326	3,318	1,939	1,879	2,217	4,433
18x7	467	1,107	779	1,459	2,188	2,917	1,750	3,501	2,241	4,063	2,533	4,607	2,625
18x6	518	1,163	802	1,504	2,407	3,269	1,855	3,245	2,245	4,485	2,647	5,121	2,886
18x4	547	1,163	802	1,504	2,407	3,269	1,855	3,245	2,245	4,485	2,647	5,121	2,886
18x3	547	1,163	802	1,504	2,407	3,269	1,855	3,245	2,245	4,485	2,647	5,121	2,886
18x2	547	1,163	802	1,504	2,407	3,269	1,855	3,245	2,245	4,485	2,647	5,121	2,886
18x1	547	1,163	802	1,504	2,407	3,269	1,855	3,245	2,245	4,485	2,647	5,121	2,886
24	588	1,454	912	1,823	2,735	3,444	2,138	4,276	2,580	3,104	2,517	3,833	3,282
24x7	593	1,462	596	1,852	2,779	3,792	2,223	4,441	2,593	3,185	2,643	3,934	3,413
24x6	607	1,517	548	1,856	2,844	3,965	2,276	4,551	2,694	3,308	2,697	3,413	3,413
24x4	631	1,513	521	1,852	2,865	4,084	2,452	4,251	2,858	3,472	2,875	3,583	3,583
24x3	631	1,513	521	1,852	2,865	4,084	2,452	4,251	2,858	3,472	2,875	3,583	3,583
24x2	631	1,513	521	1,852	2,865	4,084	2,452	4,251	2,858	3,472	2,875	3,583	3,583
24x1	631	1,513	521	1,852	2,865	4,084	2,452	4,251	2,858	3,472	2,875	3,583	3,583
36	747	1,657	1,167	2,334	3,501	4,657	2,801	5,602	3,265	6,533	3,723	7,447	4,200
36x7	840	2,100	1,315	2,625	3,938	5,351	3,151	6,302	3,675	7,349	4,200	8,401	4,775
36x6	887	2,117	1,365	2,771	4,157	5,543	3,316	6,627	3,879	7,757	4,433	8,867	4,988
36x4	931	2,333	1,599	2,917	4,576	5,834	3,501	7,002	4,081	8,166	4,687	9,333	5,290
48	1,050	2,625	1,841	3,282	4,923	6,564	3,839	7,677	4,530	9,156	5,210	10,500	5,907
48x7	1,186	2,417	1,823	3,686	5,670	7,201	4,316	8,632	5,104	10,307	5,833	11,667	6,563
48x6	1,283	3,208	2,008	4,011	6,017	8,022	4,814	9,618	6,417	11,218	6,417	12,831	7,219
48x4	1,400	3,300	2,188	4,376	6,544	8,731	5,051	10,501	7,000	12,249	7,000	14,000	8,022
60	1,516	3,792	2,370	4,790	7,115	9,441	5,089	11,578	7,583	13,359	7,583	15,167	8,582
70	1,633	4,284	2,553	5,153	7,688	10,220	5,172	12,353	8,159	14,350	8,159	16,310	9,151
75	1,750	4,375	2,735	5,470	8,204	10,929	5,254	13,129	7,555	15,311	8,750	17,500	9,845
80	1,867	4,657	2,917	5,834	8,754	11,600	5,333	14,063	8,165	16,331	9,333	18,667	10,501
85	1,983	4,954	3,099	6,199	9,288	12,308	5,407	14,979	8,576	17,325	9,917	19,833	11,157
90	2,100	5,243	3,464	6,525	9,928	13,053	5,487	15,814	9,091	18,319	10,500	21,000	11,812
95	2,216	5,543	3,646	6,925	10,327	13,803	5,563	16,631	9,611	19,319	11,083	22,107	12,470
100	2,333	5,843	3,828	7,289	10,939	14,586	5,632	17,459	10,207	20,434	11,667	23,313	13,128

Calculated considering specific gravity of steel as 7.85 Kg/m<sup>3</sup> and dimension in mm.

Net Available Sizes

The Producer | Steel Plus

07

## ❖ Spesifikasi Baut M24

steels Indonesia

Produk Kategori CARI

**FILTER PENCARIAN**

Asas

**Negara**

Semua Negara (11)

Indonesia (8)

Cina (1)

Singapura (1)

**Filtr Produk**

**Kategori Keanggotaan**

Pakar (0)

Free (4)

**Kategori Perusahaan**

Produsen (3)


Distributor (3)

Suplier (1)

**DIREKTORI PRODUK**

Bea Baja

### Baut Konstruksi



**PILIH STANDARISASI & GRADE TERLEBIH DAHULU**

ASTM

A325 - ... A325 - 10.9 A490 - 10.9

DIN

A2 - 6.8

JIS

S45C - 2 NIT

ASTM-A490-10.9 Ditawar Produk Spesifikasi

Carilah sesuai tabel A Filter reset

**1** Silahkan pilih produk dari tabel dimensi dibawah ini

Standar Dimensi (mm)						Ekuivalen (mm) 2 x Pitch x L	Wegon kg/100pcs	Informasi Pemasangan				
d	Pitch	L	l	s	h			Kerudo	Tipex Ukuran	Ukuran	Sekus	Qty
22	2.5	125	14	20	30.55	32	M22 x 2.5 x 125	509				
22	2.5	140	14	20	30.55	32	M22 x 2.5 x 140	524				
22	2.5	150	14	20	30.55	32	M22 x 2.5 x 150	534				
22	2.5	155	14	20	30.55	32	M22 x 2.5 x 155	549				
22	2.5	160	14	20	30.55	32	M22 x 2.5 x 160	564				
22	2.5	165	14	20	30.55	32	M22 x 2.5 x 165	579				
24	3	50	15	41	45.2	34	M24 x 3 x 50	325				
24	3	55	15	41	45.2	34	M24 x 3 x 55	344				
24	3	60	15	41	45.2	34	M24 x 3 x 60	362				

## ❖ Spesifikasi chemical angkur

## Anchor Systems

HILTI

## Anchor rod HIT-Z



## Technical data

Material composition	Steel, zinc-plated (min. 5 µm)
Material, corrosion	Steel, zinc-plated
Environmental conditions	Indoor, dry conditions
Tested/approved for diamond drilling	Yes
PROFIS	Yes
Seismic	Yes

## Applications

- Anchor rod for use with HIT-HY 200-R

## Base materials

- Concrete (cracked)
- Concrete (uncracked)

Ordering designation	Anchor size	Drill bit diameter	Anchor length	Max. future thickness at standard embedment depth	Required tightening torque	Sales pack quantity	Item number
HIT-Z M8x100	M8	10 mm	100 mm	28 mm	10 Nm	40	2018365
HIT-Z M10x95	M10	12 mm	95 mm	22 mm	25 Nm	40	2018367
HIT-Z M10x115	M10	12 mm	115 mm	42 mm	25 Nm	40	2018368
HIT-Z M12x105	M12	14 mm	105 mm	29 mm	40 Nm	20	2018411
HIT-Z M12x140	M12	14 mm	140 mm	64 mm	40 Nm	20	2018412
HIT-Z M16x155	M16	18 mm	155 mm	38 mm	80 Nm	12	2018416
HIT-Z M16x175	M16	18 mm	175 mm	58 mm	80 Nm	12	2018417
HIT-Z M20x215	M20	22 mm	215 mm	91 mm	150 Nm	6	2018420

## Anchor rod HIT-Z-R



## Technical data

Material composition	Steel, A4 (S316)
Material, corrosion	Steel, stainless
Environmental conditions	Covered by ground soil, outdoor, underwater, fresh water
Tested/approved for diamond drilling	Yes
PROFIS	Yes
Seismic	Yes

## Applications

- Anchor rod for use with HIT-HY 200-R

## Base materials

- Concrete (cracked)
- Concrete (uncracked)

Ordering designation	Anchor size	Drill bit diameter	Anchor length	Max. future thickness at standard embedment depth	Required tightening torque	Sales pack quantity	Item number
HIT-Z-R M8x100	M8	10 mm	100 mm	28 mm	10 Nm	40	2018423
HIT-Z-R M10x95	M10	12 mm	95 mm	22 mm	25 Nm	40	2018425
HIT-Z-R M10x115	M10	12 mm	115 mm	42 mm	25 Nm	40	2018426
HIT-Z-R M12x105	M12	14 mm	105 mm	29 mm	40 Nm	20	2018429
HIT-Z-R M12x140	M12	14 mm	140 mm	64 mm	40 Nm	20	2018430
HIT-Z-R M16x155	M16	18 mm	155 mm	38 mm	80 Nm	12	2018434
HIT-Z-R M16x175	M16	18 mm	175 mm	58 mm	80 Nm	12	2018435
HIT-Z-R M20x215	M20	24 mm	215 mm	91 mm	150 Nm	6	2018438



## ❖ Technical information HILTI chemical anchor



## Hilti HIT-HY 200 mortar with HIT-Z rod

Injection mortar system	Benefits
 <p>Hilti HIT-HY 200-A 500 ml foil pack (also available as 330 ml foil pack)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>SAFEset</b> technology; drilling and installing the HIT-Z rod without borehole cleaning</li> <li>- unmatched seismic performance with the highest ETA C1 and C2 approvals</li> <li>- maximum load performance in cracked concrete and uncracked concrete</li> <li>- suitable for cracked and non-cracked concrete C 20/25 to C 50/60</li> <li>- suitable for use with diamond cored holes in non-cracked or cracked concrete with no load reductions</li> <li>- two mortar (Hilti HIT-HY 200-A and Hilti HIT-HY 200-R) versions available with different curing times and same performance</li> </ul>
 <p>Hilti HIT-HY 200-R 500 ml foil pack (also available as 330 ml foil pack)</p>	
 <p>Static mixer</p>	
 <p>HIT-Z HIT-Z-R rod</p>	



Concrete



Tensile zone

Seismic  
ETA-  
C1/C2Fire  
resistanceCorrosion  
resistanceNo cleaning  
required for  
approved  
loads

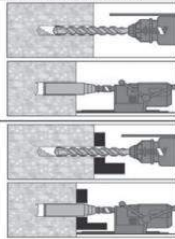
SAFEset

Hilti  
SAFEset  
technology  
with HIT-Z  
rodEuropean  
Technical  
ApprovalCE  
conformityPROFIS  
Anchor  
design  
software

## Approvals / certificates

Description	Authority / Laboratory	No. / date of issue
European technical approval <sup>a)</sup>	DIBt, Berlin	ETA-12/0006 / 2013-03-15 (HIT-HY 200-A) ETA-12/0028 / 2013-03-15 (HIT-HY 200-R)
Fire test report	IBMB, Brunswick	3601/678/13 / 2012-08-03

a) All data given in this section according to ETA-12/0006 and ETA-12/0028, issue 2013-03-15.

**Setting instruction**
**Bore hole drilling**


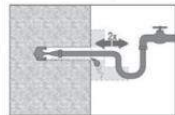
**Pre-setting:** Drill hole to the required drilling depth with a hammer drill set in rotation-hammer mode using an appropriately sized carbide drill bit. Diamond coring is permissible when diamond core drilling machine and the corresponding core bit are used.

**Through-setting:** Drill hole through the clearance hole in the fixture to the required drilling depth with a hammer drill set in rotation-hammer mode using an appropriately sized carbide drill bit. Diamond coring is permissible when diamond core drilling machine and the corresponding core bit are used.

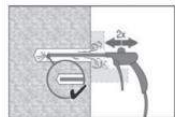
**Bore hole cleaning<sup>n)</sup>**

**a) No cleaning required for hammer drilled boreholes**

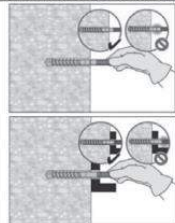
**b) Hole flushing and evacuation for wet-drilled diamond cored holes or flooded holes**



Flush 2 times from the back of the hole over the hole length.



Blow 2 times the hole with oil-free compressed air (min. 6 bar at 6 m<sup>3</sup>/h) to evacuate the water

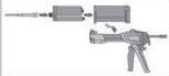

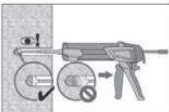

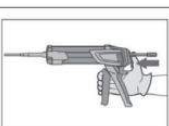
**Check of setting depth and compress of the drilling dust**


Mark the element and check the setting depth and compress the drilling dust. The element has to fit in the hole until the required embedment depth. If it is not possible to compress the dust, remove the dust in the drill hole or drill deeper.

- a) When drilling downward with non-cleaning the required drilling depths can vary due to accumulation of dust in the hole.

Hilti HIT-HY 200 mortar  
with HIT-Z rod

**HILTI**

<p><b>Injection preparation</b></p>					
	<p>Tightly attach new Hilti mixing nozzle HIT-RE-M to foil pack manifold (snug fit). Do not modify the mixing nozzle. Observe the instruction for use of the dispenser.</p> <p>Check foil pack holder for proper function. Do not use damaged foil packs / holders. Swing foil pack holder with foil pack into HIT-dispenser.</p>				
	<p>Discard initial adhesive. The foil pack opens automatically as dispensing is initiated. Depending on the size of the foil pack an initial amount of adhesive has to be discarded.</p> <p>Discard quantities are</p> <table border="0"> <tr> <td>2 strokes</td> <td>for 330 ml foil pack</td> </tr> <tr> <td>3 strokes</td> <td>for 500 ml foil pack</td> </tr> </table>	2 strokes	for 330 ml foil pack	3 strokes	for 500 ml foil pack
2 strokes	for 330 ml foil pack				
3 strokes	for 500 ml foil pack				
<p><b>Inject adhesive from the back of the borehole without forming air voids</b></p>					
	<p>Inject the adhesive starting at the back of the hole, slowly withdrawing the mixer with each trigger pull.</p>				
	<p>Fill holes approximately 2/3 full for Pre-setting and 100% full for through-setting, or as required to ensure that the annular gap between the anchor and the concrete is completely filled with adhesive along the embedment length.</p>				
	<p>After injection is completed, depressurize the dispenser by pressing the release trigger. This will prevent further adhesive discharge from the mixer.</p>				

## ❖ Brosur Sika Wrap 231C

**Technical Data Sheet**  
Edition 1, 2008  
Identification no.  
02 04 01 02 001 0 000010  
Version no. 0010  
**SikaWrap® -231 C**

**SikaWrap® -231 C**

Woven carbon fiber fabric for structural strengthening

Construction

**Product Description** SikaWrap® -231 C is a unidirectional woven carbon fiber fabric for the dry application process.



**Uses** Strengthening of reinforced concrete structures, brickwork and timber in case of flexural and shear load capacity. reasons :

- Improved seismic performance of masonry walls.
- Substitute missing rebar.
- Strength and ductility of columns.
- Increasing loading capacity of structural elements.
- Changes of building utilisation.
- Structural design construction defects
- Seismic movement.
- Improved serviceability.
- Structural upgrading to comply with current standards.

**Characteristic / Advantages**

- Manufactured with weft fibers to keep the fabric stable (heat-set process)
- Multifunctional use for every kind of strengthening requirement.
- Flexibility of surface geometry (Beams, columns, chimneys, piles, walls, silos)
- High strength
- Fabric available in several widths for optimum utilisation.
- Low density for minimal additional weight.
- Economical compared to traditional techniques.

**Product Data****Form**

**Fiber Type** High strength carbon fibers.

**Fabric Construction**

Fiber orientation: 0° (unidirectional)  
Warp: carbon fibers (98% of total areal weight)  
Weft: thermoplastic heat-set fibers (2% of total areal weight)

**Packaging**

	Fabric length /roll	Fabric width
1 roll in cardboard box	100 m	500 mm

**Storage****Storage Conditions / Shelf Life**

24 months from date of production if stored properly in undamaged original sealed packaging in dry conditions at temperatures between +5 °C and +35 °C.  
Protect from direct sunlight.



Table of Contents

<b>Technical Data</b>	
<b>Areal Weight</b>	230 g/m <sup>2</sup> ± 12 g/m <sup>2</sup>
<b>Fabric Design Thickness</b>	0.127 mm (based on total carbon content)
<b>Fiber Density</b>	1.80 g/cm <sup>3</sup>
<b>Mechanical / Physical Properties</b>	
<b>Dry Fiber Properties</b>	<p>Tensile strength: 4'900 N/mm<sup>2</sup> (nominal)</p> <p>Tensile E-modulus: 230'000 N/mm<sup>2</sup> (nominal)</p> <p>Elongation at break: 2.1% (nominal)</p>
<b>Laminate Properties</b>	<p>Laminate thickness: 1.0 mm per layer (impregnated with Sikadur<sup>®</sup>-330)</p> <p>Ultimate load: 420 kN/m width per layer (at typical laminate thickness of 1.0 mm)</p> <p>Tensile E-modulus: 25.0 kN/mm<sup>2</sup> (based on typical laminate thickness of 1.0 mm)</p> <p>Note: The above values are typical and indicative only. The achievable laminate properties obtained from tensile test are dependent on the impregnating/laminating resin used and the type of tensile testing procedure. Apply material reduction factors according to the relevant design standard.</p>
<b>Design</b>	<p>Design strain</p> <p>This value is dependent on the type of loading and must be adapted according to the relevant local design standards</p>
<b>System Information</b>	
<b>System Structure</b>	<p>The system configuration as described must be fully complied with and may not be changed.</p> <p>Concrete primer -Sikadur<sup>®</sup>-330</p> <p>Impregnating / laminating resin -Sikadur<sup>®</sup>-330</p> <p>Structural strengthening fabric -SikaWrap<sup>®</sup>-231 C.</p> <p>For detailed resin properties, fabric application details and general information, refer to Sikadur<sup>®</sup>-330 Product Data Sheet.</p>
<b>Application Details</b>	
<b>Consumption</b>	<p>Depending on the roughness of the substrate.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Impregnating of the first layer incl. primer: ~ 0.7 - 1.2 kg/m<sup>2</sup> (Sikadur<sup>®</sup>-330)</li> <li>- Impregnating of the following layers: ~ 0.5 kg/m<sup>2</sup> (Sikadur<sup>®</sup>-330)</li> </ul>
<b>Substrate Quality</b>	<p>Specific requirements: Minimal substrate tensile strength: 1.0 N/mm<sup>2</sup> or as specified in the strengthening design.</p>
<b>Substrate Preparation</b>	Refer to Sikadur <sup>®</sup> -330.
<b>Application Instructions</b>	
<b>Application Method / Tools</b>	The fabric can be cut with special scissors or razor knife. Never fold the fabric! Refer to Sikadur <sup>®</sup> -330 Product Data Sheet for impregnating / laminating procedure.

<b>Notes on Application / Limitations</b>	<p>This product may only be used by experienced professionals.</p> <p>Minimum radius required for application around corners: &gt;10 mm. Grinding edges or building up with Sikadur® mortars may be necessary.</p> <p>In fiber direction, overlapping of the fabric must be at least 100 mm depending on SikaWrap® type or as specified in the strengthening design.</p> <p>For side-by-side application, no overlapping length in the weft direction is required. Overlaps of additional layers must be distributed over the column circumference.</p> <p>The strengthening application is inherently structural and great care must be taken when choosing suitably experienced contractors.</p> <p>The SikaWrap®-231 C fabric is coated to ensure maximum bond and durability with the Sikadur® impregnating/laminating resins. To maintain system compatibility do not interchange system parts.</p> <p>The SikaWrap®-231 C may be / must be coated with a cementitious overlay or coatings for aesthetic and/or protective purposes. Selection will be dependent on exposure requirements. For basic UV protection use Sikagard®-550 W Elastic, Sikagard® ElasioColor-675 W or Sikagard® -880 S.</p>
<b>Value Base</b>	All technical data stated in this Product Data Sheet are based on laboratory tests. Actual measured data may vary due to circumstances beyond our control.
<b>Local Restrictions</b>	Please note that as a result of specific local regulations the performance of this product may vary from country to country. Please consult the local Product Data Sheet for the exact description of the application fields.
<b>Health and Safety Information</b>	For information and advice on the safe handling, storage and disposal of chemical products, users shall refer to the most recent Material Safety Data Sheet containing physical, ecological, toxicological and other safety-related data.
<b>Legal Notes</b>	<p>The information, and, in particular, the recommendations relating to the application and end-use of Sika products, are given in good faith based on Sika's current knowledge and experience of the product when properly stored, handled and applied under normal conditions in accordance with Sika's recommendations. In practice, the differences in materials, substrates and actual site conditions are such that no warranty in respect of merchantability or of fitness for a particular purpose, nor any liability arising out of any legal relationship whatsoever, can be inferred either from this information, or from any written recommendations, or from any other advice offered. The user of the product must test the product's suitability for the intended application and purpose. Sika reserves the right to change the properties of its products. The proprietary rights of third parties must be observed. All orders are accepted subject to our current terms of sale and delivery. Users must always refer to the most recent issue of the local Product Data Sheet for the product concerned, copies of which will be supplied on request.</p>



**PT. Sika Indonesia**  
 J. Raya Cikempong, Bekasi km. 20  
 Limasunggal, Cikarang  
 40028 16920 - Indonesia  
 Tel. +62 21 8230025  
 Fax. +62 21 8230025  
 Website: www.sika.co.id  
 e-mail: sikacare@id.sika.com

**Branches**  
 Surabaya  
 Puri Masjidi Blok G No. 20, J. Raya Pungkut Murnasari 11, Surabaya  
 Tel. +62 31 6583022 Fax. +62 31 6583155  
 Medan  
 Kawasan Industri "Medan Star", Tanjung Meringo Km.10.2  
 J. Pelita Raya Blok B No. 32, Des. Dering 21302  
 Tel. +62 61 718 1600 Fax. +62 61 718 1602  
 Batam  
 J. Laskettanio Bukit Komp. Bumi Riau Makmur Blok E No.3,  
 BUKIT HAYATI, Batam  
 Tel. +62 778-424228 Fax. +62 778-450188



## ❖ Method Statement Sika Wrap

### Impregnation resin:

*Table to be adapted for local use (do not include technical or mechanical information).*

Sika Brand	Description
Sikadur <sup>®</sup> -330	Sikadur <sup>®</sup> -330 is a two part, thixotropic, mid-viscous, filled epoxy-based primer / impregnation resin / adhesive with standard pot life and curing speed. It is designed to be used for SikaWrap <sup>®</sup> fabric installation by the dry application method.

### Additional products:

*Table to be adapted for local use (do not include technical or mechanical information).*

Sikadur <sup>®</sup> -300	Epoxy based primer and impregnation resin
Sikadur <sup>®</sup> -30	Epoxy-based structural adhesive paste
Sikadur <sup>®</sup> -41	Epoxy-based mortar
Sikadur <sup>®</sup> -52	Epoxy-based injection resin
Sikadur <sup>®</sup> -501	Quartz sand

### 3.2 MATERIALS STORAGE



Materials must be stored properly in undamaged, original sealed packaging, in dry and cool conditions at temperatures between +5°C and +25°C (Resins), or between +5°C and +35°C (Fabrics). Protect all of the products from direct sunlight. Please refer to the specific information contained in the respective Product Data Sheets regarding the minimum and maximum storage temperatures and times. All of the Sikadur<sup>®</sup> epoxy resin based products can be stored for up to 24 months from the date of production.

## 4 EQUIPMENT

### 4.1 TOOLS



Concrete grinder



Vacuum cleaner



Brush



Application trowels



Toothed Spatula



Plastic roller



Mixing Container



Mixing spindle



Mixing Paddle (for larger quantities)

#### 4.2 CLEANING

Clean all tools and application equipment with Sika® Colma® Cleaner (or an Isopropanol based cleaner) immediately after use. Any uncured epoxy should be wiped up with a rag wetted with solvent. Hardened material can only be removed mechanically.

## 5 HEALTH AND SAFETY

### 5.1 RISK ASSESSMENT



The risks to health and safety from everything including any defects in the structure, working procedures and all of the chemicals used during the materials installation must be properly assessed and safely accommodated.

Any working areas on platforms and temporary structures must also provide a stable and safe area to work. All work and working procedures must be carried out fully in accordance with the relevant local health and safety legislation.

### 5.2 PERSONAL PROTECTION

#### Work Safely!

Safety shoes, gloves and other appropriate skin protection should be worn at all times. The use of disposable or new / clean protective clothing during the materials preparation and application is strongly recommended.

Always wear nitrile based protective gloves when handling epoxy adhesives / impregnating resins, as they can otherwise cause skin irritation. Additionally apply barrier cream to hands and any unprotected areas of skin before starting work.

Appropriate eye protection should be worn at all times whilst handling, mixing and installing the products. Carrying an eye wash with you at all times is recommended.

Always wash hands with suitable soap and clean water after handling the products and before food consumption, smoking, visiting the toilet and after finishing work.

The work area needs to be well ventilated and operatives should take frequent breaks in fresh air to avoid any other health issues.

Silica dust produced by the grinding or blast cleaning of concrete can be hazardous. Protect yourself and others by using a vacuum grinder or vacuum blast cleaning equipment with dust extraction and abrasive recycling attachments respectively. Always wear a dust mask/respirator when grinding concrete. Do not inhale the concrete dust.

For more detailed health and safety information, please refer to the relevant Material Safety Data Sheet (MSDS)



### 5.3 FIRST AID

If the epoxy resin based adhesive products come into contact with eyes or mucous membranes, remove any glasses or contact lenses and rinse with clean warm water for 10 to 15 minutes then seek medical attention. Any chemical spillages on skin must be cleaned immediately and rinsed thoroughly with clean warm water.

For more detailed health and safety information, please refer to the relevant Material Safety Data Sheet (MSDS).



Method Statement  
SikaWrap® manual dry application  
23.01.2014, VERSION 2.0  
1850 41 002

Transition to template:  
template for local adaptation



#### 5.4 WASTE DISPOSAL



Do not empty any surplus material into drainage or water systems; dispose of all waste materials and packaging responsibly through licensed waste disposal facilities or contractors, fully in accordance with local legislation and the relevant authorities' requirements. Also avoid any chemical materials run-off into soil or into waterways, drains or sewers.

Any uncured adhesive waste, spillages and / or leftover Sika® Colma® cleaner must be disposed of as hazardous waste and according to local regulations. Cured adhesive waste can be disposed of safely as normal building materials waste according to local regulations.

For more detailed health and safety information, please refer to the relevant Material Safety Data Sheet (MSDS)

## 6 PREPARATION

### 6.1 PRE-PROJECT

Review the project specifications in detail. Inspect the site conditions and the concrete surfaces to receive the treatment and report immediately in writing to the responsible Engineer if anything is unsuitable for proper execution of the works.

Obtain all of the necessary tools and equipment, plus materials required (for a checklist example, see Section 9.2), together with any special project requirements. It is recommended that the SikaWrap® fabrics to be applied are cut into their prescribed lengths with sharp scissors in advance of the mixing of the Sikadur® resin. Caution should be taken when handling the fabrics to insure that the fibres are not bent or broken. **Do not fold the fabrics.**

Protect any adjacent surfaces, vehicles etc., surrounding the work area from any dust or damage due to the preparation and execution of the strengthening works.

### 6.2 SUBSTRATE

The SikaWrap® strengthening system can be used on concrete, masonry and wooden structures. **Where none of these are specifically mentioned below, the statements refer to concrete.**

Before preparing the substrate for the application, it must be thoroughly inspected and any unsound material (such as any areas of damaged concrete, pieces of formwork or tie-wires etc.) must be removed.

Where concrete repairs are necessary on a structure prior to the application of a SikaWrap® strengthening system, it is important that the repair materials are designed and installed to be fully compatible with the Sikadur® adhesive and suitable for use in a structural situation (i.e. they must have low shrinkage, compatible modulus of elasticity, good interface bond, adequate strength and an appropriate finished surface).

Repairs to concrete surface irregularities such as blowholes or voids must be made with a suitable repair mortar such as Sikadur®-41, or Sikadur®-30 and Sikadur®-501 quartz sand mixed in a ratio of 1:1 by weight, to get a mortar with the ideal consistency and thixotropic nature. Sikadur®-30 adhesive must also be used as a bonding bridge layer for both of these surface repair options, to ensure a good bond with the substrate and no voids in the repairs. Any non-moving structural cracks can be filled by injection with Sikadur®-52 or other suitable Sikadur® injection resin with the Structural Engineer's agreement.

Further advice on all aspects of concrete repairs can be obtained from your local Sika® Technical Service Department.

The actual strength of the concrete substrate must be verified on all projects. If the concrete has to be repaired, then another test must be performed after the repairs are completed and adequately cured. Please refer to Section 8 of this Method Statement for more details of testing procedures and the necessary concrete strengths.

Concrete must normally be older than 28 days (dependent on the environmental situation, the mix design and effective strength requirements).



The concrete, stone and masonry substrates must be prepared mechanically using abrasive blast cleaning, or grinding equipment. During this preparation work, an integrated vacuum system (see picture on the right) should be used, in order to reduce the risk of contamination, plus a dust mask should be worn to prevent the inhalation of concrete dust.



The mechanical preparation is carried out to remove cement laitance, any loose and friable materials and achieve a profiled, open textured surface. Any surface defects such as honeycombing, blowholes and voids must be fully exposed.

Timber substrates must be planed or sanded to remove all dust and any loose or friable materials completely from all surfaces.



All prepared surfaces must be brushed, air blasted and vacuumed to achieve a dust free condition (see pictures). No loose particles should be left on any of the substrate surfaces.

External corners and arrises must generally be rounded to a minimum radius of 20 mm, or as required by the Engineer's specification. This can be achieved either by grinding, or by building up with Sikadur® mortars. Internal corners must be made smooth by trowel application of Sikadur® epoxy mortar into the prepared corners.

The surfaces to be strengthened must be levelled to ensure that the specified tolerances are achieved and maintained as detailed in the table below. The plane and level of the substrate is to be checked with a suitable straight edge. The tolerance required depends on the specified standards to be achieved. The recommended Sika® values are given in the right hand column of the table below; however these tolerances, their method of measurement and testing can be varied on different projects and structures according to any local guidelines and requirements. Obviously any testing must only be carried out in relation to one standard or another.

Standard	Fib bulletin 14	Sika® recommendation
Tolerance for 2 m length	10 mm	-
Tolerance for 0.3 m length	4 mm	<b>2 mm</b>
Max. formwork marks	-	<b>0.5 mm</b>



The final surface must be smooth, dry and free of damaged concrete and any other contaminants as dust, foreign particles, cement laitance, oil, grease, surface coatings, curing compounds, waxes and impregnations etc., which could adversely affect or inhibit the bond of the strengthening system to the concrete.

The substrate moisture content must be less than 4% pbw.

### 6.3 RESIN

For the dry application of the SikaWrap® system, Sikadur®-330 is normally used for the resin priming coat and as the impregnating resin, whilst Sikadur®-300 can be used as the resin primer on smoother concrete surfaces (see below). The resins should be mixed and used as described below. Avoid aeration during all mixing actions.

The pot life begins when the resin and hardener are mixed. It is shorter at high temperatures and longer at low temperatures. The greater the quantity that is mixed, the shorter the pot life becomes. To obtain longer workability at high temperatures, the mixed adhesive may be divided into portions. Another method is to chill components A and B before mixing them.

The sequence of operations must be planned to ensure that the adhesive can be applied and the work with it completed within one hour of mixing, or within 80% of the pot life, whichever comes first.

Method Statement  
SikaWrap® manual dry application  
23.01.2014, VERSION 2.0  
850 41 002

Transition template  
template for local adaption

For details on the performance, pot life and other characteristics of the Sikadur<sup>®</sup> resin products, please refer to the relevant Product Data Sheet.

#### Resin Primer Coat

Ground substrates are generally 'smoother', abrasive blast cleaned ones are generally 'rougher'. This difference is the deciding factor for the selection of the most appropriate Sikadur<sup>®</sup> primer resin. For 'smoother' surfaces, the more liquid resin products such as Sikadur<sup>®</sup>-300 can be used. When dealing with rough surfaces, the more filled resins such as Sikadur<sup>®</sup>-330 are best suited to accommodate the surface profile and irregularities.

#### Sikadur<sup>®</sup>-330

Sikadur<sup>®</sup>-330 serves as both primer and impregnation resin for the fabrics. It is supplied in pre-batched units and larger bulk packaging.

#### Pre-batched Units:

Continuously mix all of Part A in its container at a low speed (max 500 rpm) then gradually add all of Part B until a fully homogeneous mix, with a uniform grey colour and appearance has been achieved. Then pour the whole mix into a clean container and mix for a second time (3 minutes, max 500 rpm).

#### Bulk Packaging:

Weigh the correct proportions of Parts A and B and pour into separate clean containers before mixing by the same process as outlined above for the pre-batched units.

#### Sikadur<sup>®</sup>-300

Sikadur<sup>®</sup>-300 has an extended, longer pot life and a slow curing speed. It is also supplied in pre-batched units and larger bulk packaging.

#### Pre-batched Units:

Continuously mix all of Part A in container then gradually add all of Part B continuing to mix at a low speed (max 500 rpm) for 3 minutes.

#### Bulk Packaging:

Full Quantity: Continuously mix all of Part A in a container then gradually add all of Part B continuing to mix at a low speed (max 500 rpm) for 3 minutes.

Partial Quantities: Weigh the correct proportions of Parts A and B and pour into a clean container before mixing by the same process as outlined above for the pre-batched units.

#### Consumption:

The actual consumption, especially of the priming layer, is primarily dependent on the roughness of the substrate and the type and amount of SikaWrap<sup>®</sup> fabric to be impregnated. The table below shows the estimated consumption for the different fabric weights (excluding loss and wastage).

SikaWrap <sup>®</sup> Product	Area weight [kg/m <sup>2</sup> ]	Resin type	Resin Consumption [kg/m <sup>2</sup> ]	
			First layer incl. priming	Following layers
SikaWrap <sup>®</sup> -230 C	230	Sikadur <sup>®</sup> 330	0.7-1.2	0.5
SikaWrap <sup>®</sup> -231 C				
SikaWrap <sup>®</sup> -300 C	300	Sikadur <sup>®</sup> 330	1.0-1.5	0.8
SikaWrap <sup>®</sup> -301 C				
SikaWrap <sup>®</sup> -300 C NW	300	Sikadur <sup>®</sup> 330	1.0-1.5	0.8
SikaWrap <sup>®</sup> -430 G	430	Sikadur <sup>®</sup> 330	1.0-1.5	0.8

Method Statement  
SikaWrap<sup>®</sup> manual dry application  
23.01.2014, VERSION 2.0  
B50 41 002

Translation template  
complete for local adaptation

## 7 APPLICATION

### 7.1 GENERAL

Prior to starting the application, measure and record the substrate moisture content (to be less than 4%), the relative humidity and determine the dew point. The temperature must be min. 3°C above the dew point. Cut the SikaWrap® fabric to the desired dimensions for the installation.

Always work in the same direction as the fibres. Avoid excessive force and moving the roller back and forth when laminating, to prevent any folding or creasing of the SikaWrap® fabric.

Overlapping pieces of fabric must be installed in the same direction as the fibres and the overlap must be at least 100 mm, or according to the project specifications.

When placing several unidirectional SikaWrap® fabrics side by side, no overlapping in the weft direction (perpendicular to the fibres) is generally required, unless specified otherwise in the strengthening design. For multi-directional fabrics, overlapping in the weft direction must be by at least 100 mm (dependent on the SikaWrap® fabric type) or again according to the project specifications.

After application, protect the finished installation of SikaWrap® FRP Reinforcement from rain, sand, dust and any other contaminants using protective plastic sheets or other barriers. Do not allow the protective sheets to come into contact with the finished SikaWrap® installation.

### 7.2 THE DRY APPLICATION PROCESS

The name of the 'dry' application method comes from the state of the fabric at the time it is applied in its final position. For this process, Sikadur®-330 is normally used both as the substrate primer and as the fabric impregnating resin.

The dry application method is suitable for woven fabrics with an area weight of up to 430 g/m<sup>2</sup>, dependent on the fibre type.

#### Primer / Resin Application

Apply Sikadur®-330 to the prepared substrate using a trowel, roller or brush. Only one application step is necessary here, because the same product is used as primer and as impregnating resin.

The resin consumption depends on the fabric type and substrate roughness, an estimate is given as a guide in the table in Section 6.3.



#### Fabric Positioning / Lamination



Place the pre-cut dry SikaWrap® fabric in the required direction onto the Sikadur®-330 priming layer. Carefully work the resin into the fabric with the plastic Sika® impregnation roller, working parallel to the fibre direction and until the resin is squeezed out between and through the fibre strands, and it is distributed evenly over the whole of the SikaWrap® fabric surface (see picture left). The fabric has to be completely 'wetted' with the Sikadur® resin; there must be no dry spots and the fabric must be pressed firmly onto the substrate. Squeeze out any entrapped air in the fibre direction to ensure there are no bubbles or blisters between the fabric and the substrate.

#### Application of additional Fabric Layers

To meet the Engineer's specified requirements for the total number of fabric layers required, the following layers of SikaWrap® fabric are installed by applying the Sikadur®-330 onto the previously applied layer 'wet on wet' and within 60 minutes (at +23 °C) of the previous layer, and repeating the laminating procedure outlined above for the first layer of fabric. If it is not possible to apply the subsequent layers of fabric within 60 minutes of the previous

Method Statement  
SikaWrap® manual dry application  
23.01.2014, VERSION 2.0  
850 41 002

Translation template  
template for local adaptation

**LAMPIRAN II (GAMBAR STRUKTUR DAN  
PERKUATAN)**



LAMPIRAN GAMBAR TUGAS AKHIR TERAPAN - VC 181819

EVALUASI DAN PERKUATAN BANGUNAN GEDUNG HOTEL SHAFIRA SURABAYA MENGGUNAKAN BREISING BAJA AKIBAT BEBAN GEMPA SNI 1726:2019 DAN PERSYARATAN BETON STRUKTURAL SNI 2847:2019

Ratu Gengsar Febrilian  
NRP. 10111710013004

DOSEN PEMBIMBING 1  
Ir. Raden Buyung A., ST., MT.  
NIP.19740203 200212 1 002

DOSEN PEMBIMBING 2  
Dr. Eng. Yuyun Tajunnisa, ST., MT.  
NIP.19780201 200604 2 002

PROGRAM SARJANA TERAPAN  
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
FAKULTAS VOKASI  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA 2021



LAMPIRAN GAMBAR TUGAS AKHIR TERAPAN - VC 181819

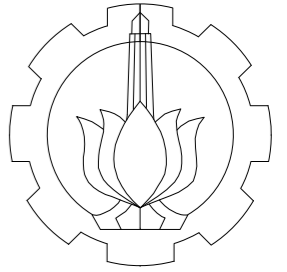
EVALUASI DAN PERKUATAN BANGUNAN GEDUNG HOTEL SHAFIRA SURABAYA MENGGUNAKAN BREISING BAJA  
AKIBAT BEBAN GEMPA SNI 1726:2019 DAN PERSYARATAN BETON STRUKTURAL SNI 2847:2019

Ratu Gengsar Febrilian  
NRP. 10111710013004

DOSEN PEMBIMBING 1  
Ir. Raden Buyung A., ST., MT.  
NIP.19740203 200212 1 002

DOSEN PEMBIMBING 2  
Dr. Eng. Yuyun Tajunnisa, ST., MT.  
NIP.19780201 200604 2 002

PROGRAM SARJANA TERAPAN  
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
FAKULTAS VOKASI  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA 2021



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

MATA KULIAH  
**TUGAS AKHIR TERAPAN**

JUDUL TUGAS AKHIR  
**EVALUASI DAN PERKUATAN  
 BANGUNAN GEDUNG HOTEL  
 SHAFIRA SURABAYA  
 MENGGUNAKAN BREISING  
 BAJA AKIBAT BEBAN GEMPA  
 SNI 1726:2019 DAN  
 PERSYARATAN BETON  
 STRUKTURAL SNI 2847:2019**

LOKASI PROYEK  
 Jalan Ahmad Yani No.119, Surabaya

DOSEN PEMBIMBING 1

**Ir., Raden Buyung A., ST., MT**  
 NIP. 19740203 200212 1 002

DOSEN PEMBIMBING 2

**Dr. Eng. Yuyun Tajunnisa., ST., MT**  
 NIP. 19780201 200604 2 002

NAMA MAHASISWA

**Ratu Gengsar Febrilian**  
 NRP. 10111710013004

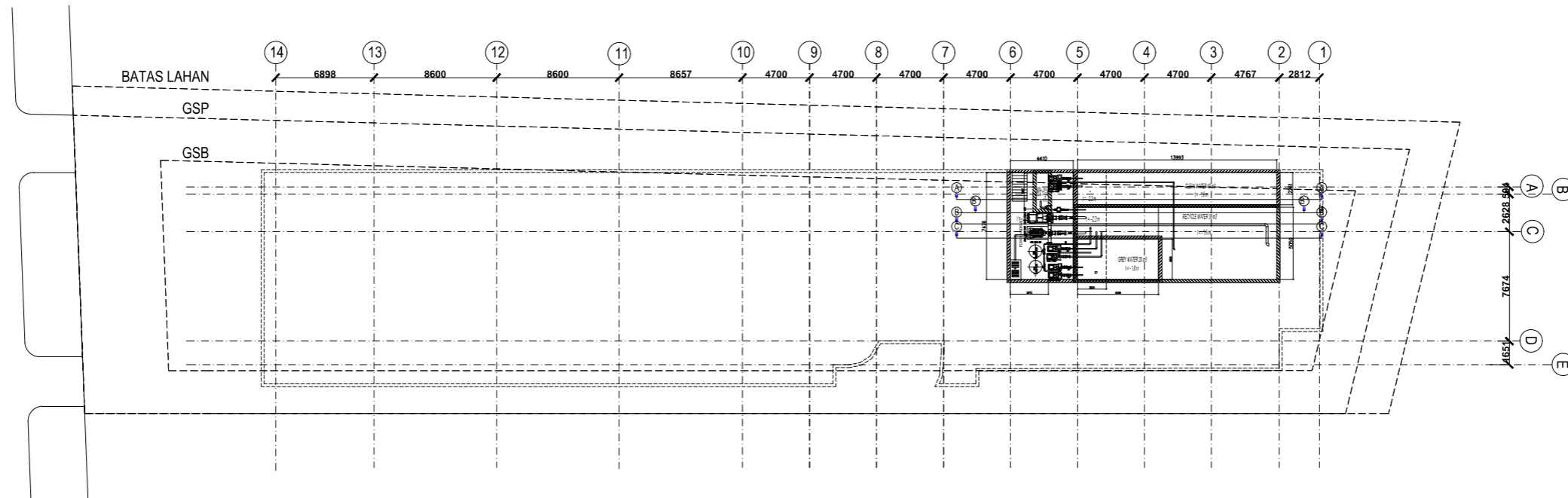
JUDUL GAMBAR  
 Denah Ground Tank  
 Denah Semi Basement

KETERANGAN

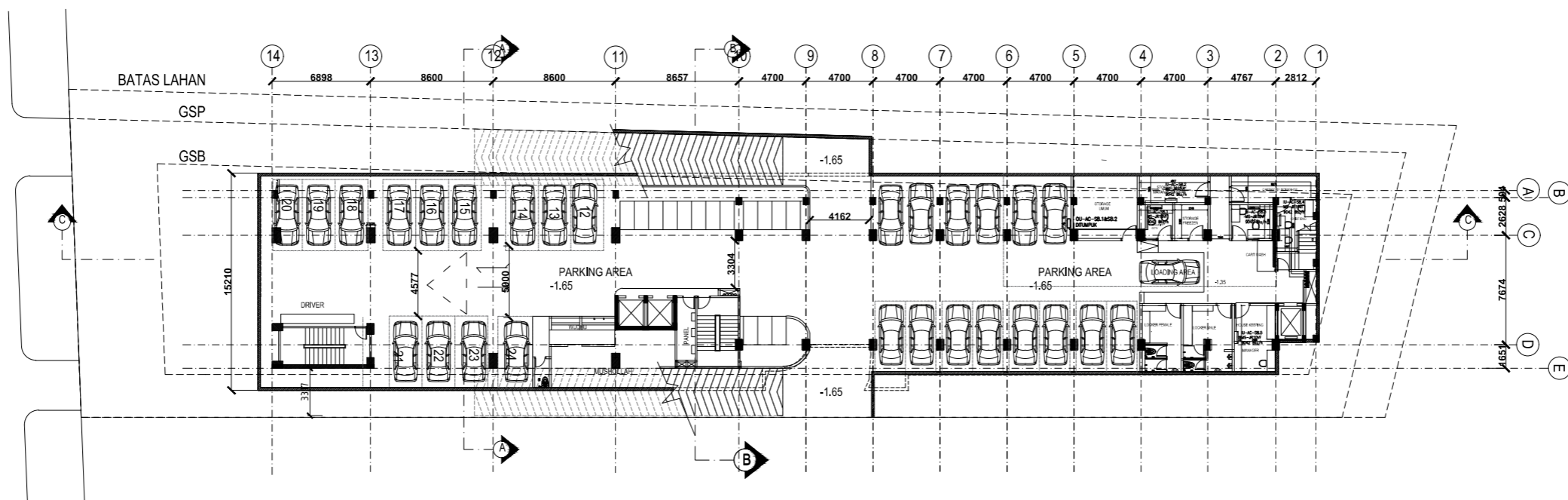
NOMOR GAMBAR      JUMLAH GAMBAR

1

80

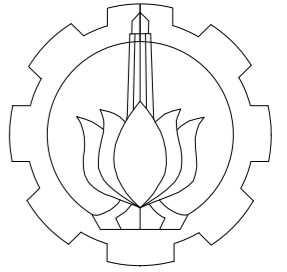


**GROUND TANK**  
 skala 1 : 200



**SEMI BASEMENT**  
 skala 1 : 200





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

MATA KULIAH  
TUGAS AKHIR TERAPAN

JUDUL TUGAS AKHIR  
EVALUASI DAN PERKUATAN  
BANGUNAN GEDUNG HOTEL  
SHAFIRA SURABAYA  
MENGUNAKAN BREISING  
BAJA AKIBAT BEBAN GEMPA  
SNI 1726:2019 DAN  
PERSYARATAN BETON  
STRUKTURAL SNI 2847:2019

LOKASI PROYEK  
Jalan Ahmad Yani No.119, Surabaya

DOSEN PEMBIMBING 1

**Ir., Raden Buyung A., ST., MT**  
NIP. 19740203 200212 1 002

DOSEN PEMBIMBING 2

**Dr. Eng. Yuyun Tajunnisa., ST., MT**  
NIP. 19780201 200604 2 002

NAMA MAHASISWA

**Ratu Gengsar Febrilian**  
NRP. 10111710013004

JUDUL GAMBAR

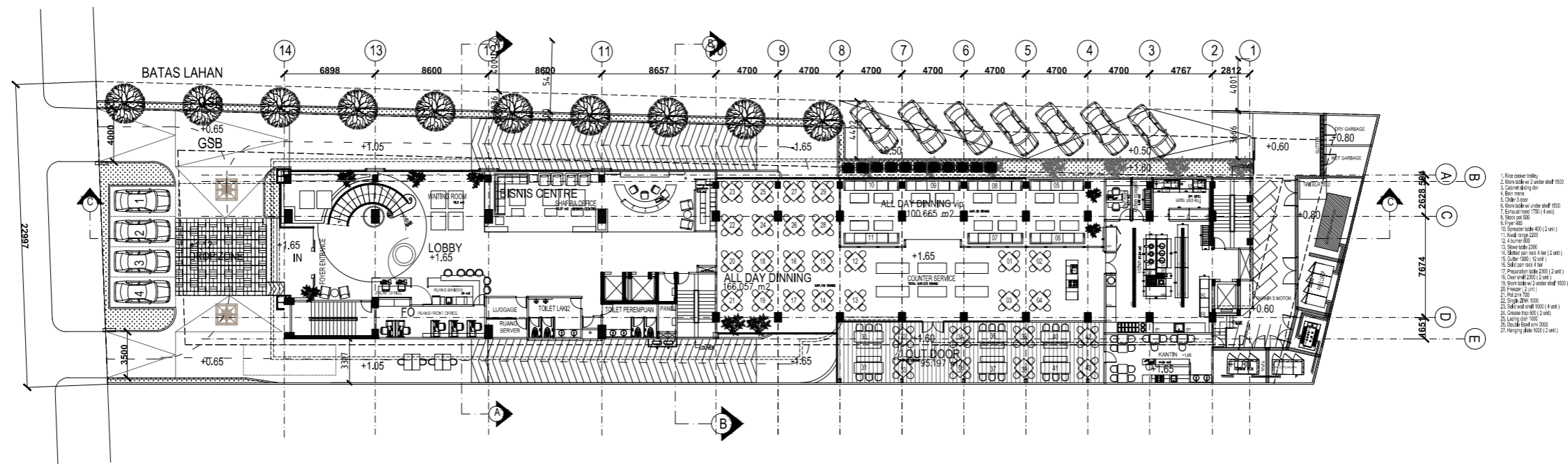
Denah Lantai 1  
Denah Lantai 2

KETERANGAN

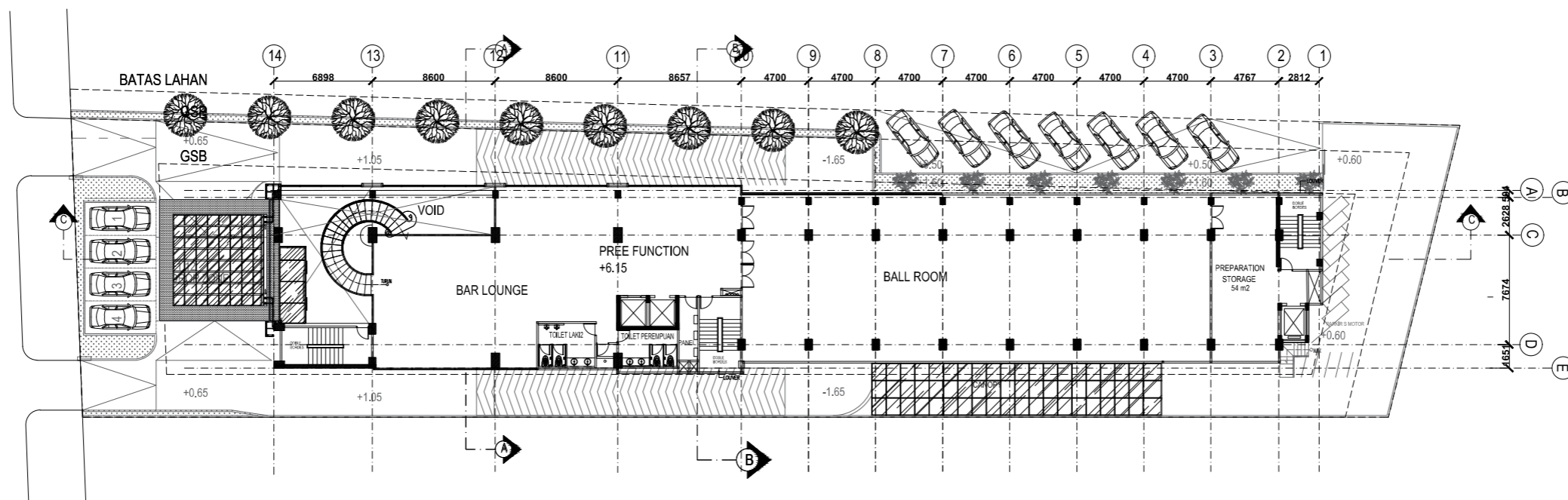
NOMOR GAMBAR      JUMLAH GAMBAR

2

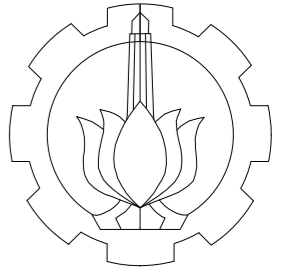
80



**DENAH LANTAI 1**  
skala 1 : 200



**DENAH LANTAI 2**  
skala 1 : 200



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

MATA KULIAH  
TUGAS AKHIR TERAPAN

JUDUL TUGAS AKHIR  
EVALUASI DAN PERKUATAN  
BANGUNAN GEDUNG HOTEL  
SHAFIRA SURABAYA  
MENGUNAKAN BREISING  
BAJA AKIBAT BEBAN GEMPA  
SNI 1726:2019 DAN  
PERSYARATAN BETON  
STRUKTURAL SNI 2847:2019

LOKASI PROYEK  
Jalan Ahmad Yani No.119, Surabaya

DOSEN PEMBIMBING 1

**Ir., Raden Buyung A., ST., MT**  
NIP. 19740203 200212 1 002

DOSEN PEMBIMBING 2

**Dr. Eng. Yuyun Tajunnisa., ST., MT**  
NIP. 19780201 200604 2 002

NAMA MAHASISWA

**Ratu Gengsar Febrilian**  
NRP. 10111710013004

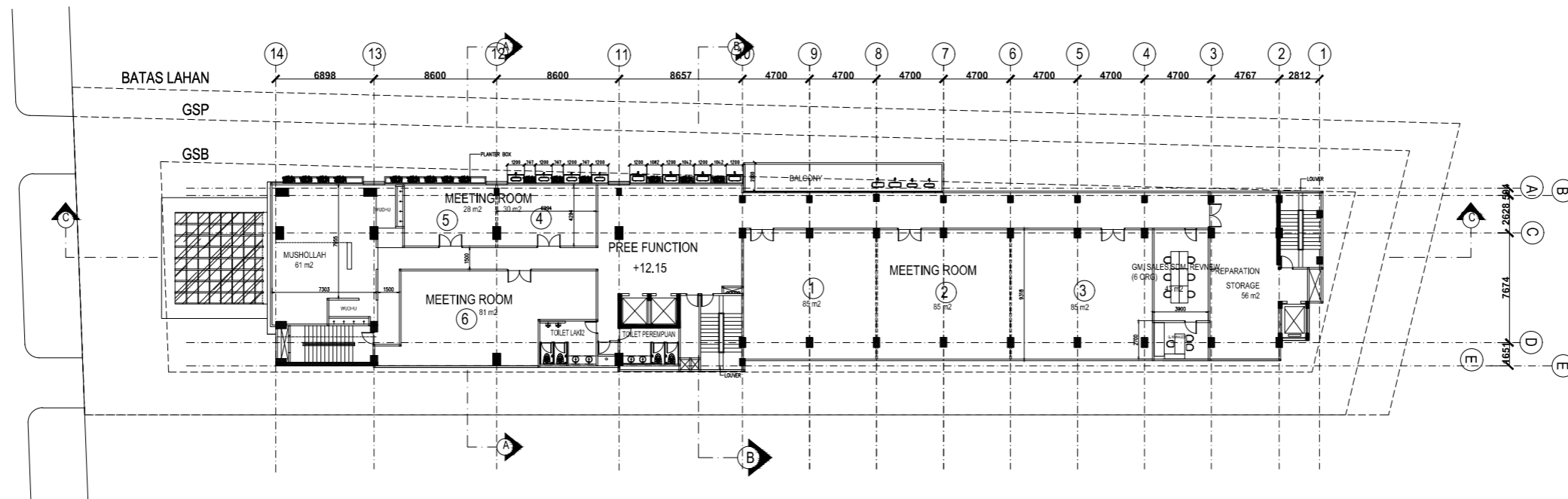
JUDUL GAMBAR

Denah Lantai 3  
Denah Lantai 4

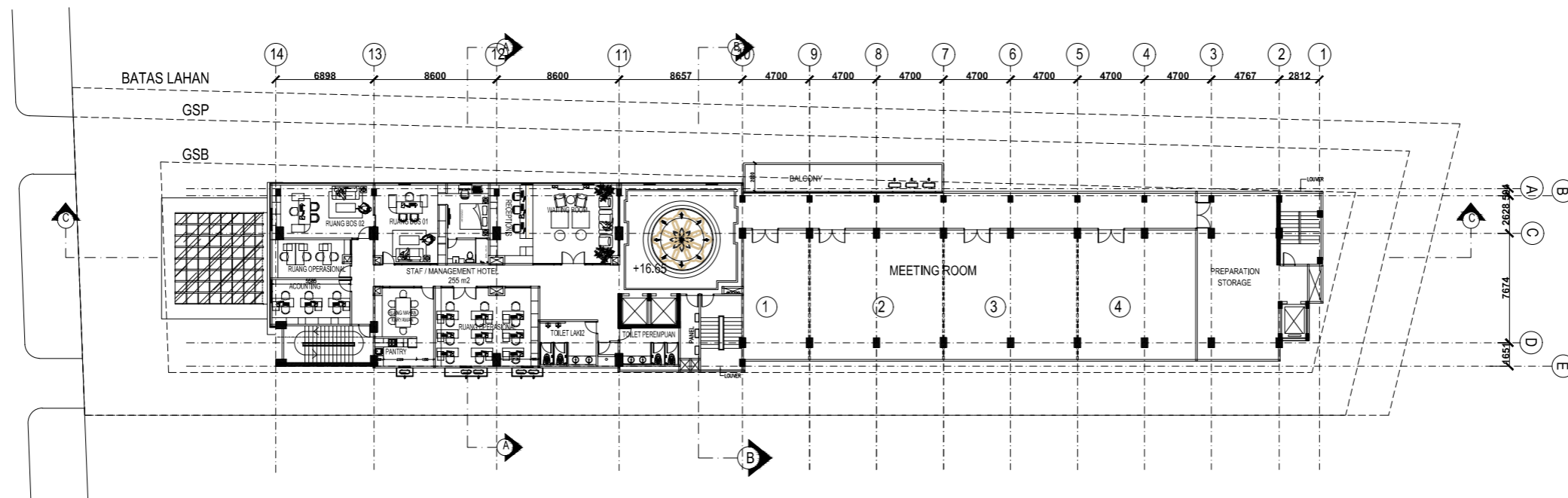
KETERANGAN

NOMOR GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
--------------	---------------

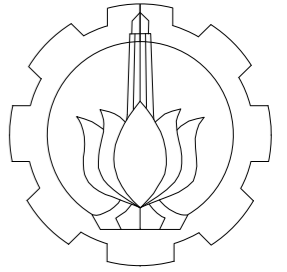
3	80
---	----



**DENAH LANTAI 3**  
skala 1 : 200



**DENAH LANTAI 4**  
skala 1 : 200



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

MATA KULIAH  
**TUGAS AKHIR TERAPAN**

JUDUL TUGAS AKHIR  
**EVALUASI DAN PERKUATAN  
 BANGUNAN GEDUNG HOTEL  
 SHAFIRA SURABAYA  
 MENGGUNAKAN BREISING  
 BAJA AKIBAT BEBAN GEMPA  
 SNI 1726:2019 DAN  
 PERSYARATAN BETON  
 STRUKTURAL SNI 2847:2019**

LOKASI PROYEK  
 Jalan Ahmad Yani No.119, Surabaya

DOSEN PEMBIMBING 1

**Ir., Raden Buyung A., ST., MT**  
 NIP. 19740203 200212 1 002

DOSEN PEMBIMBING 2

**Dr. Eng. Yuyun Tajunnisa., ST., MT**  
 NIP. 19780201 200604 2 002

NAMA MAHASISWA

**Ratu Gengsar Febrilian**  
 NRP. 10111710013004

JUDUL GAMBAR

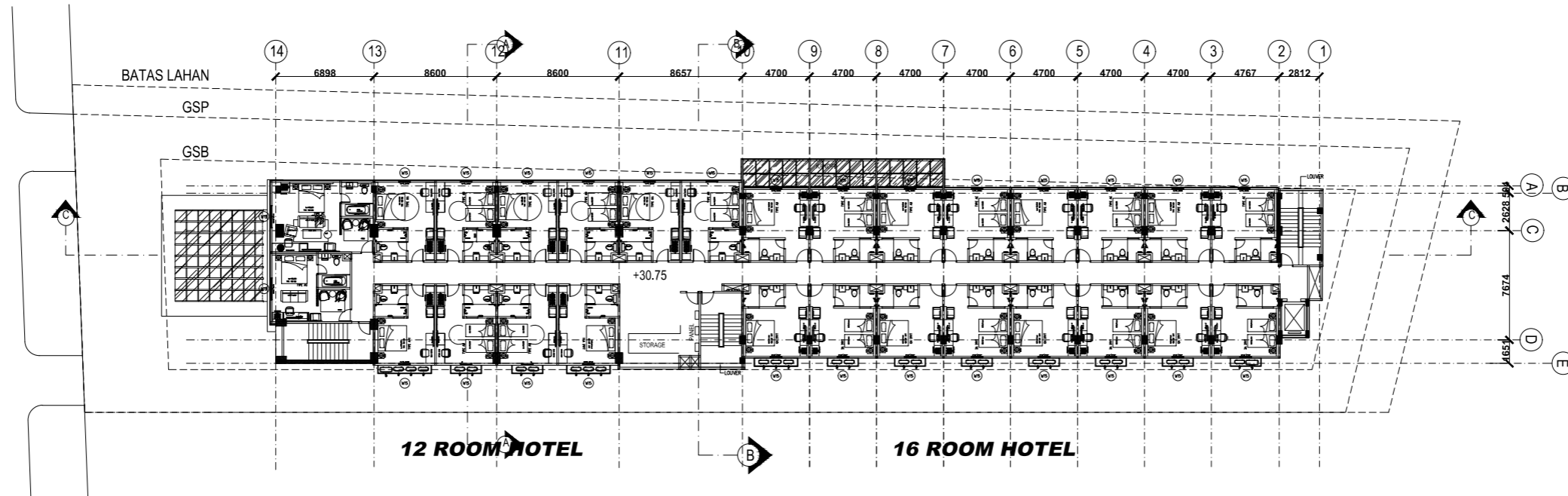
Denah Lantai 5,6,7&8  
 Denah Lantai 9

KETERANGAN

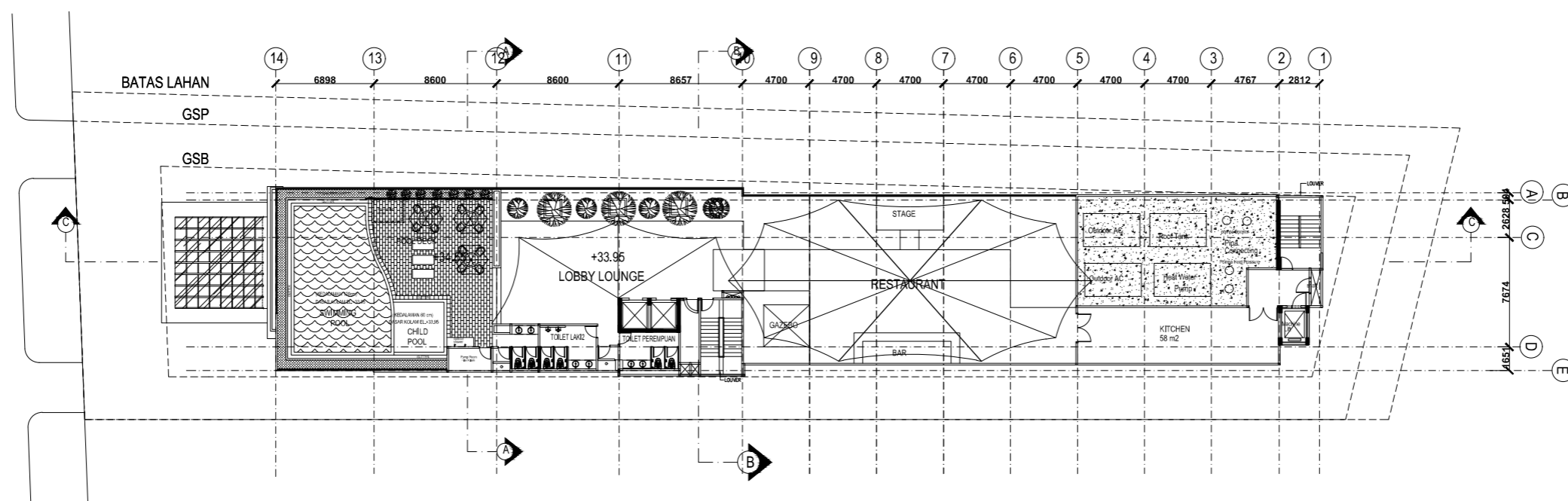
NOMOR GAMBAR      JUMLAH GAMBAR

4

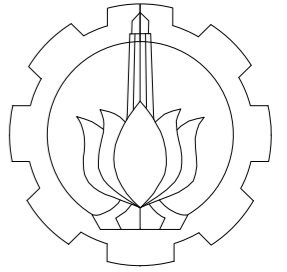
80



**DENAH LANTAI 5,6,7&8**  
 skala 1 : 200



**DENAH LANTAI 9**  
 skala 1 : 200



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

MATA KULIAH  
TUGAS AKHIR TERAPAN

JUDUL TUGAS AKHIR

EVALUASI DAN PERKUATAN  
BANGUNAN GEDUNG HOTEL  
SHAFIRA SURABAYA  
MENGUNAKAN BREISING  
BAJA AKIBAT BEBAN GEMPA  
SNI 1726:2019 DAN  
PERSYARATAN BETON  
STRUKTURAL SNI 2847:2019

LOKASI PROYEK  
Jalan Ahmad Yani No.119, Surabaya

DOSEN PEMBIMBING 1

**Ir., Raden Buyung A., ST., MT**  
NIP. 19740203 200212 1 002

DOSEN PEMBIMBING 2

**Dr. Eng. Yuyun Tajunnisa., ST., MT**  
NIP. 19780201 200604 2 002

NAMA MAHASISWA

**Ratu Gengsar Febrilian**  
NRP. 10111710013004

JUDUL GAMBAR

Denah Pondasi

KETERANGAN

NOMOR GAMBAR      JUMLAH GAMBAR

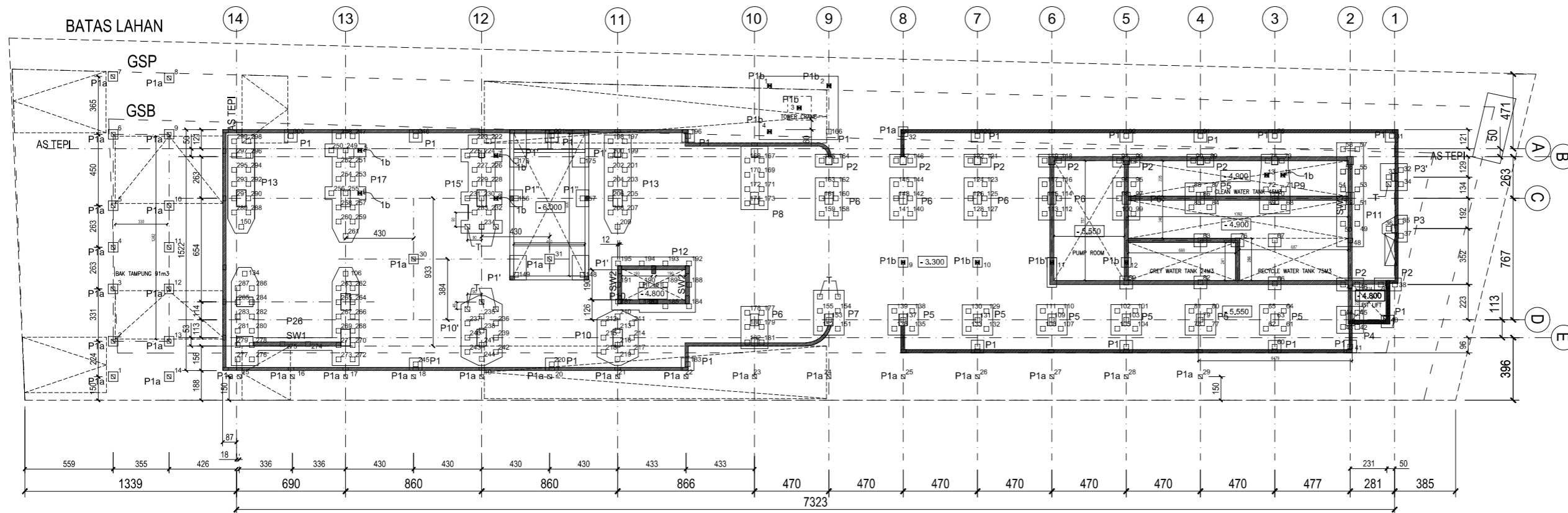
5

80

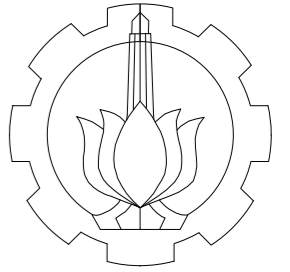
	GWT	RWT		CWT	PUMP R	STP
PANJANG	6.80 M	13.92 M	6.87 M	13.92 M	7.57 M	5.25 M
LEBAR	2.41 M	2.40 M	2.66 M	2.25 M	4.45 M	9.00 M
TINGGI RG	1.45 M	1.45 M	1.45 M	1.45 M	2.10 M	2.35 M
TINGGI AIR	1.15 M	1.15 M	1.15 M	1.15 M		1.90 M
VOLUME RG	23.76 M3	48.44 M3	26.50 M3	45.41 M3	70.74 M3	111.04 M3
VOLUME AIR	18.85 M3	38.42 M3	21.02 M3	36.02 M3		89.78 M3

	UKURAN	KEDALAMAN	JUMLAH	PREBORING	P IZIN TIANG
□	25 x 25 cm	6m x 3batang = 18m atau (6m x 2)+(7mx1) = 19m	32 titik	L = 4m L = 4m	20 TON/TIANG 20 TON/TIANG
▣	25 x 25 cm	(6m x 5)+(7mx1) = 37m	14 Titik	L = 4m	40 TON/TIANG
□	30 x 30 cm	(12mx2)+(13mx1) = 37m	270 Titik	L = 8m	60 TON/TIANG

T = Pile Tambahan



**DENAH PONDASI**  
skala 1 : 300



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

MATA KULIAH  
TUGAS AKHIR TERAPAN

JUDUL TUGAS AKHIR

EVALUASI DAN PERKUATAN  
BANGUNAN GEDUNG HOTEL  
SHAFIRA SURABAYA  
MENGUNAKAN BREISING  
BAJA AKIBAT BEBAN GEMPA  
SNI 1726:2019 DAN  
PERSYARATAN BETON  
STRUKTURAL SNI 2847:2019

LOKASI PROYEK  
Jalan Ahmad Yani No.119, Surabaya

DOSEN PEMBIMBING 1

**Ir., Raden Buyung A., ST., MT**  
NIP. 19740203 200212 1 002

DOSEN PEMBIMBING 2

**Dr. Eng. Yuyun Tajunnisa., ST., MT**  
NIP. 19780201 200604 2 002

NAMA MAHASISWA

**Ratu Gengsar Febrilian**  
NRP. 10111710013004

JUDUL GAMBAR

Denah Pondasi Pancang

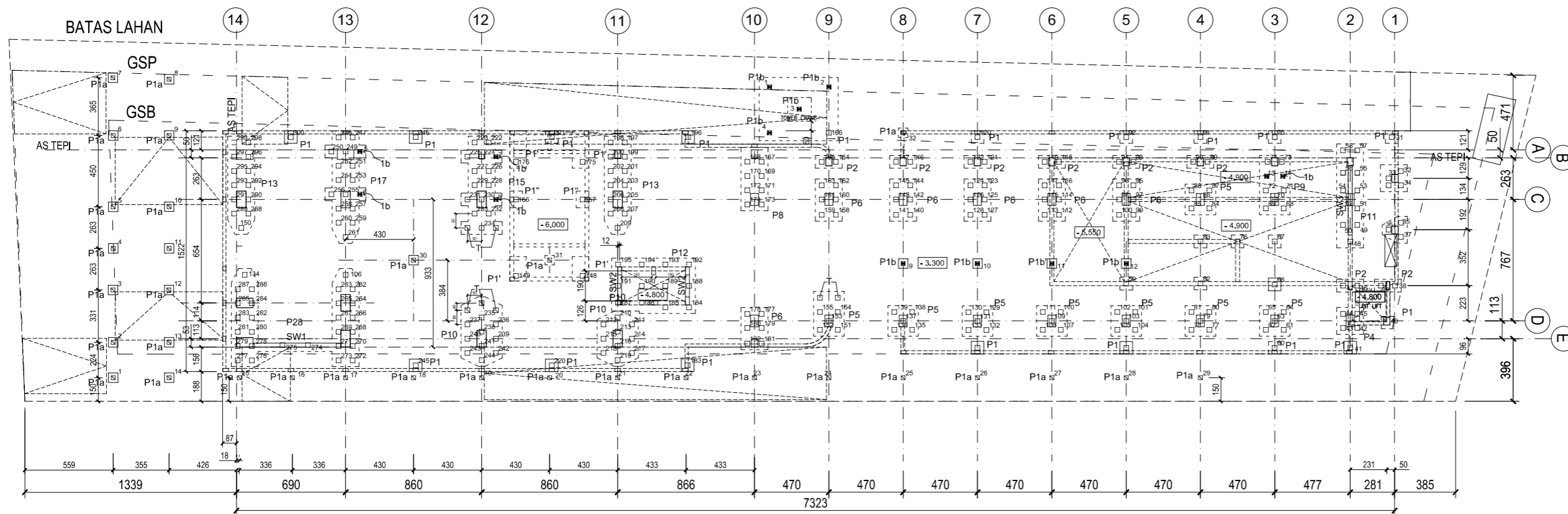
KETERANGAN

NOMOR GAMBAR      JUMLAH GAMBAR

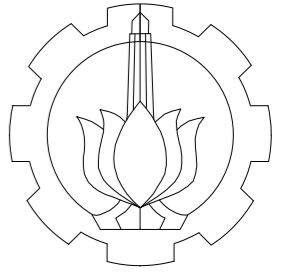
6

80

UKURAN	KEDALAMAN	JUMLAH	PREBORING	P IZIN TIANG
□ 25 x 25 cm	6m x 3batang = 18m atau (6m x 2)+(7mx1) = 19m	32 titik	L = 4m L = 4m	20 TON/TIANG 20 TON/TIANG
▣ 25 x 25 cm	(6m x 5)+(7mx1) = 37m	14 Titik	L = 4m	40 TON/TIANG
□ 30 x 30 cm	(12mx2)+(13mx1) = 37m	270 Titik	L = 8m	60 TON/TIANG



**DENAH PONDASI PANCANG**  
skala 1 : 300



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

MATA KULIAH  
**TUGAS AKHIR TERAPAN**

JUDUL TUGAS AKHIR  
**EVALUASI DAN PERKUATAN  
 BANGUNAN GEDUNG HOTEL  
 SHAFIRA SURABAYA  
 MENGGUNAKAN BREISING  
 BAJA AKIBAT BEBAN GEMPA  
 SNI 1726:2019 DAN  
 PERSYARATAN BETON  
 STRUKTURAL SNI 2847:2019**

LOKASI PROYEK  
 Jalan Ahmad Yani No.119, Surabaya

DOSEN PEMBIMBING 1

**Ir., Raden Buyung A., ST., MT**  
 NIP. 19740203 200212 1 002

DOSEN PEMBIMBING 2

**Dr. Eng. Yuyun Tajunnisa., ST., MT**  
 NIP. 19780201 200604 2 002

NAMA MAHASISWA

**Ratu Gengsar Febrilian**  
 NRP. 10111710013004

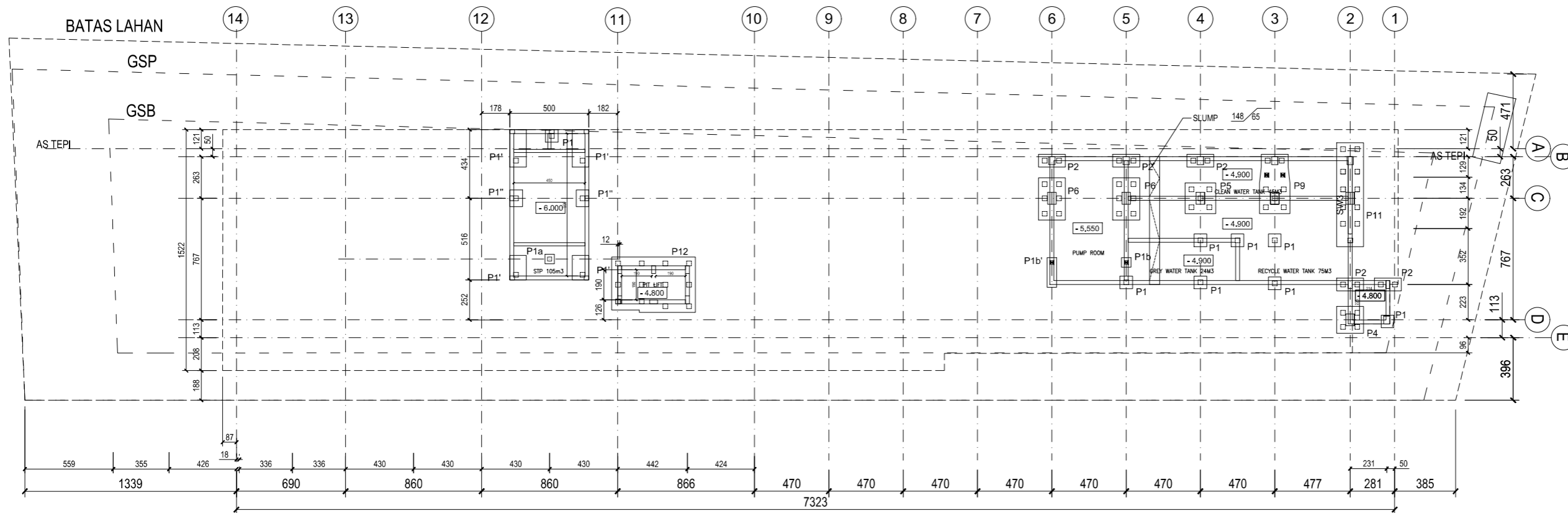
JUDUL GAMBAR

**Denah Pile Cap  
 Undergrund**

KETERANGAN

NOMOR GAMBAR      JUMLAH GAMBAR

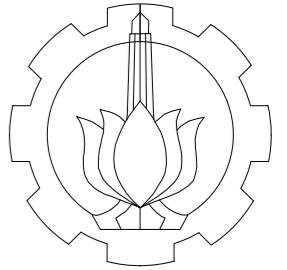
**7**                      **80**



**DENAH PILE CAP UNDERGROUND ( LEVEL -6.000 )**  
 skala 1 : 300

**DIMENSI PILECAP**

P1a/b	600x600x600
P1b'	600x1860x600
P1	800x800x800
P1'	1050x1550x800
P1''	1050x800x800
P2	800x1700x1000
P4	1700x1700x1200
P5	1930x1930x1200
P6	2600x1700x1200
P9	3740x1930x1200
P11	6570x1700x1200
P12	5300x3500x1200



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

MATA KULIAH  
TUGAS AKHIR TERAPAN

JUDUL TUGAS AKHIR  
EVALUASI DAN PERKUATAN  
BANGUNAN GEDUNG HOTEL  
SHAFIRA SURABAYA  
MENGUNAKAN BREISING  
BAJA AKIBAT BEBAN GEMPA  
SNI 1726:2019 DAN  
PERSYARATAN BETON  
STRUKTURAL SNI 2847:2019

LOKASI PROYEK  
Jalan Ahmad Yani No.119, Surabaya

DOSEN PEMBIMBING 1

**Ir., Raden Buyung A., ST., MT**  
NIP. 19740203 200212 1 002

DOSEN PEMBIMBING 2

**Dr. Eng. Yuyun Tajunnisa., ST., MT**  
NIP. 19780201 200604 2 002

NAMA MAHASISWA

**Ratu Gengsar Febrilian**  
NRP. 10111710013004

JUDUL GAMBAR

Denah Sloop  
Undergorund (Level -6000)

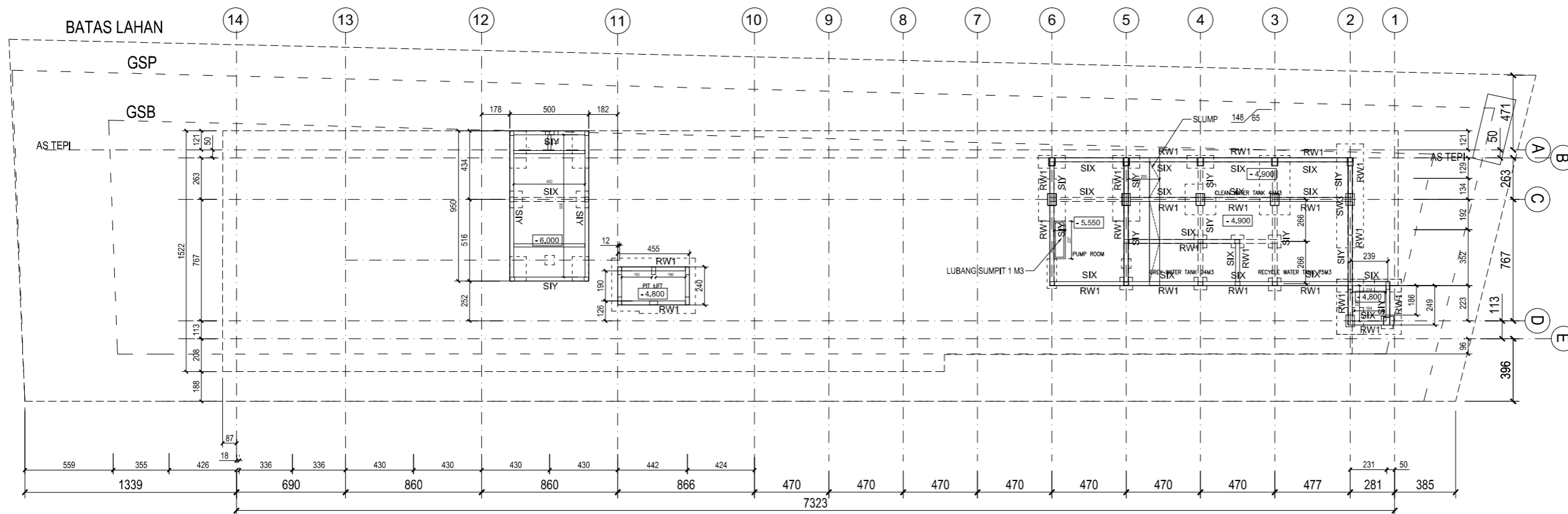
KETERANGAN

NOMOR GAMBAR      JUMLAH GAMBAR

8

80

MUTU BETON :  
PILE CAP K350 (  $f'c=30\text{mpa}$  )  
KOLOM & SW K400 (  $f'c=35\text{mpa}$  )  
BALOK K350 (  $f'c=30\text{mpa}$  )  
PLAT K350 (  $f'c=30\text{mpa}$  )  
MUTU BAJA :  
TULANGAN POLOS BJTP U-24  
TULANGAN ULIR BJTD U-40



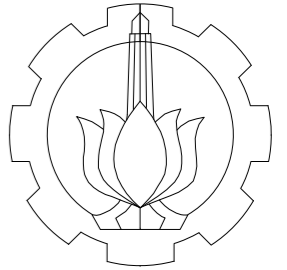
**DENAH SLOOP UNDERGROUND ( LEVEL -6.000)**  
skala 1 : 300

NOTASI SLOOF

SIX1	350X700
SIX1'	300X650
SIX2	600X700
SIX	250X500
SIY	300X600
SAX1	250X600
SAX	200X400
SAY	200X400

RETAINING WALL

RW1	T. 250
RW2	T. 200



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

MATA KULIAH  
**TUGAS AKHIR TERAPAN**

JUDUL TUGAS AKHIR  
**EVALUASI DAN PERKUATAN  
 BANGUNAN GEDUNG HOTEL  
 SHAFIRA SURABAYA  
 MENGGUNAKAN BREISING  
 BAJA AKIBAT BEBAN GEMPA  
 SNI 1726:2019 DAN  
 PERSYARATAN BETON  
 STRUKTURAL SNI 2847:2019**

LOKASI PROYEK  
 Jalan Ahmad Yani No.119, Surabaya

DOSEN PEMBIMBING 1

**Ir., Raden Buyung A., ST., MT**  
 NIP. 19740203 200212 1 002

DOSEN PEMBIMBING 2

**Dr. Eng. Yuyun Tajunnisa., ST., MT**  
 NIP. 19780201 200604 2 002

NAMA MAHASISWA

**Ratu Gengsar Febrilian**  
 NRP. 10111710013004

JUDUL GAMBAR

**Denah Plat Lantai  
 Undergorund (Level -6000)**

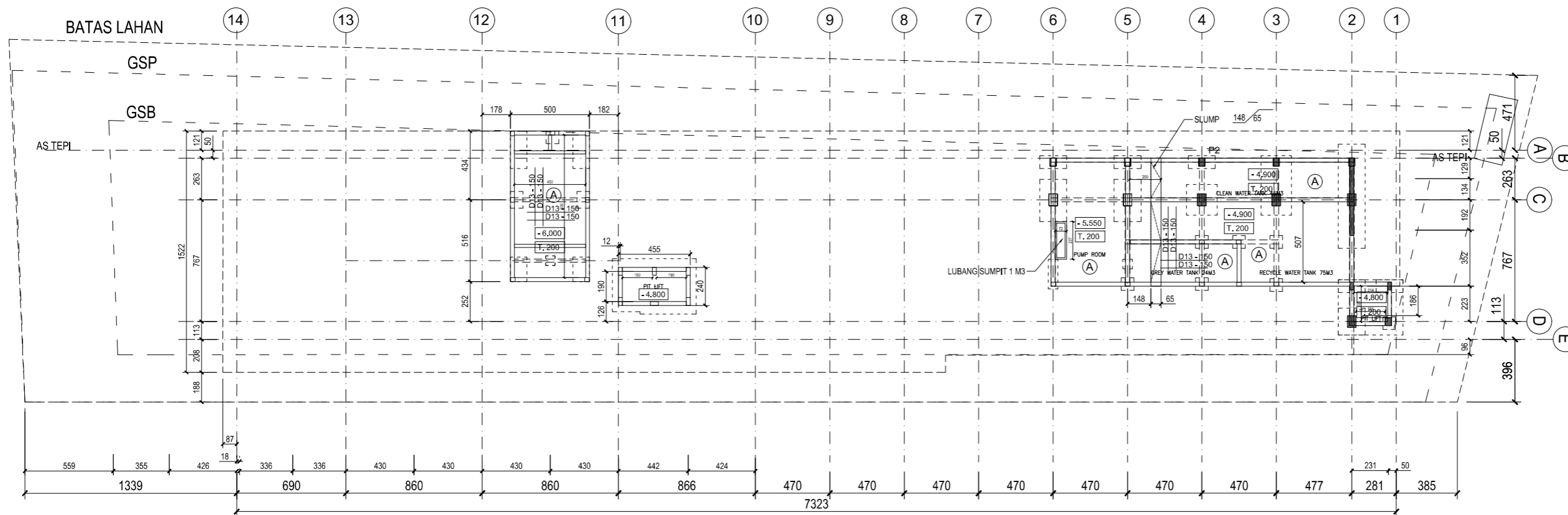
KETERANGAN

NOMOR GAMBAR      JUMLAH GAMBAR

**9**

**80**

MUTU BETON :  
 PILE CAP K350 (  $f_c=30\text{mpa}$  )  
 KOLOM & SW K400 (  $f_c=35\text{mpa}$  )  
 BALOK K350 (  $f_c=30\text{mpa}$  )  
 PLAT K350 (  $f_c=30\text{mpa}$  )  
 MUTU BAJA :  
 TULANGAN POLOS BJTP U-24  
 TULANGAN ULIR BJTD U-40

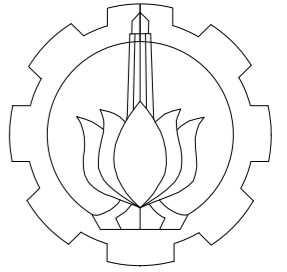


**DENAH PLAT LANTAI UNDERGROUND ( LEVEL -6.000 )**  
 skala 1 : 300

DIMENSI LANTAI

A	T. 200
---	--------





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

MATA KULIAH  
TUGAS AKHIR TERAPAN

JUDUL TUGAS AKHIR  
EVALUASI DAN PERKUATAN  
BANGUNAN GEDUNG HOTEL  
SHAFIRA SURABAYA  
MENGUNAKAN BREISING  
BAJA AKIBAT BEBAN GEMPA  
SNI 1726:2019 DAN  
PERSYARATAN BETON  
STRUKTURAL SNI 2847:2019

LOKASI PROYEK  
Jalan Ahmad Yani No.119, Surabaya

DOSEN PEMBIMBING 1

Ir., Raden Buyung A., ST., MT  
NIP. 19740203 200212 1 002

DOSEN PEMBIMBING 2

Dr. Eng. Yuyun Tajunnisa., ST., MT  
NIP. 19780201 200604 2 002

NAMA MAHASISWA

Ratu Gengsar Febrilian  
NRP. 10111710013004

JUDUL GAMBAR

Denah Kolom Undergurund  
(Level -6000)

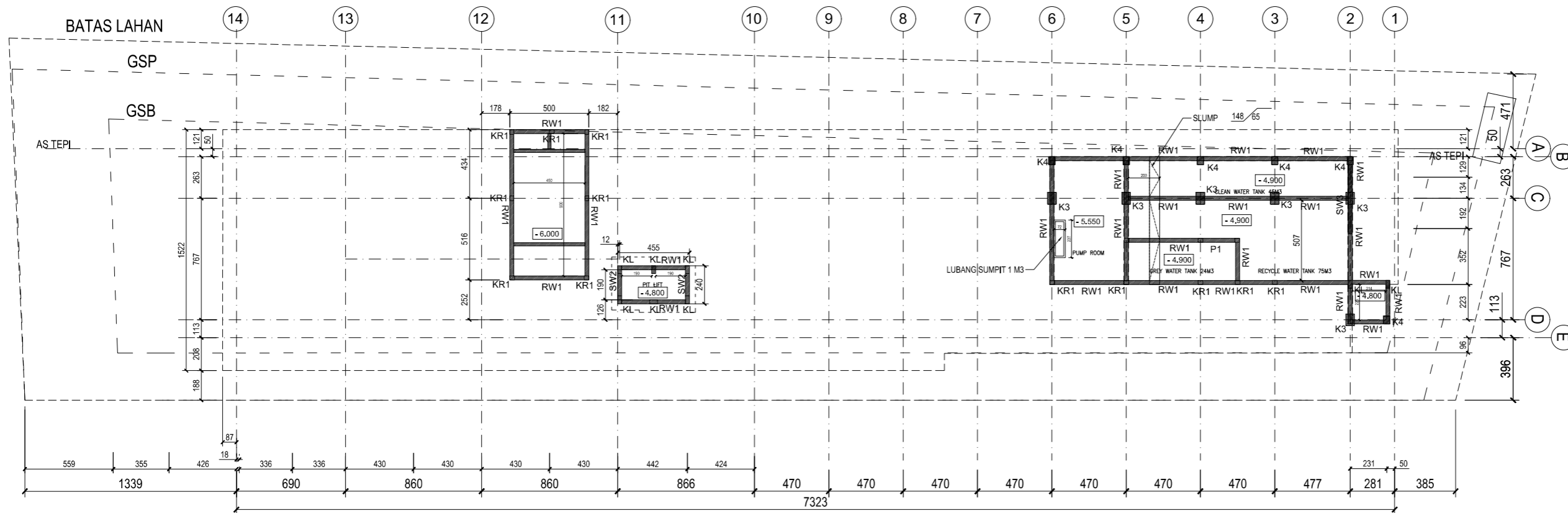
KETERANGAN

NOMOR GAMBAR      JUMLAH GAMBAR

10

80

MUTU BETON :  
PILE CAP K350 (  $f_c'=30\text{mpa}$  )  
KOLOM & SW K400 (  $f_c'=35\text{mpa}$  )  
BALOK K350 (  $f_c'=30\text{mpa}$  )  
PLAT K350 (  $f_c'=30\text{mpa}$  )  
MUTU BAJA :  
TULANGAN POLOS BJTP U-24  
TULANGAN ULIR BJTD U-40



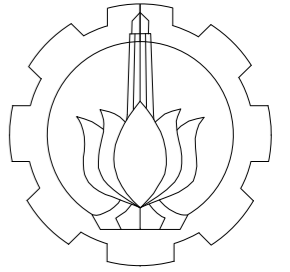
**DENAH KOLOM UNDERGROUND ( LEVEL -6.000 )**  
skala 1 : 300

NOTASI KOLOM

K1	600X1050
K2	400X550
K3	500X750
K4	400X500
KL	250X500
KR1	250X300
KR2	200X350

RETAINING WALL

RW1	T. 250
RW2	T. 200



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

MATA KULIAH  
**TUGAS AKHIR TERAPAN**

JUDUL TUGAS AKHIR  
**EVALUASI DAN PERKUATAN  
 BANGUNAN GEDUNG HOTEL  
 SHAFIRA SURABAYA  
 MENGGUNAKAN BREISING  
 BAJA AKIBAT BEBAN GEMPA  
 SNI 1726:2019 DAN  
 PERSYARATAN BETON  
 STRUKTURAL SNI 2847:2019**

LOKASI PROYEK  
 Jalan Ahmad Yani No.119, Surabaya

DOSEN PEMBIMBING 1

Ir., Raden Buyung A., ST., MT  
 NIP. 19740203 200212 1 002

DOSEN PEMBIMBING 2

Dr. Eng. Yuyun Tajunnisa., ST., MT  
 NIP. 19780201 200604 2 002

NAMA MAHASISWA

**Ratu Gengsar Febrilian**  
 NRP. 10111710013004

JUDUL GAMBAR

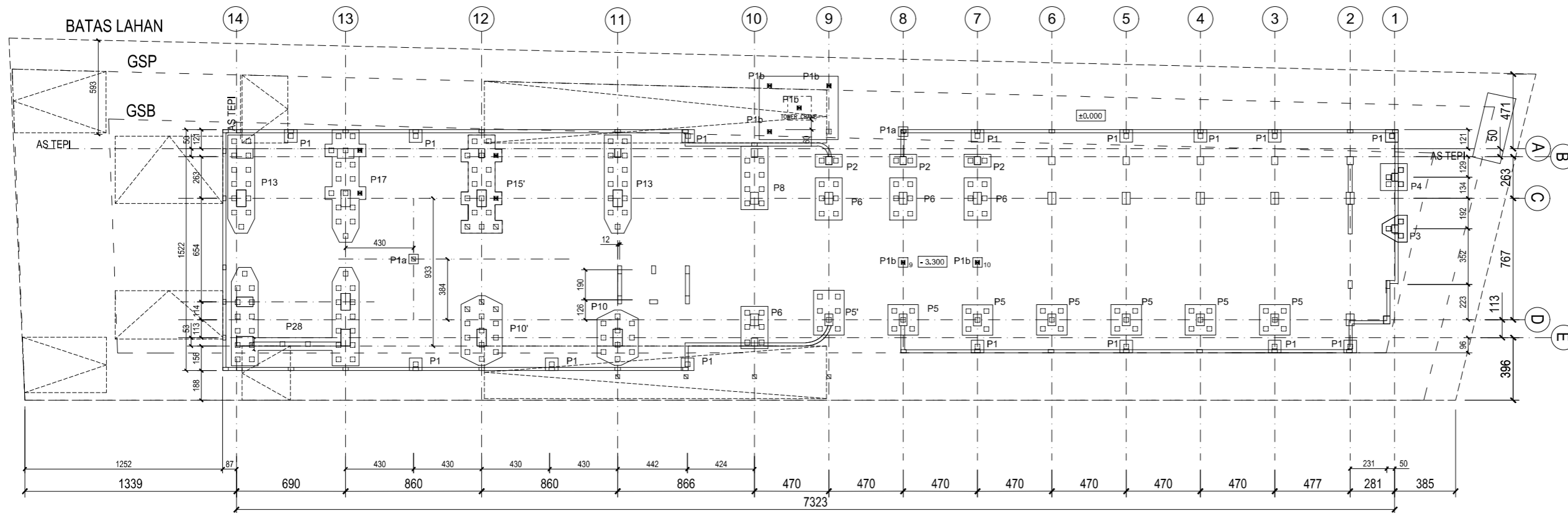
**Denah Pile Cap  
 Basement**

KETERANGAN

NOMOR GAMBAR      JUMLAH GAMBAR

**11**

**80**

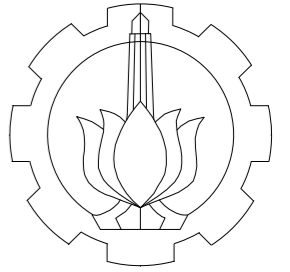


**DENAH PILECAP BASEMENT ( LEVEL -3.300 )**  
 skala 1 : 300

**DIMENSI PILECAP**

P1a/b	600x600x600
P1	800x800x800
P2	800x1700x1000
P3	1580x1700x1000
P4	1700x1700x1200
P5	1930x1930x1200
P5'	2830x1930x1200
P6	2600x1700x1200

P8	4000x1700x1200
P10	3500x2600x1200
P10'	4400x2600x1200
P13	6200x1700x1200
P15'	6200x2600x1200
P17	7100x2600x1200
P28	6200x8070x1200



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

MATA KULIAH  
TUGAS AKHIR TERAPAN

JUDUL TUGAS AKHIR  
EVALUASI DAN PERKUATAN  
BANGUNAN GEDUNG HOTEL  
SHAFIRA SURABAYA  
MENGUNAKAN BREISING  
BAJA AKIBAT BEBAN GEMPA  
SNI 1726:2019 DAN  
PERSYARATAN BETON  
STRUKTURAL SNI 2847:2019

LOKASI PROYEK  
Jalan Ahmad Yani No.119, Surabaya

DOSEN PEMBIMBING 1

Ir., Raden Buyung A., ST., MT  
NIP. 19740203 200212 1 002

DOSEN PEMBIMBING 2

Dr. Eng. Yuyun Tajunnisa., ST., MT  
NIP. 19780201 200604 2 002

NAMA MAHASISWA

**Ratu Gengsar Febrilian**  
NRP. 10111710013004

JUDUL GAMBAR

Denah Sloop  
Basement

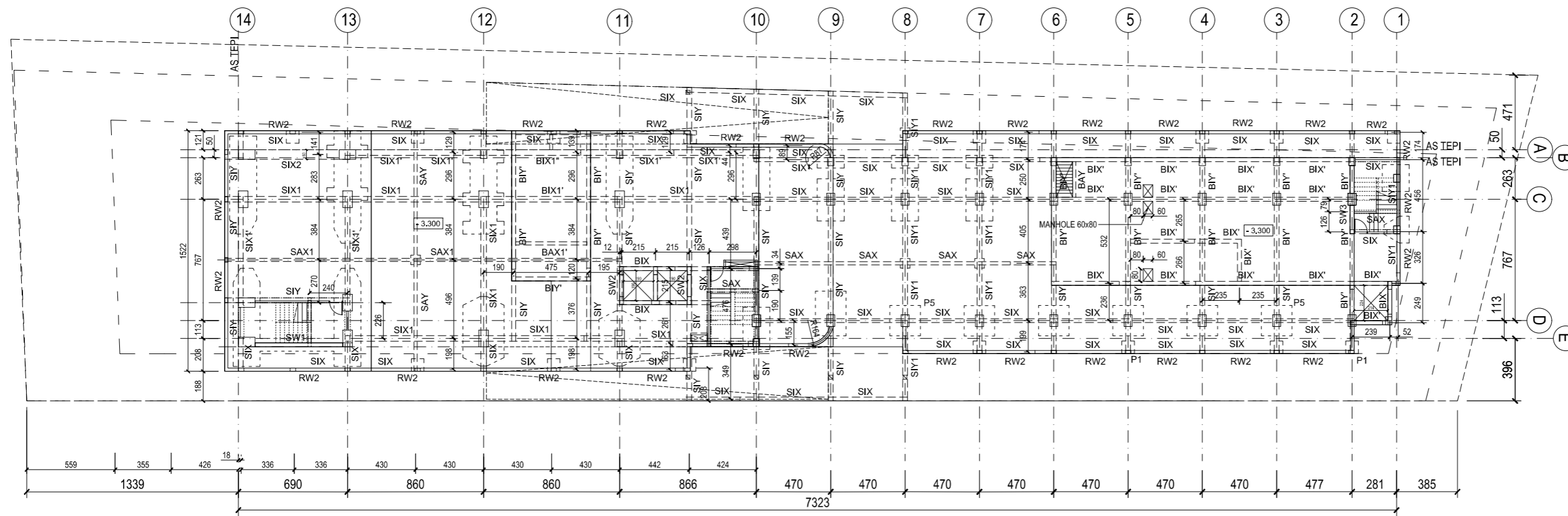
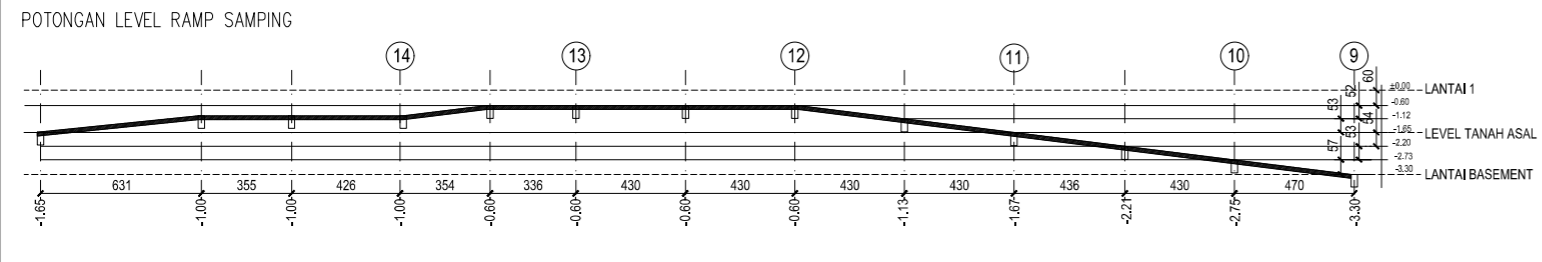
KETERANGAN

NOMOR GAMBAR      JUMLAH GAMBAR

12

80

MUTU BETON :  
PILE CAP K350 (  $f_c=30\text{mpa}$  )  
KOLOM & SW K400 (  $f_c=35\text{mpa}$  )  
BALOK K350 (  $f_c=30\text{mpa}$  )  
PLAT K350 (  $f_c=30\text{mpa}$  )  
MUTU BAJA :  
TULANGAN POLOS BJTP U-24  
TULANGAN ULIR BJTD U-40



**DENAH SLOOP BASEMENT** ( LEVEL -3.300 )  
skala 1 : 300

NOTASI SLOOF

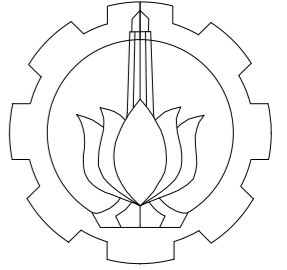
SIX1	350X700
SIX1'	300X650
SIX2	600X700
SIX	250X500
SIY	300X600
SIY1	250X500
SAX1	250X600
SAX	200X400
SAY	200X400

NOTASI BALOK

BIX1'	350X700
BIX1''	300X650
BIX'	250X500
BIY'	300X600
BAX1'	250X600

RETAINING WALL

RW1	T. 250
RW2	T. 200



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

MATA KULIAH  
**TUGAS AKHIR TERAPAN**

JUDUL TUGAS AKHIR  
**EVALUASI DAN PERKUATAN  
 BANGUNAN GEDUNG HOTEL  
 SHAFIRA SURABAYA  
 MENGGUNAKAN BREISING  
 BAJA AKIBAT BEBAN GEMPA  
 SNI 1726:2019 DAN  
 PERSYARATAN BETON  
 STRUKTURAL SNI 2847:2019**

LOKASI PROYEK  
 Jalan Ahmad Yani No.119, Surabaya

DOSEN PEMBIMBING 1

**Ir., Raden Buyung A., ST., MT**  
 NIP. 19740203 200212 1 002

DOSEN PEMBIMBING 2

**Dr. Eng. Yuyun Tajunnisa., ST., MT**  
 NIP. 19780201 200604 2 002

NAMA MAHASISWA

**Ratu Gengsar Febrilian**  
 NRP. 10111710013004

JUDUL GAMBAR

**Denah Plat  
 Lantai Basement**

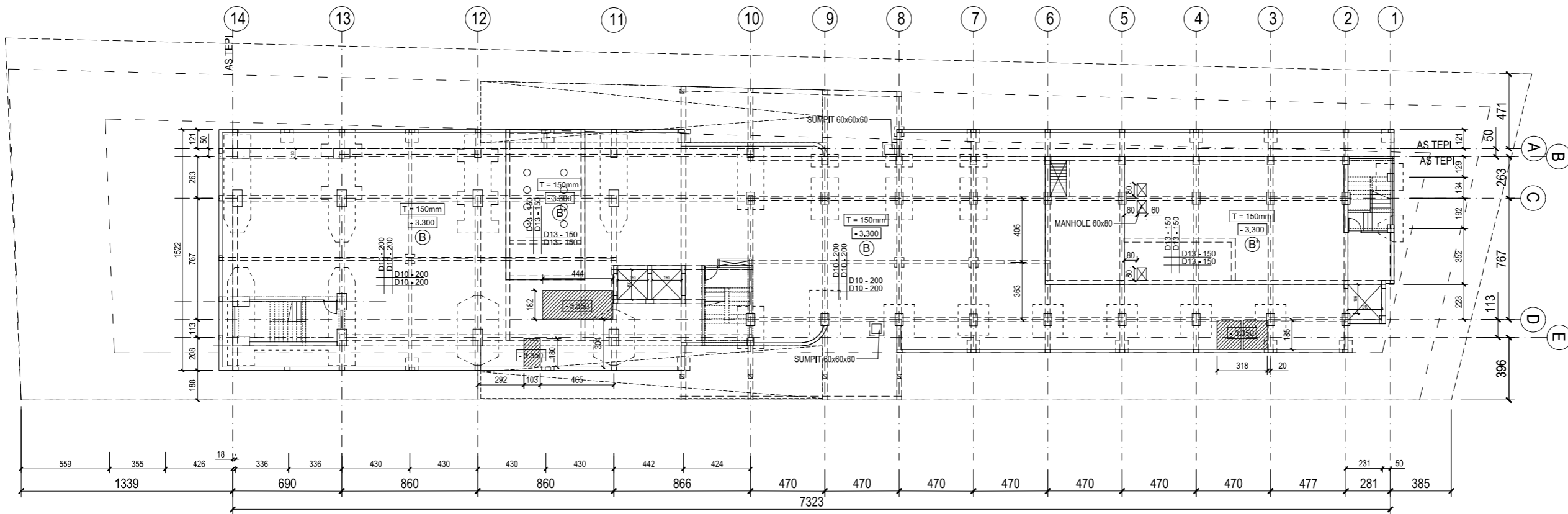
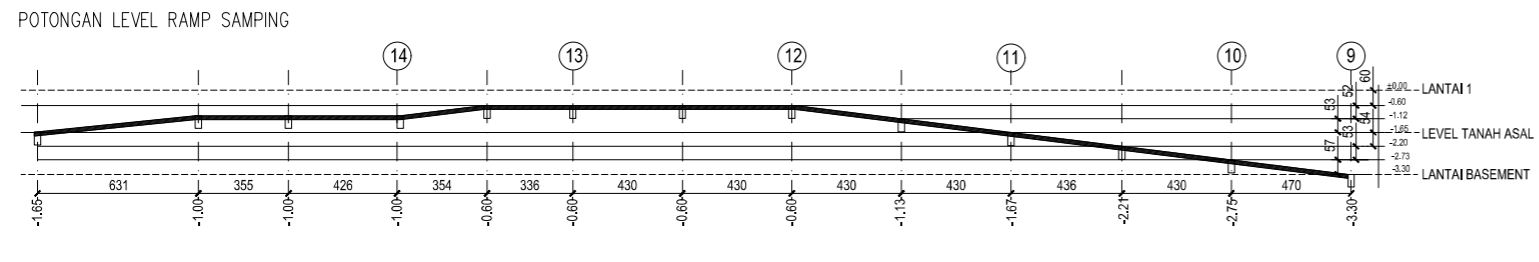
KETERANGAN

NOMOR GAMBAR      JUMLAH GAMBAR

**13**

**80**

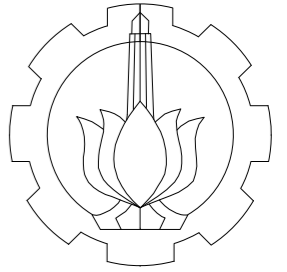
MUTU BETON :  
 PILE CAP K350 (  $f'c=30\text{mpa}$  )  
 KOLOM & SW K400 (  $f'c=35\text{mpa}$  )  
 BALOK K350 (  $f'c=30\text{mpa}$  )  
 PLAT K350 (  $f'c=30\text{mpa}$  )  
 MUTU BAJA :  
 TULANGAN POLOS BJTP U-24  
 TULANGAN ULIR BJTD U-40



**DENAH PLAT LANTAI BASEMENT ( LEVEL -3.300)**  
 skala 1 : 300

DIMENSI LANTAI

B	T. 150
B'	T. 150



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

MATA KULIAH  
**TUGAS AKHIR TERAPAN**

JUDUL TUGAS AKHIR  
**EVALUASI DAN PERKUATAN  
BANGUNAN GEDUNG HOTEL  
SHAFIRA SURABAYA  
MENGUNAKAN BREISING  
BAJA AKIBAT BEBAN GEMPA  
SNI 1726:2019 DAN  
PERSYARATAN BETON  
STRUKTURAL SNI 2847:2019**

LOKASI PROYEK  
Jalan Ahmad Yani No.119, Surabaya

DOSEN PEMBIMBING 1

**Ir., Raden Buyung A., ST., MT**  
NIP. 19740203 200212 1 002

DOSEN PEMBIMBING 2

**Dr. Eng. Yuyun Tajunnisa., ST., MT**  
NIP. 19780201 200604 2 002

NAMA MAHASISWA

**Ratu Gengsar Febrilian**  
NRP. 10111710013004

JUDUL GAMBAR

**Denah Kolom  
Basement**

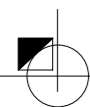
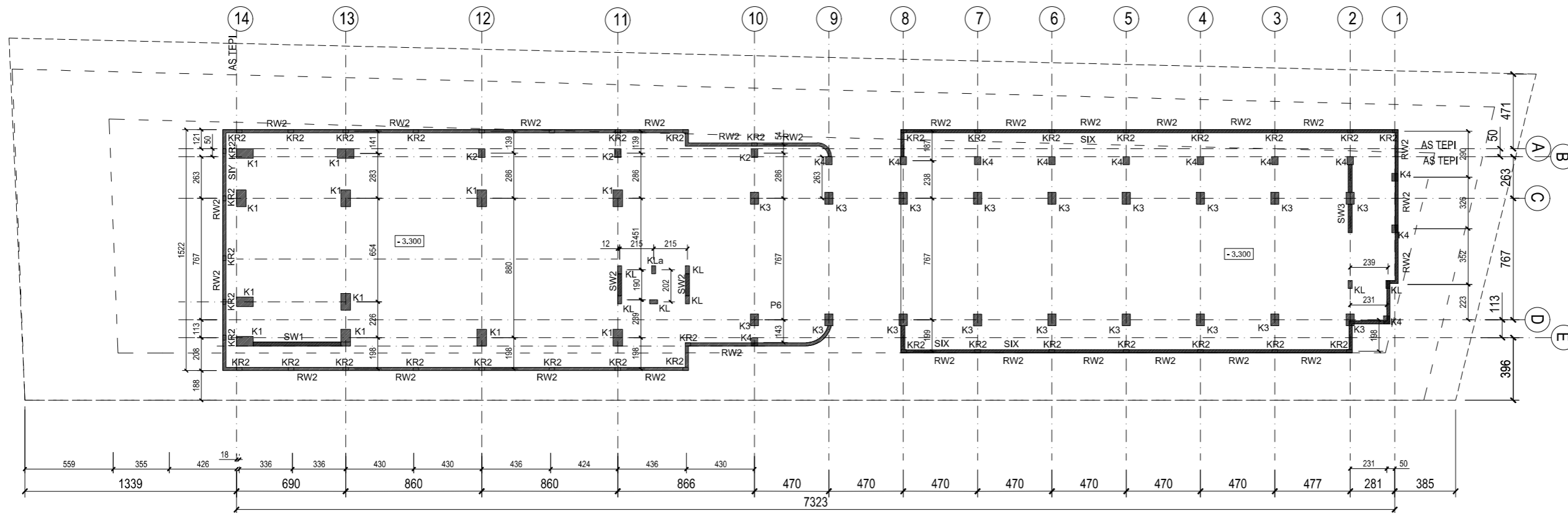
KETERANGAN

NOMOR GAMBAR      JUMLAH GAMBAR

**14**

**80**

MUTU BETON :  
PILE CAP K350 (  $f_c=30\text{mpa}$  )  
KOLOM & SW K400 (  $f_c=35\text{mpa}$  )  
BALOK K350 (  $f_c=30\text{mpa}$  )  
PLAT K350 (  $f_c=30\text{mpa}$  )  
MUTU BAJA :  
TULANGAN POLOS BJTP U-24  
TULANGAN ULIR BJTD U-40



**DENAH KOLOM BASEMENT ( LEVEL -3.300)**

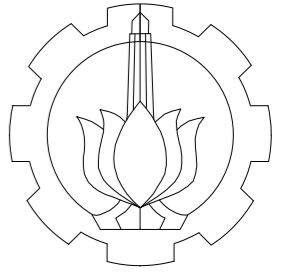
skala 1 : 300

NOTASI KOLOM

K1	600X1050
K2	400X550
K3	500X750
K4	400X500
KL	250X500
KR1	250X300
KR2	200X350

RETAINING WALL

RW1	T. 250
RW2	T. 200



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

MATA KULIAH  
TUGAS AKHIR TERAPAN

JUDUL TUGAS AKHIR

EVALUASI DAN PERKUATAN  
BANGUNAN GEDUNG HOTEL  
SHAFIRA SURABAYA  
MENGUNAKAN BREISING  
BAJA AKIBAT BEBAN GEMPA  
SNI 1726:2019 DAN  
PERSYARATAN BETON  
STRUKTURAL SNI 2847:2019

LOKASI PROYEK  
Jalan Ahmad Yani No.119, Surabaya

DOSEN PEMBIMBING 1

**Ir., Raden Buyung A., ST., MT**  
NIP. 19740203 200212 1 002

DOSEN PEMBIMBING 2

**Dr. Eng. Yuyun Tajunnisa., ST., MT**  
NIP. 19780201 200604 2 002

NAMA MAHASISWA

**Ratu Gengsar Febrilian**  
NRP. 10111710013004

JUDUL GAMBAR

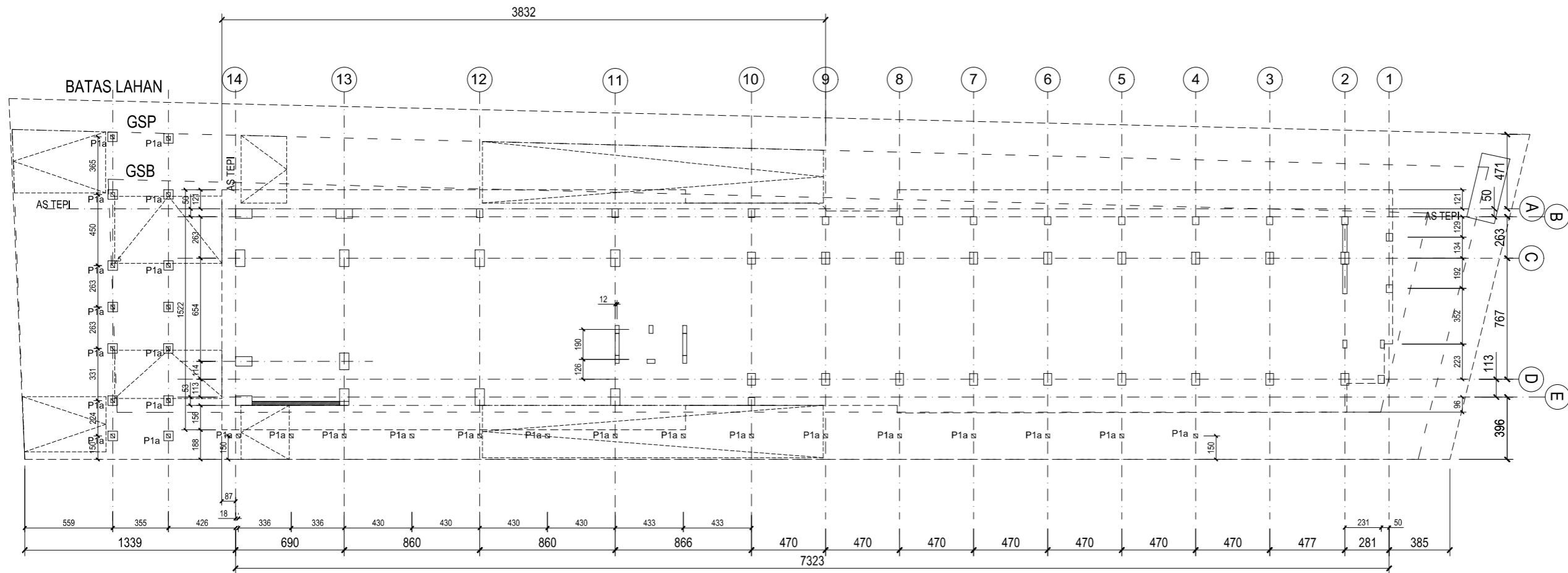
Denah Pile Cap Lantai 1  
(Level ±0.00)

KETERANGAN

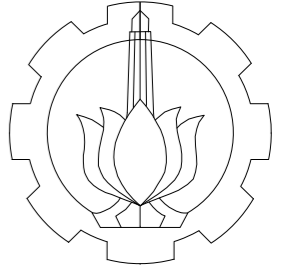
NOMOR GAMBAR      JUMLAH GAMBAR

15

80



**DENAH PILECAP LANTAI 1 ( LEVEL ±0.00 )**  
skala 1 : 300



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

MATA KULIAH  
TUGAS AKHIR TERAPAN

JUDUL TUGAS AKHIR

EVALUASI DAN PERKUATAN  
BANGUNAN GEDUNG HOTEL  
SHAFIRA SURABAYA  
MENGUNAKAN BREISING  
BAJA AKIBAT BEBAN GEMPA  
SNI 1726:2019 DAN  
PERSYARATAN BETON  
STRUKTURAL SNI 2847:2019

LOKASI PROYEK  
Jalan Ahmad Yani No.119, Surabaya

DOSEN PEMBIMBING 1

**Ir., Raden Buyung A., ST., MT**  
NIP. 19740203 200212 1 002

DOSEN PEMBIMBING 2

**Dr. Eng. Yuyun Tajunnisa., ST., MT**  
NIP. 19780201 200604 2 002

NAMA MAHASISWA

**Ratu Gengsar Febrilian**  
NRP. 10111710013004

JUDUL GAMBAR

Denah Balok Lantai 1  
(Level ±0.00)

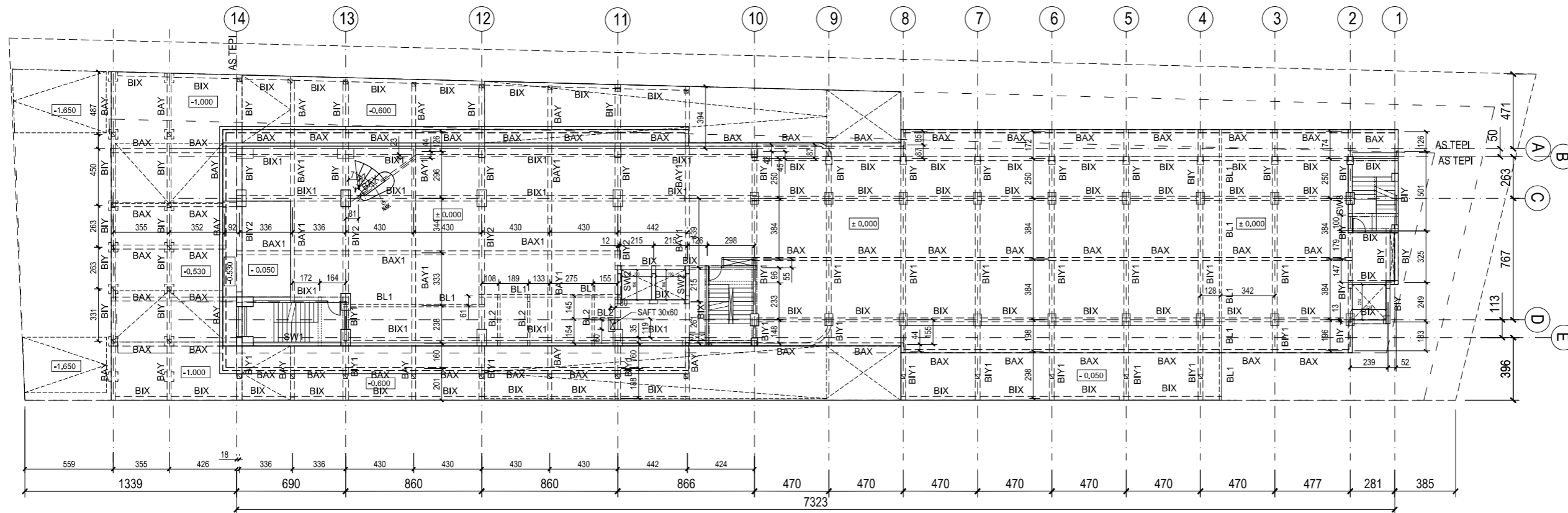
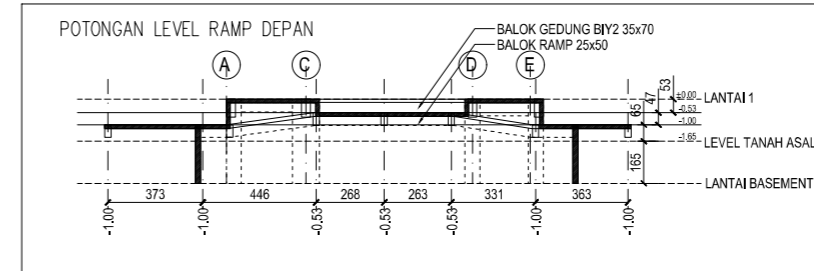
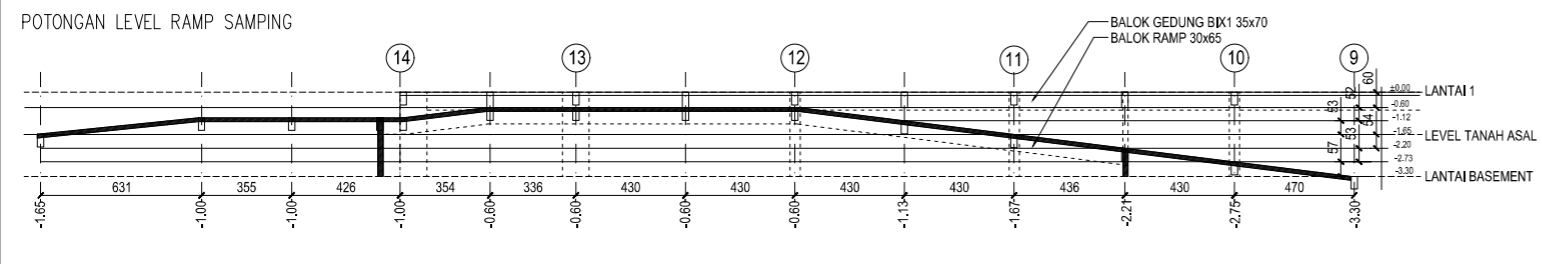
KETERANGAN

NOMOR GAMBAR      JUMLAH GAMBAR

16

80

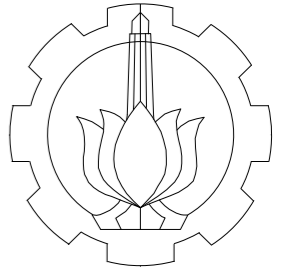
MUTU BETON :  
PILE CAP K350 (  $f_c=30\text{mpa}$  )  
KOLOM & SW K400 (  $f_c=35\text{mpa}$  )  
BALOK K350 (  $f_c=30\text{mpa}$  )  
PLAT K350 (  $f_c=30\text{mpa}$  )  
MUTU BAJA :  
TULANGAN POLOS BJTP U-24  
TULANGAN ULIR BJTD U-40



**DENAH BALOK LANTAI 1 ( LEVEL ±0.00 )**  
skala 1 : 300

NOTASI BALOK

BIX1	350X700
BIX	250X500
BIY1	300X650
BIY2	350X700
BIY	250X500
BAX1	250X600
BAX	200X400
BAY1	250X600
BAY	200X400
BL1	150X350
BL2	150X250



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

MATA KULIAH  
TUGAS AKHIR TERAPAN

JUDUL TUGAS AKHIR  
EVALUASI DAN PERKUATAN  
BANGUNAN GEDUNG HOTEL  
SHAFIRA SURABAYA  
MENGUNAKAN BREISING  
BAJA AKIBAT BEBAN GEMPA  
SNI 1726:2019 DAN  
PERSYARATAN BETON  
STRUKTURAL SNI 2847:2019

LOKASI PROYEK  
Jalan Ahmad Yani No.119, Surabaya

DOSEN PEMBIMBING 1

**Ir., Raden Buyung A., ST., MT**  
NIP. 19740203 200212 1 002

DOSEN PEMBIMBING 2

**Dr. Eng. Yuyun Tajunnisa., ST., MT**  
NIP. 19780201 200604 2 002

NAMA MAHASISWA

**Ratu Gengsar Febrilian**  
NRP. 10111710013004

JUDUL GAMBAR

Denah Plat Lantai 1  
(Level ±0.00)

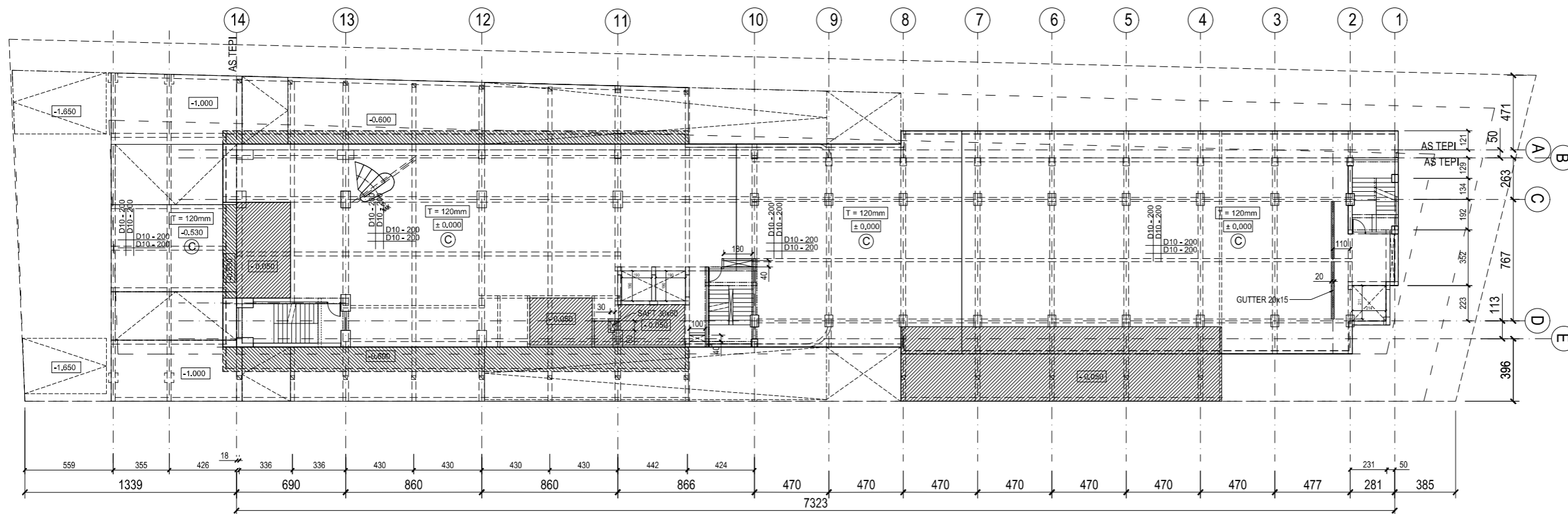
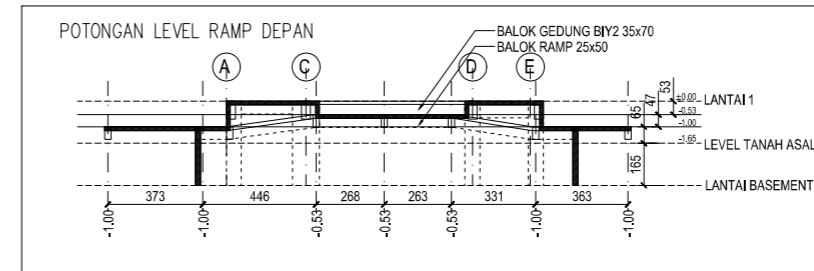
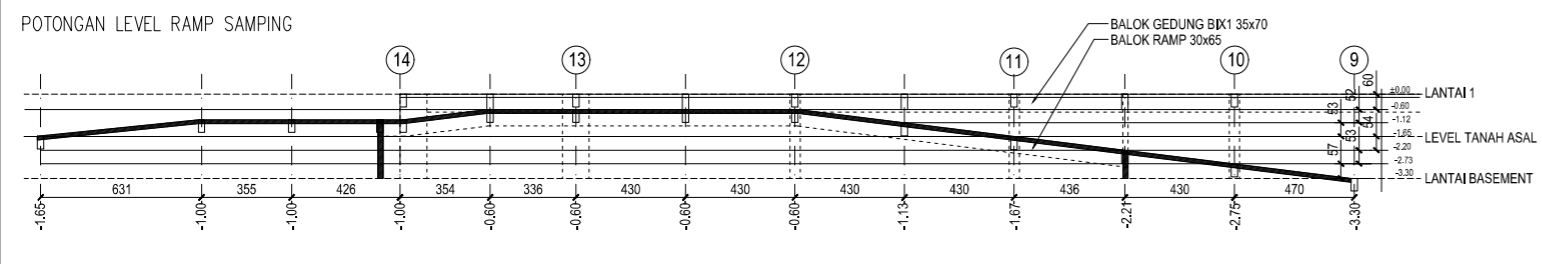
KETERANGAN

NOMOR GAMBAR      JUMLAH GAMBAR

17

80

MUTU BETON :  
PILE CAP K350 (  $f_c'=30\text{mpa}$  )  
KOLOM & SW K400 (  $f_c'=35\text{mpa}$  )  
BALOK K350 (  $f_c'=30\text{mpa}$  )  
PLAT K350 (  $f_c'=30\text{mpa}$  )  
MUTU BAJA :  
TULANGAN POLOS BJTP U-24  
TULANGAN ULIR BJTD U-40

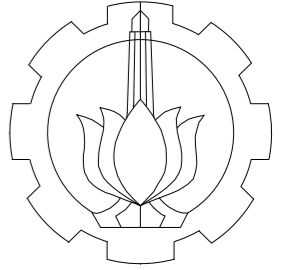


**DENAH PLAT LANTAI 1 ( LEVEL ±0.00 )**  
skala 1 : 300

DIMENSI LANTAI

C	T. 120
---	--------





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

MATA KULIAH  
TUGAS AKHIR TERAPAN

JUDUL TUGAS AKHIR  
EVALUASI DAN PERKUATAN  
BANGUNAN GEDUNG HOTEL  
SHAFIRA SURABAYA  
MENGUNAKAN BREISING  
BAJA AKIBAT BEBAN GEMPA  
SNI 1726:2019 DAN  
PERSYARATAN BETON  
STRUKTURAL SNI 2847:2019

LOKASI PROYEK  
Jalan Ahmad Yani No.119, Surabaya

DOSEN PEMBIMBING 1

**Ir., Raden Buyung A., ST., MT**  
NIP. 19740203 200212 1 002

DOSEN PEMBIMBING 2

**Dr. Eng. Yuyun Tajunnisa., ST., MT**  
NIP. 19780201 200604 2 002

NAMA MAHASISWA

**Ratu Gengsar Febrilian**  
NRP. 10111710013004

JUDUL GAMBAR

Denah Kolom Lantai 1  
(Level ±0.00)

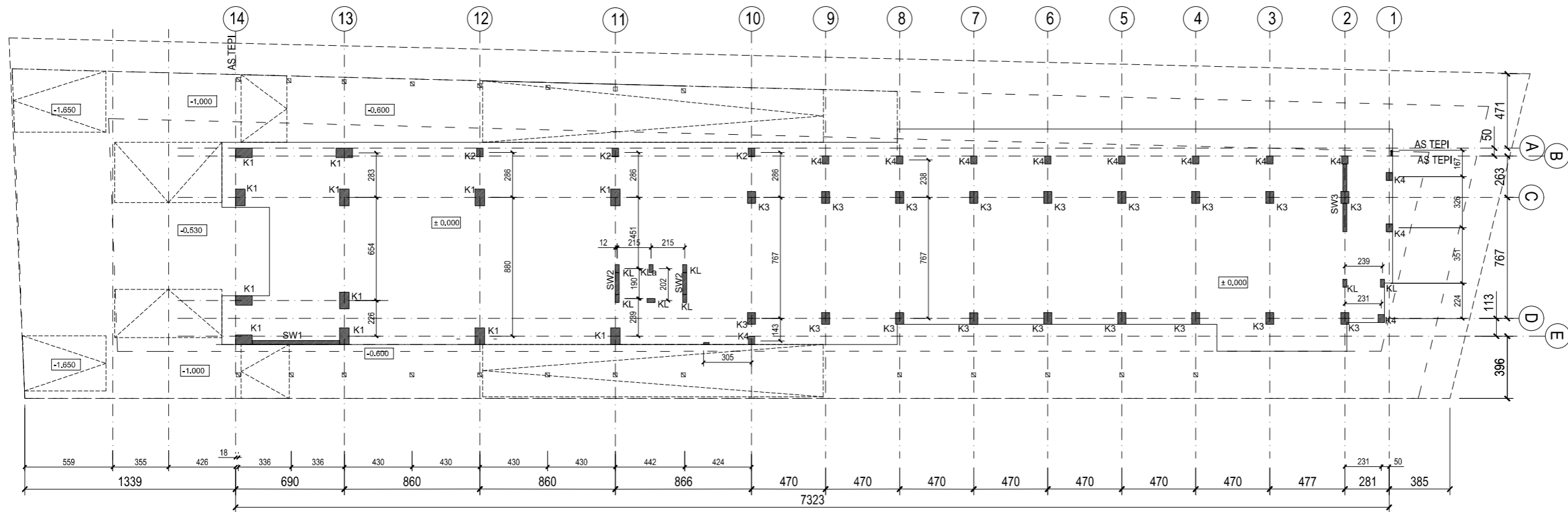
KETERANGAN

NOMOR GAMBAR      JUMLAH GAMBAR

18

80

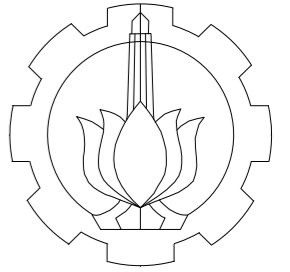
MUTU BETON :  
PILE CAP K350 (  $f_c'=30\text{mpa}$  )  
KOLOM & SW K400 (  $f_c'=35\text{mpa}$  )  
BALOK K350 (  $f_c'=30\text{mpa}$  )  
PLAT K350 (  $f_c'=30\text{mpa}$  )  
MUTU BAJA :  
TULANGAN POLOS BJTP U-24  
TULANGAN ULIR BJTD U-40



**DENAH KOLOM LANTAI 1 ( LEVEL ±0.00 )**  
skala 1 : 300

NOTASI KOLOM

K1	600X1050
K2	400X550
K3	500X750
K4	400X500
KL	250X500



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

MATA KULIAH  
TUGAS AKHIR TERAPAN

JUDUL TUGAS AKHIR  
EVALUASI DAN PERKUATAN  
BANGUNAN GEDUNG HOTEL  
SHAFIRA SURABAYA  
MENGUNAKAN BREISING  
BAJA AKIBAT BEBAN GEMPA  
SNI 1726:2019 DAN  
PERSYARATAN BETON  
STRUKTURAL SNI 2847:2019

LOKASI PROYEK  
Jalan Ahmad Yani No.119, Surabaya

DOSEN PEMBIMBING 1

**Ir., Raden Buyung A., ST., MT**  
NIP. 19740203 200212 1 002

DOSEN PEMBIMBING 2

**Dr. Eng. Yuyun Tajunnisa., ST., MT**  
NIP. 19780201 200604 2 002

NAMA MAHASISWA

**Ratu Gengsar Febrilian**  
NRP. 10111710013004

JUDUL GAMBAR

Denah Balok Lantai 2  
(Level +4.50)

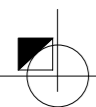
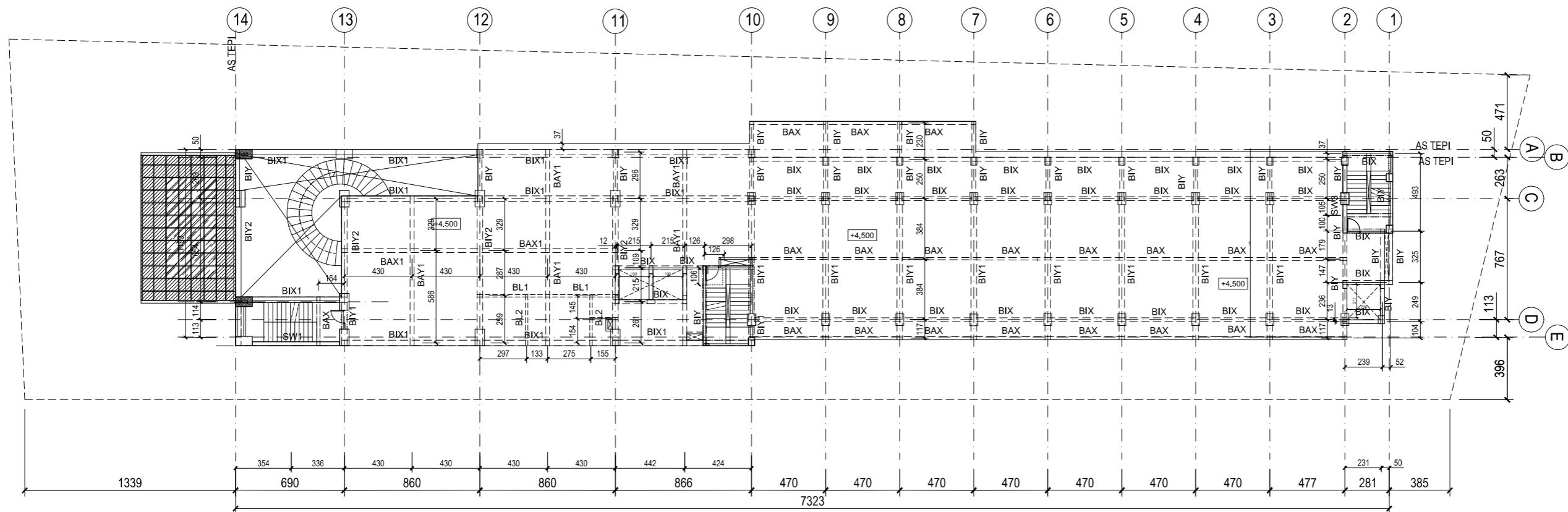
KETERANGAN

NOMOR GAMBAR      JUMLAH GAMBAR

19

80

MUTU BETON :  
PILE CAP K350 (  $f_c=30\text{mpa}$  )  
KOLOM & SW K400 (  $f_c=35\text{mpa}$  )  
BALOK K350 (  $f_c=30\text{mpa}$  )  
PLAT K350 (  $f_c=30\text{mpa}$  )  
MUTU BAJA :  
TULANGAN POLOS BJTP U-24  
TULANGAN ULIR BJTD U-40

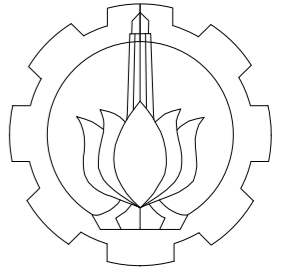


**DENAH BALOK LANTAI 2 ( LEVEL +4.50 )**

skala 1 : 300

NOTASI BALOK

BIX1	350X700
BIX	250X500
BIY1	300X650
BIY2	350X700
BIY	250X500
BAX1	250X600
BAX	200X400
BAY1	250X600
BAY	200X400
BL1	150X350
BL2	150X250



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

MATA KULIAH  
TUGAS AKHIR TERAPAN

JUDUL TUGAS AKHIR  
EVALUASI DAN PERKUATAN  
BANGUNAN GEDUNG HOTEL  
SHAFIRA SURABAYA  
MENGUNAKAN BREISING  
BAJA AKIBAT BEBAN GEMPA  
SNI 1726:2019 DAN  
PERSYARATAN BETON  
STRUKTURAL SNI 2847:2019

LOKASI PROYEK  
Jalan Ahmad Yani No.119, Surabaya

DOSEN PEMBIMBING 1

**Ir., Raden Buyung A., ST., MT**  
NIP. 19740203 200212 1 002

DOSEN PEMBIMBING 2

**Dr. Eng. Yuyun Tajunnisa., ST., MT**  
NIP. 19780201 200604 2 002

NAMA MAHASISWA

**Ratu Gengsar Febrilian**  
NRP. 10111710013004

JUDUL GAMBAR

Denah Plat Lantai 2  
(Level +4.50)

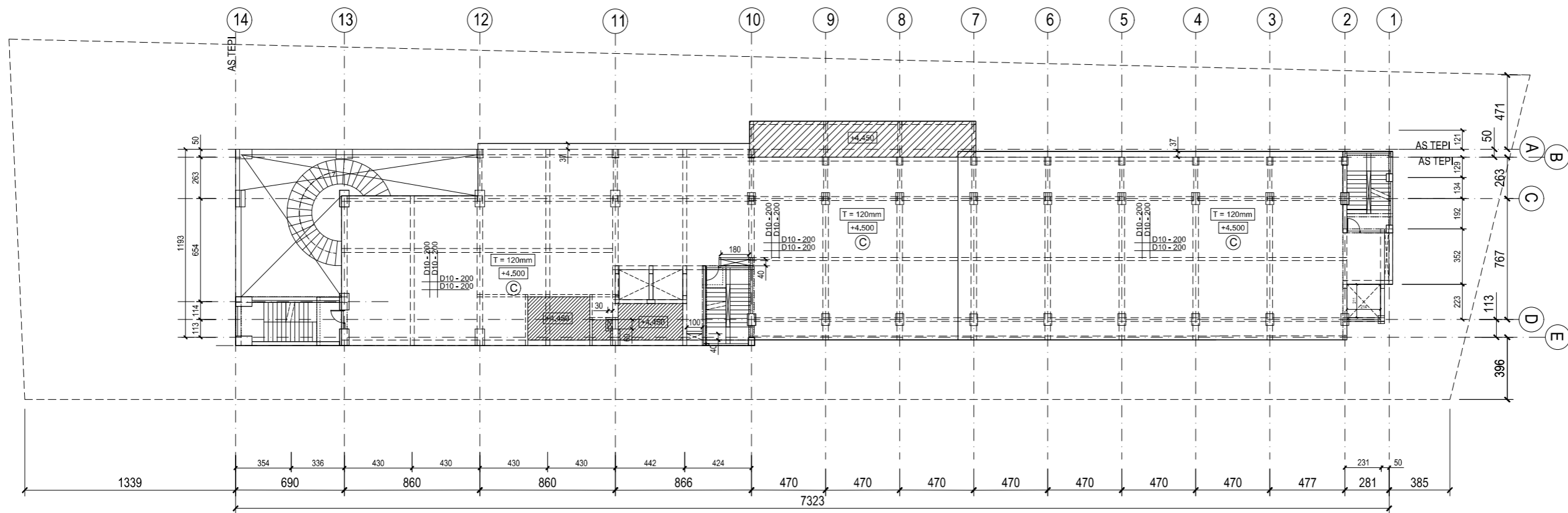
KETERANGAN

NOMOR GAMBAR      JUMLAH GAMBAR

20

80

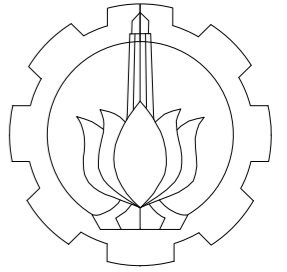
MUTU BETON :  
PILE CAP K350 (  $f_c=30\text{mpa}$  )  
KOLOM & SW K400 (  $f_c=35\text{mpa}$  )  
BALOK K350 (  $f_c=30\text{mpa}$  )  
PLAT K350 (  $f_c=30\text{mpa}$  )  
MUTU BAJA :  
TULANGAN POLOS BJTP U-24  
TULANGAN ULIR BJTD U-40



**DENAH PLAT LANTAI 2 ( LEVEL +4.50 )**  
skala 1 : 300

DIMENSI LANTAI

C	T. 120
---	--------



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

MATA KULIAH  
TUGAS AKHIR TERAPAN

JUDUL TUGAS AKHIR  
EVALUASI DAN PERKUATAN  
BANGUNAN GEDUNG HOTEL  
SHAFIRA SURABAYA  
MENGUNAKAN BREISING  
BAJA AKIBAT BEBAN GEMPA  
SNI 1726:2019 DAN  
PERSYARATAN BETON  
STRUKTURAL SNI 2847:2019

LOKASI PROYEK  
Jalan Ahmad Yani No.119, Surabaya

DOSEN PEMBIMBING 1

**Ir., Raden Buyung A., ST., MT**  
NIP. 19740203 200212 1 002

DOSEN PEMBIMBING 2

**Dr. Eng. Yuyun Tajunnisa., ST., MT**  
NIP. 19780201 200604 2 002

NAMA MAHASISWA

**Ratu Gengsar Febrilian**  
NRP. 10111710013004

JUDUL GAMBAR

Denah Kolom Lantai 2  
(Level +4.50)

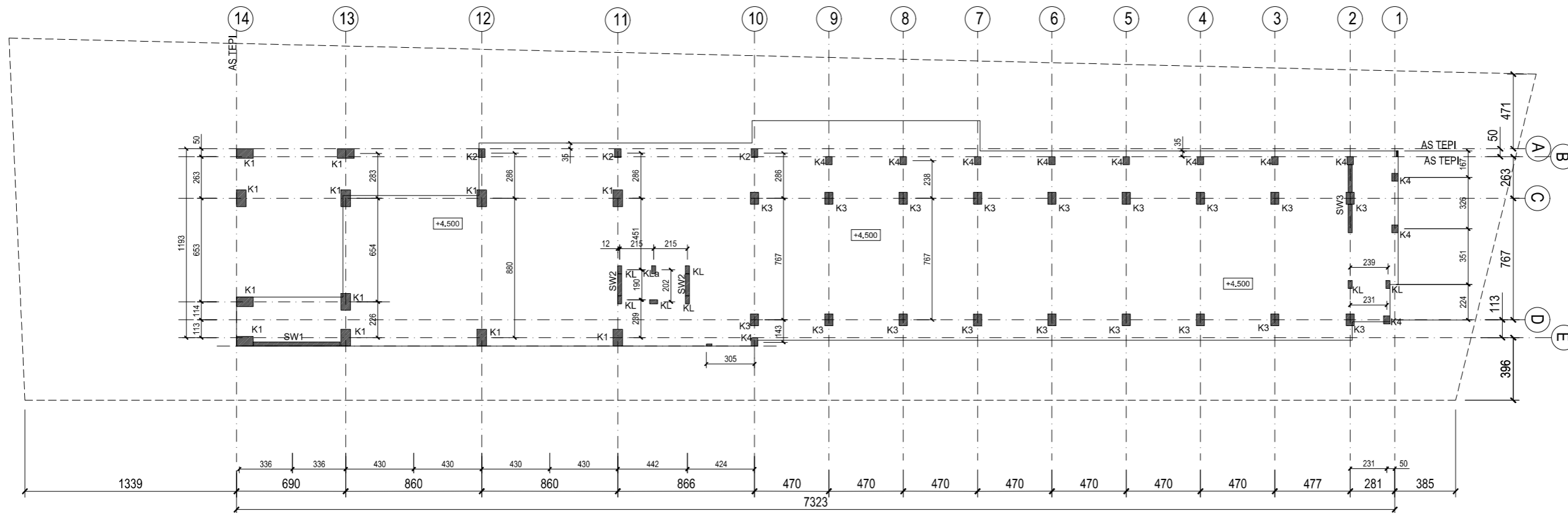
KETERANGAN

NOMOR GAMBAR      JUMLAH GAMBAR

21

80

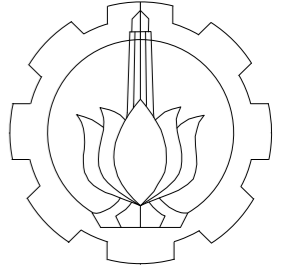
MUTU BETON :  
PILE CAP K350 (  $f_c'=30\text{mpa}$  )  
KOLOM & SW K400 (  $f_c'=35\text{mpa}$  )  
BALOK K350 (  $f_c'=30\text{mpa}$  )  
PLAT K350 (  $f_c'=30\text{mpa}$  )  
MUTU BAJA :  
TULANGAN POLOS BJTP U-24  
TULANGAN ULIR BJTD U-40



**DENAH KOLOM LANTAI 2 ( LEVEL +4.50 )**  
skala 1 : 300

NOTASI KOLOM

K1	600X1050
K2	400X550
K3	500X750
K4	400X500
KL	250X500



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

MATA KULIAH  
TUGAS AKHIR TERAPAN

JUDUL TUGAS AKHIR  
EVALUASI DAN PERKUATAN  
BANGUNAN GEDUNG HOTEL  
SHAFIRA SURABAYA  
MENGUNAKAN BREISING  
BAJA AKIBAT BEBAN GEMPA  
SNI 1726:2019 DAN  
PERSYARATAN BETON  
STRUKTURAL SNI 2847:2019

LOKASI PROYEK  
Jalan Ahmad Yani No.119, Surabaya

DOSEN PEMBIMBING 1

**Ir., Raden Buyung A., ST., MT**  
NIP. 19740203 200212 1 002

DOSEN PEMBIMBING 2

**Dr. Eng. Yuyun Tajunnisa., ST., MT**  
NIP. 19780201 200604 2 002

NAMA MAHASISWA

**Ratu Gengsar Febrilian**  
NRP. 10111710013004

JUDUL GAMBAR  
Denah Balok Lantai 3  
(Level +10.50)

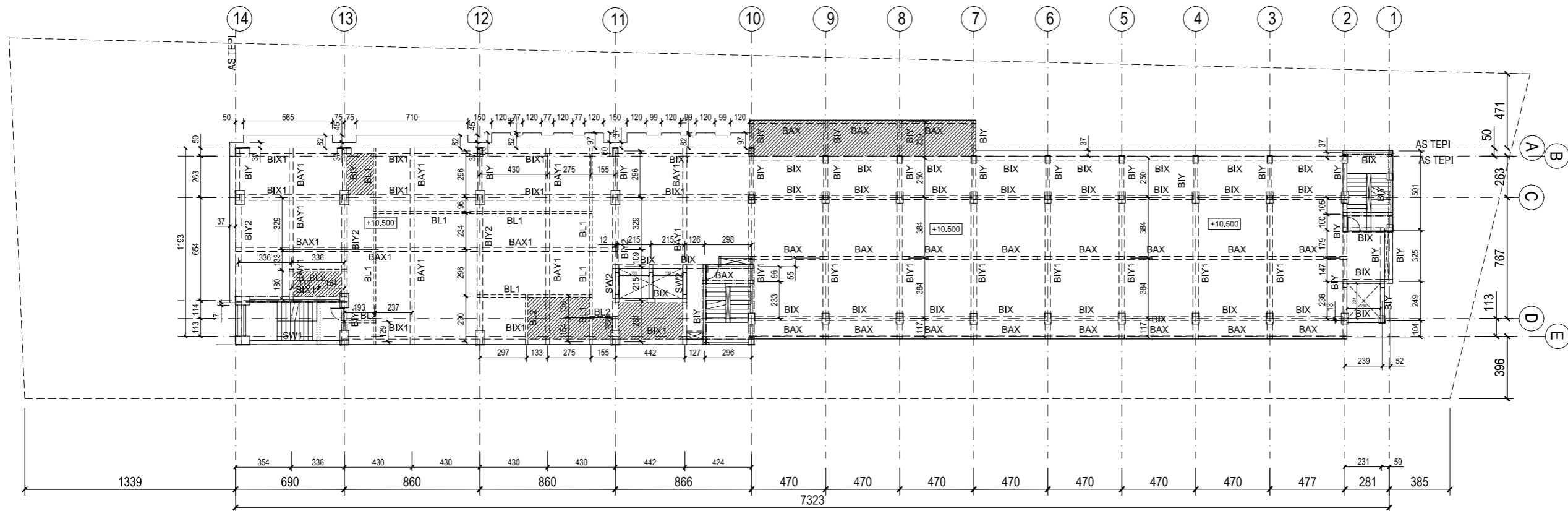
KETERANGAN

NOMOR GAMBAR      JUMLAH GAMBAR

22

80

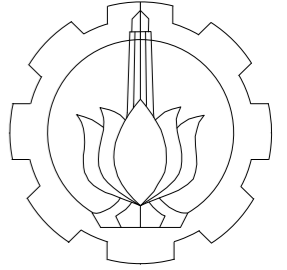
MUTU BETON :  
PILE CAP K350 (  $f_c=30\text{mpa}$  )  
KOLOM & SW K400 (  $f_c=35\text{mpa}$  )  
BALOK K350 (  $f_c=30\text{mpa}$  )  
PLAT K350 (  $f_c=30\text{mpa}$  )  
MUTU BAJA :  
TULANGAN POLOS BJTP U-24  
TULANGAN ULIR BJTD U-40



**DENAH BALOK LANTAI 3 ( LEVEL +10.50 )**  
skala 1 : 300

NOTASI BALOK

BIX1	350X700
BIX	250X500
BIY1	300X650
BIY2	350X700
BIY	250X500
BAX1	250X600
BAX	200X400
BAY1	250X600
BAY	200X400
BL1	150X350
BL2	150X250



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

MATA KULIAH  
TUGAS AKHIR TERAPAN

JUDUL TUGAS AKHIR  
EVALUASI DAN PERKUATAN  
BANGUNAN GEDUNG HOTEL  
SHAFIRA SURABAYA  
MENGUNAKAN BREISING  
BAJA AKIBAT BEBAN GEMPA  
SNI 1726:2019 DAN  
PERSYARATAN BETON  
STRUKTURAL SNI 2847:2019

LOKASI PROYEK  
Jalan Ahmad Yani No.119, Surabaya

DOSEN PEMBIMBING 1

**Ir., Raden Buyung A., ST., MT**  
NIP. 19740203 200212 1 002

DOSEN PEMBIMBING 2

**Dr. Eng. Yuyun Tajunnisa., ST., MT**  
NIP. 19780201 200604 2 002

NAMA MAHASISWA

**Ratu Gengsar Febrilian**  
NRP. 10111710013004

JUDUL GAMBAR  
Denah Plat Lantai 3  
(Level +10.50)

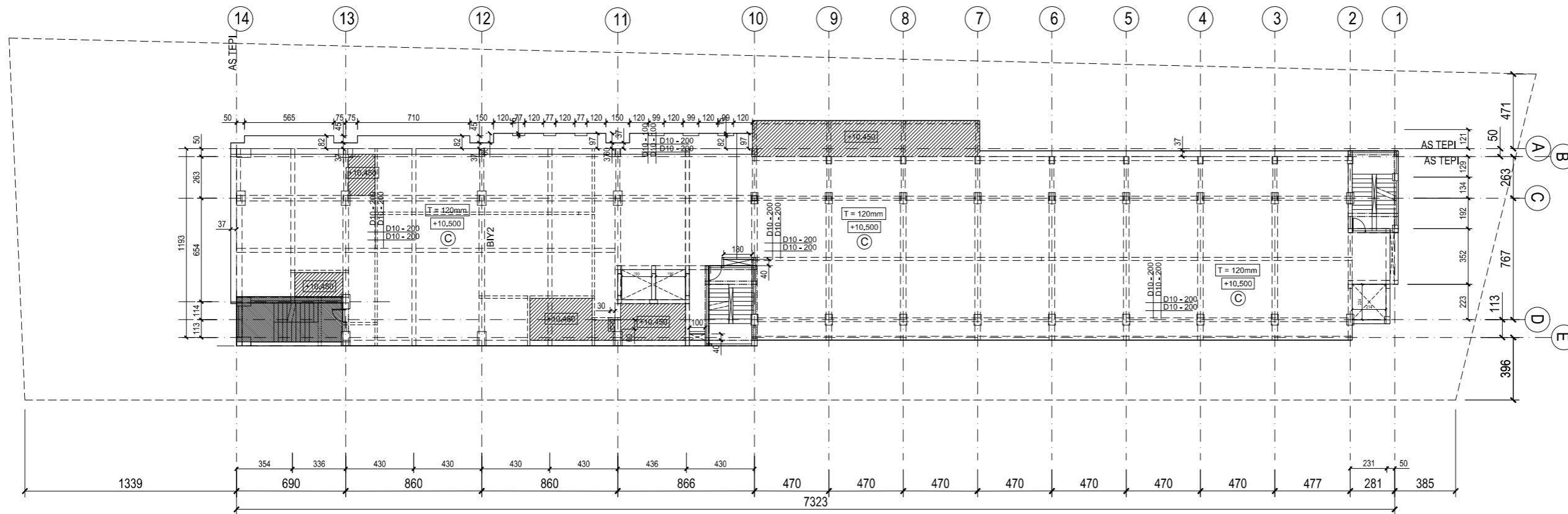
KETERANGAN

NOMOR GAMBAR      JUMLAH GAMBAR

23

80

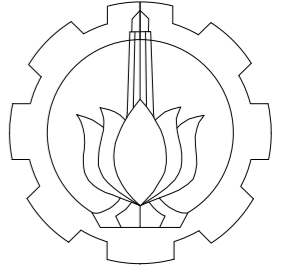
MUTU BETON :  
PILE CAP K350 (  $f_c'=30\text{mpa}$  )  
KOLOM & SW K400 (  $f_c'=35\text{mpa}$  )  
BALOK K350 (  $f_c'=30\text{mpa}$  )  
PLAT K350 (  $f_c'=30\text{mpa}$  )  
MUTU BAJA :  
TULANGAN POLOS BJTP U-24  
TULANGAN ULIR BJTD U-40



**DENAH PLAT LANTAI 3 ( LEVEL +10.50 )**  
skala 1 : 300

DIMENSI LANTAI

C	T. 120
---	--------



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

MATA KULIAH  
TUGAS AKHIR TERAPAN

JUDUL TUGAS AKHIR  
EVALUASI DAN PERKUATAN  
BANGUNAN GEDUNG HOTEL  
SHAFIRA SURABAYA  
MENGUNAKAN BREISING  
BAJA AKIBAT BEBAN GEMPA  
SNI 1726:2019 DAN  
PERSYARATAN BETON  
STRUKTURAL SNI 2847:2019

LOKASI PROYEK  
Jalan Ahmad Yani No.119, Surabaya

DOSEN PEMBIMBING 1

**Ir., Raden Buyung A., ST., MT**  
NIP. 19740203 200212 1 002

DOSEN PEMBIMBING 2

**Dr. Eng. Yuyun Tajunnisa., ST., MT**  
NIP. 19780201 200604 2 002

NAMA MAHASISWA

**Ratu Gengsar Febrilian**  
NRP. 10111710013004

JUDUL GAMBAR

Denah Kolom Lantai 3  
(Level +10.50)

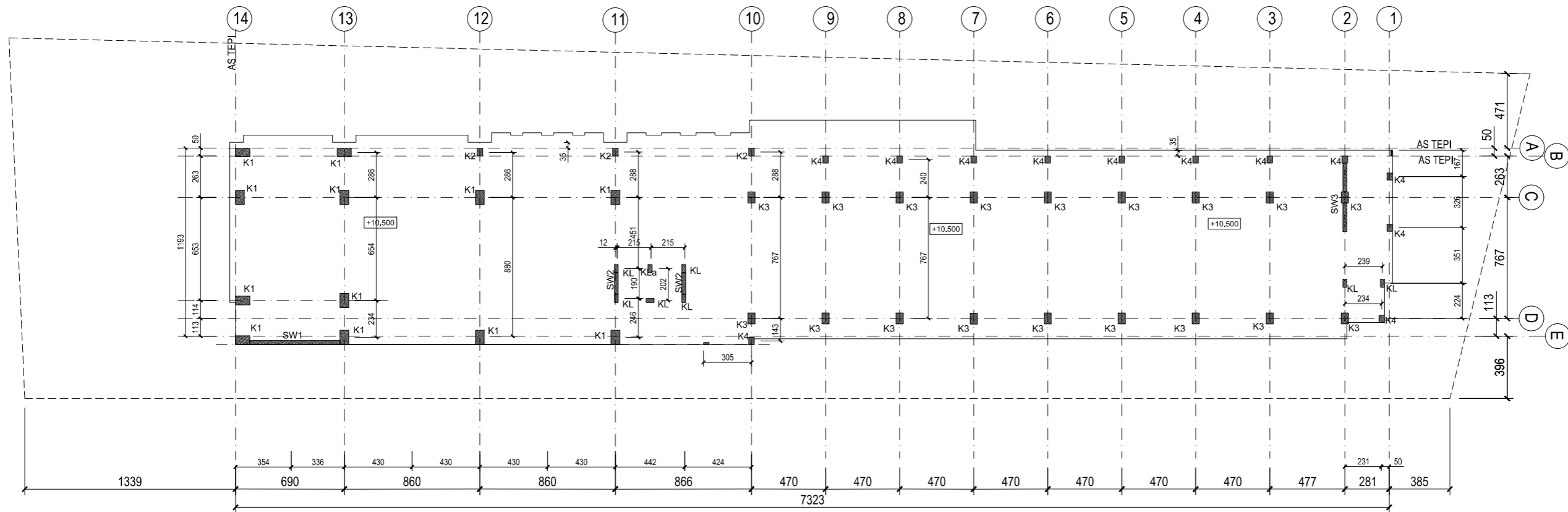
KETERANGAN

NOMOR GAMBAR      JUMLAH GAMBAR

24

80

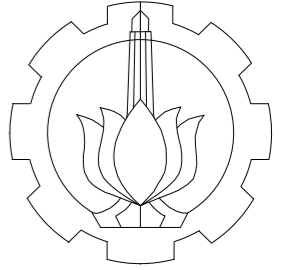
MUTU BETON :  
PILE CAP K350 (  $f'c=30\text{mpa}$  )  
KOLOM & SW K400 (  $f'c=35\text{mpa}$  )  
BALOK K350 (  $f'c=30\text{mpa}$  )  
PLAT K350 (  $f'c=30\text{mpa}$  )  
MUTU BAJA :  
TULANGAN POLOS BJTP U-24  
TULANGAN ULIR BJTD U-40



**DENAH KOLOM LANTAI 3 ( LEVEL +10.50 )**  
skala 1 : 300

NOTASI KOLOM

K1	550X900
K2	350X500
K3	450X700
K4	350X450
KL	250X500



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

MATA KULIAH  
TUGAS AKHIR TERAPAN

JUDUL TUGAS AKHIR  
EVALUASI DAN PERKUATAN  
BANGUNAN GEDUNG HOTEL  
SHAFIRA SURABAYA  
MENGUNAKAN BREISING  
BAJA AKIBAT BEBAN GEMPA  
SNI 1726:2019 DAN  
PERSYARATAN BETON  
STRUKTURAL SNI 2847:2019

LOKASI PROYEK  
Jalan Ahmad Yani No.119, Surabaya

DOSEN PEMBIMBING 1

**Ir., Raden Buyung A., ST., MT**  
NIP. 19740203 200212 1 002

DOSEN PEMBIMBING 2

**Dr. Eng. Yuyun Tajunnisa., ST., MT**  
NIP. 19780201 200604 2 002

NAMA MAHASISWA

**Ratu Gengsar Febrilian**  
NRP. 10111710013004

JUDUL GAMBAR  
Denah Balok Lantai 4  
(Level +15.00)

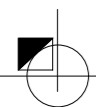
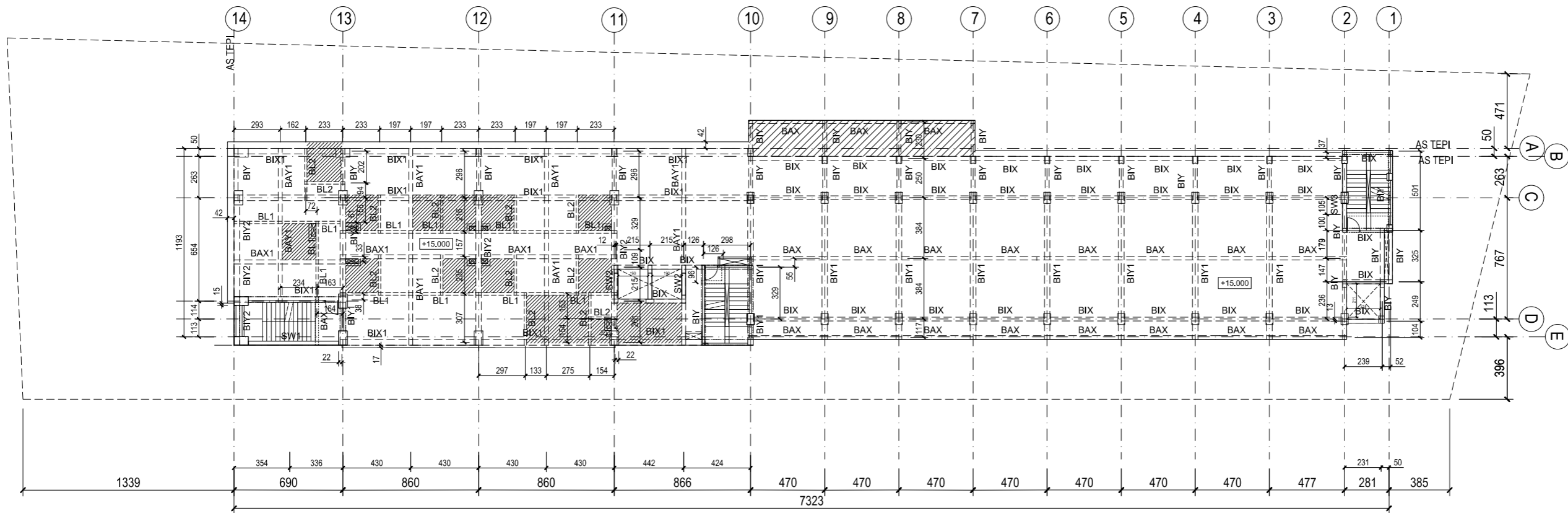
KETERANGAN

NOMOR GAMBAR      JUMLAH GAMBAR

25

80

MUTU BETON :  
PILE CAP K350 (  $f_c=30\text{mpa}$  )  
KOLOM & SW K400 (  $f_c=35\text{mpa}$  )  
BALOK K350 (  $f_c=30\text{mpa}$  )  
PLAT K350 (  $f_c=30\text{mpa}$  )  
MUTU BAJA :  
TULANGAN POLOS BJTP U-24  
TULANGAN ULIR BJTD U-40



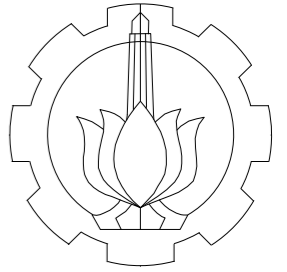
**DENAH BALOK LANTAI 4 ( LEVEL +15.00 )**

skala 1 : 300

NOTASI BALOK

BIX1	350X700
BIX	250X500
BIY1	300X650
BIY2	350X700
BIY	250X500
BAX1	250X600
BAX	200X400
BAY1	250X600
BAY	200X400
BL1	150X350
BL2	150X250





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

MATA KULIAH  
TUGAS AKHIR TERAPAN

JUDUL TUGAS AKHIR  
EVALUASI DAN PERKUATAN  
BANGUNAN GEDUNG HOTEL  
SHAFIRA SURABAYA  
MENGUNAKAN BREISING  
BAJA AKIBAT BEBAN GEMPA  
SNI 1726:2019 DAN  
PERSYARATAN BETON  
STRUKTURAL SNI 2847:2019

LOKASI PROYEK  
Jalan Ahmad Yani No.119, Surabaya

DOSEN PEMBIMBING 1

**Ir., Raden Buyung A., ST., MT**  
NIP. 19740203 200212 1 002

DOSEN PEMBIMBING 2

**Dr. Eng. Yuyun Tajunnisa., ST., MT**  
NIP. 19780201 200604 2 002

NAMA MAHASISWA

**Ratu Gengsar Febrilian**  
NRP. 10111710013004

JUDUL GAMBAR

Denah Plat Lantai 4  
(Level +15.00)

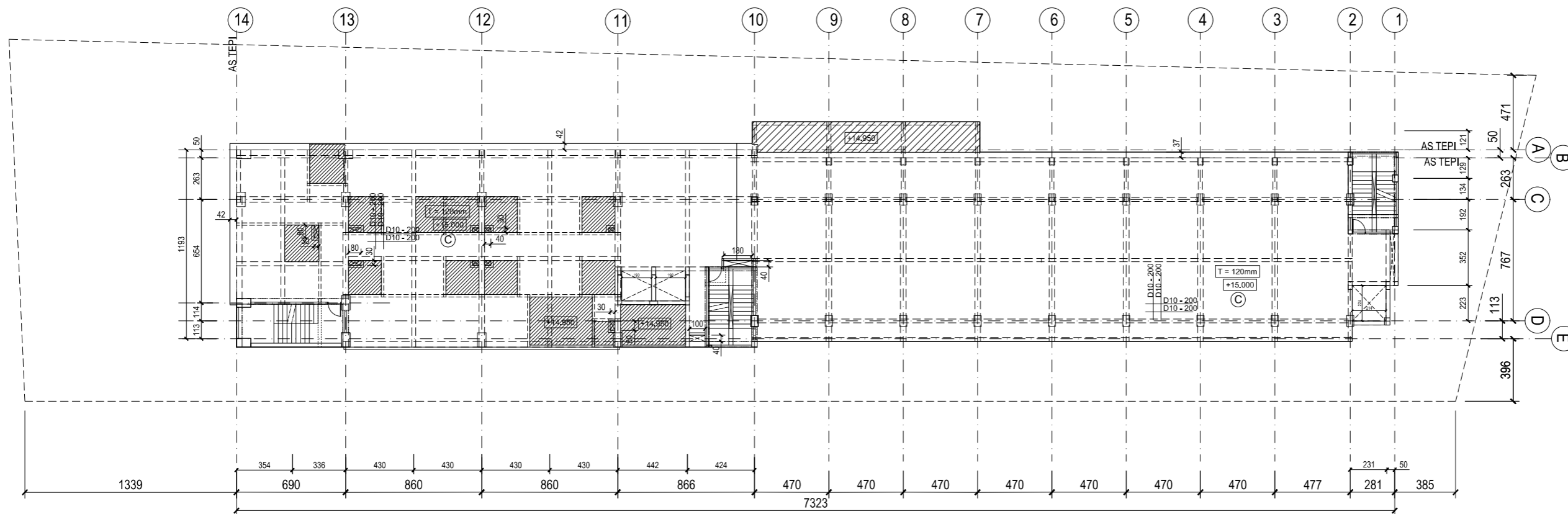
KETERANGAN

NOMOR GAMBAR      JUMLAH GAMBAR

26

80

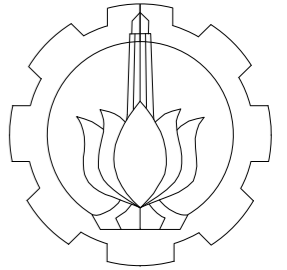
MUTU BETON :  
PILE CAP K350 (  $f_c=30\text{mpa}$  )  
KOLOM & SW K400 (  $f_c=35\text{mpa}$  )  
BALOK K350 (  $f_c=30\text{mpa}$  )  
PLAT K350 (  $f_c=30\text{mpa}$  )  
MUTU BAJA :  
TULANGAN POLOS BJTP U-24  
TULANGAN ULIR BJTD U-40



**DENAH PLAT LANTAI 4 ( LEVEL +15.00 )**  
skala 1 : 300

DIMENSI LANTAI

C	T. 120
---	--------



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

MATA KULIAH  
TUGAS AKHIR TERAPAN

JUDUL TUGAS AKHIR  
EVALUASI DAN PERKUATAN  
BANGUNAN GEDUNG HOTEL  
SHAFIRA SURABAYA  
MENGUNAKAN BREISING  
BAJA AKIBAT BEBAN GEMPA  
SNI 1726:2019 DAN  
PERSYARATAN BETON  
STRUKTURAL SNI 2847:2019

LOKASI PROYEK  
Jalan Ahmad Yani No.119, Surabaya

DOSEN PEMBIMBING 1

**Ir., Raden Buyung A., ST., MT**  
NIP. 19740203 200212 1 002

DOSEN PEMBIMBING 2

**Dr. Eng. Yuyun Tajunnisa., ST., MT**  
NIP. 19780201 200604 2 002

NAMA MAHASISWA

**Ratu Gengsar Febrilian**  
NRP. 10111710013004

JUDUL GAMBAR

Denah Kolom Lantai 4  
(Level +15.00)

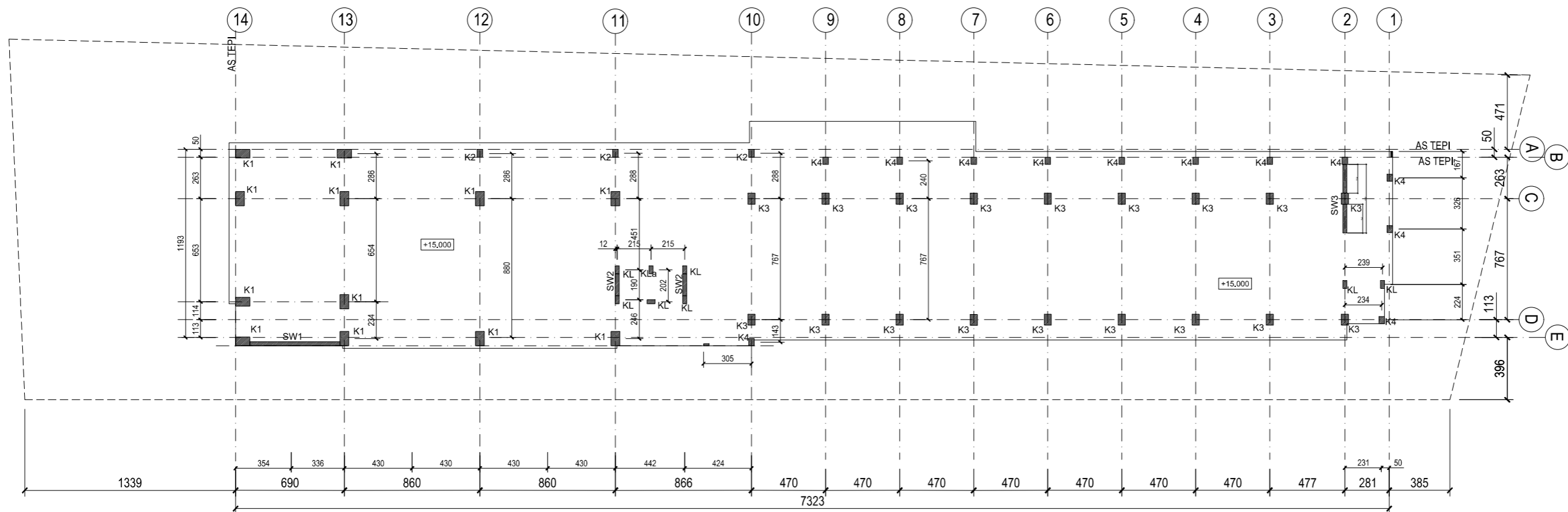
KETERANGAN

NOMOR GAMBAR      JUMLAH GAMBAR

27

80

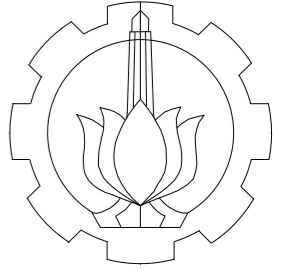
MUTU BETON :  
PILE CAP K350 (  $f'c=30\text{mpa}$  )  
KOLOM & SW K400 (  $f'c=35\text{mpa}$  )  
BALOK K350 (  $f'c=30\text{mpa}$  )  
PLAT K350 (  $f'c=30\text{mpa}$  )  
MUTU BAJA :  
TULANGAN POLOS BJTP U-24  
TULANGAN ULIR BJTD U-40



**DENAH KOLOM LANTAI 4 ( LEVEL +15.00 )**  
skala 1 : 300

NOTASI KOLOM

K1	550X900
K2	350X500
K3	450X700
K4	350X450
KL	250X500



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

MATA KULIAH  
TUGAS AKHIR TERAPAN

JUDUL TUGAS AKHIR  
EVALUASI DAN PERKUATAN  
BANGUNAN GEDUNG HOTEL  
SHAFIRA SURABAYA  
MENGUNAKAN BREISING  
BAJA AKIBAT BEBAN GEMPA  
SNI 1726:2019 DAN  
PERSYARATAN BETON  
STRUKTURAL SNI 2847:2019

LOKASI PROYEK  
Jalan Ahmad Yani No.119, Surabaya

DOSEN PEMBIMBING 1

**Ir., Raden Buyung A., ST., MT**  
NIP. 19740203 200212 1 002

DOSEN PEMBIMBING 2

**Dr. Eng. Yuyun Tajunnisa., ST., MT**  
NIP. 19780201 200604 2 002

NAMA MAHASISWA

**Ratu Gengsar Febrilian**  
NRP. 10111710013004

JUDUL GAMBAR  
Denah Balok Lantai 5  
(Level +19.50)

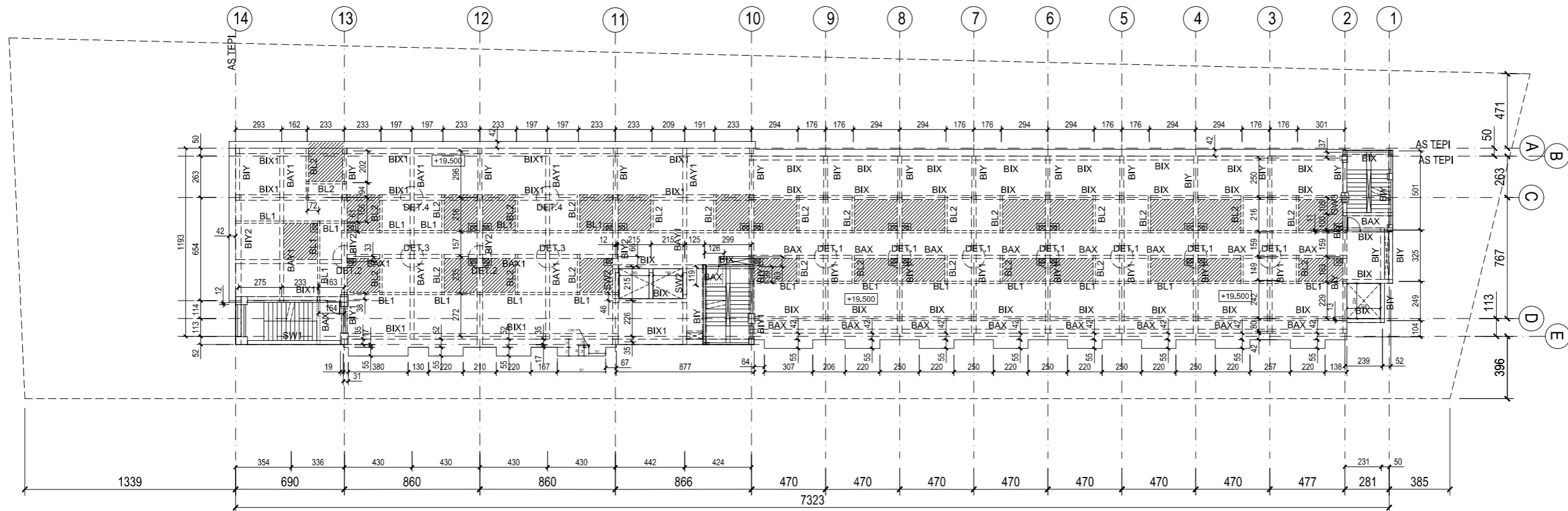
KETERANGAN

NOMOR GAMBAR      JUMLAH GAMBAR

28

80

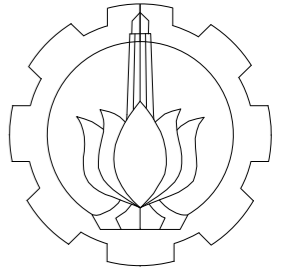
MUTU BETON :  
PILE CAP K350 (  $f_c'=30\text{mpa}$  )  
KOLOM & SW K400 (  $f_c'=35\text{mpa}$  )  
BALOK K350 (  $f_c'=30\text{mpa}$  )  
PLAT K350 (  $f_c'=30\text{mpa}$  )  
MUTU BAJA :  
TULANGAN POLOS BJTP U-24  
TULANGAN ULIR BJTD U-40



**DENAH BALOK LANTAI 5 ( LEVEL +19.50 )**  
skala 1 : 300

NOTASI BALOK

BIX1	350X700
BIX	250X500
BIY1	300X650
BIY2	350X700
BIY	250X500
BAX1	250X600
BAX	200X400
BAY1	250X600
BAY	200X400
BL1	150X350
BL2	150X250



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

MATA KULIAH  
TUGAS AKHIR TERAPAN

JUDUL TUGAS AKHIR  
EVALUASI DAN PERKUATAN  
BANGUNAN GEDUNG HOTEL  
SHAFIRA SURABAYA  
MENGUNAKAN BREISING  
BAJA AKIBAT BEBAN GEMPA  
SNI 1726:2019 DAN  
PERSYARATAN BETON  
STRUKTURAL SNI 2847:2019

LOKASI PROYEK  
Jalan Ahmad Yani No.119, Surabaya

DOSEN PEMBIMBING 1

**Ir., Raden Buyung A., ST., MT**  
NIP. 19740203 200212 1 002

DOSEN PEMBIMBING 2

**Dr. Eng. Yuyun Tajunnisa., ST., MT**  
NIP. 19780201 200604 2 002

NAMA MAHASISWA

**Ratu Gengsar Febrilian**  
NRP. 10111710013004

JUDUL GAMBAR

Denah Plat Lantai 5  
(Level +19.50)

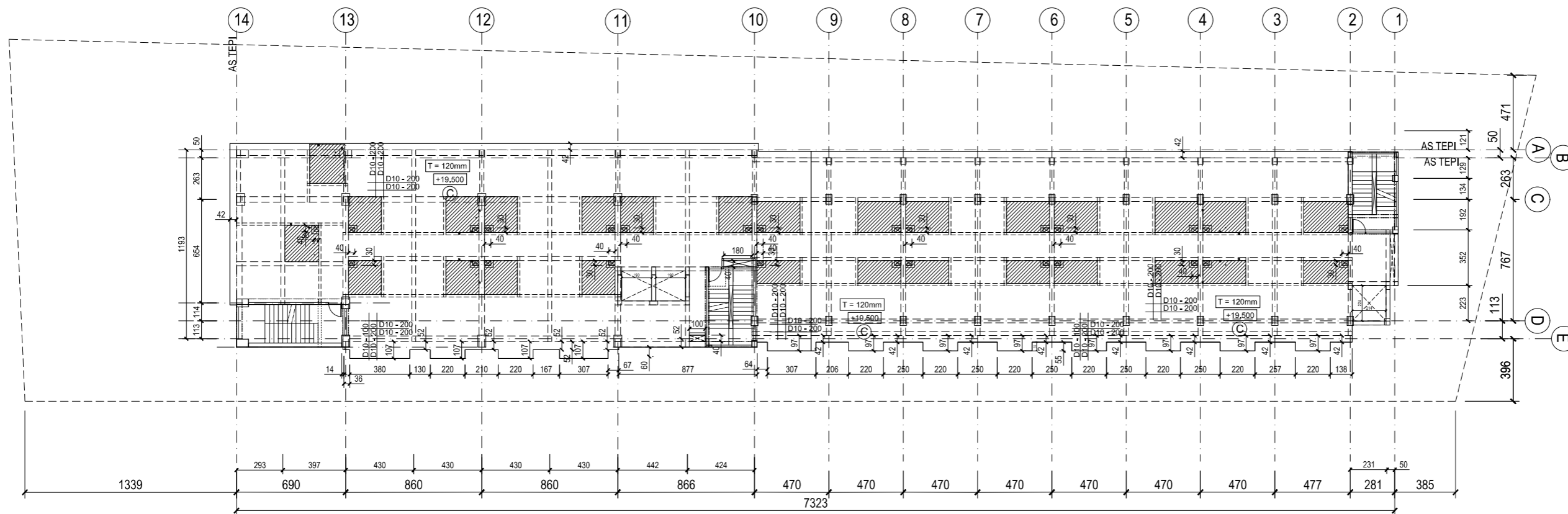
KETERANGAN

NOMOR GAMBAR      JUMLAH GAMBAR

29

80

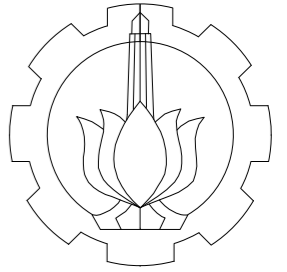
MUTU BETON :  
PILE CAP K350 (  $f_c=30\text{mpa}$  )  
KOLOM & SW K400 (  $f_c=35\text{mpa}$  )  
BALOK K350 (  $f_c=30\text{mpa}$  )  
PLAT K350 (  $f_c=30\text{mpa}$  )  
MUTU BAJA :  
TULANGAN POLOS BJTP U-24  
TULANGAN ULIR BJTD U-40



**DENAH PLAT LANTAI 5 (LEVEL +19.50)**  
skala 1 : 300

DIMENSI LANTAI

C	T. 120
---	--------



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

MATA KULIAH  
TUGAS AKHIR TERAPAN

JUDUL TUGAS AKHIR  
EVALUASI DAN PERKUATAN  
BANGUNAN GEDUNG HOTEL  
SHAFIRA SURABAYA  
MENGUNAKAN BREISING  
BAJA AKIBAT BEBAN GEMPA  
SNI 1726:2019 DAN  
PERSYARATAN BETON  
STRUKTURAL SNI 2847:2019

LOKASI PROYEK  
Jalan Ahmad Yani No.119, Surabaya

DOSEN PEMBIMBING 1

**Ir., Raden Buyung A., ST., MT**  
NIP. 19740203 200212 1 002

DOSEN PEMBIMBING 2

**Dr. Eng. Yuyun Tajunnisa., ST., MT**  
NIP. 19780201 200604 2 002

NAMA MAHASISWA

**Ratu Gengsar Febrilian**  
NRP. 10111710013004

JUDUL GAMBAR

Denah Kolom Lantai 5  
(Level +19.50)

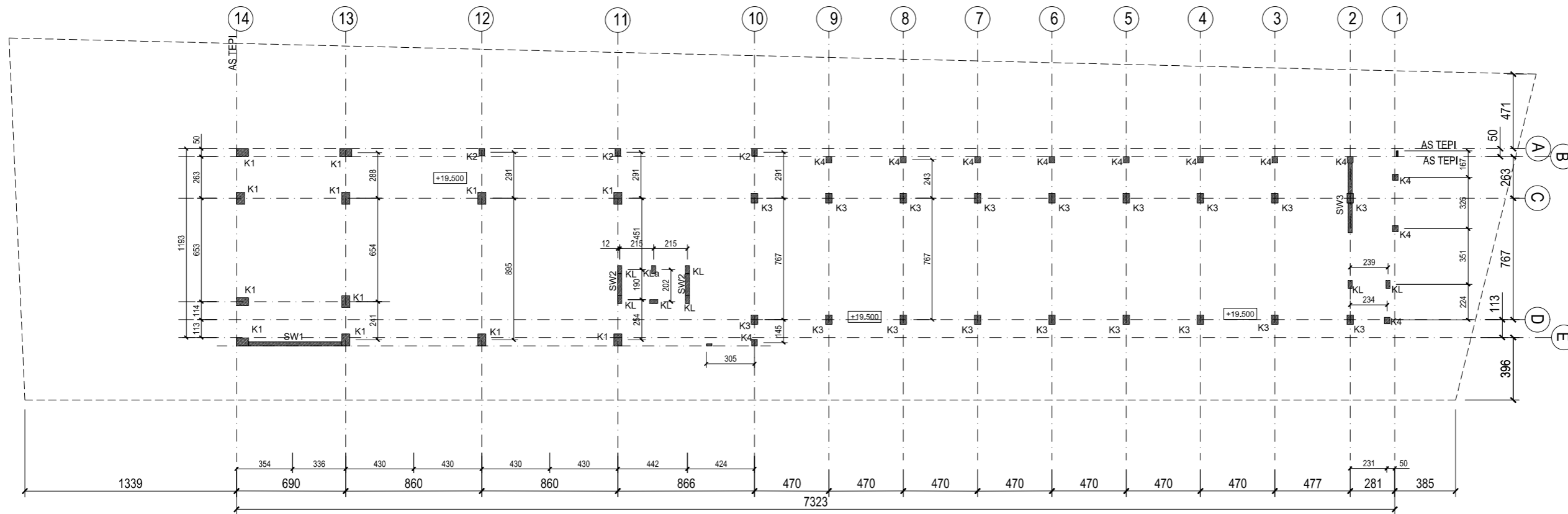
KETERANGAN

NOMOR GAMBAR      JUMLAH GAMBAR

30

80

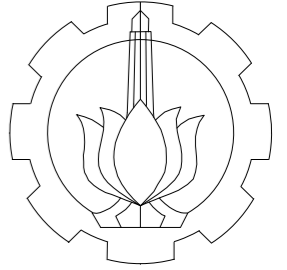
MUTU BETON :  
PILE CAP K350 (  $f'c=30\text{mpa}$  )  
KOLOM & SW K400 (  $f'c=35\text{mpa}$  )  
BALOK K350 (  $f'c=30\text{mpa}$  )  
PLAT K350 (  $f'c=30\text{mpa}$  )  
MUTU BAJA :  
TULANGAN POLOS BJTP U-24  
TULANGAN ULIR BJTD U-40



**DENAH KOLOM LANTAI 5** ( LEVEL +19.50 )  
skala 1 : 300

NOTASI KOLOM

K1	500X750
K2	350X450
K3	400X600
K4	350X400
KL	250X500



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

MATA KULIAH  
TUGAS AKHIR TERAPAN

JUDUL TUGAS AKHIR  
EVALUASI DAN PERKUATAN  
BANGUNAN GEDUNG HOTEL  
SHAFIRA SURABAYA  
MENGUNAKAN BREISING  
BAJA AKIBAT BEBAN GEMPA  
SNI 1726:2019 DAN  
PERSYARATAN BETON  
STRUKTURAL SNI 2847:2019

LOKASI PROYEK  
Jalan Ahmad Yani No.119, Surabaya

DOSEN PEMBIMBING 1

**Ir., Raden Buyung A., ST., MT**  
NIP. 19740203 200212 1 002

DOSEN PEMBIMBING 2

**Dr. Eng. Yuyun Tajunnisa., ST., MT**  
NIP. 19780201 200604 2 002

NAMA MAHASISWA

**Ratu Gengsar Febrilian**  
NRP. 10111710013004

JUDUL GAMBAR  
Denah Balok Lantai 6  
(Level +22.70)

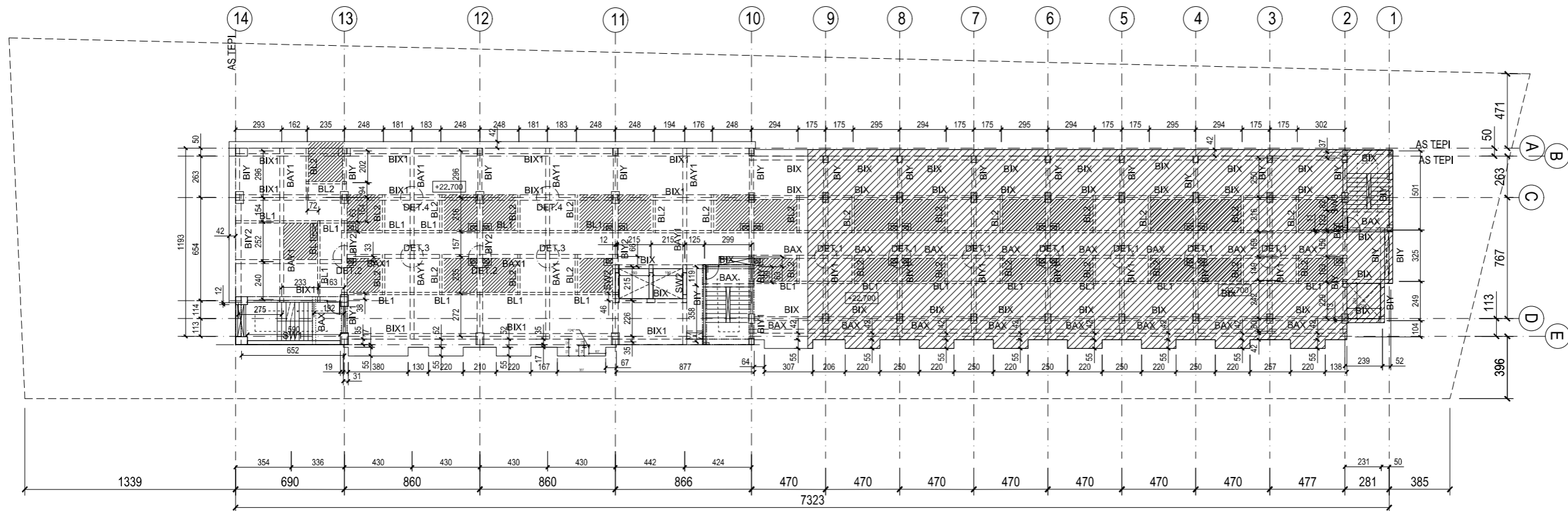
KETERANGAN

NOMOR GAMBAR      JUMLAH GAMBAR

31

80

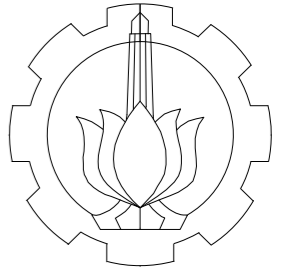
MUTU BETON :  
PILE CAP K350 (  $f_c=30\text{mpa}$  )  
KOLOM & SW K400 (  $f_c=35\text{mpa}$  )  
BALOK K350 (  $f_c=30\text{mpa}$  )  
PLAT K350 (  $f_c=30\text{mpa}$  )  
MUTU BAJA :  
TULANGAN POLOS BJTP U-24  
TULANGAN ULIR BJTD U-40



**DENAH BALOK LANTAI 6 ( LEVEL +22.70 )**  
skala 1 : 300

NOTASI BALOK

BIX1	350X700
BIX	250X500
BIY1	300X650
BIY2	350X700
BIY	250X500
BAX1	250X600
BAX	200X400
BAY1	250X600
BAY	200X400
BL1	150X350
BL2	150X250



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

MATA KULIAH  
**TUGAS AKHIR TERAPAN**

JUDUL TUGAS AKHIR  
**EVALUASI DAN PERKUATAN  
 BANGUNAN GEDUNG HOTEL  
 SHAFIRA SURABAYA  
 MENGGUNAKAN BREISING  
 BAJA AKIBAT BEBAN GEMPA  
 SNI 1726:2019 DAN  
 PERSYARATAN BETON  
 STRUKTURAL SNI 2847:2019**

LOKASI PROYEK  
 Jalan Ahmad Yani No.119, Surabaya

DOSEN PEMBIMBING 1

**Ir., Raden Buyung A., ST., MT**  
 NIP. 19740203 200212 1 002

DOSEN PEMBIMBING 2

**Dr. Eng. Yuyun Tajunnisa., ST., MT**  
 NIP. 19780201 200604 2 002

NAMA MAHASISWA

**Ratu Gengsar Febrilian**  
 NRP. 10111710013004

JUDUL GAMBAR  
**Denah Plat Lantai 6  
 (Level +22.70)**

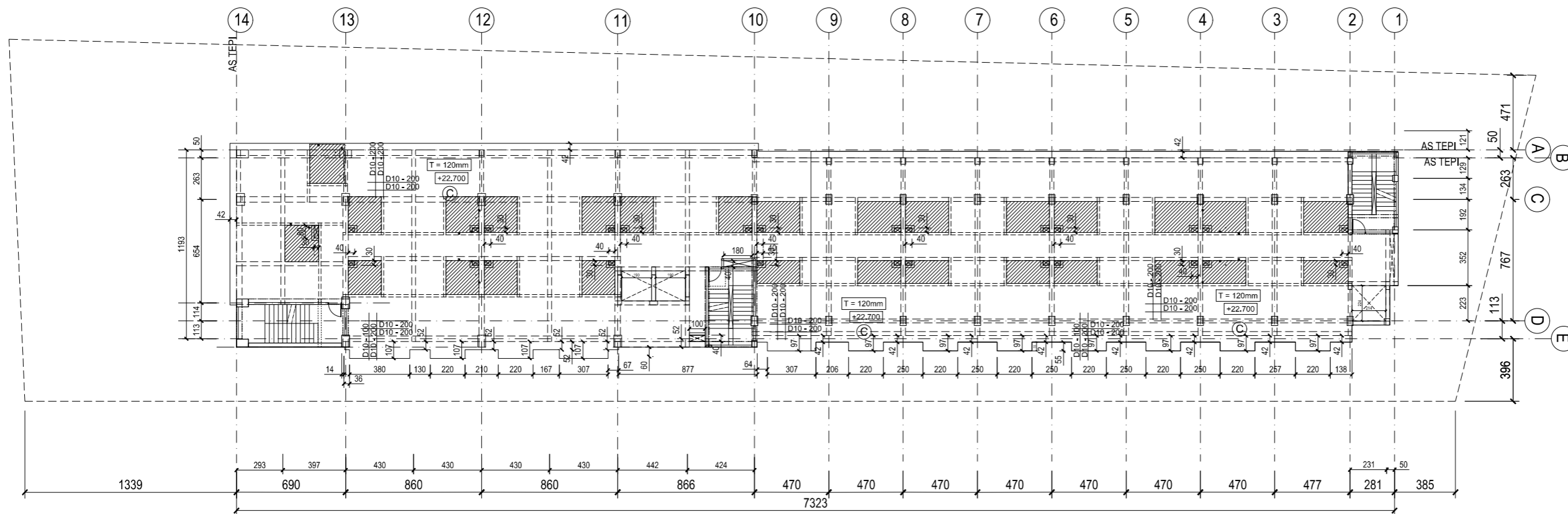
KETERANGAN

NOMOR GAMBAR      JUMLAH GAMBAR

**32**

**80**

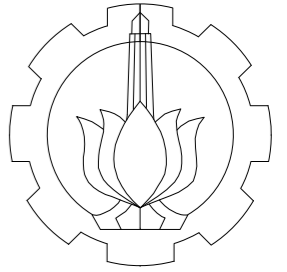
MUTU BETON :  
 PILE CAP K350 (  $f'c=30\text{mpa}$  )  
 KOLOM & SW K400 (  $f'c=35\text{mpa}$  )  
 BALOK K350 (  $f'c=30\text{mpa}$  )  
 PLAT K350 (  $f'c=30\text{mpa}$  )  
 MUTU BAJA :  
 TULANGAN POLOS BJTP U-24  
 TULANGAN ULIR BJTD U-40



**DENAH PLAT LANTAI 6** ( LEVEL +22.70 )  
 skala 1 : 300

DIMENSI LANTAI

C	T. 120
---	--------



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

MATA KULIAH  
TUGAS AKHIR TERAPAN

JUDUL TUGAS AKHIR  
EVALUASI DAN PERKUATAN  
BANGUNAN GEDUNG HOTEL  
SHAFIRA SURABAYA  
MENGUNAKAN BREISING  
BAJA AKIBAT BEBAN GEMPA  
SNI 1726:2019 DAN  
PERSYARATAN BETON  
STRUKTURAL SNI 2847:2019

LOKASI PROYEK  
Jalan Ahmad Yani No.119, Surabaya

DOSEN PEMBIMBING 1

**Ir., Raden Buyung A., ST., MT**  
NIP. 19740203 200212 1 002

DOSEN PEMBIMBING 2

**Dr. Eng. Yuyun Tajunnisa., ST., MT**  
NIP. 19780201 200604 2 002

NAMA MAHASISWA

**Ratu Gengsar Febrilian**  
NRP. 10111710013004

JUDUL GAMBAR

Denah Kolom Lantai 6  
(Level +22.70)

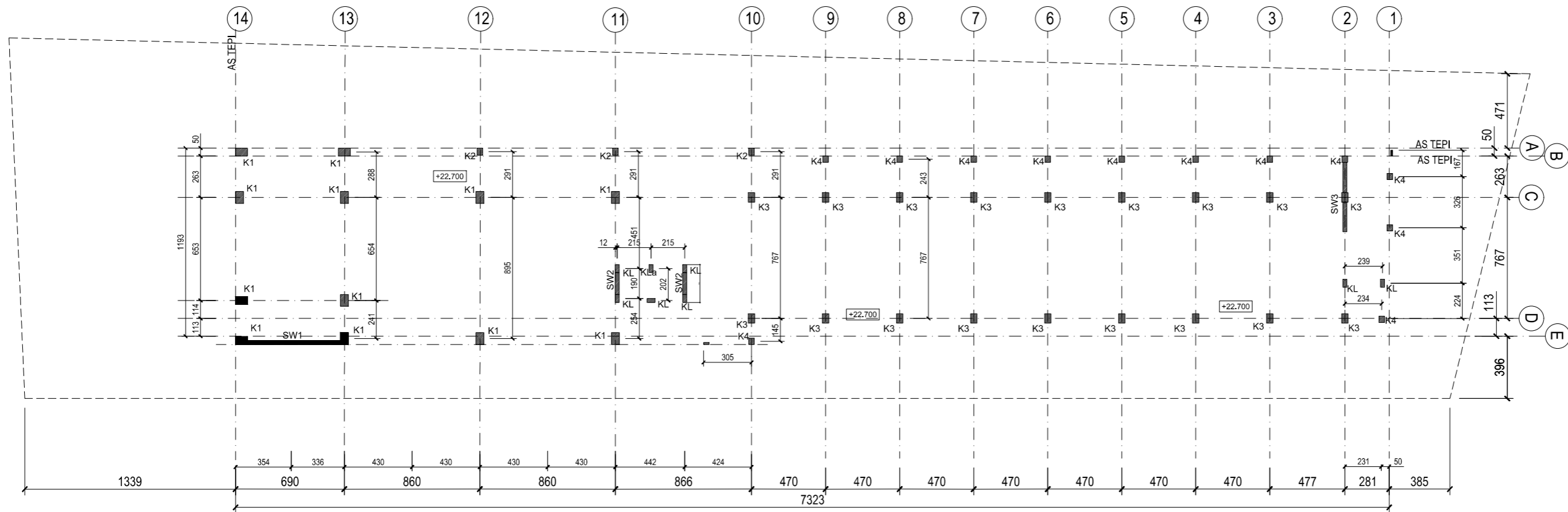
KETERANGAN

NOMOR GAMBAR      JUMLAH GAMBAR

33

80

MUTU BETON :  
PILE CAP K350 (  $f_c'=30\text{mpa}$  )  
KOLOM & SW K400 (  $f_c'=35\text{mpa}$  )  
BALOK K350 (  $f_c'=30\text{mpa}$  )  
PLAT K350 (  $f_c'=30\text{mpa}$  )  
MUTU BAJA :  
TULANGAN POLOS BJTP U-24  
TULANGAN ULIR BJTD U-40

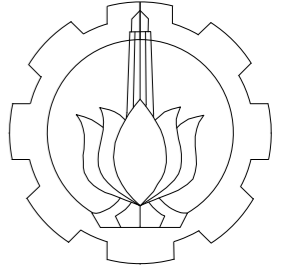


**DENAH KOLOM LANTAI 6** ( LEVEL +22.70 )  
skala 1 : 300

NOTASI KOLOM

K1	500X750
K2	350X450
K3	400X600
K4	350X400
KL	250X500





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

MATA KULIAH  
TUGAS AKHIR TERAPAN

JUDUL TUGAS AKHIR  
EVALUASI DAN PERKUATAN  
BANGUNAN GEDUNG HOTEL  
SHAFIRA SURABAYA  
MENGUNAKAN BREISING  
BAJA AKIBAT BEBAN GEMPA  
SNI 1726:2019 DAN  
PERSYARATAN BETON  
STRUKTURAL SNI 2847:2019

LOKASI PROYEK  
Jalan Ahmad Yani No.119, Surabaya

DOSEN PEMBIMBING 1

**Ir., Raden Buyung A., ST., MT**  
NIP. 19740203 200212 1 002

DOSEN PEMBIMBING 2

**Dr. Eng. Yuyun Tajunnisa., ST., MT**  
NIP. 19780201 200604 2 002

NAMA MAHASISWA

**Ratu Gengsar Febrilian**  
NRP. 10111710013004

JUDUL GAMBAR

Denah Balok Lantai 7  
(Level +25.90)

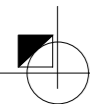
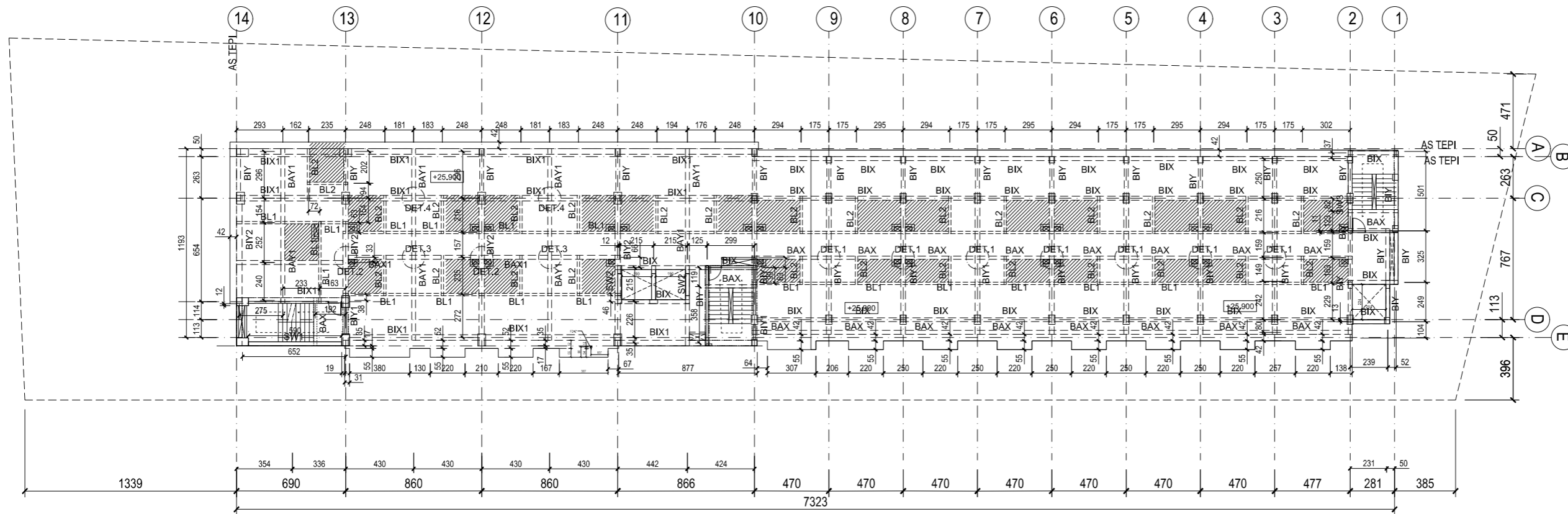
KETERANGAN

NOMOR GAMBAR      JUMLAH GAMBAR

34

80

MUTU BETON :  
PILE CAP K350 (  $f_c'=30\text{mpa}$  )  
KOLOM & SW K400 (  $f_c'=35\text{mpa}$  )  
BALOK K350 (  $f_c'=30\text{mpa}$  )  
PLAT K350 (  $f_c'=30\text{mpa}$  )  
MUTU BAJA :  
TULANGAN POLOS BJTP U-24  
TULANGAN ULIR BJTD U-40

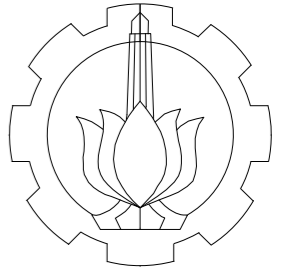


**DENAH BALOK LANTAI 7 ( LEVEL +25.90 )**

skala 1 : 300

NOTASI BALOK

BIX1	350X700
BIX	250X500
BIY1	300X650
BIY2	350X700
BIY	250X500
BAX1	250X600
BAX	200X400
BAY1	250X600
BAY	200X400
BL1	150X350
BL2	150X250



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

MATA KULIAH  
TUGAS AKHIR TERAPAN

JUDUL TUGAS AKHIR  
**EVALUASI DAN PERKUATAN  
BANGUNAN GEDUNG HOTEL  
SHAFIRA SURABAYA  
MENGUNAKAN BREISING  
BAJA AKIBAT BEBAN GEMPA  
SNI 1726:2019 DAN  
PERSYARATAN BETON  
STRUKTURAL SNI 2847:2019**

LOKASI PROYEK  
Jalan Ahmad Yani No.119, Surabaya

DOSEN PEMBIMBING 1

**Ir., Raden Buyung A., ST., MT**  
NIP. 19740203 200212 1 002

DOSEN PEMBIMBING 2

**Dr. Eng. Yuyun Tajunnisa., ST., MT**  
NIP. 19780201 200604 2 002

NAMA MAHASISWA

**Ratu Gengsar Febrilian**  
NRP. 10111710013004

JUDUL GAMBAR

**Denah Plat Lantai 7  
(Level +25.90)**

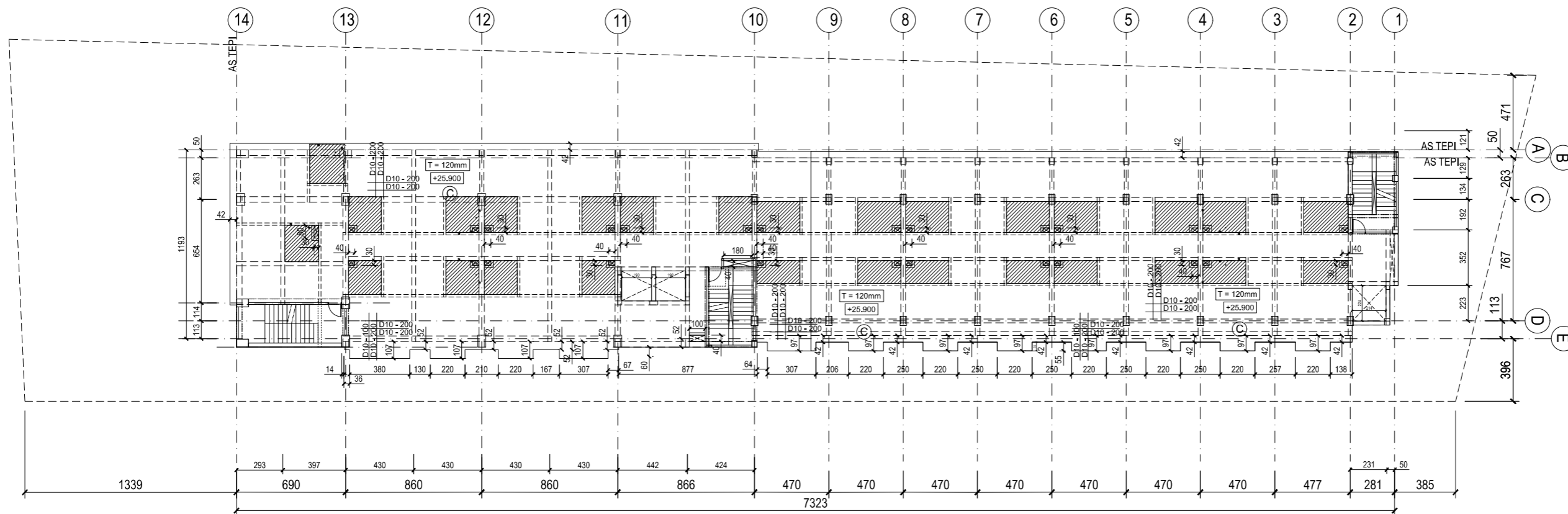
KETERANGAN

NOMOR GAMBAR      JUMLAH GAMBAR

**35**

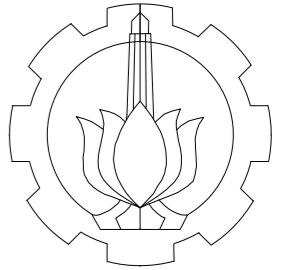
**80**

MUTU BETON :  
PILE CAP K350 (  $f_c'=30\text{mpa}$  )  
KOLOM & SW K400 (  $f_c'=35\text{mpa}$  )  
BALOK K350 (  $f_c'=30\text{mpa}$  )  
PLAT K350 (  $f_c'=30\text{mpa}$  )  
MUTU BAJA :  
TULANGAN POLOS BJTP U-24  
TULANGAN ULIR BJTD U-40



**DENAH PLAT LANTAI 7** ( LEVEL +25.90 )  
skala 1 : 300

DIMENSI LANTAI	
C	T. 120



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

MATA KULIAH  
TUGAS AKHIR TERAPAN

JUDUL TUGAS AKHIR  
EVALUASI DAN PERKUATAN  
BANGUNAN GEDUNG HOTEL  
SHAFIRA SURABAYA  
MENGUNAKAN BREISING  
BAJA AKIBAT BEBAN GEMPA  
SNI 1726:2019 DAN  
PERSYARATAN BETON  
STRUKTURAL SNI 2847:2019

LOKASI PROYEK  
Jalan Ahmad Yani No.119, Surabaya

DOSEN PEMBIMBING 1

**Ir., Raden Buyung A., ST., MT**  
NIP. 19740203 200212 1 002

DOSEN PEMBIMBING 2

**Dr. Eng. Yuyun Tajunnisa., ST., MT**  
NIP. 19780201 200604 2 002

NAMA MAHASISWA

**Ratu Gengsar Febrilian**  
NRP. 10111710013004

JUDUL GAMBAR

Denah Kolom Lantai 7  
(Level +25.90)

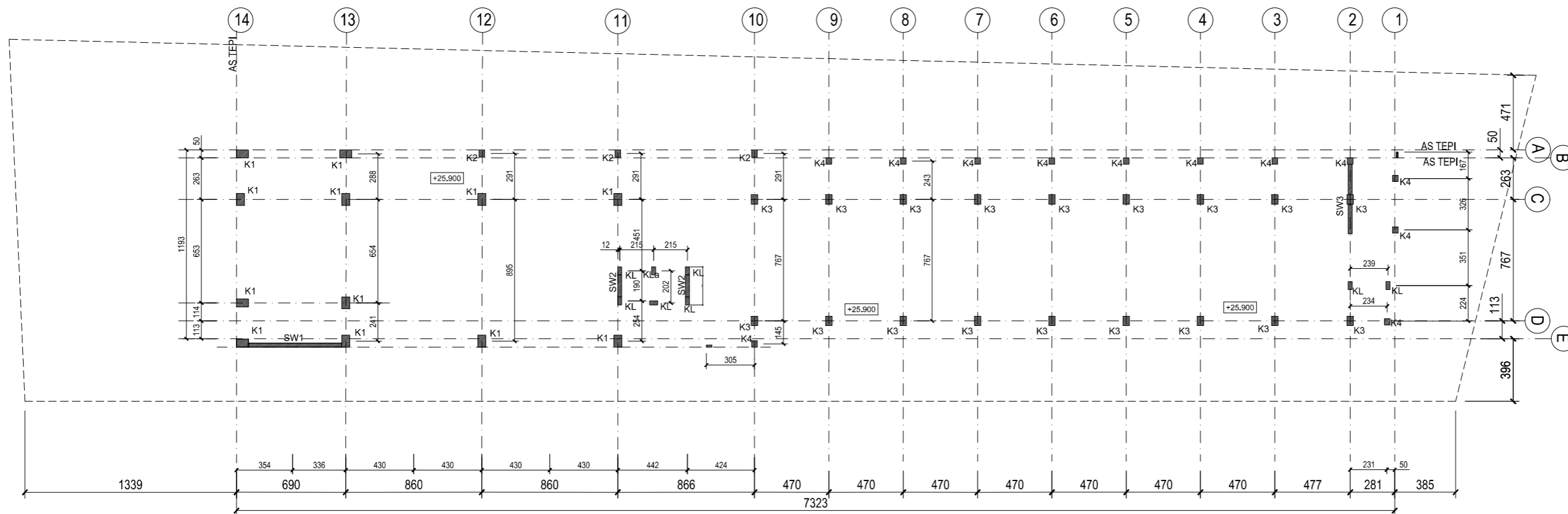
KETERANGAN

NOMOR GAMBAR      JUMLAH GAMBAR

36

80

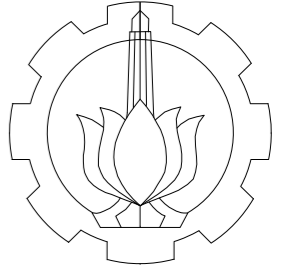
MUTU BETON :  
PILE CAP K350 (  $f_c'=30\text{mpa}$  )  
KOLOM & SW K400 (  $f_c'=35\text{mpa}$  )  
BALOK K350 (  $f_c'=30\text{mpa}$  )  
PLAT K350 (  $f_c'=30\text{mpa}$  )  
MUTU BAJA :  
TULANGAN POLOS BJTP U-24  
TULANGAN ULIR BJTD U-40



**DENAH KOLOM LANTAI 7 ( LEVEL +25.90 )**  
skala 1 : 300

NOTASI KOLOM

K1	500X750
K2	350X450
K3	400X600
K4	350X400
KL	250X500



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

MATA KULIAH  
TUGAS AKHIR TERAPAN

JUDUL TUGAS AKHIR  
EVALUASI DAN PERKUATAN  
BANGUNAN GEDUNG HOTEL  
SHAFIRA SURABAYA  
MENGUNAKAN BREISING  
BAJA AKIBAT BEBAN GEMPA  
SNI 1726:2019 DAN  
PERSYARATAN BETON  
STRUKTURAL SNI 2847:2019

LOKASI PROYEK  
Jalan Ahmad Yani No.119, Surabaya

DOSEN PEMBIMBING 1

**Ir., Raden Buyung A., ST., MT**  
NIP. 19740203 200212 1 002

DOSEN PEMBIMBING 2

**Dr. Eng. Yuyun Tajunnisa., ST., MT**  
NIP. 19780201 200604 2 002

NAMA MAHASISWA

**Ratu Gengsar Febrilian**  
NRP. 10111710013004

JUDUL GAMBAR  
Denah Balok Lantai 9  
(Level +32.30)

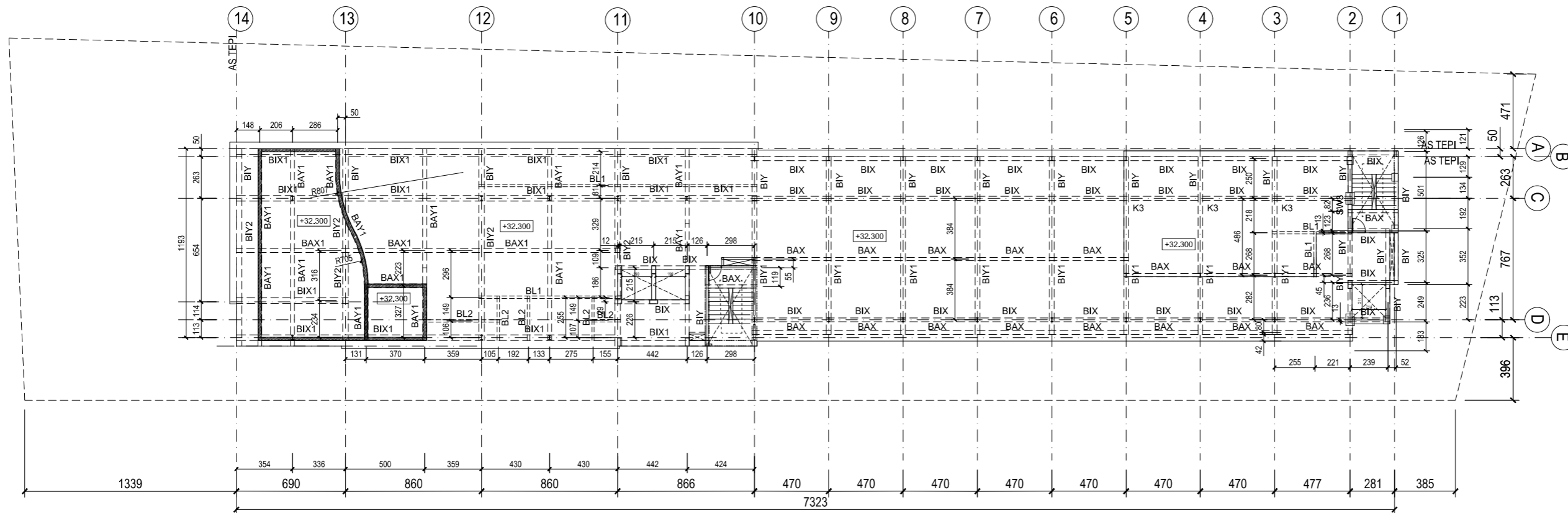
KETERANGAN

NOMOR GAMBAR      JUMLAH GAMBAR

37

80

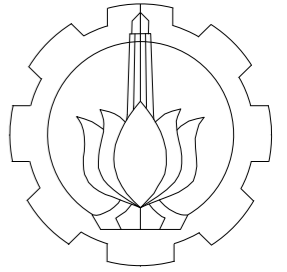
MUTU BETON :  
PILE CAP K350 (  $f_c'=30\text{mpa}$  )  
KOLOM & SW K400 (  $f_c'=35\text{mpa}$  )  
BALOK K350 (  $f_c'=30\text{mpa}$  )  
PLAT K350 (  $f_c'=30\text{mpa}$  )  
MUTU BAJA :  
TULANGAN POLOS BJTP U-24  
TULANGAN ULIR BJTD U-40



**DENAH BALOK LANTAI 9 ( LEVEL +32.30 )**  
skala 1 : 300

NOTASI BALOK

BIX1	350X700
BIX	250X500
BIY1	300X650
BIY2	350X700
BIY	250X500
BAX1	250X600
BAX	200X400
BAY1	250X600
BAY	200X400
BL1	150X350
BL2	150X250



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

MATA KULIAH  
TUGAS AKHIR TERAPAN

JUDUL TUGAS AKHIR  
EVALUASI DAN PERKUATAN  
BANGUNAN GEDUNG HOTEL  
SHAFIRA SURABAYA  
MENGUNAKAN BREISING  
BAJA AKIBAT BEBAN GEMPA  
SNI 1726:2019 DAN  
PERSYARATAN BETON  
STRUKTURAL SNI 2847:2019

LOKASI PROYEK  
Jalan Ahmad Yani No.119, Surabaya

DOSEN PEMBIMBING 1

**Ir., Raden Buyung A., ST., MT**  
NIP. 19740203 200212 1 002

DOSEN PEMBIMBING 2

**Dr. Eng. Yuyun Tajunnisa., ST., MT**  
NIP. 19780201 200604 2 002

NAMA MAHASISWA

**Ratu Gengsar Febrilian**  
NRP. 10111710013004

JUDUL GAMBAR

Denah Plat Lantai 9  
(Level +32.30)

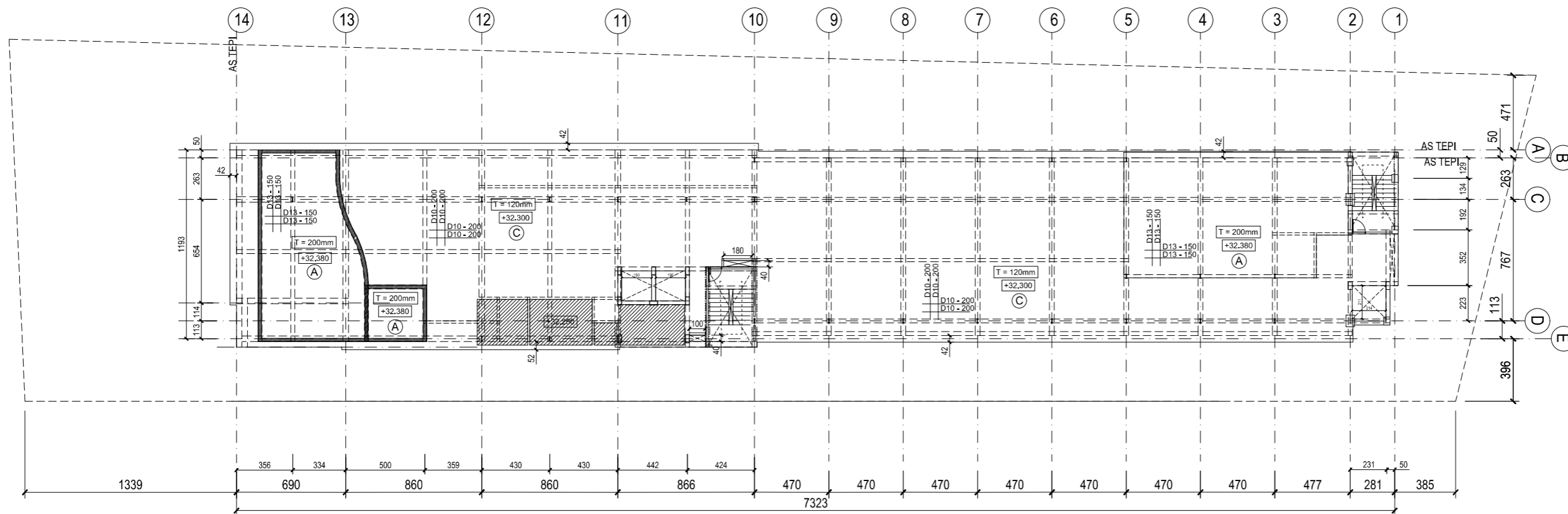
KETERANGAN

NOMOR GAMBAR      JUMLAH GAMBAR

38

80

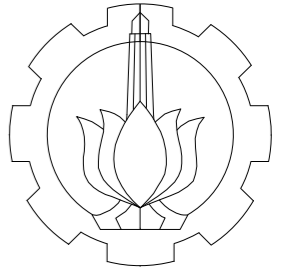
MUTU BETON :  
PILE CAP K350 (  $f_c'=30\text{mpa}$  )  
KOLOM & SW K400 (  $f_c'=35\text{mpa}$  )  
BALOK K350 (  $f_c'=30\text{mpa}$  )  
PLAT K350 (  $f_c'=30\text{mpa}$  )  
MUTU BAJA :  
TULANGAN POLOS BJTP U-24  
TULANGAN ULIR BJTD U-40



**DENAH PLAT LANTAI 9 ( LEVEL +32.30 )**  
skala 1 : 300

DIMENSI LANTAI

C	T. 120
A	T. 200



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

MATA KULIAH  
TUGAS AKHIR TERAPAN

JUDUL TUGAS AKHIR  
EVALUASI DAN PERKUATAN  
BANGUNAN GEDUNG HOTEL  
SHAFIRA SURABAYA  
MENGUNAKAN BREISING  
BAJA AKIBAT BEBAN GEMPA  
SNI 1726:2019 DAN  
PERSYARATAN BETON  
STRUKTURAL SNI 2847:2019

LOKASI PROYEK  
Jalan Ahmad Yani No.119, Surabaya

DOSEN PEMBIMBING 1

**Ir., Raden Buyung A., ST., MT**  
NIP. 19740203 200212 1 002

DOSEN PEMBIMBING 2

**Dr. Eng. Yuyun Tajunnisa., ST., MT**  
NIP. 19780201 200604 2 002

NAMA MAHASISWA

**Ratu Gengsar Febrilian**  
NRP. 10111710013004

JUDUL GAMBAR

Denah Kolom Lantai 9  
(Level +32.30)

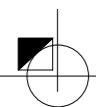
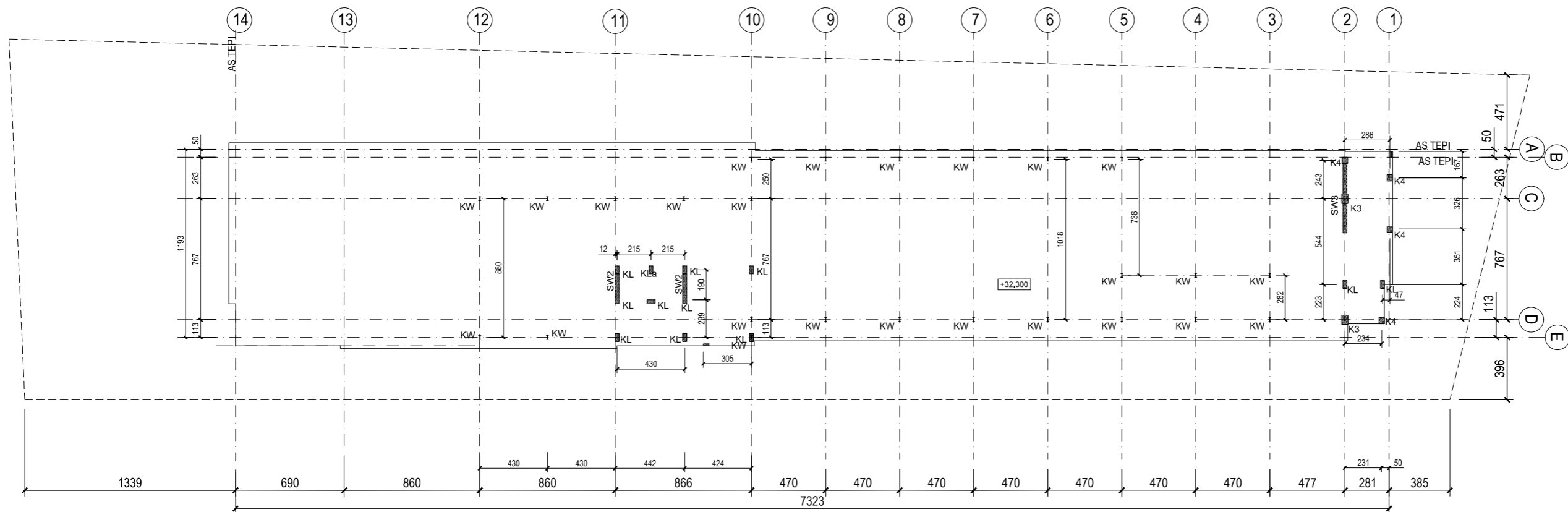
KETERANGAN

NOMOR GAMBAR      JUMLAH GAMBAR

39

80

MUTU BETON :  
PILE CAP K350 (  $f_c=30\text{mpa}$  )  
KOLOM & SW K400 (  $f_c=35\text{mpa}$  )  
BALOK K350 (  $f_c=30\text{mpa}$  )  
PLAT K350 (  $f_c=30\text{mpa}$  )  
MUTU BAJA :  
TULANGAN POLOS BJTP U-24  
TULANGAN ULIR BJTD U-40

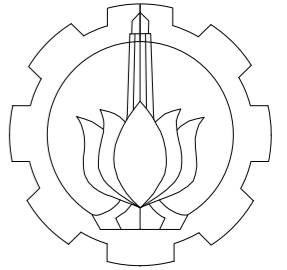


**DENAH KOLOM LANTAI 9 ( LEVEL +32.30 )**

skala 1 : 300

NOTASI KOLOM

K1	500X750
K2	350X450
K3	400X600
K4	350X400
KL	250X500
KW	WF 250.125



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

MATA KULIAH  
**TUGAS AKHIR TERAPAN**

JUDUL TUGAS AKHIR  
**EVALUASI DAN PERKUATAN  
 BANGUNAN GEDUNG HOTEL  
 SHAFIRA SURABAYA  
 MENGGUNAKAN BREISING  
 BAJA AKIBAT BEBAN GEMPA  
 SNI 1726:2019 DAN  
 PERSYARATAN BETON  
 STRUKTURAL SNI 2847:2019**

LOKASI PROYEK  
 Jalan Ahmad Yani No.119, Surabaya

DOSEN PEMBIMBING 1

**Ir., Raden Buyung A., ST., MT**  
 NIP. 19740203 200212 1 002

DOSEN PEMBIMBING 2

**Dr. Eng. Yuyun Tajunnisa., ST., MT**  
 NIP. 19780201 200604 2 002

NAMA MAHASISWA

**Ratu Gengsar Febrilian**  
 NRP. 10111710013004

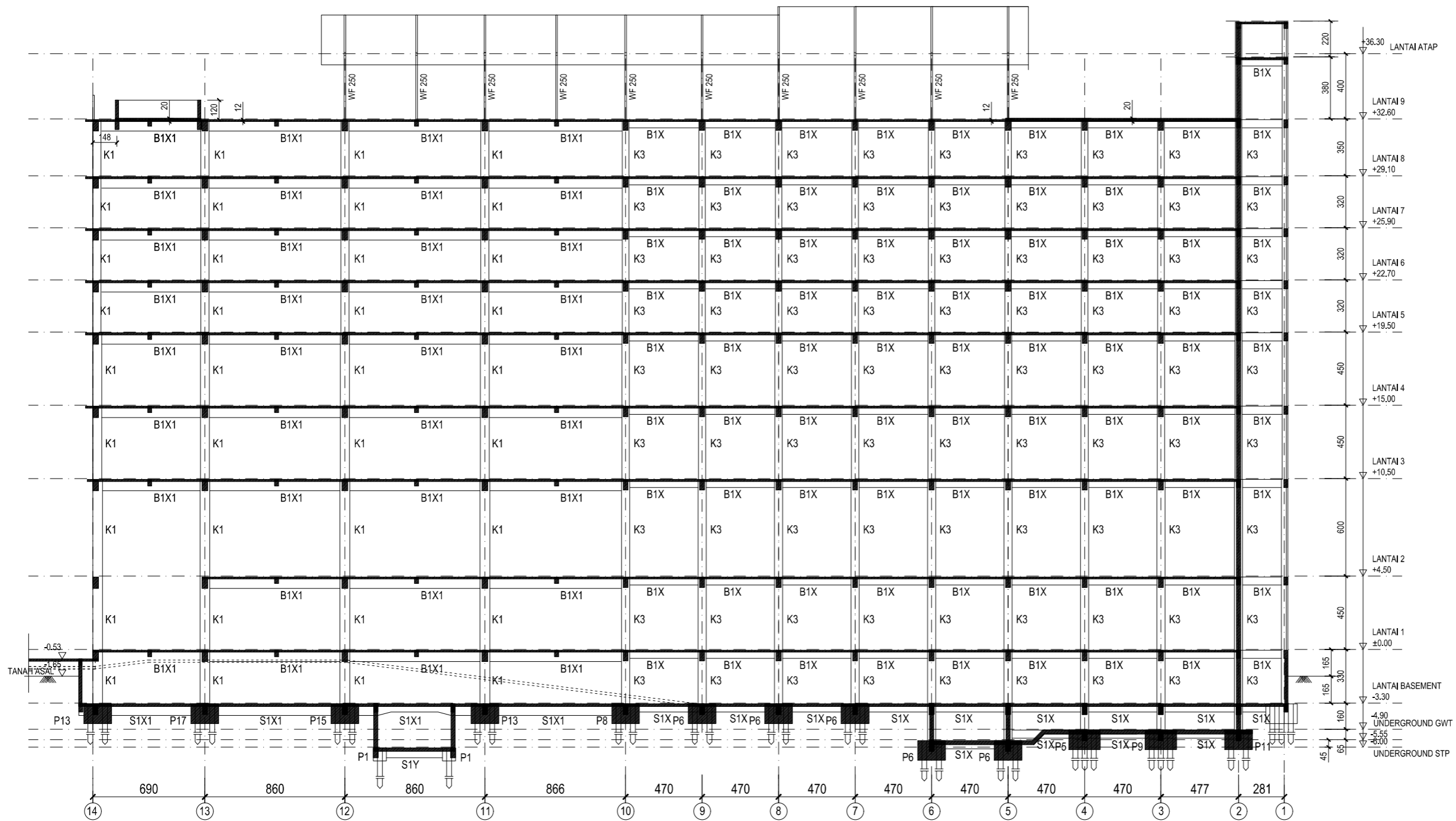
JUDUL GAMBAR  
**Potongan Portal AS-C**

KETERANGAN

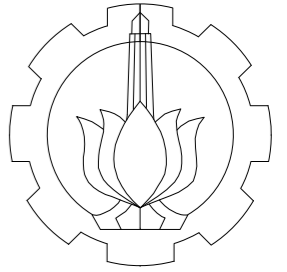
NOMOR GAMBAR      JUMLAH GAMBAR

**40**

**80**



**PORTAL AS C**  
 skala 1 : 275



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

MATA KULIAH  
**TUGAS AKHIR TERAPAN**

JUDUL TUGAS AKHIR  
**EVALUASI DAN PERKUATAN  
 BANGUNAN GEDUNG HOTEL  
 SHAFIRA SURABAYA  
 MENGGUNAKAN BREISING  
 BAJA AKIBAT BEBAN GEMPA  
 SNI 1726:2019 DAN  
 PERSYARATAN BETON  
 STRUKTURAL SNI 2847:2019**

LOKASI PROYEK  
 Jalan Ahmad Yani No.119, Surabaya

DOSEN PEMBIMBING 1

**Ir., Raden Buyung A., ST., MT**  
 NIP. 19740203 200212 1 002

DOSEN PEMBIMBING 2

**Dr. Eng. Yuyun Tajunnisa., ST., MT**  
 NIP. 19780201 200604 2 002

NAMA MAHASISWA

**Ratu Gengsar Febrilian**  
 NRP. 10111710013004

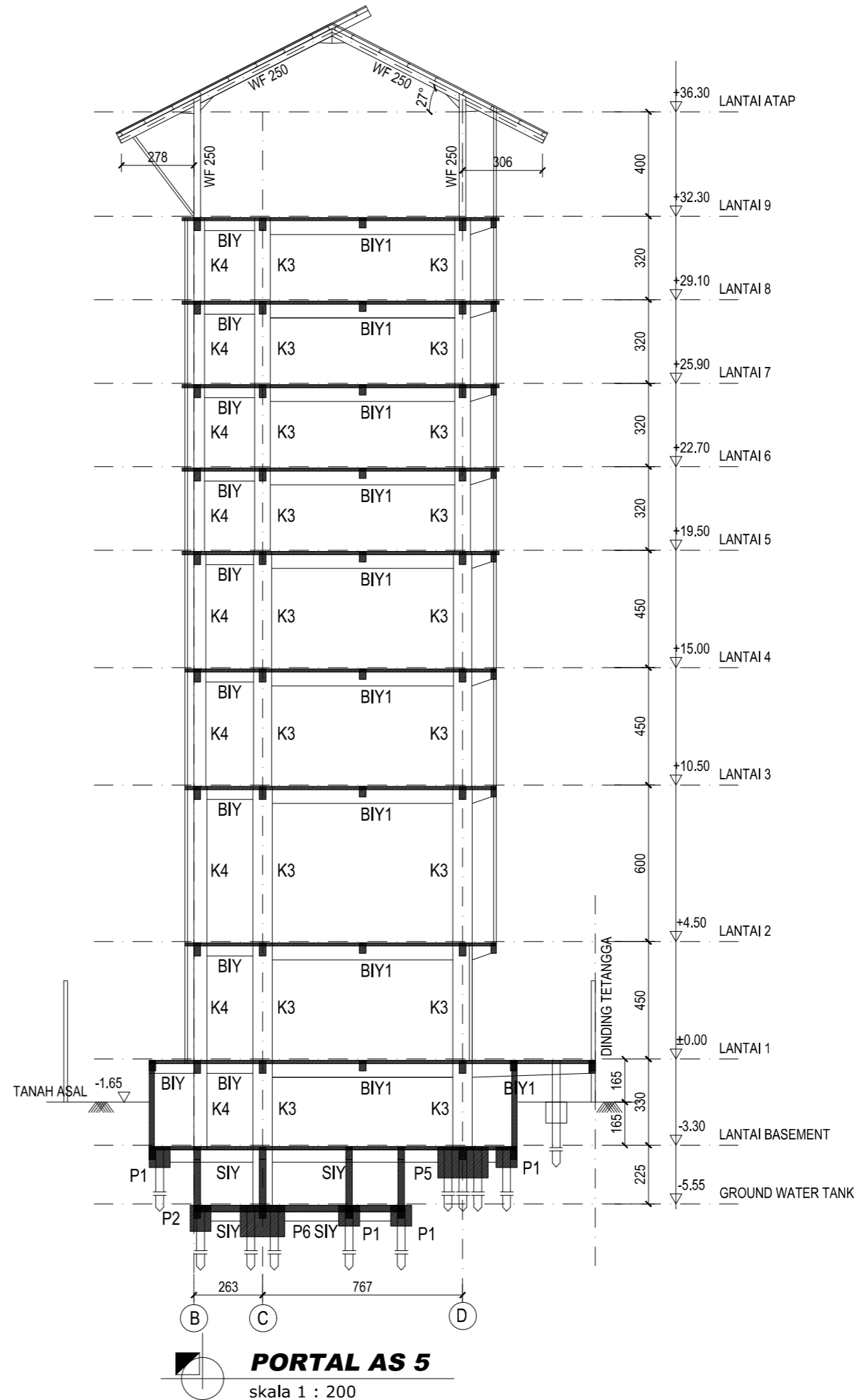
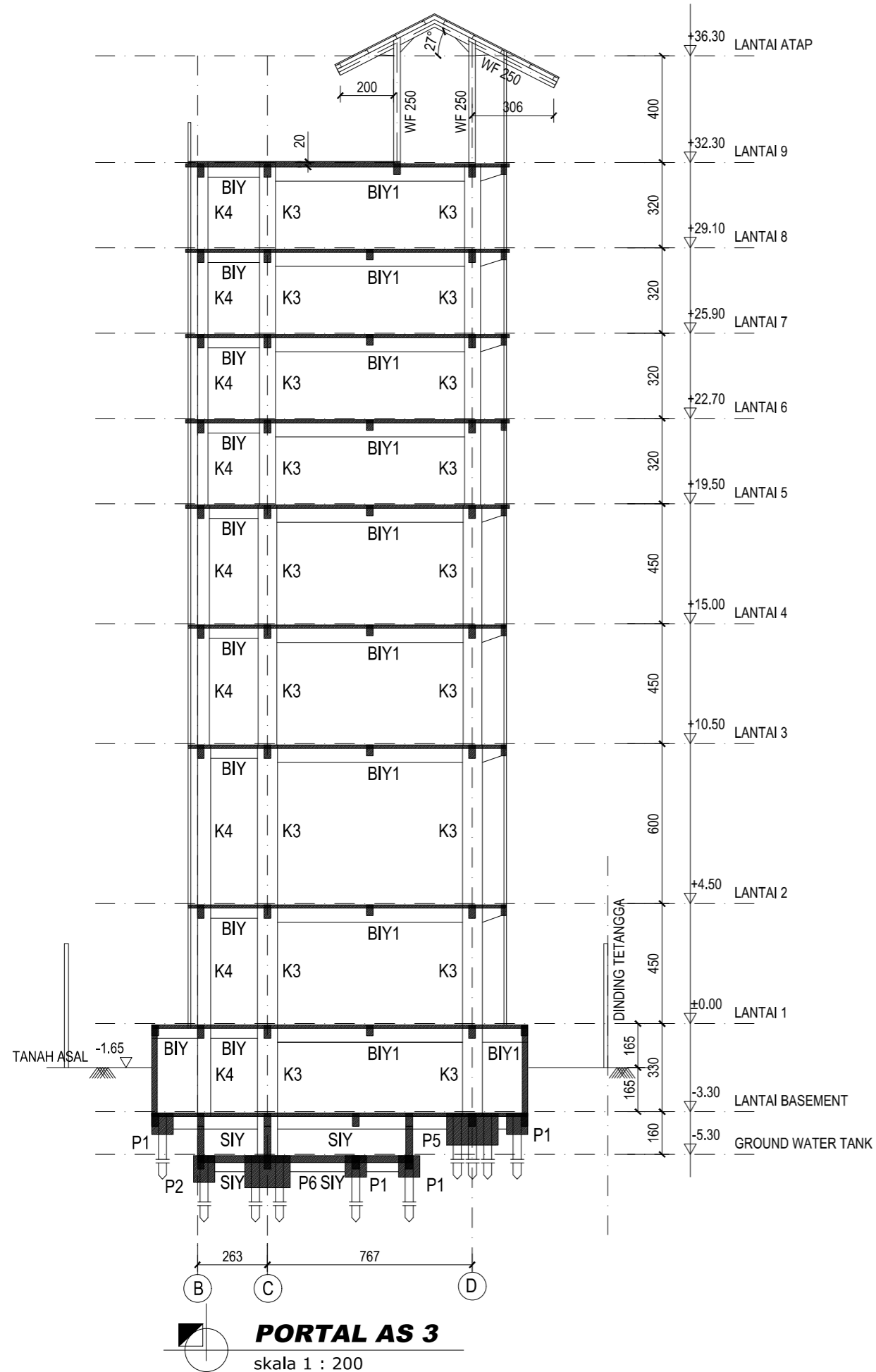
JUDUL GAMBAR  
**Potongan Portal AS-3  
 dan AS-5**

KETERANGAN

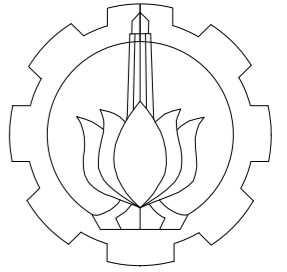
NOMOR GAMBAR      JUMLAH GAMBAR

**41**

**80**







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

MATA KULIAH  
**TUGAS AKHIR TERAPAN**

JUDUL TUGAS AKHIR  
**EVALUASI DAN PERKUATAN  
 BANGUNAN GEDUNG HOTEL  
 SHAFIRA SURABAYA  
 MENGGUNAKAN BREISING  
 BAJA AKIBAT BEBAN GEMPA  
 SNI 1726:2019 DAN  
 PERSYARATAN BETON  
 STRUKTURAL SNI 2847:2019**

LOKASI PROYEK  
 Jalan Ahmad Yani No.119, Surabaya

DOSEN PEMBIMBING 1

**Ir., Raden Buyung A., ST., MT**  
 NIP. 19740203 200212 1 002

DOSEN PEMBIMBING 2

**Dr. Eng. Yuyun Tajunnisa., ST., MT**  
 NIP. 19780201 200604 2 002

NAMA MAHASISWA

**Ratu Gengsar Febrilian**  
 NRP. 10111710013004

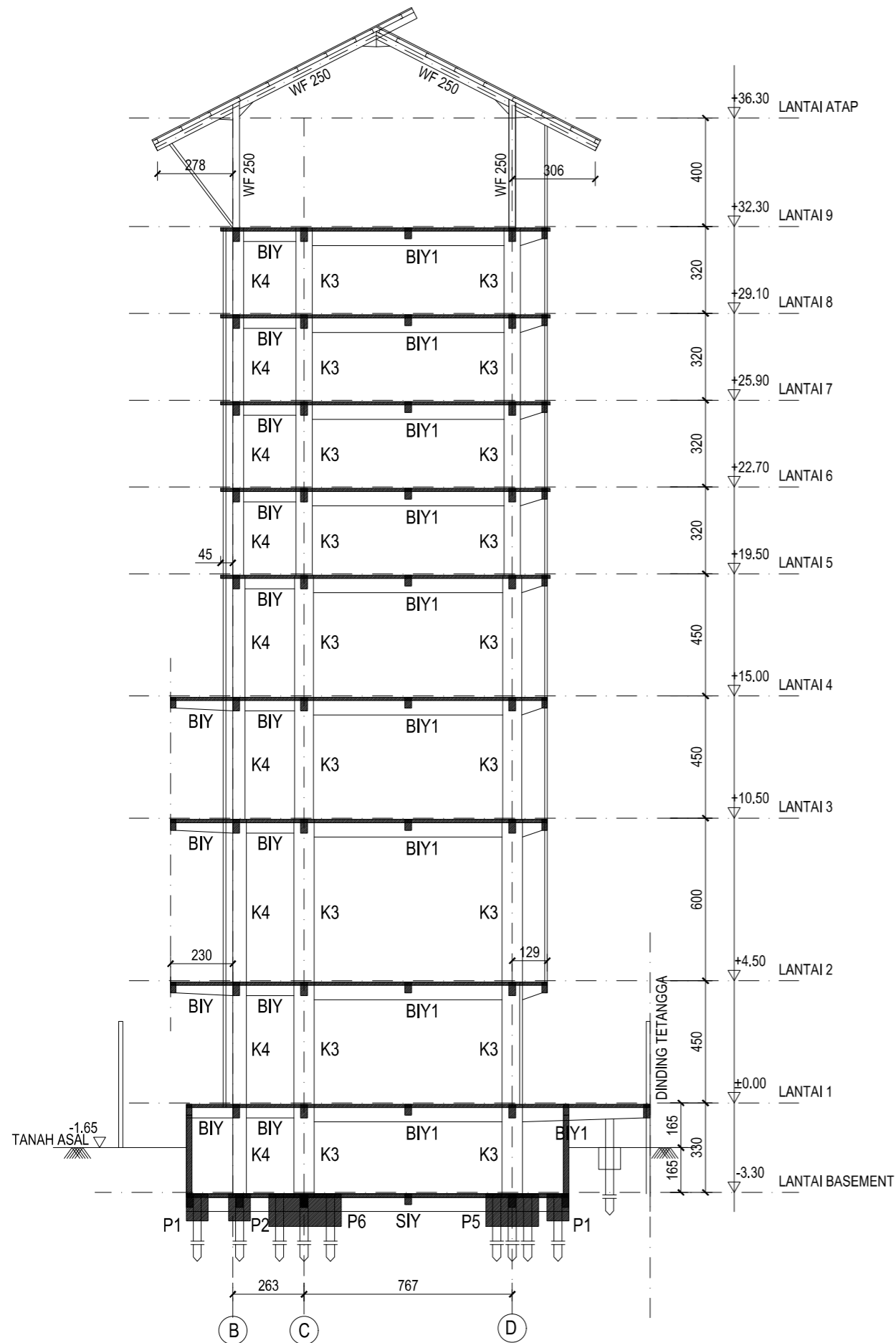
JUDUL GAMBAR  
**Potongan Portal AS-7  
 dan AS-9**

KETERANGAN

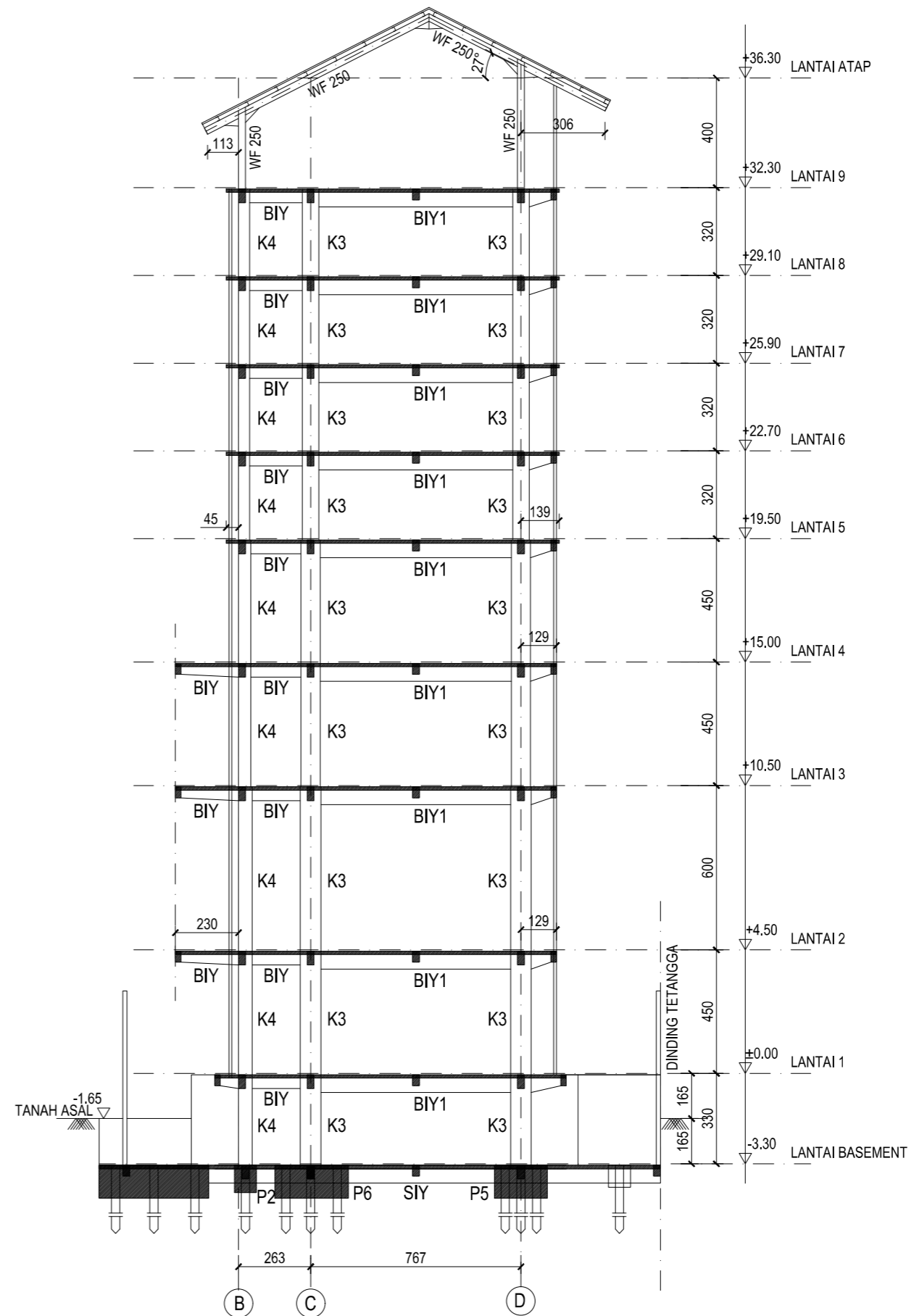
NOMOR GAMBAR      JUMLAH GAMBAR

**42**

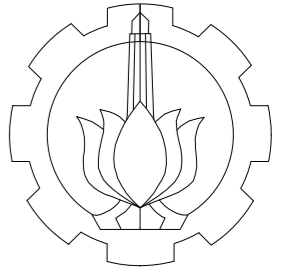
**80**



**PORTAL AS 7**  
 skala 1 : 200



**PORTAL AS 9**  
 skala 1 : 200



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

MATA KULIAH  
**TUGAS AKHIR TERAPAN**

JUDUL TUGAS AKHIR  
**EVALUASI DAN PERKUATAN  
 BANGUNAN GEDUNG HOTEL  
 SHAFIRA SURABAYA  
 MENGGUNAKAN BREISING  
 BAJA AKIBAT BEBAN GEMPA  
 SNI 1726:2019 DAN  
 PERSYARATAN BETON  
 STRUKTURAL SNI 2847:2019**

LOKASI PROYEK  
 Jalan Ahmad Yani No.119, Surabaya

DOSEN PEMBIMBING 1

**Ir., Raden Buyung A., ST., MT**  
 NIP. 19740203 200212 1 002

DOSEN PEMBIMBING 2

**Dr. Eng. Yuyun Tajunnisa., ST., MT**  
 NIP. 19780201 200604 2 002

NAMA MAHASISWA

**Ratu Gengsar Febrilian**  
 NRP. 10111710013004

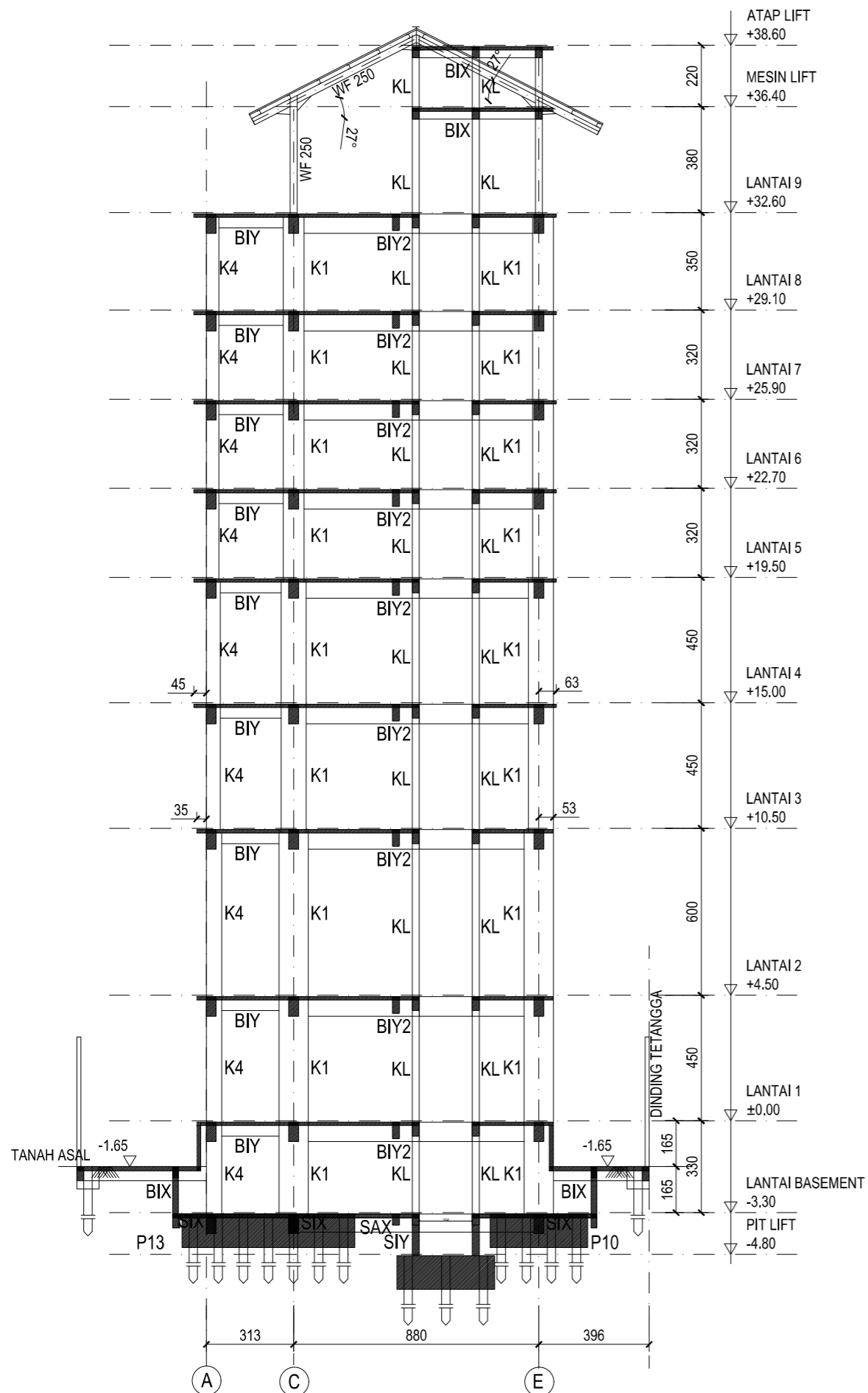
JUDUL GAMBAR  
**Potongan Portal AS-11  
 dan AS-13**

KETERANGAN

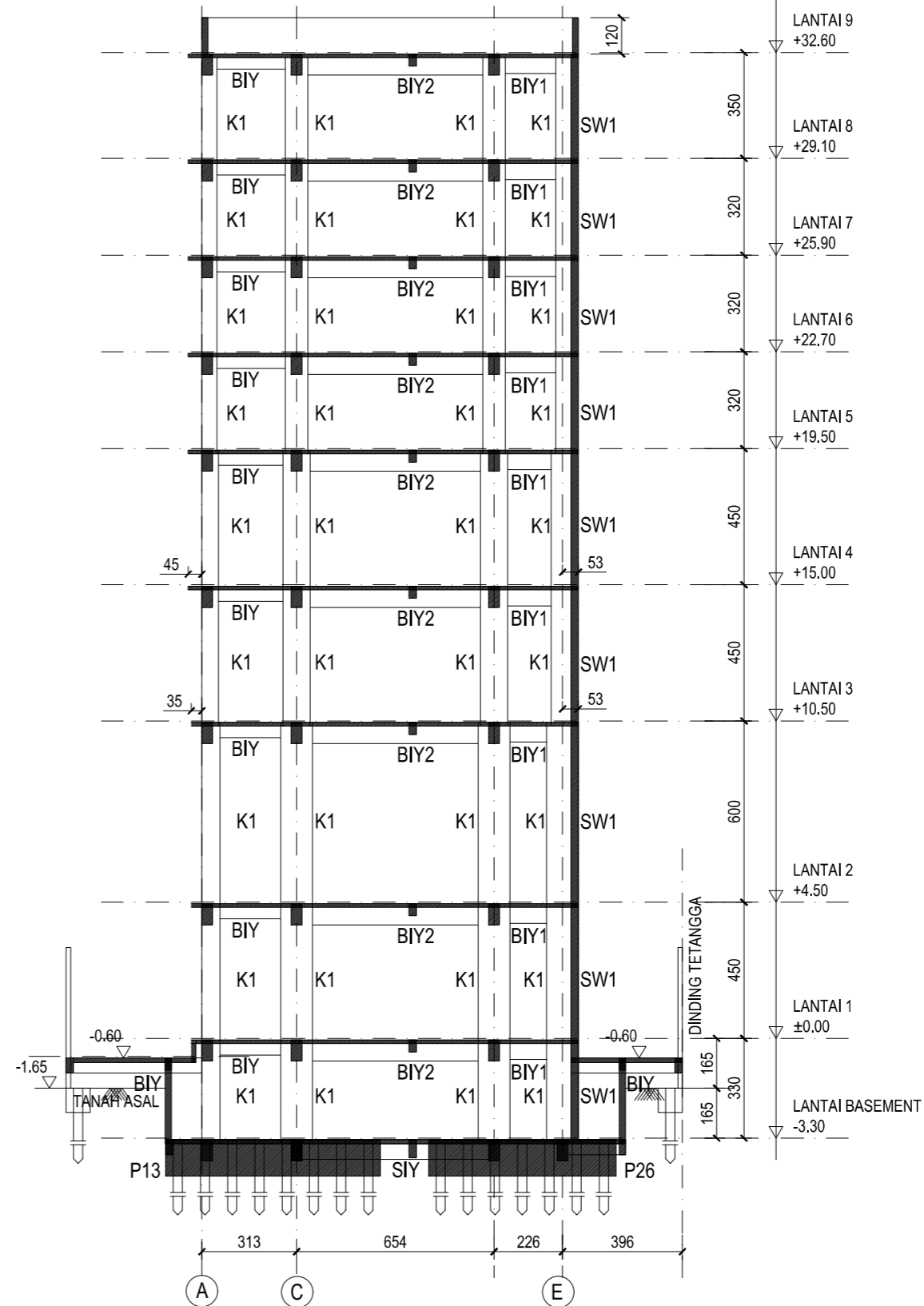
NOMOR GAMBAR      JUMLAH GAMBAR

**43**

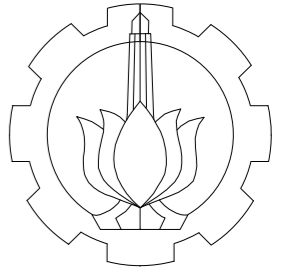
**80**



**PORTAL AS 11**  
 skala 1 : 200



**PORTAL AS 13**  
 skala 1 : 200



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

MATA KULIAH

TUGAS AKHIR TERAPAN

JUDUL TUGAS AKHIR

EVALUASI DAN PERKUATAN  
 BANGUNAN GEDUNG HOTEL  
 SHAFIRA SURABAYA  
 MENGGUNAKAN BREISING  
 BAJA AKIBAT BEBAN GEMPA  
 SNI 1726:2019 DAN  
 PERSYARATAN BETON  
 STRUKTURAL SNI 2847:2019

LOKASI PROYEK

Jalan Ahmad Yani No.119, Surabaya

DOSEN PEMBIMBING 1

Ir., Raden Buyung A., ST., MT  
 NIP. 19740203 200212 1 002

DOSEN PEMBIMBING 2

Dr. Eng. Yuyun Tajunnisa., ST., MT  
 NIP. 19780201 200604 2 002

NAMA MAHASISWA

Ratu Gengsar Febrilian  
 NRP. 10111710013004

JUDUL GAMBAR

Detail Tulangan Balok  
 dan Sloop

KETERANGAN

NOMOR GAMBAR      JUMLAH GAMBAR

44

80

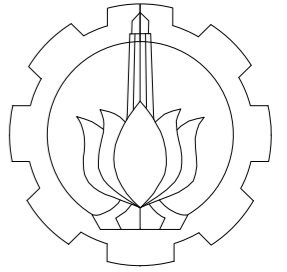
KODE BALOK	BIX1			BIX			BIY.1			BIY2			BIY		
	TUMPUAN	LAPANGAN	TUMPUAN	TUMPUAN	LAPANGAN	TUMPUAN	TUMPUAN	LAPANGAN	TUMPUAN	TUMPUAN	LAPANGAN	TUMPUAN	TUMPUAN	LAPANGAN	TUMPUAN
DIMENSI	350X700	350X700	350X700	250X500	250X500	250X500	300X650	300X650	300X650	350X700	350X700	350X700	250X500	250X500	250X500
TULANGAN ATAS	8 D 22	4 D 22	8 D 22	5 D 19	3 D 19	5 D 19	7 D 19	5 D 19	7 D 19	9 D 22	5 D 22	9 D 22	5 D 19	3 D 19	5 D 19
TULANGAN TENGAH	2 D 13	2 D 13	2 D 13	2 D 13	2 D 13	2 D 13	2 D 13	2 D 13	2 D 13	2 D 13	2 D 13	2 D 13	2 D 13	2 D 13	2 D 13
TULANGAN BAWAH	4 D 22	8 D 22	4 D 22	3 D 19	4 D 19	3 D 19	5 D 19	8 D 19	5 D 19	5 D 22	8 D 22	5 D 22	3 D 19	4 D 19	3 D 19
TULANGAN SENGKANG	D10-100	D10-200	D10-100	D10-100	D10-200	D10-100	D10-100	D10-200	D10-100	D10-100	D10-200	D10-100	D10-100	D10-200	D10-100
LOKASI	Lantai 4 s/d 9			Lantai 4 s/d 9			Lantai 4 s/d 9			Lantai 4 s/d 9			Lantai 4 s/d 9		

KODE BALOK	BAX1			BAX			BAY1			BAY			BL1			BL2		
	TUMPUAN	LAPANGAN	TUMPUAN	TUMPUAN	LAPANGAN	TUMPUAN	TUMPUAN	LAPANGAN	TUMPUAN	TUMPUAN	LAPANGAN	TUMPUAN	TUMPUAN	LAPANGAN	TUMPUAN	TUMPUAN	LAPANGAN	TUMPUAN
DIMENSI	250X600	250X600	250X600	200X400	200X400	200X400	250X600	250X600	250X600	200X400	200X400	200X400	150X350	150X350	150X350	150X250	150X250	150X250
TULANGAN ATAS	5 D 19	3 D 19	5 D 19	4 D 16	3 D 16	4 D 16	4 D 19	2 D 19	4 D 19	4 D 16	2 D 16	4 D 16	2 D 16	2 D 16	2 D 16	2 D 13	2 D 13	2 D 13
TULANGAN TENGAH	2 D 10	2 D 10	2 D 10	2 D 10	2 D 13	2 D 13	2 D 10	2 D 10	2 D 10	2 D 10	2 D 13	2 D 13	-	-	-	-	-	-
TULANGAN BAWAH	3 D 19	6 D 19	3 D 19	3 D 16	4 D 16	3 D 16	2 D 19	5 D 19	2 D 19	2 D 16	4 D 16	2 D 16	2 D 16	2 D 16	2 D 16	2 D 13	2 D 13	2 D 13
TULANGAN SENGKANG	D10-100	D10-200	D10-100	Ø8-100	Ø8-200	Ø8-100	D10-100	D10-200	D10-100	Ø8-100	Ø8-200	Ø8-100	Ø8-100	Ø8-200	Ø8-100	Ø8-100	Ø8-200	Ø8-100
LOKASI	Lantai 4 s/d 9			Lantai 4 s/d 9			Lantai 4 s/d 9			Lantai 4 s/d 9			Lantai 4 s/d 9			Lantai 4 s/d 9		



KODE SLOOP	SIX1			SIX1'			SIX			SIY			SAX1			SAX			SAY		
	TUMPUAN	LAPANGAN	TUMPUAN	TUMPUAN	LAPANGAN	TUMPUAN	TUMPUAN	LAPANGAN	TUMPUAN	TUMPUAN	LAPANGAN	TUMPUAN	TUMPUAN	LAPANGAN	TUMPUAN	TUMPUAN	LAPANGAN	TUMPUAN	TUMPUAN	LAPANGAN	TUMPUAN
DIMENSI	350X700	350X700	350X700	300X650	300X650	300X650	250X500	250X500	250X500	300X600	300X600	300X600	250X600	250X600	250X600	200X400	200X400	200X400	200X400	200X400	200X400
TULANGAN ATAS	5 D 22	4 D 22	5 D 22	4 D 19	4 D 19	4 D 19	3 D 19	3 D 19	3 D 19	5 D 19	4 D 19	5 D 19	3 D 19	3 D 19	3 D 19	3 D 16	3 D 16	3 D 16	3 D 16	3 D 16	3 D 16
TULANGAN TENGAH	2 D 13	2 D 13	2 D 13	2 D 13	2 D 13	2 D 13	2 D 13	2 D 13	2 D 13	2 D 13	2 D 13	2 D 13	2 D 10	2 D 10	2 D 10	2 D 10	2 D 10	2 D 10	2 D 10	2 D 10	2 D 10
TULANGAN BAWAH	4 D 22	5 D 22	4 D 22	4 D 19	4 D 19	4 D 19	3 D 19	3 D 19	3 D 19	4 D 19	4 D 19	4 D 19	3 D 19	3 D 19	3 D 19	3 D 16	3 D 16	3 D 16	3 D 16	3 D 16	3 D 16
TULANGAN SENGKANG	D10-100	D10-150	D10-100	D10-100	D10-150	D10-100	D10-100	D10-150	D10-100	D10-100	D10-150	D10-100	D10-100	D10-150	D10-100	Ø8-100	Ø8-200	Ø8-100	Ø8-100	Ø8-200	Ø8-100





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

MATA KULIAH  
TUGAS AKHIR TERAPAN

JUDUL TUGAS AKHIR

EVALUASI DAN PERKUATAN  
BANGUNAN GEDUNG HOTEL  
SHAFIRA SURABAYA  
MENGUNAKAN BREISING  
BAJA AKIBAT BEBAN GEMPA  
SNI 1726:2019 DAN  
PERSYARATAN BETON  
STRUKTURAL SNI 2847:2019

LOKASI PROYEK  
Jalan Ahmad Yani No.119, Surabaya

DOSEN PEMBIMBING 1

**Ir., Raden Buyung A., ST., MT**  
NIP. 19740203 200212 1 002

DOSEN PEMBIMBING 2

**Dr. Eng. Yuyun Tajunnisa., ST., MT**  
NIP. 19780201 200604 2 002

NAMA MAHASISWA

**Ratu Gengsar Febrilian**  
NRP. 10111710013004

JUDUL GAMBAR

Detail Tulangan Kolom

KETERANGAN

NOMOR GAMBAR      JUMLAH GAMBAR

45

80

ELVASI	UKURAN JUMLAH TULANGAN	BEGEL
	BALOK	
LI. 5 - LI. ATAP	TULANGAN UTAMA 18 D22 	
LI. 3 - LI. 4	TULANGAN UTAMA 24 D22 	
LI. SEMI BASE - LI. 2	TULANGAN UTAMA 30 D22 	
	SLOOF	

DETAIL KOLOM K1

ELVASI	UKURAN JUMLAH TULANGAN	BEGEL
	BALOK	
LI. 5 - LI. ATAP	TULANGAN UTAMA 8 D22 	
LI. 3 - LI. 4	TULANGAN UTAMA 8 D22 	
LI. SEMI BASE - LI. 2	TULANGAN UTAMA 10 D22 	
	SLOOF	

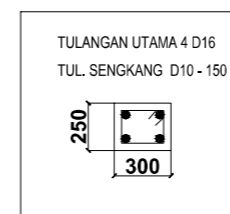
DETAIL KOLOM K2

ELVASI	UKURAN JUMLAH TULANGAN	BEGEL
	BALOK	
LI. 5 - LI. ATAP	TULANGAN UTAMA 12 D22 	
LI. 3 - LI. 4	TULANGAN UTAMA 14 D22 	
LI. SEMI BASE - LI. 2	TULANGAN UTAMA 18 D22 	
	SLOOF	

DETAIL KOLOM K3

ELVASI	UKURAN JUMLAH TULANGAN	BEGEL
	BALOK	
LI. 5 - LI. ATAP	TULANGAN UTAMA 6 D22 	
LI. 3 - LI. 4	TULANGAN UTAMA 8 D22 	
LI. SEMI BASE - LI. 2	TULANGAN UTAMA 10 D22 	
	SLOOF	

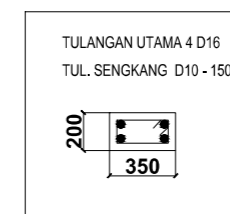
DETAIL KOLOM K4



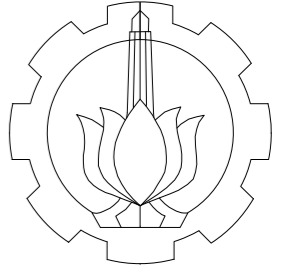
DETAIL KOLOM KR1

ELVASI	UKURAN JUMLAH TULANGAN	BEGEL
	BALOK	
LI. 5 - LI. ATAP	TULANGAN UTAMA 10 D19 	
LI. 3 - LI. 4	TULANGAN UTAMA 10 D19 	
LI. SEMI BASE - LI. 2	TULANGAN UTAMA 10 D19 	
	SLOOF	

DETAIL KOLOM K1



DETAIL KOLOM KR2



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

MATA KULIAH  
**TUGAS AKHIR TERAPAN**

JUDUL TUGAS AKHIR  
**EVALUASI DAN PERKUATAN  
 BANGUNAN GEDUNG HOTEL  
 SHAFIRA SURABAYA  
 MENGGUNAKAN BREISING  
 BAJA AKIBAT BEBAN GEMPA  
 SNI 1726:2019 DAN  
 PERSYARATAN BETON  
 STRUKTURAL SNI 2847:2019**

LOKASI PROYEK  
 Jalan Ahmad Yani No.119, Surabaya

DOSEN PEMBIMBING 1

**Ir., Raden Buyung A., ST., MT**  
 NIP. 19740203 200212 1 002

DOSEN PEMBIMBING 2

**Dr. Eng. Yuyun Tajunnisa., ST., MT**  
 NIP. 19780201 200604 2 002

NAMA MAHASISWA

**Ratu Gengsar Febrilian**  
 NRP. 10111710013004

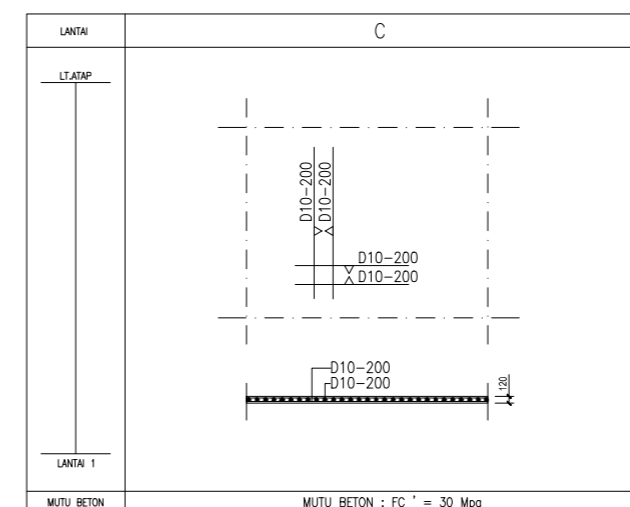
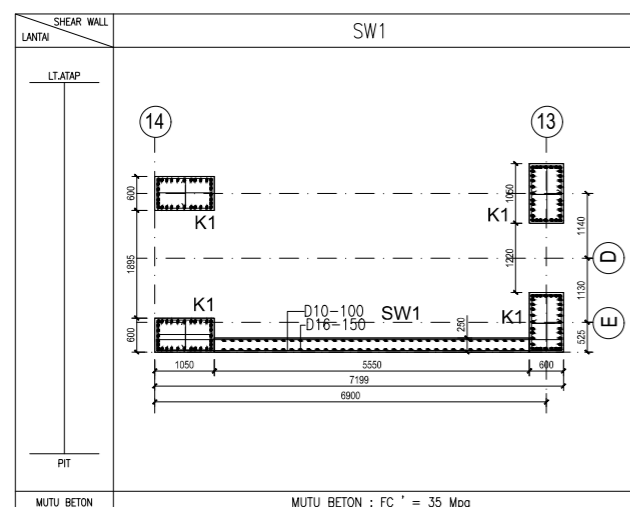
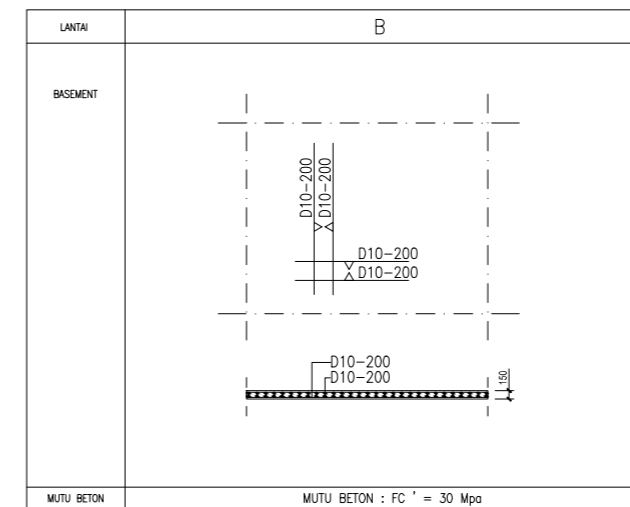
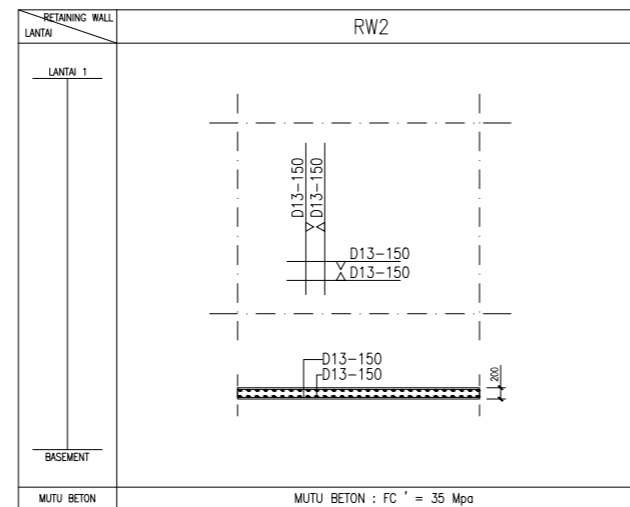
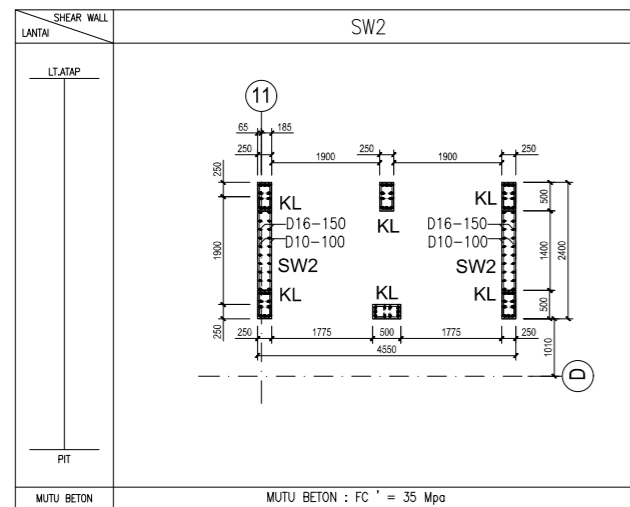
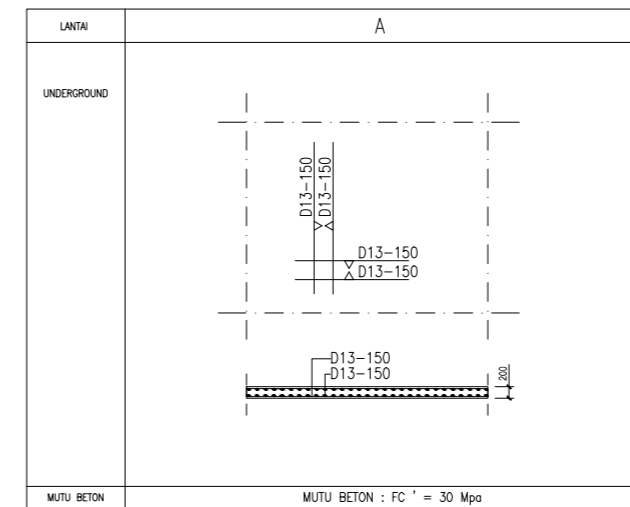
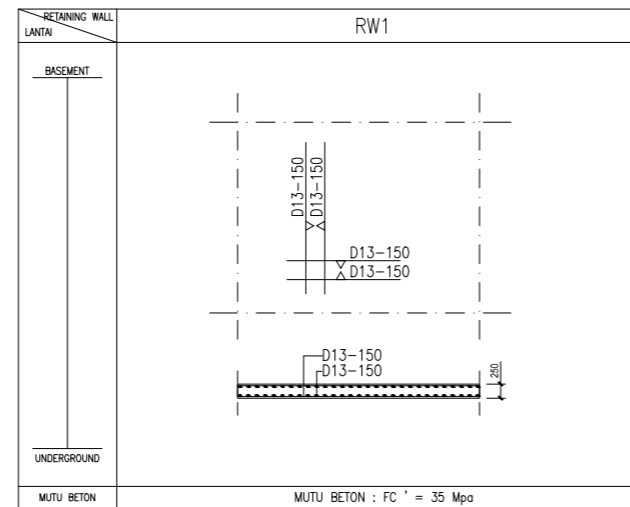
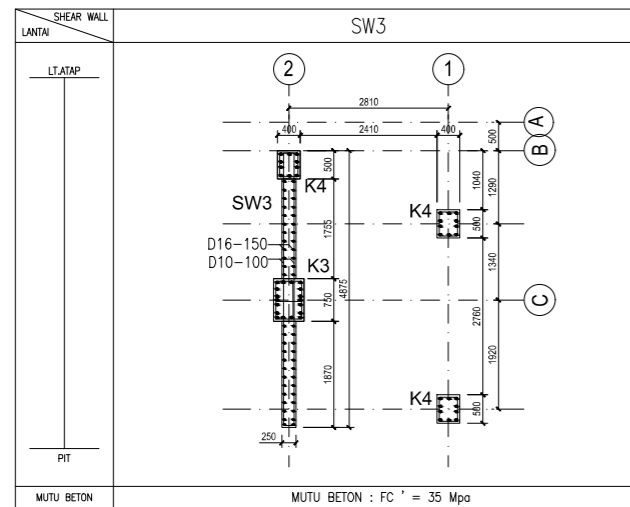
JUDUL GAMBAR  
**Detail Tulangan Shear  
 Wall dan Plat Lantai**

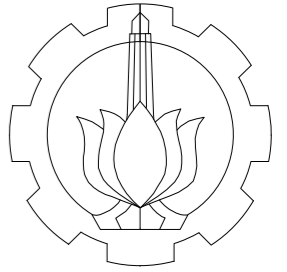
KETERANGAN

NOMOR GAMBAR      JUMLAH GAMBAR

**46**

**80**





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

MATA KULIAH  
TUGAS AKHIR TERAPAN

JUDUL TUGAS AKHIR  
**EVALUASI DAN PERKUATAN  
BANGUNAN GEDUNG HOTEL  
SHAFIRA SURABAYA  
MENGUNAKAN BREISING  
BAJA AKIBAT BEBAN GEMPA  
SNI 1726:2019 DAN  
PERSYARATAN BETON  
STRUKTURAL SNI 2847:2019**

LOKASI PROYEK  
Jalan Ahmad Yani No.119, Surabaya

DOSEN PEMBIMBING 1

**Ir., Raden Buyung A., ST., MT**  
NIP. 19740203 200212 1 002

DOSEN PEMBIMBING 2

**Dr. Eng. Yuyun Tajunnisa., ST., MT**  
NIP. 19780201 200604 2 002

NAMA MAHASISWA

**Ratu Gengsar Febrilian**  
NRP. 10111710013004

JUDUL GAMBAR

Detail Pile Cap P2

KETERANGAN

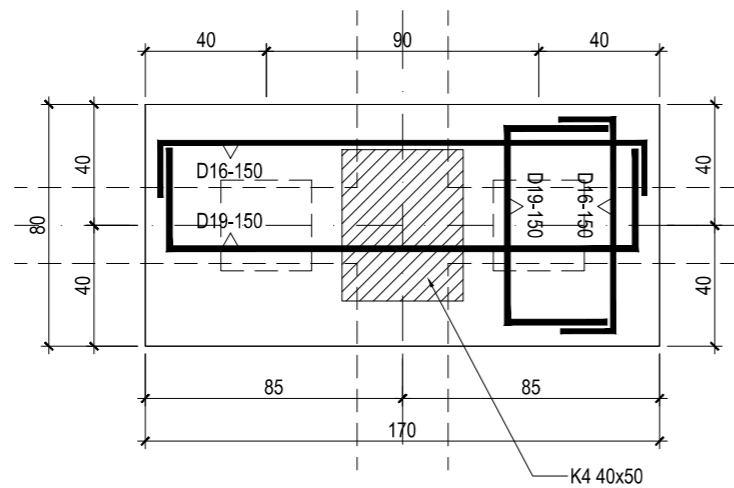
NOMOR GAMBAR      JUMLAH GAMBAR

47

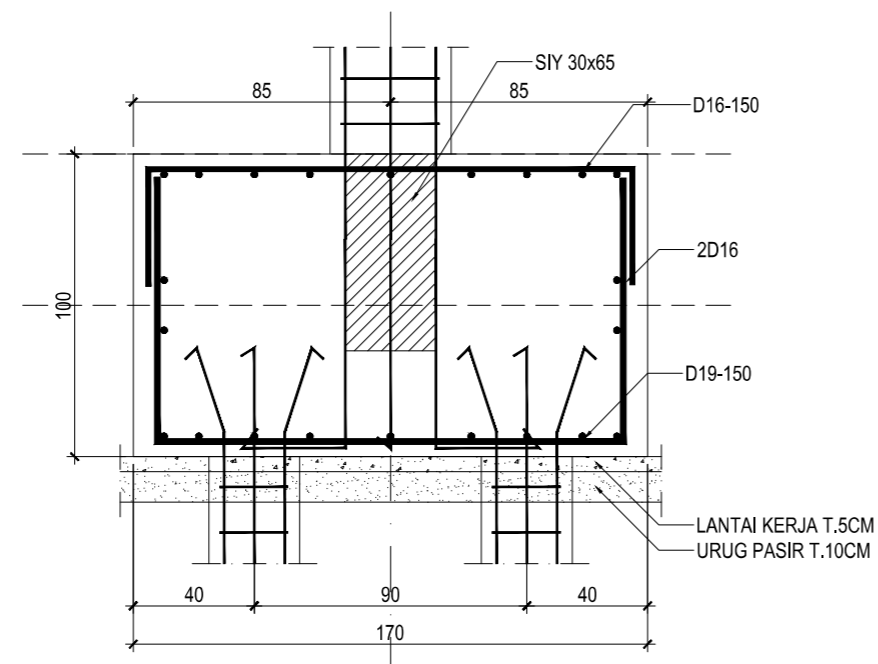
80

MUTU BETON :  
PILE CAP K350 (  $f_c'=30\text{mpa}$  )  
KOLOM & SW K400 (  $f_c'=35\text{mpa}$  )  
BALOK K350 (  $f_c'=30\text{mpa}$  )  
PLAT K350 (  $f_c'=30\text{mpa}$  )

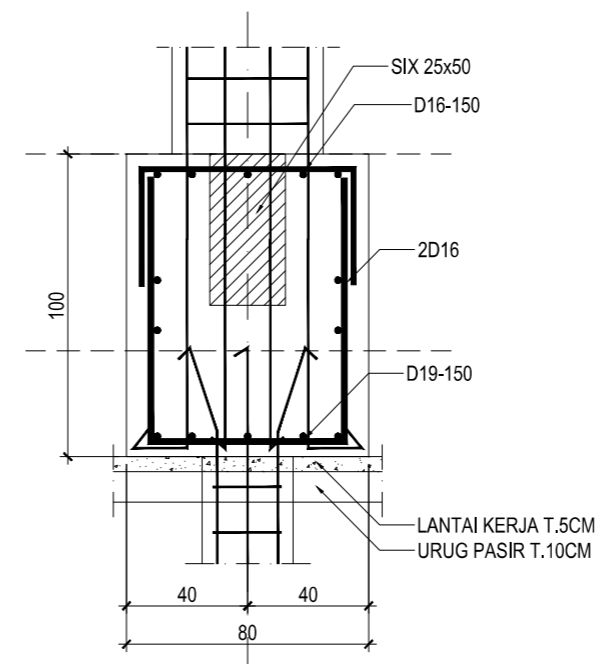
MUTU BAJA :  
TULANGAN POLOS BJTP U-24  
TULANGAN ULIR BJTD U-40



**P2**



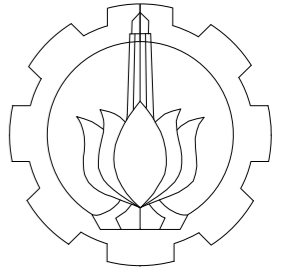
**POT. X**



**POT. Y**

**DETAIL PILECAP**

skala 1 : 25



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

MATA KULIAH  
**TUGAS AKHIR TERAPAN**

JUDUL TUGAS AKHIR  
**EVALUASI DAN PERKUATAN  
 BANGUNAN GEDUNG HOTEL  
 SHAFIRA SURABAYA  
 MENGGUNAKAN BREISING  
 BAJA AKIBAT BEBAN GEMPA  
 SNI 1726:2019 DAN  
 PERSYARATAN BETON  
 STRUKTURAL SNI 2847:2019**

LOKASI PROYEK  
 Jalan Ahmad Yani No.119, Surabaya

DOSEN PEMBIMBING 1

**Ir., Raden Buyung A., ST., MT**  
 NIP. 19740203 200212 1 002

DOSEN PEMBIMBING 2

**Dr. Eng. Yuyun Tajunnisa., ST., MT**  
 NIP. 19780201 200604 2 002

NAMA MAHASISWA

**Ratu Gengsar Febrilian**  
 NRP. 10111710013004

JUDUL GAMBAR  
**Detail Pile Cap P3'**

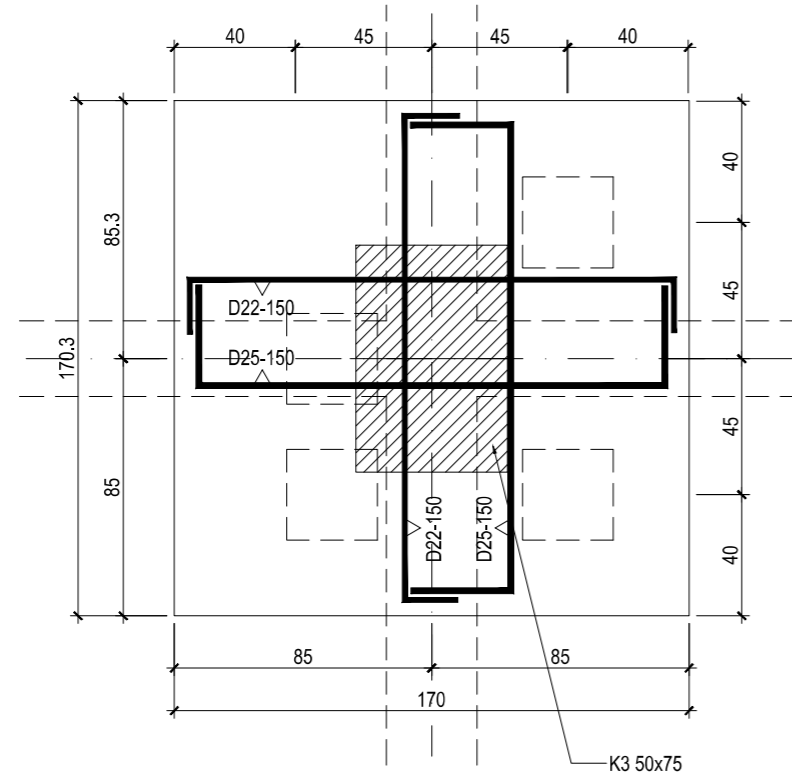
KETERANGAN

NOMOR GAMBAR      JUMLAH GAMBAR

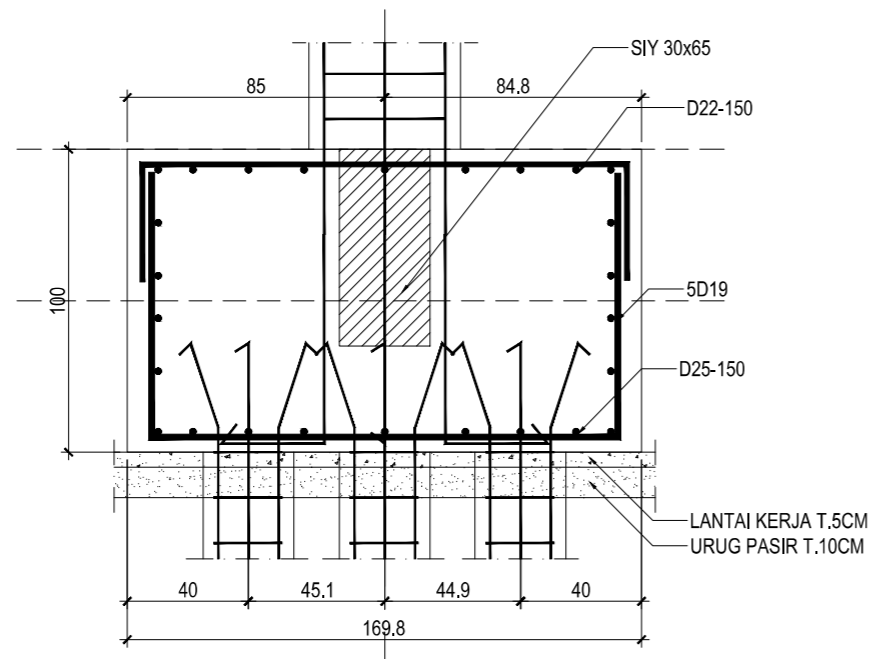
**48**

**80**

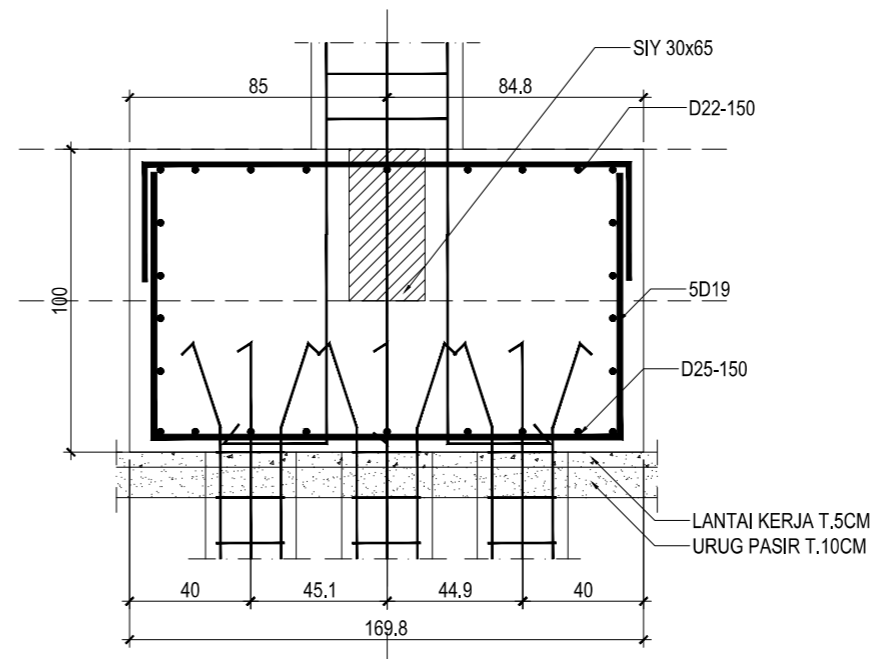
MUTU BETON :  
 PILE CAP K350 (  $f_c'=30\text{mpa}$  )  
 KOLOM & SW K400 (  $f_c'=35\text{mpa}$  )  
 BALOK K350 (  $f_c'=30\text{mpa}$  )  
 PLAT K350 (  $f_c'=30\text{mpa}$  )  
 MUTU BAJA :  
 TULANGAN POLOS BJTP U-24  
 TULANGAN ULIR BJTD U-40



**P3'**



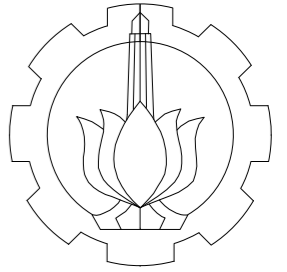
**POT. X**



**POT. Y**

**DETAIL PILECAP**

skala 1 : 25



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

MATA KULIAH  
**TUGAS AKHIR TERAPAN**

JUDUL TUGAS AKHIR  
**EVALUASI DAN PERKUATAN  
 BANGUNAN GEDUNG HOTEL  
 SHAFIRA SURABAYA  
 MENGGUNAKAN BREISING  
 BAJA AKIBAT BEBAN GEMPA  
 SNI 1726:2019 DAN  
 PERSYARATAN BETON  
 STRUKTURAL SNI 2847:2019**

LOKASI PROYEK  
 Jalan Ahmad Yani No.119, Surabaya

DOSEN PEMBIMBING 1

**Ir., Raden Buyung A., ST., MT**  
 NIP. 19740203 200212 1 002

DOSEN PEMBIMBING 2

**Dr. Eng. Yuyun Tajunnisa., ST., MT**  
 NIP. 19780201 200604 2 002

NAMA MAHASISWA

**Ratu Gengsar Febrilian**  
 NRP. 10111710013004

JUDUL GAMBAR  
**Detail Pile Cap P3**

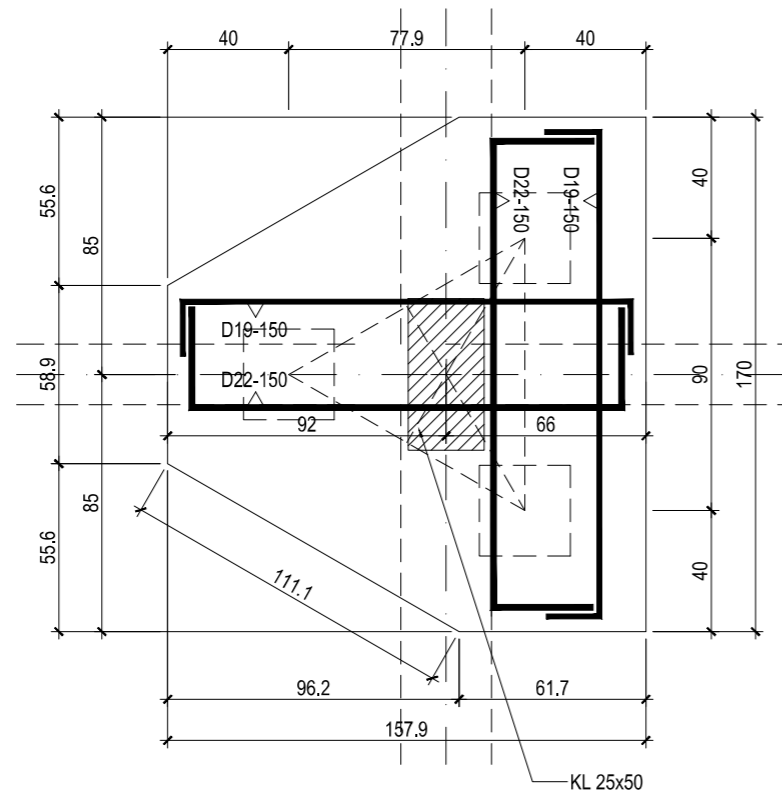
KETERANGAN

NOMOR GAMBAR      JUMLAH GAMBAR

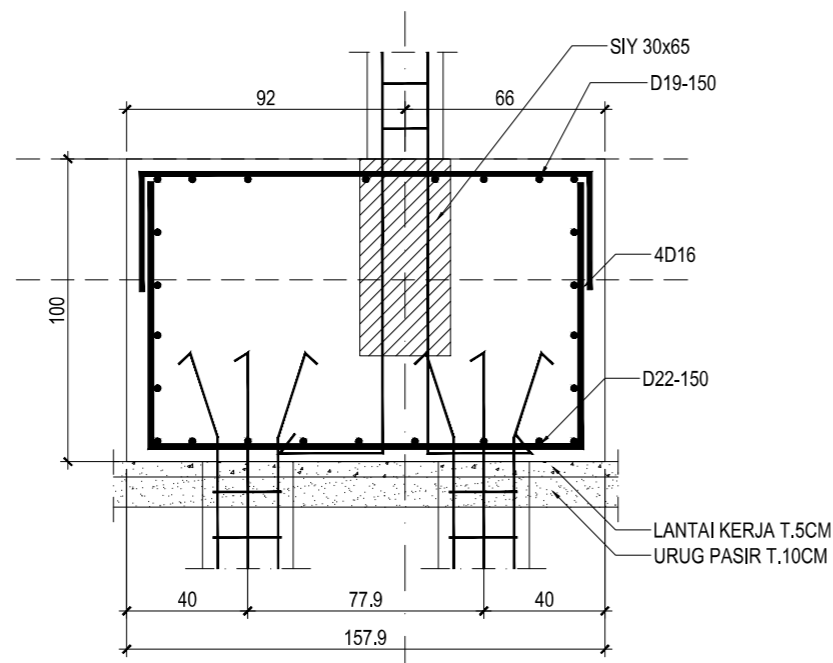
**49**

**80**

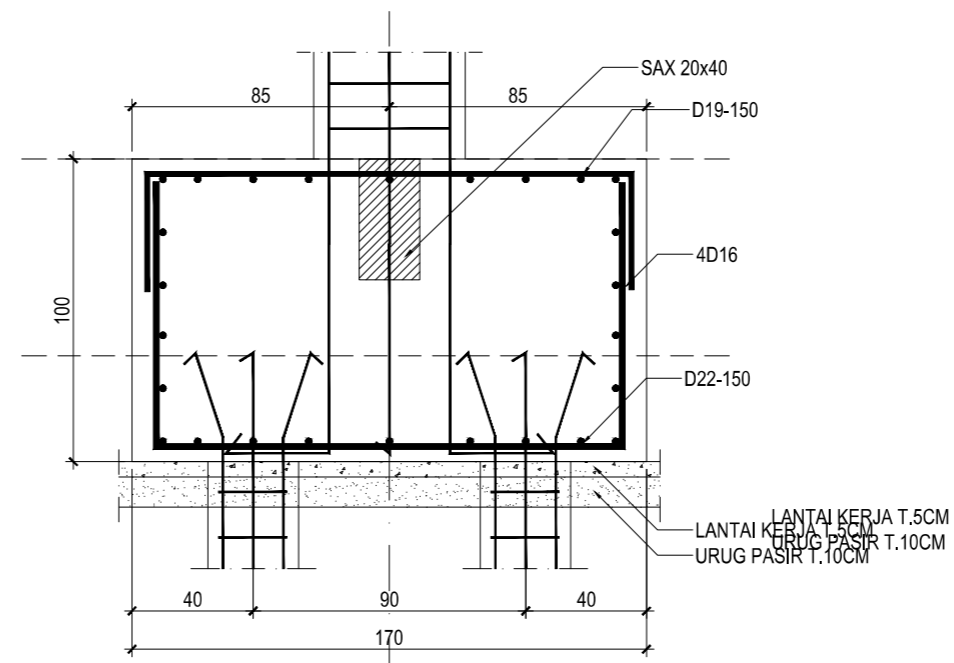
MUTU BETON :  
 PILE CAP K350 (  $f_c'=30\text{mpa}$  )  
 KOLOM & SW K400 (  $f_c'=35\text{mpa}$  )  
 BALOK K350 (  $f_c'=30\text{mpa}$  )  
 PLAT K350 (  $f_c'=30\text{mpa}$  )  
 MUTU BAJA :  
 TULANGAN POLOS BJTP U-24  
 TULANGAN ULIR BJTD U-40



**P3**



**POT. X**

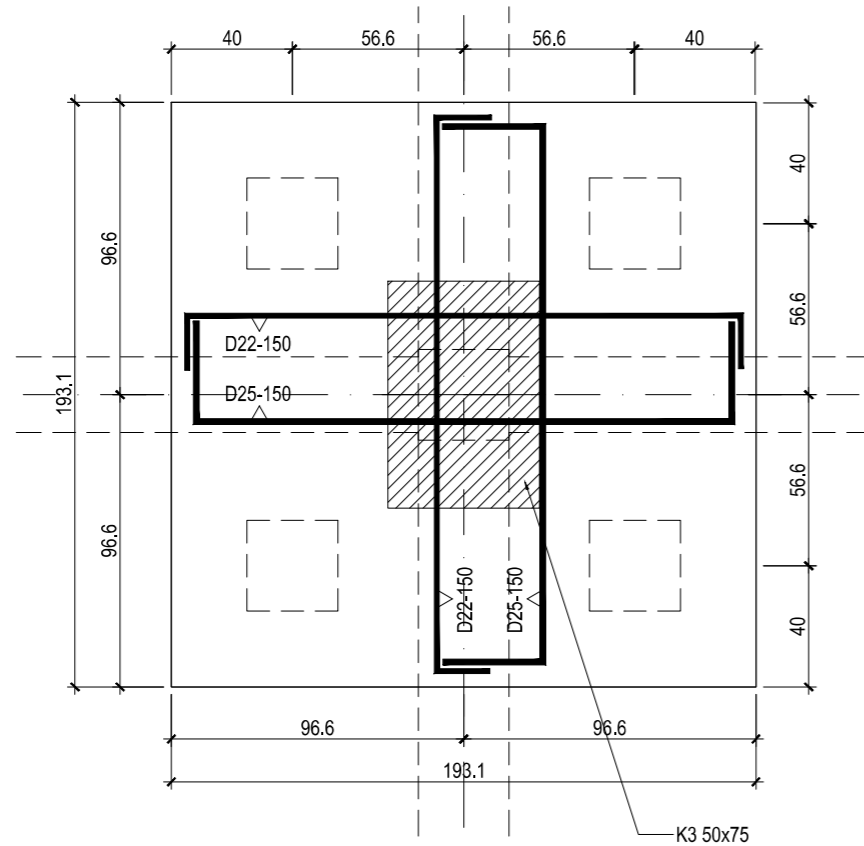


**POT. Y**

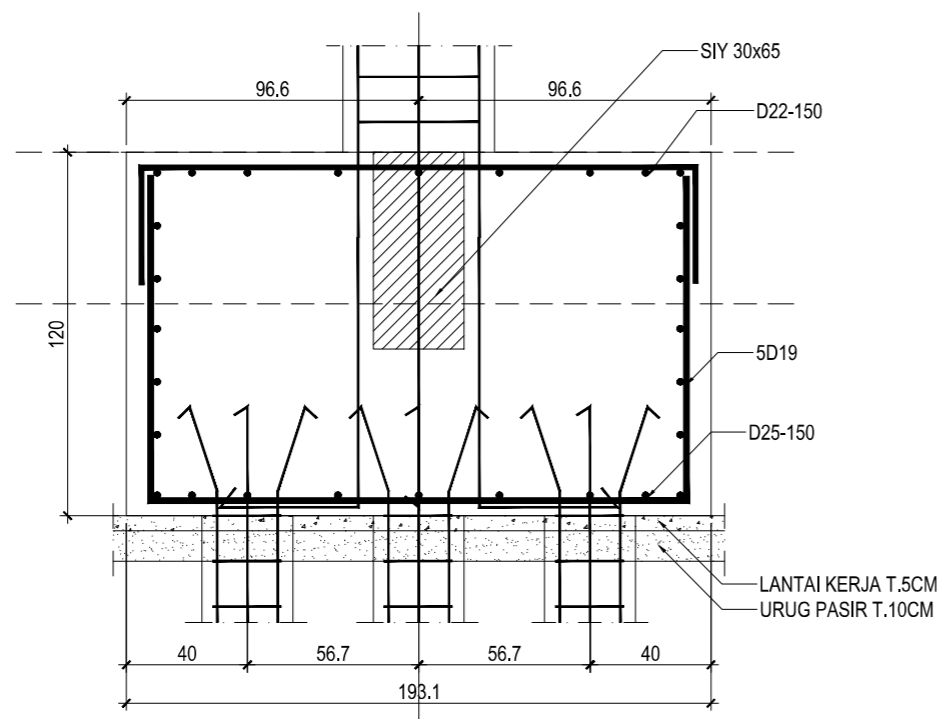
**DETAIL PILECAP**

skala 1 : 25

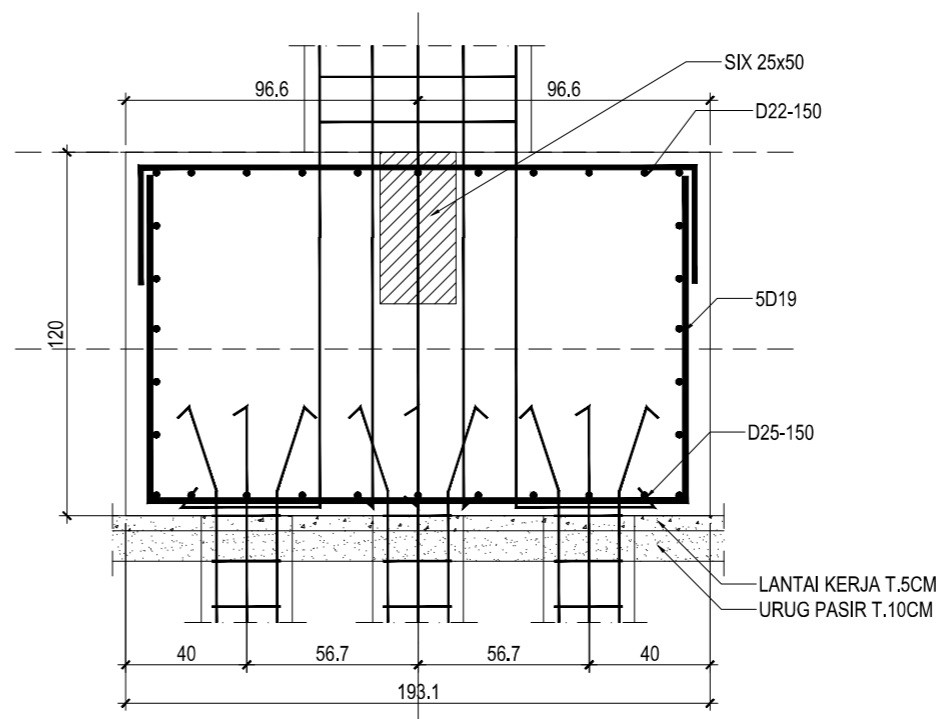




P5

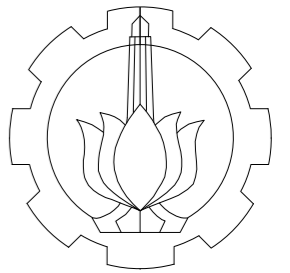


POT. X



POT. Y

MUTU BETON :  
 PILE CAP K350 (  $f_c'=30\text{mpa}$  )  
 KOLOM & SW K400 (  $f_c'=35\text{mpa}$  )  
 BALOK K350 (  $f_c'=30\text{mpa}$  )  
 PLAT K350 (  $f_c'=30\text{mpa}$  )  
 MUTU BAJA :  
 TULANGAN POLOS BJTP U-24  
 TULANGAN ULIR BJTD U-40



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

MATA KULIAH  
 TUGAS AKHIR TERAPAN

JUDUL TUGAS AKHIR  
 EVALUASI DAN PERKUATAN  
 BANGUNAN GEDUNG HOTEL  
 SHAFIRA SURABAYA  
 MENGGUNAKAN BREISING  
 BAJA AKIBAT BEBAN GEMPA  
 SNI 1726:2019 DAN  
 PERSYARATAN BETON  
 STRUKTURAL SNI 2847:2019

LOKASI PROYEK  
 Jalan Ahmad Yani No.119, Surabaya

DOSEN PEMBIMBING 1

**Ir., Raden Buyung A., ST., MT**  
 NIP. 19740203 200212 1 002

DOSEN PEMBIMBING 2

**Dr. Eng. Yuyun Tajunnisa., ST., MT**  
 NIP. 19780201 200604 2 002

NAMA MAHASISWA

**Ratu Gengsar Febrilian**  
 NRP. 10111710013004

JUDUL GAMBAR  
 Detail Pile Cap P5

KETERANGAN

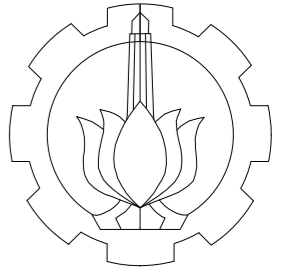
NOMOR GAMBAR      JUMLAH GAMBAR

50

80

**DETAIL PILECAP**

skala 1 : 25



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

MATA KULIAH  
**TUGAS AKHIR TERAPAN**

JUDUL TUGAS AKHIR  
**EVALUASI DAN PERKUATAN  
 BANGUNAN GEDUNG HOTEL  
 SHAFIRA SURABAYA  
 MENGGUNAKAN BREISING  
 BAJA AKIBAT BEBAN GEMPA  
 SNI 1726:2019 DAN  
 PERSYARATAN BETON  
 STRUKTURAL SNI 2847:2019**

LOKASI PROYEK  
 Jalan Ahmad Yani No.119, Surabaya

DOSEN PEMBIMBING 1

**Ir., Raden Buyung A., ST., MT**  
 NIP. 19740203 200212 1 002

DOSEN PEMBIMBING 2

**Dr. Eng. Yuyun Tajunnisa., ST., MT**  
 NIP. 19780201 200604 2 002

NAMA MAHASISWA

**Ratu Gengsar Febrilian**  
 NRP. 10111710013004

JUDUL GAMBAR  
**Detail Pile Cap P6**

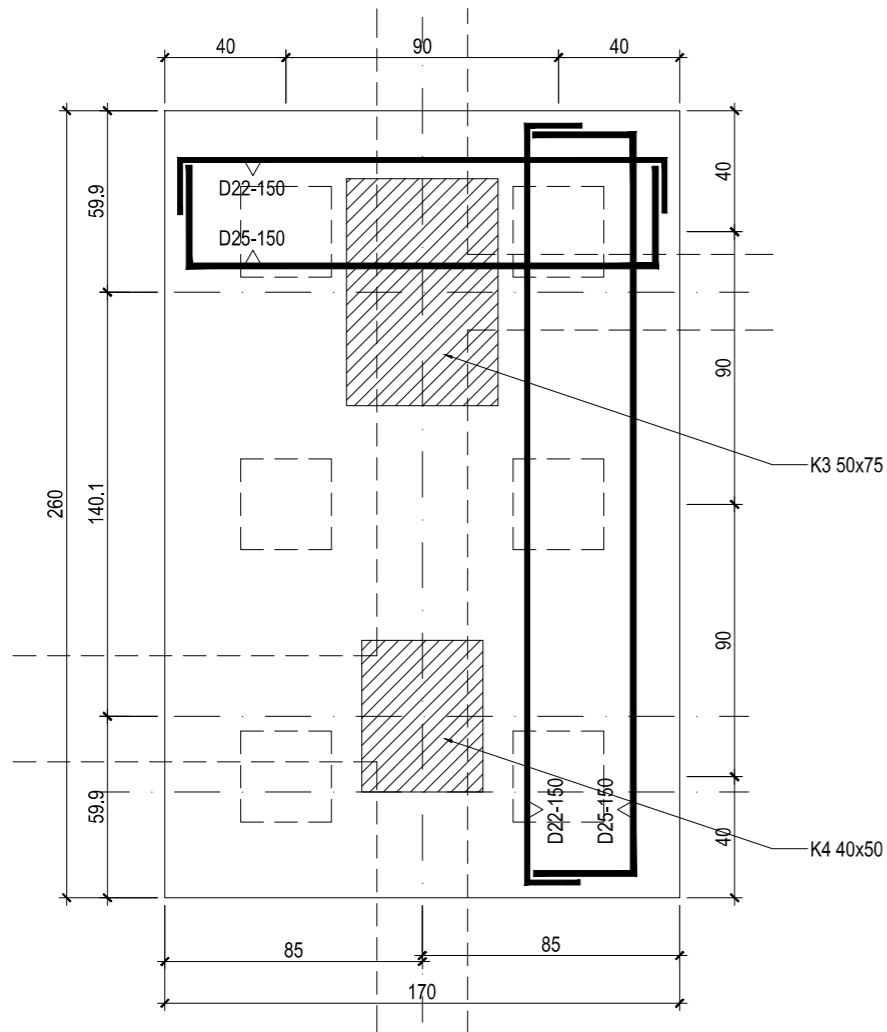
KETERANGAN

NOMOR GAMBAR      JUMLAH GAMBAR

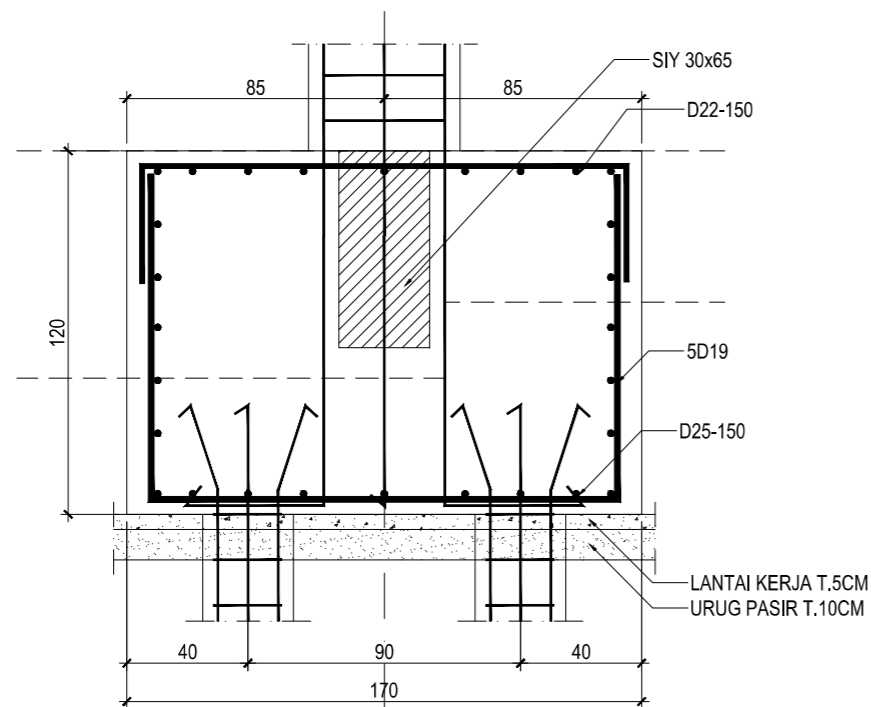
**51**

**80**

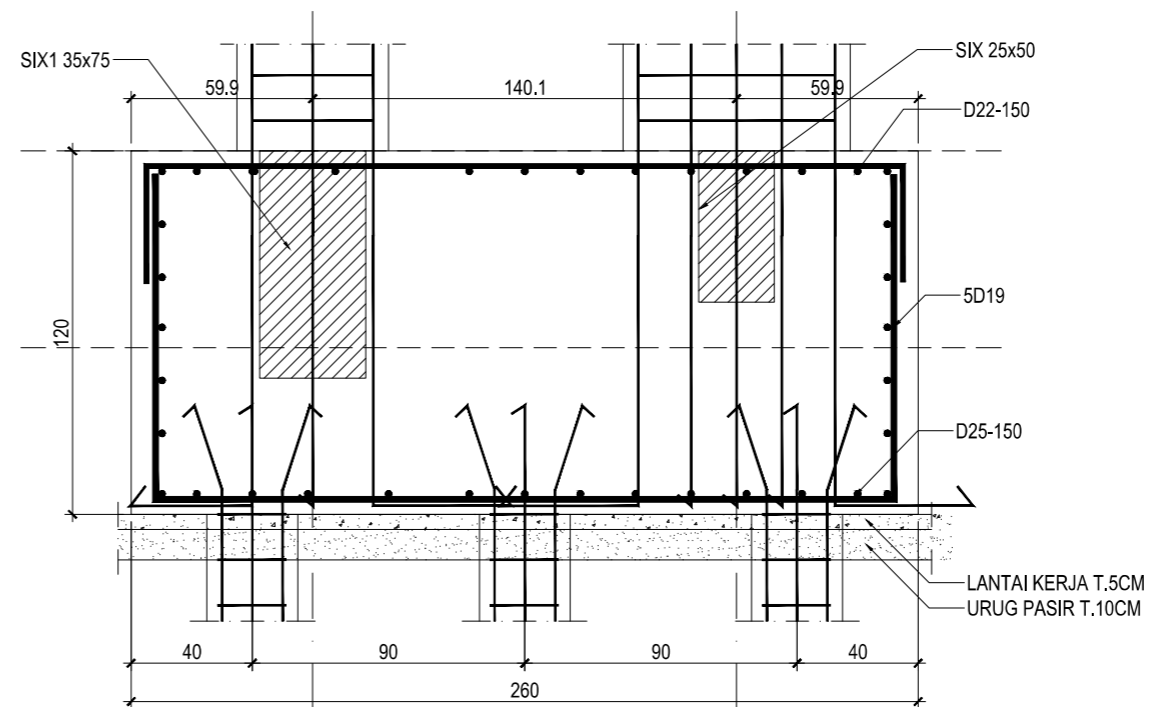
MUTU BETON :  
 PILE CAP K350 (  $f_c'=30\text{mpa}$  )  
 KOLOM & SW K400 (  $f_c'=35\text{mpa}$  )  
 BALOK K350 (  $f_c'=30\text{mpa}$  )  
 PLAT K350 (  $f_c'=30\text{mpa}$  )  
 MUTU BAJA :  
 TULANGAN POLOS BJTP U-24  
 TULANGAN ULIR BJTD U-40



**P6**



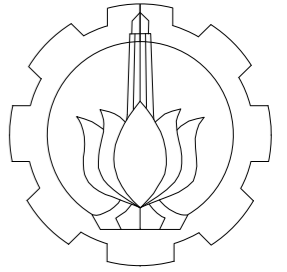
**POT. X**



**POT. Y**

**DETAIL PILECAP**

skala 1 : 25



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

MATA KULIAH  
**TUGAS AKHIR TERAPAN**

JUDUL TUGAS AKHIR  
**EVALUASI DAN PERKUATAN  
 BANGUNAN GEDUNG HOTEL  
 SHAFIRA SURABAYA  
 MENGGUNAKAN BREISING  
 BAJA AKIBAT BEBAN GEMPA  
 SNI 1726:2019 DAN  
 PERSYARATAN BETON  
 STRUKTURAL SNI 2847:2019**

LOKASI PROYEK  
 Jalan Ahmad Yani No.119, Surabaya

DOSEN PEMBIMBING 1

**Ir., Raden Buyung A., ST., MT**  
 NIP. 19740203 200212 1 002

DOSEN PEMBIMBING 2

**Dr. Eng. Yuyun Tajunnisa., ST., MT**  
 NIP. 19780201 200604 2 002

NAMA MAHASISWA

**Ratu Gengsar Febrilian**  
 NRP. 10111710013004

JUDUL GAMBAR  
**Detail Pile Cap P8**

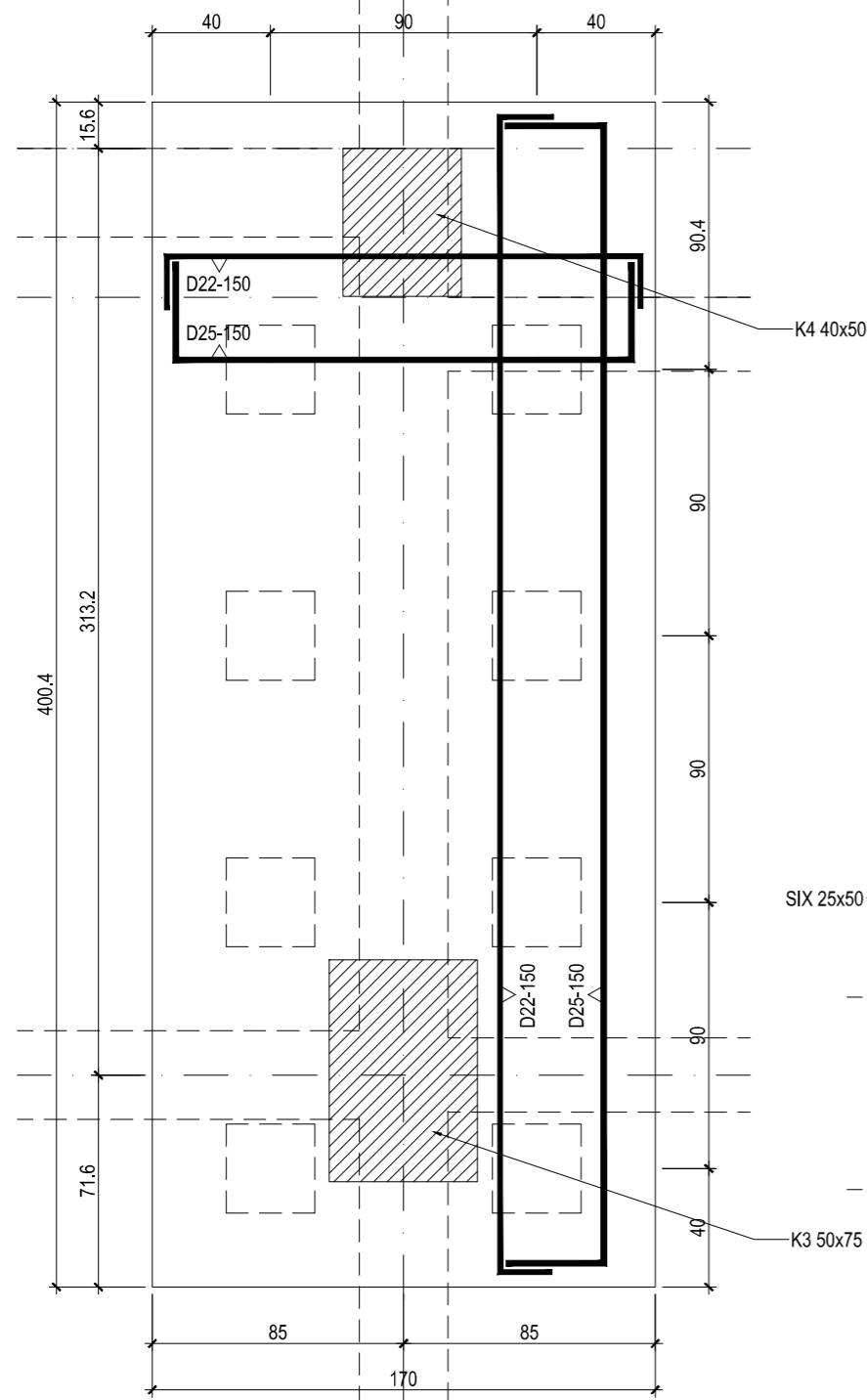
KETERANGAN

NOMOR GAMBAR      JUMLAH GAMBAR

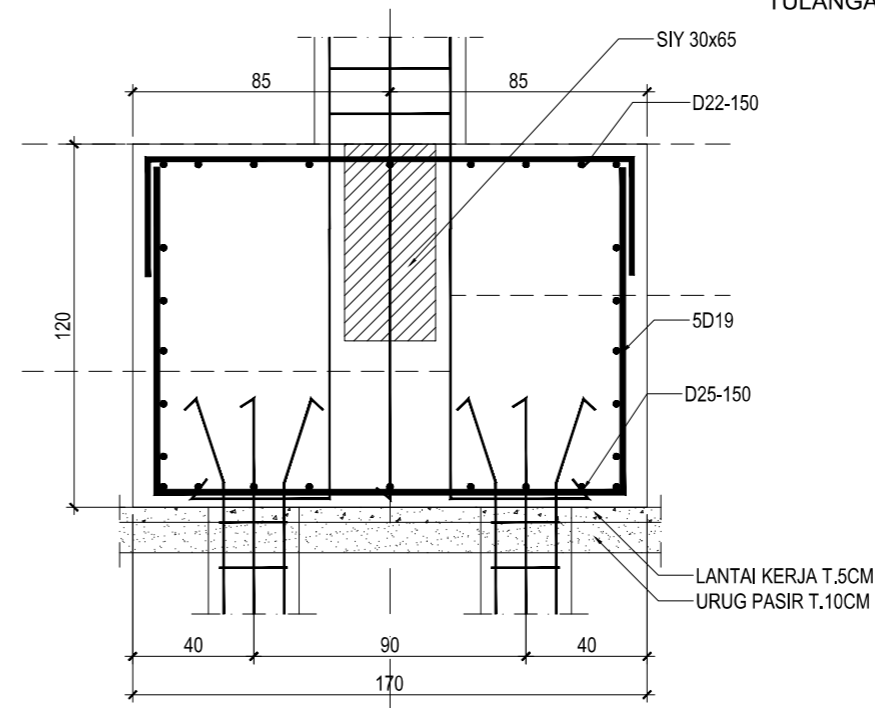
**52**

**80**

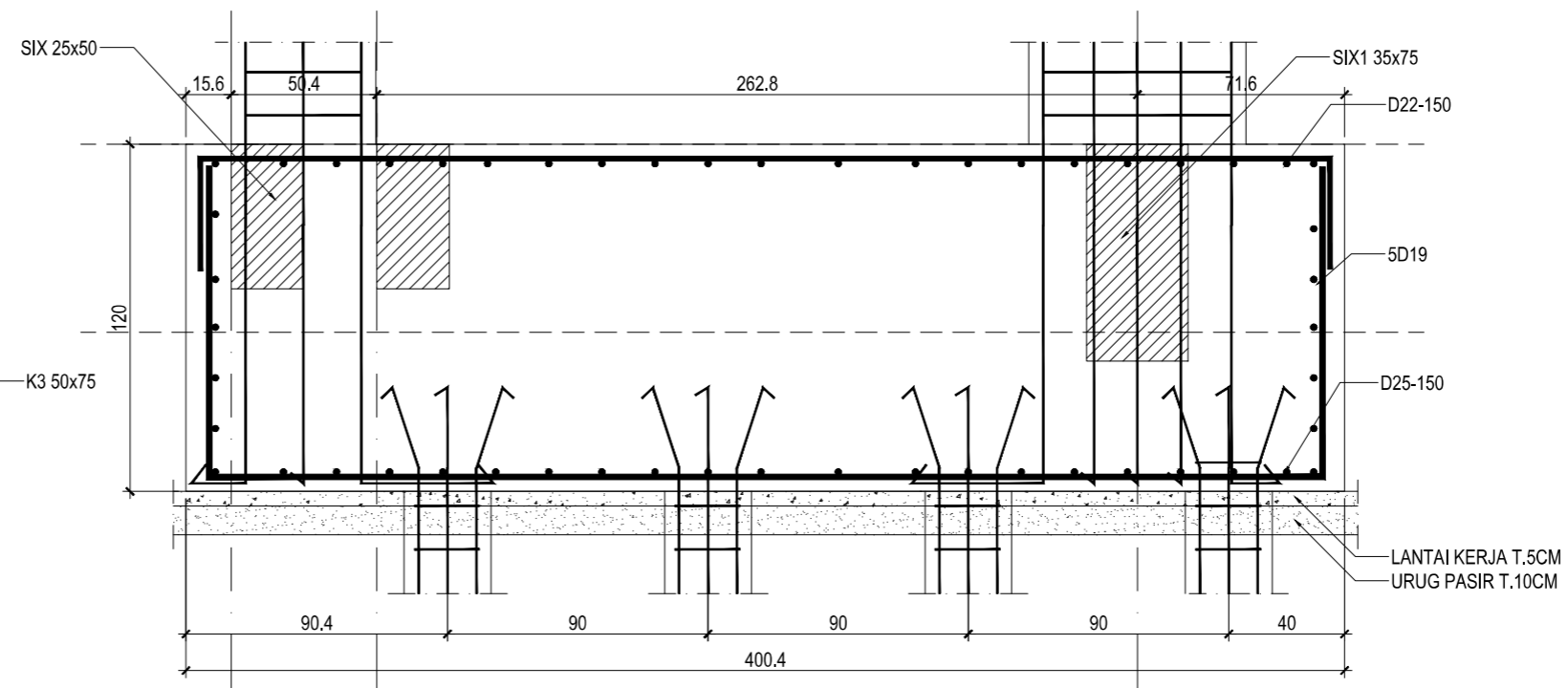
MUTU BETON :  
 PILE CAP K350 ( fc'=30mpa )  
 KOLOM & SW K400 ( fc'=35mpa )  
 BALOK K350 ( fc'=30mpa )  
 PLAT K350 ( fc'=30mpa )  
 MUTU BAJA :  
 TULANGAN POLOS BJTP U-24  
 TULANGAN ULIR BJTD U-40



**P8**



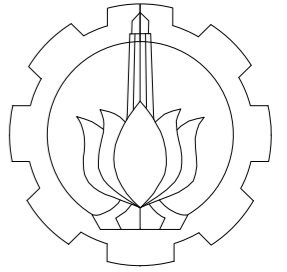
**POT. X**



**POT. Y**

**DETAIL PILECAP**

skala 1 : 25



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

MATA KULIAH  
**TUGAS AKHIR TERAPAN**

JUDUL TUGAS AKHIR  
**EVALUASI DAN PERKUATAN  
 BANGUNAN GEDUNG HOTEL  
 SHAFIRA SURABAYA  
 MENGGUNAKAN BREISING  
 BAJA AKIBAT BEBAN GEMPA  
 SNI 1726:2019 DAN  
 PERSYARATAN BETON  
 STRUKTURAL SNI 2847:2019**

LOKASI PROYEK  
 Jalan Ahmad Yani No.119, Surabaya

DOSEN PEMBIMBING 1

**Ir., Raden Buyung A., ST., MT**  
 NIP. 19740203 200212 1 002

DOSEN PEMBIMBING 2

**Dr. Eng. Yuyun Tajunnisa., ST., MT**  
 NIP. 19780201 200604 2 002

NAMA MAHASISWA

**Ratu Gengsar Febrilian**  
 NRP. 10111710013004

JUDUL GAMBAR  
**Detail Pile Cap P9**

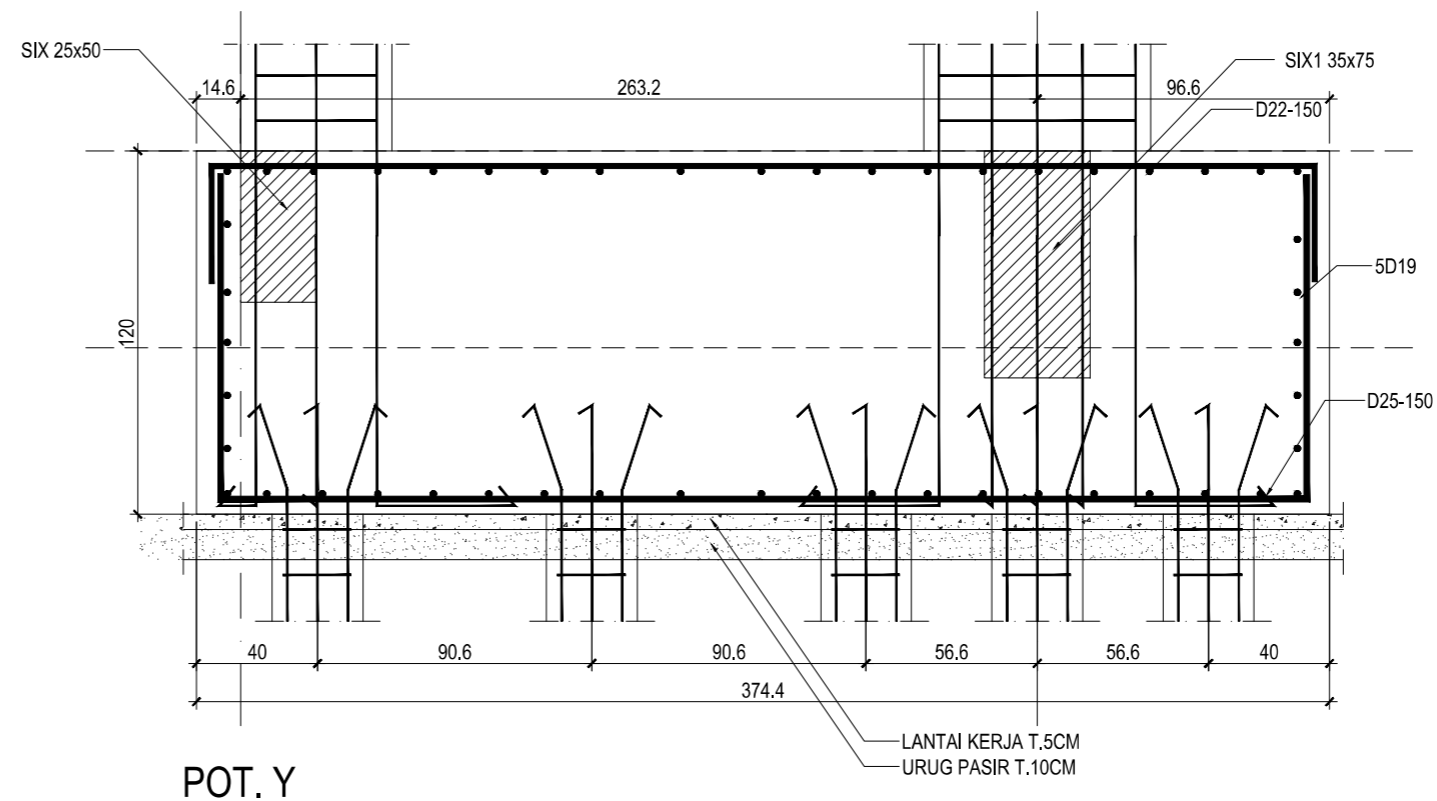
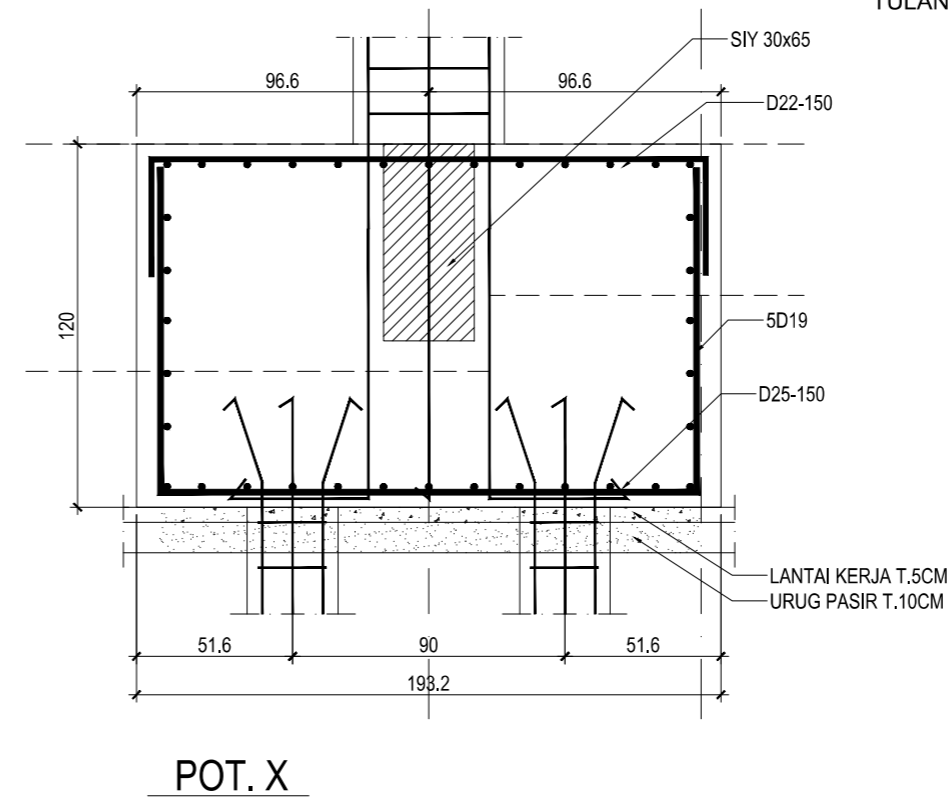
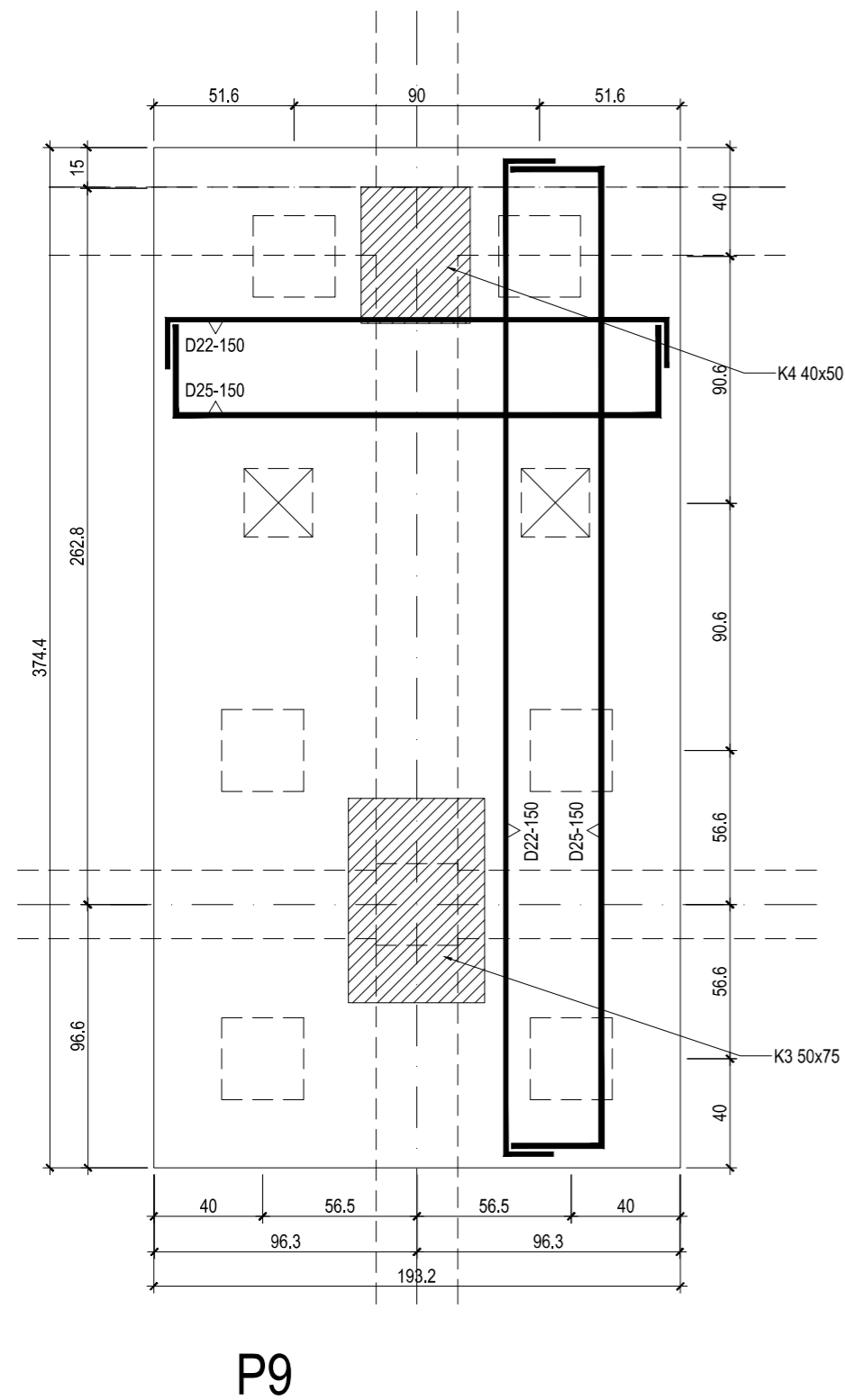
KETERANGAN

NOMOR GAMBAR      JUMLAH GAMBAR

**53**

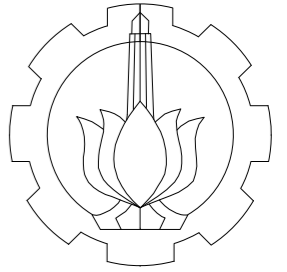
**80**

MUTU BETON :  
 PILE CAP K350 (  $f_c'=30\text{mpa}$  )  
 KOLOM & SW K400 (  $f_c'=35\text{mpa}$  )  
 BALOK K350 (  $f_c'=30\text{mpa}$  )  
 PLAT K350 (  $f_c'=30\text{mpa}$  )  
 MUTU BAJA :  
 TULANGAN POLOS BJTP U-24  
 TULANGAN ULIR BJTD U-40



**DETAIL PILECAP**

skala 1 : 25



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

MATA KULIAH  
**TUGAS AKHIR TERAPAN**

JUDUL TUGAS AKHIR  
**EVALUASI DAN PERKUATAN  
 BANGUNAN GEDUNG HOTEL  
 SHAFIRA SURABAYA  
 MENGGUNAKAN BREISING  
 BAJA AKIBAT BEBAN GEMPA  
 SNI 1726:2019 DAN  
 PERSYARATAN BETON  
 STRUKTURAL SNI 2847:2019**

LOKASI PROYEK  
 Jalan Ahmad Yani No.119, Surabaya

DOSEN PEMBIMBING 1

**Ir., Raden Buyung A., ST., MT**  
 NIP. 19740203 200212 1 002

DOSEN PEMBIMBING 2

**Dr. Eng. Yuyun Tajunnisa., ST., MT**  
 NIP. 19780201 200604 2 002

NAMA MAHASISWA

**Ratu Gengsar Febrilian**  
 NRP. 10111710013004

JUDUL GAMBAR  
**Detail Pile Cap P10**

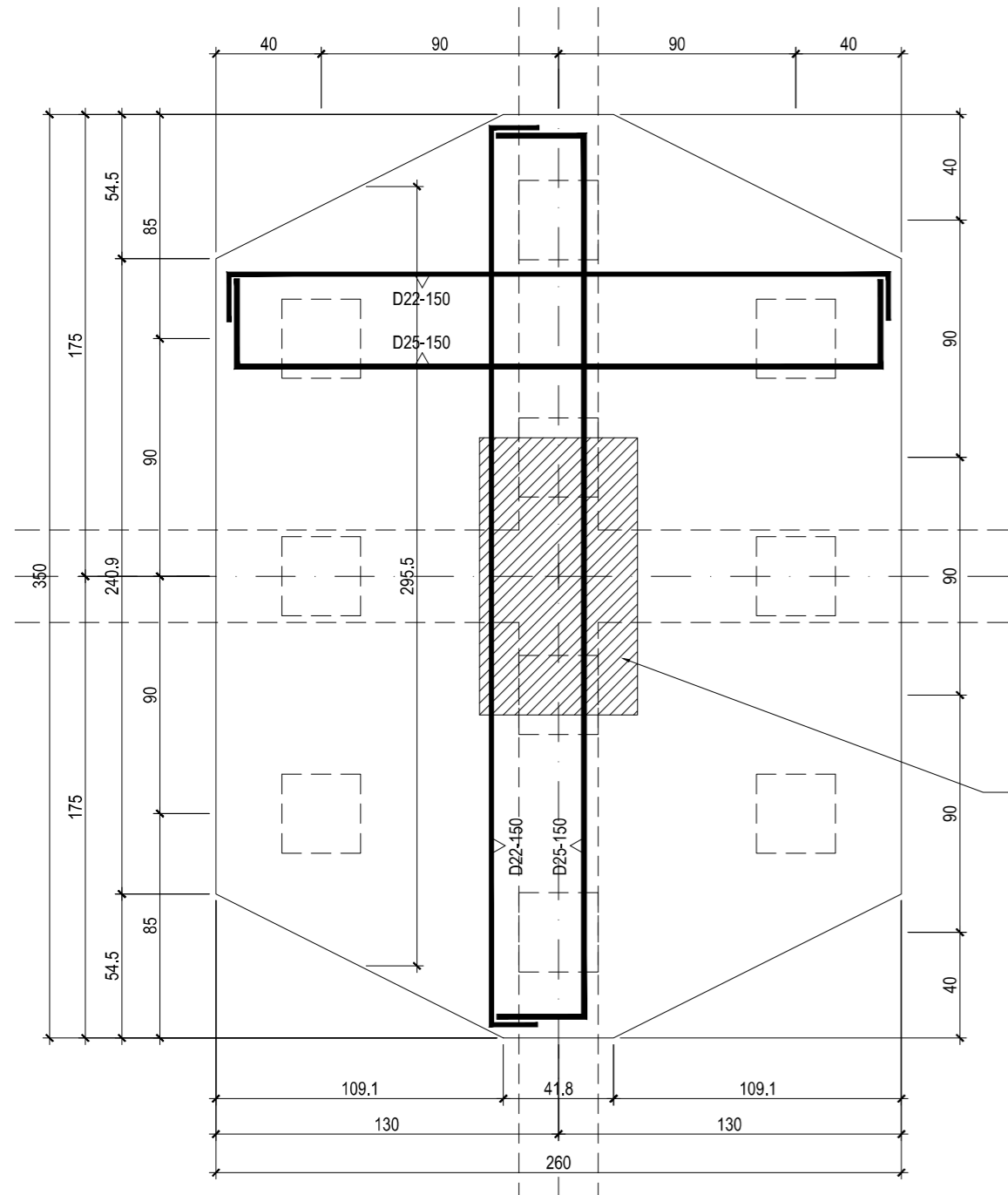
KETERANGAN

NOMOR GAMBAR      JUMLAH GAMBAR

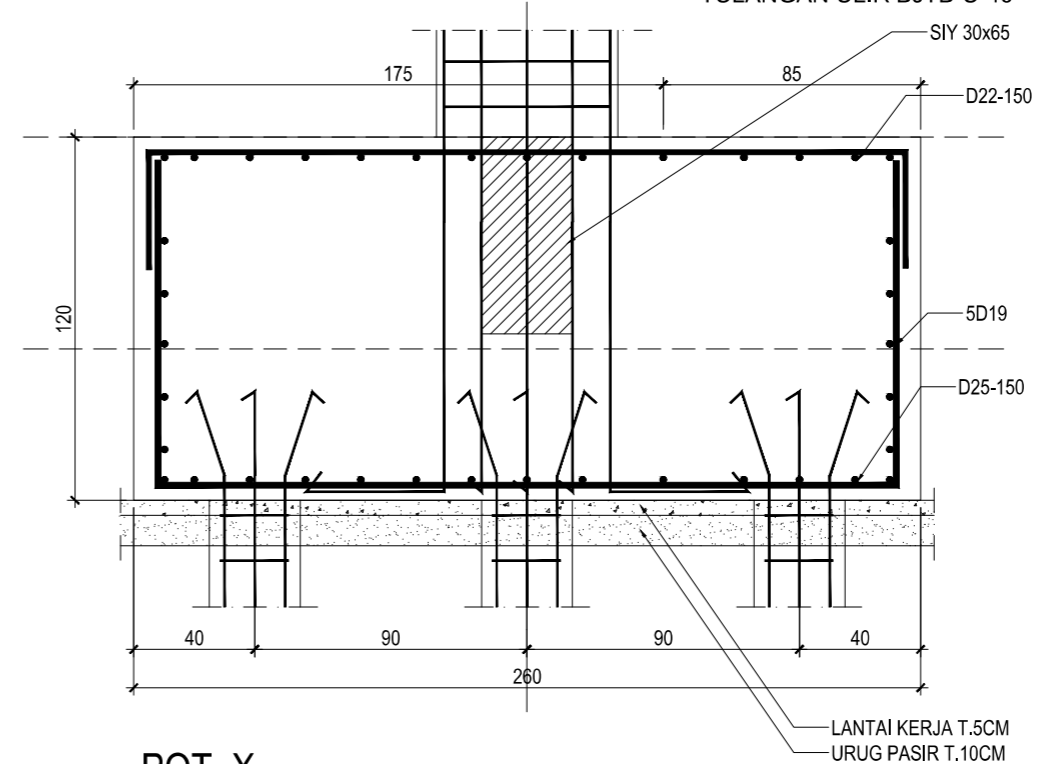
**54**

**80**

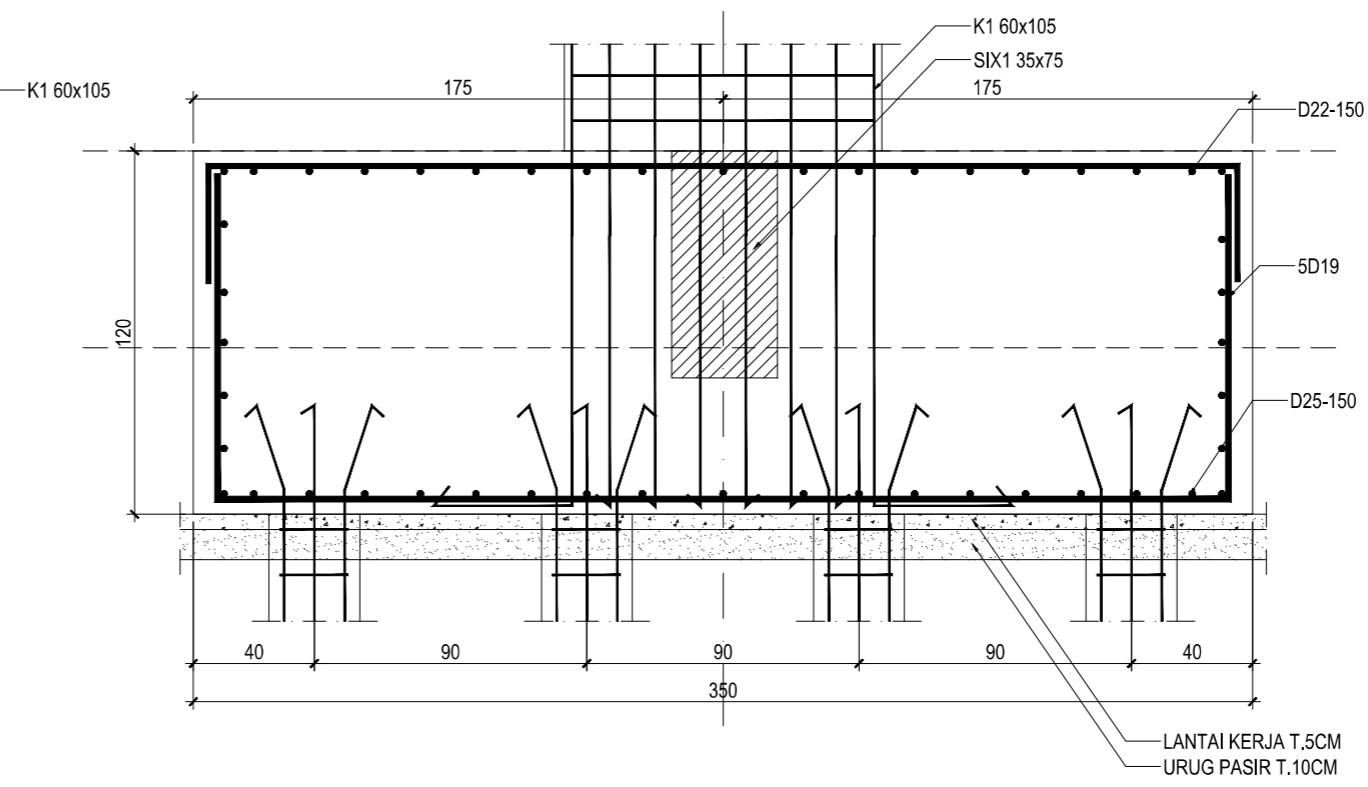
MUTU BETON :  
 PILE CAP K350 (  $f_c'=30\text{mpa}$  )  
 KOLOM & SW K400 (  $f_c'=35\text{mpa}$  )  
 BALOK K350 (  $f_c'=30\text{mpa}$  )  
 PLAT K350 (  $f_c'=30\text{mpa}$  )  
 MUTU BAJA :  
 TULANGAN POLOS BJTP U-24  
 TULANGAN ULIR BJTD U-40



**P10**



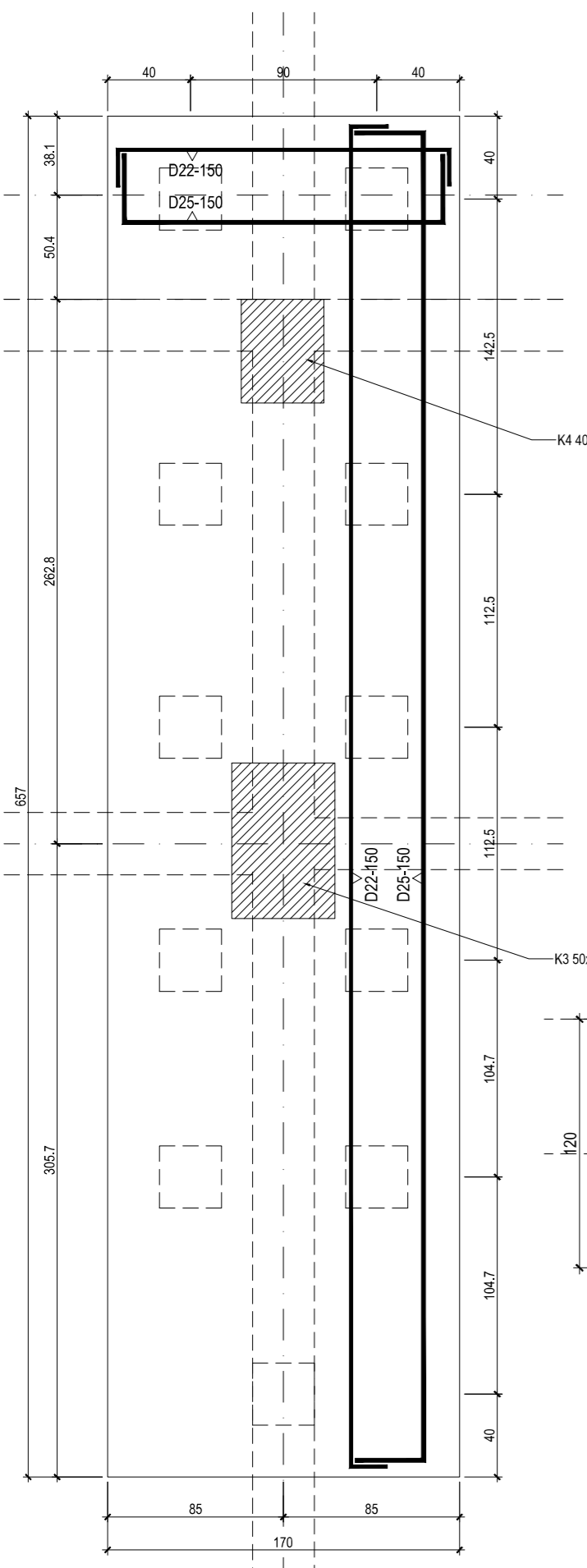
**POT. X**



**POT. Y**

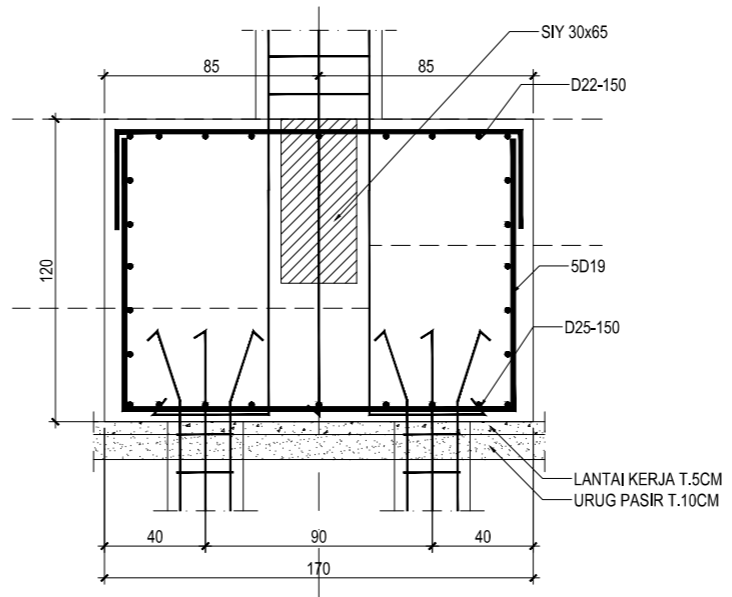
**DETAIL PILECAP**

skala 1 : 25

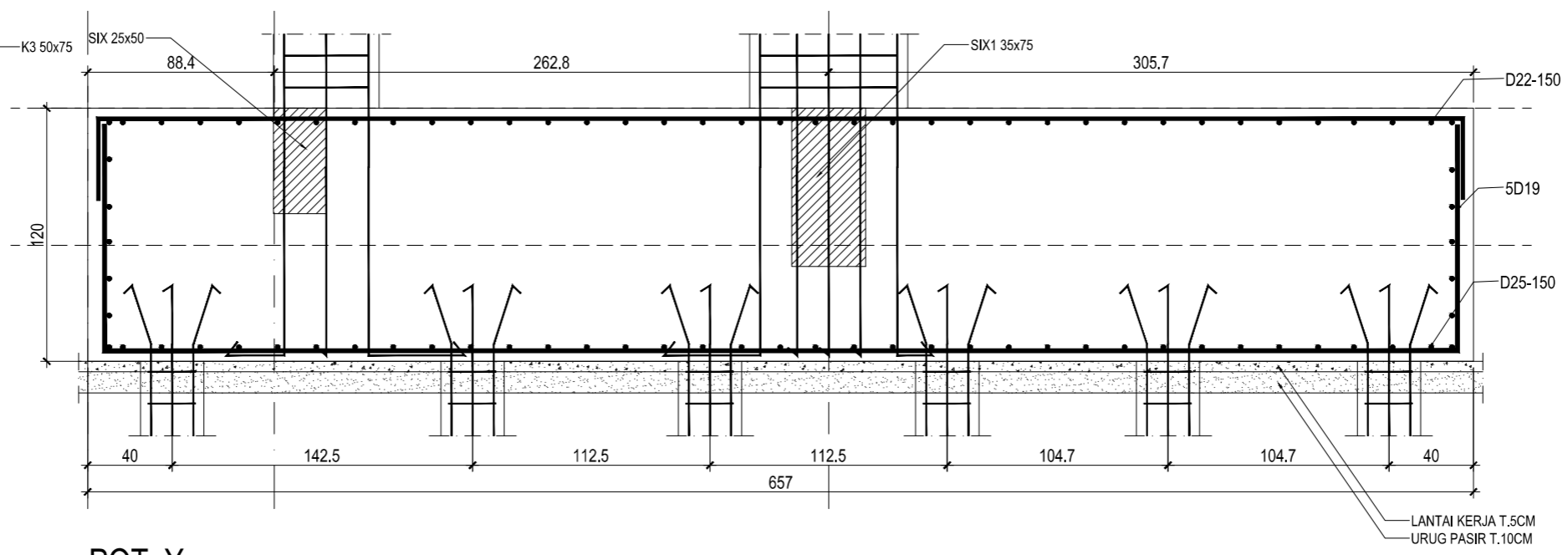


**P11**

MUTU BETON :  
 PILE CAP K350 (  $f_c'=30\text{mpa}$  )  
 KOLOM & SW K400 (  $f_c'=35\text{mpa}$  )  
 BALOK K350 (  $f_c'=30\text{mpa}$  )  
 PLAT K350 (  $f_c'=30\text{mpa}$  )  
 MUTU BAJA :  
 TULANGAN POLOS BJTP U-24  
 TULANGAN ULIR BJTD U-40

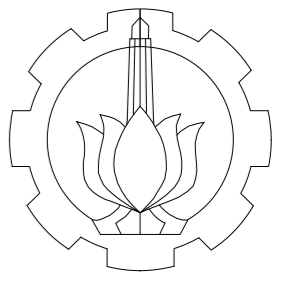


**POT. X**



**POT. Y**

**DETAIL PILECAP**  
 skala 1 : 30



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

MATA KULIAH  
**TUGAS AKHIR TERAPAN**

JUDUL TUGAS AKHIR  
**EVALUASI DAN PERKUATAN  
 BANGUNAN GEDUNG HOTEL  
 SHAFIRA SURABAYA  
 MENGGUNAKAN BREISING  
 BAJA AKIBAT BEBAN GEMPA  
 SNI 1726:2019 DAN  
 PERSYARATAN BETON  
 STRUKTURAL SNI 2847:2019**

LOKASI PROYEK  
 Jalan Ahmad Yani No.119, Surabaya

DOSEN PEMBIMBING 1

**Ir., Raden Buyung A., ST., MT**  
 NIP. 19740203 200212 1 002

DOSEN PEMBIMBING 2

**Dr. Eng. Yuyun Tajunnisa., ST., MT**  
 NIP. 19780201 200604 2 002

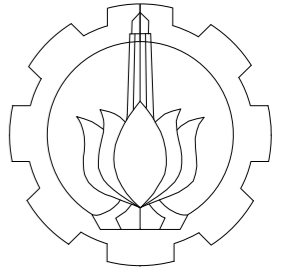
NAMA MAHASISWA

**Ratu Gengsar Febrilian**  
 NRP. 10111710013004

JUDUL GAMBAR  
**Detail Pile Cap P11**

KETERANGAN

NOMOR GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
55	80



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

MATA KULIAH  
TUGAS AKHIR TERAPAN

JUDUL TUGAS AKHIR  
**EVALUASI DAN PERKUATAN  
BANGUNAN GEDUNG HOTEL  
SHAFIRA SURABAYA  
MENGUNAKAN BREISING  
BAJA AKIBAT BEBAN GEMPA  
SNI 1726:2019 DAN  
PERSYARATAN BETON  
STRUKTURAL SNI 2847:2019**

LOKASI PROYEK  
Jalan Ahmad Yani No.119, Surabaya

DOSEN PEMBIMBING 1

**Ir., Raden Buyung A., ST., MT**  
NIP. 19740203 200212 1 002

DOSEN PEMBIMBING 2

**Dr. Eng. Yuyun Tajunnisa., ST., MT**  
NIP. 19780201 200604 2 002

NAMA MAHASISWA

**Ratu Gengsar Febrilian**  
NRP. 10111710013004

JUDUL GAMBAR  
Detail Pile Cap P12

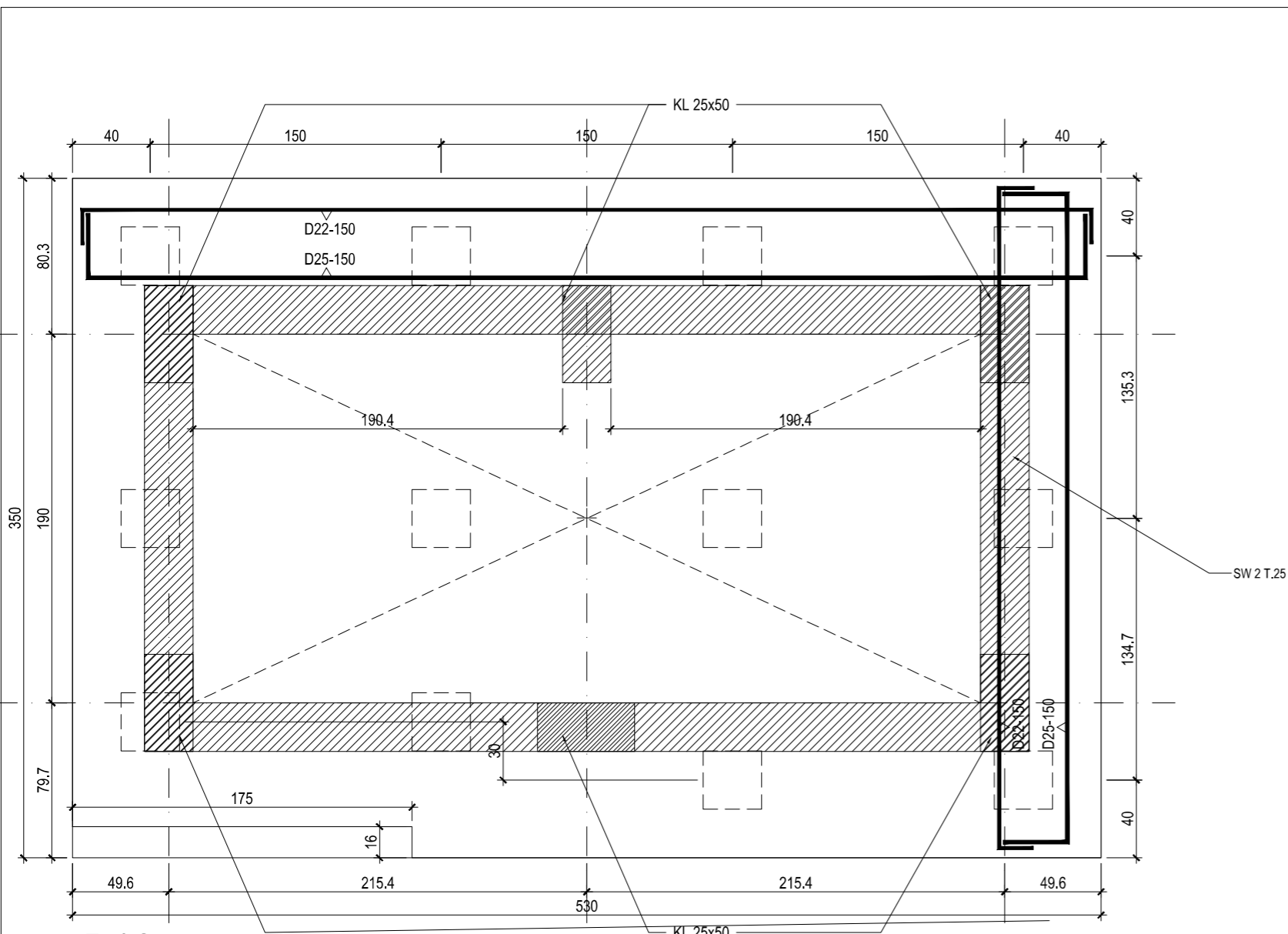
KETERANGAN

NOMOR GAMBAR      JUMLAH GAMBAR

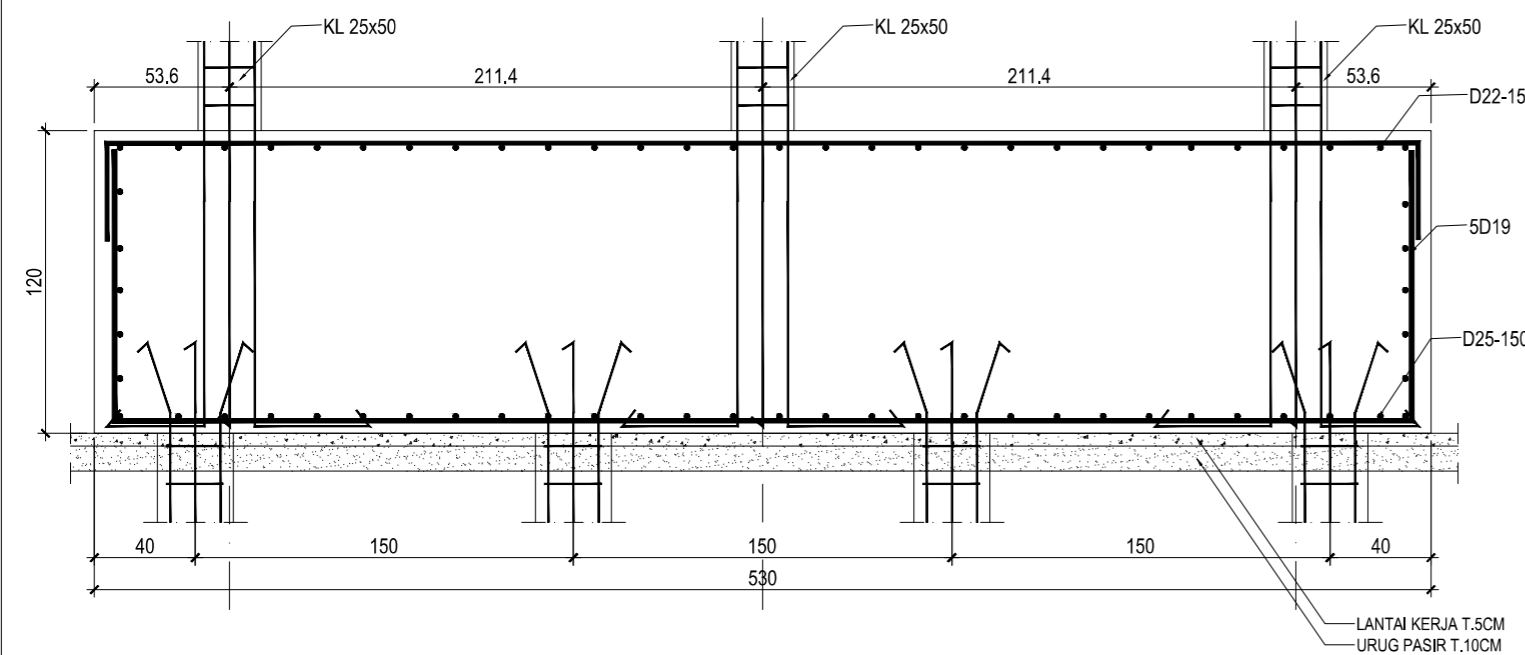
56

80

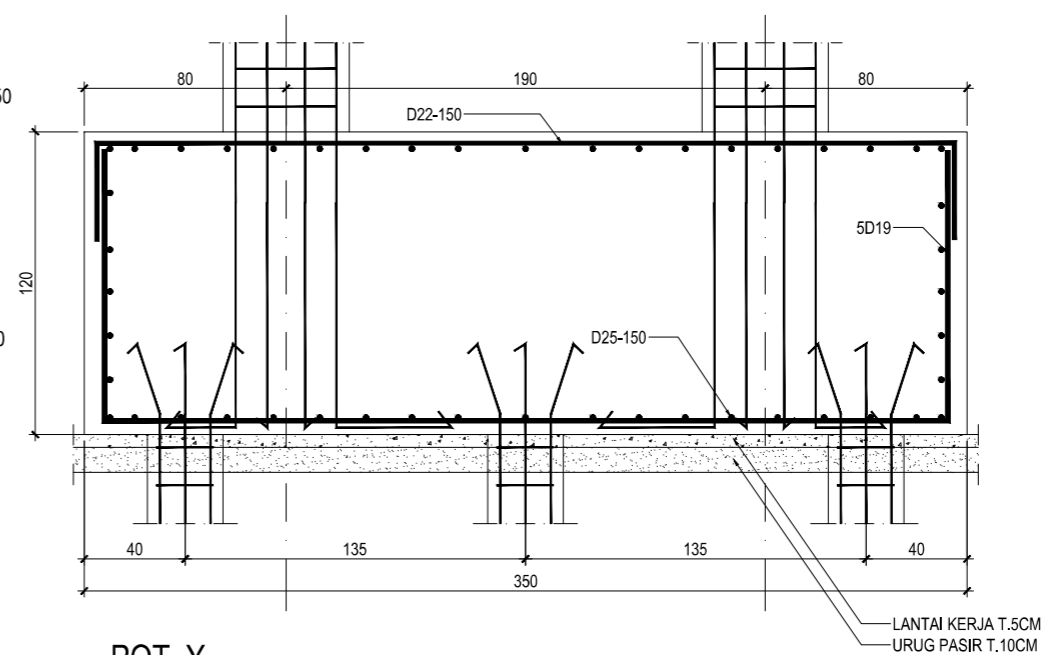
MUTU BETON :  
PILE CAP K350 (  $f_c'=30\text{mpa}$  )  
KOLOM & SW K400 (  $f_c'=35\text{mpa}$  )  
BALOK K350 (  $f_c'=30\text{mpa}$  )  
PLAT K350 (  $f_c'=30\text{mpa}$  )  
MUTU BAJA :  
TULANGAN POLOS BJTP U-24  
TULANGAN ULIR BJTD U-40



**P12**



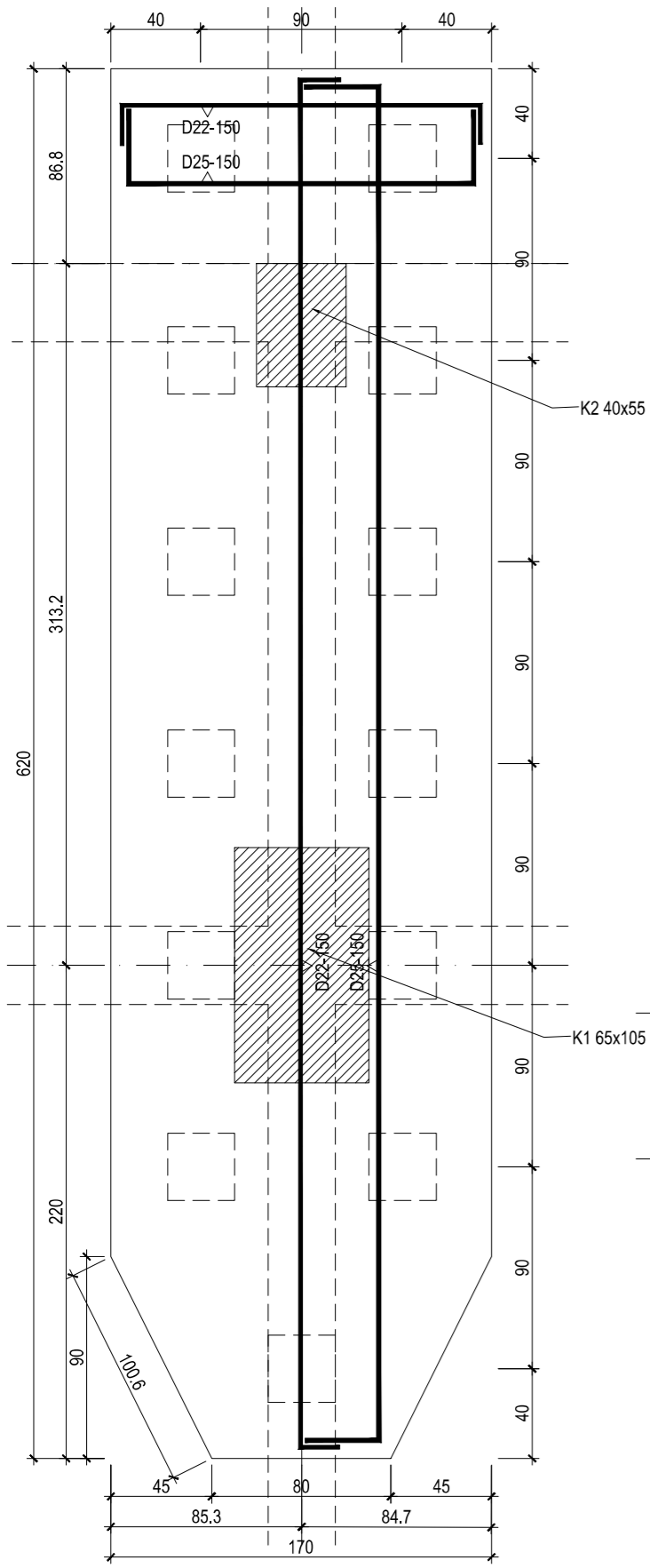
**POT. X**



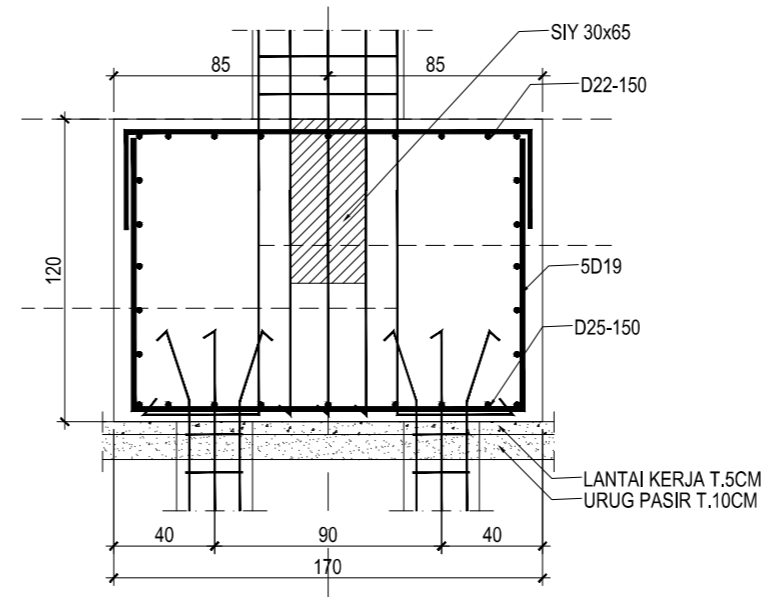
**POT. Y**

**DETAIL PILECAP**

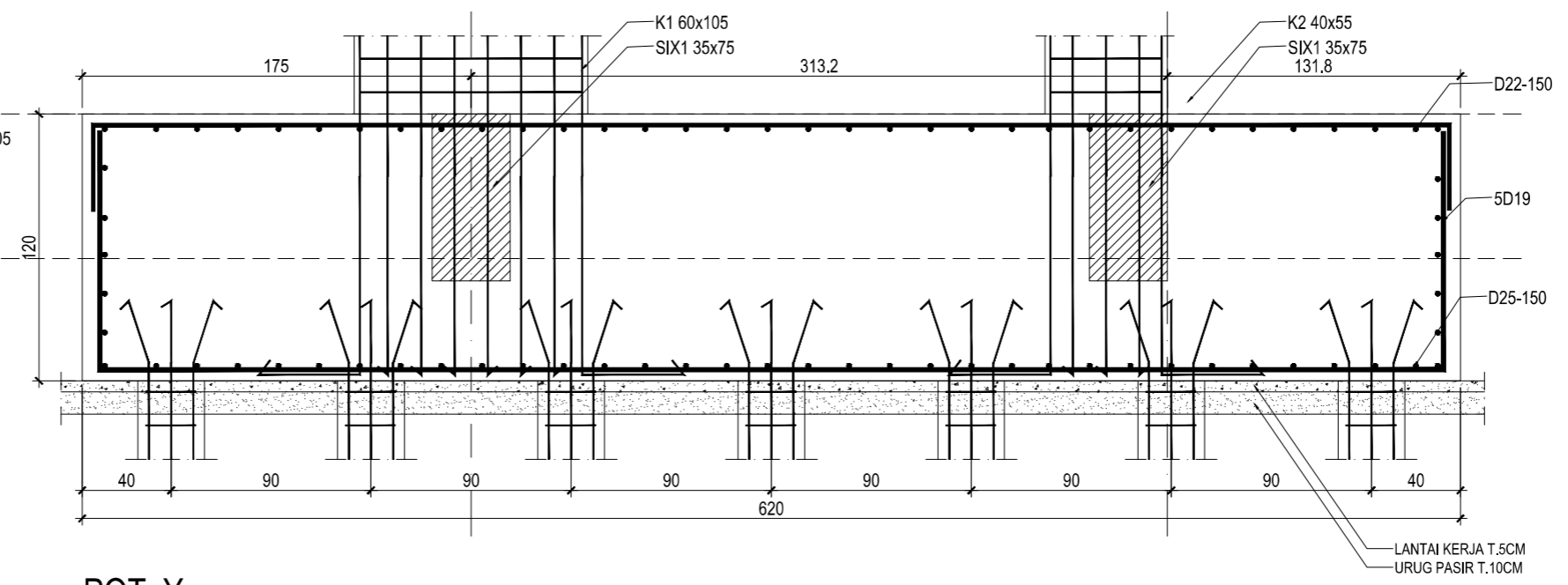
skala 1 : 30



**P13**

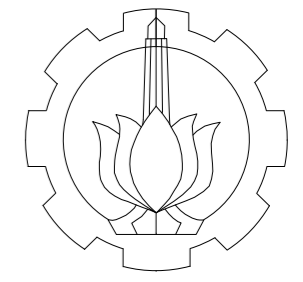


**POT. X**



**POT. Y**

MUTU BETON :  
 PILE CAP K350 (  $f_c=30\text{mpa}$  )  
 KOLOM & SW K400 (  $f_c=35\text{mpa}$  )  
 BALOK K350 (  $f_c=30\text{mpa}$  )  
 PLAT K350 (  $f_c=30\text{mpa}$  )  
 MUTU BAJA :  
 TULANGAN POLOS BJTP U-24  
 TULANGAN ULIR BJTD U-40



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

MATA KULIAH  
**TUGAS AKHIR TERAPAN**

JUDUL TUGAS AKHIR  
**EVALUASI DAN PERKUATAN  
 BANGUNAN GEDUNG HOTEL  
 SHAFIRA SURABAYA  
 MENGGUNAKAN BREISING  
 BAJA AKIBAT BEBAN GEMPA  
 SNI 1726:2019 DAN  
 PERSYARATAN BETON  
 STRUKTURAL SNI 2847:2019**

LOKASI PROYEK  
 Jalan Ahmad Yani No.119, Surabaya

DOSEN PEMBIMBING 1

**Ir., Raden Buyung A., ST., MT**  
 NIP. 19740203 200212 1 002

DOSEN PEMBIMBING 2

**Dr. Eng. Yuyun Tajunnisa., ST., MT**  
 NIP. 19780201 200604 2 002

NAMA MAHASISWA

**Ratu Gengsar Febrilian**  
 NRP. 10111710013004

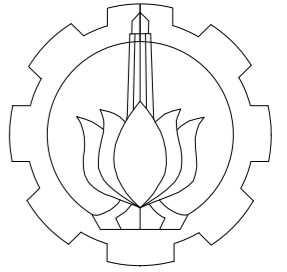
JUDUL GAMBAR  
**Detail Pile Cap P13**

KETERANGAN

NOMOR GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
57	80

**DETAIL PILECAP**  
 skala 1 : 30





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

MATA KULIAH  
**TUGAS AKHIR TERAPAN**

JUDUL TUGAS AKHIR  
**EVALUASI DAN PERKUATAN  
 BANGUNAN GEDUNG HOTEL  
 SHAFIRA SURABAYA  
 MENGGUNAKAN BREISING  
 BAJA AKIBAT BEBAN GEMPA  
 SNI 1726:2019 DAN  
 PERSYARATAN BETON  
 STRUKTURAL SNI 2847:2019**

LOKASI PROYEK  
 Jalan Ahmad Yani No.119, Surabaya

DOSEN PEMBIMBING 1

**Ir., Raden Buyung A., ST., MT**  
 NIP. 19740203 200212 1 002

DOSEN PEMBIMBING 2

**Dr. Eng. Yuyun Tajunnisa., ST., MT**  
 NIP. 19780201 200604 2 002

NAMA MAHASISWA

**Ratu Gengsar Febrilian**  
 NRP. 10111710013004

JUDUL GAMBAR  
**Detail Pile Cap P15'**

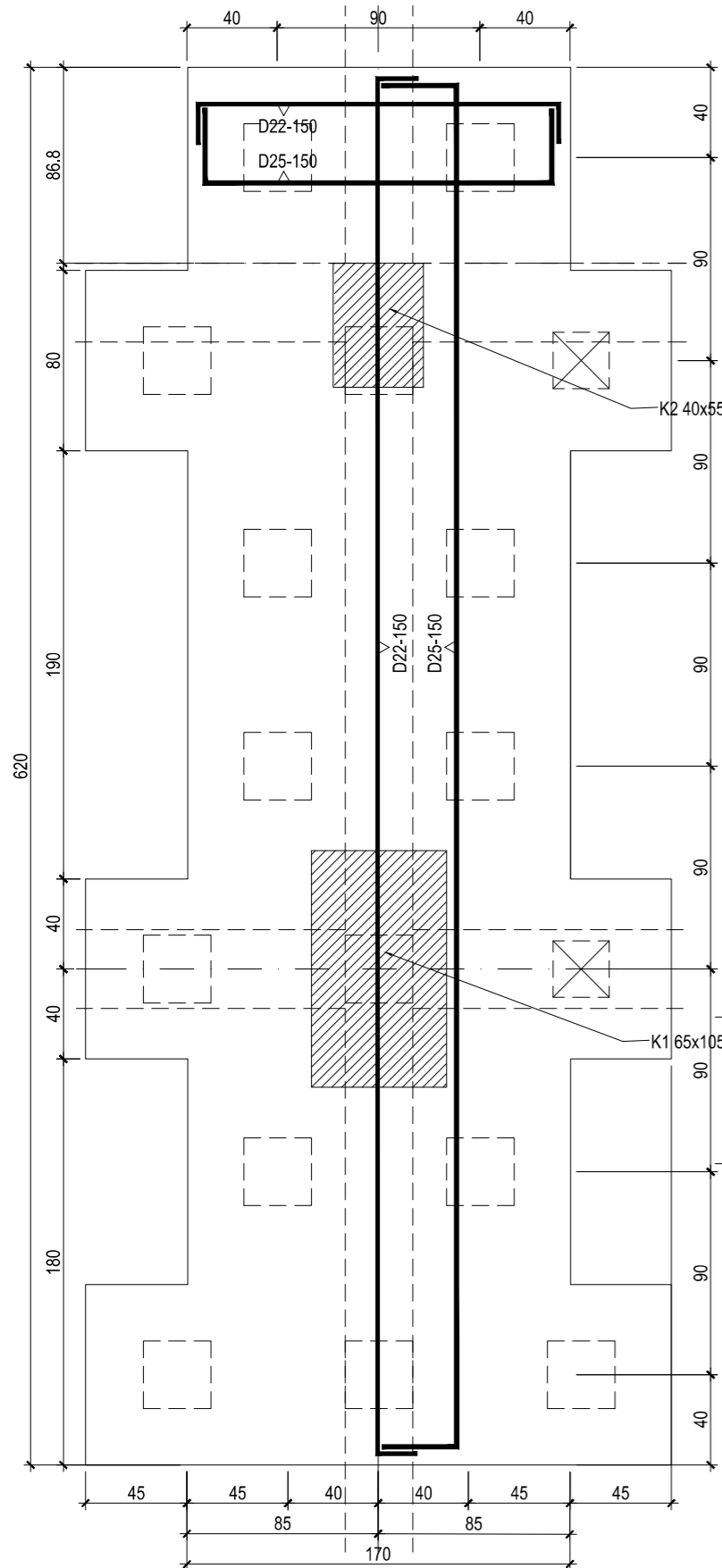
KETERANGAN

NOMOR GAMBAR      JUMLAH GAMBAR

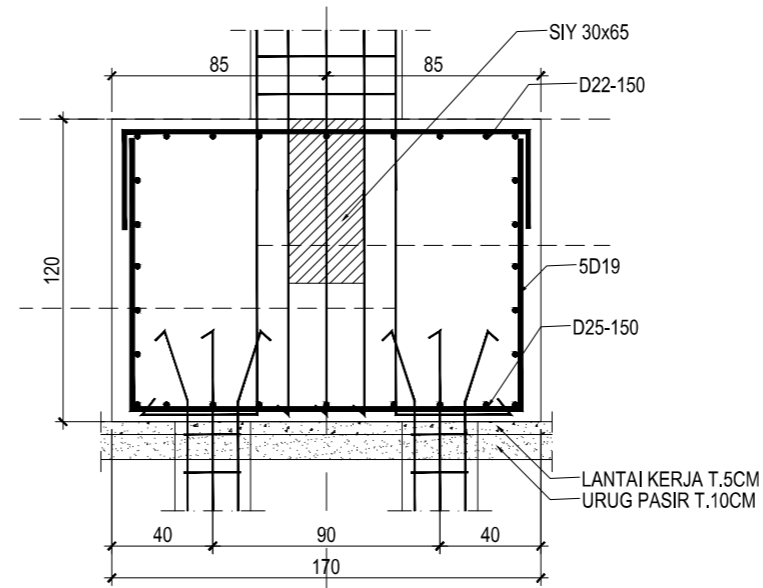
**58**

**80**

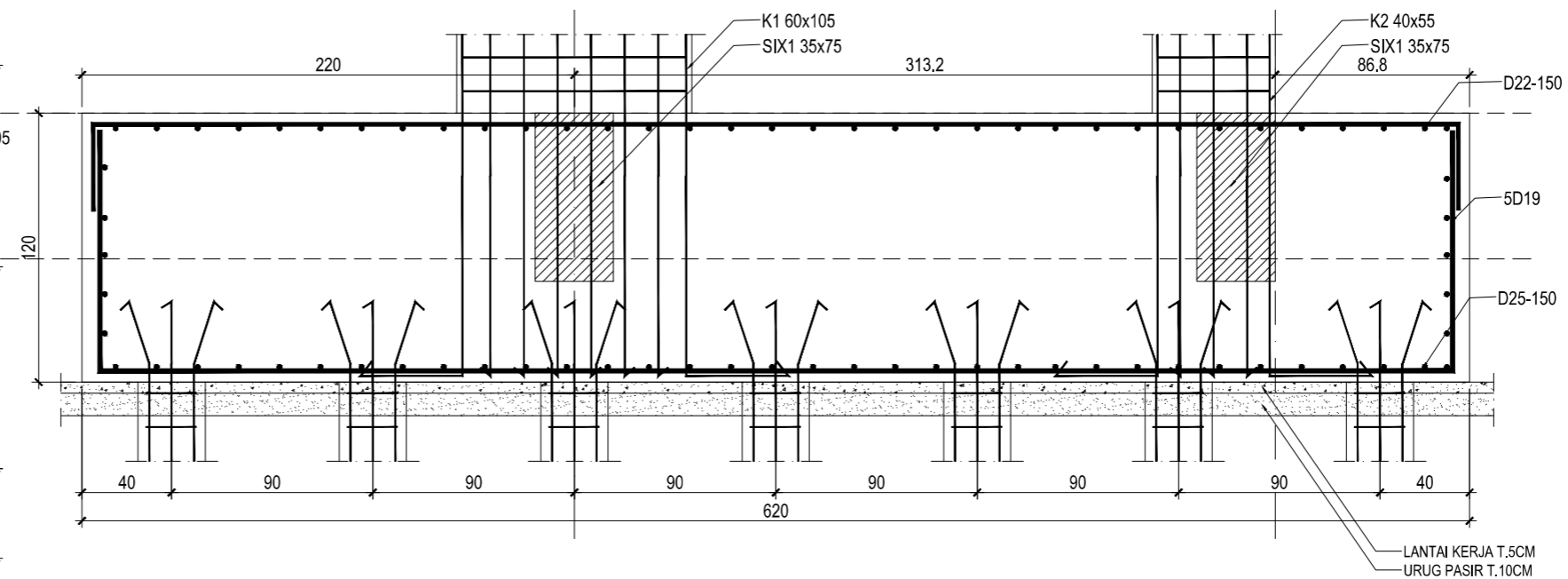
MUTU BETON :  
 PILE CAP K350 (  $f_c=30\text{mpa}$  )  
 KOLOM & SW K400 (  $f_c=35\text{mpa}$  )  
 BALOK K350 (  $f_c=30\text{mpa}$  )  
 PLAT K350 (  $f_c=30\text{mpa}$  )  
 MUTU BAJA :  
 TULANGAN POLOS BJTP U-24  
 TULANGAN ULIR BJTD U-40



**P15'**



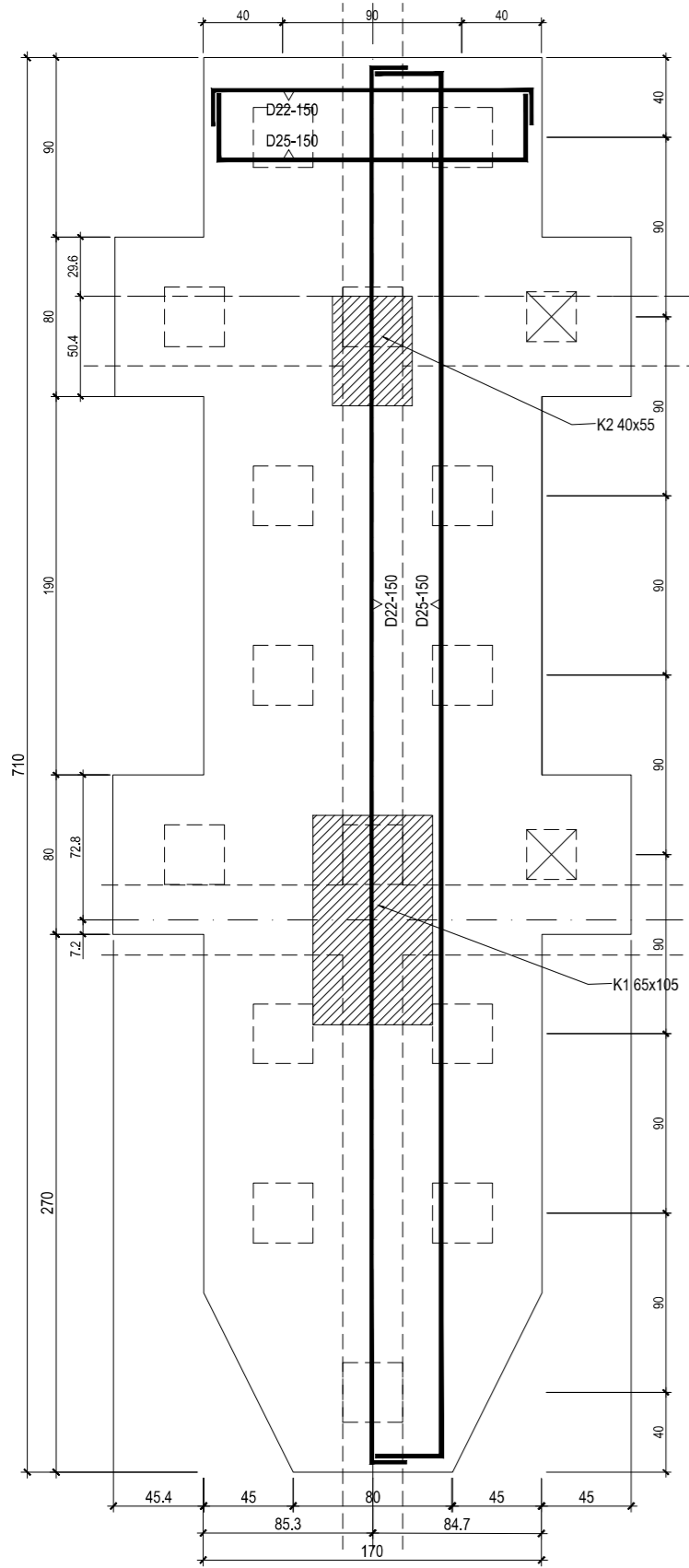
**POT. X**



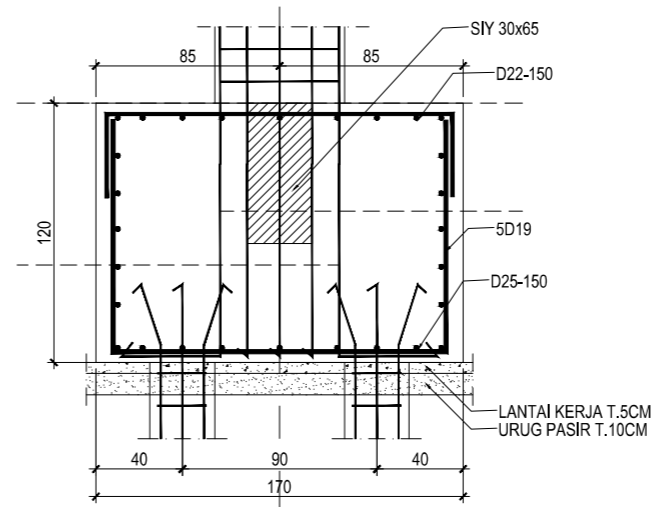
**POT. Y**

**DETAIL PILECAP**

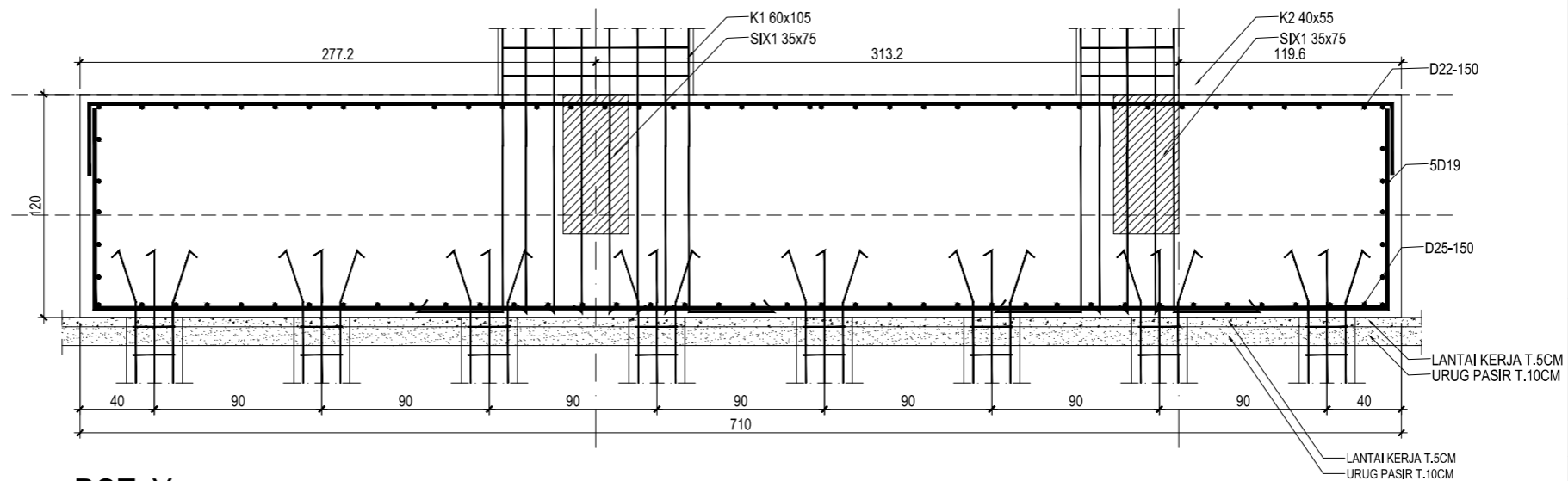
skala 1 : 30



P17

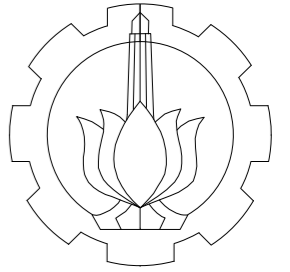


POT. X



POT. Y

MUTU BETON :  
 PILE CAP K350 (  $f_c=30\text{mpa}$  )  
 KOLOM & SW K400 (  $f_c=35\text{mpa}$  )  
 BALOK K350 (  $f_c=30\text{mpa}$  )  
 PLAT K350 (  $f_c=30\text{mpa}$  )  
 MUTU BAJA :  
 TULANGAN POLOS BJTP U-24  
 TULANGAN ULIR BJTD U-40



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

MATA KULIAH  
**TUGAS AKHIR TERAPAN**

JUDUL TUGAS AKHIR  
**EVALUASI DAN PERKUATAN  
 BANGUNAN GEDUNG HOTEL  
 SHAFIRA SURABAYA  
 MENGGUNAKAN BREISING  
 BAJA AKIBAT BEBAN GEMPA  
 SNI 1726:2019 DAN  
 PERSYARATAN BETON  
 STRUKTURAL SNI 2847:2019**

LOKASI PROYEK  
 Jalan Ahmad Yani No.119, Surabaya

DOSEN PEMBIMBING 1

**Ir., Raden Buyung A., ST., MT**  
 NIP. 19740203 200212 1 002

DOSEN PEMBIMBING 2

**Dr. Eng. Yuyun Tajunnisa., ST., MT**  
 NIP. 19780201 200604 2 002

NAMA MAHASISWA

**Ratu Gengsar Febrilian**  
 NRP. 10111710013004

JUDUL GAMBAR  
 Detail Pile Cap P17

KETERANGAN

NOMOR GAMBAR    JUMLAH GAMBAR

59

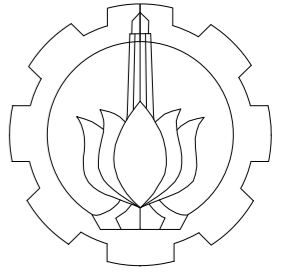
80

**DETAIL PILECAP**

skala 1 : 35



MUTU BETON :  
 PILE CAP K350 (  $f_c'=30\text{mpa}$  )  
 KOLOM & SW K400 (  $f_c'=35\text{mpa}$  )  
 BALOK K350 (  $f_c'=30\text{mpa}$  )  
 PLAT K350 (  $f_c'=30\text{mpa}$  )  
 MUTU BAJA :  
 TULANGAN POLOS BJTP U-24  
 TULANGAN ULIR BJTD U-40



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

MATA KULIAH  
 TUGAS AKHIR TERAPAN

JUDUL TUGAS AKHIR  
 EVALUASI DAN PERKUATAN  
 BANGUNAN GEDUNG HOTEL  
 SHAFIRA SURABAYA  
 MENGGUNAKAN BREISING  
 BAJA AKIBAT BEBAN GEMPA  
 SNI 1726:2019 DAN  
 PERSYARATAN BETON  
 STRUKTURAL SNI 2847:2019

LOKASI PROYEK  
 Jalan Ahmad Yani No.119, Surabaya

DOSEN PEMBIMBING 1

**Ir., Raden Buyung A., ST., MT**  
 NIP. 19740203 200212 1 002

DOSEN PEMBIMBING 2

**Dr. Eng. Yuyun Tajunnisa., ST., MT**  
 NIP. 19780201 200604 2 002

NAMA MAHASISWA

**Ratu Gengsar Febrilian**  
 NRP. 10111710013004

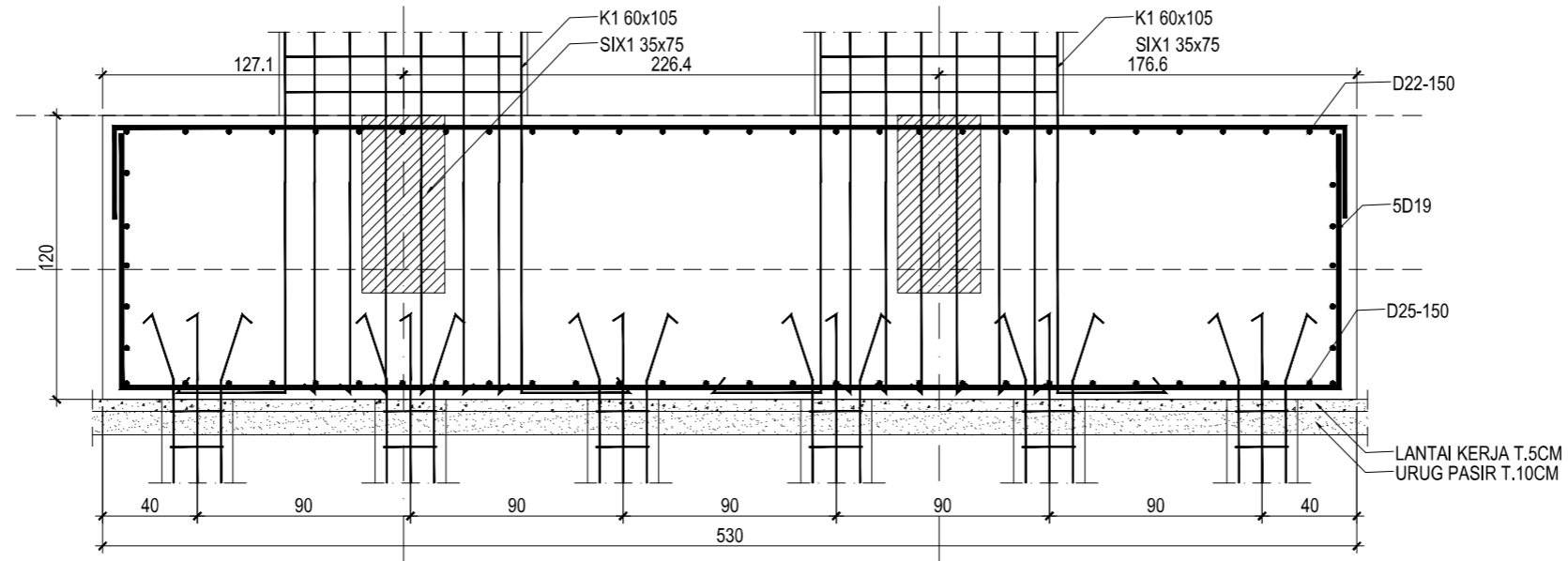
JUDUL GAMBAR  
 Detail Pile Cap P28

KETERANGAN

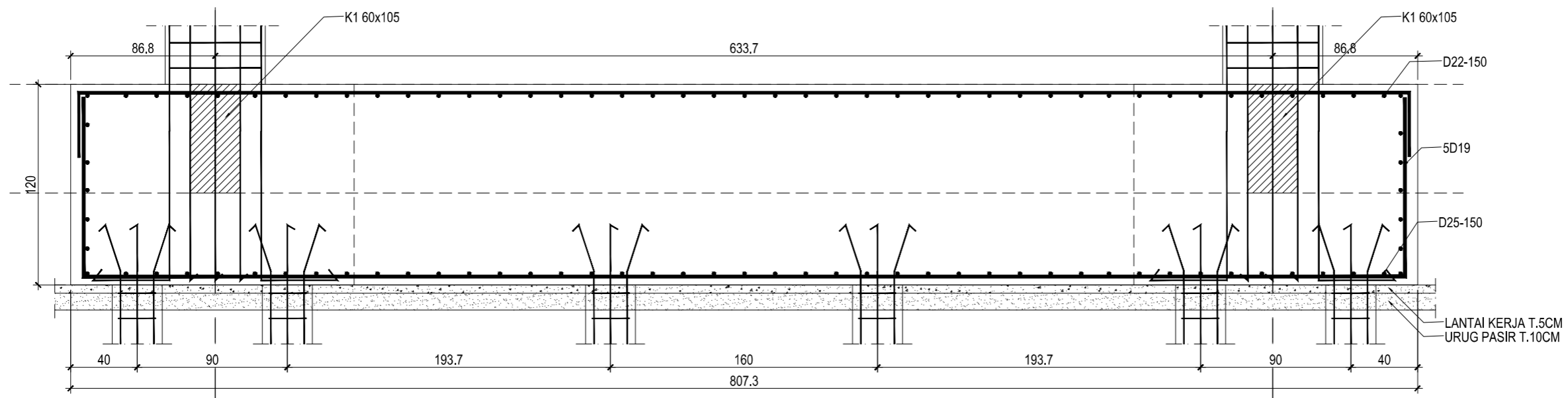
NOMOR GAMBAR      JUMLAH GAMBAR

61

80



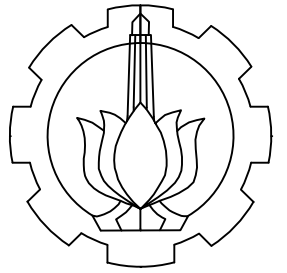
POT. X



POT. Y

**DETAIL PILECAP**

skala 1 : 30



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

MATA KULIAH  
TUGAS AKHIR TERAPAN

JUDUL TUGAS AKHIR  
EVALUASI DAN PERKUATAN  
BANGUNAN GEDUNG HOTEL  
SHAFIRA SURABAYA  
MENGUNAKAN BREISING  
BAJA AKIBAT BEBAN GEMPA  
SNI 1726:2019 DAN  
PERSYARATAN BETON  
STRUKTURAL SNI 2847:2019

LOKASI PROYEK  
Jalan Ahmad Yani No.119, Surabaya

DOSEN PEMBIMBING 1

Ir., Raden Buyung A., ST., MT  
NIP. 19740203 200212 1 002

DOSEN PEMBIMBING 2

Dr. Eng. Yuyun Tajunnisa., ST., MT  
NIP. 19780201 200604 2 002

NAMA MAHASISWA

Ratu Gengsar Febrilian  
NRP. 10111710013004

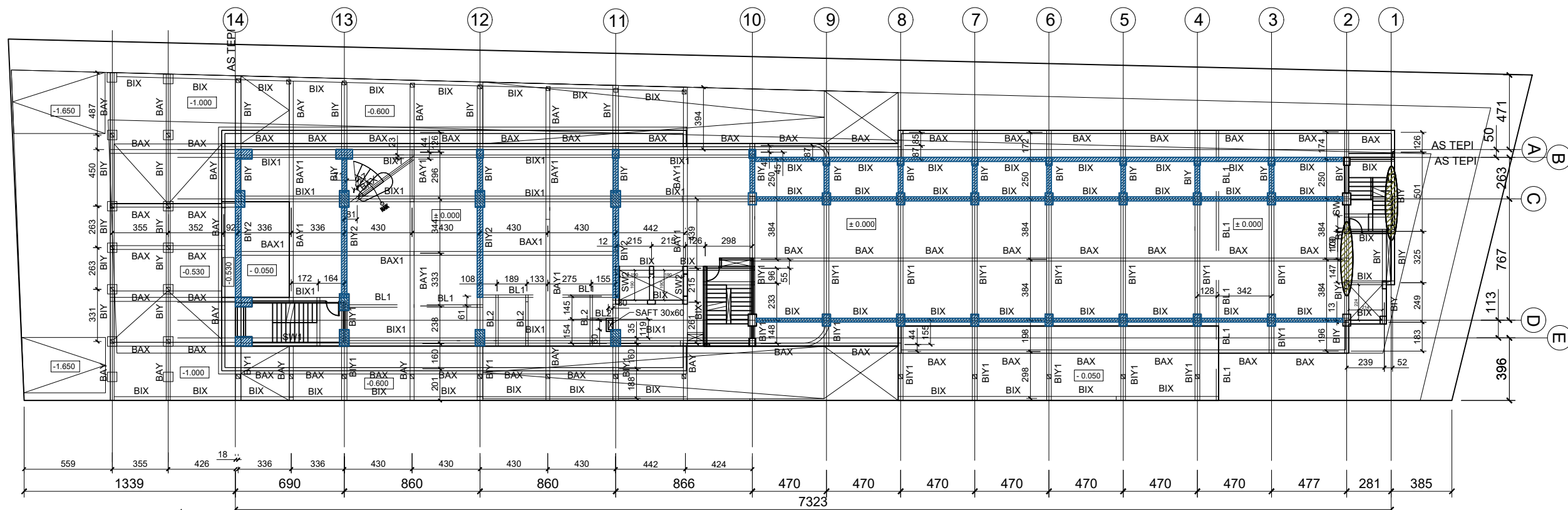
JUDUL GAMBAR  
Denah Perkuatan Breising  
dan CFRP Wrap lantai 1 dan  
lantai 2

KETERANGAN

NOMOR GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
62	83

62

83

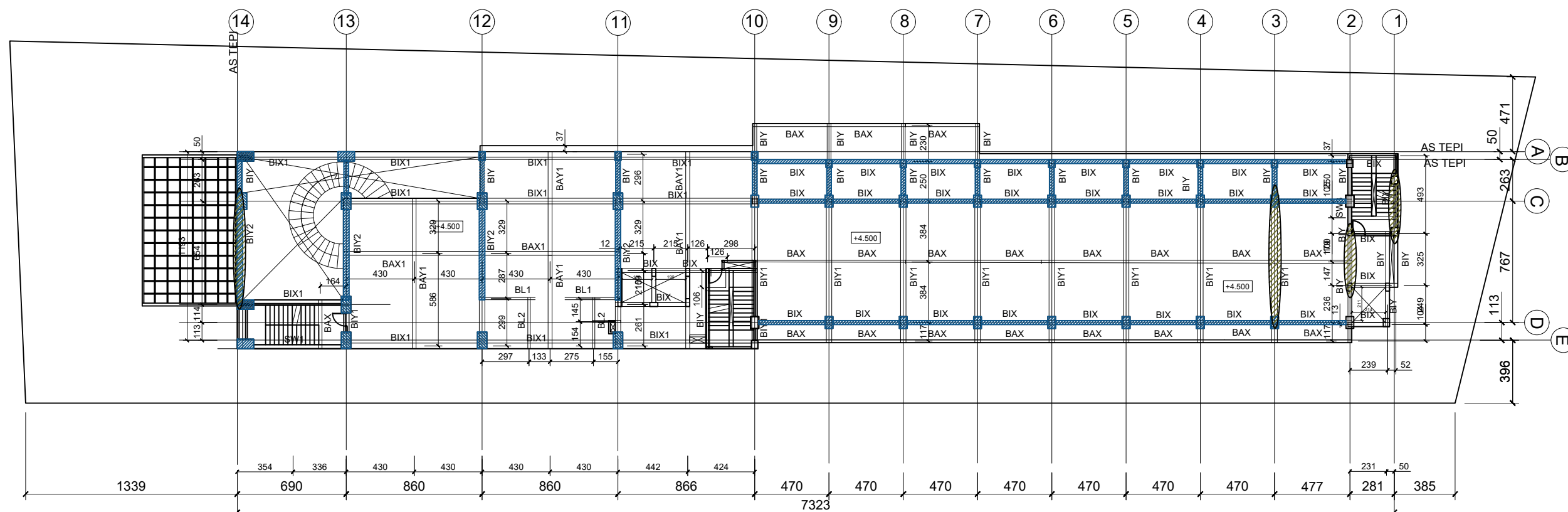


**DENAH PERKUATAN BREISING DAN CFRP WRAP LANTAI 1 (LEVEL ±0.00)**

skala 1 : 300

**PERKUATAN CFRP WRAP**

**PERKUATAN BREISING**

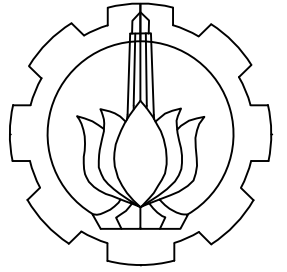


**DENAH PERKUATAN BREISING DAN CFRP WRAP LANTAI 2 (LEVEL +4.50)**

skala 1 : 300

**PERKUATAN CFRP WRAP**

**PERKUATAN BREISING**



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

MATA KULIAH  
TUGAS AKHIR TERAPAN

JUDUL TUGAS AKHIR  
EVALUASI DAN PERKUATAN  
BANGUNAN GEDUNG HOTEL  
SHAFIRA SURABAYA  
MENGUNAKAN BREISING  
BAJA AKIBAT BEBAN GEMPA  
SNI 1726:2019 DAN  
PERSYARATAN BETON  
STRUKTURAL SNI 2847:2019

LOKASI PROYEK  
Jalan Ahmad Yani No.119, Surabaya

DOSEN PEMBIMBING 1

Ir., Raden Buyung A., ST., MT  
NIP. 19740203 200212 1 002

DOSEN PEMBIMBING 2

Dr. Eng. Yuyun Tajunnisa., ST., MT  
NIP. 19780201 200604 2 002

NAMA MAHASISWA

Ratu Gengsar Febrilian  
NRP. 10111710013004

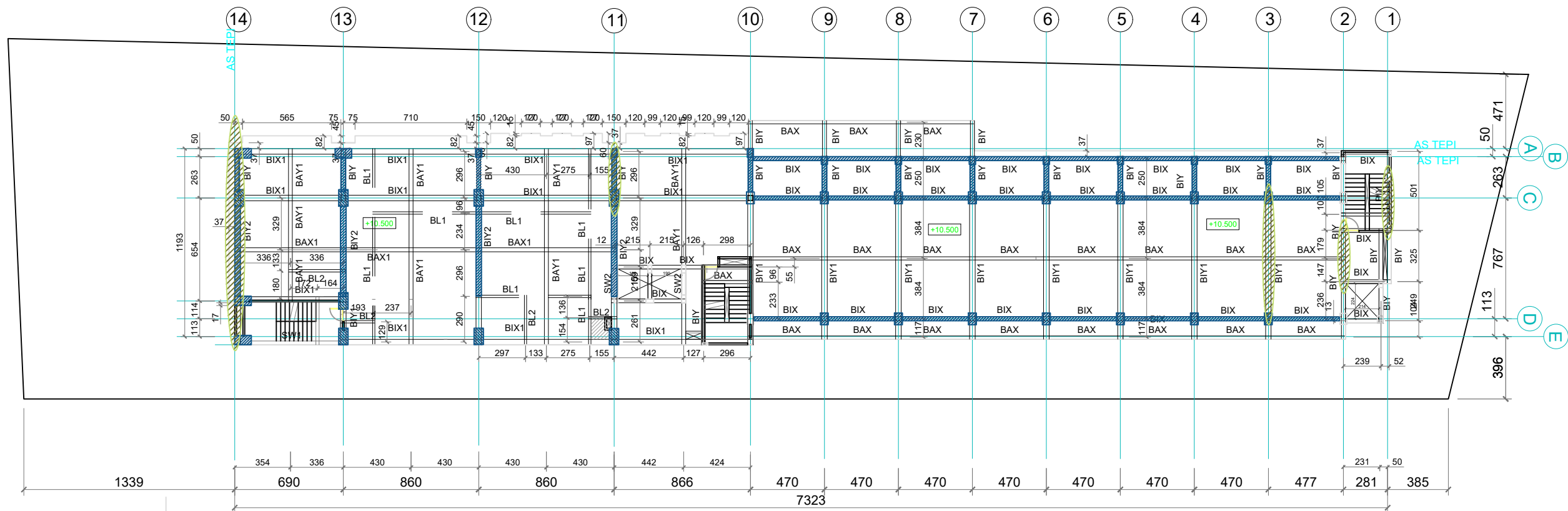
JUDUL GAMBAR  
Denah Perkuatan Breising  
dan CFRP Wrap lantai 3 dan  
lantai 4

KETERANGAN

NOMOR GAMBAR      JUMLAH GAMBAR

63

83

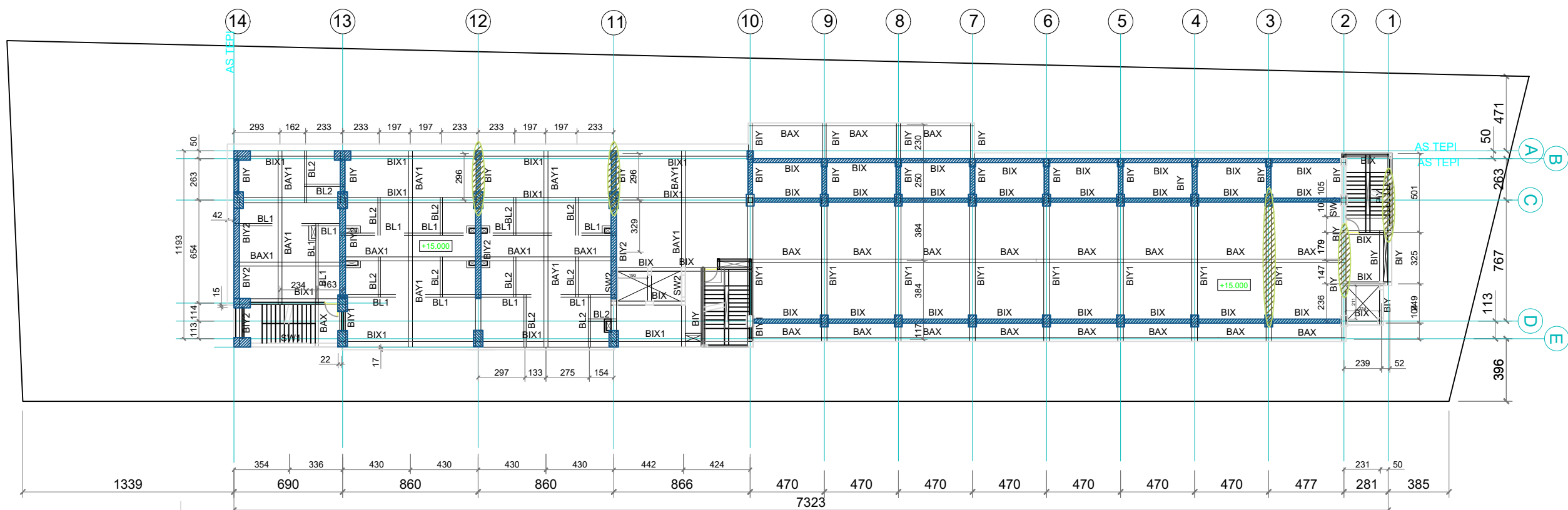


**DENAH PERKUATAN BREISING DAN CFRP WRAP LANTAI 3 (LEVEL +10.50)**

skala 1 : 300

**PERKUATAN CFRP WRAP**

**PERKUATAN BREISING**

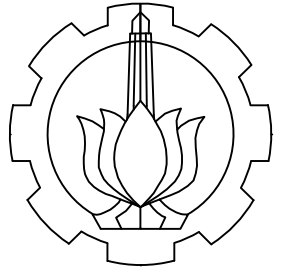


**DENAH PERKUATAN BREISING DAN CFRP WRAP LANTAI 4 (LEVEL +15.00)**

skala 1 : 300

**PERKUATAN CFRP WRAP**

**PERKUATAN BREISING**



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

MATA KULIAH  
TUGAS AKHIR TERAPAN

JUDUL TUGAS AKHIR  
**EVALUASI DAN PERKUATAN  
BANGUNAN GEDUNG HOTEL  
SHAFIRA SURABAYA  
MENGUNAKAN BREISING  
BAJA AKIBAT BEBAN GEMPA  
SNI 1726:2019 DAN  
PERSYARATAN BETON  
STRUKTURAL SNI 2847:2019**

LOKASI PROYEK  
Jalan Ahmad Yani No.119, Surabaya

DOSEN PEMBIMBING 1

Ir., Raden Buyung A., ST., MT  
NIP. 19740203 200212 1 002

DOSEN PEMBIMBING 2

Dr. Eng. Yuyun Tajunnisa., ST., MT  
NIP. 19780201 200604 2 002

NAMA MAHASISWA

Ratu Gengsar Febrilian  
NRP. 10111710013004

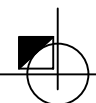
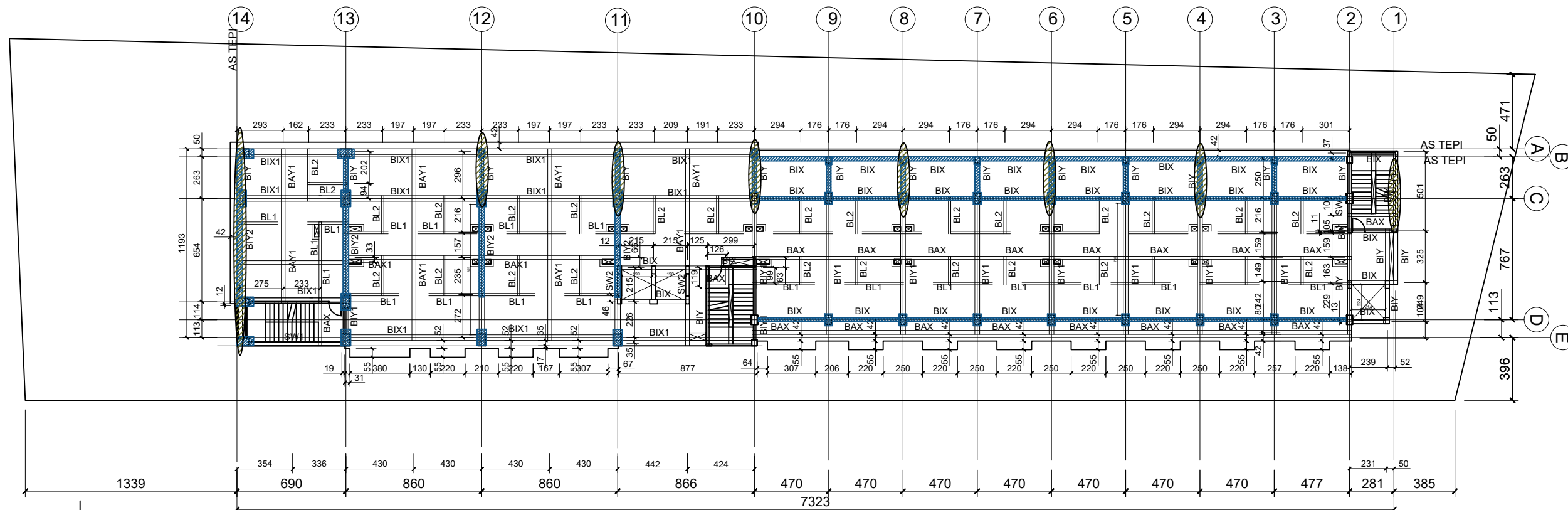
JUDUL GAMBAR  
Denah Perkuatan Breising dan CFRP Wrap lantai 5 -  
lantai 8

KETERANGAN

NOMOR GAMBAR      JUMLAH GAMBAR

64

83

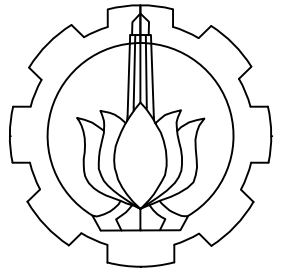


**DENAH PERKUATAN BREISING DAN CFRP WRAP LANTAI 5 - 8 ( LEVEL +19.50 - +29.10 )**

skala 1 : 300

**PERKUATAN CFRP WRAP**

**PERKUATAN BREISING**



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

MATA KULIAH  
 TUGAS AKHIR TERAPAN

JUDUL TUGAS AKHIR  
 EVALUASI DAN PERKUATAN  
 BANGUNAN GEDUNG HOTEL  
 SHAFIRA SURABAYA  
 MENGGUNAKAN BREISING  
 BAJA AKIBAT BEBAN GEMPA  
 SNI 1726:2019 DAN  
 PERSYARATAN BETON  
 STRUKTURAL SNI 2847:2019

LOKASI PROYEK  
 Jalan Ahmad Yani No.119, Surabaya

DOSEN PEMBIMBING 1

Ir., Raden Buyung A., ST., MT  
 NIP. 19740203 200212 1 002

DOSEN PEMBIMBING 2

Dr. Eng. Yuyun Tajunnisa., ST., MT  
 NIP. 19780201 200604 2 002

NAMA MAHASISWA

Ratu Gengsar Febrilian  
 NRP. 10111710013004

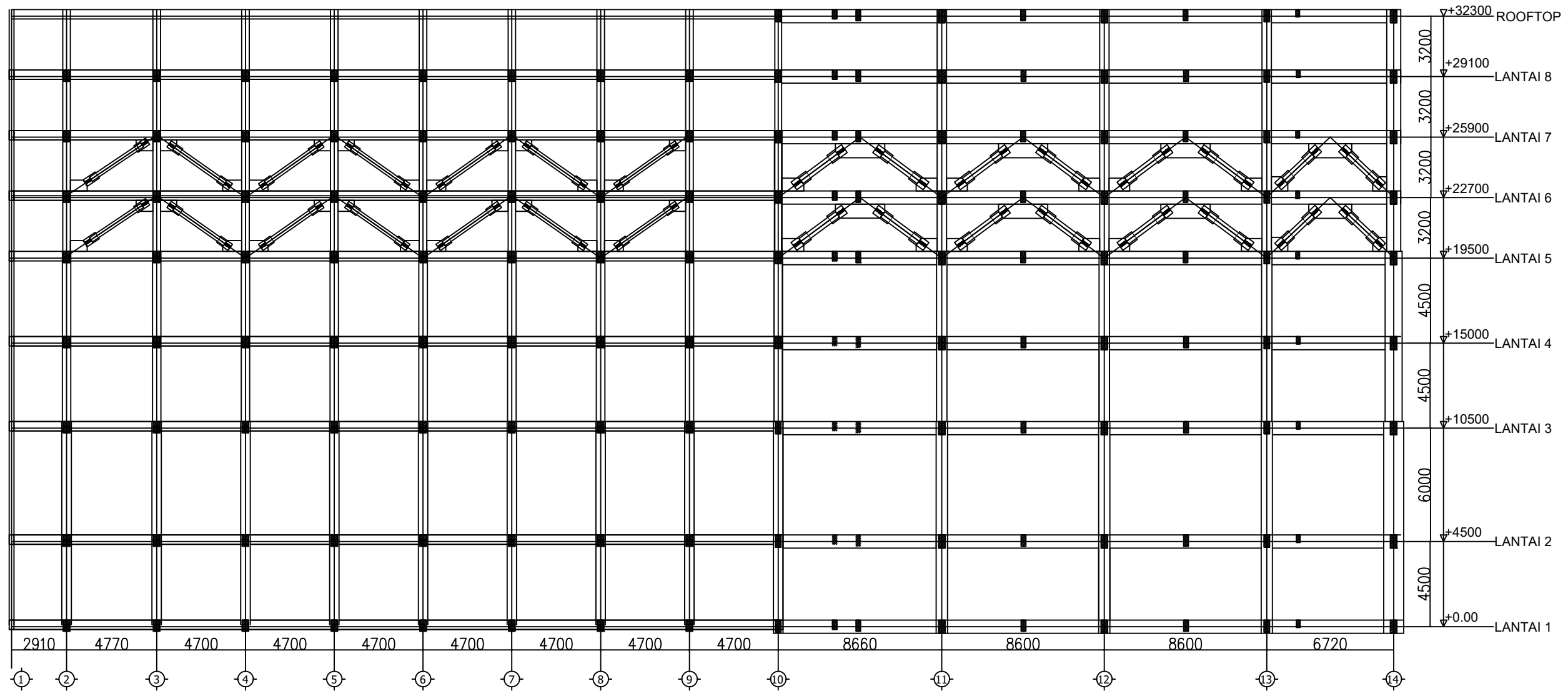
JUDUL GAMBAR  
 Konfigurasi Perkuatan  
 Breising Potongan AS A-B

KETERANGAN

NOMOR GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
--------------	---------------

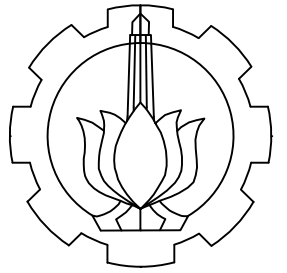
66

83



**KONFIGURASI PERKUATAN BREISING POTONGAN AS A-B**  
 skala 1 : 250





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

MATA KULIAH  
TUGAS AKHIR TERAPAN

JUDUL TUGAS AKHIR  
EVALUASI DAN PERKUATAN  
BANGUNAN GEDUNG HOTEL  
SHAFIRA SURABAYA  
MENGUNAKAN BREISING  
BAJA AKIBAT BEBAN GEMPA  
SNI 1726:2019 DAN  
PERSYARATAN BETON  
STRUKTURAL SNI 2847:2019

LOKASI PROYEK  
Jalan Ahmad Yani No.119, Surabaya

DOSEN PEMBIMBING 1

Ir., Raden Buyung A., ST., MT  
NIP. 19740203 200212 1 002

DOSEN PEMBIMBING 2

Dr. Eng. Yuyun Tajunnisa., ST., MT  
NIP. 19780201 200604 2 002

NAMA MAHASISWA

Ratu Gengsar Febrilian  
NRP. 10111710013004

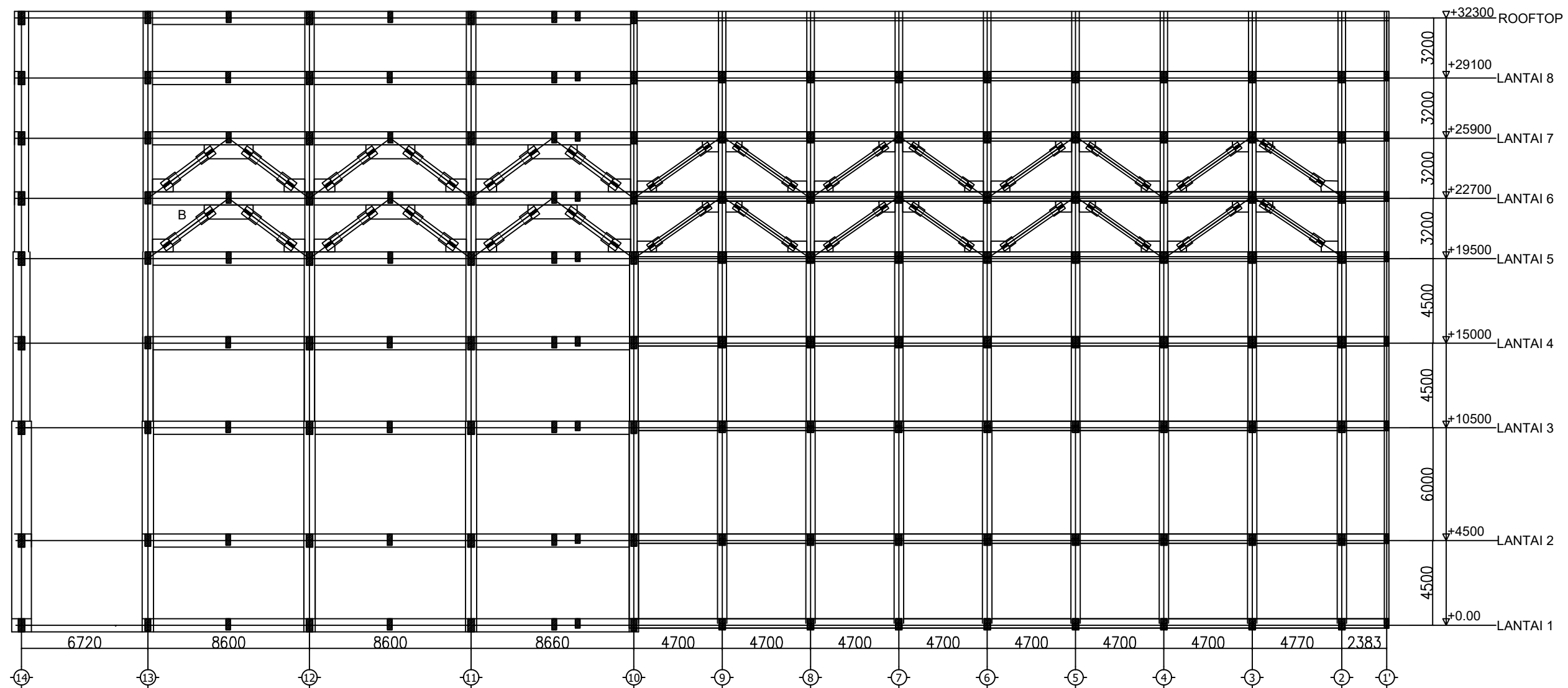
JUDUL GAMBAR  
Konfigurasi Perkuatan  
Breising Potongan AS E-D

KETERANGAN

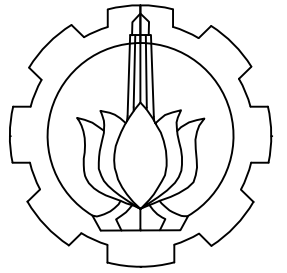
NOMOR GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
--------------	---------------

65

83



 **KONFIGURASI PERKUATAN BREISING POTONGAN AS E-D**  
skala 1 : 250



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

MATA KULIAH  
 TUGAS AKHIR TERAPAN

JUDUL TUGAS AKHIR  
**EVALUASI DAN PERKUATAN  
 BANGUNAN GEDUNG HOTEL  
 SHAFIRA SURABAYA  
 MENGGUNAKAN BREISING  
 BAJA AKIBAT BEBAN GEMPA  
 SNI 1726:2019 DAN  
 PERSYARATAN BETON  
 STRUKTURAL SNI 2847:2019**

LOKASI PROYEK  
 Jalan Ahmad Yani No.119, Surabaya

DOSEN PEMBIMBING 1

**Ir., Raden Buyung A., ST., MT**  
 NIP. 19740203 200212 1 002

DOSEN PEMBIMBING 2

**Dr. Eng. Yuyun Tajunnisa., ST., MT**  
 NIP. 19780201 200604 2 002

NAMA MAHASISWA

**Ratu Gengsar Febrilian**  
 NRP. 10111710013004

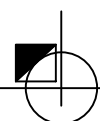
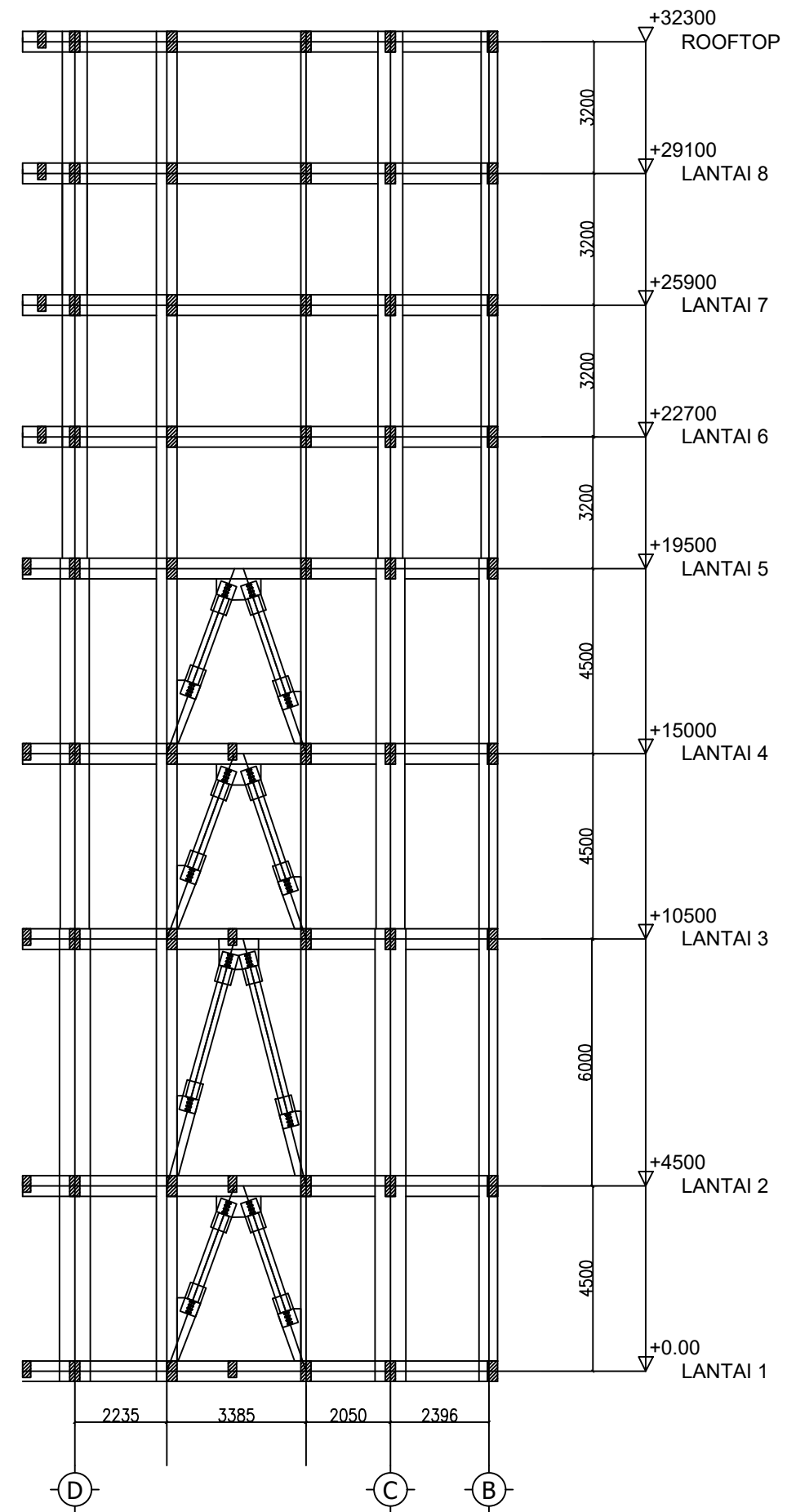
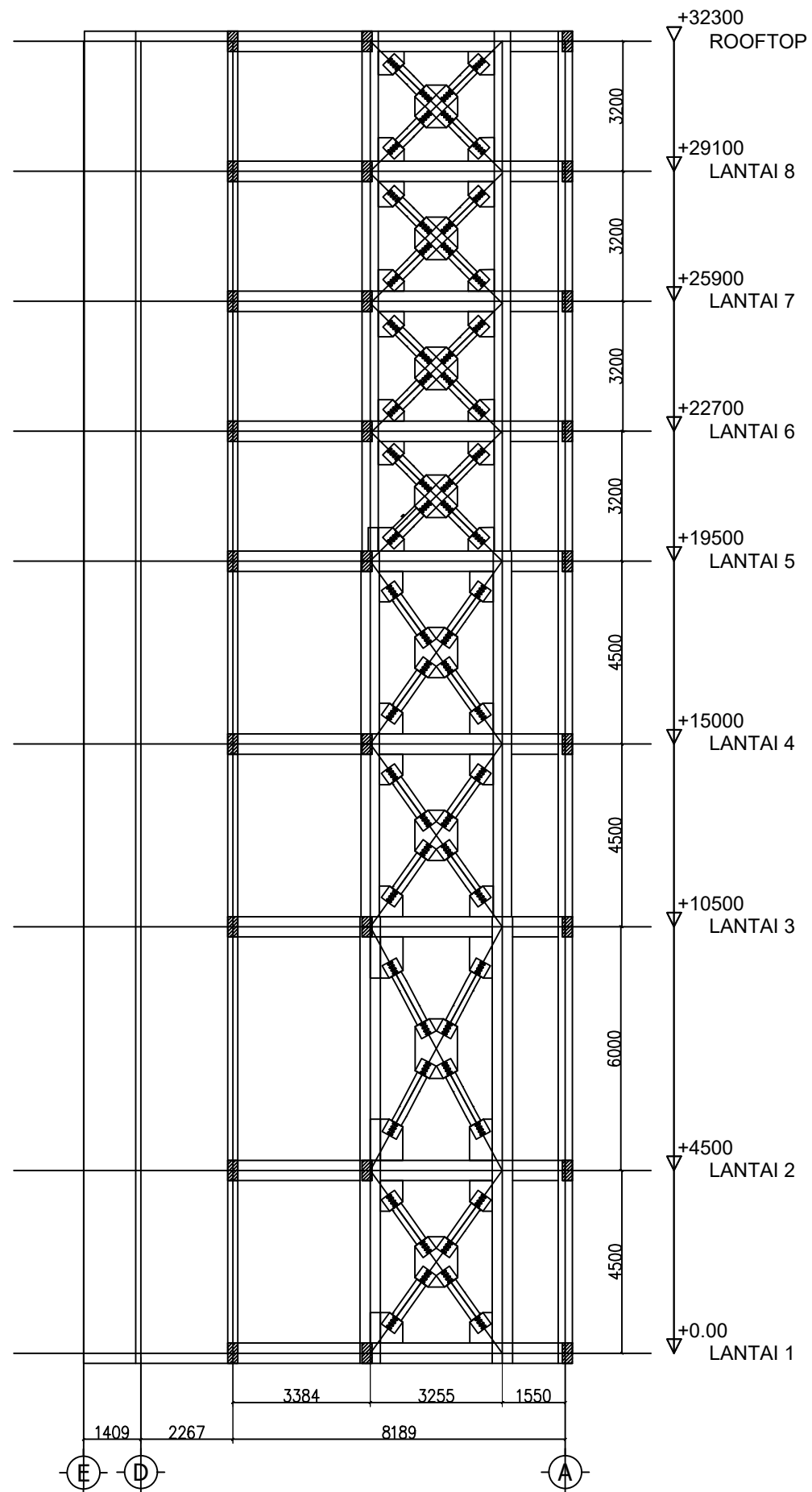
JUDUL GAMBAR  
**Konfigurasi Perkuatan  
 Breising Potongan AS 1-2**

KETERANGAN

NOMOR GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
--------------	---------------

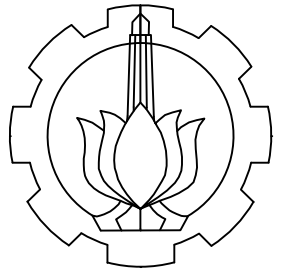
67

83



**KONFIGURASI PERKUATAN BREISING POTONGAN AS 1-2**

skala 1 : 150



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

MATA KULIAH  
 TUGAS AKHIR TERAPAN

JUDUL TUGAS AKHIR  
 EVALUASI DAN PERKUATAN  
 BANGUNAN GEDUNG HOTEL  
 SHAFIRA SURABAYA  
 MENGGUNAKAN BREISING  
 BAJA AKIBAT BEBAN GEMPA  
 SNI 1726:2019 DAN  
 PERSYARATAN BETON  
 STRUKTURAL SNI 2847:2019

LOKASI PROYEK  
 Jalan Ahmad Yani No.119, Surabaya

DOSEN PEMBIMBING 1

Ir., Raden Buyung A., ST., MT  
 NIP. 19740203 200212 1 002

DOSEN PEMBIMBING 2

Dr. Eng. Yuyun Tajunnisa., ST., MT  
 NIP. 19780201 200604 2 002

NAMA MAHASISWA

Ratu Gengsar Febrilian  
 NRP. 10111710013004

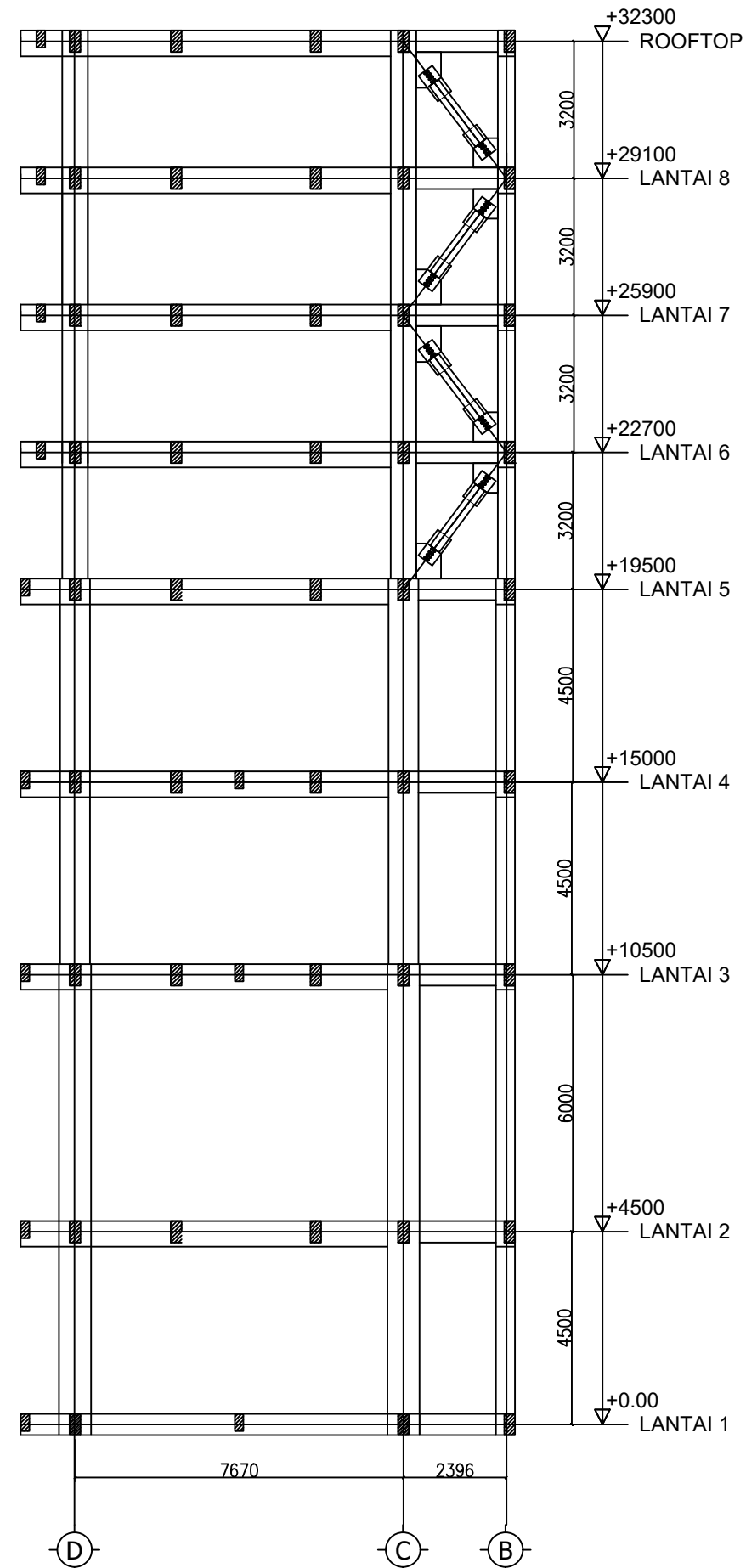
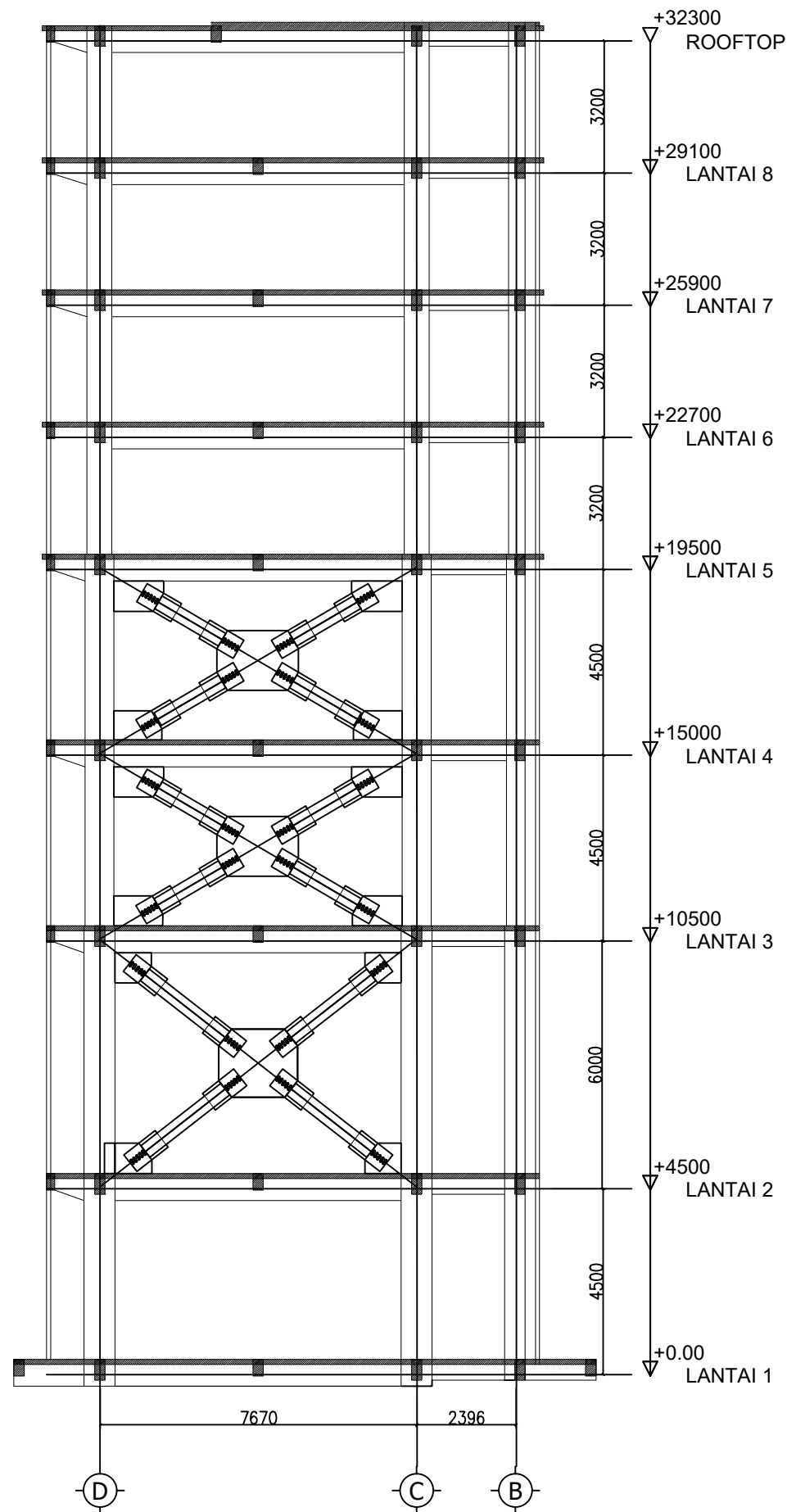
JUDUL GAMBAR  
 Konfigurasi Perkuatan  
 Breising Potongan AS 3-4

KETERANGAN

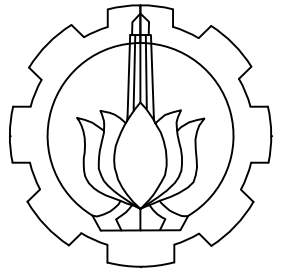
NOMOR GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
--------------	---------------

68

83



**KONFIGURASI PERKUATAN BREISING POTONGAN AS 3-4**  
 skala 1 : 150



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

MATA KULIAH  
TUGAS AKHIR TERAPAN

JUDUL TUGAS AKHIR  
**EVALUASI DAN PERKUATAN  
BANGUNAN GEDUNG HOTEL  
SHAFIRA SURABAYA  
MENGUNAKAN BREISING  
BAJA AKIBAT BEBAN GEMPA  
SNI 1726:2019 DAN  
PERSYARATAN BETON  
STRUKTURAL SNI 2847:2019**

LOKASI PROYEK  
Jalan Ahmad Yani No.119, Surabaya

DOSEN PEMBIMBING 1

**Ir., Raden Buyung A., ST., MT**  
NIP. 19740203 200212 1 002

DOSEN PEMBIMBING 2

**Dr. Eng. Yuyun Tajunnisa., ST., MT**  
NIP. 19780201 200604 2 002

NAMA MAHASISWA

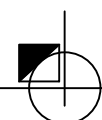
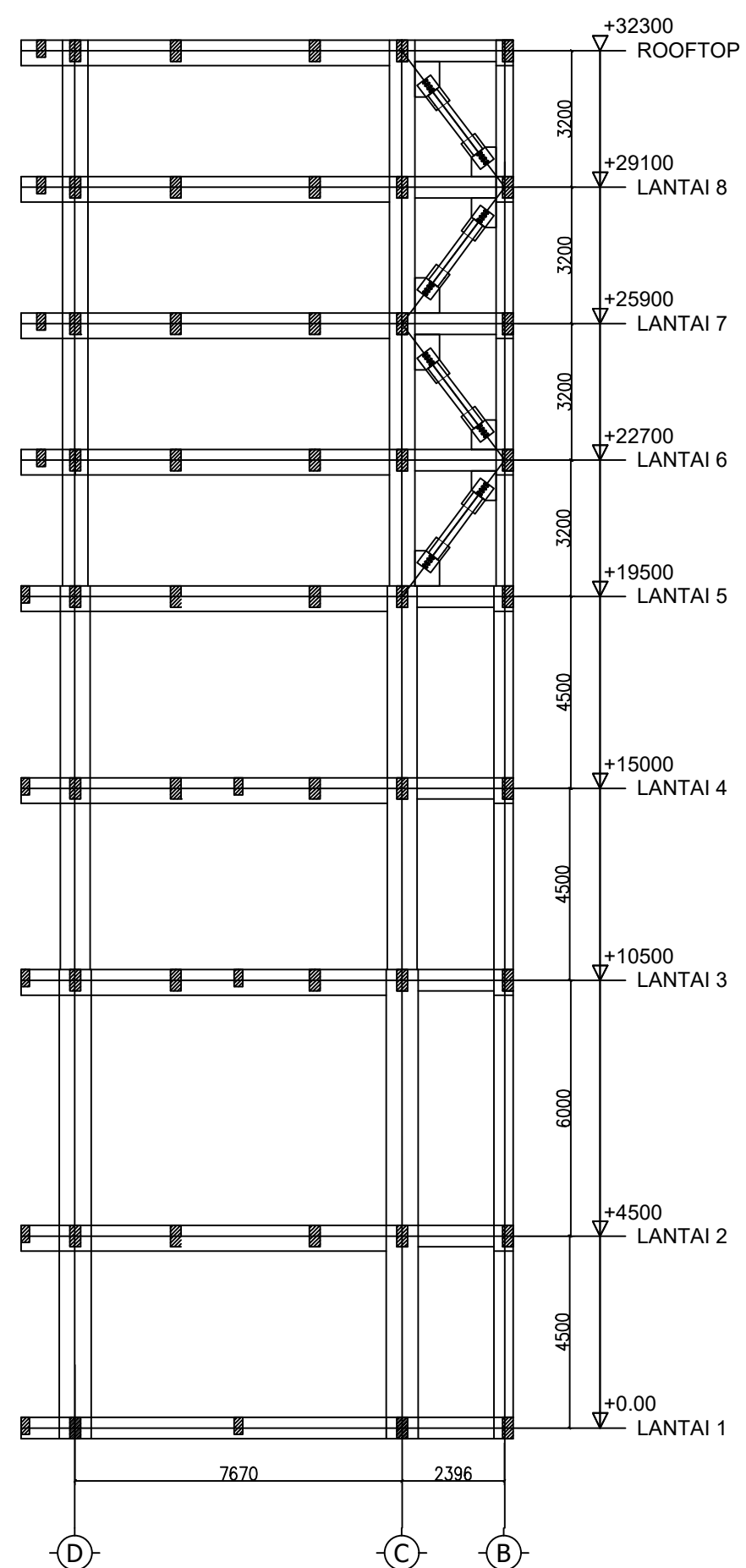
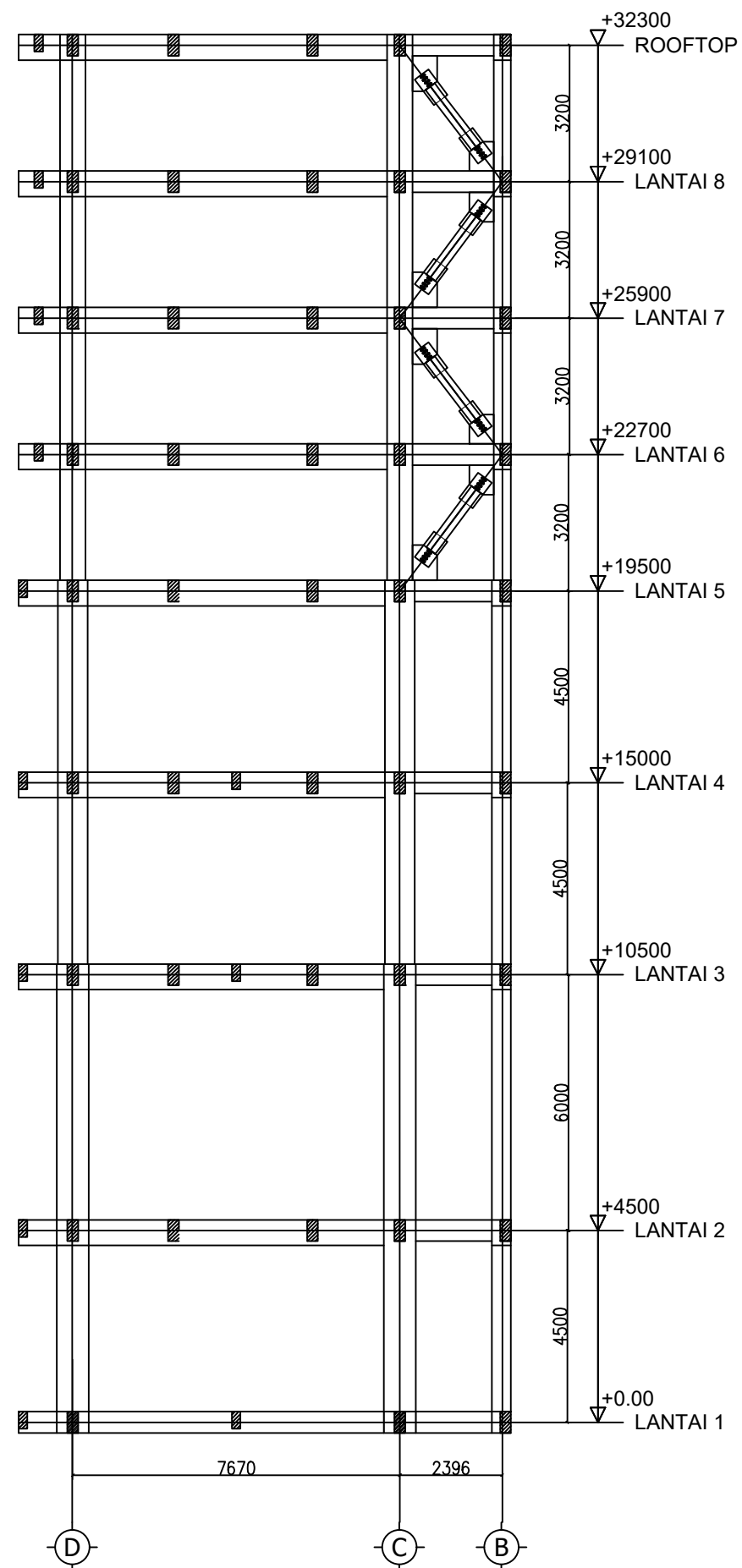
**Ratu Gengsar Febrilian**  
NRP. 10111710013004

JUDUL GAMBAR  
**Konfigurasi Perkuatan  
Breising Potongan AS 6-8**

KETERANGAN

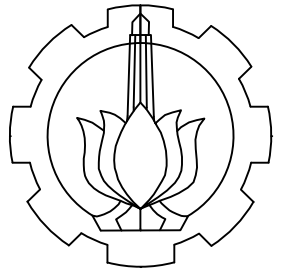
NOMOR GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
--------------	---------------

69	83
----	----



**KONFIGURASI PERKUATAN BREISING POTONGAN AS 6-8**

skala 1 : 150



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

MATA KULIAH  
TUGAS AKHIR TERAPAN

JUDUL TUGAS AKHIR  
**EVALUASI DAN PERKUATAN  
BANGUNAN GEDUNG HOTEL  
SHAFIRA SURABAYA  
MENGUNAKAN BREISING  
BAJA AKIBAT BEBAN GEMPA  
SNI 1726:2019 DAN  
PERSYARATAN BETON  
STRUKTURAL SNI 2847:2019**

LOKASI PROYEK  
Jalan Ahmad Yani No.119, Surabaya

DOSEN PEMBIMBING 1

**Ir., Raden Buyung A., ST., MT**  
NIP. 19740203 200212 1 002

DOSEN PEMBIMBING 2

**Dr. Eng. Yuyun Tajunnisa., ST., MT**  
NIP. 19780201 200604 2 002

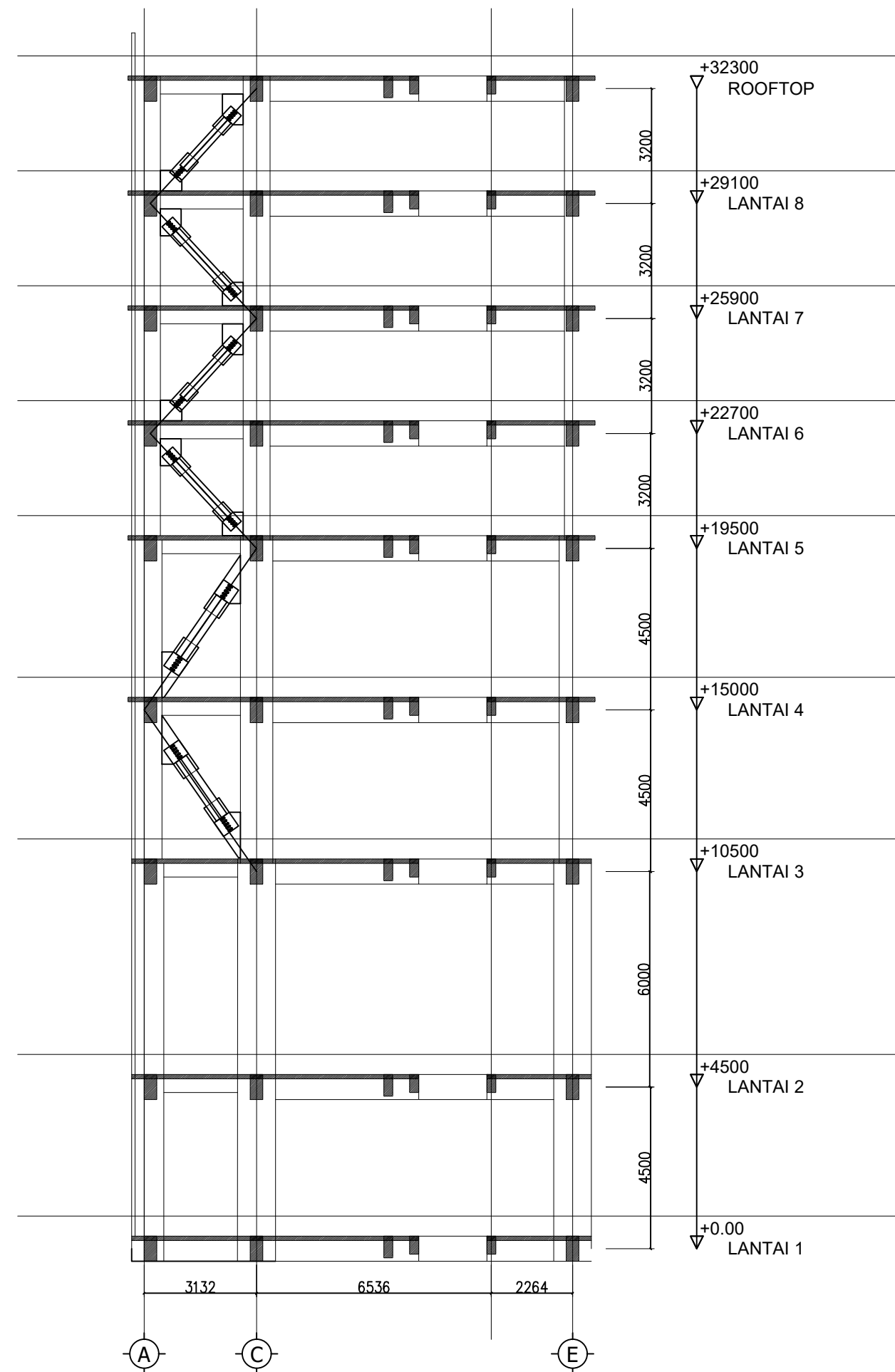
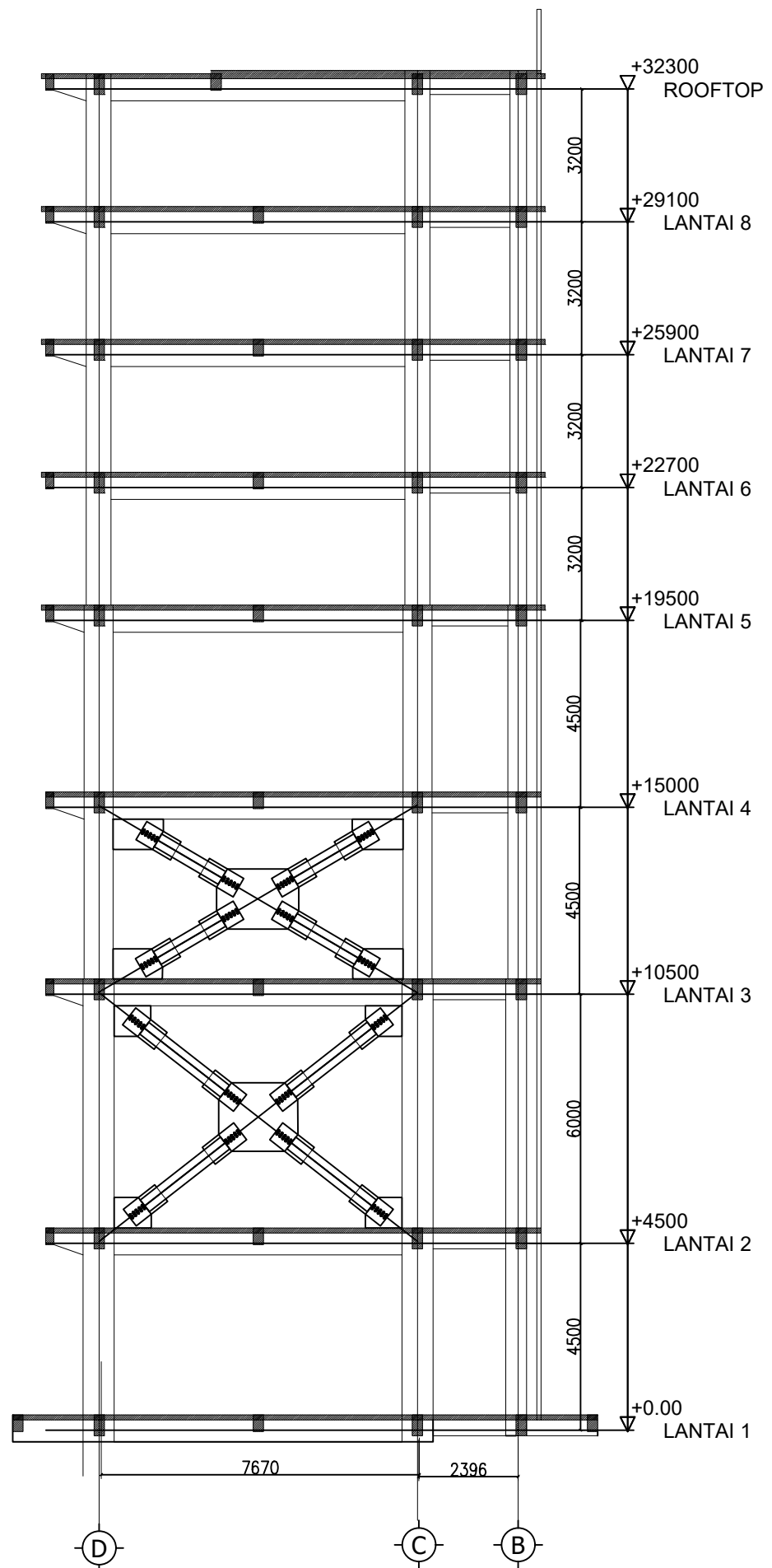
NAMA MAHASISWA

**Ratu Gengsar Febrilian**  
NRP. 10111710013004

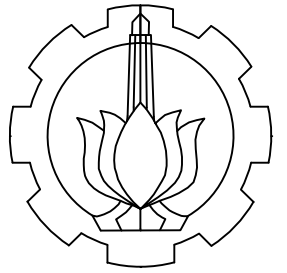
JUDUL GAMBAR  
**Konfigurasi Perkuatan  
Breising Potongan AS 10-11**

KETERANGAN

NOMOR GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
70	83



**KONFIGURASI PERKUATAN BREISING POTONGAN AS 10-11**  
skala 1 : 150



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

MATA KULIAH  
 TUGAS AKHIR TERAPAN

JUDUL TUGAS AKHIR  
 EVALUASI DAN PERKUATAN  
 BANGUNAN GEDUNG HOTEL  
 SHAFIRA SURABAYA  
 MENGGUNAKAN BREISING  
 BAJA AKIBAT BEBAN GEMPA  
 SNI 1726:2019 DAN  
 PERSYARATAN BETON  
 STRUKTURAL SNI 2847:2019

LOKASI PROYEK  
 Jalan Ahmad Yani No.119, Surabaya

DOSEN PEMBIMBING 1

Ir., Raden Buyung A., ST., MT  
 NIP. 19740203 200212 1 002

DOSEN PEMBIMBING 2

Dr. Eng. Yuyun Tajunnisa., ST., MT  
 NIP. 19780201 200604 2 002

NAMA MAHASISWA

Ratu Gengsar Febrilian  
 NRP. 10111710013004

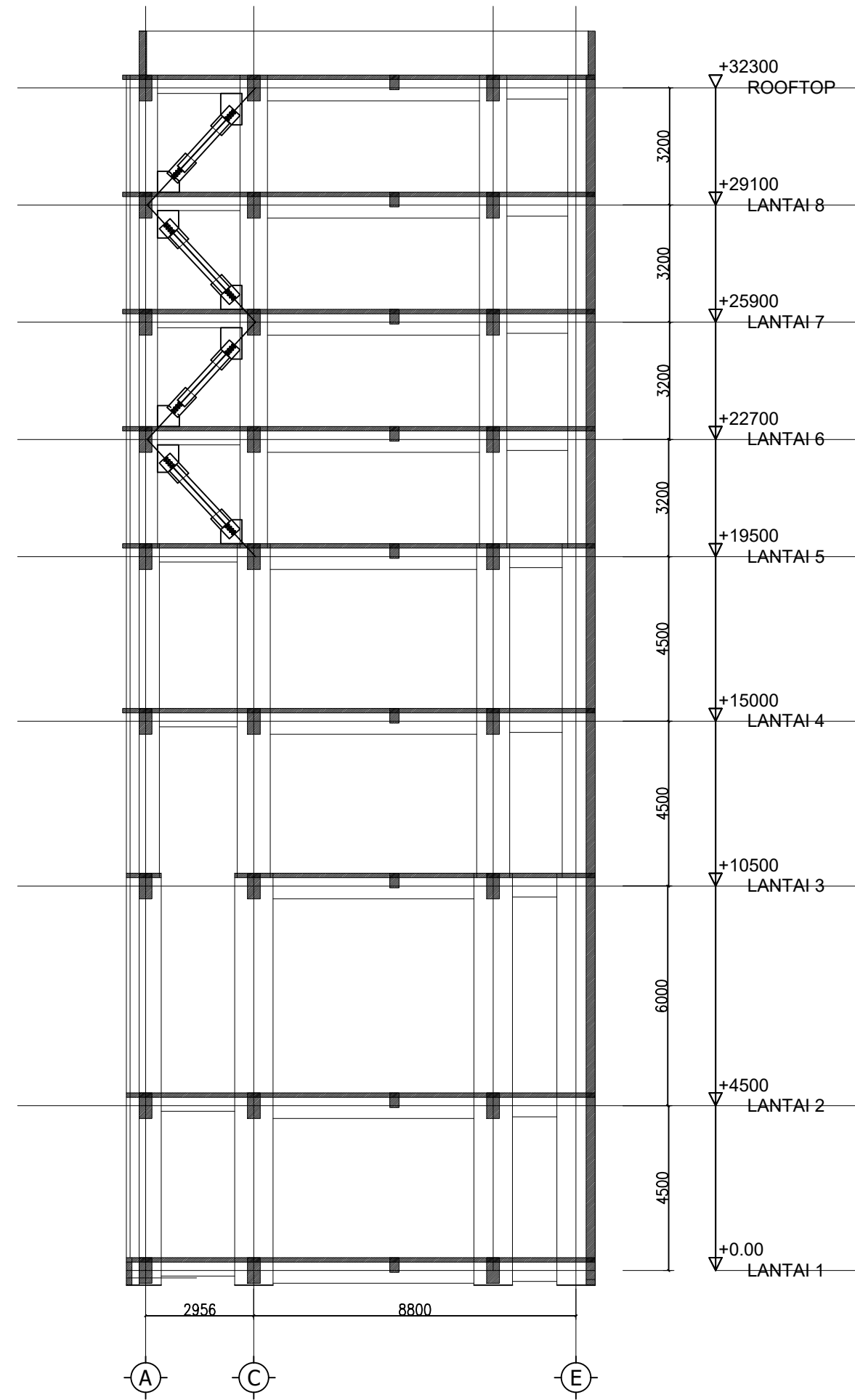
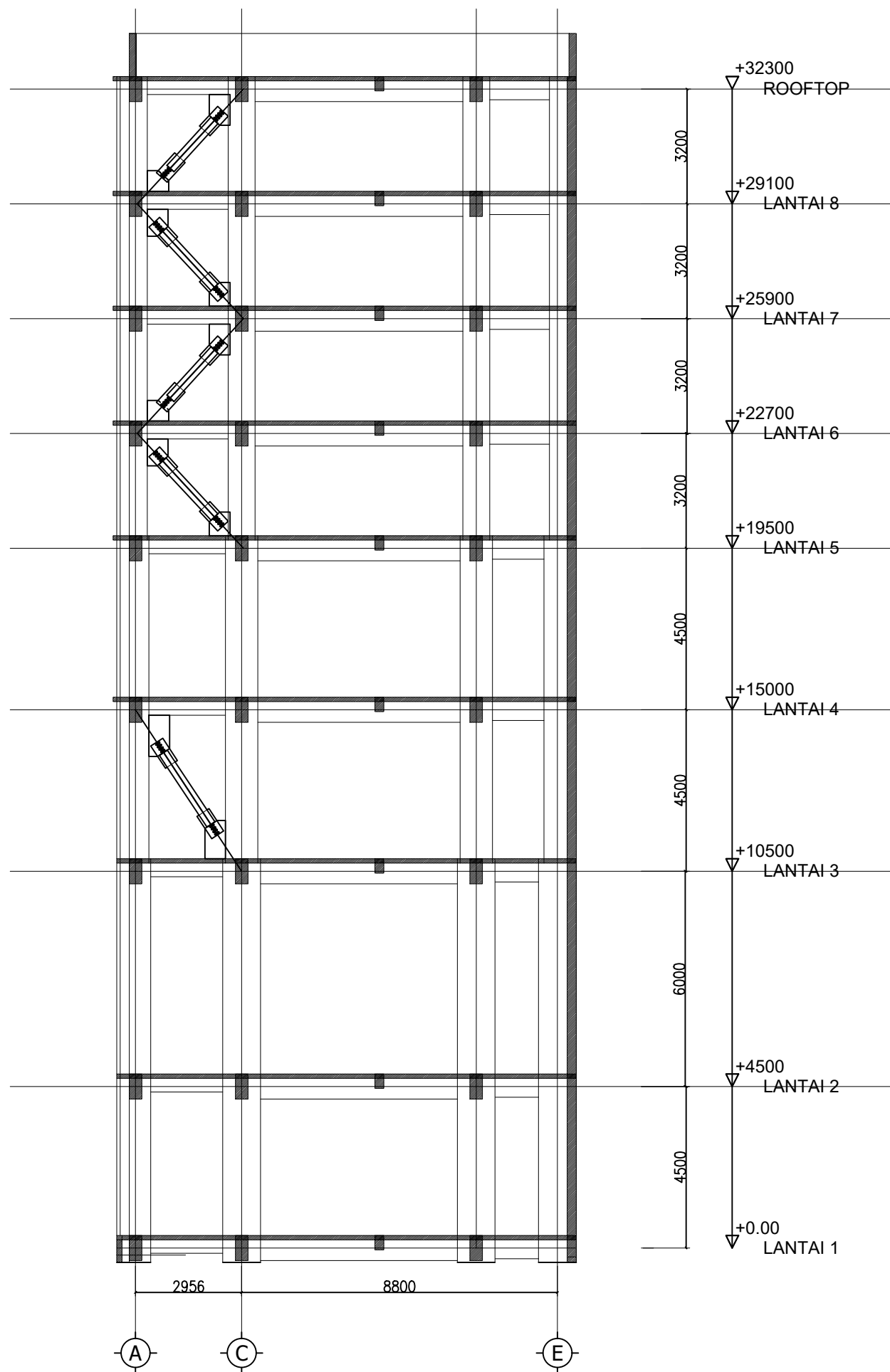
JUDUL GAMBAR  
 Konfigurasi Perkuatan  
 Breising Potongan AS 12-13

KETERANGAN

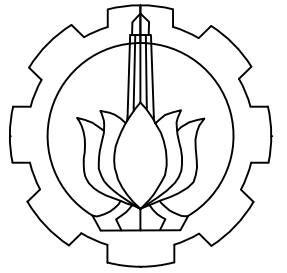
NOMOR GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
71	83

71

83



**KONFIGURASI PERKUATAN BREISING POTONGAN AS 12-13**  
 skala 1 : 150



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

MATA KULIAH  
 TUGAS AKHIR TERAPAN

JUDUL TUGAS AKHIR  
 EVALUASI DAN PERKUATAN  
 BANGUNAN GEDUNG HOTEL  
 SHAFIRA SURABAYA  
 MENGGUNAKAN BREISING  
 BAJA AKIBAT BEBAN GEMPA  
 SNI 1726:2019 DAN  
 PERSYARATAN BETON  
 STRUKTURAL SNI 2847:2019

LOKASI PROYEK  
 Jalan Ahmad Yani No.119, Surabaya

DOSEN PEMBIMBING 1

Ir., Raden Buyung A., ST., MT  
 NIP. 19740203 200212 1 002

DOSEN PEMBIMBING 2

Dr. Eng. Yuyun Tajunnisa., ST., MT  
 NIP. 19780201 200604 2 002

NAMA MAHASISWA

Ratu Gengsar Febrilian  
 NRP. 10111710013004

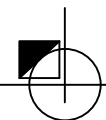
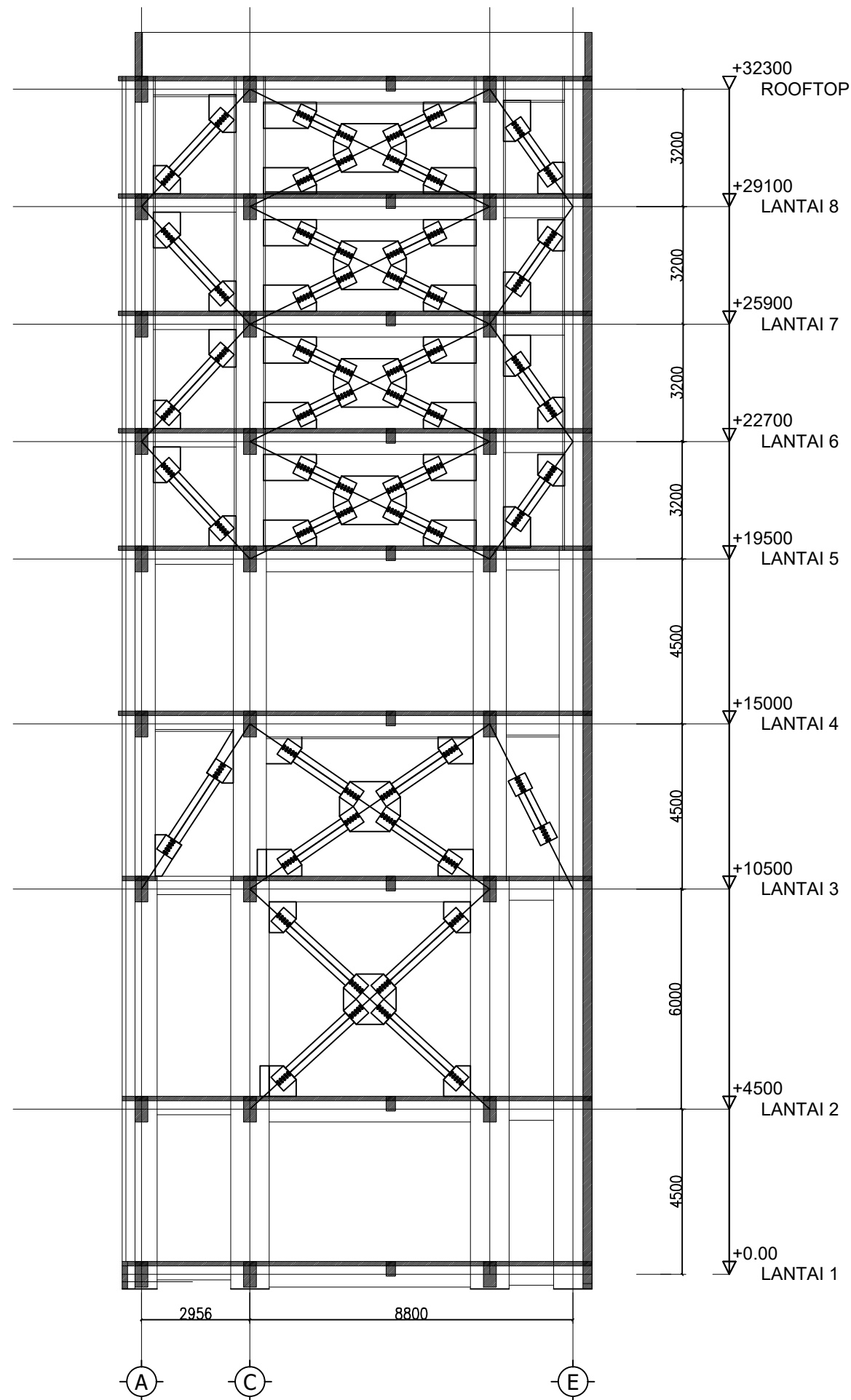
JUDUL GAMBAR  
 Konfigurasi Perkuatan  
 Breising Potongan AS 14

KETERANGAN

NOMOR GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
--------------	---------------

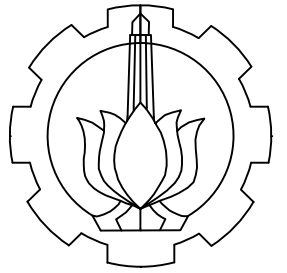
72

83



**KONFIGURASI PERKUATAN BREISING POTONGAN AS 14**

skala 1 : 150



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

MATA KULIAH  
TUGAS AKHIR TERAPAN

JUDUL TUGAS AKHIR  
**EVALUASI DAN PERKUATAN  
BANGUNAN GEDUNG HOTEL  
SHAFIRA SURABAYA  
MENGUNAKAN BREISING  
BAJA AKIBAT BEBAN GEMPA  
SNI 1726:2019 DAN  
PERSYARATAN BETON  
STRUKTURAL SNI 2847:2019**

LOKASI PROYEK  
Jalan Ahmad Yani No.119, Surabaya

DOSEN PEMBIMBING 1

**Ir., Raden Buyung A., ST., MT**  
NIP. 19740203 200212 1 002

DOSEN PEMBIMBING 2

**Dr. Eng. Yuyun Tajunnisa., ST., MT**  
NIP. 19780201 200604 2 002

NAMA MAHASISWA

**Ratu Gengsar Febrilian**  
NRP. 10111710013004

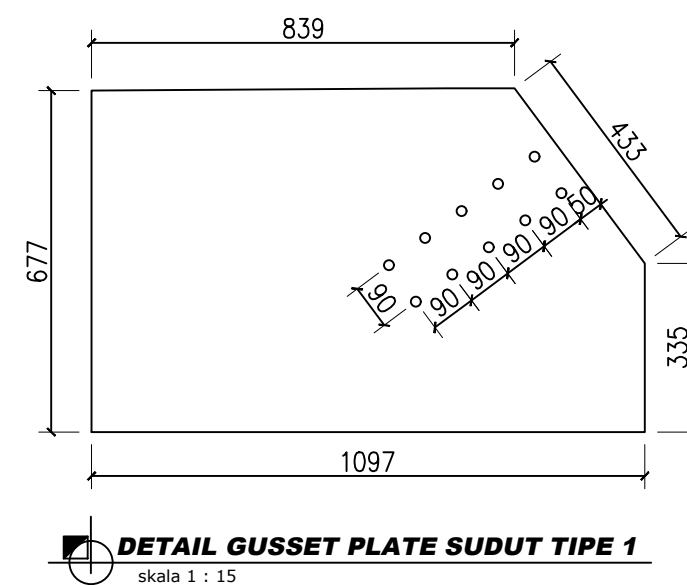
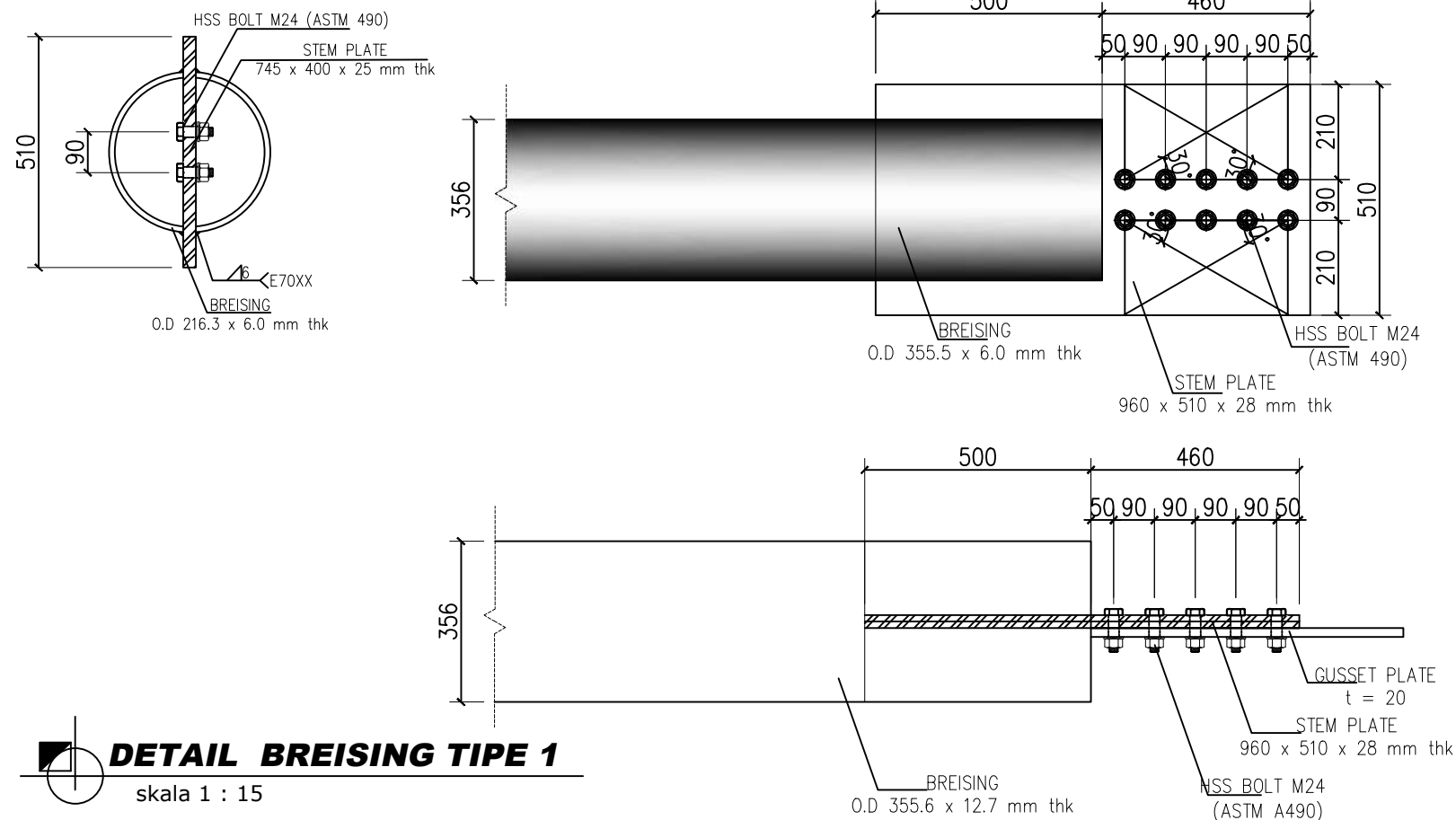
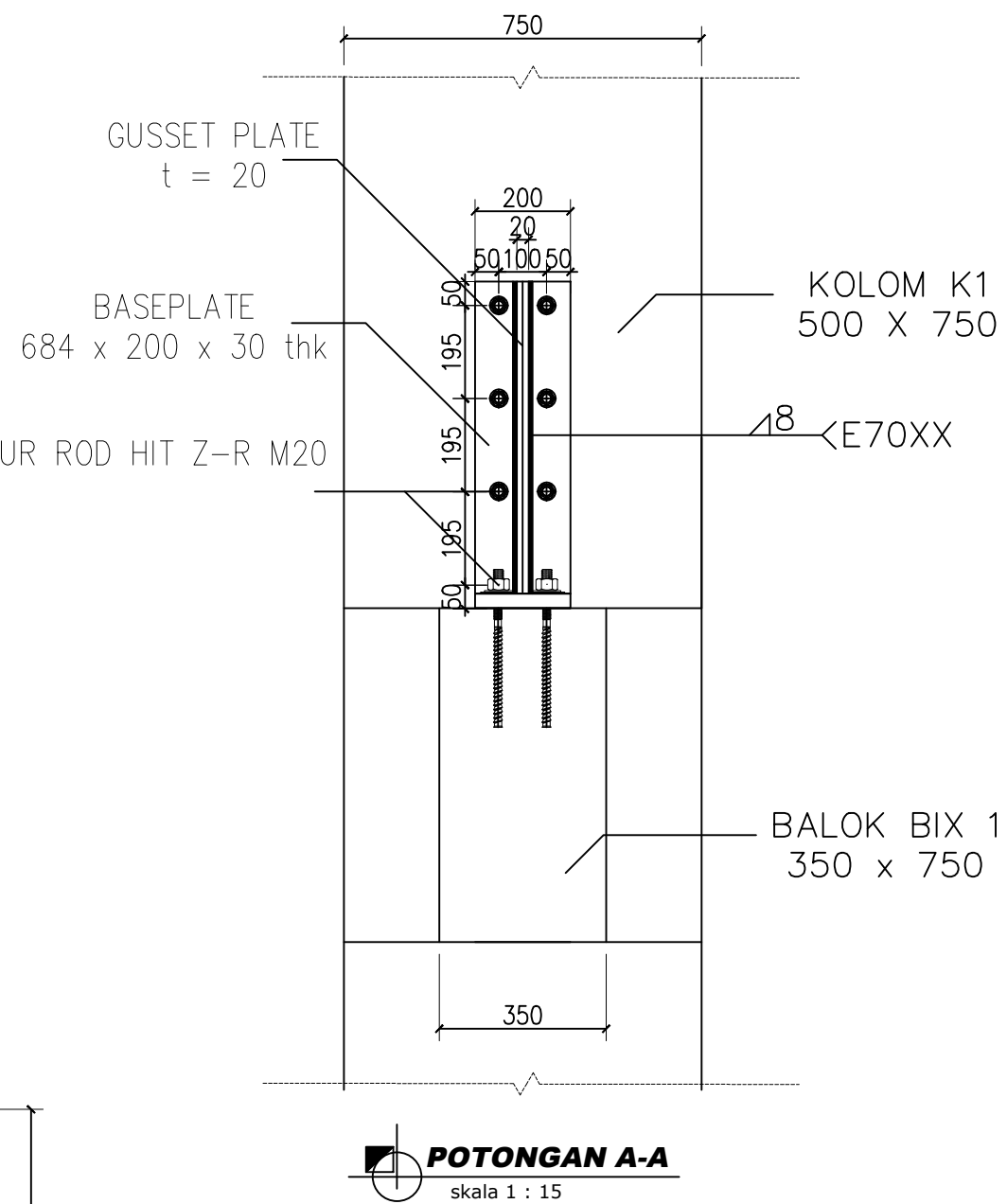
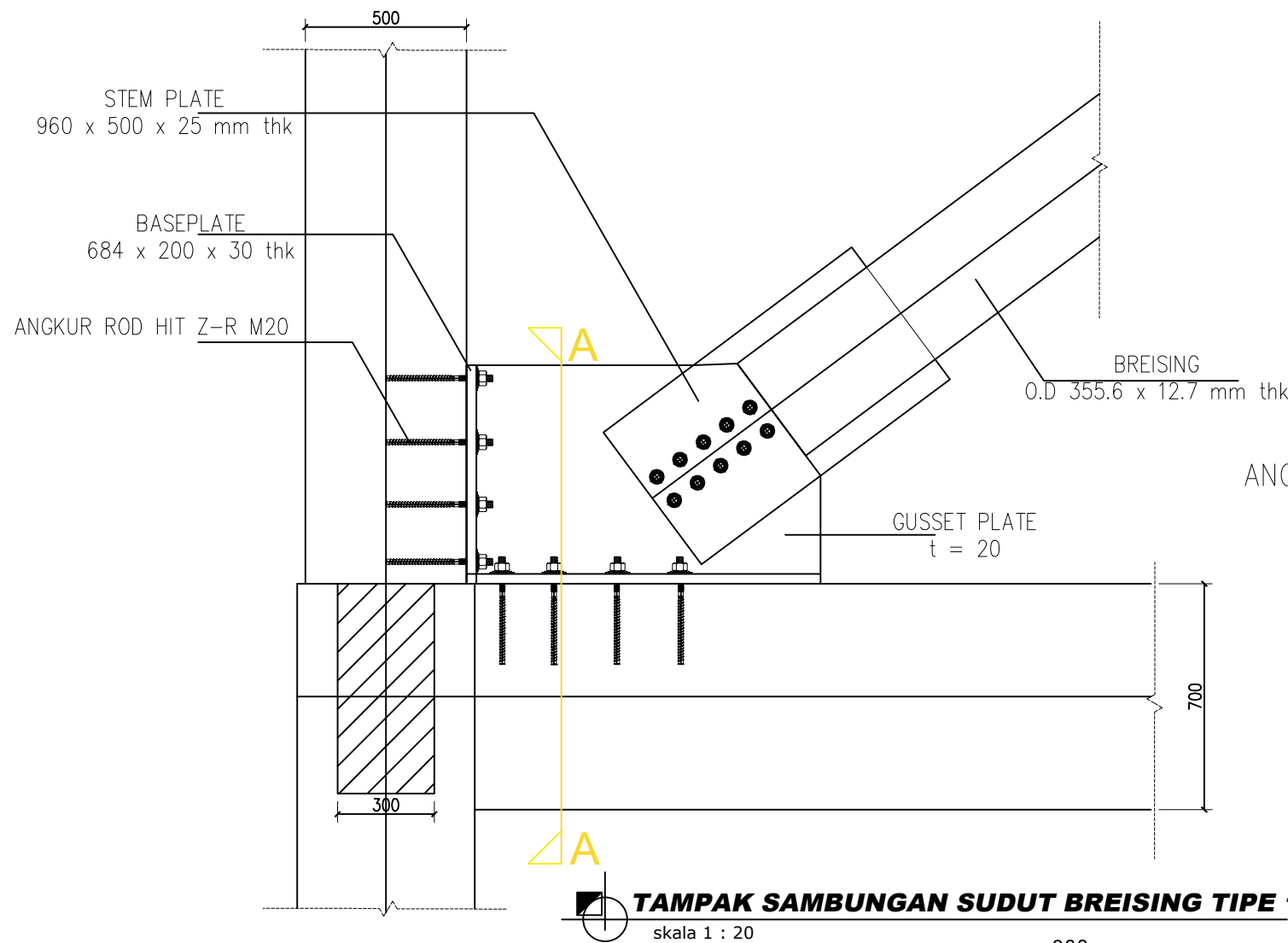
JUDUL GAMBAR  
**Detail Sambungan Sudut Breising Tipe 1**

KETERANGAN

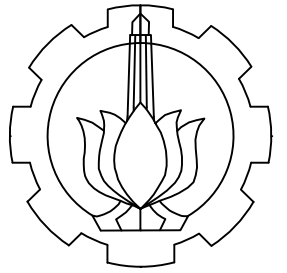
NOMOR GAMBAR      JUMLAH GAMBAR

73

83







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

MATA KULIAH  
TUGAS AKHIR TERAPAN

JUDUL TUGAS AKHIR  
**EVALUASI DAN PERKUATAN  
BANGUNAN GEDUNG HOTEL  
SHAFIRA SURABAYA  
MENGUNAKAN BREISING  
BAJA AKIBAT BEBAN GEMPA  
SNI 1726:2019 DAN  
PERSYARATAN BETON  
STRUKTURAL SNI 2847:2019**

LOKASI PROYEK  
Jalan Ahmad Yani No.119, Surabaya

DOSEN PEMBIMBING 1

**Ir., Raden Buyung A., ST., MT**  
NIP. 19740203 200212 1 002

DOSEN PEMBIMBING 2

**Dr. Eng. Yuyun Tajunnisa., ST., MT**  
NIP. 19780201 200604 2 002

NAMA MAHASISWA

**Ratu Gengsar Febrilian**  
NRP. 10111710013004

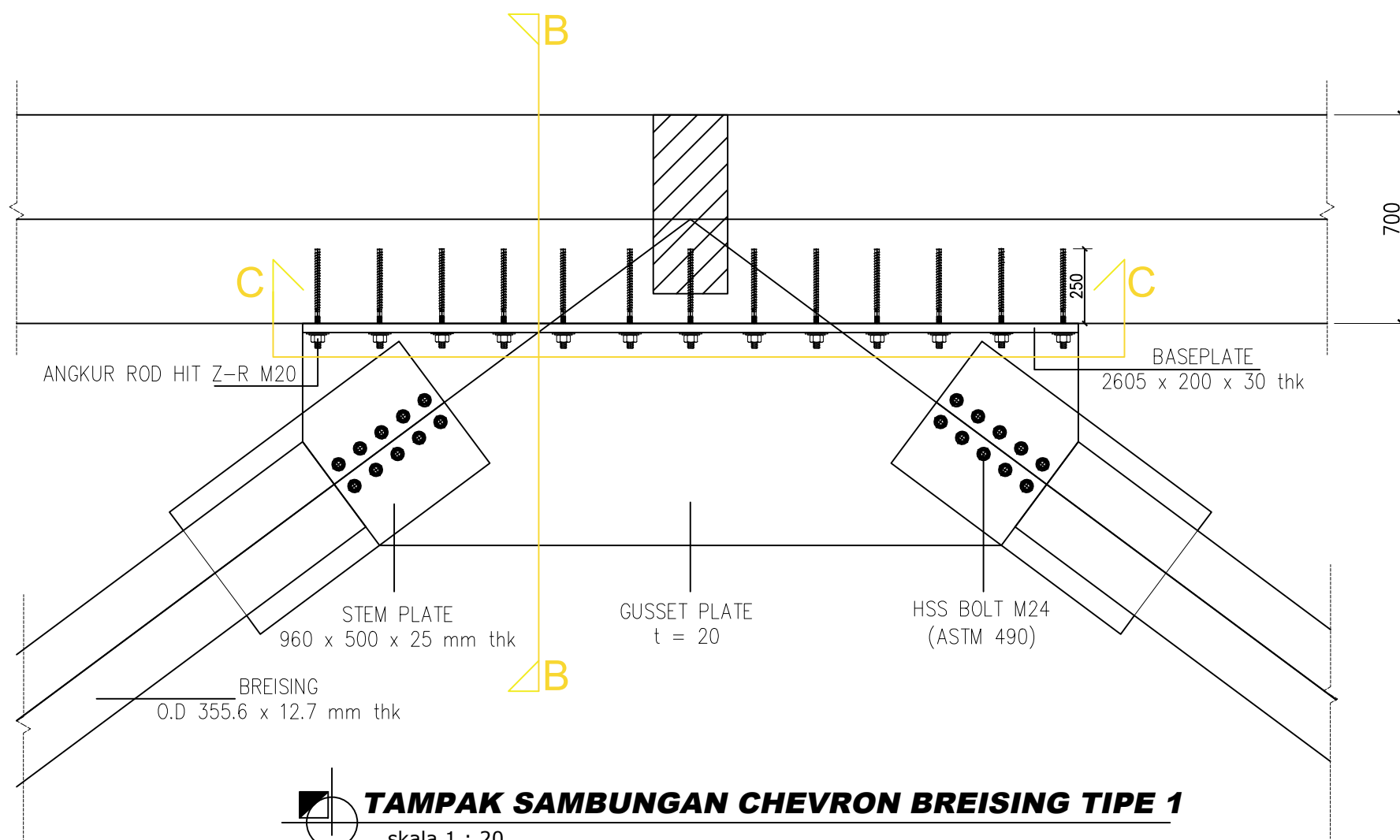
JUDUL GAMBAR  
**Detail Sambungan Chevron Breising Tipe 1**

KETERANGAN

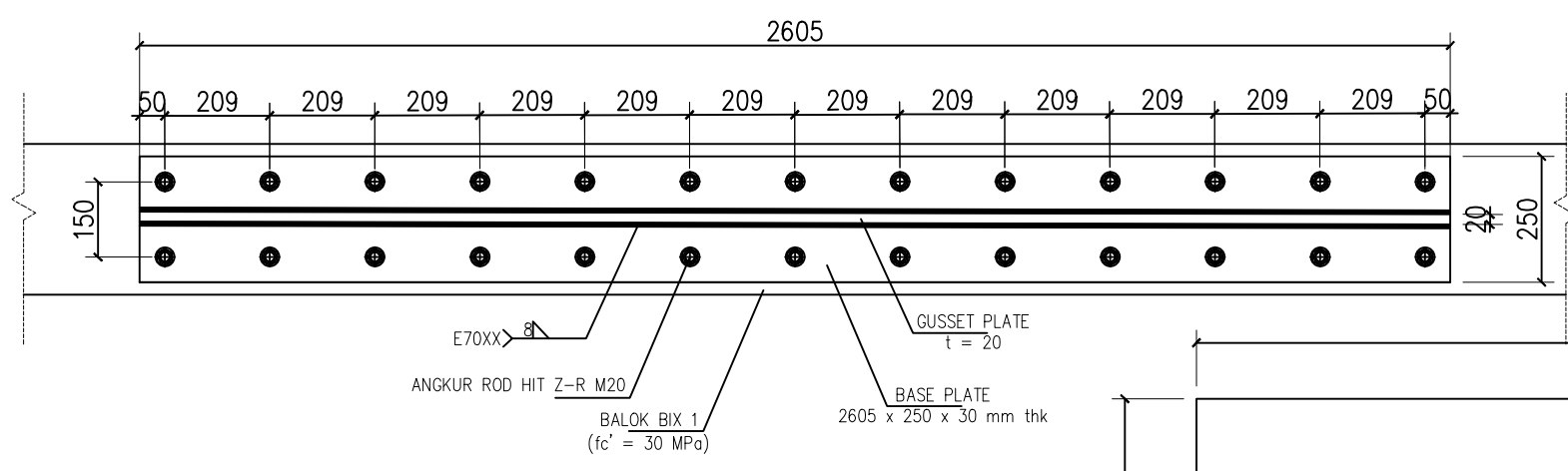
NOMOR GAMBAR      JUMLAH GAMBAR

74

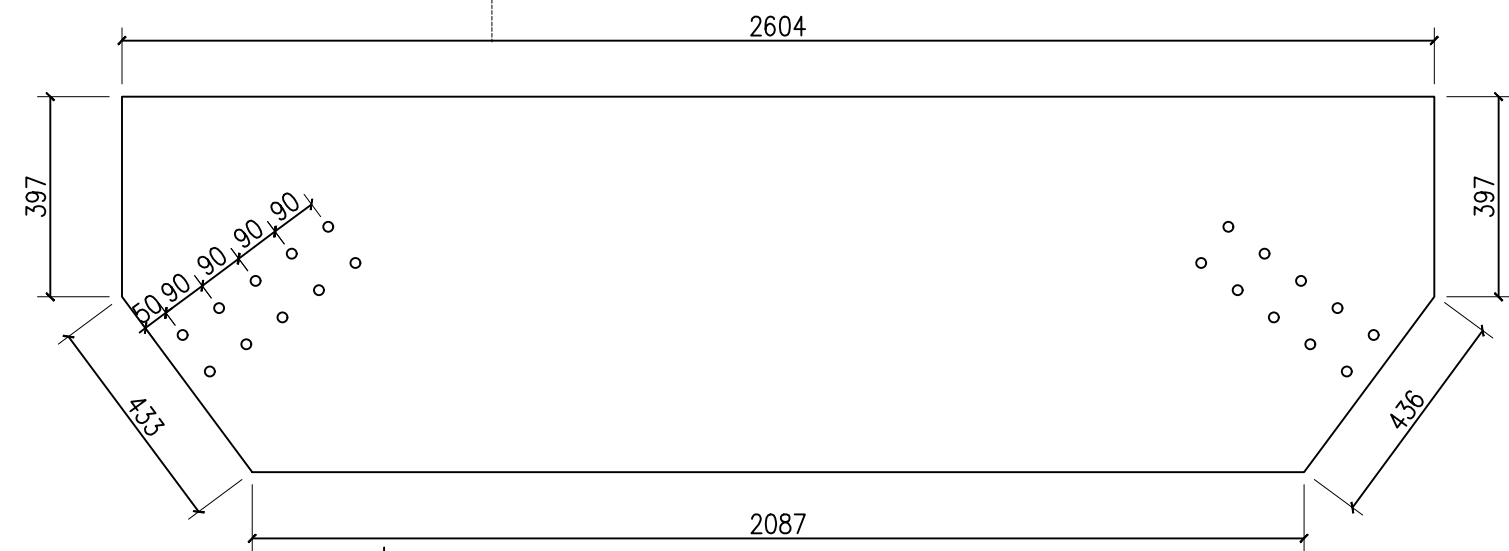
83



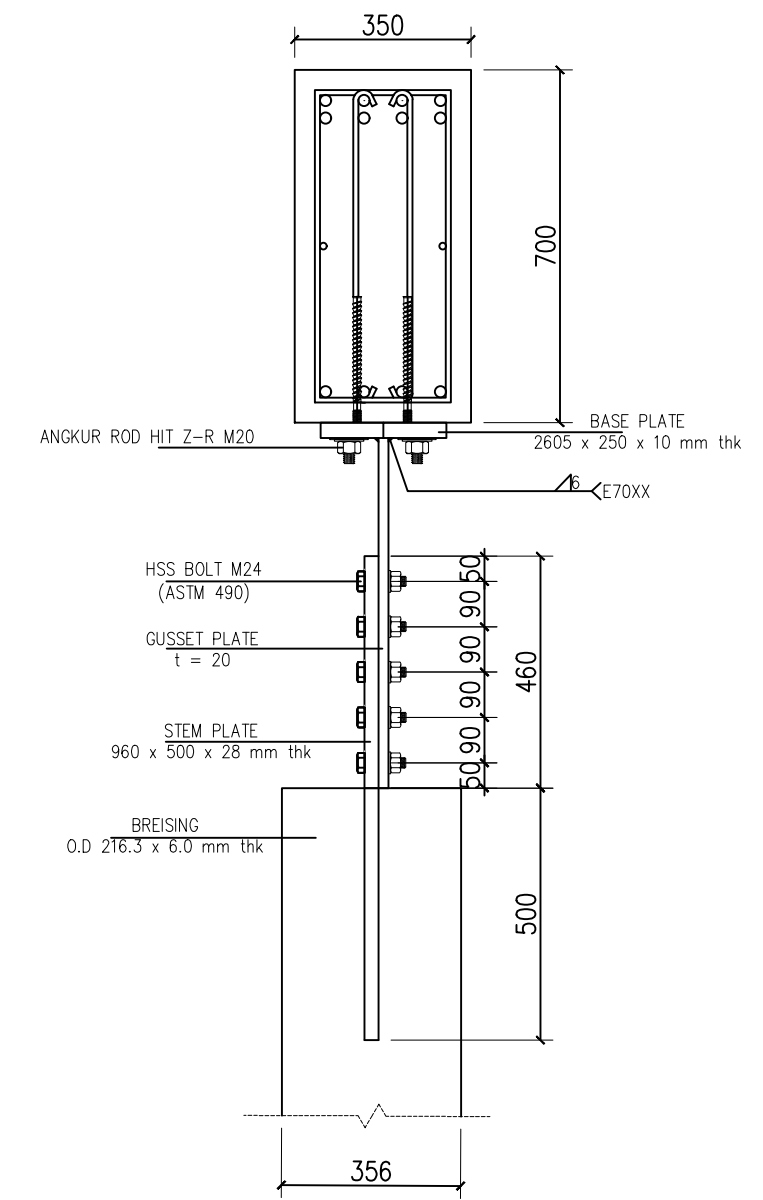
**TAMPAK SAMBUNGAN CHEVRON BREISING TIPE 1**  
skala 1 : 20



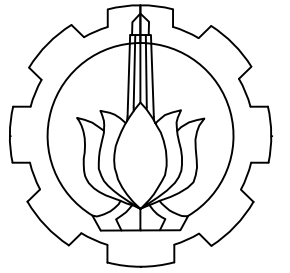
**POTONGAN C-C**  
skala 1 : 15



**DETAIL GUSSET PLATE CHEVRON TIPE 1**  
skala 1 : 15



**POTONGAN B-B**  
skala 1 : 15



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

MATA KULIAH  
TUGAS AKHIR TERAPAN

JUDUL TUGAS AKHIR  
**EVALUASI DAN PERKUATAN  
BANGUNAN GEDUNG HOTEL  
SHAFIRA SURABAYA  
MENGUNAKAN BREISING  
BAJA AKIBAT BEBAN GEMPA  
SNI 1726:2019 DAN  
PERSYARATAN BETON  
STRUKTURAL SNI 2847:2019**

LOKASI PROYEK  
Jalan Ahmad Yani No.119, Surabaya

DOSEN PEMBIMBING 1

Ir., Raden Buyung A., ST., MT  
NIP. 19740203 200212 1 002

DOSEN PEMBIMBING 2

Dr. Eng. Yuyun Tajunnisa., ST., MT  
NIP. 19780201 200604 2 002

NAMA MAHASISWA

Ratu Gengsar Febrilian  
NRP. 10111710013004

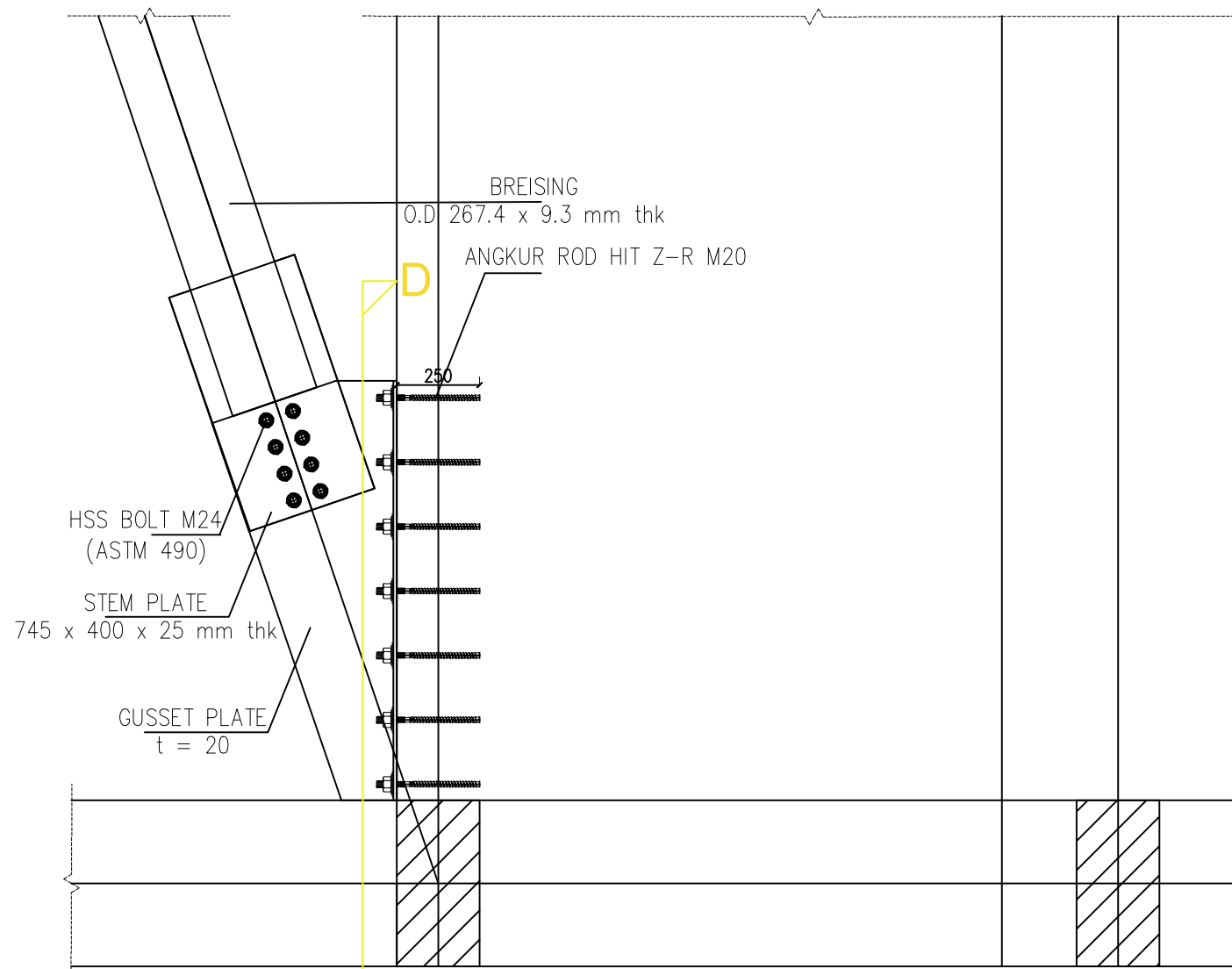
JUDUL GAMBAR  
**Detail Sambungan Sudut Breising Tipe 2**

KETERANGAN

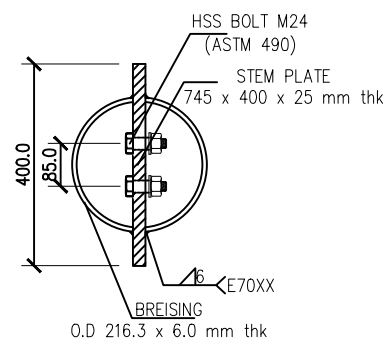
NOMOR GAMBAR      JUMLAH GAMBAR

75

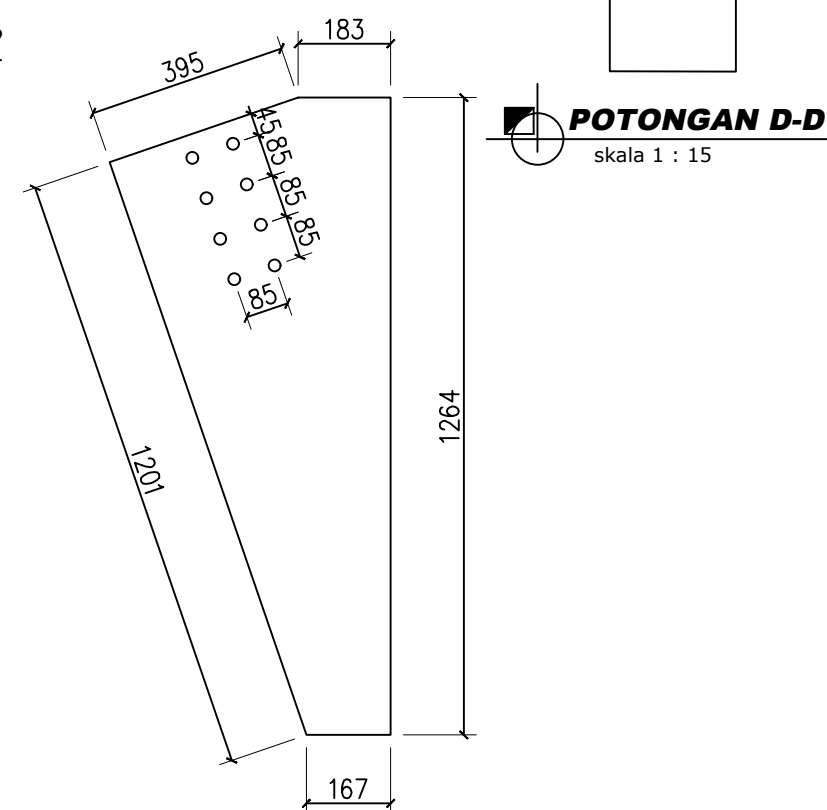
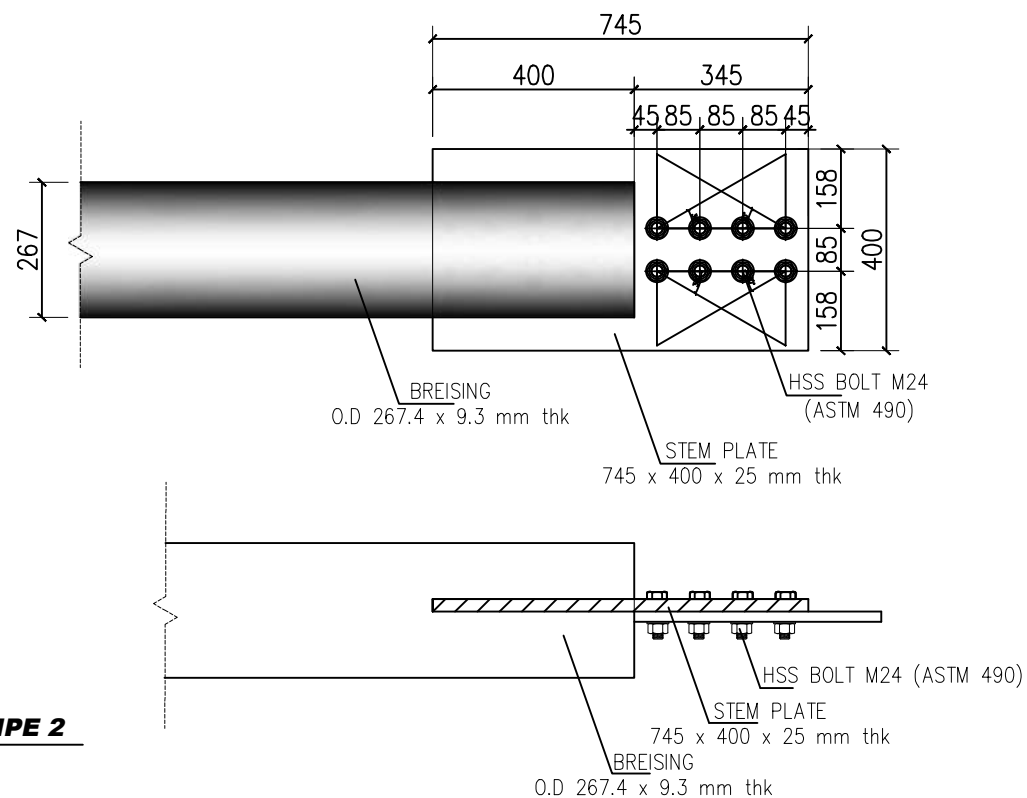
83



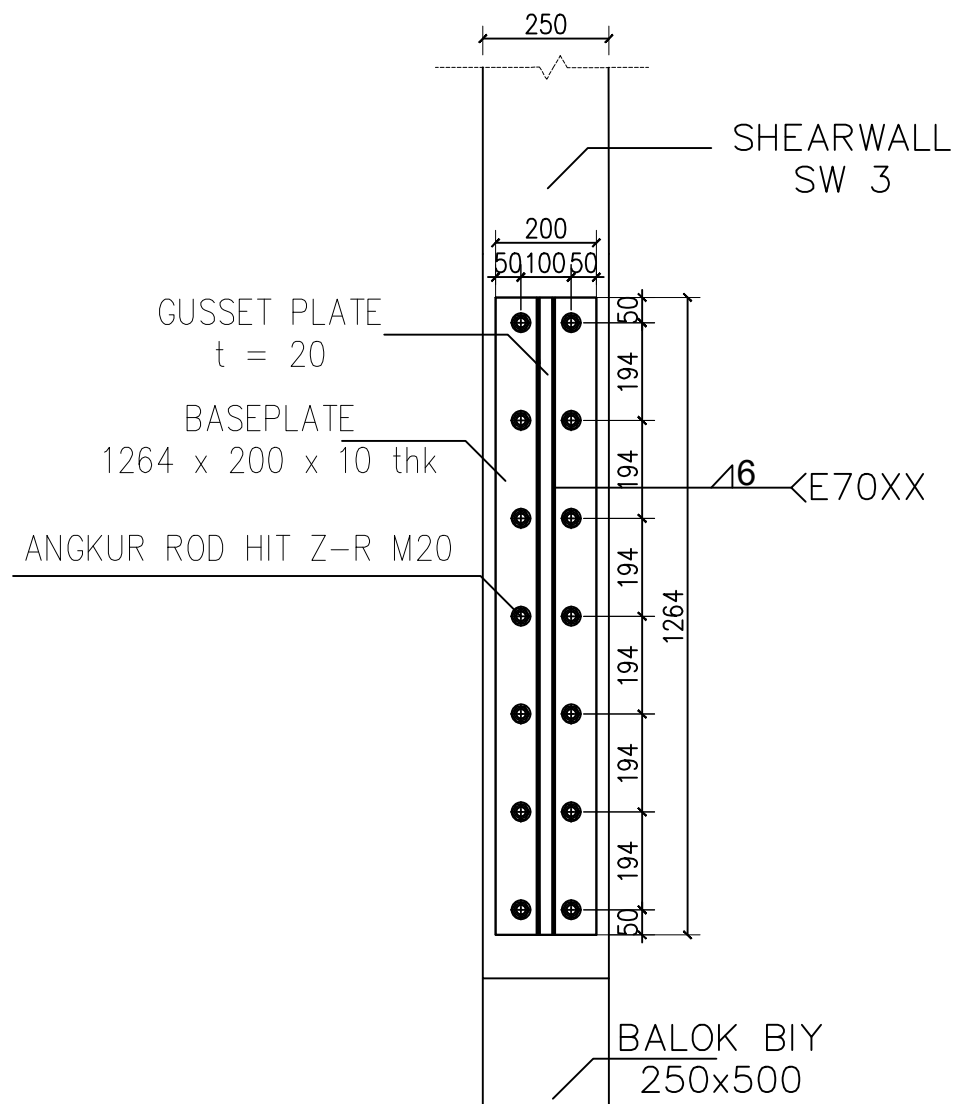
**TAMPAK SAMBUNGAN SUDUT BREISING TIPE 2**  
skala 1 : 20



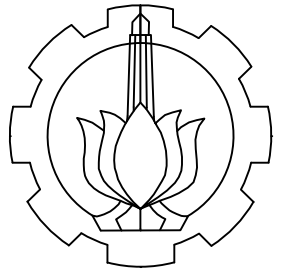
**DETAIL BREISING TIPE 2**  
skala 1 : 15



**DETAIL GUSSET PLATE SUDUT TIPE 2**  
skala 1 : 15



**POTONGAN D-D**  
skala 1 : 15



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

MATA KULIAH  
TUGAS AKHIR TERAPAN

JUDUL TUGAS AKHIR  
**EVALUASI DAN PERKUATAN  
BANGUNAN GEDUNG HOTEL  
SHAFIRA SURABAYA  
MENGUNAKAN BREISING  
BAJA AKIBAT BEBAN GEMPA  
SNI 1726:2019 DAN  
PERSYARATAN BETON  
STRUKTURAL SNI 2847:2019**

LOKASI PROYEK  
Jalan Ahmad Yani No.119, Surabaya

DOSEN PEMBIMBING 1

**Ir., Raden Buyung A., ST., MT**  
NIP. 19740203 200212 1 002

DOSEN PEMBIMBING 2

**Dr. Eng. Yuyun Tajunnisa., ST., MT**  
NIP. 19780201 200604 2 002

NAMA MAHASISWA

**Ratu Gengsar Febrilian**  
NRP. 10111710013004

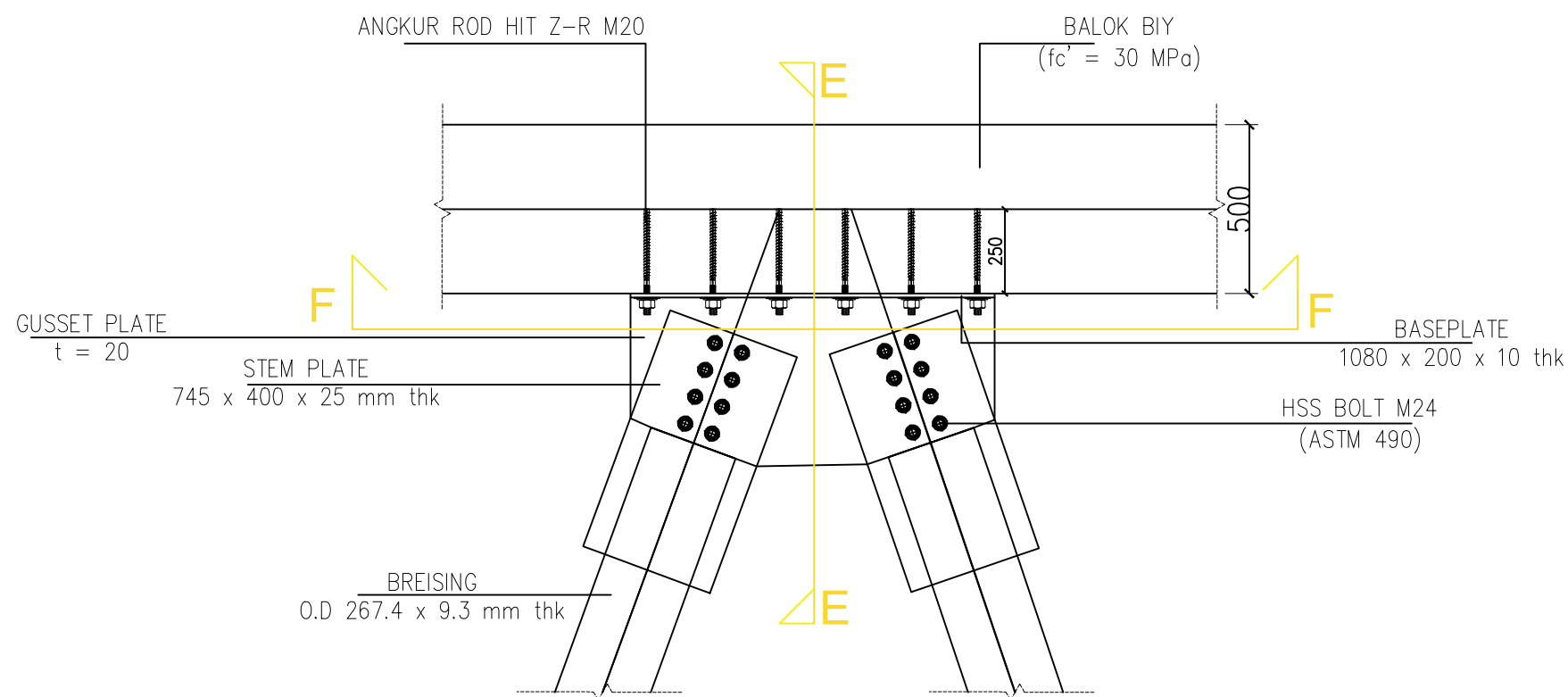
JUDUL GAMBAR  
**Detail Sambungan Chevron Breising Tipe 2**

KETERANGAN

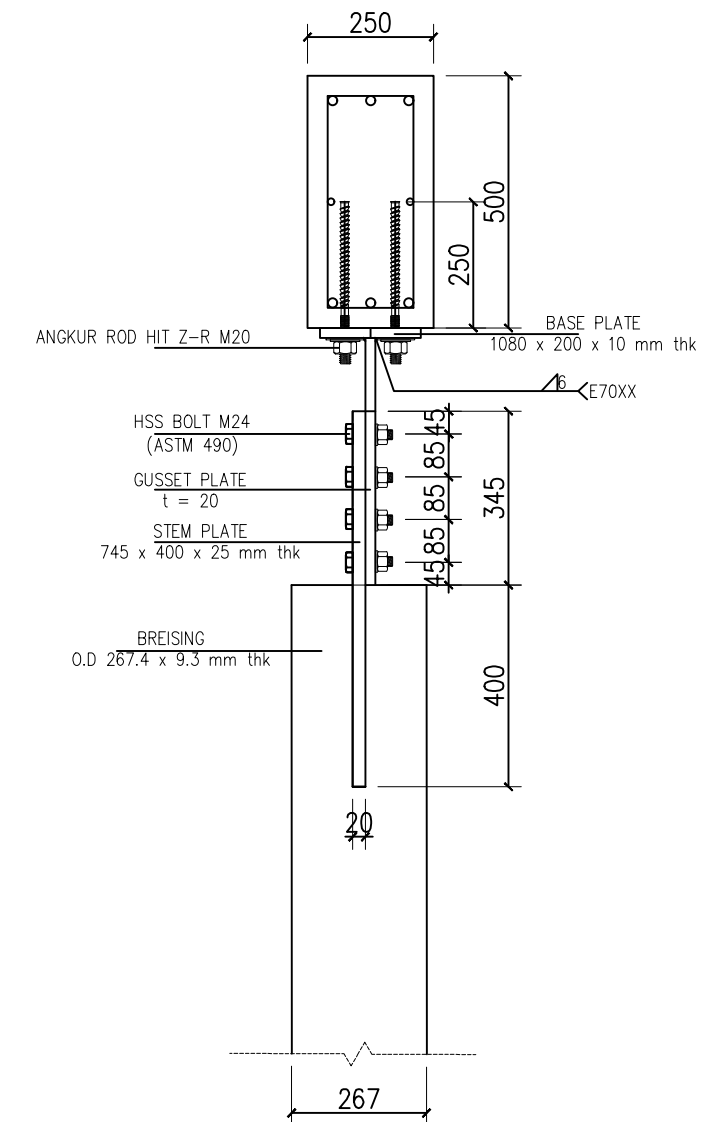
NOMOR GAMBAR      JUMLAH GAMBAR

76

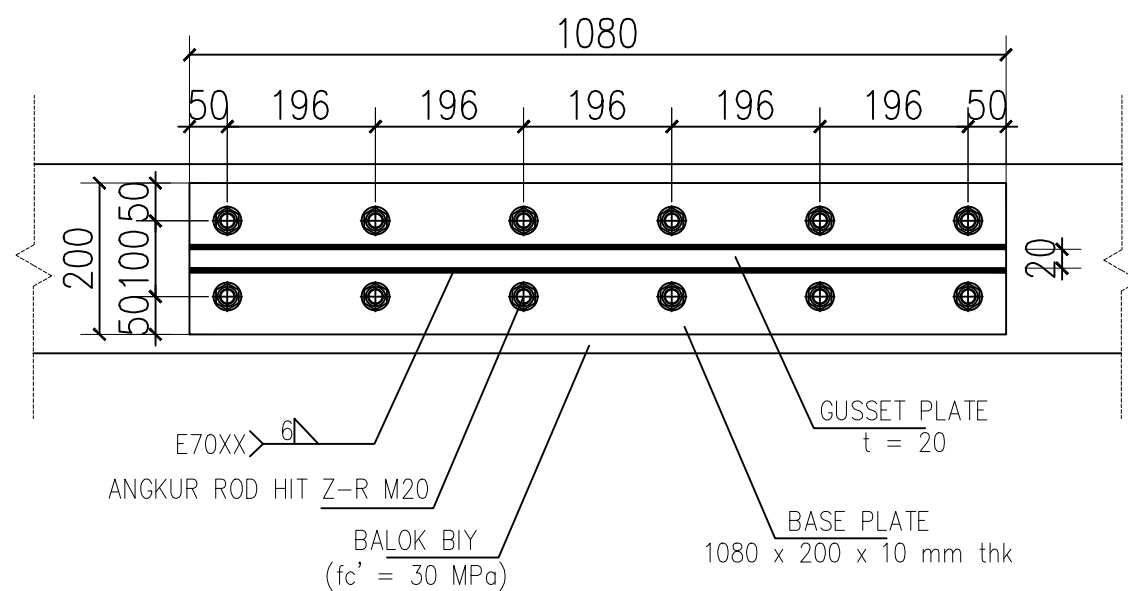
83



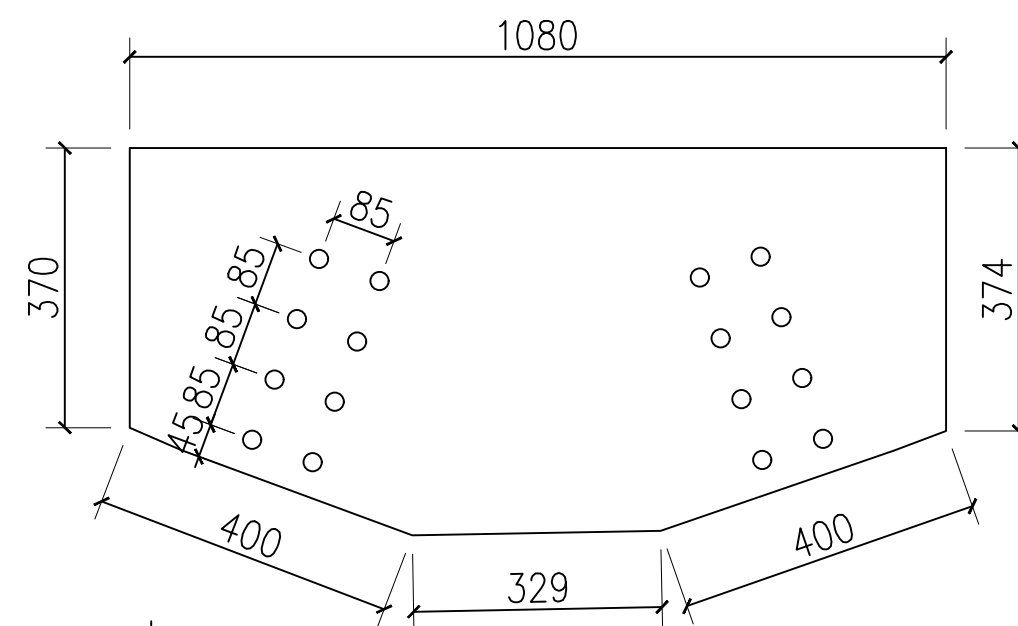
**TAMPAK SAMBUNGAN CHEVRON BREISING TIPE 2**  
skala 1 : 20



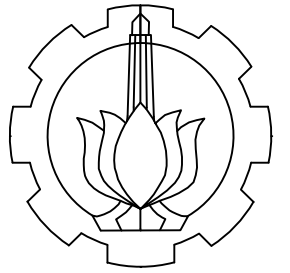
**POTONGAN E-E**  
skala 1 : 15



**POTONGAN F-F**  
skala 1 : 10



**DETAIL GUSSET PLATE CHEVRON TIPE 2**  
skala 1 : 10



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

MATA KULIAH  
TUGAS AKHIR TERAPAN

JUDUL TUGAS AKHIR  
EVALUASI DAN PERKUATAN  
BANGUNAN GEDUNG HOTEL  
SHAFIRA SURABAYA  
MENGUNAKAN BREISING  
BAJA AKIBAT BEBAN GEMPA  
SNI 1726:2019 DAN  
PERSYARATAN BETON  
STRUKTURAL SNI 2847:2019

LOKASI PROYEK  
Jalan Ahmad Yani No.119, Surabaya

DOSEN PEMBIMBING 1

Ir., Raden Buyung A., ST., MT  
NIP. 19740203 200212 1 002

DOSEN PEMBIMBING 2

Dr. Eng. Yuyun Tajunnisa., ST., MT  
NIP. 19780201 200604 2 002

NAMA MAHASISWA

Ratu Gengsar Febrilian  
NRP. 10111710013004

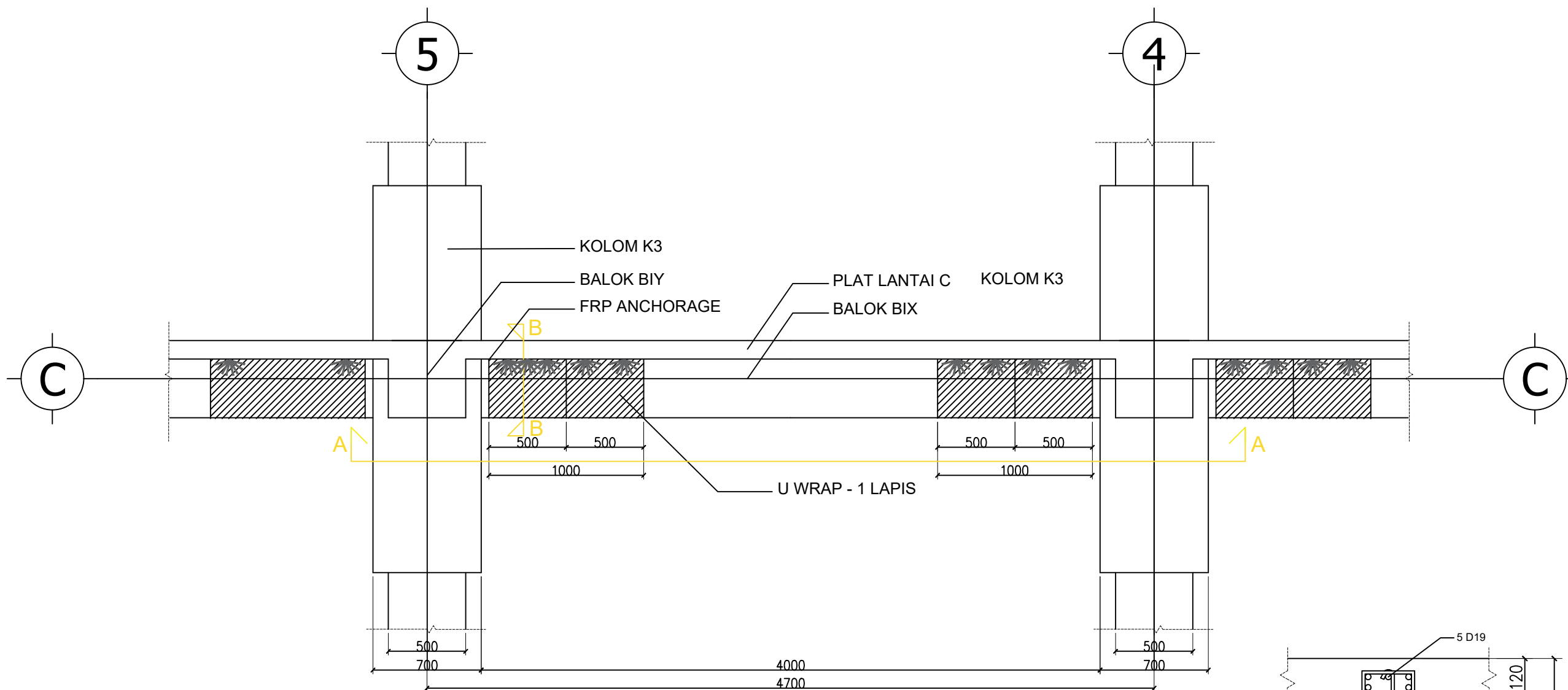
JUDUL GAMBAR  
Detail Perkuatan CFRP Wrap Balok BIX dan Kolom K3

KETERANGAN

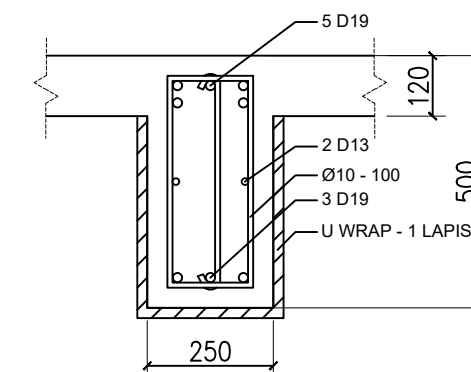
NOMOR GAMBAR      JUMLAH GAMBAR

77

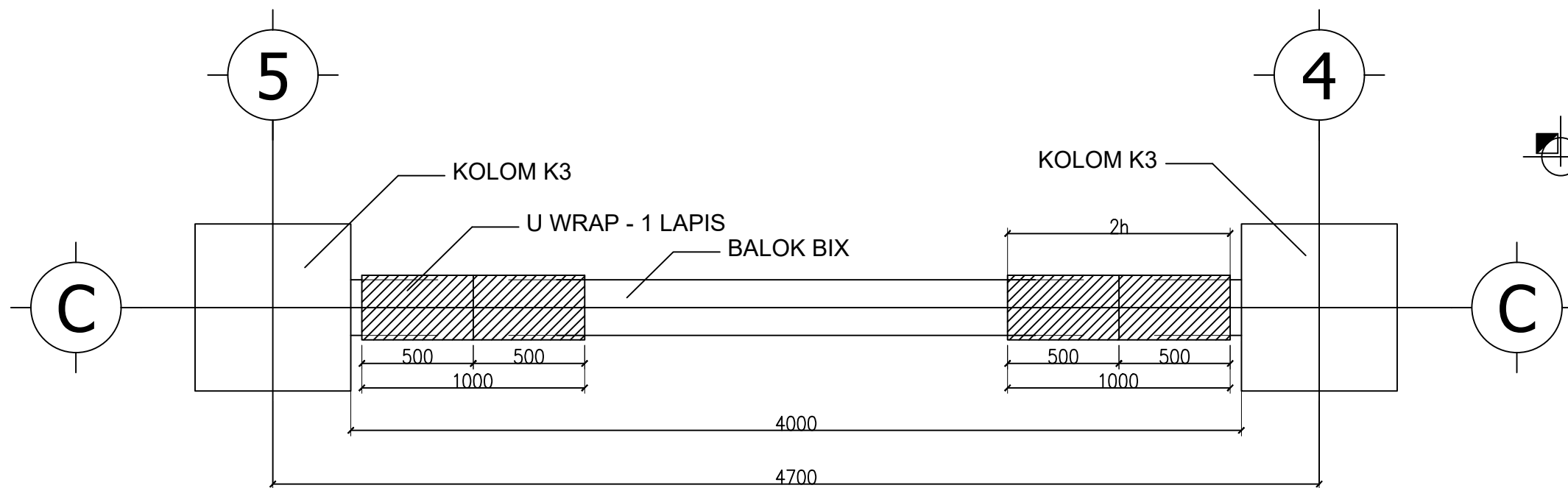
83



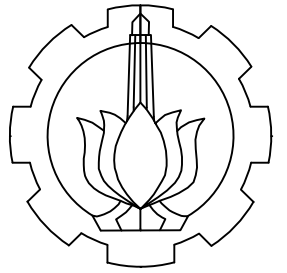
**TAMPAK PERKUATAN CFRP WRAP BALOK BIX DAN KAPITAL KOLOM K3**  
skala 1 : 30



**POTONGAN B-B**  
skala 1 : 15



**POTONGAN A-A**  
skala 1 : 20



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

MATA KULIAH  
TUGAS AKHIR TERAPAN

JUDUL TUGAS AKHIR  
EVALUASI DAN PERKUATAN  
BANGUNAN GEDUNG HOTEL  
SHAFIRA SURABAYA  
MENGUNAKAN BREISING  
BAJA AKIBAT BEBAN GEMPA  
SNI 1726:2019 DAN  
PERSYARATAN BETON  
STRUKTURAL SNI 2847:2019

LOKASI PROYEK  
Jalan Ahmad Yani No.119, Surabaya

DOSEN PEMBIMBING 1

Ir., Raden Buyung A., ST., MT  
NIP. 19740203 200212 1 002

DOSEN PEMBIMBING 2

Dr. Eng. Yuyun Tajunnisa., ST., MT  
NIP. 19780201 200604 2 002

NAMA MAHASISWA

Ratu Gengsar Febrilian  
NRP. 10111710013004

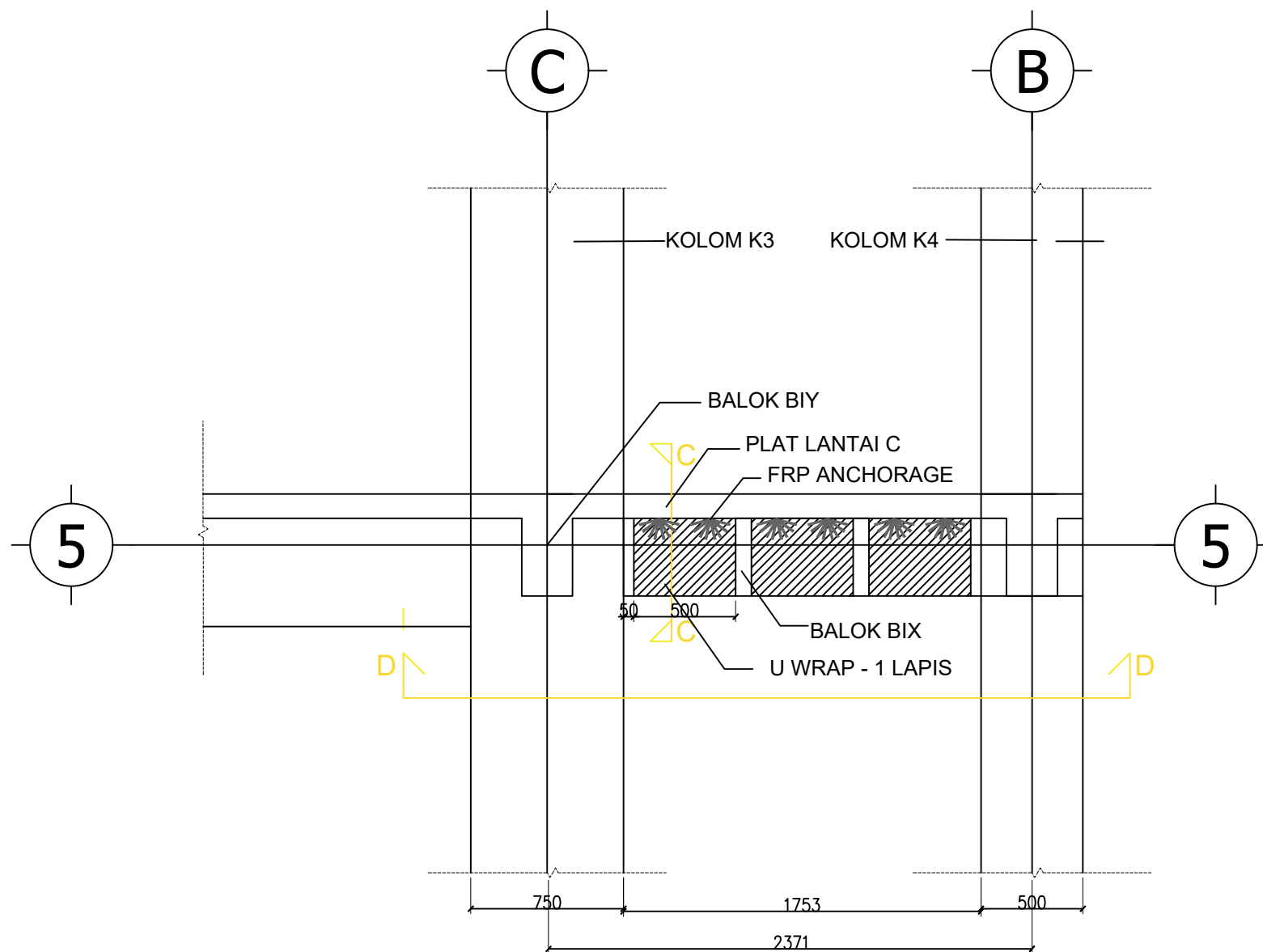
JUDUL GAMBAR  
Detail Perkuatan CFRP Wrap  
Balok BIY dan Kolom K3, K4

KETERANGAN

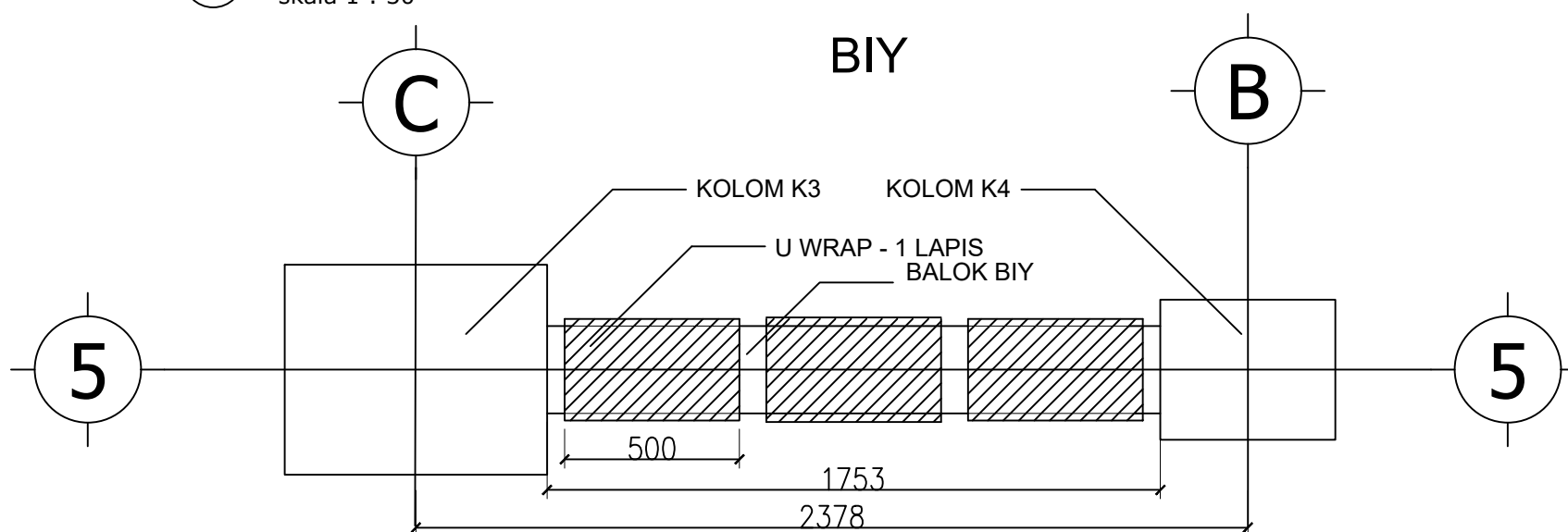
NOMOR GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
--------------	---------------

78

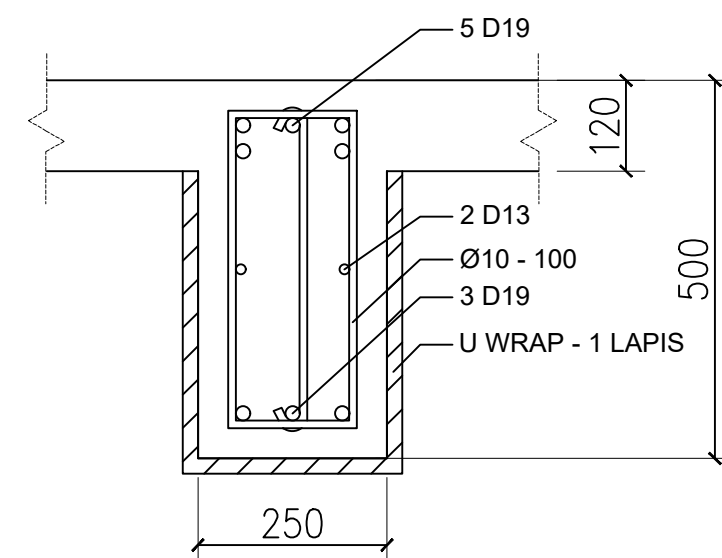
83



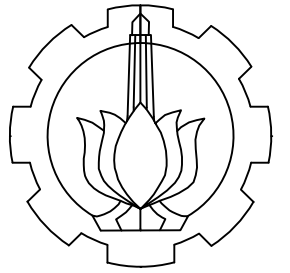
**TAMPAK PERKUATAN CFRP WRAP BALOK BIY DAN KOLOM K3, K4**  
skala 1 : 30



**POTONGAN D-D**  
skala 1 : 20



**POTONGAN C-C**  
skala 1 : 10



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

MATA KULIAH  
TUGAS AKHIR TERAPAN

JUDUL TUGAS AKHIR  
EVALUASI DAN PERKUATAN  
BANGUNAN GEDUNG HOTEL  
SHAFIRA SURABAYA  
MENGUNAKAN BREISING  
BAJA AKIBAT BEBAN GEMPA  
SNI 1726:2019 DAN  
PERSYARATAN BETON  
STRUKTURAL SNI 2847:2019

LOKASI PROYEK  
Jalan Ahmad Yani No.119, Surabaya

DOSEN PEMBIMBING 1

Ir., Raden Buyung A., ST., MT  
NIP. 19740203 200212 1 002

DOSEN PEMBIMBING 2

Dr. Eng. Yuyun Tajunnisa., ST., MT  
NIP. 19780201 200604 2 002

NAMA MAHASISWA

Ratu Gengsar Febrilian  
NRP. 10111710013004

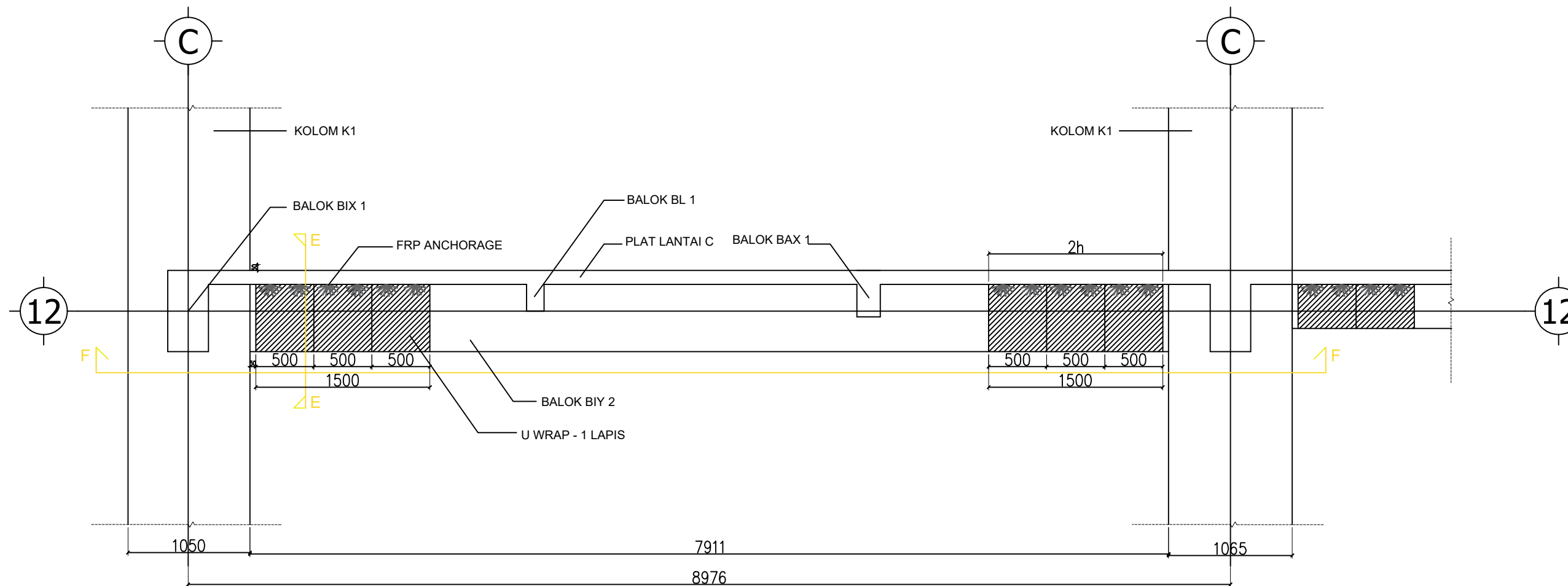
JUDUL GAMBAR  
Detail Perkuatan CFRP Wrap Balok BIY2 Dan Kolom K1

KETERANGAN

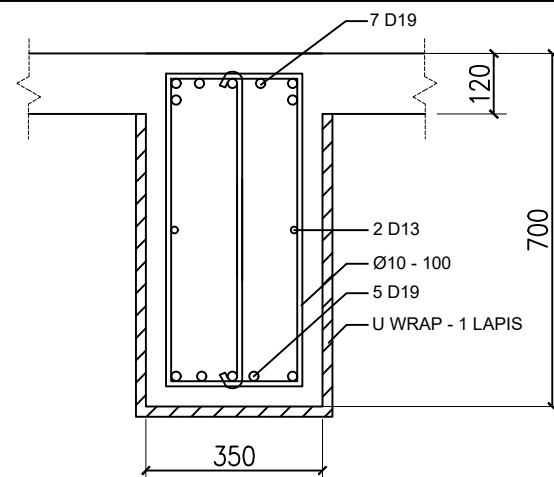
NOMOR GAMBAR      JUMLAH GAMBAR

79

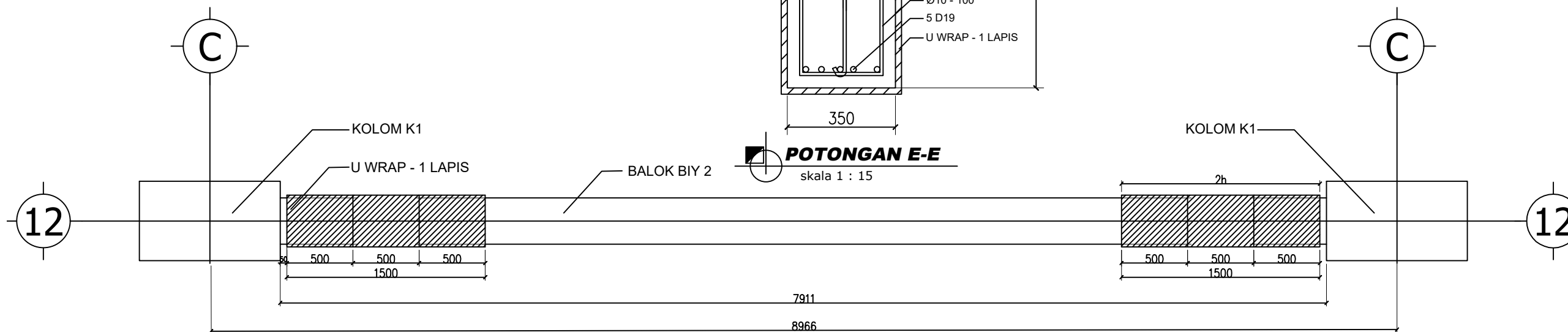
83



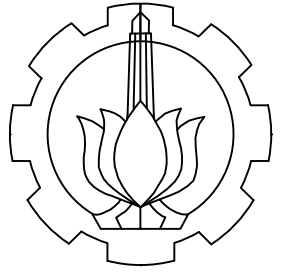
**TAMPAK PERKUATAN CFRP WRAP BALOK BIY2 DAN KOLOM K1**  
skala 1 : 40



**POTONGAN E-E**  
skala 1 : 15



**POTONGAN F-F**  
skala 1 : 35



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

MATA KULIAH  
TUGAS AKHIR TERAPAN

JUDUL TUGAS AKHIR  
EVALUASI DAN PERKUATAN  
BANGUNAN GEDUNG HOTEL  
SHAFIRA SURABAYA  
MENGUNAKAN BREISING  
BAJA AKIBAT BEBAN GEMPA  
SNI 1726:2019 DAN  
PERSYARATAN BETON  
STRUKTURAL SNI 2847:2019

LOKASI PROYEK  
Jalan Ahmad Yani No.119, Surabaya

DOSEN PEMBIMBING 1

**Ir., Raden Buyung A., ST., MT**  
NIP. 19740203 200212 1 002

DOSEN PEMBIMBING 2

**Dr. Eng. Yuyun Tajunnisa., ST., MT**  
NIP. 19780201 200604 2 002

NAMA MAHASISWA

**Ratu Gensar Febrilian**  
NRP. 10111710013004

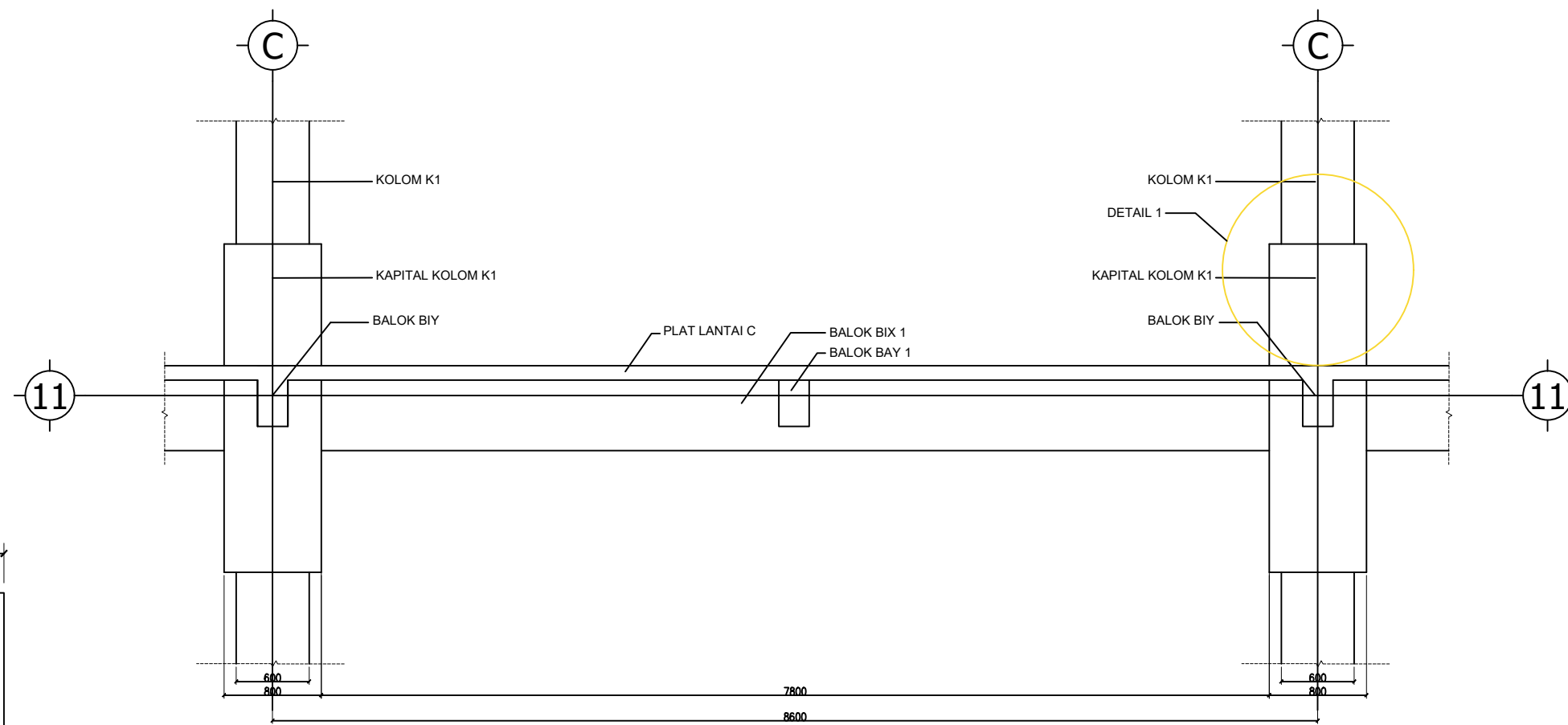
JUDUL GAMBAR  
Detail Perkuatan Kapital Kolom K1

KETERANGAN

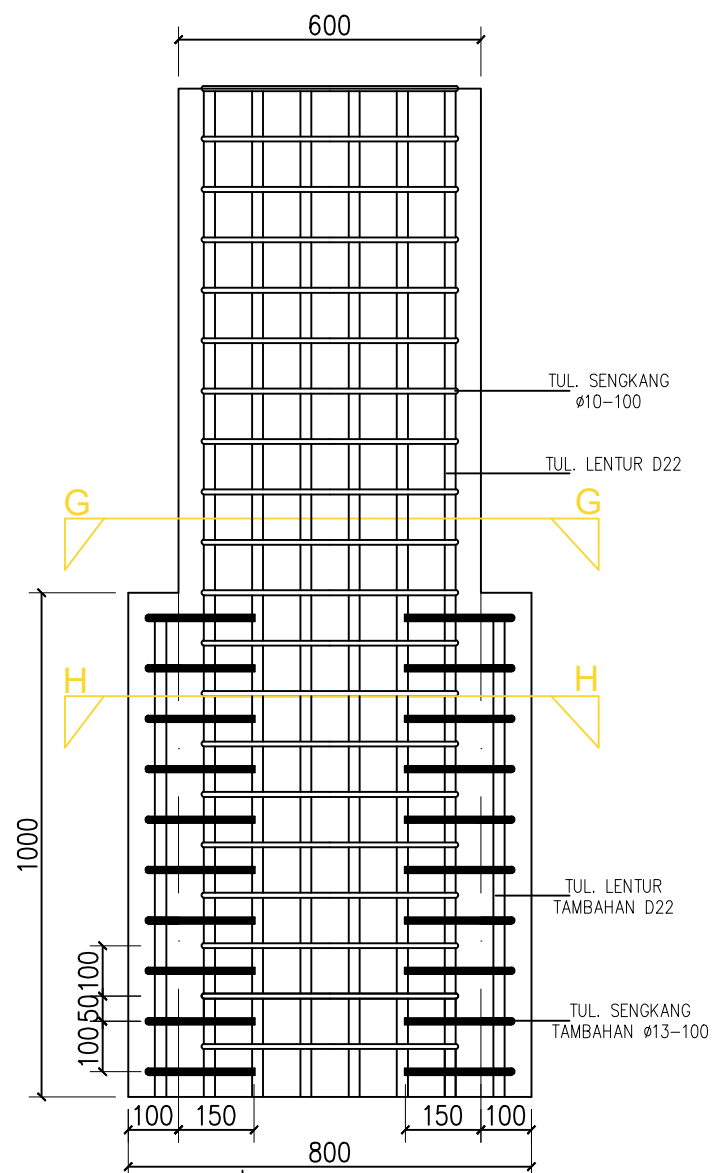
NOMOR GAMBAR      JUMLAH GAMBAR

80

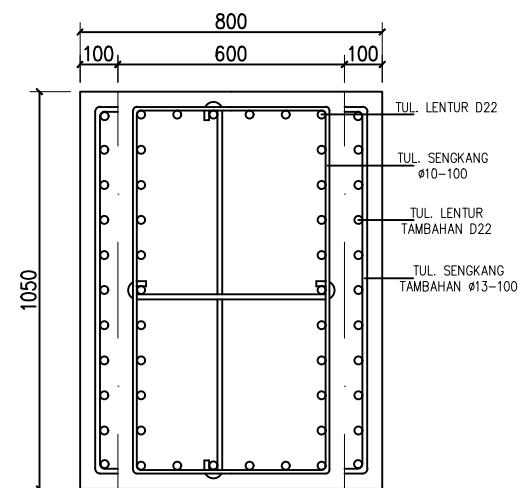
83



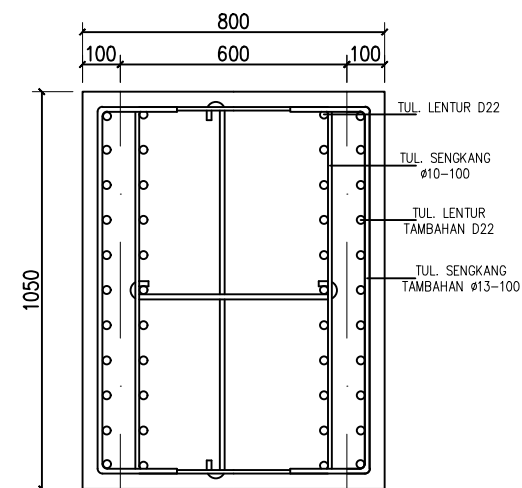
**TAMPAK PERKUATAN KAPITAL KOLOM K1**  
skala 1 : 50



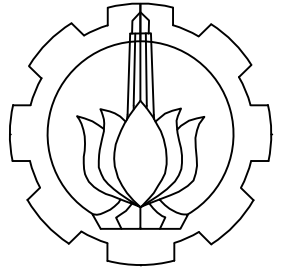
**DETAIL 1**  
skala 1 : 15



**POTONGAN G-G**  
skala 1 : 20



**POTONGAN H-H**  
skala 1 : 20



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

MATA KULIAH  
TUGAS AKHIR TERAPAN

JUDUL TUGAS AKHIR  
EVALUASI DAN PERKUATAN  
BANGUNAN GEDUNG HOTEL  
SHAFIRA SURABAYA  
MENGUNAKAN BREISING  
BAJA AKIBAT BEBAN GEMPA  
SNI 1726:2019 DAN  
PERSYARATAN BETON  
STRUKTURAL SNI 2847:2019

LOKASI PROYEK  
Jalan Ahmad Yani No.119, Surabaya

DOSEN PEMBIMBING 1

Ir., Raden Buyung A., ST., MT  
NIP. 19740203 200212 1 002

DOSEN PEMBIMBING 2

Dr. Eng. Yuyun Tajunnisa., ST., MT  
NIP. 19780201 200604 2 002

NAMA MAHASISWA

Ratu Gengsar Febrilian  
NRP. 10111710013004

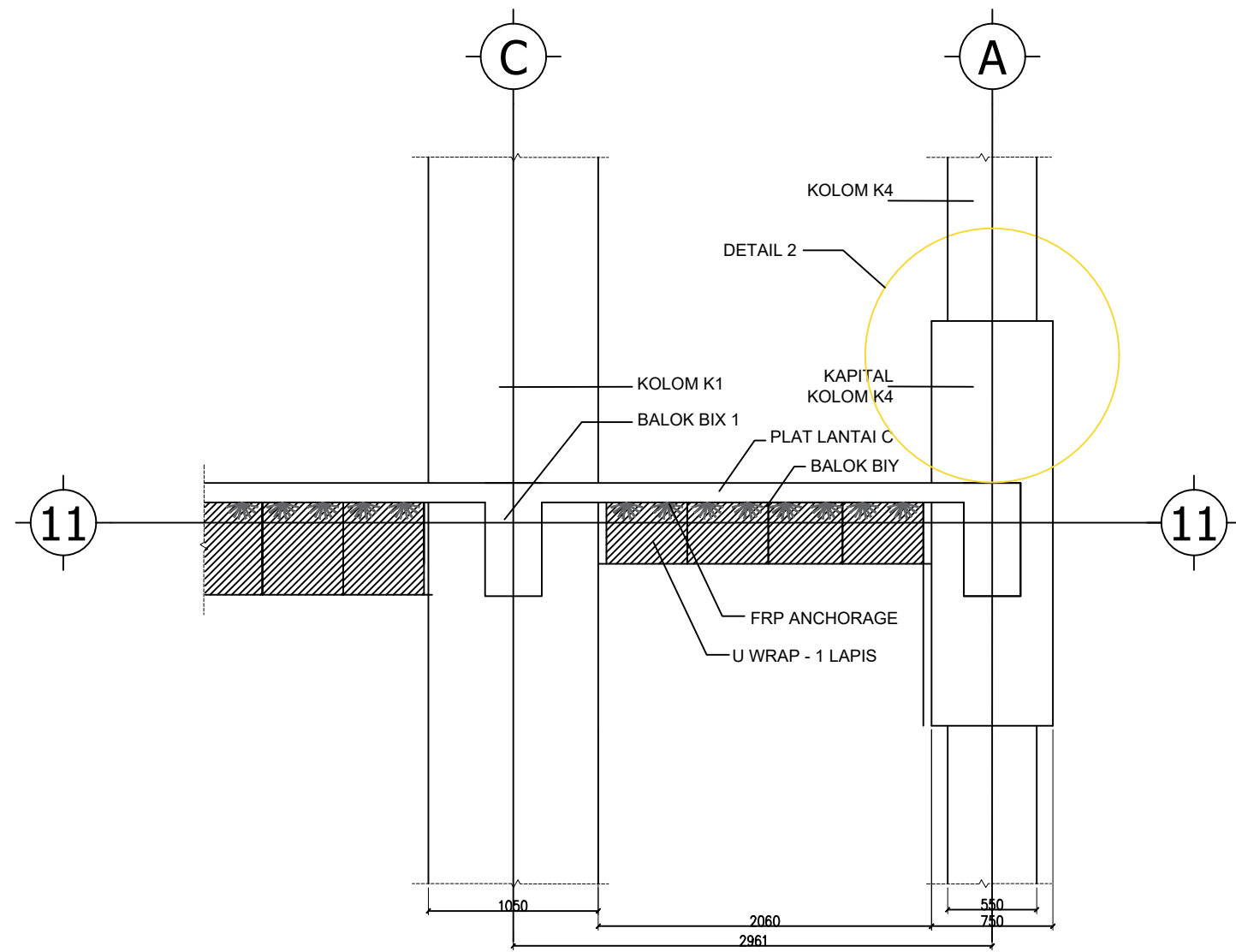
JUDUL GAMBAR  
Detail Perkuatan Kapital  
Kolom K2

KETERANGAN

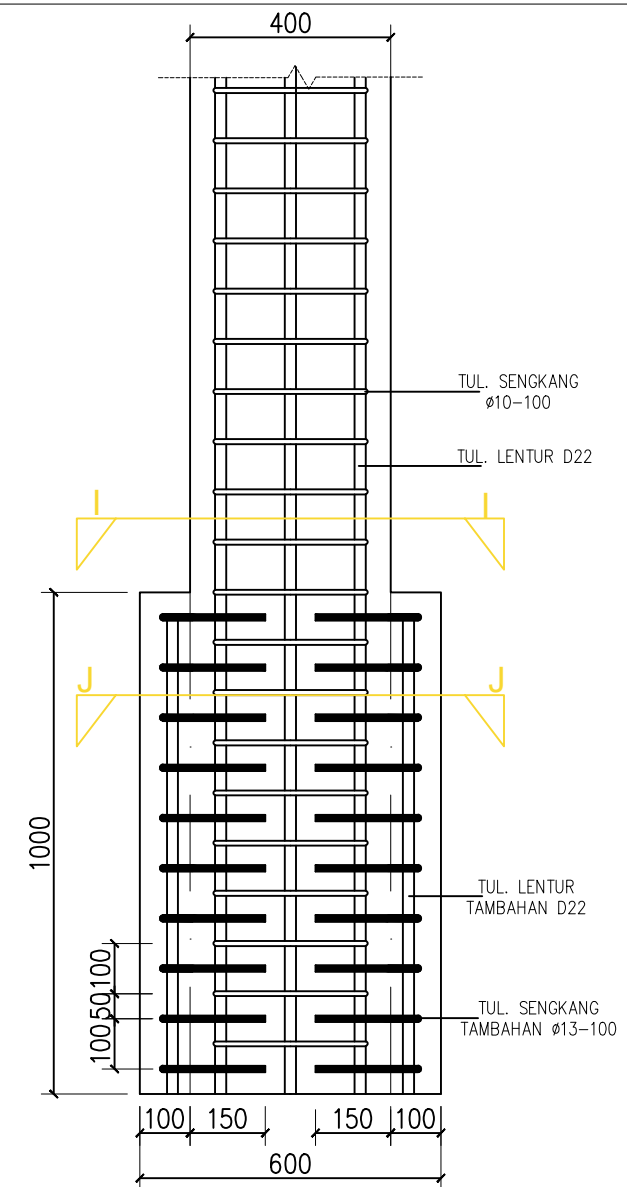
NOMOR GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
--------------	---------------

81

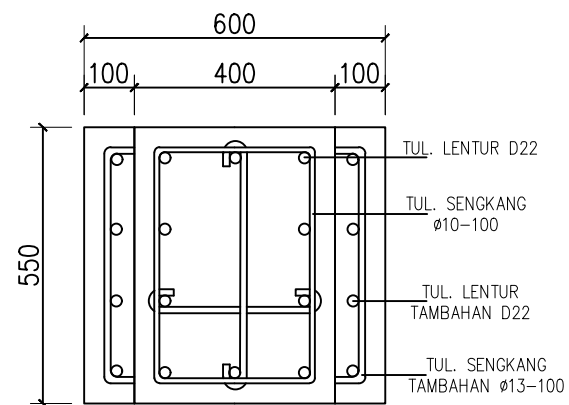
83



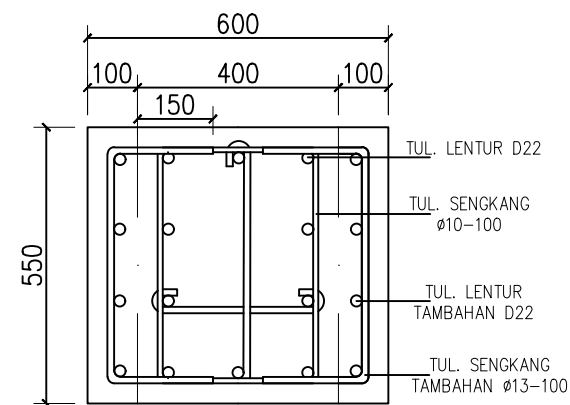
**TAMPAK PERKUATAN KAPITAL KOLOM K2**  
skala 1 : 40



**DETAIL 2**  
skala 1 : 15



**POTONGAN I-I**  
skala 1 : 15



**POTONGAN J-J**  
skala 1 : 15