



PROYEK AKHIR TERAPAN - VC 191845

ALTERNATIF PENGGUNAAN *FLUID VISCOUS DAMPER* (FVD) PADA GEDUNG PSIKOLOGI UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN AMPEL SURABAYA

DEWA RAMADHANA ASTYAWAN
NRP. 10111710013063

DOSEN PEMBIMBING I
Dr. Eng. YUYUN TAJUNNISA, ST., MT.
NIP. 19780218 200501 2 002

DOSEN PEMBIMBING II
Ir. NUR AHMAD HUSIN, ST., MT., IPM., ASEAN Eng.
NIP. 19720115 199802 1 001

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



PROYEK AKHIR TERAPAN - VC 191845

ALTERNATIF PENGGUNAAN *FLUID VISCOUS DAMPER* (FVD) PADA GEDUNG PSIKOLOGI UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN AMPEL SURABAYA

**DEWA RAMADHANA ASTYAWAN
NRP. 10111710013063**

**DOSEN PEMBIMBING I
Dr. Eng. YUYUN TAJUNNISA, ST., MT.
NIP. 19780218 200501 2 002**

**DOSEN PEMBIMBING II
Ir. NUR AHMAD HUSIN, ST., MT., IPM., ASEAN Eng.
NIP. 19720115 199802 1 001**

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



FINAL PROJECT - VC 191845

**ALTERNATIVE USING FLUID VISCOUS DAMPER
(FVD) IN PSYCHOLOGY'S BUILDING
UNIVERSITY OF ISLAM NEGERI SUNAN AMPEL
SURABAYA**

**DEWA RAMADHANA ASTYAWAN
NRP. 10111710013063**

**SUPERVISOR I
Dr. Eng. YUYUN TAJUNNISA, ST., MT.
NIP. 19780218 200501 2 002**

**SUPERVISOR II
Ir. NUR AHMAD HUSIN, ST., MT., IPM., ASEAN Eng.
NIP. 19720115 199802 1 001**

**APPLIED UNGRADUATE PROGRAM
CIVIL INFRASTRUCTURE ENGINEERING DEPARTMENT
VOCATIONAL FACULTY
SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF TECHNOLOGY
SURABAYA 2021**

LEMBAR PENGESAHAN
ALTERNATIF PENGGUNAAN *FLUID VISCOUS DAMPER*
(FVD) PADA GEDUNG PSIKOLOGI UNIVERSITAS ISLAM
NEGERI SUNAN AMPEL SURABAYA

PROYEK AKHIR TERAPAN
Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Terapan
Pada
Program Studi Sarjana Terapan
Department Teknik Infrastruktur Sipil
Fakultas Vokasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :



Dewa Ramadhana Astyawan

NRP. 10111710013063

Disetujui oleh Pembimbing Proyek Akhir :

Pembimbing 1

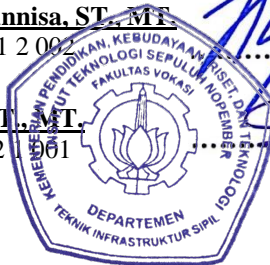
1. **Dr. Eng. Yuyun Tajunnisa, ST., MT.**

NIP. 19780218 200501 2 002

Pembimbing 2

2. **Nur Ahmad Husin, ST., MT.**

NIP. 19720115 199802 1 001



SURABAYA
AGUSTUS, 2021

“ALTERNATIF PENGGUNAAN *FLUID VISCOUS DAMPER (FVD)* PADA GEDUNG PSIKOLOGI UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN AMPEL SURABAYA”

Nama Mahasiswa : Dewa Ramadhana Astyawan
NRP : 10111710013063
Departemen : Teknik Infrastruktur Sipil
Dosen Pembimbing I : Dr. Eng. Yuyun Tajunnisa, ST., MT.
NIP : 19780218 200501 2 002
Dosen Pembimbing II : Ir. Nur Ahmad Husin, ST., MT.,
IPM., ASEAN Eng.
NIP : 19720115 199802 1 001

ABSTRAK

Indonesia merupakan negara rawan adanya gempa dikarenakan menempati tiga lempeng besar tektonik yang sangat aktif. Dengan adanya gempa tersebut, banyak sistem atau alat untuk meredam gempa agar bangunan tidak mengalami kegagalan struktur. Sistem pada bangunan sudah didesain untuk tahan gempa diantaranya yaitu Sistem Pemikul Rangka Momen Khusus (SRPMK) dengan desain sendi plastis agar bangunan rusak tetapi tidak mengalami kegagalan. Dengan majunya teknologi, banyak alat peredam gempa yang bisa lebih efektif daripada sistem bangunan itu sendiri. *Fluid Viscous Damper* adalah alat berbasis kecepatan yang digunakan dalam meredam gempa dengan cairan dan piston yang bekerja pada alat itu sendiri. Penggunaan *Fluid Viscous Damper* ini dapat dipasang pada contoh bangunan yaitu Gedung Psikologi Universitas Islam Negeri Sunan Ampel (UINSA) II Surabaya. Gedung Psikologi UINSA sendiri terletak di Surabaya merupakan Gedung beton bertulang 10 lantai dengan Sistem Pemikul Rangka Momen Khusus (SRPMK). Untuk penambahan *Fluid Viscous Damper* maka bangunan di desain sebagai Sistem Pemikul Rangka Momen Biasa (SRPMB) agar biaya yang dikeluarkan pada saat perbaikan kecil dikarenakan sistem SRPMB bukan didesain untuk rusak dan ketika adanya gempa maka yang rusak duluan adalah alat *Fluid Viscous Damper* itu sendiri. Permodelan struktur ini menggunakan program *ETABS 19* dan hasil output akan dibandingkan dari sistem awal SRPMK dengan SRPMB + *Fluid Viscous*

Damper. Alat *Fluid Viscous Damper* yang digunakan adalah tipe 17180 dengan gaya 3000 kN. Hasil output tersebut dapat ditunjukkan dengan penurunan simpangan sebesar 44% yaitu dengan sistem SRPMB sebesar 31,31 mm untuk arah x dan 29,74 mm untuk arah y dibandingkan dengan penambahan *fluid viscous damper* maka menjadi 18,69 mm untuk arah x dan 17,04 kN dan penurunan *base shear* sebesar 41% yaitu dengan sistem SRPMB sebesar 11846 kN untuk arah x dan 12751 kN untuk arah y dibandingkan dengan penambahan *fluid viscous damper* maka menjadi 7439 kN untuk arah x dan 7581 kN.

Kata Kunci : Sistem Bangunan, Gempa, *Fluid Viscous Damper*

**“ALTERNATIVE USING FLUID VISCOUS DAMPER (FVD) IN
PSYCHOLOGY’S BUILDING UNIVERSITY OF ISLAM NEGERI
SUNAN AMPEL SURABAYA”**

Name of Student : Dewa Ramadhana Astyawan
NRP : 10111710013063
Department : *Civil Infrastructure Department*
Supervisor I : Dr. Eng. Yuyun Tajunnisa, ST., MT.
NIP : 19780218 200501 2 002
Supervisor II : Ir. Nur Ahmad Husin, ST., MT.,
IPM., ASEAN Eng.
NIP : 19720115 199802 1 001

ABSTRACT

Indonesia is a country prone to earthquakes because it occupies three large tectonic plates that are very active. With the earthquake, there are many systems or tools to reduce earthquakes so that buildings do not experience structural failure. The system in the building has been designed to withstand earthquakes including the Special Moment Frame Bearing System (SRPMK) with a plastic hinge design so that the building is damaged but does not fail. With advances in technology, many earthquake dampers can be more effective than the building system itself. The Fluid Viscous Damper is a velocity based device used to dampen earthquakes with a fluid and a piston acting on the device itself. The use of this Fluid Viscous Damper can be installed on an example building, namely the Psychology Building of the State Islamic University of Sunan Ampel (UINSA) II Surabaya. The UINSA Psychology Building itself is located in Surabaya. It is a 10-story reinforced concrete building with a Special Moment Frame Bearing System (SRPMK). For the addition of Fluid Viscous Damper, the building is designed as an Ordinary Moment Frame Bearing System (SRPMB) so that the costs incurred during repairs are small because the SRPMB system is not designed to be damaged and when there is an earthquake it is the Fluid Viscous Damper that is damaged first. This structural modeling uses the ETABS 19 program and the output results will be compared from the initial SRPMK system with SRPMB + Fluid Viscous Damper. The Fluid Viscous Damper used is type 17180 with a force of 3000 kN. The output results can be shown by a decrease in deviation of 44%, namely with the SRPMB system of 31.31

mm for the x direction and 29.74 mm for the y direction compared with the addition of a viscous damper fluid, it becomes 18.69 mm for the x direction and 17.04 mm for the y direction and a decrease in base shear of 41% with the SRPMB system of 11846 kN for the x direction and 12751 kN for the y direction compared with the addition of a viscous damper fluid, it becomes 7439 kN for the x direction and 7581 kN.

Keyword : *Building System, Earthquake, Fluid Viscous Damper*

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT, sehingga penulis dapat menyelesaikan proyek akhir yang berjudul “Desain Alternatif Gedung Psikologi Universitas Islam Negeri Sunan Ampel Surabaya menggunakan *Fluid Viscous Damper*” dengan baik. Proposal proyek akhir untuk memenuhi syarat memperoleh gelar Sarjana Terapan Teknik pada Program Studi Teknologi Rekayasa Pengelolaan dan Pemeliharaan Bangunan Sipil, Departemen Teknik Infrastruktur Sipil, Fakultas Vokasi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya. Oleh sebab itu, penulis mengucapkan terimakasih kepada :

1. Allah SWT atas anugerah dan rahmat-Nya yang telah dilimpahkan pada penulis.
2. Keluarga penulis yang telah memberi dukungan dan doa demi kesehatan dan keberhasilan penulis.
3. Bapak Mohamad Khoiri, ST., MT., Ph.D. selaku Kepala Departemen Teknik Infrastruktur Sipil FV – ITS.
4. Serta pihak lainnya yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari masih ada kekurangan pada penulisan proposal proyek akhir ini, untuk itu penulis juga mohon maaf atas kekurangan yang ada pada proposal proyek akhir ini.

Surabaya, 13 Nopember 2020

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	vii
ABSTRAK	ix
ABSTRACT	xi
KATA PENGANTAR.....	xiii
DAFTAR ISI.....	xv
DAFTAR GAMBAR.....	xix
DAFTAR TABEL	xxi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan.....	2
1.4 Batasan Masalah	2
1.5 Manfaat	2
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Umum	5
2.2 Studi Literatur.....	5
2.3 <i>Fluid Viscous Damper</i> (FVD).....	6
2.3.1 Uraian Singkat <i>Fluid Viscous Damper</i> (FVD)	6
2.3.2 <i>Preliminary Design Fluid Viscous Damper</i> (FVD).....	7
2.3.3 Sambungan <i>Fluid Viscous Damper</i> (FVD)	9
2.4 Preliminary Design	12
2.4.1 Preliminary Plat.....	12
2.4.2 Preliminary Balok	12
2.4.3 Preliminary Kolom.....	13
2.5 Analisa Pembebanan.....	13
2.5.1 Beban Mati	13
2.5.2 Beban Mati Tambahan	13
2.5.3 Beban Hidup.....	14
2.5.4 Beban Angin.....	14
2.5.5 Beban Gempa	18
2.6 Kontrol Dinamis	29
2.6.1 Kontrol Jumlah Ragam.....	29
2.6.2 Kontrol Nilai Akhir Respons Spektrum	29
2.6.3 Kontrol Nilai Simpangan.....	30
2.7 Kontrol Kapasitas Elemen Struktur Atas	31
2.7.1 Faktor Penampang.....	31
2.7.2 Kontrol Momen.....	36
2.7.3 Kontrol Geser	39

2.7.4	Kontrol Torsi	40
2.7.5	Kontrol Aksial	41
2.8	Kontrol Kapasitas Elemen Struktur Bawah	42
2.8.1	Pondasi	42
2.8.2	Sloof	44
BAB III	METODOLOGI	45
3.1	Bagan Alir	45
3.2	Pengumpulan Data	46
3.2.1	Data Umum Bangunan	46
3.2.2	Data Material	49
3.2.3	Data Gambar	49
3.2.4	Data Tanah	49
3.3	Analisa Pembebanan	51
3.4	Analisis Tahap I	52
3.5	Analisis Tahap II	52
3.6	Kontrol Dinamis	52
3.7	Kontrol Kapasitas Elemen Struktur	52
3.8	Penggambaran Teknik	52
3.9	Metode Pelaksanaan	53
BAB IV	ANALISIS PEMBEBANAN	55
4.1	Perhitungan Beban Struktur (<i>Dead Load</i>)	55
4.2	Perhitungan Beban Mati Tambahan (<i>Super Dead Load</i>)	56
4.3	Perhitungan Beban Live (<i>Live Load</i>)	57
4.4	Perhitungan Beban Angin (<i>Wind Load</i>)	58
4.5	Perhitungan Beban Gempa (<i>Earthquake Load</i>)	64
4.6	Permodelan <i>ETABS 19</i>	70
4.6.1	<i>Mass Source</i>	70
4.6.2	<i>Load Pattern</i>	71
4.6.3	<i>Load Case</i>	72
4.6.4	<i>Load Combination</i>	73
4.6.5	Permodelan Beban Mati Tambahan	73
4.6.6	Permodelan Beban Hidup	74
4.6.7	Permodelan Beban Angin	75
BAB V	ANALISIS STRUKTUR	79
5.1	Analisa Tahap I (SRPMK)	79
5.1.1	Prosedur Statik Ekuivalen	79
5.1.2	Prosedur Response Spektrum	82
5.1.3	Kontrol Dinamis	83
5.2	Analisa Tahap II (SRPMB + FVD)	89

5.2.1 Permodelan SRPMB	89
5.2.2 Permodelan <i>Fluid Viscous Damper</i> (FVD)	94
5.2.3 Perbandingan Tipe Struktur.....	101
BAB VI KAPASITAS ELEMEN STRUKTUR.....	105
6.1 Kapasitas Elemen Struktur Atas	105
6.1.1 Kapasitas Elemen Plat	107
6.1.2 Kapasitas Elemen Balok.....	109
6.1.3 Kapasitas Elemen Kolom	113
6.2 Kapasitas Elemen Struktur Bawah.....	119
6.2.1 Kapasitas Elemen Sloof.....	119
6.2.2 Kapasitas Elemen Pondasi.....	123
6.3 Sambungan	134
6.3.1 Sambungan Plat Buhul dan Plat Sambung	136
6.3.2 Sambungan Plat Buhul dan Plat Landas.....	137
6.3.3 Sambungan FVD dan <i>Bracing</i>	144
BAB VII METODE PELAKSANAAN	151
BAB VIII KESIMPULAN.....	157
8.1 Kesimpulan.....	157
8.2 Saran	158
DAFTAR PUSTAKA	160
LAMPIRAN.....	162

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 <i>Fluid Viscous Damper (FVD)</i>	6
Gambar 2.2 <i>Hysteretic Loop FVD</i>	7
Gambar 2.3 Peta Percepatan Gempa Saat 0,2 detik (S_s)	22
Gambar 2.4 Peta Percepatan Gempa Saat 1 detik (S_1)	22
Gambar 2.5 Grafik Spektrum Desain	29
Gambar 3.1 Bagan Alir Penyusunan Tugas Akhir	46
Gambar 3.2 Data Tanah UINSA	50
Gambar 4.1 Material Properties ETABS 19	55
Gambar 4.2 Permodelan Plat	56
Gambar 4.3 Permodelan Beban	57
Gambar 4.4 Form Permodelan Penampang	57
Gambar 4.5 Permodelan Beban	58
Gambar 4.6 Form Beban pada Penampang	58
Gambar 4.7 Form Beban <i>Joint</i>	64
Gambar 4.8 Data Response Spektrum	66
Gambar 4.9 Respons Spektrum Manual	68
Gambar 4.10 Respons Spektrum Program	69
Gambar 4.11 Define Respons Spektrum	69
Gambar 4.12 Form Respons Spektrum	70
Gambar 4.13 Define <i>Mass Source</i>	71
Gambar 4.14 Form <i>Mass Source</i>	71
Gambar 4.15 Form <i>Load Pattern</i>	72
Gambar 4.16 Form <i>Load Case</i>	72
Gambar 4.17 Form Load Combination	73
Gambar 4.18 Permodelan Beban Mati Tambahan Plat	73
Gambar 4.19 Permodelan Beban Tembok	74
Gambar 4.20 Permodelan Beban Hidup Plat	74
Gambar 4.21 Permodelan Beban Angin	75
Gambar 5.1 Auto Lateral Load per Lantai	82
Gambar 5.2 Respons Spektrum Manual	83
Gambar 5.3 Simpangan Lantai Arah-x	87
Gambar 5.4 Simpangan Lantai Arah-y	87
Gambar 5.5 Displacement Arah-x	92
Gambar 5.6 Displacement Arah-y	92
Gambar 5.7 Form Link	95
Gambar 5.8 Form Karakteristik Link	96
Gambar 5.9 Pemasangan FVD Arah-y	96
Gambar 5.10 Pemasangan FVD Arah-x	97

Gambar 5.11 Displacement Arah-x.....	99
Gambar 5.12 Displacement Arah-y.....	99
Gambar 5.13 Simpangan Arah-x.....	102
Gambar 5.14 Simpangan Arah-y.....	103

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Jenis Model <i>Fluid Viscous Damper</i> (FVD).....	9
Tabel 2.2 Preliminary Plat	12
Tabel 2.3 Preliminary Balok	12
Tabel 2.4 Beban Mati Tambahan Desain Minimum	14
Tabel 2.5 Beban Hidup Desain Minimum	14
Tabel 2.6 Faktor Arah Angin	15
Tabel 2.7 Faktor Elevasi Permukaan Tanah.....	16
Tabel 2.8 Koefisien Tekanan Internal	16
Tabel 2.9 Koefisien Eksposur Tekanan Kecepatan	17
Tabel 2.10 Koefisien Tekanan Eksternal	17
Tabel 2.11 Kategori Risiko Bangunan	19
Tabel 2.12 Kelas Situs Tanah.....	21
Tabel 2.13 Koefisien Situs Saat 0,2 detik (F_a)	23
Tabel 2.14 Koefisien Situs Saat 0,2 detik (F_v)	23
Tabel 2.15 Kategori Desain Seismik Berdasarkan S_{DS}	24
Tabel 2.16 Kategori Desain Seismik Berdasarkan S_{D1}	25
Tabel 2.17 Sistem Bangunan Pemikul Gaya Seismik	25
Tabel 2.18 Simpangan Antar Lantai Ijin.....	30
Tabel 2.19 Faktor Distribusi Tegangan Beton	31
Tabel 2.20 Faktor Reduksi Beton.....	31
Tabel 2.21 Selimut Beton.....	32
Tabel 2.22 Perhitungan Momen Ultimit	36
Tabel 2.23 Perhitungan Geser Ultimit.....	39
Tabel 2.24 Torsi Penampang.....	40
Tabel 3.1 Dimensi Bangunan.....	47
Tabel 3.2 Data Material Konstruksi Beton Bertulang	49
Tabel 3.3 Data Material Konstruksi Baja.....	49
Tabel 4.1 Beban Mati Tambahan	56
Tabel 4.2 Beban Hidup	57
Tabel 4.3 Koefisien Eksposur Tekanan Kecepatan	59
Tabel 4.4 Tekanan Kecepatan Tiap Lantai.....	60
Tabel 4.5 Beban Angin pada Dinding	61
Tabel 4.6 Berat Angin Arah X	62
Tabel 4.7 Berat Angin Arah Y	62
Tabel 4.8 Berat Angin Arah X Per Joint	63
Tabel 4.9 Berat Angin Arah Y Per Joint	63
Tabel 4.10 Rekap Data Tanah	65
Tabel 4.11 Data Respons Spektrum	68

Tabel 4.12 Spesifikasi Lift Merk IRIS	75
Tabel 4.13 Spesifikasi Lift Merk IRIS	75
Tabel 5.1 Berat Bangunan Total	79
Tabel 5.2 Rekapitan Gaya Geser Gempa Per Lantai	81
Tabel 5.3 Rekapitan Gaya Geser Program ETABS 19.....	81
Tabel 5.4 Modal Partisipasi Massa	84
Tabel 5.5 Modal Partisipasi Massa Modifikasi	84
Tabel 5.6 Rekapitan Gaya Geser Dasar Sebelum Skala	84
Tabel 5.7 Rekapitan Gaya Geser Dasar Sesudah Skala.....	85
Tabel 5.8 Simpangan Lantai Arah-x	86
Tabel 5.9 Simpangan Lantai Arah-y	86
Tabel 5.10 Simpangan Antar Lantai Arah-x	88
Tabel 5.11 Simpangan Antar Lantai Arah-y	88
Tabel 5.12 Modal Partisipasi Massa	90
Tabel 5.13 Modal Partisipasi Massa Modifikasi.....	90
Tabel 5.14 Simpangan Lantai Arah-x	91
Tabel 5.15 Simpangan Lantai Arah-y	91
Tabel 5.16 Simpangan Arah-x	93
Tabel 5.17 Simpangan Arah-y	93
Tabel 5.18 Preliminary Arah-x	94
Tabel 5.19 Preliminary Arah-y	95
Tabel 5.20 Rekapitan Gaya Geser Dasar Setelah FVD	97
Tabel 5.21 Simpangan Lantai Arah-x	98
Tabel 5.22 Simpangan Lantai Arah-y	98
Tabel 5.23 Simpangan Arah-x	100
Tabel 5.24 Simpangan Arah-y	100
Tabel 5.25 Rekapitan Gaya Geser Dasar Sebelum Skala	101
Tabel 5.26 Simpangan Arah-x	101
Tabel 5.27 Simpangan Arah-y	102
Tabel 6.2 Rekapitan 7 Kondisi Kolom.....	116
Tabel 6.3 Rekapitan Gaya Dalam Kolom.....	117
Tabel 6.4 Rekapitan Gaya Dalam Sloof	120

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan salah satu negara yang memiliki tingkat kerawanan bencana yang cukup tinggi. Pernyataan tersebut tertulis berdasarkan data *World risk report 2018* dengan Indonesia berada pada urutan 36 dengan indeks 10,36 dari 172 negara paling rawan bencana. Kondisi tersebut disebabkan karena tiga lempeng besar dunia dan sembilan lempeng kecil lainnya saling bertemu di wilayah Indonesia dan membentuk jalur-jalur pertemuan lempeng yang kompleks, sehingga keberadaan interaksi antar lempeng-lempeng tersebut menempatkan Indonesia sebagai wilayah rawan gempa (Hermon, 2014).

Banyaknya perkuatan gempa yang digunakan pada bangunan Gedung antara lain base isolator dengan berbagai jenis yaitu, HDRB (*High Damping Rubber Bearing*), FPS (*Friction Pendulum System*), dan damper dengan berbagai jenis yaitu, FVD (*Fluid Viscous Damper*), *Bracing*, maupun *Friction Damper*. Dengan banyaknya perkuatan tersebut, maka diperlukan perbandingan perkuatan yang lebih efektif. Penyusunan tugas akhir ini digunakan perkuatan berupa FVD (*Fluid Viscous Damper*) dengan tujuan perkuatan ini lebih efektif dibandingkan perkuatan yang lainnya.

Perkuatan dilakukan pada salah satu bangunan Gedung di Surabaya yaitu Gedung Psikologi Universitas Sunan Ampel Surabaya (UINSA). Gedung Psikologi Universitas Sunan Ampel Surabaya (UINSA) merupakan Gedung beton bertulang dengan 10 jumlah lantai dan menggunakan sistem SRPMK (Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus). Untuk sistem bangunan yang akan dilakukan perkuatan menggunakan FVD (*Fluid Viscous Damper*) ini diubah menjadi SRPMB (Sistem Rangka Pemikul Momen Biasa) agar biaya perbaikan yang didapatkan lebih kecil meskipun biaya awal pembangunan besar dan agar tidak terjadi sendi plastis pada elemen elemen struktur yang ada.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan Masalah yang dibahas dalam proyek akhir yang berjudul “Alternatif Penggunaan *Fluid Viscous Damper* (FVD) pada Gedung Psikologi Universitas Islam Negeri Sunan Ampel Surabaya” antara lain.

1. Bagaimana langkah, hasil dan efek penggunaan *Fluid Viscous Damper* pada Gedung Psikologi Universitas Islam Negeri Sunan Ampel Surabaya?
2. Bagaimana metode pelaksanaan dan rencana anggaran biaya penggunaan *Fluid Viscous Damper* pada Gedung Psikologi Universitas Islam Negeri Sunan Ampel Surabaya?

1.3 Tujuan

Adapun tujuan penulisan proyek akhir akhir yang berjudul “Alternatif Penggunaan *Fluid Viscous Damper* (FVD) pada Gedung Psikologi Universitas Islam Negeri Sunan Ampel Surabaya” ini antara lain.

1. Dapat mengetahui langkah, hasil dan efek penggunaan *Fluid Viscous Damper* pada Gedung Psikologi Universitas Islam Negeri Sunan Ampel Surabaya.
2. Dapat mengetahui metode pelaksanaan dan rencana anggaran biaya penggunaan *Fluid Viscous Damper* pada Gedung Psikologi Universitas Islam Negeri Sunan Ampel Surabaya.

1.4 Batasan Masalah

Dalam penulisan proyek akhir yang berjudul “Alternatif Penggunaan *Fluid Viscous Damper* (FVD) pada Gedung Psikologi Universitas Islam Negeri Sunan Ampel Surabaya”, terdapat batasan masalah yang digunakan, antara lain.

1. Tidak meninjau arsitektur dan MEP bangunan.
2. Tidak meninjau perhitungan FVD (*Fluid Viscous Damper*) secara *non-linier*.
3. Metode pelaksanaan dan rencana anggaran biaya hanya meliputi pemasangan FVD (*Fluid Viscous Damper*).

1.5 Manfaat

Manfaat yang didapatkan dari proyek akhir yang berjudul “Alternatif Penggunaan *Fluid Viscous Damper* (FVD) pada Gedung Psikologi Universitas Islam Negeri Sunan Ampel Surabaya” antara lain.

1. Mahasiswa dapat menambah wawasan dan pengalaman tentang penggunaan *Fluid Viscous Damper* pada bangunan gedung.
2. Mahasiswa dapat memperhitungkan metode peredam gempa yang digunakan sesuai dengan peraturan tersebut.
3. Dapat digunakan sebagai referensi bagi pembaca khususnya mahasiswa Departemen Teknik Infrastruktur Sipil Fakultas Vokasi ITS yang akan merencanakan perkuatan struktur dengan menggunakan *Fluid Viscous Damper*.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Umum

Surabaya adalah kota terbesar kedua di Indonesia. Selain karena kedudukannya sebagai ibukota dari Provinsi Jawa Timur, Kota Surabaya juga dikenal dengan kota metropolitan yang memiliki letak strategis baik sebagai tempat untuk menetap maupun sebagai tempat untuk mengembangkan bisnis. Hal ini membuat pertumbuhan penduduk terus meningkat. Sepanjang Januari hingga akhir November 2019 tercatat pertumbuhan warga sebanyak 30.675 orang. Dari pertumbuhan ini, kebutuhan akan pendidikan semakin tinggi. Oleh karena itu, proyek ini memungkinkan bagi masyarakat golongan menengah ke atas untuk dapat memiliki Pendidikan yang layak (Krisnaputri, 2019). Salah satu gedung yang sedang dibangun di Surabaya adalah Gedung Psikologi Universitas Islam Negeri Sunan Ampel Surabaya.

Gedung Psikologi Universitas Islam Negeri Sunan Ampel Surabaya yang berlokasi di Jl. Ir. Soekarno-Hatta No.260, Surabaya. Proyek ini memiliki luas lahan 32.000 m² dan luas bangunan 741 m² dengan 9 lantai dan 1 Lantai Atap. Pada bangunan bertingkat tinggi beban lateral akibat gaya gempa dan angin menjadi lebih dominan karena beban yang diterima lebih besar dari bangunan yang bertingkat rendah. Gangguan akibat gaya lateral dapat menyebabkan terjadinya simpangan pada gedung, sehingga mengganggu kenyamanan penghuninya. Selain itu ketahanan struktur terhadap beban mati dan beban hidup juga perlu diperhatikan.

Oleh karenanya dalam pemilihan sistem struktur perlu diperhatikan secara cermat agar bangunan dapat menahan beban lateral dan beban gravitasi sesuai dengan peraturan-peraturan yang ada.

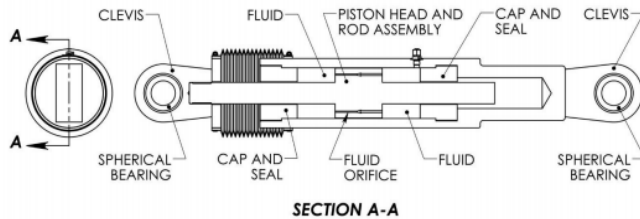
2.2 Studi Literatur

Pada penulisan laporan akhir terapan ini penulis menggunakan peraturan dalam perencanaan Gedung Psikologi Universitas Islam Negeri Sunan Ampel diantaranya.

1. SNI 1726:2019 Tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan non gedung.
2. SNI 1727:2020 Beban desain minimum dan kriteria terkait untuk bangunan gedung dan struktur lain.
3. SNI 2847:2019 Persyaratan beton struktural gedung.

4. SNI 1729:2020 Spesifikasi untuk bangunan gedung baja struktural.
5. AISC 360-16 *Specification for structural steel building*.
6. ASCE/SEI 7-16 *Minimum design load and associated criteria building and other structures*.
7. *Damper Design Manual 12.20 Taylor Devices*.

2.3 Fluid Viscous Damper (FVD)



Gambar 2.1 Fluid Viscous Damper (FVD)

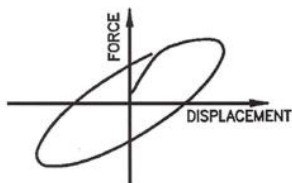
Sumber : *Damper Design Manual Taylor Devices*

2.3.1 Uraian Singkat Fluid Viscous Damper (FVD)

Menurut *Damper Design Manual Taylor Devices*, *Fluid Viscous Damper* (FVD) adalah alat yang memiliki ruang tekanan utama atau lebih kenal disebut sebagai silinder. Dalam silinder tersebut terdapat cairan penuh termasuk yang ada pada kedua sisi kepala piston. Pada bagian piston, batang piston melekat pada kepala piston. Di ujung kiri *piston rod* terdapat *clevis* yang berfungsi untuk perekatan *Fluid Viscous Damper* (FVD) pada struktur. Saat peredam bekerja selama terjadinya pergerakan, *clevis*, *piston rod* dan *piston head* bergerak sebagai satu komponen. Saat kepala piston bergerak, cairan di kedua sisinya dipaksa melalui lubang di kepala piston. Di sisi kiri silinder terdapat tutup dan segel untuk merangkum cairan terhadap tekanan statis dan dinamis. Di sisi kanan silinder terdapat *cap* dan *seal* yang berfungsi sebagai salah satu ujung *piston rod* yang bergerak ke dalam Silinder dan yang lain bergerak keluar, sehingga mempertahankan kekekalan volume fluida tanpa peningkatan tekanan statis. Kedua Clevis biasanya dilengkapi dengan bantalan bola untuk memungkinkan beberapa tingkat *mis-alignment* dengan struktur sekitarnya.

2.3.2 Preliminary Design Fluid Viscous Damper (FVD)

Fluid Viscous Damper (FVD) merupakan alat peredam yang berbasis kecepatan. Selain itu, alat tersebut merupakan peredam berjenis *viscoelastic*. Pada peredam berjenis *viscoelastic* secara umum dapat ditunjukkan *hysteretic loop* yang berarti perilaku suatu alat dalam satu putaran sebagai berikut.



Viscoelastic Output

Gambar 2.2 *Hysteretic Loop FVD*

Sumber : *Damper Design Manual Taylor Devices*

Pada prinsip tersebut dapat diketahui gaya damper yang terjadi pada alat *Fluid Viscous Damper* (FVD) sebagai berikut.

$$F = C V^{\alpha} \dots\dots\dots (1)$$

Keterangan:

- F = gaya gempa yang dihasilkan FVD (kN)
- C = koefisien damping (peredam)
- V = kecepatan yang dihasilkan FVD (m/s)
- α = faktor penggunaan linier dan non linier
 - $\alpha = 1$, untuk linier
 - $\alpha < 1$, untuk non-linier

Untuk menentukan kecepatan alat tersebut dapat dihitung menggunakan kecepatan per lantai pada bangunan dikarenakan kecepatan yang dihasilkan peredam sejalan dengan kecepatan yang dihasilkan per lantai pada bangunan. Perhitungan kecepatan per lantai dapat dijelaskan sebagai berikut.

$$V = \frac{2\pi \Delta}{T} \dots\dots\dots (2)$$

Keterangan:

- V = kecepatan yang dihasilkan per lantai (m/s)
- Δ = displacement yang dihasilkan per lantai (m)

T = periode yang dihasilkan bangunan (s)
 π = 3,14

Untuk menentukan konstanta damping tersebut dapat dihitung menggunakan target redaman yang diperlukan. Perhitungan koefisien damping dapat dijelaskan sebagai berikut.

$$C = \zeta \frac{k_i T}{n_i \pi \cos^2 \theta_j} \dots \dots \dots (3)$$

Keterangan:

C = konstanta damping
 k_i = kekakuan per-lantai bangunan (kN/m)
 n_i = jumlah pemasangan FVD per-lantai (buah)
 π = 3,14
 T = periode yang dihasilkan bangunan (s)
 θ = derajat pemasangan FVD terhadap lantai (0)
 ζ = target redaman damper (%)

Target redaman yang diperhitungkan sesuai *Damper Design Manual FVD* jika bangunan tersebut baru ingin dibangun sebesar 20-25%. Redaman tersebut juga dapat diperhitungkan sebagai berikut.

$$\zeta = \frac{\sum W_j}{4\pi \sum W_k}, \text{ untuk non linier} \dots \dots \dots (4)$$

$$\zeta = \frac{T \sum C_j \phi_{rj}^2 \cos^2 \theta_j}{4\pi \sum m_k \phi_k^2}, \text{ untuk linier} \dots \dots \dots (5)$$

Keterangan:

C_j = koefisien damping
 W_j = energi disipasi yang dihasilkan gedung (kN)
 W_k = energi disipasi yang dihasilkan damper (kN)
 m_k = massa per-lantai (kN s/m)
 π = 3,14
 T = periode yang dihasilkan bangunan (s)
 θ = derajat pemasangan FVD terhadap lantai (0)
 ζ = target redaman damper (%)

Penentuan gaya yang dihasilkan oleh damper dapat dibandingkan melalui brosur daftar damper yang ada dengan kriteria damper masing masing. Jenis damper FVD dapat dijelaskan sebagai berikut.

Tabel 2.1 Jenis Model *Fluid Viscous Damper* (FVD)Sumber : *Damper Design Manual Taylor Devices*

Taylor Devices Model Number	Rated Force (kN)	Stroke (m)	Maxwell Stiffness, Kd (kN/m)
17120	250	±0,076	109450
17130	500	±0,106	164613
17140	750	±0,106	245168
17150	1000	±0,106	328350
17160	1500	±0,106	490336
17170	2000	±0,127	525360
17180	3000	±0,127	840576
17190	4000	±0,127	1050720
17200	6500	±0,127	1707420
17210	8000	±0,127	2101440

2.3.3 Sambungan *Fluid Viscous Damper* (FVD)

Pada perencanaan sambungan *Fluid Viscous Damper* (FVD) yang terdiri dari baut, plat, dan profil baja sebagai bracing diatur oleh SNI 1729 2020 dan dapat dijelaskan sebagai berikut.

2.3.3.1 Sambungan Bracing Profil Baja

Pada sambungan baja untuk *Fluid Viscous Damper* (FVD), hanya menerima tekan dan tarik. Perhitungan komponen baja terhadap tekan dan tarik dapat dijelaskan sebagai berikut.

Untuk struktur tarik,

Pada penampang bruto,

$$P_n = F_y A_g \dots \dots \dots (6)$$

Pada penampang netto,

$$P_n = F_u A_e \dots \dots \dots (7)$$

Untuk luasan netto,

$$A_e = A_n U \dots \dots \dots (8)$$

Keterangan :

P_n = gaya aksial tarik nominal (N)

F_y = kekuatan tarik baja (MPa)

F_u = kekuatan leleh baja (MPa)

A_g = luasan kotor (mm²)

A_e = luasan efektif (mm²)

U = faktor lag geser

Untuk struktur tekan,

$$P_n = F_{cr} A_g \dots\dots\dots (9)$$

Pada tegangan kritis,
Keadaan 1

$$F_{cr} = \left(0,658 \frac{F_y}{F_e} \right) F_y \dots\dots\dots (10)$$

Keadaan 2

$$F_{cr} = 0,877 F_e \dots\dots\dots (11)$$

Pada tegangan efektif

$$F_e = \frac{\pi^2 E}{\left(\frac{L_{cz}}{r} \right)^2} \dots\dots\dots (12)$$

Keterangan :

- P_n = gaya aksial tekan nominal (N)
- F_{cr} = kekuatan kritis baja (MPa)
- r = radius girasi (mm)
- F_e = kekuatan efektif baja (MPa)
- E = modulus elastisitas baja (MPa)

2.3.3.2 Sambungan Las dan Baut

Pada sambungan untuk *Fluid Viscous Damper* (FVD) terdapat las dan baut. Perhitungan las dan baut dapat dijelaskan sebagai berikut.

Untuk Las Nominal,

$$R_n = F_w A_w \dots\dots\dots (13)$$

Untuk Geser Baut ,

$$R_n = F_{nv} A_b \dots\dots\dots (14)$$

Untuk Kuat Tumpu Baut ,

$$1,2 L_c t F_u \leq 2,4 d t F_u \dots\dots\dots (15)$$

Keterangan :

- R_n = kekuatan nominal (N)
- F_w = kuat tarik las (MPa)
- F_{nv} = kuat tarik baut (MPa)
- A_b = luas baut (mm²)
- A_w = luas las (mm²)
- F_u = kuat tarik ultimate (MPa)

t = tebal plat (mm)

2.3.3.3 Sambungan Plat

Pada sambungan untuk *Fluid Viscous Damper* (FVD) terdapat plat sambung. Perhitungan plat sambung dapat dijelaskan sebagai berikut. Untuk Tarik Leleh,

$$R_n = F_y A_g \dots \dots \dots (16)$$

Untuk Tarik Fraktur,

$$R_n = F_u A_e \dots \dots \dots (17)$$

Untuk Batas Leleh,

$$R_n = 2 F_y t (5t_p + t_s) \leq f_y A_g \dots \dots \dots (18)$$

Untuk Batas Leleh,

$$R_n = 2 F_y t (5t_p + t_s) \leq f_y A_g \dots \dots \dots (19)$$

Untuk Tebal Plat,

$$tp \geq \sqrt{\frac{2pt}{c f_{yp} \pi f_3}} \dots \dots \dots (20)$$

Untuk Jumlah Baut,

$$tp \geq \frac{Pt}{Rc} \left(1 - \frac{1}{f_3} + \frac{1}{f_3 \ln \frac{r_1}{r_2}} \right) \dots \dots \dots (21)$$

Untuk Las Minimum,

$$w > \frac{Pt \cdot \sqrt{2}}{F_{wt} \pi D} \dots \dots \dots (22)$$

Keterangan :

- R_n = kekuatan nominal (N)
- F_y = kuat tarik plat (MPa)
- F_u = kuat putus plat (MPa)
- A_g = luas kotor plat (mm²)
- A_e = luas efektif plat (mm²)
- t_p = tebal plat (mm)
- t_s = tebal plat sambung (mm)
- P_t = gaya aksial total (N)
- R_c = gaya tarik baut (N)

- f_3 = parameter perhitungan
 r_1 = parameter perhitungan (mm)
 r_2 = parameter perhitungan (mm)
 D = diameter profil (mm)

2.4 Preliminary Design

Pada perencanaan bangunan gedung, preliminary design sangatlah penting guna memperkirakan ukuran suatu elemen bangunan baik plat, balok, maupun kolom. Preliminary design suatu elemen diatur oleh SNI 2847 2019 dan dapat dijelaskan sebagai berikut.

2.4.1 Preliminary Plat

Menurut SNI 2847 2019 preliminary design plat dapat dijelaskan sebagai berikut.

Tabel 2.2 Preliminary Plat
Sumber : Tabel 8.3.1.2 SNI 2847 2019

α_{fm} [1]	h minimum, mm		
$\alpha_{fm} \leq 0,2$	8.3.1.1 berlaku		(a)
$0,2 < \alpha_{fm} \leq 2,0$	Terbesar dari:	$\frac{l_n \left(0,8 + \frac{f_y}{1400} \right)}{36 + 5\beta (\alpha_{fm} - 0,2)}$	(b)[2],[3]
		125	(c)
$\alpha_{fm} > 2,0$	Terbesar dari:	$\frac{l_n \left(0,8 + \frac{f_y}{1400} \right)}{36 + 9\beta}$	(d)[2],[3]
		90	(e)

Keterangan :

- α_{fm} = rasio inersia balok dan plat
 l_n = bentang plat (mm)
 F_y = Kekuatan tarik baja (MPa)
 β = rasio bentang panjang dan pendek

2.4.2 Preliminary Balok

Menurut SNI 2847 2019 preliminary design balok dapat dijelaskan sebagai berikut.

Tabel 2.3 Preliminary Balok
Sumber : Tabel 9.3.1.1 SNI 2847 2019

Kondisi perlekatan	Minimum h [1]
Perlekatan sederhana	$\ell/16$
Menerus satu sisi	$\ell/18,5$
Menerus dua sisi	$\ell/21$
Kantilever	$\ell/8$

Keterangan :

l = bentang balok (mm)

2.4.3 Preliminary Kolom

Menurut SNI 2847 2019 preliminary design kolom dapat dijelaskan sebagai berikut.

$$P_u = 0,85 F'_c (A_g - A_{st}) + (A_{st} F_y) \dots\dots\dots (23)$$

Keterangan :

P_u = gaya aksial yang diterima kolom (N)

F'_c = kekuatan tekan beton (MPa)

F_y = kekuatan tarik baja (MPa)

A_g = rasio luasan penampang kotor (%)

A_{st} = rasio luasan penampang tulangan (%)

2.5 Analisa Pembebanan

Pada pembebanan gedung Psikologi Universitas Islam Negeri Sunan Ampel Surabaya direncanakan dengan menggunakan peraturan pembebanan yang mengacu pada SNI 1727-2020 dan ASCE 7-16 untuk beban hidup dan beban mati dan SNI 1726-2019 untuk beban gempa. Nilai beban pada gedung Psikologi Universitas Islam Negeri Sunan Ampel Surabaya dihitung sebagai berikut.

2.5.1 Beban Mati

Menurut SNI 1727:2020 Beban mati adalah beban gravitasi akibat struktur itu sendiri. Beban mati diantaranya diakibatkan oleh material pembentuk bangunan.

Beban mati yang terdapat pada gedung Psikologi Universitas Islam Negeri Sunan Ampel Surabaya adalah sebagai berikut.

1. Beton bertulang sebesar 23,6 kN/m³

2. Baja sebesar 77,3 kN/m³

2.5.2 Beban Mati Tambahan

Menurut SNI 1727:2020 Beban mati tambahan adalah berat seluruh bahan konstruksi bangunan gedung yang terpasang termasuk dinding, lantai, atap, plafon, tangga, dinding partisi tetap, *finishing*, klading gedung dan komponen arsitektural dan struktural lainnya.

Beban mati tambahan yang terdapat pada gedung Psikologi Universitas Islam Negeri Sunan Ampel Surabaya adalah sebagai berikut.

Tabel 2.4 Beban Mati Tambahan Desain MinimumSumber : *Tabel C3-1 SNI 1727 2020*

Jenis Lantai		Berat (kN/m ²)
Beban Mati Plat		
1.	Lantai 1 - Lantai 9	1,71
2.	Lantai Atap – Lantai Lift	0,20
3.	Tangga	1,51
Jenis Lantai		Berat (kN/m)
Beban Mati Balok (Tembok)		
1.	Lantai 1	2,70
2.	Lantai 2 – Lantai 9	2,16
3.	Lantai Atap	1,08

2.5.3 Beban Hidup

Menurut SNI 1727:2020 Beban hidup adalah beban yang diakibatkan oleh pengguna dan penghuni bangunan gedung atau struktur lain yang tidak termasuk beban konstruksi dan beban lingkungan, seperti beban angin, beban hujan, beban gempa, beban banjir, atau beban mati.

Beban hidup yang terdapat pada gedung Psikologi Universitas Islam Negeri Sunan Ampel Surabaya adalah sebagai berikut.

Tabel 2.5 Beban Hidup Desain MinimumSumber : *Tabel 4-3-1 SNI 1727 2020*

	Fungsi Bangunan	Berat (kN/m ²)
1.	Ruang pertemuan	4.79
2.	Ruang baca	2.87
3.	Atap	0.96
4.	Ruang kelas	1.92
5.	Ruang dosen	1.92
6.	Koridor lantai pertama	4.79
7.	Koridor diatas lantai pertama	3,83

2.5.4 Beban Angin

Menurut SNI 1727:2020 Beban angin adalah beban yang diakibatkan oleh angin yang berada pada sekitar lingkungan bangunan yang dipengaruhi banyak faktor.

Beban angin yang terdapat pada gedung Psikologi Universitas Islam Negeri Sunan Ampel Surabaya adalah sebagai berikut.

2.5.4.1 Menentukan Kecepatan Angin Dasar (V)

Kecepatan angin dasar adalah hal yang penting dalam menentukan beban angin. Perhitungan kecepatan angin dasar dapat ditentukan sebagai berikut.

$$V_R = 70 - 56R^{-0,1} \dots\dots\dots (24)$$

Keterangan :

V_R = Kecepatan angin dasar (m/s)

R = Periode ulang

2.5.4.2 Menentukan Parameter Beban Angin

Dalam menentukan beban angin, banyak parameter beban angin yang diperhitungkan, maka perhitungan parameter beban angin dapat dijelaskan sebagai berikut.

2.5.4.3 Faktor Arah Angin (K_d)

Faktor arah angin oleh SNI 1727 2020 yang dapat dijelaskan sebagai berikut.

Tabel 2.6 Faktor Arah Angin
Sumber : *Tabel 26.6-1 SNI 1727 2020*

No	Tipe Struktur	Faktor Arah Angin (K_d)
1	Bangunan Gedung Sistem Penahan Gaya Angin Utama (SPGAU)	0,85

2.5.4.4 Kategori Eksposur

Kategori eksposur oleh SNI 1727 2020 yang dapat dijelaskan sebagai berikut.

Eksposur B : Untuk bangunan gedung atau struktur lain dengan tinggi atap rata-rata kurang dari atau sama dengan 30 ft (9,1 m).

2.5.4.5 Faktor Topografi

Faktor topografi oleh SNI 1727 2020 yang dapat dijelaskan sebagai berikut.

$$K_{zt} = (1 + K_1 K_2 K_3) \dots\dots\dots (25)$$

Keterangan :

K_{zt} = Faktor topografi

K_1 = Faktor bentuk topografi

K_2 = Faktor reduksi kecepatan angin dan jarak

K_3 = Faktor reduksi kecepatan angin dan elevasi

Jika kondisi situs dan lokasi bangunan gedung dan struktur lain tidak memenuhi semua kondisi yang disyaratkan dalam Pasal 26.8.1, maka $K_{zt} = 1,0$.

2.5.4.6 Faktor Elevasi Permukaan Tanah (K_e)

Faktor elevasi permukaan tanah oleh SNI 1727 2020 yang dapat dijelaskan sebagai berikut.

Tabel 2.7 Faktor Elevasi Permukaan TanahSumber : *Tabel 26.9-1 SNI 1727 2020*

No	Elevasi Tanah Di Atas Permukaan Laut (m)	Faktor Elevasi Permukaan Tanah (K_e)
1	< 0	Lihat Catatan 2
2	0	1,00
3	305	0,96
4	610	0,93
5	914	0,90
6	1219	0,86
7	1524	0,83
8	1829	0,80
9	> 1829	Lihat Catatan 2

Untuk semua elevasi, boleh diambil nilai $K_e = 1$

2.5.4.7 Faktor Efek Hembusan Angin (G_f)

Faktor efek hembusan angin untuk suatu bangunan gedung dan struktur lain yang kaku boleh diambil sebesar 0,85.

2.5.4.8 Koefisien Tekanan Internal (G_{cpi})

Koefisien tekanan internal oleh SNI 1727 2020 yang dapat dijelaskan sebagai berikut.

Tabel 2.8 Koefisien Tekanan InternalSumber : *Tabel 26.13-1 SNI 1727 2020*

No	Klasifikasi Ketertutupan	Kriteria	Tekanan Internal	G_{cpi}
1	Bangunan Terutup	A_o kurang dari terkecil 0,01 A_g atau 4 ft ² (0,37 m ²) dan A_{oi}/A_{gi} 0,2	Sedang	-0,18
2	Bangunan Terutup Sebagian	$A_o > 1,1A_{oi}$ dan $A_o >$ terkecil dari 0,01 A_g atau 4 ft ² (0,37 m ²) dan A_{oi}/A_{gi} 0,2	Tinggi	-0,55
3	Bangunan Terbuka Sebagian	Bangunan yang tidak sesuai dengan Klasifikasi tertutup, tertutup sebagian, atau klasifikasi terbuka	Sedang	-0,18
4	Bangunan Terbuka	Setiap dinding minimal terbuka 80 %	Diabaikan	0,00

2.5.4.9 Koefisien Eksposur Tekanan Kecepatan (K_z atau K_h)

Koefisien eksposur tekanan oleh SNI 1727 2020 yang dapat dijelaskan sebagai berikut.

Tabel 2.9 Koefisien Eksposur Tekanan Kecepatan

Sumber : *Tabel 26.10-1 SNI 1727 2020*

No	Ketinggian di atas permukaan tanah (m)	Eksposur
		B
1	0 – 4,6	0,57 (0,70) ^a
2	6,1	0,62 (0,70) ^a
3	7,6	0,66 (0,70) ^a
4	9,1	0,70
5	12,2	0,76
6	15,2	0,81
7	18,0	0,85
8	21,3	0,89
9	24,4	0,93
10	27,4	0,96
11	30,5	0,99
12	36,6	1,04
13	42,7	1,09

2.5.4.10 Tekanan Kecepatan (q_z)

Tekanan kecepatan angin oleh SNI 1727 2020 yang dapat dijelaskan sebagai berikut.

$$q_z = 0,613 K_z K_{zt} K_d K_e V^2 \dots\dots\dots (26)$$

Keterangan :

- q_z = Tekanan kecepatan angin (N/m²)
- K_{zt} = Koefisien faktor topografi
- K_z = Koefisien eksposur tekanan kecepatan
- K_d = Koefisien faktor arah angin
- K_e = Koefisien faktor elevasi permukaan tanah
- V = Kecepatan angin (m/s)

2.5.4.11 Koefisien Tekanan Eksternal (C_p)

Koefisien tekanan eksternal oleh SNI 1727 2020 yang dapat dijelaskan sebagai berikut.

Tabel 2.10 Koefisien Tekanan Eksternal

Sumber : *Gambar 27.3-1 SNI 1727 2020*

No	Permukaan	L/B	C_p	Digunakan dengan
1	Dinding di sisi angin datang	Seluruh Nilai	0,8	q_z
		0 – 1	- 0,5	q_h

2	Dinding di sisi angin pergi	2	- 0,3	q_h
		≥ 4	- 0,2	q_h
3	Dinding tepi	Seluruh Nilai	- 0,7	q_h

2.5.4.12 Beban Angin (P)

Beban angin oleh SNI 1727 2020 yang dapat dijelaskan sebagai berikut.

$$P = qGC_p - q_i(GC_{pi}) \dots \dots \dots (27)$$

Keterangan :

- P = Beban angin (N)
 q = Tekanan kecepatan angin (N/m^2)
 q_i = Tekanan berdasarkan ketertutupan gedung (N/m^2)
 G = Faktor efek hembusan angin
 C_p = Koefisien tekanan eksternal
 C_{pi} = Koefisien tekanan internal

2.5.5 Beban Gempa

Beban gempa adalah semua beban statik ekuivalen yang bekerja pada gedung yang menirukan pengaruh dari gerakan tanah akibat gempa tersebut. Pada saat bangunan bergetar, timbul gaya-gaya pada struktur bangunan karena adanya kecenderungan massa bangunan untuk mempertahankan dirinya dari gerakan.

Berdasarkan pada peraturan terbaru gempa terbaru SNI 1726:2019, gempa rencana ditetapkan sebagai gempa dengan kemungkinan terlampaui besarnya selama umur struktur 50 tahun adalah sebesar 2%

Berdasarkan SNI 1726:2019 beban gempa dapat diatur dengan langkah-langkah sebagai berikut.

2.5.5.1 Menentukan Kategori Risiko Bangunan

Kategori risiko bangunan merupakan suatu hal penting dalam mendesain suatu bangunan untuk mengetahui tingkat risiko yang diizinkan pada bangunan yang direncanakan. Kategori risiko bangunan yang dijelaskan pada SNI 1726:2019 dibedakan berdasarkan fungsi bangunan. Untuk menentukan nilai kategori risiko dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 2.11 Kategori Risiko Bangunan
Sumber : *Tabel 3 SNI 1726 2019*

Jenis pemanfaatan	Kategori risiko
Gedung dan nongedung yang memiliki risiko rendah terhadap jiwa manusia pada saat terjadi kegagalan, termasuk, tapi tidak dibatasi untuk, antara lain: <ul style="list-style-type: none"> - Fasilitas pertanian, perkebunan, perternakan, dan perikanan - Fasilitas sementara - Gudang penyimpanan - Rumah jaga dan struktur kecil lainnya 	I
Semua gedung dan struktur lain, kecuali yang termasuk dalam kategori risiko I,III,IV, termasuk, tapi tidak dibatasi untuk: <ul style="list-style-type: none"> - Perumahan - Rumah toko dan rumah kantor - Pasar - Gedung perkantoran - Gedung apartemen/ rumah susun - Pusat perbelanjaan/ mall - Bangunan industri - Fasilitas manufaktur - Pabrik 	II
Gedung dan non gedung yang memiliki risiko tinggi terhadap jiwa manusia pada saat terjadi kegagalan, termasuk, tapi tidak dibatasi untuk: <ul style="list-style-type: none"> - Bioskop - Gedung pertemuan - Stadion - Fasilitas kesehatan yang tidak memiliki unit bedah dan unit gawat darurat - Fasilitas penitipan anak - Penjara - Bangunan untuk orang jompo Gedung dan non gedung, 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: <ul style="list-style-type: none"> - Pusat pembangkit listrik biasa - Fasilitas penanganan air - Fasilitas penanganan limbah 	III

<p>- Pusat telekomunikasi Gedung dan non gedung 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 masyarakat jika terjadi kebocoran.</p>	
<p>Gedung dan non gedung yang dikategorikan sebagai fasilitas yang penting, termasuk, tetapi tidak dibatasi untuk:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Bangunan-bangunan monumental - Gedung sekolah dan fasilitas pendidikan - Rumah ibadah - Rumah sakit dan fasilitas kesehatan lainnya yang memiliki fasilitas bedah dan unit gawat darurat - Fasilitas pemadam kebakaran, ambulans, dan kantor polisi, serta garasi kendaraan darurat - Tempat perlindungan terhadap gempa bumi, tsunami, angin badai, dan tempat perlindungan darurat lainnya - Fasilitas kesiapan darurat, komunikasi, pusat operasi dan fasilitas lainnya untuk tanggap darurat - Pusat pembangkit energi dan fasilitas publik lainnya yang dibutuhkan pada saat keadaan darurat - 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 	IV

Gedung dan non gedung yang dibutuhkan untuk mempertahankan fungsi struktur bangunan lain yang masuk ke dalam kategori risiko IV.	
--	--

2.5.5.2 Menentukan Kelas Situs Tanah

Kelas situs tanah merupakan suatu hal yang digunakan dalam memilih tingkatan tanah yang berada pada lingkungan tersebut. Kelas situs tanah yang dijelaskan pada SNI 1726:2019 dibedakan berdasarkan parameter tanah. Untuk menentukan kelas situs tanah dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

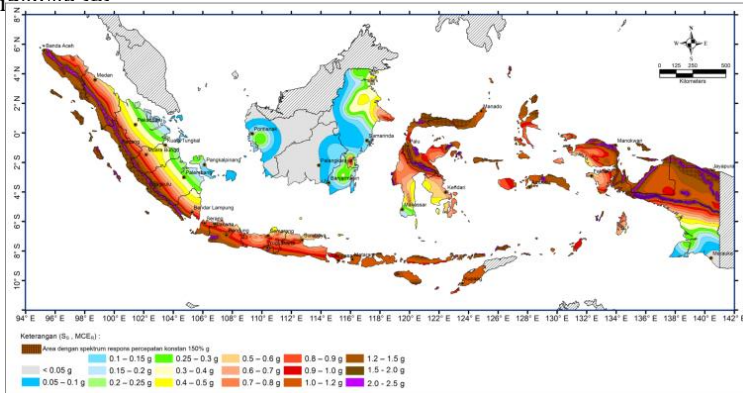
Tabel 2.12 Kelas Situs Tanah
Sumber : Tabel 3 SNI 1726 2019

Kelas situs	v_s (m/detik)	N atau N_{ch}	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 niralir $su < 25$ 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) - Lempung berplastisitas sangat tinggi (ketebalan $H > 7,5$ m dengan indeks plastisitas $PI > 75$) Lapisan lempung lunak/setengah teguh dengan ketebalan H		

	> 35 m dengan $su < 50$ kPa
--	--------------------------------

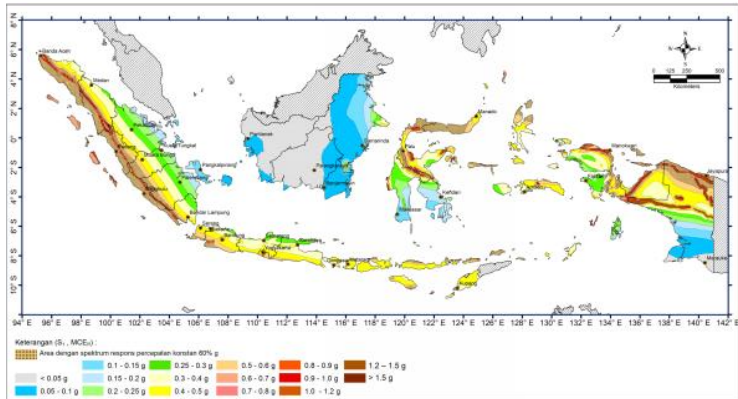
2.5.5.3 Menentukan S_s dan S_1

S_s dan S_1 merupakan suatu hal yang digunakan dalam menentukan percepatan gempa pada saat 0,2 detik dan 1 detik. S_s dan S_1 yang dijelaskan pada SNI 1726:2019 dibedakan berdasarkan letak daerah pada peta gempa. Untuk menentukan S_s dan S_1 dapat dilihat pada gambar di bawah ini:



Gambar 2.3 Peta Percepatan Gempa Saat 0,2 detik (S_s)

Sumber : *Gambar 15 SNI 1726 2019*



Gambar 2.4 Peta Percepatan Gempa Saat 1 detik (S_1)

Sumber : *Gambar 16 SNI 1726 2019*

2.5.5.4 Menentukan F_a dan F_v

F_a dan F_v merupakan suatu hal yang digunakan dalam menentukan koefisien situs ada saat periode pendek dan 1 detik. F_a dan F_v yang dijelaskan pada SNI 1726:2019 dibedakan berdasarkan S_s dan S_1 yang sudah ditentukan sebelumnya. Untuk menentukan F_a dan F_v dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 2.13 Koefisien Situs Saat 0,2 detik (F_a)

Sumber : *Tabel 6 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	1,0	1,0
SE	2,4	1,7	1,3	1,1	0,9	0,8
SF	SS(a)					

Tabel 2.14 Koefisien Situs Saat 0,2 detik (F_v)

Sumber : *Tabel 6 SNI 1726 2019*

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

2.5.5.5 Menentukan S_{MS} dan S_{M1}

S_{MS} dan S_{M1} merupakan suatu hal yang digunakan dalam menentukan parameter respons spektral pada saat periode pendek dan 1 detik. S_{MS} dan S_{M1} yang dijelaskan pada SNI 1726:2019 dibedakan berdasarkan S_s dan S_1 yang sudah ditentukan sebelumnya. Untuk menentukan S_{MS} dan S_{M1} dapat dihitung menggunakan rumus dibawah ini.

$$S_{MS} = F_a \times S_s \dots\dots\dots (28)$$

$$S_{MI} = F_v \times S_I \dots\dots\dots (29)$$

Keterangan :

- S_{MS} = parameter respons spektral pada periode pendek
- S_{MI} = parameter respons spektral pada 1 detik
- F_a = koefisien situs pada periode pendek
- F_v = koefisien situs pada 1 detik
- S_s = percepatan gempa pada 0,2 detik
- S_I = percepatan gempa pada 1 detik

2.5.5.6 Menentukan S_{DS} dan S_{DI}

S_{DS} dan S_{DI} merupakan suatu hal yang digunakan dalam menentukan parameter percepatan spektral pada saat periode pendek dan 1 detik. S_{DS} dan S_{DI} yang dijelaskan pada SNI 1726:2019 dibedakan berdasarkan S_{MS} dan S_{MI} yang sudah ditentukan sebelumnya. Untuk menentukan S_{DS} dan S_{DI} dapat dihitung menggunakan rumus dibawah ini.

$$S_{DS} = 2/3 \times S_{MS} \dots\dots\dots (30)$$

$$S_{DI} = 2/3 \times S_{MI} \dots\dots\dots (31)$$

Keterangan :

- S_{DS} = parameter respons spektral pada periode pendek
- S_{DI} = parameter respons spektral pada 1 detik
- S_{MS} = parameter percepatan spektral pada periode pendek
- S_{MI} = parameter percepatan spektral pada 1 detik

2.5.5.7 Menentukan Kategori Desain Seismik

Kategori desain seismik merupakan suatu hal yang digunakan untuk mengetahui tingkat seismik pada suatu bangunan. Kategori desain seismik yang dijelaskan pada SNI 1726:2019 dibedakan berdasarkan S_{DS} dan S_{DI} yang sudah ditentukan sebelumnya. Untuk menentukan kategori desain seismik dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 2.15 Kategori Desain Seismik Berdasarkan S_{DS}
 Sumber : *Tabel 8 SNI 1726 2019*

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

Tabel 2.16 Kategori Desain Seismik Berdasarkan S_{DI}
Sumber : *Tabel 9 SNI 1726 2019*

Nilai S_{DI}	Kategori risiko	
	I atau II atau III	IV
$S_{DI} < 0,67$	A	A
$0,067 \leq S_{DI} < 0,133$	B	C
$0,133 \leq S_{DI} < 0,20$	C	D
$0,20 \leq S_{DI}$	D	D

2.5.5.8 Menentukan Sistem Bangunan

Sistem bangunan merupakan suatu hal yang digunakan untuk menentukan cara kerja bangunan itu sendiri. Sistem bangunan yang dijelaskan pada SNI 1726:2019 kategori desain seismik yang sudah ditentukan sebelumnya. Untuk menentukan sistem bangunan dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 2.17 Sistem Bangunan Pemikul Gaya Seismik
Sumber : *Tabel 12 SNI 1726 2019*

C. Sistem rangka pemikul momen								
Sistem pemikul gaya seismik	Koefisien modifikasi respons, R	Faktor kuat lebih sistem, Ω	Faktor pembesaran defleksi, C_d	Batasan sistem struktur dan batasan tinggi struktur, h_n (m)				
				Kategori desain seismik				
				B	C	D	E	F
1. Rangka baja pemikul momen khusus	8	3	$5\frac{1}{2}$	TB	TB	TB	TB	TB
2. Rangka batang baja pemikul momen khusus	7	3	$5\frac{1}{2}$	TB	TB	48	30	TI
3. Rangka baja pemikul momen menengah	$4\frac{1}{2}$	3	4	TB	TB	10k	TIk	TIk
4. Rangka baja pemikul momen biasa	$3\frac{1}{2}$	3	3	TB	TB	TI/	TI/	TI/
5. Rangka beton bertulang pemikul momen khusus	8	3	$5\frac{1}{2}$	TB	TB	TB	TB	TB
6. Rangka beton bertulang pemikul momen menengah	5	3	$4\frac{1}{2}$	TB	TB	TI	TI	TI
7. Rangka beton bertulang pemikul momen biasa	3	3	$2\frac{1}{2}$	TB	TI	TI	TI	TI
8. Rangka baja dan beton komposit pemikul momen khusus	8	3	$5\frac{1}{2}$	TB	TB	TB	TB	TB

9. Rangka baja dan beton komposit pemikul momen menengah	5	3	4½	TB	TB	TI	TI	TI
10. Rangka baja dan beton komposit terkekang parsial pemikul momen	6	3	5½	48	48	30	TI	TI
11. Rangka baja dan beton komposit pemikul momen biasa	3	3	2½	TB	TI	TI	TI	TI
12. Rangka baja canai dingin pemikul momen khusus dengan pembuatann	3½	3o	3½	10	10	10	10	10

Keterangan :

TB = Tidak Dibatasi

TI = Tidak Diizinkan

2.5.5.9 Menentukan Koefisien Respons Gempa

Koefisien respons gempa adalah koefisien yang digunakan untuk menentukan gaya geser dasar gempa. Koefisien respons mempunyai perhitungan yang dijelaskan pada SNI 1726:2019. Perhitungan nilai koefisien respons gempa dapat dijelaskan sebagai berikut.

$$C_s = \frac{S_a R}{I_e} \dots\dots\dots (32)$$

Keterangan:

C_s = koefisien respons gempa

S_a = percepatan tanah sesuai periode waktu yang ditentukan

I_e = faktor keutamaan gempa yang ditentukan sesuai Tabel 4 SNI 1726:2019

R = koefisien reduksi gempa yang ditentukan sesuai Tabel 12 SNI 1726:2019

Nilai koefisien respons gempa diatas tidak boleh melebihi nilai batas atas koefisien respons gempa yang dijelaskan pada SNI 1726:2019. nilai batas atas koefisien respons gempa dapat dijelaskan sebagai berikut.

$$C_s \max = 0,044 S_{DS} I_e \dots\dots\dots (33)$$

Keterangan:

$C_s \max$ = koefisien maksimum respons gempa

S_{DS} = Parameter respons spektral pada periode pendek

I_e = faktor keutamaan gempa yang ditentukan sesuai Tabel 4 SNI 1726:2019

2.5.5.10 Menentukan Gaya Geser Dasar Gempa

Gaya geser dasar gempa adalah gaya yang digunakan untuk menentukan nilai suatu besar atau kecilnya gempa dalam bangunan tersebut. Gaya geser dasar gempa mempunyai perhitungan yang dijelaskan pada SNI 1726:2019. Perhitungan nilai Gaya geser dasar gempa dapat dijelaskan sebagai berikut.

$$V = C_s W \dots\dots\dots (34)$$

Keterangan:

V = gaya geser dasar gempa (kN)
 C_s = koefisien respons gempa
 W = berat total struktur (kN)

2.5.5.11 Menentukan Distribusi Gaya Geser Dasar Gempa

Distribusi gaya geser dasar gempa adalah distribusi yang digunakan untuk membagi gaya geser dasar gempa per lantai. Distribusi gaya geser dasar gempa mempunyai perhitungan yang dijelaskan pada SNI 1726:2019. Perhitungan nilai Distribusi gaya geser dasar gempa dapat dijelaskan sebagai berikut.

$$F_x = C_{vx} V \dots\dots\dots (35)$$

$$C_{vx} = \frac{W_x h_x^k}{\sum_{i=1}^n W_x h_x^k} \dots\dots\dots (36)$$

Keterangan:

C_{vx} = faktor distribusi vertikal
 V = geser di dasar struktur (kN)
 w_i dan w_x = bagian berat seismik efektif total struktur yang ditempatkan atau dikenakan pada tingkat i atau x
 h_i dan h_x = tinggi dari dasar sampai tingkat i atau x (m)
 k = eksponen yang terkait dengan periode struktur dengan nilai sebagai berikut:
 untuk struktur dengan $T \leq 0,5$ detik, = 1
 untuk struktur dengan $T \geq 2,5$ detik, = 2
 untuk struktur dengan $0,5 < T < 2,5$ detik, = 2 atau ditentukan dengan interpolasi linier antara 1 dan 2

2.5.5.12 Menentukan Spektrum Respons Desain

Spektrum respons desain adalah grafik yang digunakan untuk menentukan hubungan percepatan gempa dan waktu. Spektrum respons desain mempunyai perhitungan yang dijelaskan pada SNI 1726:2019. Perhitungan nilai Spektrum respons desain dapat dijelaskan sebagai berikut.

Untuk $T < T_0$,

$$S_a = S_{DS} \left(0,4 + 0,6 \frac{T}{T_0} \right) \dots\dots\dots (37)$$

Untuk $T_0 \leq T \leq T_s$,

$$S_a = S_{DS} \dots\dots\dots (38)$$

Untuk $T_s < T < T_L$,

$$S_a = \frac{S_{D1}}{T} \dots\dots\dots (39)$$

Untuk $T > T_L$,

$$S_a = \frac{S_{D1} T_L}{T^2} \dots\dots\dots (40)$$

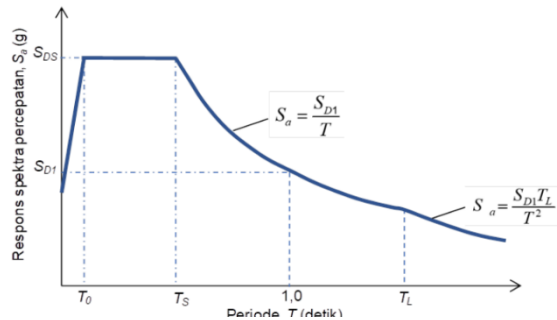
Dengan,

$$T_0 = 0,2 \frac{S_{DS}}{S_{D1}} \dots\dots\dots (41)$$

$$T_s = \frac{S_{DS}}{S_{D1}} \dots\dots\dots (42)$$

Keterangan:

- T = periode waktu gempa (detik)
- T_0 = periode waktu gempa pada periode pendek (detik)
- T_s = periode waktu gempa pada 1 detik (detik)
- T_L = periode waktu gempa pada periode panjang (detik) sesuai gambar 20 SNI 1726:2019
- S_a = percepatan tanah sesuai periode waktu yang ditentukan
- S_{DS} = Parameter respons spektral pada periode pendek
- S_{D1} = Parameter respons spektral pada 1 detik



Gambar 2.5 Grafik Spektrum Desain
Sumber : *Gambar 3 SNI 1726 2019*

2.6 Kontrol Dinamis

Kontrol dinamis merupakan kontrol yang digunakan untuk mengetahui perilaku bangunan secara dinamis. Kontrol dinamis yang dijelaskan pada SNI 1726:2019 meliputi kontrol jumlah ragam, kontrol nilai akhir respon spektrum, dan kontrol nilai simpangan. Untuk menentukan kontrol dinamis dapat dijelaskan sebagai berikut.

2.6.1 Kontrol Jumlah Ragam

Kontrol jumlah ragam adalah kontrol yang digunakan untuk mengetahui jumlah banyaknya gerakan bangunan saat terkena gempa. Kontrol jumlah ragam mempunyai syarat yang dijelaskan pada SNI 1726:2019. Syarat kontrol jumlah ragam dapat dijelaskan sebagai berikut.

$$\text{Partisipasi massa ragam} = 100 \% \text{ massa struktur} \dots \dots \dots (43)$$

Keterangan :

Partisipasi massa ragam didapat dari alat bantu komputer seperti SAP2000 atau ETABS.

2.6.2 Kontrol Nilai Akhir Respons Spektrum

Kontrol nilai akhir respon spektrum adalah kontrol yang digunakan untuk mengetahui jumlah banyaknya gerakan bangunan saat terkena gempa. Kontrol nilai akhir respons spektrum mempunyai syarat yang dijelaskan pada SNI 1726:2019. Syarat kontrol nilai akhir respons spektrum dapat dijelaskan sebagai berikut.

$$\text{Base Shear Respons Spektrum} = 100 \% \text{ Base Shear Statik Ekuivalen} (44)$$

Keterangan :

Base Shear Respons Spektrum didapat dari alat bantu komputer seperti SAP2000 atau ETABS

2.6.3 Kontrol Nilai Simpangan

Kontrol nilai simpangan adalah kontrol yang digunakan untuk mengetahui simpangan yang terjadi pada bangunan saat adanya beban gempa. Kontrol nilai simpangan mempunyai perhitungan yang dijelaskan pada SNI 1726:2019. Perhitungan nilai simpangan dapat dijelaskan sebagai berikut.

$$\delta_x = \frac{C_d \delta_{xe}}{I_e} \dots\dots\dots (45)$$

Keterangan:

C_d = faktor pembesaran simpangan lateral yang ditentukan sesuai Tabel 12 SNI 1726:2019

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

I_e = faktor keutamaan gempa yang ditentukan sesuai Tabel 3 SNI 1726:2019

Nilai simpangan diatas harus memenuhi syarat nilai simpangan ijin yang dijelaskan pada SNI 1726:2019. Syarat nilai simpangan ijin dapat dijelaskan sebagai berikut.

Tabel 2.18 Simpangan Antar Lantai Ijin

Sumber : *Tabel 20 SNI 1726 2019*

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

2.7 Kontrol Kapasitas Elemen Struktur Atas

Kontrol kapasitas elemen struktur atas merupakan kontrol yang digunakan untuk mengetahui gaya yang ada pada elemen struktur bangunan. Kontrol kapasitas elemen struktur yang dijelaskan pada SNI 2847:2019 meliputi kontrol momen, kontrol gaya geser, dan kontrol gaya torsi. Untuk menentukan kontrol kapasitas elemen struktur dapat dijelaskan sebagai berikut.

2.7.1 Faktor Penampang

Faktor penampang adalah faktor yang digunakan untuk menentukan kekuatan elemen struktur baik dari elemen maupun bentuknya. Semua faktor penampang dapat dijelaskan sebagai berikut.

2.7.1.1 Faktor Distribusi Tegangan Beton (β_1)

Faktor distribusi tegangan beton diatur oleh SNI 2847 2019 yang dapat dijelaskan sebagai berikut.

Tabel 2.19 Faktor Distribusi Tegangan Beton

Sumber : Tabel 22.2.2.4.3 SNI 2847 2019

f_c' (MPa)	β_1
$17 \leq f_c' \leq 28$	0,85
$28 < f_c' < 55$	$0,85 - 0,05 \times \left(\frac{f_c' - 28}{7} \right)$
$f_c' \geq 55$	0,65

Keterangan :

F_c' = kekuatan tekan beton (MPa)

β_1 = faktor distribusi tegangan beton

2.7.1.2 Faktor Reduksi (ϕ)

Faktor reduksi diatur oleh SNI 2847 2019 yang dapat dijelaskan sebagai berikut.

Tabel 2.20 Faktor Reduksi Beton

Sumber : Tabel 21.2.1 SNI 2847 2019

	Gaya atau elemen struktur	ϕ	Pengecualian
a)	Momen, gaya aksial, atau kombinasi momen dan gaya aksial	0,65 – 0,90 sesuai 21.2.2	Di dekat ujung komponen pratarik (<i>pretension</i>) dimana <i>strand</i> belum sepenuhnya bekerja, ϕ harus sesuai dengan 21.2.3
b)	Geser	0,75	Persyaratan tambahan untuk struktur tahan gempa terdapat

			pada 21.2.4
c)	Torsi	0,75	-
d)	Tumpu (<i>bearing</i>)	0,65	-
e)	Zona angkur pascatarik (<i>post-tension</i>)	0,85	-
f)	<i>Bracket</i> dan korbrel	0,75	-
g)	<i>Strut, ties</i> , zona nodal, dan daerah tumpuan yang dirancang dengan <i>strut and-tie</i> di Pasal 23	0,75	-
h)	Komponen sambungan beton pracetak terkontrol leleh oleh elemen baja dalam tarik	0,90	-
i)	Beton polos	0,60	-
j)	Angkur dalam elemen beton	0,45 – 0,75 sesuai Pasal 17	-

2.7.1.3 Selimut Beton (*Cover*)

Selimut cover diatur oleh SNI 2847 2019 yang dapat dijelaskan sebagai berikut.

Tabel 2.21 Selimut Beton
Sumber : *Tabel 20.6.1.3.1 SNI 2847 2019*

Paparan	Komponen struktur	Tulangan	Ketebalan Selimut, mm
Dicor dan secara permanen kontak dengan tanah	Semua	Semua	75
Terpapar cuaca atau kontak dengan tanah	Semua	Batang D19 hingga D57	50
		Batang D16, Kawat Ø13 atau D13 dan yang lebih kecil	40
		Batang D43 dan D57	40

Tidak terpapar cuaca atau kontak dengan tanah	Pelat, pelat berusuk dan dinding	Batang D36 dan yang lebih kecil	20
	Balok, kolom, pedestal dan batang tarik	Tulangan utama, sengkang, sengkang ikat, spiral dan sengkang pengeang	40

2.7.1.4 Tinggi Efektif Penampang (d)

Tinggi efektif penampang diatur oleh SNI 2847 2019 yang dapat dijelaskan sebagai berikut.

$$d = h - \text{selimut beton} - \frac{\text{diameter tul.}}{2} \dots \dots \dots (46)$$

Keterangan :

d = tinggi efektif penampang (mm)

h = tinggi total penampang (mm)

Selimut beton = berdasarkan tabel (mm)

Diameter tulangan = diketahui (mm)

2.7.1.5 Garis Netral (a)

Garis netral diatur oleh SNI 2847 2019 yang dapat dijelaskan sebagai berikut.

Untuk keadaan umum,

$$a = \beta_1 c \dots \dots \dots (47)$$

Untuk keadaan tunggal,

$$a = \frac{A_s F_y}{0,85 F'_c b} \dots \dots \dots (48)$$

Keterangan :

a = garis netral (mm)

F_y = kekuatan tarik baja (MPa)

F'_c = kekuatan tekan beton (MPa)

b = lebar penampang (mm)

2.7.1.6 Faktor Tahanan Momen (R_n)

Faktor tahanan momen diatur oleh SNI 2847 2019 yang dapat dijelaskan sebagai berikut.

Untuk keadaan maksimum,

$$R_{nmax} = 0,75 \times \rho_b \times F_y \times \left(1 - \left(\frac{0,375 \rho_b F_y}{0,85 F'_c} \right) \right) \dots \dots (49)$$

Untuk keadaan yang diperlukan,

$$R_n = \frac{M_n \cdot 10^6}{b \cdot d^2} \dots\dots\dots (50)$$

Keterangan :

- F_c' = kekuatan tekan beton (MPa)
- F_y = kekuatan tarik tulangan (MPa)
- β_1 = faktor distribusi tegangan beton
- ρ_b = rasio tulangan balance
- R_n = faktor tahanan momen
- b = lebar penampang (mm)
- d = diameter tulangan (mm)
- M_n = momen nominal (kNm)

2.7.1.7 Rasio Tulangan (ρ)

Rasio tulangan diatur oleh SNI 2847 2019 yang dapat dijelaskan sebagai berikut.

Untuk keadaan balance,

$$\rho_b = \left(\frac{0,85 \beta_1 F_c'}{F_y} \right) \left(\frac{600}{600 + F_y} \right) \dots\dots\dots (51)$$

Untuk keadaan yang diperlukan,

$$\rho = \left(\frac{0,85 F_c'}{F_y} \right) \left(1 - \sqrt{1 - \left(\frac{2 R_n}{0,85 F_c'} \right)} \right) \dots\dots\dots (52)$$

Untuk keadaan maksimum,

$$\rho_{max} = 0,75 \times \rho_b \dots\dots\dots (53)$$

Untuk keadaan minimum,

$$\rho_{min} = \frac{1,4}{F_y} \dots\dots\dots (54)$$

Untuk keadaan perbesaran,

$$\rho_{perbesaran} = 1,3 \times \rho \dots\dots\dots (55)$$

Keterangan :

- F_c' = kekuatan tekan beton (MPa)
- F_y = kekuatan tarik tulangan (MPa)
- β_1 = faktor distribusi tegangan beton
- ρ_b = rasio tulangan balance
- ρ = rasio tulangan

ρ_{max}	= rasio tulangan maksimum
ρ_{min}	= rasio tulangan minimum
$\rho_{perbesaran}$	= rasio tulangan perbesaran
R_n	= faktor tahanan momen

2.7.1.8 Luas Tulangan (A_s)

Luas tulangan diatur oleh SNI 2847 2019 yang dapat dijelaskan sebagai berikut.

Untuk keadaan yang diperlukan,

$$A_{s\ perlu} = \rho \times b \times d \dots\dots\dots (56)$$

Untuk satu tulangan.

$$A_{s\ 1\ tul} = \frac{1}{4} \times \pi \times d^2 \dots\dots\dots (57)$$

Untuk keadaan yang digunakan.

$$A_s = n \times \frac{1}{4} \times \pi \times d^2 \dots\dots\dots (58)$$

Untuk keadaan maksimum.

$$A_s = \frac{1,4 b d}{F_y} \dots\dots\dots (59)$$

Untuk keadaan yang digunakan.

$$A_s = 0,025 \times b \times d \dots\dots\dots (60)$$

Keterangan :

$A_{s\ perlu}$	= luas tulangan yang diperlukan (mm^2)
$A_{s\ 1\ tul}$	= luas 1 tulangan (mm^2)
A_s	= luas tulangan yang digunakan (mm^2)
F_y	= kekuatan tarik baja (MPa)
ρ	= rasio tulangan
b	= lebar penampang (mm)
d	= diameter tulangan (mm)
n	= jumlah tulangan (buah)

2.7.1.9 Jarak Tulangan (s)

Luas tulangan diatur oleh SNI 2847 2019 yang dapat dijelaskan sebagai berikut.

Untuk keadaan yang diperlukan ,

$$s = \frac{A_s \text{ tul } b}{A_s} \dots\dots\dots (61)$$

Untuk keadaan maksimum,

$$s_{max} = 2 \times h \dots\dots\dots (62)$$

Keterangan :

- A_s = luas tulangan (mm^2)
- $A_s \text{ tul}$ = luas 1 tulangan (mm^2)
- b = lebar penampang (mm)
- s = jarak tulangan (mm)
- h = tinggi total penampang (mm)

2.7.1.10 Jumlah Tulangan (n)

Jumlah tulangan diatur oleh SNI 2847 2019 yang dapat dijelaskan sebagai berikut.

$$n = \frac{b}{s} \dots\dots\dots (63)$$

Keterangan :

- b = lebar penampang (mm)
- s = jarak tulangan (mm)

2.7.2 Kontrol Momen

Kontrol momen merupakan kontrol yang digunakan untuk membandingkan momen akibat penampang dan momen akibat beban. Kontrol momen mempunyai syarat yang dijelaskan pada pasal 7.5 SNI 2847:2019. Syarat kontrol momen dapat dijelaskan sebagai berikut.

$$\phi M_n > M_u \dots\dots\dots (64)$$

Keterangan :

- ϕ = faktor reduksi beban menurut elemen
- M_n = momen akibat penampang menurut elemen (kNm)
- M_u = momen akibat beban menurut elemen (kNm)

2.7.2.1 Momen Ultimit (M_u)

Momen ultimit diatur oleh SNI 2847 2019 yang dapat dijelaskan sebagai berikut.

Tabel 2.22 Perhitungan Momen Ultimit
Sumber : *Tabel 6.5.2 SNI 2847 2019*

Momen	Lokasi	Kondisi	M_u
Positif	Bentang ujung	Ujung tak menerus dan monolit dengan perletakan	$W_u \ell n^2 / 14$
		Ujung tak menerus dan tidak terkekang	$W_u \ell n^2 / 11$

	Bentang tengah	Semua	$Wu \ell n^2 / 16$
Negatif	Muka interior dari pendukung eksterior	Balok menyatu secara monolit dengan balok spandrel pendukung	$Wu \ell n^2 / 24$
		Balok monolit dengan kolom pendukung	$Wu \ell n^2 / 16$
	Muka eksterior dari pendukung interior pertama	Dua bentang	$Wu \ell n^2 / 9$
		Lebih dari dua bentang	$Wu \ell n^2 / 10$
	Muka dari pendukung lainnya	Semua	$Wu \ell n^2 / 11$
	Muka semua pendukung memenuhi (a) atau (b)	(a) Pelat dengan bentang tidak lebih dari 3 m (b) Balok dengan rasio jumlah kekakuan kolom terhadap kekakuan balok melebihi 8 pada setiap ujung bentangnya	$Wu \ell n^2 / 12$

2.7.2.2 Kapasitas Momen Nominal (M_n)

Kapasitas momen nominal diatur oleh SNI 2847 2019 yang dapat dijelaskan sebagai berikut.

Untuk keadaan yang diperlukan,

$$M_n = \frac{M_u}{\phi} \dots \dots \dots (65)$$

Untuk keadaan tunggal,

$$M_n = A_s F_y \left(d - \frac{a}{2} \right) \dots \dots \dots (66)$$

Untuk keadaan rangkap (keadaan tul tekan luluh),

$$M_n = (A_s - A'_s) F_y \left(d - \frac{a}{2} \right) + A_s F_y (d - d') \dots \dots \dots (67)$$

Untuk keadaan rangkap (keadaan tul tekan belum luluh),

$$M_n = C_c \left(d - \frac{a}{2} \right) + C_s (d - d') \dots \dots \dots (68)$$

Keterangan :

M_n	= momen nominal (kNm)
\emptyset	= faktor reduksi
M_u	= momen ultimate (kNm)
A_s	= luas tulangan tarik (mm^2)
A'_s	= luas tulangan tekan (mm^2)
a	= garis netral (mm)
d	= tinggi efektif (mm)
d'	= tinggi efektif dari serat atas (mm)
C_c	= gaya tekan beton (N)
C_s	= gaya tekan tulangan (N)
F_y	= kekuatan tarik tulangan (MPa)

Momen Probable (M_{pr})

$$M_{pr} = 1,25 A_s F_y \left(d - \frac{a}{2} \right) \dots \dots \dots (69)$$

Keterangan :

A_s	= luas tulangan tarik (mm^2)
F_y	= kekuatan tarik baja (MPa)
d	= tinggi efektif (mm)
a	= garis netral (mm)
M_{pr}	= momen probable (kNm)

Keadaan Seimbang

Untuk keadaan seimbang,

$$C_c + C_s = T \dots \dots \dots (70)$$

Untuk keadaan tekan beton,

$$C_c = 0,85 F'_c a b \dots \dots \dots (71)$$

Untuk keadaan tekan tulangan,

$$C_s = A'_s 600 \left(\frac{c-d'}{c} \right) - 0,9 F'_c \dots \dots \dots (72)$$

Untuk keadaan tarik tulangan,

$$T = A_s F_y \dots \dots \dots (73)$$

Keterangan :

A_s	= luas tulangan tarik (mm^2)
A'_s	= luas tulangan tekan (mm^2)
a	= garis netral (mm)
d	= tinggi efektif (mm)
b	= lebar penampang (mm)

- C_c = gaya tekan beton (N)
- C_s = gaya tekan tulangan (N)
- F_y = kekuatan tarik tulangan (MPa)

2.7.3 Kontrol Geser

Kontrol momen merupakan kontrol yang digunakan untuk membandingkan geser akibat penampang dan momen akibat beban. Kontrol geser mempunyai syarat yang dijelaskan pada pasal 7.5 SNI 2847:2019. Syarat kontrol geser dapat dijelaskan sebagai berikut.

$$\phi V_n \geq V_u \dots\dots\dots(74)$$

Keterangan :

- ϕ = faktor reduksi beban menurut elemen
- V_n = geser akibat penampang menurut elemen (kN)
- V_u = geser akibat beban menurut elemen (kN)

2.7.3.1 Geser Ultimit (V_u)

Geser ultimit diatur oleh SNI 2847 2019 yang dapat dijelaskan sebagai berikut.

Tabel 2.23 Perhitungan Geser Ultimit

Sumber : *Tabel 6.5.4 SNI 2847 2019*

Lokasi	V_u
Muka eksterior dari pendukung muka interior pertama	$1,15 W_u \ell_n/2$
Muka dari pendukung lainnya	$W_u \ell_n/2$

2.7.3.2 Kapasitas Geser Nominal (V_n)

Kapasitas geser nominal diatur oleh SNI 2847 2019 yang dapat dijelaskan sebagai berikut.

Untuk kapasitas geser total,

$$V_n = \frac{V_u}{\phi} \dots\dots\dots(75)$$

$$V_n = V_c + V_s \dots\dots\dots(76)$$

Untuk kapasitas geser beton tanpa axial,

$$V_c = \frac{1}{6} \sqrt{F'_c} b d \dots\dots\dots(77)$$

Untuk kapasitas geser beton tanpa axial,

$$V_c = 0,17 \left(1 + \frac{N_u}{14 A_g} \right) \sqrt{F'_c} b d \dots\dots\dots(78)$$

Untuk kapasitas geser tulangan,

$$\phi V_s = \phi(V_n - V_c) \dots\dots\dots(79)$$

$$V_s = \frac{A_v F_{yt} d}{s} \dots\dots\dots (80)$$

$$V_{s \max} = \frac{2}{3} \sqrt{F'_c} b d \dots\dots\dots (81)$$

Untuk kapasitas geser gempa,

$$V_{sway} = \frac{M_{pr}^- + M_{pr}^+}{l_n} \dots\dots\dots (82)$$

Keterangan :

- $A_{s \text{ perlu}}$ = luas tulangan yang diperlukan (mm²)
- $A_{s \text{ 1 tul}}$ = luas 1 tulangan (mm²)
- A_s = luas tulangan yang digunakan (mm²)
- F_y = kekuatan tarik tulangan (MPa)
- ρ = rasio tulangan
- b = lebar penampang (mm)
- d = diameter tulangan (mm)
- n = jumlah tulangan (buah)

2.7.4 Kontrol Torsi

Kontrol torsi merupakan kontrol yang digunakan untuk membandingkan torsi akibat penampang dan momen akibat beban. Kontrol torsi mempunyai syarat yang dijelaskan pada pasal 7.5 SNI 2847:2019. Syarat kontrol momen dapat dijelaskan sebagai berikut.

$$\phi T_n \geq T_u \dots\dots\dots(83)$$

Keterangan :

- ϕ = faktor reduksi beban menurut elemen
- T_n = torsi akibat penampang menurut elemen (kN)
- T_u = torsi akibat beban menurut elemen (kN)

2.7.4.1 Torsi Penampang

Torsi penampang diatur oleh SNI 2847 2019 yang dapat dijelaskan sebagai berikut.

Tabel 2.24 Torsi Penampang

Sumber : *Tabel 22.7.4.1 SNI 2847 2019*

Jenis komponen	T_{th}
Komponen non prategang	$0,083 \lambda \sqrt{F'_c} \left(\frac{A_{cp}^2}{P_{cp}} \right)$
Komponen prategang	$0,083 \lambda \sqrt{F'_c} \left(\frac{A_{cp}^2}{P_{cp}} \right) \sqrt{1 + \frac{f_{pc}}{0,33 \lambda \sqrt{F'_c}}}$
Komponen non prategang menerima beban aksial	$0,083 \lambda \sqrt{F'_c} \left(\frac{A_{cp}^2}{P_{cp}} \right) \sqrt{1 + \frac{N_u}{0,33 \lambda \sqrt{F'_c}}}$

2.7.4.2 Kapasitas Torsi Nominal (T_n)

Kapasitas torsi nominal diatur oleh SNI 2847 2019 yang dapat dijelaskan sebagai berikut.

$$T_n = \frac{T_u}{\phi} \dots\dots\dots (84)$$

$$T_n = \frac{2 A_0 A_l f_y}{P_h} \cot \theta \dots\dots\dots (85)$$

$$T_n = \frac{2 A_0 A_t f_{yt}}{s} \cot \theta \dots\dots\dots (86)$$

Keterangan :

- T_n = Torsi nominal (kNm)
- ϕ = Faktor reduksi
- T_u = torsi ultimate (kNm)
- A_0 = luasan terfaktor (mm^2)
- A_l = luasan tul torsi (mm^2)
- F_y = kekuatan tarik tulangan (MPa)
- F_{yt} = kekuatan tarik tulangan geser (MPa)
- P_h = keliling tul torsi (mm)
- s = jarak tul torsi (mm)

2.7.5 Kontrol Aksial

Kontrol aksial merupakan kontrol yang digunakan untuk membandingkan aksial akibat penampang dan momen akibat beban. Kontrol torsi mempunyai syarat yang dijelaskan pada pasal 7.5 SNI 2847:2019. Syarat kontrol momen dapat dijelaskan sebagai berikut.

$$\phi P_n \geq P_u \dots\dots\dots (87)$$

Keterangan :

- ϕ = faktor reduksi beban menurut elemen
- P_n = aksial akibat penampang menurut elemen (kN)
- P_u = aksial akibat beban menurut elemen (kN)

2.7.5.1 Aksial Ultimit (P_u)

Aksial ultimit diatur oleh SNI 2847 2019 yang dapat dijelaskan sebagai berikut.

$$P_u \geq \frac{A_g F_c'}{10} \dots\dots\dots (88)$$

Keterangan :

- F_c' = kekuatan tekan beton (MPa)
- A_g = aksial akibat penampang menurut elemen (kN)
- P_u = aksial akibat beban menurut elemen (kN)

2.7.5.2 Kapasitas Aksial Nominal (P_n)

Kapasitas aksial nominal diatur oleh SNI 2847 2019 yang dapat dijelaskan sebagai berikut.

Didasari dari 7 keadaan kolom,

1. Aksial tekan murni (Momen = 0)
2. $f_s = 0 f_y (\varepsilon_s = 0 \varepsilon_y)$
3. $f_s = 0,5 f_y (\varepsilon_s = 0 \varepsilon_y)$
4. $f_s = f_y (\varepsilon_s = \varepsilon_y)$
5. $\varepsilon_s = 0,005$
6. Lentur murni (Aksial = 0)
7. Aksial tarik murni (Momen = 0)

Keterangan :

- f_s = kuat tarik tulangan yang terjadi (MPa)
 f_y = kuat tarik tulangan (MPa)
 ε_y = regangan tulangan
 ε_s = regangan tulangan yang terjadi

2.8 Kontrol Kapasitas Elemen Struktur Bawah

Kontrol kapasitas elemen struktur bawah merupakan kontrol yang digunakan untuk mengetahui gaya yang ada pada elemen struktur bangunan. Kontrol kapasitas elemen struktur yang dijelaskan pada SNI 2847:2019 dan SNI meliputi kontrol momen, kontrol gaya geser, dan kontrol gaya torsi. Untuk menentukan kontrol kapasitas elemen struktur dapat dijelaskan sebagai berikut.

2.8.1 Pondasi

Pondasi merupakan struktur paling bawah dalam bangunan, maka dibutuhkan banyak kontrol untuk menghitung kekuatan pondasi mulai dari pengaruh struktur atas maupun dari tanah itu sendiri. Perhitungan pondasi dapat dijelaskan sebagai berikut.

2.8.1.1 Daya Dukung Pondasi

Daya dukung pondasi digunakan dalam menentukan dimensi pondasi dan kebutuhan tiang. Daya dukung pondasi dapat dijelaskan sebagai berikut.

Rumus umum,

$$Q_u = Q_p + Q_s \dots \dots \dots (89)$$

Rumus nakazawa (untuk non kohesi),

$$Q_u = 40 N A_p + \frac{N_{av} A_s}{5} \dots \dots \dots (90)$$

Rumus untuk kohesi,

$$Q_u = 9 C_u A_p + \alpha C_u A_s l \dots\dots\dots(91)$$

Rumus daya dukung ijin,

$$Q_{ijin} = \frac{Q_u}{SF} \dots\dots\dots(92)$$

Keterangan :

Q_u = daya dukung ultimate tiang (ton)

Q_p = daya dukung ujung tiang (ton)

Q_s = daya dukung selimut tiang (ton)

N = jumlah pukulan

A_p = luasan ujung tiang (m²)

A_s = luasan selimut tiang (m²)

C_u = kohesi tanah

N_{av} = rata-rata pukulan

l = panjang tiang (m)

2.8.1.2 Daya Dukung Tiang Kelompok

Daya dukung tiang kelompok digunakan dalam menentukan dimensi pondasi dan kebutuhan tiang. Daya dukung tiang kelompok pondasi dapat dijelaskan sebagai berikut.

Daya dukung tiang,

$$P = \frac{\sum V}{n} \pm \frac{M_x y}{\sum y^2} \pm \frac{M_y x}{\sum x^2} \dots\dots\dots(93)$$

Efisiensi tiang,

$$\eta = 1 - \left[\frac{(n_1-1)n_2 + (n_2-1)n_1}{90n_1n_2} \right] \theta \dots\dots\dots(94)$$

Keterangan :

n_1 = jumlah tiang dalam satu baris

n_2 = jumlah tiang dalam satu baris

η = efisiensi tiang

θ = sudut tiang

P = gaya aksial tiang (ton)

V = gaya aksial beban (ton)

n = jumlah tiang

M_x = momen arah x (kNm)

M_y = momen arah y (kNm)

x = titik berat arah x (m)

y = titik berat arah y (m)

2.8.1.3 Kapasitas Lateral Pondasi

Kapasitas lateral pondasi digunakan dalam menentukan kekuatan tiang dalam menahan gaya lateral. Kapasitas lateral pondasi dapat dijelaskan sebagai berikut.

Untuk free-head pile,

$$H_u = \frac{M_u}{(e+Z_f)} \dots\dots\dots(95)$$

Untuk fixed-head pile,

$$H_u = \frac{2 M_u}{(e+Z_f)} \dots\dots\dots(96)$$

Keterangan :

H_u = gaya horizontal ultimit (kN)

M_u = momen ultimit (kNm)

e = eksentrisitas (m)

Z_f = koefisien titik jepit

2.8.2 Sloof

Sloof merupakan struktur yang berfungsi untuk menjaga penurunan dari kolom satu dan kolom lainnya menjadi sama. Perhitungan sloof dapat dijelaskan sebagai berikut.

Untuk setiap kekuatan sloof,

$$0,1 S_{ds} \text{ kekuatan kolom} \dots\dots\dots(97)$$

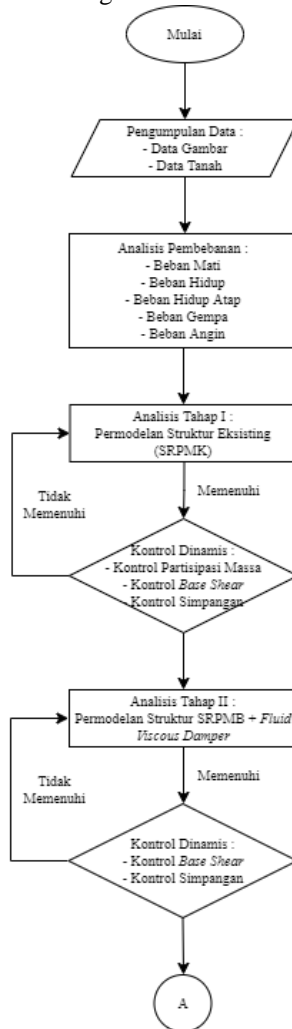
Keterangan :

S_{DS} = Parameter respons spektral pada periode pendek

BAB III METODOLOGI

3.1 Bagan Alir

Pada perencanaan metodologi penyusunan tugas akhir terapan ini penulis memiliki skema sebagai berikut.





Gambar 3.1 Bagan Alir Penyusunan Tugas Akhir

Sumber : *Dokumen Pribadi*

3.2 Pengumpulan Data

Data eksisting pada Tugas Akhir ini diperoleh dari RKS serta *shopdrawing* pada pembangunan Gedung Universitas Islam Negeri Sunan Ampel Surabaya. Data berupa gambar struktural balok, denah dan kolom, gambar detail penulangan, spesifikasi material dan data tanah. Data diketahui sebagai berikut.

3.2.1 Data Umum Bangunan

- Nama Gedung : Gedung Universitas Islam Negeri Sunan Ampel Surabaya
- Lokasi/Area Gempa : Jl Ir. Soekarno-Hatta No.260, Surabaya
- Fungsi : Gedung Universitas
- Jumlah Lantai : 9 Lantai + 1 Lantai Atap
- Tinggi Bangunan : 38,5 m
- Panjang Bangunan : 39 m
- Lebar Bangunan : 19 m
- Jenis Tanah : Tanah Lunak (S_E)
- Struktur Utama : Beton Bertulang

- Dimensi Bangunan :

Tabel 3.1 Dimensi Bangunan

Sumber : *Dokumen Pribadi*

Jenis Lantai	Elevasi	Panjang		Lebar		Tinggi	
		Ukuran	Satuan	Ukuran	Satuan	Ukuran	Satuan
Lantai 1	-0,05	8	m	8	m	-0,05	m
		8	m	3	m		
		7	m	8	m		
		8	m		m		
		8	m		m		
Lantai 2	5,00	8	m	8	m	4,95	m
		8	m	3	m		
		7	m	8	m		
		8	m		m		
		8	m		m		
Lantai 3	4,00	8	m	8	m	8,95	m
		8	m	3	m		
		7	m	8	m		
		8	m		m		
		8	m		m		
Lantai 4	4,00	8	m	8	m	12,95	m
		8	m	3	m		
		7	m	8	m		
		8	m		m		
		8	m		m		
Lantai 5	4,00	8	m	8	m	16,95	m
		8	m	3	m		
		7	m	8	m		
		8	m		m		
		8	m		m		
Lantai 6	4,00	8	m	8	m	20,95	m
		8	m	3	m		
		7	m	8	m		

		8	m		m		
		8	m				
Lantai 7	4,00	8	m	8	m	24,95	m
		8	m	3	m		
		7	m	8	m		
		8	m		m		
Lantai 8	4,00	8	m	8	m	28,95	m
		8	m	3	m		
		7	m	8	m		
		8	m		m		
Lantai 9	4,00	8	m	8	m	32,95	m
		8	m	3	m		
		7	m	8	m		
		8	m		m		
Lantai Atap	4,00	8	m	8	m	36,95	m
		8	m	3	m		
		7	m	8	m		
		8	m		m		
Lantai Lift	2,00	8	m	8	m	38,95	m
		8	m	3	m		
		7	m	8	m		
		8	m		m		

3.2.2 Data Material

- Konstruksi Beton Bertulang

Tabel 3.2 Data Material Konstruksi Beton Bertulang

Sumber : *Dokumen Pribadi*

Jenis Elemen	Spesifikasi	Spesifikasi (konversi)
Beton		
Plat, Balok, dan Tie Beam	K - 422	$f_c' = 35 \text{ MPa}$
Kolom	K - 482	$f_c' = 40 \text{ MPa}$
Pilecap	K - 602	$f_c' = 50 \text{ MPa}$
Tulangan		
$\emptyset < 12$	U24	$F_y = 2400 \text{ Kg/cm}^2 (235,35 \text{ MPa})$
D > 13	U40	$F_y = 3900 \text{ Kg/cm}^2 (382,45 \text{ MPa})$
D = 10	U40	$F_y = 3900 \text{ Kg/cm}^2 (382,45 \text{ MPa})$
M (Wiremesh)	U50	$F_y = 5000 \text{ Kg/cm}^2 (490,35 \text{ MPa})$

- Konstruksi Baja

Tabel 3. 3 Data Material Konstruksi Baja

Sumber : *Dokumen Pribadi*

Jenis Elemen	Spesifikasi	Spesifikasi (konversi)
Plat Baja, Profil	ST - 37	$F_y = 2400 \text{ Kg/cm}^2 (235,35 \text{ MPa})$
Angkur	BJTD - 40	$F_y = 4000 \text{ Kg/cm}^2 (392,26 \text{ MPa})$
Baut	HTB A 325 X	
Las	E 70 XX	

3.2.3 Data Gambar

Data gambar yang digunakan berupa gambar arsitektur dan gambar struktural. (Gambar terlampir)

3.2.4 Data Tanah

Data Tanah SPT (*Standard Penetration Test*) di Surabaya yang berasal dari data Testana Engineering dapat dijelaskan sebagai berikut.

TESTANA ENGINEERING, Inc.		A.1.3. BORING LOG			BOREHOLE # : DB - 3									
PROJECT : UINSA 9 LMTW		DATE OF TEST : September 22 to 26, 2017		GROUND SURFACE LEVEL : -1.00 m										
LOCATION : Jl. Ir. Soekarno-Hatta 260, Surabaya		DEPTH : 50 m		GROUND SURFACE LEVEL : +0.00 m										
DEPTH m	SOIL DESCRIPTION	STANDARD PENETRATION TEST		STRENGTH TEST		ATTERBERG LIMITS			Y	Gs	eo	Sr		
		TYPE	c	φ	TYPE	c	φ	W _L					W _P	U _c
0	Clay and silt, greyish brown													
1														
2														
3														
4														
5														
6	Clay and silt, yellowish brown, inorganic, trace sand, soft to stiff consistency				UU	0.24	10	36	53	86	1.65	2.52	1.34	100
7														
8														
9														
10														
11	Clay and silt, yellowish brown, inorganic, some fine sand, very stiff consistency				UU	0.50	15	36	41	86	1.76	2.56	1.05	100
12					CU (eff)	0.00	33							
13														
14														
15	Clay and silt, yellowish brown, inorganic, trace sand, very stiff consistency													
16														
17														
18														
19														
20	Clay and silt, grey and yellowish mottled, inorganic, trace sand, stiff consistency													
21														
22														
23														
24														
25														
26														
27														
28	Clay and silt, grey, inorganic, trace sand, stiff to very stiff consistency													
29														
30														
31														
32														
33														
34														
35														
36														
37														
38														
39														
40														
41														
42	Clay and silt, grey, inorganic, slightly cemented at some depth, very stiff consistency													
43														
44														
45														
46														
47														
48														
49														
50														

Gambar 3.2 Data Tanah UINSA

Sumber : Dokumen Pribadi

3.3 Analisa Pembebanan

Analisa pembebanan pada pembangunan Psikologi Universitas Islam Negeri Sunan Ampel Surabaya dihitung dengan mengacu pada standar SNI 1726:2019 untuk beban gempa, SNI 1727:2020 dan ASCE 7-16 untuk beban hidup, beban mati, beban angin serta kombinasi pembebanan. Jenis pembebanan dapat dijelaskan sebagai berikut.

1. Beban mati
2. Beban mati tambahan
3. Beban hidup
4. Beban angin
5. Beban gempa

Kombinasi pembebanan juga berpengaruh dalam perhitungan gaya dalam elemen struktur. Kombinasi pembebanan dapat dijelaskan sebagai berikut.

Untuk beban terfaktor

1. $1,4 D + 1,4 SD$
2. $1,2 D + 1,2 SD + 1,6 L + 0,5 Lr$
3. $1,2 D + 1,2 SD + 1,6 L$
4. $1,2 D + 1,2 SD + 1 L + 1 Ex + 0,3 Ey$
5. $1,2 D + 1,2 SD + 1 L + 0,3 Ex + 1 Ey$
6. $0,9 D + 0,9 SD + 1 L + 1 Ex + 0,3 Ey$
7. $0,9 D + 0,9 SD + 1 L + 0,3 Ex + 1 Ey$

Untuk beban layan

1. $1 D + 1 SD + 1L$
2. $1 D + 1SD + 1 L$
3. $1 D + 1 SD + 1 R$
4. $1 D + 1 SD + 0,75 Lr + 0,75 L$
5. $1 D + 1 SD + 0,7 E$
6. $1 D + 1 SD + 0,75(0,7E) + 0,75 L$
7. $0,6 D + 0,6 SD + 0,6 W$
8. $0,6 D + 0,6 SD + 0,6 E$

Keterangan:

- D = Beban Mati
 SD = Beban Mati Tambahan
 L = Beban Hidup
 Lr = Beban Hidup Atap
 Ex = Beban Gempa Arah-x
 Ey = Beban Gempa Arah-y

3.4 Analisis Tahap I

Analisis tahap I struktur gedung Psikologi Universitas Islam Negeri Sunan Ampel Surabaya menggunakan SRPMK (Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus), permodelan dibuat melalui program bantu ETABS 2019.

3.5 Analisis Tahap II

Analisis tahap II struktur gedung Psikologi Universitas Islam Negeri Sunan Ampel Surabaya menggunakan SRPMB (Sistem Rangka Pemikul Momen Biasa) + *Fluid Viscous Damper* (FVD), permodelan dibuat melalui program bantu ETABS 2019.

3.6 Kontrol Dinamis

Kontrol dinamis pada pembangunan Psikologi Universitas Islam Negeri Sunan Ampel Surabaya dihitung dengan mengacu pada standar SNI 1726:2019 dan sesuai Sub bab 2.6. Kontrol dinamis dapat dijelaskan sebagai berikut.

1. Kontrol Jumlah Ragam
2. Kontrol Nilai Akhir Respons Spektrum
3. Kontrol Nilai Simpangan

3.7 Kontrol Kapasitas Elemen Struktur

Kontrol kapasitas elemen struktur pada pembangunan Psikologi Universitas Islam Negeri Sunan Ampel Surabaya dihitung dengan mengacu pada standar SNI 2847:2019. Kontrol elemen struktur dapat dijelaskan sebagai berikut.

1. Kontrol Elemen Struktur Atas
 - Kontrol Elemen Plat
 - Kontrol Elemen Balok
 - Kontrol Elemen Kolom
2. Kontrol Elemen Struktur Bawah
 - Kontrol Elemen Pondasi
 - Kontrol Elemen Sloof

3.8 Penggambaran Teknik

Penggambaran teknik dalam tugas akhir ini meliputi gambar eksisting dan gambar modifikasi pada Psikologi Universitas Islam Negeri Sunan Ampel Surabaya. Gambar eksisting sudah didapatkan dari konsultan perencana berdasarkan pekerjaan yang sudah dilakukan.

Gambar modifikasi dilakukan berdasarkan perhitungan dari tugas akhir ini dengan program bantu AUTOCAD dan REVIT. Jenis gambar dapat dijelaskan sebagai berikut.

1. Gambar Arsitektural Gedung Psikologi UINSA II
2. Gambar Struktur Alternatif dengan *Fluid Viscous Damper*

3.9 Metode Pelaksanaan

Metode pelaksanaan dalam proyek akhir ini meliputi pelaksanaan pemasangan alat *Fluid Viscous Damper* dengan acuan channel youtube *Discovery Channel* tentang *Fluid Viscous Damper* dengan menggunakan program bantu *Google Sketchup*.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB IV

ANALISIS PEMBEBANAN

4.1 Perhitungan Beban Struktur (*Dead Load*)

Perhitungan beban struktur diperoleh berdasarkan sub bab 2.5.1 dengan berbasis material yang sudah ditentukan. Nilai tersebut dapat dimasukkan sebagai input dalam program bantu ETABS 19. Langkah Langkah dan nilai dari beban struktur dapat dijelaskan sebagai berikut.

- **Berat Volume Material**
 1. Beton sebesar 23,6 kN/m³
 2. Baja sebesar 77,3 kN/m³
- **Kekuatan Material**
 1. Beton untuk pile sebesar F_c' 50 MPa
 2. Beton untuk kolom sebesar F_c' 40 MPa
 3. Beton untuk plat, balok, dan tie beam sebesar F_c' 30 MPa
 4. Baja untuk tulangan $\phi < 12$ sebesar F_y 240 MPa
 5. Baja untuk tulangan $D > 12$ sebesar F_y 400 MPa
 6. Baja untuk tulangan $D = 10$ sebesar F_y 400 MPa
- **Langkah – langkah input program bantu komputer (ETABS 19)**
 1. Klik *Define* dalam toolbars
 2. Lalu klik *Material Properties*
 3. Lalu klik *Add New Material*

Section	Property	Value	Unit
General Data	Material Name	F _c ' 35 MPa	
	Material Type	Concrete	
	Directional Symmetry Type	Isotropic	
	Material Display Color	Yellow	
Material Weight and Mass	Specify Weight Density	<input checked="" type="radio"/>	
	Specify Mass Density	<input type="radio"/>	
	Weight per Unit Volume	23.6	kN/m ³
Mechanical Property Data	Mass per Unit Volume	2406.53	kg/m ³
	Modulus of Elasticity, E	27805.57	MPa
	Poisson's Ratio, U	0.2	
	Coefficient of Thermal Expansion, A	0.0000099	1/C
Mechanical Property Data	Shear Modulus, G	11585.65	MPa

Gambar 4.1 Material Properties ETABS 19
Sumber : *Program ETABS*

4. Lalu isi sesuai karakteristik material yang sudah disebutkan diatas

4.2 Perhitungan Beban Mati Tambahan (*Super Dead Load*)

Perhitungan beban struktur diperoleh berdasarkan sub bab 2.5.2 dengan berbasis material tambahan yang sudah ditentukan. Nilai tersebut dapat dimasukkan sebagai input dalam program bantu ETABS 19. Langkah Langkah dan nilai dari beban mati tambahan dapat dijelaskan sebagai berikut.

- **Berat Material Tambahan**

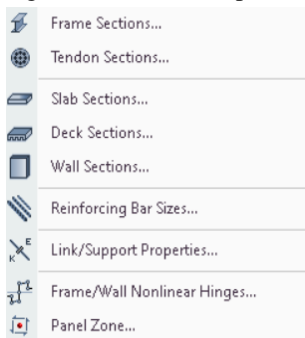
Tabel 4.1 Beban Mati Tambahan

Sumber : *Sub bab 2.5.2*

Jenis Lantai		Berat (kN/m ²)
Beban Mati Plat		
1.	Lantai 1 - Lantai 9	1,71
2.	Lantai Atap – Lantai Lift	0,20
3.	Tangga	1,51
Beban Mati Balok (Tembok)		
1.	Lantai 1	2,70
2.	Lantai 2 – Lantai 9	2,16
3.	Lantai Atap	1,08

- **Langkah – langkah input program bantu komputer (ETABS 19)**

1. Klik *Define* dalam toolbars
2. Lalu klik *Section Properties*
3. Lalu pilih yang akan dimodelkan plat/balok



Gambar 4.2 Permodelan Plat

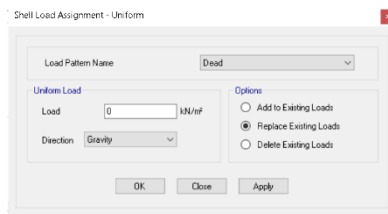
Sumber : *Program ETABS*

4. Lalu klik *Add New Property*
5. Lalu isi sesuai karakteristik penampang yang akan dimodelkan
6. Lalu klik plat/balok yang sudah dimodelkan
7. Lalu klik *Assign*
8. Lalu klik *Area Load*
9. Lalu pilih model beban yang akan dimodelkan



Gambar 4.3 Permodelan Beban
Sumber : *Program ETABS*

10. Lalu isi nilai beban sesuai yang sudah ditentukan di atas



Gambar 4.4 Form Permodelan Penampang
Sumber : *Program ETABS*

4.3 Perhitungan Beban Live (*Live Load*)

Perhitungan beban hidup diperoleh berdasarkan sub bab 2.5.3 dengan berbasis penentuan fungsi tempat yang sudah ditentukan. Nilai tersebut dapat dimasukkan sebagai input dalam program bantu ETABS 19. Langkah Langkah dan nilai dari beban hidup dapat dijelaskan sebagai berikut.

- **Beban Hidup**

Tabel 4.2 Beban Hidup
Sumber : *Sub bab 2.5.3*

	Fungsi Bangunan	Berat (kN/m ²)
1.	Ruang pertemuan	4.79
2.	Ruang baca	2.87
3.	Atap	0.96
4.	Ruang kelas	1.92

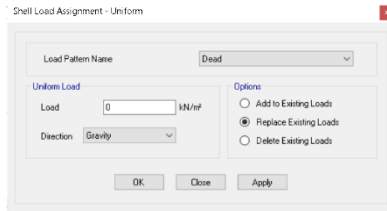
5.	Ruang dosen	1,92
6.	Koridor lantai pertama	4,79
7.	Koridor diatas lantai pertama	3,83

- **Langkah – langkah input program bantu komputer (ETABS 19)**
 1. Klik plat yang sudah dimodelkan
 2. Lalu klik *Assign*
 3. Lalu klik *Area Load*
 4. Lalu pilih model beban yang akan dimodelkan



Gambar 4.5 Permodelan Beban
Sumber : *Program ETABS*

5. Lalu isi nilai beban sesuai yang sudah ditentukan di atas



Gambar 4.6 Form Beban pada Penampang
Sumber : *Program ETABS*

4.4 Perhitungan Beban Angin (*Wind Load*)

Perhitungan beban angin diperoleh berdasarkan sub bab 2.5.4 dengan berbasis parameter terkait angin yang sudah ditentukan. Nilai tersebut dapat dimasukkan sebagai input dalam program bantu ETABS 19. Langkah Langkah dan nilai dari beban angin dapat dijelaskan sebagai berikut.

- **Kecepatan Angin Dasar (berdasarkan Sub bab 2.5.4.1)**
Ditentukan kecepatan angin dasar daerah Surabaya sebesar 43,38 m/s

- **Faktor Arah Angin (K_a) (berdasarkan Sub bab 2.5.4.3)**
Ditentukan berdasarkan tipe bangunan yaitu Sistem Penahan Beban Angin Utama (SPBAU) sebesar 0,85
- **Kategori Eksposur (berdasarkan Sub bab 2.5.4.4)**
Ditentukan berdasarkan daerah bangunan yaitu daerah perkotaan sebesar Kategori Eksposur B
- **Koefisien Faktor Topografi (K_t) (berdasarkan Sub bab 2.5.4.5)**
Ditentukan berdasarkan faktor topografi dan karena tidak memenuhi kriteria yang terkait maka diambil sebesar 1,00
- **Koefisien Faktor Elevasi Permukaan Tanah (K_e) (berdasarkan Sub bab 2.5.4.6)**
Ditentukan berdasarkan letak elevasi tanah dan untuk semua kondisi maka diambil sebesar 1,00
- **Koefisien Faktor Efek Hembusan Angin (G_f) (berdasarkan Sub bab 2.5.4.7)**
Ditentukan berdasarkan jenis bangunan yaitu bangunan kaku sebesar 0,85
- **Koefisien Tekanan Angin Internal (C_{pi}) (berdasarkan Sub bab 2.5.4.8)**
Ditentukan berdasarkan klasifikasi ketertutupan bangunan yaitu bangunan gedung tertutup sebesar 0,18
- **Koefisien Eksposur Tekanan Kecepatan (K_z) (berdasarkan Sub bab 2.5.4.9)**
Ditentukan berdasarkan elevasi bangunan sebesar 38,95 m maka nilai diambil interpolasi sebesar 1,06

Tabel 4.3 Koefisien Eksposur Tekanan Kecepatan

Sumber : Sub bab 2.5.4.8

No	Ketinggian di atas permukaan tanah (m)	Eksposur
12	36,6	1,04
13	42,7	1,09

Interpolasi :

$$1,09 - \left(\frac{42,7 - 38,95}{42,7 - 36,6} \times (1,09 - 1,04) \right) = 1,06$$

- **Tekanan Kecepatan (q_z) (berdasarkan Sub bab 2.5.4.10)**
Ditentukan berdasarkan rumus no 26 maka nilai yang ditentukan dapat dijelaskan sebagai berikut.

Contoh perhitungan.

Lantai 1-2

Diketahui :

Elevasi : 4,95 m

K_z : 1,06

K_{zt} : 1,00

K_d : 0,85

K_e : 1,00

V : 43,38 m/s

$$q_z = 0,613 \times 1,06 \times 1 \times 0,85 \times 1 \times 43,38^2$$

$$q_z = 598,68 \text{ N/m}^2$$

maka perhitungan yang lain dapat ditabelkan sebagai berikut.

Tabel 4.4 Tekanan Kecepatan Tiap Lantai

Sumber : *Sub bab 2.5.4.10*

Lantai	Elevasi (m)	K_z	q_z (N/m ²)	q_z (KN/m ²)
Lantai Dasar	0,0	0,57	558,90	0,56
Lantai 2	4,95	0,61	598,68	0,60
Lantai 3	8,95	0,70	682,45	0,68
Lantai 4	12,95	0,77	757,46	0,76
Lantai 5	16,95	0,84	818,74	0,82
Lantai 6	20,95	0,89	868,51	0,87
Lantai 7	24,95	0,94	917,28	0,92
Lantai 8	28,95	0,98	956,01	0,96
Lantai 9	32,95	1,01	990,41	0,99
Lantai Atap	36,95	1,04	1022,56	1,02
Lantai Lift	38,95	1,06	1038,63	1,04

- **Koefisien Tekanan Angin Eksternal (C_p) (berdasarkan Sub bab 2.5.4.11)**

Ditentukan berdasarkan permukaan dinding yaitu sisi angin datang tertutup sebesar 0,8 dan sisi angin pergi sebesar -0,3

- **Beban Angin (berdasarkan Sub bab 2.5.4.12)**

Ditentukan berdasarkan rumus no 27 maka nilai yang ditentukan dapat dijelaskan sebagai berikut.

Contoh perhitungan.

Lantai 1-2

Diketahui :

G : 0,85

C_{pi} : 0,18

C_p : 0,8 (angin datang)

-0,3 (angin pergi)

$$P = 598,68 \times (0,85 \times 0,8 - 0,18)$$

$$P = 0,59 \text{ kN/m}^2$$

maka perhitungan yang lain dapat ditabelkan sebagai berikut.

Tabel 4.5 Beban Angin pada Dinding

Sumber : *Sub bab 2.5.4.12*

Lantai ke-	Elevasi (m)	qz (N/m ²)	Tekanan Dinding Angin Datang		Tekanan Dinding Angin Pergi	
			Arah X	Arah Y	Arah X	Arah Y
			P (KN/m ²)	P (KN/m ²)	P (KN/m ²)	P (KN/m ²)
1	0,00	558,90	0,48	0,57	-0,33	-0,42
2	4,95	598,68	0,59	0,59	-0,34	-0,44
3	8,95	682,45	0,65	0,65	-0,36	-0,48
4	12,95	757,46	0,70	0,70	-0,38	-0,51
5	16,95	818,74	0,74	0,74	-0,40	-0,53
6	20,95	868,51	0,78	0,78	-0,41	-0,56
7	24,95	917,28	0,81	0,81	-0,42	-0,58
8	28,95	956,01	0,84	0,84	-0,43	-0,59
9	32,95	990,41	0,86	0,86	-0,44	-0,61
Atap	36,95	1022,56	0,88	0,88	-0,45	-0,62
Lift	38,95	1038,63	0,89	0,89	-0,45	-0,63

Lalu tekanan tersebut akan didistribusikan pada joint joint bangunan. Perhitungan tersebut dapat dijelaskan sebagai berikut.

Contoh perhitungan.

Lantai 1-2

Diketahui :

P : 0,59 kN/m²

Elevasi 1 : 4,95 m

Elevasi 2 : 8,95 m

Panjang : 39 m

Lebar : 19 m

A (Luas) : $p \times l$

$$: 19 \times (8,95 - 4,95) = 156 \text{ m}^2$$

W (Berat) : $P \times A$

$$: 0,59 \times 156 = 28,44 \text{ kN}$$

maka perhitungan yang lain dapat ditabelkan sebagai berikut.

Tabel 4.6 Berat Angin Arah X

Sumber : Dokumentasi Pribadi

Lantai ke-	Elevasi (m)	qz (N/m ²)	P (KN/m ²)	Luas dinding, A (m ²)	W (KN)
2	4,95	598,68	0,30	95,00	28,44
3	8,95	682,45	0,36	76,00	27,08
4	12,95	757,46	0,41	76,00	30,96
5	16,95	818,74	0,45	76,00	34,12
6	20,95	868,51	0,48	76,00	36,69
7	24,95	917,28	0,52	76,00	39,22
8	28,95	956,01	0,54	76,00	41,22
9	32,95	990,41	0,57	76,00	42,99
Atap	36,95	1022,56	0,59	76,00	44,66
Lift	38,95	1038,63	0,60	16,00	9,58

Tabel 4.7 Berat Angin Arah Y

Sumber : Dokumentasi Pribadi

Lantai ke-	Elevasi (m)	qz (N/m ²)	P (KN/m ²)	Luas dinding, A (m ²)	W (KN)
2	4,95	598,68	0,30	195,00	58,37
3	8,95	682,45	0,36	156,00	55,58
4	12,95	757,46	0,41	156,00	63,54
5	16,95	818,74	0,45	156,00	70,04
6	20,95	868,51	0,48	156,00	75,32
7	24,95	917,28	0,52	156,00	80,49
8	28,95	956,01	0,54	156,00	84,60
9	32,95	990,41	0,57	156,00	88,25
Atap	36,95	1022,56	0,59	156,00	91,66
Lift	38,95	1038,63	0,60	2,40	1,44

Lalu beban tersebut akan didistribusikan pada joint - joint bangunan. Perhitungan tersebut dapat dijelaskan sebagai berikut.

Contoh perhitungan.

Lantai 1-2

Diketahui :

W : 28,44 kN

Joint : 4 buah

W : $\frac{28,44}{4} = 7,11 \text{ kN}$

maka perhitungan yang lain dapat ditabelkan sebagai berikut.

Tabel 4.8 Berat Angin Arah X Per JointSumber : *Dokumentasi Pribadi*

Lantai	Elevasi (m)	P (kN)	Distribusi Gaya Angin X Pada Joint Kolom Setiap Lantai (kN)			
			Nomor kolom dan bentangnya	K1	K2	K3
2	4,95	28,44	7,11	7,11	7,11	7,11
3	8,95	27,08	6,77	6,77	6,77	6,77
4	12,95	30,96	7,74	7,74	7,74	7,74
5	16,95	34,12	8,53	8,53	8,53	8,53
6	20,95	36,69	9,17	9,17	9,17	9,17
7	24,95	39,22	9,80	9,80	9,80	9,80
8	28,95	41,22	10,30	10,30	10,30	10,30
9	32,95	42,99	10,75	10,75	10,75	10,75
Atap	36,95	44,66	11,16	11,16	11,16	11,16
Lift	38,95	9,58		4,79		4,79

Tabel 4.9 Berat Angin Arah Y Per JointSumber : *Dokumentasi Pribadi*

Lantai	Elevasi (m)	P (kN)	Distribusi Gaya Angin Y Pada Joint Kolom Setiap Lantai (kN)					
			Nomor kolom dan bentangnya	KA	KB	KC	KD	KE
2	4,95	58,37	9,73	9,73	9,73	9,73	9,73	9,73
3	8,95	55,58	9,26	9,26	9,26	9,26	9,26	9,26
4	12,95	63,54	10,59	10,59	10,59	10,59	10,59	10,59
5	16,95	70,04	11,67	11,67	11,67	11,67	11,67	11,67
6	20,95	75,32	12,55	12,55	12,55	12,55	12,55	12,55
7	24,95	80,49	13,42	13,42	13,42	13,42	13,42	13,42
8	28,95	84,60	14,10	14,10	14,10	14,10	14,10	14,10
9	32,95	88,25	14,71	14,71	14,71	14,71	14,71	14,71
Atap	36,95	91,66	15,28	15,28	15,28	15,28	15,28	15,28
Lift	38,95	1,44				1,44		

- Langkah – langkah input program bantu komputer (ETABS 19)
 1. Klik *joint* yang akan dibebani

2. Lalu klik *Assign*
3. Lalu klik *Joint Load*
4. Lalu klik *Force*
5. Lalu isi sesuai arah dan beban yang sudah ditentukan

Joint Load Assignment - Force

Load Pattern Name: Dead

Loads

Force Global X: 0 kN

Force Global Y: 0 kN

Force Global Z: 0 kN

Moment Global XX: 0 kN-m

Moment Global YY: 0 kN-m

Moment Global ZZ: 0 kN-m

Options

Add to Existing Loads

Replace Existing Loads

Delete Existing Loads

Size of Load for Punching Shear

X Dimension: 0 mm

Y Dimension: 0 mm

OK Close Apply

Gambar 4.7 Form Beban *Joint*

Sumber : *Program ETABS*

4.5 Perhitungan Beban Gempa (*Earthquake Load*)

Perhitungan beban angin diperoleh berdasarkan sub bab 2.5.5 dengan berbasis parameter terkait gempa yang sudah ditentukan. Nilai tersebut dapat dimasukkan sebagai input dalam program bantu ETABS 19. Langkah Langkah dan nilai dari beban gempa dapat dijelaskan sebagai berikut.

- **Menentukan Kategori Risiko Bangunan (berdasarkan Sub bab 2.5.5.1)**
 Ditentukan berdasarkan tingkat bahaya dan fungsi bangunan yang dikategorikan menjadi Kategori Risiko IV dengan faktor keutamaan sebesar 1,5
- **Menentukan Kelas Situs Tanah (berdasarkan Sub bab 2.5.5.2)**
 Ditentukan berdasarkan tes tanah yang telah dilakukan guna mendapatkan parameter tanah yang digunakan untuk menentukan kelas situs tanah. Dengan data tanah pada Sub bab 3.2.4, Nilai N-SPT rata rata dapat dijelaskan sebagai berikut.

Tabel 4.10 Rekapitan Data Tanah
Sumber : *Dokumentasi Pribadi*

Tanah	Kedalaman (m)	Fi (m)	N	Ni	Fi/Ni
Clay & Silt Yellowish-Brown	1,00	13,00	2	10,43	1,25
	3,00		4		
	5,00		6		
	7,00		9		
	9,00		10		
	11,00		15		
	13,00		27		
Clay & Silt Yellowish-Brown & Grey Mottled	15,00	6,00	21	17,33	0,35
	17,00		21		
	19,00		10		
Clay & Silt Grey & Yellowish Brown Mottled	21,00	2,00	12	12,00	0,17
Clay & Silt Grey	23,00	28,00	11	17,57	1,59
	25,00		13		
	27,00		12		
	29,00		13		
	31,00		15		
	33,00		18		
	35,00		21		
	37,00		20		
	39,00		22		
	41		20		
	43		22		
	45		21		
	47		19		
	49		19		
Total		49			3,35

Berdasarkan data di atas, contoh perhitungan dapat dijelaskan sebagai berikut.

Diketahui :

Tanah : Clay & Silt Yellow h Brown

Tebal Lapisan : 13 m

N-SPT rata rata : $\frac{2+4+6+9+10+15+27}{7} = 10,43$

N-SPT/lapis : $\frac{13}{10,43} = 1,25$

N-SPT total : $1,25 + 0,35 + 0,17 + 1,59 = 3,35$

Rata-rata total : $\frac{49}{3,35} = 14,61$

Dengan nilai rata-rata 14,61 maka dikategorikan sebagai kelas situs SE dikarenakan nilai N-SPT rata-rata <15

- **Menentukan S_s dan S_1 (berdasarkan Sub bab 2.5.5.3)**

Ditentukan berdasarkan peta gempa pada SNI 1726 2019 dimana letak bangunan berada di Surabaya maka nilai S_s diambil range

sebesar 0,7 – 0,8 g dan S_1 diambil range sebesar 0,3 – 0,4 g. Penentuan S_s dan S_1 dapat ditentukan melalui program RSA 2021 yang dapat dijelaskan sebagai berikut.

```

Program Respons Spektra Peta Gempa Indonesia 2021
(C) Copyright PuSGeN-DBTFF, DJCK, PUPR-ESRC, 2021

Nama Kota      : ZZZ
Eujur / Longitude : 112.78428062553618 Degrees
Lintang / Latitude : -7.34507581959667 Degrees

Kelas Situs   : SE - Tanah Lunak

PGA = 0.328518 g
PGAm = 0.506891 g
CRs = 0.000000
CRl = 0.000000
Ss = 0.708319 g
S1 = 0.317881 g
TL = 20.000000 detik
Fa = 1.366689
Fv = 2.728474
Sms = 0.968052 g
Sm1 = 0.867331 g
Sds = 0.645368 g
Sd1 = 0.578221 g
TO = 0.179191 detik
Ts = 0.895955 detik

```

Gambar 4.8 Data Response Spektrum

Sumber : *Program RSA 2021*

- **Menentukan F_a dan F_v (berdasarkan Sub bab 2.5.5.4)**
 Ditentukan berdasarkan kelas situs tanah, S_s , S_1 dan interpolasi pada tabel 2.13 dan tabel 2.14. Perhitungan dapat dijelaskan sebagai berikut.

Diketahui :

$$S_s : 0,708319$$

$$S_1 : 0,317881$$

$$F_a \text{ batas atas} : 1$$

$$F_a \text{ batas bawah} : 0,75$$

$$F_v \text{ batas atas} : 2,8$$

$$F_v \text{ batas bawah} : 2,75$$

$$F_a : 1,3 + \left(\frac{0,75 - 0,708319}{0,75 - 0,5} \right) (1,7 - 1,5) = 1,37$$

$$F_v : 2,4 + \left(\frac{0,4 - 0,317881}{0,4 - 0,3} \right) (2,8 - 2,4) = 2,72$$

- **Menentukan S_{MS} dan S_{MI} (berdasarkan Sub bab 2.5.5.5)**

Ditentukan berdasarkan rumus no 28 dan rumus no 29 Perhitungan dapat dijelaskan sebagai berikut.

Diketahui :

$$F_a : 1,37$$

$$F_v : 2,72$$

$$\begin{aligned}
 S_s & : 0,708319 \\
 S_1 & : 0,317881 \\
 S_{MS} & : 0,708319 \times 1,37 = 0,97 \\
 S_{M1} & : 0,317881 \times 2,72 = 0,87
 \end{aligned}$$

- **Menentukan S_{DS} dan S_{D1} (berdasarkan Sub bab 2.5.5.6)**

Ditentukan berdasarkan rumus no 30 dan rumus no 31. Perhitungan dapat dijelaskan sebagai berikut.

Diketahui :

$$\begin{aligned}
 S_{DS} & : \frac{2}{3} \times 0,708319 \times 1,37 = 0,645 \\
 S_{D1} & : \frac{2}{3} \times 0,317881 \times 2,72 = 0,578
 \end{aligned}$$

- **Menentukan Kategori Desain Seismik (berdasarkan Sub bab 2.5.5.7)**

Ditentukan berdasarkan kategori risiko bangunan, S_{DS} , dan S_{D1} dengan nilai kategori risiko bangunan IV, S_{DS} sebesar 0,645, dan S_{D1} sebesar 0,578, maka kategori desain seismik ditentukan kategori D.

- **Menentukan Spektrum Respons Desain (berdasarkan Sub bab 2.5.5.12)**

Ditentukan berdasarkan S_{DS} , dan S_{D1} dan grafik respons spektrum dapat ditentukan melalui rumus no 35 – no 41. Perhitungan dapat ditentukan sebagai berikut.

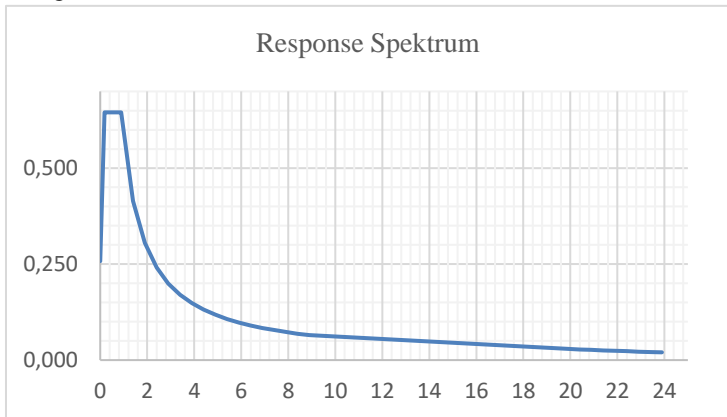
$$\begin{aligned}
 \text{Diketahui} & : \\
 S_{DS} & : 0,645 \\
 S_{D1} & : 0,578 \\
 T_0 & : 0,2 \times \frac{0,645}{0,578} = 0,18 \text{ s} \\
 T_s & : \frac{0,645}{0,578} = 0,90 \text{ s} \\
 T_L & : 20 \text{ s} \\
 T < T_0 & : 0,645 \times \left(0,4 + 0,6 \left(\frac{0}{0,18} \right) \right) = 0,26 \\
 T_0 < T \leq T_s & : \frac{0,578}{0,9} = 0,65 \\
 T < T_L & : \frac{0,578 \times 20}{20,44} = 0,03
 \end{aligned}$$

Dari perhitungan diatas dapat digambarkan respons spektrum sebagai berikut

Tabel 4.11 Data Respons Spektrum
Sumber : *Dokumentasi Pribadi*

T	S _a	T	S _a	T	S _a
0	0,258	9,90	0,058	19,90	0,029
0,18	0,645	10,40	0,056	20,40	0,028
0,90	0,645	10,90	0,053	20,90	0,026
1,40	0,414	11,40	0,051	21,40	0,025
1,90	0,305	11,90	0,049	21,90	0,024
2,40	0,241	12,40	0,047	22,40	0,023
2,90	0,200	12,90	0,045	22,90	0,022
3,40	0,170	13,40	0,043	23,40	0,021
3,90	0,148	13,90	0,042	23,90	0,020
4,40	0,132	14,40	0,040	24,40	0,019
4,90	0,118	14,90	0,039	24,90	0,019
5,40	0,107	15,40	0,038		
5,90	0,098	15,90	0,036		
6,40	0,090	16,40	0,035		
6,90	0,084	16,90	0,034		
7,40	0,078	17,40	0,033		
7,90	0,073	17,90	0,032		
8,40	0,069	18,40	0,031		
8,90	0,065	18,90	0,031		
9,40	0,062	19,40	0,030		

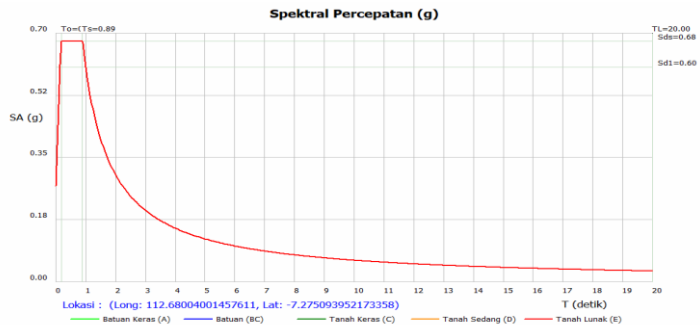
Dari data tabel diatas maka dapat digambarkan respons spektrum sebagai berikut.



Gambar 4.9 Respons Spektrum Manual

Sumber : *Dokumentasi Pribadi*

Dapat juga ditentukan melalui program RSA 2021 dapat ditunjukkan sebagai berikut.



Gambar 4.10 Respons Spektrum Program

Sumber : *Dokumentasi Pribadi*

- **Menentukan Skala Faktor Gempa**
Ditentukan berdasarkan I_e , dan g dan R dapat ditentukan sebagai berikut.

Diketahui :

I_e : 1,5 (berdasarkan Tabel 2.11)

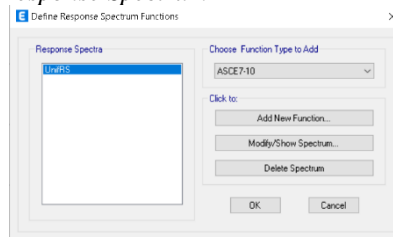
g : 9,8 m/s²

R : 8 (SRPMK berdasarkan Tabel 2.17)

Skala Faktor : $\frac{1,5 \times 9,8}{8} = 1,8375$

- **Langkah – langkah input program bantu komputer (ETABS 19)**

1. Klik *Define* pada toolbar
2. Lalu Klik *Function*
3. Lalu Klik *Response Spectrum*



Gambar 4.11 Define Respons Spektrum

Sumber : *Program ETABS*

4. Lalu Pilih Tipe *Response Spectrum*
5. Lalu Klik *Add New Function*
6. Lalu Isi sesuai data yang telah direncanakan

Gambar 4.12 Form Respons Spektrum
Sumber : *Program ETABS*

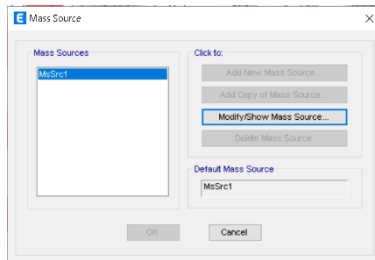
4.6 Permodelan *ETABS 19*

Setelah menghitung semua beban yang akan direncanakan maka, beban tersebut dapat diassign melalui bangunan yang sudah dimodelkan pada program *ETABS 19* dan dapat dijelaskan sebagai berikut.

4.6.1 *Mass Source*

Untuk menghitung beban efektif pada gempa maka, diperlukan *Mass Source* untuk mendefine pada bangunan yang sudah dimodelkan dan dapat dijelaskan sebagai berikut.

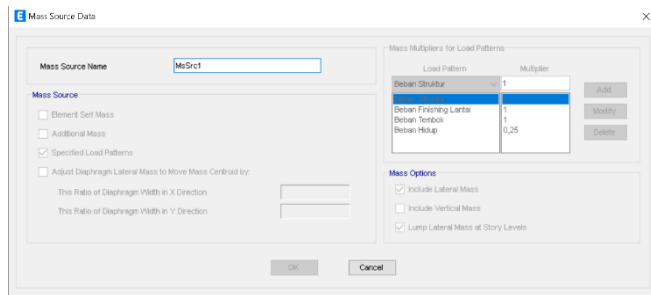
- **Langkah – langkah input program bantu komputer (*ETABS 19*)**
 1. Klik *Define* pada toolbar
 2. Lalu Klik *Mass Source*



Gambar 4.13 Define Mass Source

Sumber : Program ETABS

3. Lalu Klik *Add New Mass Source*
4. Lalu isi dengan beban efektif yang sudah ditentukan yaitu
 Beban Mati : 1
 Beban Hidup : Minimal 0,25



Gambar 4.14 Form Mass Source

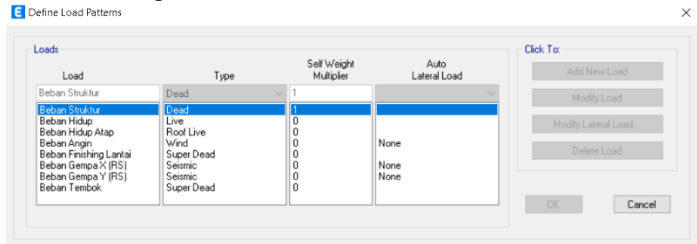
Sumber : Program ETABS

4.6.2 Load Pattern

Untuk mendefine jenis jenis beban yang ditentukan maka diperlukan *Load Pattern* untuk mendefine pada bangunan yang sudah dimodelkan dan dapat dijelaskan sebagai berikut.

- **Langkah – langkah input program bantu komputer (ETABS 19)**
 1. Klik *Define* pada toolbar
 2. Lalu *Klik Load Pattern*
 3. Lalu isi dengan beban yang sudah ditentukan yaitu
 Beban Mati : 1
 Beban Mati Tambahan : 0
 Beban Hidup : 0

Beban Angin : 0
 Beban Gempa : 0



Gambar 4.15 Form Load Pattern

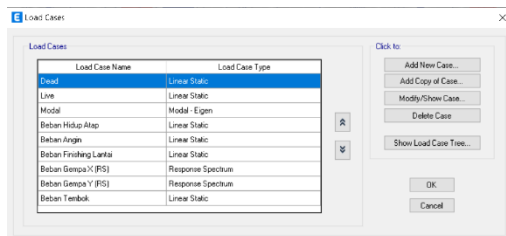
Sumber : Program ETABS

4.6.3 Load Case

Untuk mendefine karakteristik beban yang ditentukan maka diperlukan *Load Case* untuk mendefine pada bangunan yang sudah dimodelkan dan dapat dijelaskan sebagai berikut.

- **Langkah – langkah input program bantu komputer (ETABS 19)**
 1. Klik *Define* pada toolbar
 2. Lalu Klik *Load Case*
 3. Lalu modifikasi beban dengan karakteristik yang sudah ditentukan yaitu

Beban Gempa : *Response Spectrum*
 Beban Mati Tambahan : *Linear Static*
 Beban Hidup : *Linear Static*
 Beban Angin : *Linear Static*



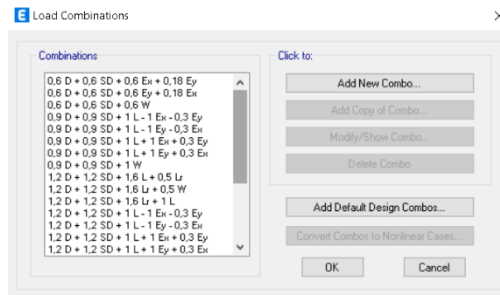
Gambar 4.16 Form Load Case

Sumber : Program ETABS

4.6.4 Load Combination

Untuk mendefine karakteristik beban yang ditentukan maka diperlukan *Load Case* untuk mendefine pada bangunan yang sudah dimodelkan dan dapat dijelaskan sebagai berikut.

- **Langkah – langkah input program bantu komputer (ETABS 19)**
 1. Klik *Define* pada toolbar
 2. Lalu *Klik Load Combination*
 3. Isi sesuai Bab 3.4



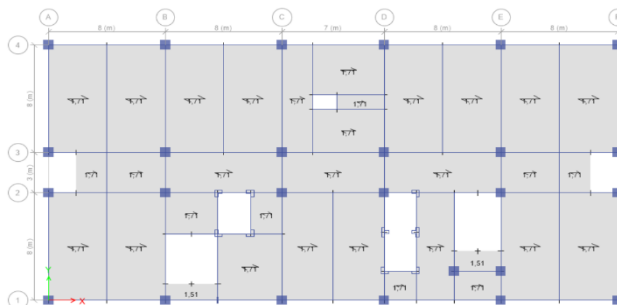
Gambar 4.17 Form Load Combination

Sumber : *Program ETABS*

4.6.5 Permodelan Beban Mati Tambahan

Setelah mendefine beban mati pada sub bab sebelumnya, maka perlu diketahui permodelan beban mati tambahan pada program ETABS 19 dan dapat dijelaskan sebagai berikut.

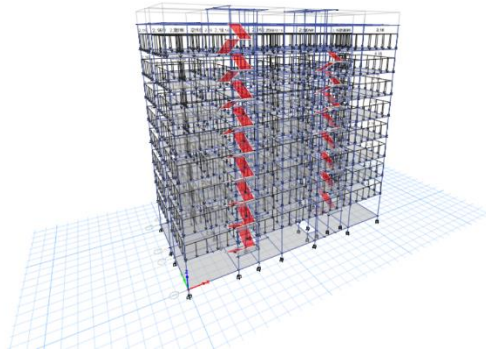
- **Permodelan Beban Mati Plat**



Gambar 4.18 Permodelan Beban Mati Tambahan Plat

Sumber : *Program ETABS*

- **Permodelan Beban Tembok**

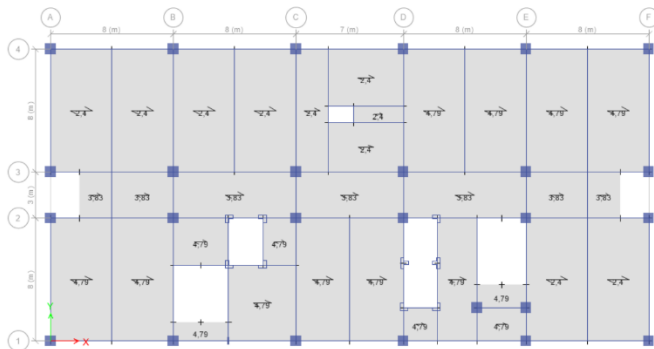


Gambar 4.19 Permodelan Beban Tembok

Sumber : *Program ETABS*

4.6.6 Permodelan Beban Hidup

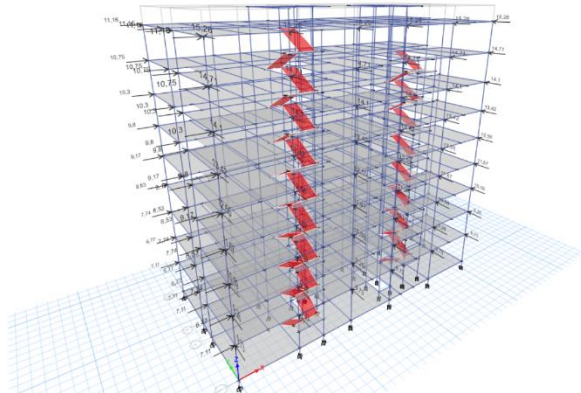
Setelah mendefine beban mati pada sub bab sebelumnya, maka perlu diketahui permodelan beban mati tambahan pada program ETABS 19 dan dapat dijelaskan sebagai berikut.



Gambar 4.20 Permodelan Beban Hidup Plat

Sumber : *Program ETABS*

4.6.7 Permodelan Beban Angin



Gambar 4.21 Permodelan Beban Angin

Sumber : *Program ETABS*

4.6.8 Permodelan Beban Lift

1. Pembebanan Lift

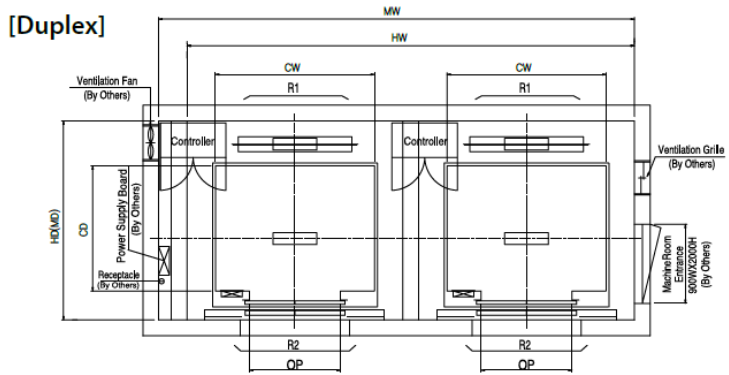
Lift direncanakan adalah merk Sigma type Iris (IRIS, 2012)

Tabel 4.12 Spesifikasi Lift Merk IRIS

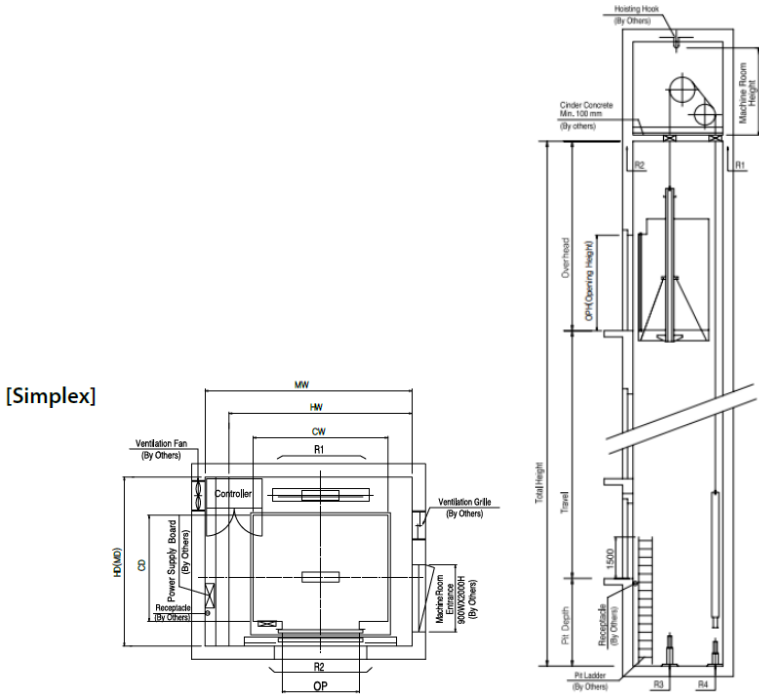
Speed (m/sec)	Capacity (person/kg)		Reaction Static Load				Door Opening
	Person	Load	R1	R2	R3	R4	
1	24	1600	10200	7000	109500	8700	1100

Tabel 4.13 Spesifikasi Lift Merk IRIS

Dimension					
Car		Hoistway		Machine Room	
A	B	AH	BH	AH	BH
2150	1600	2700	2300	2700	2300



Gambar 4.22 Denah Potongan Hoistway Elevator Duplex (IRIS,2012)
 Sumber: *Brosur IRIS NV*



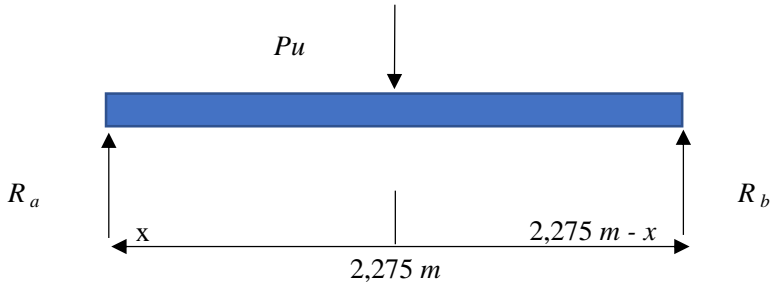
Gambar 4.23 Denah Potongan Hoistway Elevator Simplex (IRIS,2012)
Sumber: Brosur IRIS NV

Perhitungan pembebanan pada balok lift penggantung sebagai berikut:

- Panjang balok penggantung (L) = 2,275 m

Menurut SNI 1727:2020 Pasal 4.6.3 dimana beban impact akibat mesin timbal balik, maka beban harus dikalikan sebesar 50%

- $R_a = R_1 \times KLL = 10200 \times 150\% = 15300 \text{ kG}$
- $R_b = R_2 \times KLL = 7000 \times 150\% = 10500 \text{ kG}$



Gambar 4. 24 Ilustrasi Pembebanan Balok Peggantung Lift

$$\begin{aligned}\sum M_b &= 0 \\ 0 &= 2,275 \times 15300 - P_u x \\ P_u &= \frac{34807,5}{x} \text{ kG.m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\sum M_a &= 0 \\ 0 &= 2,275 \times 10500 - P_u \times (2,275 - x) \\ 0 &= 23887,5 - \frac{34807,5}{x} (2,275 - x) \\ 0 &= 23887,5 - \frac{79187,1}{x} + 34807,5 \\ 0 &= 58695 - \frac{79187,1}{x} \\ x &= 1,35 \text{ m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}P_u &= \frac{34807,5}{x} \\ &= \frac{34807,5}{1,35} \\ &= 25800 \text{ kG} \\ &= 253,01 \text{ kN}\end{aligned}$$

BAB V

ANALISIS STRUKTUR

5.1 Analisa Tahap I (SRPMK)

Dalam analisa tahap pertama dibutuhkan permodelan struktur eksisting yang menggunakan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK). Analisis bangunan eksisting dapat dijelaskan sebagai berikut.

5.1.1 Prosedur Statik Ekuivalen

Prosedur ini berdasarkan Sub bab 2.5.5.9 – 2.5.5.11 dan dapat dijelaskan sebagai berikut.

- **Menentukan Berat Bangunan (W)**

Penentuan berat bangunan dapat menggunakan program *ETABS* 19 dan dapat ditunjukkan sebagai berikut.

Tabel 5.1 Berat Bangunan Total

Sumber : *Program ETABS*

Jenis Lantai	Elevasi	Massa
		Ton s/m ²
Lantai 1	-0,05	699,63
Lantai 2	5,00	860,97
Lantai 3	9,00	809,99
Lantai 4	13,00	808,22
Lantai 5	17,00	811,15
Lantai 6	21,00	808,22
Lantai 7	25,00	812,12
Lantai 8	29,00	808,22
Lantai 9	33,00	799,92
Lt Atap	37,00	566,97
Lt Lift	39,00	60,45
Jumlah		7146,23

Untuk menentukan langkah selanjutnya, berat bangunan digunakan mulai lantai 2 sampai lantai lift, maka berat bangunan dapat ditentukan sebagai berikut.

$$\text{Berat} = \text{Massa} \times \text{gravitasi}$$

$$\text{Berat} = 7146,23 \times 9,81 = 70080,7194 \text{ kN}$$

- **Menentukan Koefisien Seismik (C_s)**

Penentuan koefisien seismik dapat ditentukan berdasarkan S_{DS}, S_{D1}, T, dan R. Perhitungan koefisien seismik dapat ditunjukkan sebagai berikut.

Diketahui :

$$S_{DS} : 0,645$$

$$S_{D1} : 0,578$$

$$T : 1,359 \text{ s}$$

$$R : 8$$

$$\begin{aligned}
 I_e &: 1,5 \\
 C_{smax} &: \frac{S_{DS}}{\left(\frac{R}{I_e}\right)} \\
 &: \frac{0,645}{\left(\frac{8}{1,5}\right)} = 0,08 \\
 C_s &: \frac{S_{DS}}{T\left(\frac{R}{I_e}\right)} \\
 &: \frac{0,645}{1,338\left(\frac{8}{1,5}\right)} = 0,15 \\
 C_{smin} &: 0,044 S_{DS} I_e \\
 &: 0,044 \times 0,645 \times 1,5 = 0,04 \\
 C_{spakai} &: 0,08
 \end{aligned}$$

- **Menentukan Gaya Geser Dasar (V)**

Penentuan gaya geser dasar dapat rumus no 34 dan dapat ditunjukkan sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 \text{Diketahui} &: \\
 C_s &: 0,08 \\
 W &: 70080,7194 \text{ kN} \\
 V &: 0,08 \times 70080,7194 = 5590,8 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

- **Menentukan Gaya Geser Per Lantai (F)**

Penentuan gaya geser per lantai dapat rumus no 35 - 36 dan dapat ditunjukkan sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 \text{Diketahui} &: \\
 T &: 1,328 \text{ s} \\
 k &: 1 + \left(\frac{1,338-0,5}{2,5-0,5} \times (2 \times 1)\right) = 1,43 \\
 W \text{ per lantai} &: \text{sesuai tabel 5.1} \\
 H^k &: \text{dengan ketinggian 4m, maka} \\
 &: 4^{1,43} = 9,98\text{m} \\
 WH^k &: 860 \times 9,81 \times 9,98 = 84272,7 \text{ kN} \\
 C_{vx} &: \frac{84272,7}{5663514,4} = 0,015
 \end{aligned}$$

Perhitungan lainnya dapat ditabelkan sebagai berikut.

Tabel 5.2 Rekapitan Gaya Geser Gempa Per Lantai
Sumber : *Dokumentasi Pribadi*

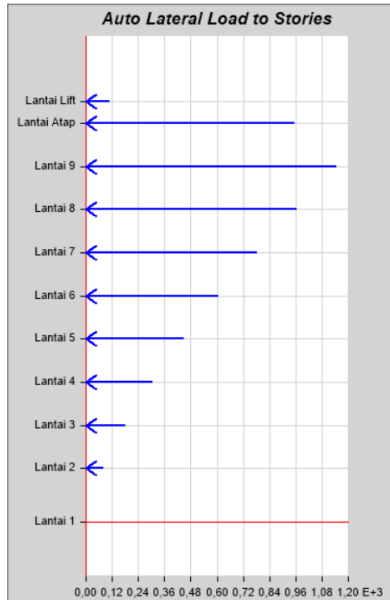
Jenis Lantai	Elevasi	k	W	W h ^k	C _{vx}	F _x
Lantai 2	5,00	1,43	8443	84272,70	0,015	83,19
Lantai 3	9,00	1,43	7943	183692,16	0,032	181,33
Lantai 4	13,00	1,43	7926	310050,84	0,055	306,07
Lantai 5	17,00	1,43	7955	456613,97	0,081	450,75
Lantai 6	21,00	1,43	7926	615408,32	0,109	607,51
Lantai 7	25,00	1,43	7964	793408,30	0,140	783,22
Lantai 8	29,00	1,43	7926	976222,52	0,172	963,69
Lantai 9	33,00	1,43	7845	1162207,10	0,205	1147,29
Lantai Atap	37,00	1,43	5560	970120,62	0,171	957,66
Lantai Lift	39,00	1,43	593	111517,87	0,020	110,09
Total				5663514,4	1,000	5590,80

Untuk menentukan gaya geser per lantai dapat juga menggunakan program *ETABS 19*, maka dapat dijelaskan sebagai berikut.

Tabel 5.3 Rekapitan Gaya Geser Program *ETABS 19*
Sumber : *Dokumentasi Pribadi*

Jenis Lantai	Elevasi	F _x
Lantai 2	5,00	83,19
Lantai 3	9,00	181,33
Lantai 4	13,00	306,07
Lantai 5	17,00	450,75
Lantai 6	21,00	607,51
Lantai 7	25,00	783,22
Lantai 8	29,00	963,69
Lantai 9	33,00	1147,28
Lantai Atap	37,00	957,67
Lantai Lift	39,00	110,09
Total		5590,80

Untuk menentukan gaya geser per lantai dapat juga menggunakan program *ETABS 19*, maka dapat dijelaskan sebagai berikut.



Gambar 5.1 Auto Lateral Load per Lantai

Sumber : Program ETABS 19

5.1.2 Prosedur Response Spektrum

Prosedur ini sudah terhitung berdasarkan Sub bab 4.5 dan dengan rekap data sebagai berikut.

S_s : 0,708319

S_1 : 0,317881

F_a : 1,37

F_v : 2,72

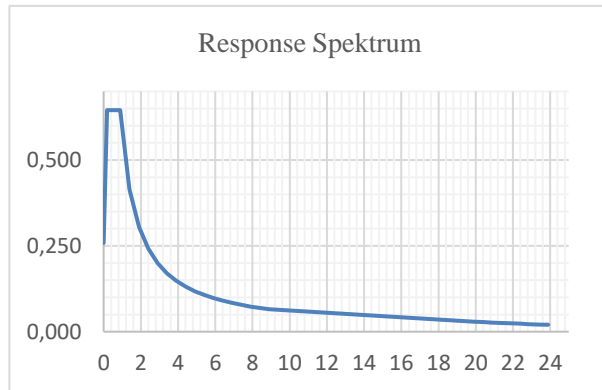
S_{DS} : 0,645

S_{D1} : 0,578

S_{MS} : 0,97

S_{M1} : 0,87

Grafik respons spektrum dapat ditunjukkan sebagai berikut.



Gambar 5.2 Respons Spektrum Manual

Sumber : *Dokumentasi Pribadi*

5.1.3 Kontrol Dinamis

Prosedur ini berdasarkan Sub bab 2.6 dan dapat dijelaskan sebagai berikut.

5.1.3.1 Kontrol Periode Fundamental

Penentuan periode fundamental dapat menggunakan program *ETABS 19* dapat ditunjukkan sebagai berikut.

Diketahui	:
C_t	: 0,0466
x	: 0,9
h	: 38,95 m
T_a	: $0,0466 \times 38,95^{0,9} = 1,258 \text{ s}$
T_{\max}	: $1,4 \times 1,258 = 1,76 \text{ s}$
T_{ETABS}	: 1,338 s
T_{Pakai}	: 1,338 s

5.1.3.2 Kontrol Partisipasi Massa

Penentuan partisipasi dapat menggunakan program *ETABS 19* dan berdasarkan sub bab 2.6.1 serta rumus no 43 dapat ditunjukkan sebagai berikut.

Untuk mode normal : 12 Mode

Tabel 5.4 Modal Partisipasi Massa

Sumber : *Program ETABS*

Case	Mode	Period	SumUX	SumUY
		sec		
Modal	1	1,338	0,1862	0,004
Modal	2	1,252	0,4872	0,4166
Modal	3	1,198	0,7851	0,7743
Modal	4	0,427	0,8092	0,7745
Modal	5	0,4	0,8487	0,8193
Modal	6	0,384	0,8761	0,8755
Modal	7	0,239	0,8857	0,8755
Modal	8	0,223	0,9015	0,8813
Modal	9	0,215	0,905	0,905
Modal	10	0,159	0,9102	0,905
Modal	11	0,149	0,9166	0,907
Modal	12	0,145	0,9178	0,9178

Dengan mode 12 didapat.

U_x : 91% (*belum memenuhi berdasarkan rumus no 43*)

U_y : 91% (*belum memenuhi berdasarkan rumus no 43*)

Untuk mode modifikasi : 230 Mode

Tabel 5.5 Modal Partisipasi Massa Modifikasi

Sumber : *Program ETABS*

Case	Mode	Period	SumUX	SumUY
		sec		
Modal	228	0,015	0,9974	0,9979
Modal	229	0,11	0,9985	0,9979
Modal	230	0,031	0,9985	0,9984

Dengan mode 230 didapat.

U_x : 99% (*memenuhi berdasarkan rumus no 43*)

U_y : 99% (*memenuhi berdasarkan rumus no 43*)

5.1.3.3 Kontrol Base Shear

Penentuan *base shear* dapat menggunakan program *ETABS 19* dan berdasarkan sub bab 2.6.2 serta rumus no 44 dapat ditunjukkan sebagai berikut.

Tabel 5.6 Rekapitan Gaya Geser Dasar Sebelum Skala

Sumber : *Program ETABS*

Output Case	Case Type	FX	FY
		kN	kN
Response Spektrum X	LinRespSpec	4442,4837	1178,7381
Response Spektrum Y	LinRespSpec	1178,7341	4781,9407
Statik Ekuivalen X	LinStatic	5668,0625	0
Statik Ekuivalen Y	LinStatic	0	5668,0625

Dengan metode Statik Ekuivalen didapat :

Arah x

V : 5668,06 kN

Arah y

V : 5668,06 kN

Dengan metode Response Spektrum didapat (melalui ETABS) :

Arah x

V : 4442,48 kN

Arah y

V : 4781,94 kN

Maka rasionya yaitu :

Arah x

$V_{RS} = 78 \% V_{SE}$ (belum memenuhi berdasarkan rumus no 44)

Arah y

$V_{RS} = 84 \% V_{SE}$ (belum memenuhi berdasarkan rumus no 44)

Setelah penskalaan maka dapat ditunjukkan sebagai berikut.

Tabel 5.7 Rekapitulasi Gaya Geser Dasar Sesudah Skala

Sumber : Program ETABS

Output Case	Case Type	FX	FY
		kN	kN
Response Spektrum X	LinRespSpec	5668,0625	1503,9248
Response Spektrum Y	LinRespSpec	1397,1605	5668,0625
Statik Ekuivalen X	LinStatic	5668,0625	0
Statik Ekuivalen Y	LinStatic	0	5668,0625

Dengan metode Statik Ekuivalen didapat :

Arah x

V : 5668,06 kN

Arah y

V : 5668,06 kN

Dengan metode Response Spektrum didapat (melalui ETABS) :

Arah x

V : 5668,06 kN

Arah y

V : 5668,06 kN

Maka rasionya yaitu :

Arah x

$V_{RS} = 100 \% V_{SE}$ (belum memenuhi berdasarkan rumus no 44)

Arah y

$V_{RS} = 100 \% V_{SE}$ (belum memenuhi berdasarkan rumus no 44)

5.1.3.4 Kontrol Simpangan

Penentuan simpangan dapat menggunakan program *ETABS 19* dan berdasarkan sub bab 2.6.2 serta rumus no 44 dapat ditunjukkan sebagai berikut.

- **Penentuan Simpangan Lantai (*Displacement*)**

Displacement yang terjadi dapat diambil dari program *ETABS 19* dan ditunjukkan sebagai berikut.

Tabel 5.8 Simpangan Lantai Arah-x

Sumber : *Program ETABS*

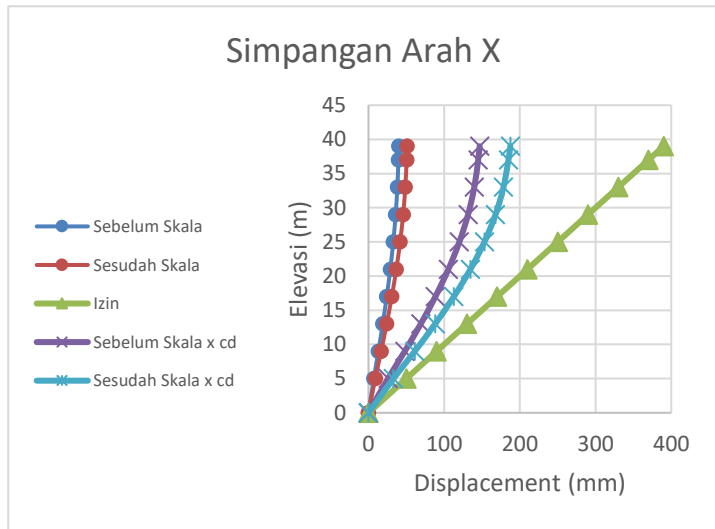
Gempa Arah x		Sebelum Perbesaran		Sesudah Perbesaran	
Lantai	Elevation	Sebelum Skala	Setelah Skala	Sebelum Skala	Setelah Skala
	m	mm	mm	mm	mm
Lantai 1	0,00	0	0	0,00	0,00
Lantai 2	5,00	7,047	8,991	25,839	32,967
Lantai 3	9,00	13,079	16,687	47,956	61,186
Lantai 4	13,00	18,825	24,018	69,025	88,066
Lantai 5	17,00	24,112	30,764	88,411	112,801
Lantai 6	21,00	28,793	36,737	105,574	134,702
Lantai 7	25,00	32,749	41,784	120,080	153,208
Lantai 8	29,00	35,883	45,782	131,571	167,867
Lantai 9	33,00	38,128	48,647	139,803	178,372
Lantai Atap	37,00	39,529	50,434	144,940	184,925
Lantai Lift	39,00	40,058	51,109	146,879	187,400

Tabel 5.9 Simpangan Lantai Arah-y

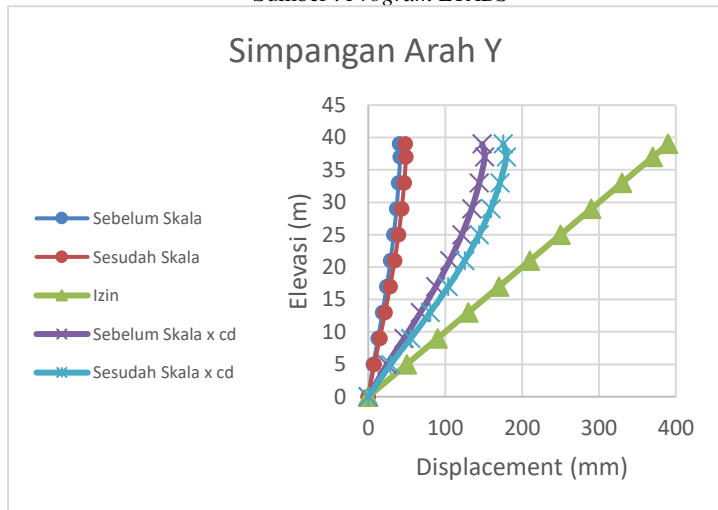
Sumber : *Program ETABS*

Gempa Arah x		Sebelum Perbesaran		Sesudah Perbesaran	
Lantai	Elevation	Sebelum Skala	Setelah Skala	Sebelum Skala	Setelah Skala
	m	mm	mm	mm	mm
Lantai 1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Lantai 2	5,00	6,693	7,934	24,541	29,091
Lantai 3	9,00	12,698	15,051	46,559	55,187
Lantai 4	13,00	18,495	21,922	67,815	80,381
Lantai 5	17,00	23,935	28,37	87,762	104,023
Lantai 6	21,00	28,868	34,218	105,849	125,466
Lantai 7	25,00	33,16	39,305	121,587	144,118
Lantai 8	29,00	36,693	43,492	134,541	159,471
Lantai 9	33,00	39,392	46,691	144,437	171,200
Lantai Atap	37,00	41,29	48,941	151,397	179,450
Lantai Lift	39,00	40,418	47,908	148,199	175,663

Dalam perhitungan *displacement* juga dapat ditunjukkan dengan grafik sebagai berikut.



Gambar 5.3 Simpangan Lantai Arah-x
Sumber : Program ETABS



Gambar 5.4 Simpangan Lantai Arah-y
Sumber : Program ETABS

- **Penentuan Simpangan Antar Lantai (Drift)**

Dengan adanya displacement dapat dihitung simpangan per lantai berdasarkan Sub bab 2.6.3 dan rumus no 45 sebagai berikut.

Diketahui :

Displacement arah-x

Lantai 2 : 13,079 mm

Lantai 3 : 18,825 mm

C_d : 5,5

I_e : 1,5

Simpangan : $\frac{(18,825-13,079) \times 5,5}{1,5} = 22,11 \text{ mm}$

Tinggi Lantai : 4000 mm

Simpangan Izin : $0,01 \times 4000 = 40 \text{ mm}$

Maka kontrol simpangan :

22,11 mm < 40 mm (*memenuhi*)

Perhitungan lainnya dapat ditunjukkan sebagai berikut.

Tabel 5.10 Simpangan Antar Lantai Arah-x

Sumber : *Dokumentasi Pribadi*

Gempa Arah x					
Lantai	Elevation	δx		δijin x	Kontrol
	m	Sebelum	Sesudah	mm	Arah x
Lantai 1-2	5.00	25,839	32.967	50	OK
Lantai 2-3	4.00	22,117	28.219	40	OK
Lantai 3-4	4.00	21,069	26.880	40	OK
Lantai 4-5	4.00	19,386	24.735	40	OK
Lantai 5-6	4.00	17,164	21.901	40	OK
Lantai 6-7	4.00	14,505	18.506	40	OK
Lantai 7-8	4.00	11,491	14.659	40	OK
Lantai 8-9	4.00	8,232	10.505	40	OK
Lantai 9-Atap	4.00	5,137	6.552	40	OK
Lantai Atap-Lift	2.00	1,940	2.475	20	OK

Tabel 5.11 Simpangan Antar Lantai Arah-y

Sumber : *Dokumentasi Pribadi*

Gempa Arah y					
Lantai	Elevation	δy		δijin y	Kontrol
	m	Sebelum	Sesudah	mm	Arah x
Lantai 1-2	5.00	25,839	32.967	50	OK
Lantai 2-3	4.00	22,117	28.219	40	OK
Lantai 3-4	4.00	21,069	26.880	40	OK
Lantai 4-5	4.00	19,386	24.735	40	OK
Lantai 5-6	4.00	17,164	21.901	40	OK
Lantai 6-7	4.00	14,505	18.506	40	OK
Lantai 7-8	4.00	11,491	14.659	40	OK
Lantai 8-9	4.00	8,232	10.505	40	OK
Lantai 9-Atap	4.00	5,137	6.552	40	OK
Lantai Atap-Lift	2.00	1,940	2.475	20	OK

5.2 Analisa Tahap II (SRPMB + FVD)

Dalam analisa tahap kedua dibutuhkan permodelan struktur yang sudah dimodifikasi menggunakan Sistem Rangka Pemikul Momen Biasa (SRPMB). Analisis bangunan modifikasi dapat dijelaskan sebagai berikut.

5.2.1 Permodelan SRPMB

Untuk menghitung permodelan SRPMB dibutuhkan perubahan faktor gempa sesuai tabel 2..17. Perubahan tersebut digunakan dalam menentukan skala faktor gempa. Perhitungan dapat ditunjukkan sebagai berikut.

Diketahui	:
I_e	: 1,5 (<i>berdasarkan Tabel 2.11</i>)
g	: 9,8 m/s ²
R	: 3 (SRPMB <i>berdasarkan Tabel 2.17</i>)
Skala Faktor	: $\frac{1,5 \times 9,8}{3} = 4,9$

5.2.1.1 Kontrol Periode Fundamental

Penentuan periode fundamental dapat menggunakan program ETABS 19 dapat ditunjukkan sebagai berikut.

Diketahui	:
C_t	: 0,0466
x	: 0,9
h	: 38,95 m
T_a	: $0,0466 \times 38,95^{0,9} = 1,258 \text{ s}$
T_{\max}	: $1,4 \times 1,258 = 1,76 \text{ s}$
T_{ETABS}	: 1,338 s
T_{Pakai}	: 1,338 s

5.2.1.2 Kontrol Partisipasi Massa

Penentuan partisipasi dapat menggunakan program ETABS 19 dan berdasarkan sub bab 2.6.1 serta rumus no 43 dapat ditunjukkan sebagai berikut.

Untuk mode normal : 12 Mode

Tabel 5.12 Modal Partisipasi Massa

Sumber : *Program ETABS*

Case	Mode	Period	SumUX	SumUY
		sec		
Modal	1	1,338	0,1862	0,004
Modal	2	1,252	0,4872	0,4166
Modal	3	1,198	0,7851	0,7743
Modal	4	0,427	0,8092	0,7745
Modal	5	0,4	0,8487	0,8193
Modal	6	0,384	0,8761	0,8755
Modal	7	0,239	0,8857	0,8755
Modal	8	0,223	0,9015	0,8813
Modal	9	0,215	0,905	0,905
Modal	10	0,159	0,9102	0,905
Modal	11	0,149	0,9166	0,907
Modal	12	0,145	0,9178	0,9178

Dengan mode 12 didapat.

U_x : 91% (*belum memenuhi berdasarkan rumus no 43*)

U_y : 91% (*belum memenuhi berdasarkan rumus no 43*)

Untuk mode modifikasi : 230 Mode

Tabel 5.13 Modal Partisipasi Massa Modifikasi

Sumber : *Program ETABS*

Case	Mode	Period	SumUX	SumUY
		sec		
Modal	228	0,015	0,9974	0,9979
Modal	229	0,11	0,9985	0,9979
Modal	230	0,031	0,9985	0,9984

Dengan mode 230 didapat.

U_x : 99% (*memenuhi berdasarkan rumus no 43*)

U_y : 99% (*memenuhi berdasarkan rumus no 43*)

5.2.1.3 Kontrol Simpangan

Penentuan simpangan dapat menggunakan program *ETABS 19* dan berdasarkan sub bab 2.6.2 serta rumus no 44 dapat ditunjukkan sebagai berikut.

- **Penentuan Simpangan Lantai (*Displacement*)**

Displacement yang terjadi dapat diambil dari program *ETABS 19* dan ditunjukkan sebagai berikut.

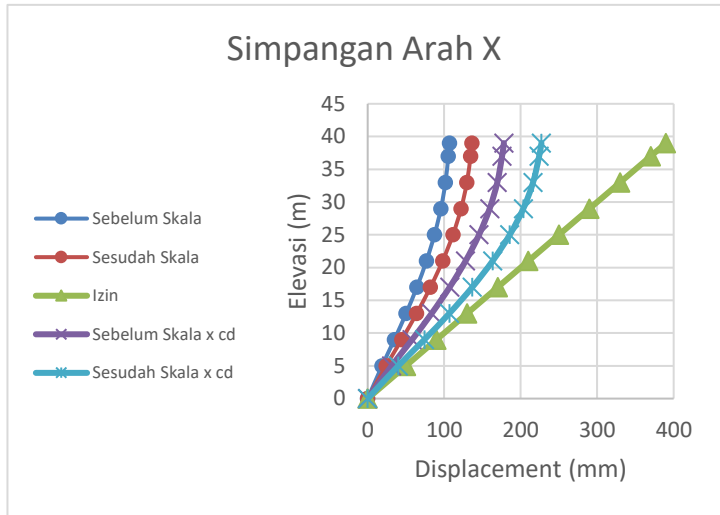
Tabel 5.14 Simpangan Lantai Arah-xSumber : *Program ETABS*

Gempa Arah x		Sebelum Perbesaran		Setelah Perbesaran	
Lantai	Elevation	Sebelum Skala	Setelah Skala	Sebelum Skala	Setelah Skala
	m	mm	mm	mm	mm
Lantai 1	0,00	0	0,00	0,00	0,00
Lantai 2	5,00	18,791	23,976	31,318	39,960
Lantai 3	9,00	34,876	44,498	58,127	74,163
Lantai 4	13,00	50,199	64,048	83,665	106,747
Lantai 5	17,00	64,298	82,037	107,163	136,728
Lantai 6	21,00	76,782	97,964	127,970	163,273
Lantai 7	25,00	87,331	111,423	145,552	185,705
Lantai 8	29,00	95,687	122,085	159,478	203,475
Lantai 9	33,00	101,676	129,726	169,460	216,210
Lantai Atap	37,00	105,41	134,49	175,683	224,150
Lantai Lift	39,00	106,821	136,29	178,035	227,150

Tabel 5.15 Simpangan Lantai Arah-ySumber : *Program ETABS*

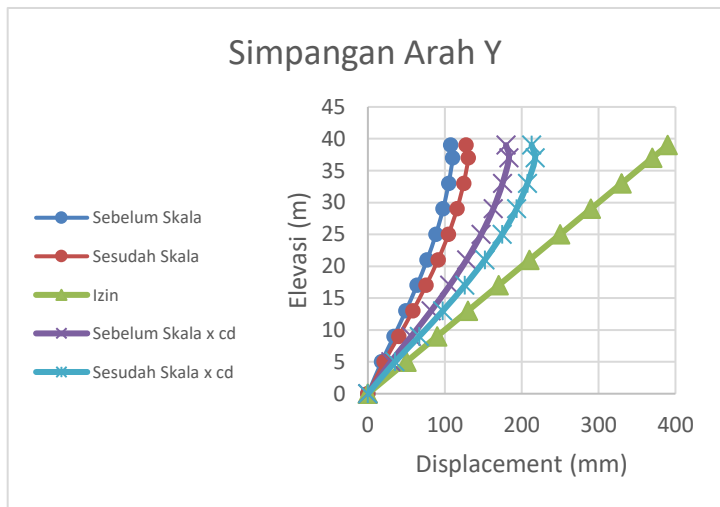
Gempa Arah y		Sebelum Perbesaran		Setelah Perbesaran	
Lantai	Elevation	Sebelum Skala	Setelah Skala	Sebelum Skala	Setelah Skala
	m	mm	mm	mm	mm
Lantai 1	0,00	0	0	0	0
Lantai 2	5,00	17,849	21,157	29,748	35,262
Lantai 3	9,00	33,862	40,137	56,437	66,895
Lantai 4	13,00	49,319	58,459	82,198	97,432
Lantai 5	17,00	63,826	75,653	106,377	126,088
Lantai 6	21,00	76,982	91,248	128,303	152,080
Lantai 7	25,00	88,426	104,812	147,377	174,687
Lantai 8	29,00	97,847	115,978	163,078	193,297
Lantai 9	33,00	105,045	124,511	175,075	207,518
Lantai Atap	37,00	110,106	130,509	183,510	217,515
Lantai Lift	39,00	107,782	127,755	179,637	212,925

Dalam perhitungan displacement juga dapat ditunjukkan dengan grafik sebagai berikut.



Gambar 5.5 Displacement Arah-x

Sumber : Program ETABS



Gambar 5.6 Displacement Arah-y

Sumber : Program ETABS

- **Penentuan Simpangan Antar Lantai (Drift)**

Dengan adanya displacement dapat dihitung simpangan per lantai berdasarkan Sub bab 2.6.3 dan rumus no 45 sebagai berikut.

Diketahui :

Displacement arah-x

Lantai 2 : 18,791 mm

Lantai 3 : 34,876 mm

C_d : 2,5

I_e : 1,5

Simpangan : $\frac{(34,876-18,791) \times 2,5}{1,5} = 26,8 \text{ mm}$

Tinggi Lantai : 4000 mm

Simpangan Izin : $0,01 \times 4000 = 40 \text{ mm}$

Maka kontrol simpangan :

26,11 mm < 40 mm (*memenuhi*)

Perhitungan lainnya dapat ditunjukkan sebagai berikut.

Tabel 5.16 Simpangan Arah-x

Sumber : *Dokumentasi Pribadi*

Lantai	Gempa Arah x				Kontrol Arah x
	Elevation	δ_x	Sijin x		
	m	mm	mm	mm	
Lantai 1-2	5.00	31,318	50	50	OK
Lantai 2-3	4.00	26,808	40	90	OK
Lantai 3-4	4.00	25,538	40	130	OK
Lantai 4-5	4.00	23,498	40	170	OK
Lantai 5-6	4.00	20,807	40	210	OK
Lantai 6-7	4.00	17,582	40	250	OK
Lantai 7-8	4.00	13,927	40	290	OK
Lantai 8-9	4.00	9,982	40	330	OK
Lantai 9-Atap	4.00	6,223	40	370	OK
Lantai Atap-Lift	2.00	2,352	20	390	OK

Tabel 5.17 Simpangan Arah-y

Sumber : *Dokumentasi Pribadi*

Lantai	Gempa Arah y				Kontrol Arah y
	Elevation	δ_y	Sijin y		
	m	mm	mm	mm	
Lantai 1-2	5.00	29,748	50		OK
Lantai 2-3	4.00	26,688	40		OK
Lantai 3-4	4.00	25,762	40		OK
Lantai 4-5	4.00	24,178	40		OK
Lantai 5-6	4.00	21,927	40		OK
Lantai 6-7	4.00	19,073	40		OK
Lantai 7-8	4.00	15,702	40		OK
Lantai 8-9	4.00	11,997	40		OK
Lantai 9-Atap	4.00	8,435	40		OK
Lantai Atap-Lift	2.00	3,873	20		OK

5.2.2 Permodelan *Fluid Viscous Damper* (FVD)

Permodelan *Fluid Viscous Damper* dapat menggunakan bantuan program bantu ETABS 19 dan preliminary design berdasarkan Sub bab 2.4 sebagai berikut.

- **Preliminary Design**

Preliminary design ditentukan berdasarkan periode bangunan, kekakuan lantai, dan pemasangan FVD per lantai. Perhitungan dapat dijelaskan sebagai berikut.

Diketahui :

Pemasangan lantai 2-3 arah-x

T : 1,338 s

n (pemasangan) : 4

k (kekakuan) : 764329 kN/m

θ : 27^0

Damping ratio : 20% (*Asumsi*)

C (*rumus 3*) : $0,2 \times \frac{764329}{4} \times \frac{1,338}{3,14} \times \frac{1}{\cos^2 27} = 15259$

Δ : 26,8 mm

V (*rumus 2*) : $\frac{2 \times 3,14}{1,338} \times 0,268 = 0,13 \text{ m/s}$

F (*rumus 1*) : $15259 \times 0,13 = 1921 \text{ kN}$

Digunakan FVD : 17180 (*berdasarkan tabel 2.1*)

F FVD : 3000 kN

Perhitungan lantai lain dan arah lainnya dapat dijelaskan sebagai berikut.

Tabel 5.18 Preliminary Arah-x
Sumber : *Dokumentasi Pribadi*

Lantai	Stiffness	θ	n	C	Disp	V		F
	kN/m				mm	m/s ²		kN
Lantai Atp	146450	27	4	2924	2,4	0,01	1	32
Lantai 9-Atp	427176	27	4	8528	6,2	0,03	1	249
Lantai 8-9	584819	27	4	11675	10,0	0,05	1	547
Lantai 7-8	640585	27	4	12789	13,9	0,07	1	836
Lantai 6-7	668862	27	4	13353	17,6	0,08	1	1102
Lantai 5-6	688151	27	4	13738	20,8	0,10	1	1342
Lantai 4-5	706042	27	4	14095	23,5	0,11	1	1555
Lantai 3-4	729225	27	4	14558	25,5	0,12	1	1746
Lantai 2-3	764329	27	4	15259	26,8	0,13	1	1921
Lantai 1-2	852064	27	4	17011	31,3	0,15	1	2502

Tabel 5.19 Preliminary Arah-y
Sumber : *Dokumentasi Pribadi*

Lantai	Stiffness	θ	n	C	Disp	V		F
	kN/m				mm	m/s ²		kN
Lantai Atp	105842	27	4	2113	3,9	0,02	1	38
Lantai 9-Atp	377307	27	4	7533	8,4	0,04	1	298
Lantai 8-9	557455	27	4	11129	12,0	0,06	1	627
Lantai 7-8	638446	27	4	12746	15,7	0,07	1	940
Lantai 6-7	686815	27	4	13712	19,1	0,09	1	1228
Lantai 5-6	722946	27	4	14433	21,9	0,10	1	1486
Lantai 4-5	755114	27	4	15075	24,2	0,11	1	1712
Lantai 3-4	785926	27	4	15690	25,8	0,12	1	1898
Lantai 2-3	828034	27	4	16531	26,7	0,13	1	2072
Lantai 1-2	930197	27	4	18570	29,7	0,14	1	2594

Dengan data preliminary di atas maka bisa ditentukan pemasangan FVD berdasarkan F yang terbesar dalam kasus ini pemasangan arah -x di lantai 2, 3, 4, dan 5 lalu untuk arah-y di lantai 2, 3, 4, dan 5.

- **Permodelan ETABS 19**

Dalam permodelan pada ETABS 19 dibutuhkan parameter *stiffness* dan *effective damping* dan langkah langkah pada ETABS 19 dapat ditunjukkan sebagai berikut.

1. Klik *Define* dalam toolbars
2. Lalu klik *Section Properties*
3. Lalu klik *Link*
4. Lalu pilih tipe *damper exponential*

Gambar 5.7 Form Link

Sumber : *Program ETABS*

5. Lalu centang UI dan klik *Modify*
6. Isi sesuai stiffness dan damping FVD yang digunakan

Link/Support Directional Properties

Identification

Property Name: FVD 17180

Direction: U1

Type: Damper - Exponential

NonLinear: No

Linear Properties

Effective Stiffness: 840576 kN/m

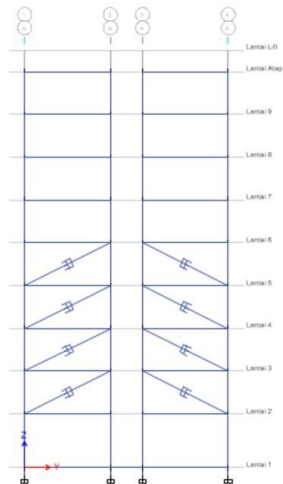
Effective Damping: 335941.074 kN-s/m

OK Cancel

Gambar 5.8 Form Karakteristik Link

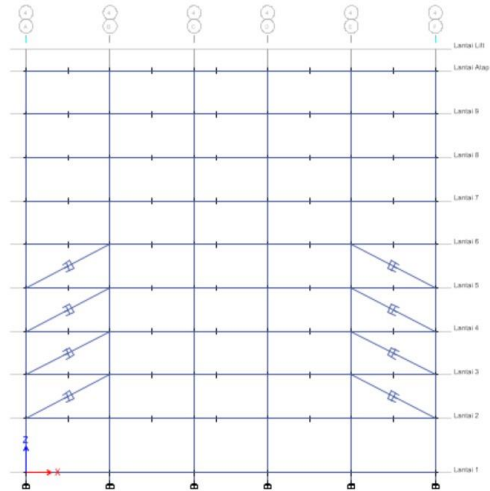
Sumber : *Program ETABS*

7. Pemasangan FVD arah-x dan arah-y



Gambar 5.9 Pemasangan FVD Arah-y

Sumber : *Program ETABS*



Gambar 5.10 Pemasangan FVD Arah-x

Sumber : Program ETABS

5.2.2.1 Kontrol Base Shear

Penentuan *base shear* dapat menggunakan program ETABS 19 dan berdasarkan sub bab 2.6.2 serta rumus no 44 dapat ditunjukkan sebagai berikut.

Tabel 5.20 Rekapitan Gaya Geser Dasar Setelah FVD

Sumber : Program ETABS

Output Case	Case Type	FX	FY
		kN	kN
RS X SRPMB	LinRespSpec	11846.62	3143.3017
RS Y SRPMB	LinRespSpec	3143.291	12751.8419
RS X FVD	LinRespSpec	7439.264	150.4943
RS Y FVD	LinRespSpec	150.4965	7582.942

5.2.2.2 Kontrol Periode Fundamental

Penentuan periode fundamental dapat menggunakan program ETABS 19 dapat ditunjukkan sebagai berikut.

Diketahui	:	
C_t	:	0,0466
x	:	0,9
h	:	38,95 m
T_a	:	$0,0466 \times 38,95^{0,9} = 1,258 \text{ s}$
T_{max}	:	$1,4 \times 1,258 = 1,76 \text{ s}$

T_{ETABS} : 1,338 s

T_{Pakai} : 1,338 s

5.2.2.3 Kontrol Simpangan

Penentuan simpangan dapat menggunakan program *ETABS 19* dan berdasarkan sub bab 2.6.2 serta rumus no 44 dapat ditunjukkan sebagai berikut.

- **Penentuan Simpangan Lantai (*Displacement*)**

Displacement yang terjadi dapat diambil dari program *ETABS 19* dan ditunjukkan sebagai berikut.

Tabel 5.21 Simpangan Lantai Arah-x

Sumber : *Program ETABS*

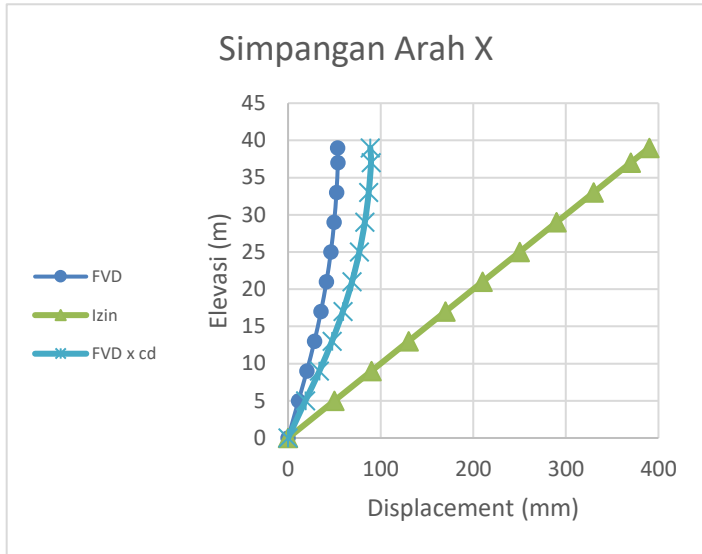
Gempa Arah x			
Lantai	Elevation	Sebelum Perbesaran	Sebelum Perbesaran
	m	mm	mm
Lantai 1	0,00	0	0
Lantai 2	5,00	11,214	18,69
Lantai 3	9,00	20,3	33,83
Lantai 4	13,00	28,448	47,41
Lantai 5	17,00	35,506	59,18
Lantai 6	21,00	41,416	69,03
Lantai 7	25,00	46,165	76,94
Lantai 8	29,00	49,76	82,93
Lantai 9	33,00	52,242	87,07
Lantai Atap	37,00	53,734	89,56
Lantai Lift	39,00	53,269	88,78

Tabel 5.22 Simpangan Lantai Arah-y

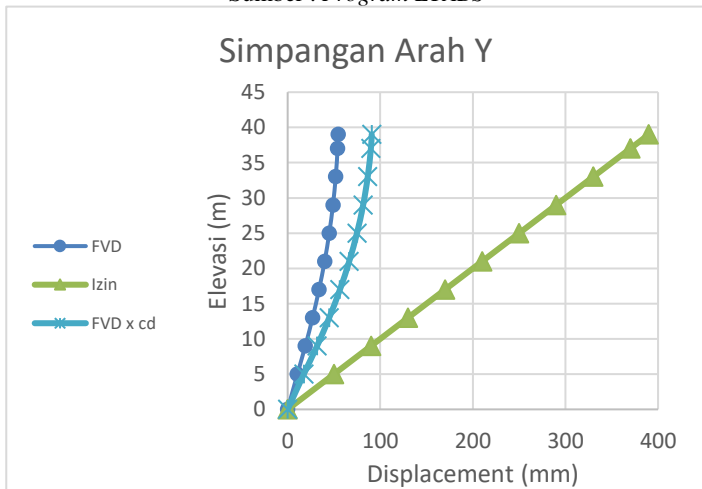
Sumber : *Program ETABS*

Gempa Arah y			
Lantai	Elevation	Sebelum Perbesaran	Sebelum Perbesaran
	m	mm	mm
Lantai 1	0,00	0	0,00
Lantai 2	5,00	10,445	17,41
Lantai 3	9,00	19,063	31,77
Lantai 4	13,00	26,906	44,84
Lantai 5	17,00	33,868	56,45
Lantai 6	21,00	39,881	66,47
Lantai 7	25,00	44,902	74,84
Lantai 8	29,00	48,904	81,51
Lantai 9	33,00	51,886	86,48
Lantai Atap	37,00	53,927	89,88
Lantai Lift	39,00	54,455	90,76

Dalam perhitungan *displacement* juga dapat ditunjukkan dengan grafik sebagai berikut.



Gambar 5.11 Displacement Arah-x
Sumber : Program ETABS



Gambar 5.12 Displacement Arah-y
Sumber : Program ETABS

- **Penentuan Simpangan (*Drift*)**

Dengan adanya displacement dapat dihitung simpangan per lantai berdasarkan Sub bab 2.6.3 dan rumus no 45 sebagai berikut.

Diketahui :

Displacement arah-x

Lantai 2 : 20,3 mm

Lantai 3 : 11,214 mm

C_d : 2,5

I_e : 1,5

Simpangan : $\frac{(20,3-11,214) \times 2,5}{1,5} = 15,14 \text{ mm}$

Tinggi Lantai : 4000 mm

Simpangan Izin : $0,01 \times 4000 = 40 \text{ mm}$

Maka kontrol simpangan :

15,14 mm < 40 mm (*memenuhi*)

Perhitungan lainnya dapat ditunjukkan sebagai berikut.

Tabel 5.23 Simpangan Arah-x

Sumber : *Dokumentasi Pribadi*

Gempa Arah x				
Lantai	Elevation	Sx	Sijin x	Kontrol
	m	mm	mm	Arah x
Lantai 1-2	5.00	18.690	50	<i>OK</i>
Lantai 2-3	4.00	15.143	40	<i>OK</i>
Lantai 3-4	4.00	13.580	40	<i>OK</i>
Lantai 4-5	4.00	11.763	40	<i>OK</i>
Lantai 5-6	4.00	9.850	40	<i>OK</i>
Lantai 6-7	4.00	7.915	40	<i>OK</i>
Lantai 7-8	4.00	5.992	40	<i>OK</i>
Lantai 8-9	4.00	4.137	40	<i>OK</i>
Lantai 9-Atap	4.00	2.487	40	<i>OK</i>
Lantai Atap-Lift	2.00	0.775	20	<i>OK</i>

Tabel 5.24 Simpangan Arah-y

Sumber : *Dokumentasi Pribadi*

Gempa Arah y				
Lantai	Elevation	Sy	Sijin y	Kontrol
	m	mm	mm	Arah y
Lantai 1-2	5.00	17.408	50	<i>OK</i>
Lantai 2-3	4.00	14.363	40	<i>OK</i>
Lantai 3-4	4.00	13.072	40	<i>OK</i>
Lantai 4-5	4.00	11.603	40	<i>OK</i>
Lantai 5-6	4.00	10.022	40	<i>OK</i>
Lantai 6-7	4.00	8.368	40	<i>OK</i>
Lantai 7-8	4.00	6.670	40	<i>OK</i>
Lantai 8-9	4.00	4.970	40	<i>OK</i>
Lantai 9-Atap	4.00	3.402	40	<i>OK</i>
Lantai Atap-Lift	2.00	0.880	20	<i>OK</i>

5.2.3 Perbandingan Tipe Struktur

Setelah merencanakan dua analisis maka dapat ditarik hasil perbandingan antara struktur eksisting dengan modifikasi menggunakan *Fluid Viscous Damper (FVD)* dan dapat ditunjukkan sebagai berikut.

5.2.3.1 Base Shear

Penentuan *base shear* dapat menggunakan program *ETABS 19* dan berdasarkan sub bab 2.6.2 serta rumus no 44 dapat ditunjukkan sebagai berikut.

Tabel 5.25 Rekapitan Gaya Geser Dasar Sebelum Skala

Sumber : *Program ETABS*

Output Case	Case Type	FX	FY
		kN	kN
RS X SRPMK	LinRespSpec	5668,0625	1503,9248
RS Y SRPMK	LinRespSpec	1397,1605	5668,0625
RS X SRPMB	LinRespSpec	11846,62	3143,3017
RS Y SRPMB	LinRespSpec	3143,291	12751,8419
RS X FVD	LinRespSpec	7439,264	150,4943
RS Y FVD	LinRespSpec	150,4965	7582,942

Dari tabel diatas menunjukkan bahwa *base shear* eksisting masih lebih kecil dengan angka 5668,06 kN dibandingkan modifikasi SRPMB + FVD dengan angka 7582,94 kN. Penggunaan FVD masih efektif karena dari struktur fixed base menggunakan SRPMB dapat menurunkan 41% *base shear* dengan angka 12751,84 kN untuk SRPMB dan 7582,94 untuk penggunaan FVD.

5.2.3.2 Simpangan Lantai

Penentuan simpangan dapat menggunakan program *ETABS 19* dan berdasarkan sub bab 2.6.2 serta rumus no 44 dapat ditunjukkan sebagai berikut.

Tabel 5.26 Simpangan Arah-x

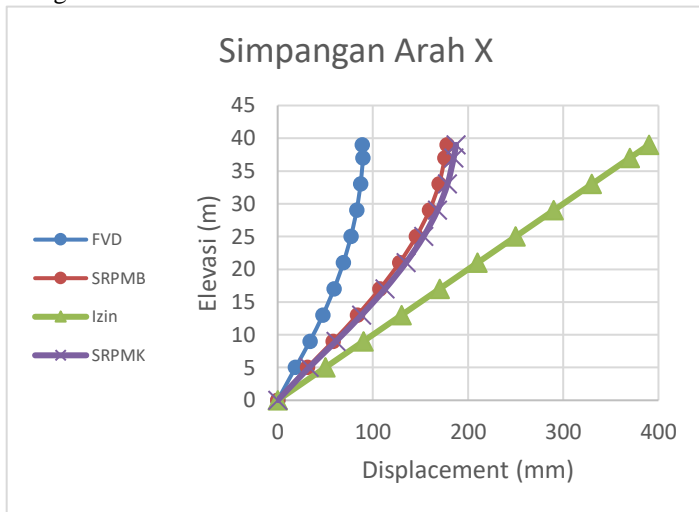
Sumber : *Dokumentasi Pribadi*

Lantai	Gempa Arah x			
	SRPMK	SRPMB	FVD	Izin
	mm	mm	mm	mm
Lantai 1-2	32,97	31,32	18,69	50
Lantai 2-3	61,19	58,13	33,83	90
Lantai 3-4	88,07	83,67	47,41	130
Lantai 4-5	112,80	107,16	59,18	170
Lantai 5-6	134,70	127,97	69,03	210
Lantai 6-7	153,21	145,55	76,94	250
Lantai 7-8	167,87	159,48	82,93	290
Lantai 8-9	178,37	169,46	87,07	330
Lantai 9-Atap	184,92	175,68	89,56	370
Lantai Atap-Lift	187,40	178,04	88,78	390

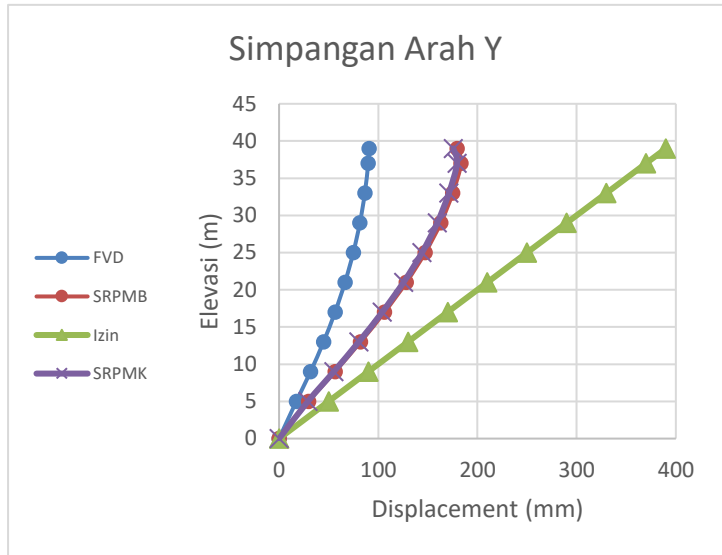
Tabel 5. 27 Simpangan Arah-y
 Sumber : *Dokumentasi Pribadi*

Lantai	Gempa Arah y			
	SRPMK	SRPMB	FVD	Izin
	mm	mm	mm	mm
Lantai 1-2	29,09	29,75	17,41	50
Lantai 2-3	55,19	56,44	31,77	90
Lantai 3-4	80,38	82,20	44,84	130
Lantai 4-5	104,02	106,38	56,45	170
Lantai 5-6	125,47	128,30	66,47	210
Lantai 6-7	144,12	147,38	74,84	250
Lantai 7-8	159,47	163,08	81,51	290
Lantai 8-9	171,20	175,08	86,48	330
Lantai 9-Atap	179,45	183,51	89,88	370
Lantai Atap-Lift	175,66	179,64	90,76	390

Dari tabel diatas menunjukkan bahwa simpangan SRPMB masih lebih kecil sedikit dibandingkan dengan permodelan eksisting dengan angka 32,96 mm dan SRPMB dengan angka 31,32 mm. Penggunaan FVD jauh efektif mengurangi simpangan karena dari struktur fixed base menggunakan SRPMK dengan angka 32,96 mm dan 18,69 mm untuk penggunaan FVD mengurangi simpangan sebesar 44%. Untuk ilustrasi grafik dapat dijelaskan sebagai berikut.



Gambar 5.13 Simpangan Arah-x
 Sumber : *Dokumentasi Pribadi*



Gambar 5.14 Simpangan Arah-y

Sumber : Dokumentasi Pribadi

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB VI

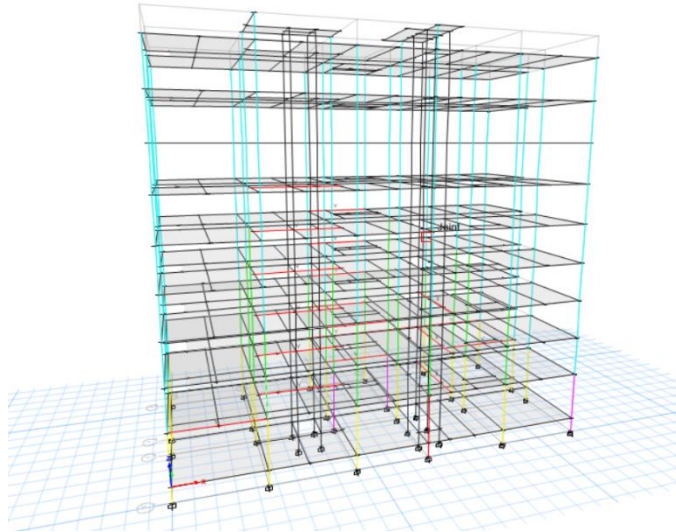
KAPASITAS ELEMEN STRUKTUR

6.1 Kapasitas Struktur Eksisting

Dalam perhitungan kapasitas elemen struktur eksisting berdasarkan Sub bab 2.7 dan bantuan program bantu ETABS 19. Perhitungan kapasitas elemen eksisting berfungsi untuk menghitung elemen eksisting apakah memenuhi berdasarkan peraturan yang ada dan dijelaskan sebagai berikut.

6.1.1 Cek Kondisi Elemen Struktur

Pengecekan kondisi elemen struktur eksisting menggunakan program ETABS 19 dan dapat ditunjukkan sebagai berikut.



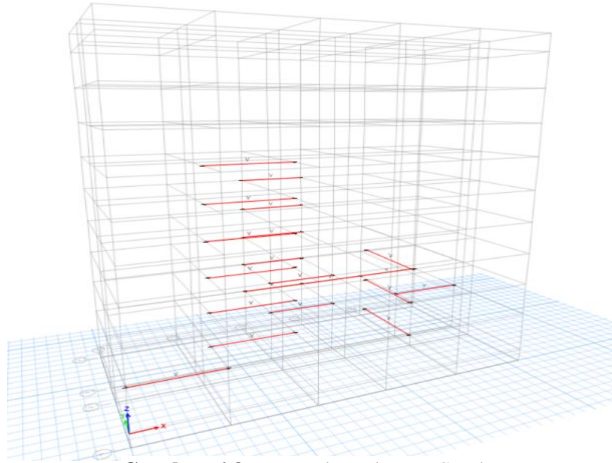
Gambar 6.1 Cek Elemen Eksisting

Sumber : *Program ETABS 19*

Keterangan :

- : Memenuhi
- : Memenuhi
- : Memenuhi
- : Memenuhi
- : Memenuhi
- : Tidak Memenuhi

Berdasarkan program ETABS 19 struktur eksisting mengalami 20 elemen kegagalan yang dapat dijelaskan sebagai berikut.



Gambar 6.3 Kegagalan Elemen Struktur

Sumber : *Program ETABS 19*

Dari gambar kegagalan struktur diatas dapat dijelaskan sebagai berikut.

Tabel 6.1 Rekapitan Kegagalan Elemen Struktur

Sumber : *Program ETABS 19*

No	Nama Balok	Grid	Lantai	Jenis Kegagalan
1	B1	2 B-C	2	Geser
2		2 B-C	3	Geser
3		2 B-C	4	Geser
4		2 B-C	5	Geser
5		2 B-C	6	Geser
6		2 B-C	7	Geser
7	B6	1 A-B	2	Geser
8		3 C-D	2	Geser
9		3 E-F	2	Geser
10		4 C-D	2	Geser
11		4 D-E	2	Geser
12		4 E-F	2	Geser
13		3 C-D	3	Geser
14		4 C-D	3	Geser
15		4 C-D	4	Geser
16		4 C-D	5	Geser
17		4 C-D	6	Geser
18	B7	1-2 D-E	2	Geser
19		1-2 D-E	3	Geser
20		1-2 D-E	4	Geser

6.2 Kapasitas Elemen Struktur Atas

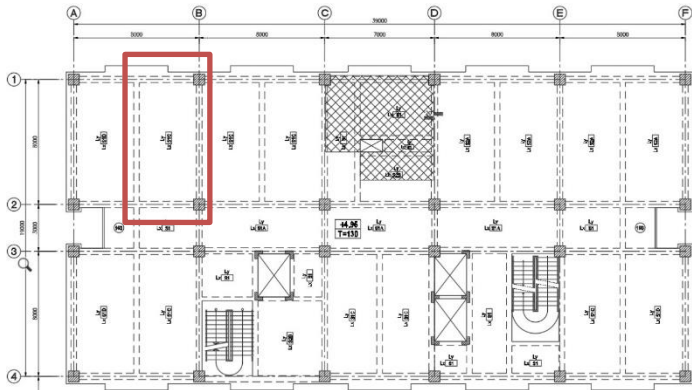
Dalam perhitungan kapasitas elemen struktur atas berdasarkan Sub bab 2.7 dan bantuan program bantu ETABS 19. Perhitungan kapasitas elemen atas meliputi plat, balok dan kolom sebagai berikut.

6.2.1 Kapasitas Elemen Plat

Perhitungan kapasitas elemen plat berdasarkan Sub bab 2.7 dan dapat dijelaskan sebagai berikut.

- **Tinjauan Plat**

Dalam contoh perhitungan kapasitas plat diambil jenis plat S1C



Gambar 6.5 Tinjauan Perhitungan Plat

Sumber : Dokumentasi Pribadi

Panjang : 8 m
 Lebar : 4 m
 Tebal : 0,13 m

- **Perhitungan Momen Ultimate (M_u)**

Momen ultimate pada plat dapat diambil dari ETABS 19 dapat dijelaskan sebagai berikut.

Tumpuan

M_{ux} : 27,99 kNm

M_{uy} : 11,45 kNm

Lapangan

M_{ux} : 14,40 kNm

M_{uy} : 7,10 kNm

- **Perhitungan Tahanan Penampang (R_n)**

Tahanan penampang pada plat dapat diambil dari ETABS 19 dapat dijelaskan sebagai berikut.

Diketahui :

$$M_{ux} : 27,99 \text{ kNm}$$

$$\emptyset : 0,9$$

$$b : 1000 \text{ mm}$$

$$d : 130 - \left(25 + \frac{10}{2}\right) = 105 \text{ mm}$$

$$R_n : \frac{27,99 \times 10^6}{0,9 \times 1000 \times 105^2} = 1,94$$

- **Perhitungan Rasio Tulangan (ρ)**

Rasio tulangan pada plat dapat dijelaskan sebagai berikut.

Diketahui :

$$F_c' : 35 \text{ MPa}$$

$$F_y : 400 \text{ MPa}$$

$$R_n : 8,78$$

$$\rho : 0,85 \times \frac{35}{400} \times \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 1,94}{0,85 \times 35}}\right) = 0,007$$

$$\rho_{\min} : \frac{1,4}{400} = 0,004$$

$$\rho_{\text{pakai}} : 0,007$$

- **Perhitungan Luas Tulangan (A_s)**

Rasio tulangan pada plat dapat dijelaskan sebagai berikut.

Diketahui :

$$A_s \text{ butuh} : 0,007 \times 1000 \times 105 = 779 \text{ mm}^2$$

$$A_s \text{ 1 tul} : \frac{1}{4} \times 3,14 \times 10^2 = 79 \text{ mm}^2$$

$$S_{\text{butuh}} : \frac{779 \times 1000}{79} = 101 \text{ mm}$$

$$S_{\text{pakai}} : 125 \text{ mm}$$

$$A_s \text{ pakai} : \frac{1000 \times 79}{125} = 628 \text{ mm}^2$$

- **Perhitungan Kebutuhan Tulangan Wiremesh**

Kebutuhan wiremesh pada plat dijelaskan sebagai berikut.

Diketahui :

$$F_y : 400 \text{ MPa}$$

$$F_y \text{ wiremesh} : 500 \text{ MPa}$$

$$D \text{ wiremesh} : 8 \text{ mm}$$

$$A_s \text{ butuh} : \frac{628 \times 400}{500} = 503 \text{ mm}^2$$

$S_{\text{pakai}} : 100 \text{ mm}$

$$A_{s \text{ pakai}} : \frac{1 \times 3,14 \times 8^2 \times 1000}{4 \times 100} = 503 \text{ mm}^2$$

Kontrol : $A_{s \text{ pakai}} \leq A_{s \text{ butuh}}$ (*memenuhi*)

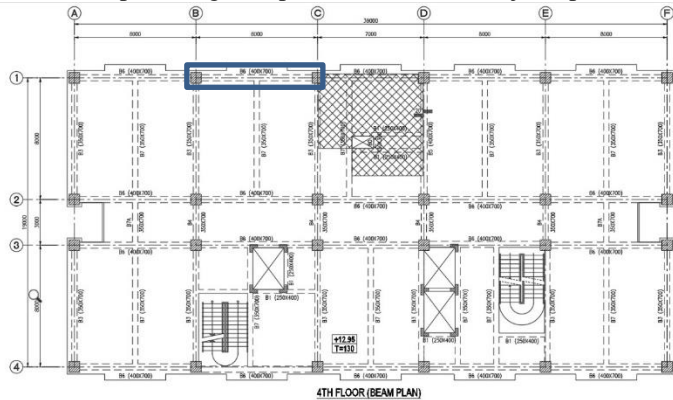
Perhitungan lainnya dapat ditunjukkan dalam lampiran.

6.2.2 Kapasitas Elemen Balok

Perhitungan kapasitas elemen balok berdasarkan Sub bab 2.7 dan dapat dijelaskan sebagai berikut.

- **Tinjauan Balok**

Dalam contoh perhitungan kapasitas balok diambil jenis plat B6



Gambar 6.9 Tinjauan Perhitungan Balok

Sumber : *Dokumentasi Pribadi*

Panjang : 8 m

Lebar : 0,7 m

Tebal : 0,4 m

- **Perhitungan Tulangan Lentur**
- **Perhitungan Momen Ultimate (M_u)**

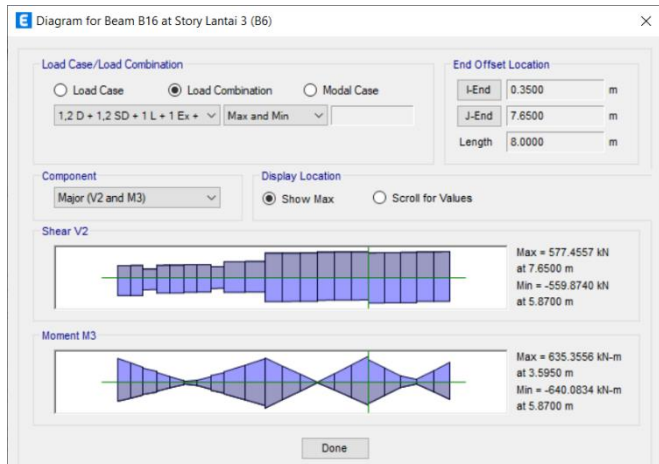
Momen ultimate pada balok dapat diambil dari ETABS 19 dapat dijelaskan sebagai berikut.

Tumpuan

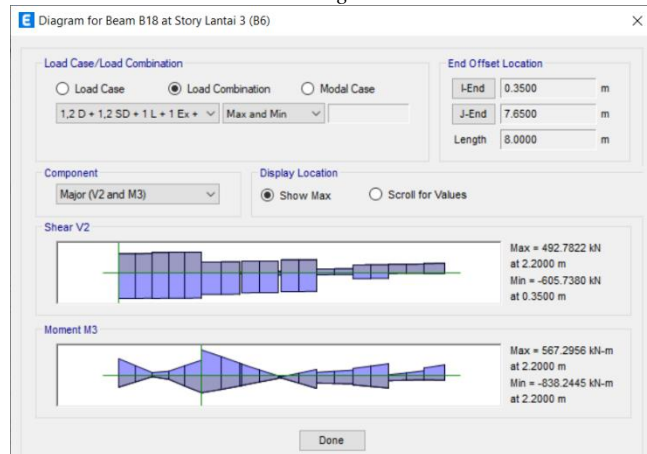
$M_u : 577 \text{ kNm}$

Lapangan

$M_u : 545 \text{ kNm}$



Gambar 6.13 Output Balok B6
 Sumber : *Program ETABS*



Gambar 6.17 Output Balok B6
 Sumber : *Program ETABS*

- **Penentuan Perhitungan Tunggal atau Ganda**
 Penentuan perhitungan tunggal atau ganda pada balok dapat diambil dari ETABS 19 dapat dijelaskan sebagai berikut.

Diketahui :

$$R_{u \max} : 6,828$$

$$b : 400 \text{ mm}$$

$$d : 700 - \left(40 + 10 + \frac{22}{2}\right) = 639 \text{ mm}$$

$$M_u : 838,24 \text{ kNm}$$

$$M_{u1} : \frac{6,828 \times 639 \times 400}{10^6} = 1115,15 \text{ kNm}$$

$$\text{Kontrol} : M_u < M_{u1} \text{ (Perhitungan Tunggal)}$$

- **Perhitungan Tahanan Penampang (R_n)**

Tahanan penampang pada balok dapat diambil dari ETABS 19 dapat dijelaskan sebagai berikut.

Diketahui :

$$M_{ux} : 838,24 \text{ kNm}$$

$$\emptyset : 0,9$$

$$b : 400 \text{ mm}$$

$$d : 639 \text{ mm}$$

$$R_n : \frac{838,24 \times 10^6}{0,9 \times 400 \times 639^2} = 5,7$$

- **Perhitungan Rasio Tulangan (ρ)**

Rasio tulangan pada balok dapat dijelaskan sebagai berikut.

Diketahui :

$$F_c' : 35 \text{ MPa}$$

$$F_y : 400 \text{ MPa}$$

$$R_n : 5,7$$

$$\rho : 0,85 \times \frac{35}{400} \times \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 5,7}{0,85 \times 35}}\right) = 0,016$$

$$\rho_{\min} : \frac{1,4}{400} = 0,004$$

$$\rho_{\text{pakai}} : 0,016$$

- **Perhitungan Luas Tulangan (A_s)**

Rasio tulangan pada balok dapat dijelaskan sebagai berikut.

Diketahui :

$$A_{s \text{ butuh}} : 0,016 \times 350 \times 639 = 4082,20 \text{ mm}^2$$

$$A_{s \text{ 1 tul}} : \frac{1}{4} \times 3,14 \times 22^2 = 379,94 \text{ mm}^2$$

$$n : \frac{2732,73}{379,94} = 10 \text{ buah}$$

$$n_{\text{pakai}} : 11 \text{ buah}$$

- **Perhitungan Tulangan Geser**

- **Perhitungan Syarat Geser**

Syarat geser pada balok dapat dijelaskan sebagai berikut.

Diketahui :

$$\emptyset V_c : 0,75 \times 0,17 \times \sqrt{35} \times 0,4 \times 0,63 = 191,8 \text{ kN}$$

$$V_{c1} : 0,33 \times \sqrt{35} \times 0,4 \times 0,63 = 496,67 \text{ kN}$$

$$V_{c2} : 0,66 \times \sqrt{35} \times 0,4 \times 0,63 = 993,3 \text{ kN}$$

- **Perhitungan Geser Ultimate (V_u)**

Geser ultimate pada balok dapat dijelaskan sebagai berikut.

Tumpuan

$$V_u : 641 \text{ kN}$$

Lapangan

$$V_u : 630 \text{ kN}$$

- **Perhitungan Tulangan Geser**

Geser ultimate pada balok dapat dijelaskan sebagai berikut.

$$S_1 : 157,1 \times 400 \times \frac{639}{(641-191)} = 112,7 \text{ mm}$$

$$S_2 : \frac{639}{4} = 159 \text{ mm}$$

$$S_3 : \frac{157,1 \times 400}{0,35 \times 400} = 758,78 \text{ mm}$$

$$S_4 : 300 \text{ mm}$$

$$S_{\text{pakai}} : 200 \text{ mm}$$

- **Perhitungan Tulangan Torsi**

- **Perhitungan Torsi Bahan dan Nominal**

Torsi ultimate pada balok dapat dijelaskan sebagai berikut.

$$T_u : 641 \text{ kNm}$$

$$A_{cp} : 700 \times 400 = 280000 \text{ mm}^2$$

$$P_{cp} : 2 \times (700 + 400) = 2200 \text{ mm}$$

$$T_n : 0,75 \times 0,083 \times \sqrt{35} \times \frac{280000^2}{2200 \times 10^6} = 13,124 \text{ kNm}$$

- **Perhitungan Luasan Tulangan Torsi**

Kecukupan penampang pada balok dapat dijelaskan sebagai berikut.

$$A_{oh} : 614 \times 313,5 = 192332 \text{ mm}^2$$

$$A_o : 0,85 \times 192332 = 163482 \text{ mm}^2$$

$$P_h : 2 \times (313,5 + 614) = 1854 \text{ mm}$$

$$A_t : \frac{1854 \times 10^6 \times 2 \times A_o \times F_y \times P_h \times \cot 45}{0,75} = 1979,5 \text{ mm}^2$$

- **Perhitungan Tulangan Torsi**

Kecukupan penampang pada balok dapat dijelaskan sebagai berikut.

$$\text{Tulangan atas} : 3794 + \frac{1979,5}{3} = 4454,2 \text{ mm}^2$$

$$\text{Tulangan tengah} : \frac{1979,5}{3} = 659,38 \text{ mm}^2$$

$$\text{Tulangan bawah} : 2814 + \frac{1979,5}{3} = 3474,8 \text{ mm}^2$$

$$V_s : 523,46 \text{ kN}$$

$$A_{v/s} : \frac{523,46 \times 1000}{400 \times 35} = 2,06 \text{ mm/mm}$$

$$A_{t/s} : \frac{104,73 \times 10^6 \times 2 \times 163482 \times 400}{0,75} = 1,07 \text{ mm/mm}$$

$$A_{vt/s} : 2,06 + 1,07 = 3,13 \text{ mm/mm}$$

$$\text{Jumlah kaki} : 3$$

$$\text{Jarak} : 3 \times \frac{1}{4} \times \frac{22}{7} \times \frac{13^2}{3,13} = 127,5 \text{ mm}$$

$$\text{Jarak pakai} : 100 \text{ mm}$$

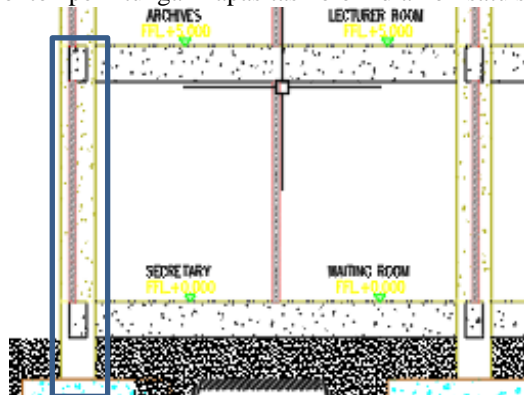
Perhitungan lainnya dapat ditunjukkan pada lampiran.

6.2.3 Kapasitas Elemen Kolom

Perhitungan kapasitas elemen kolom berdasarkan Sub bab 2.7 dan dapat dijelaskan sebagai berikut.

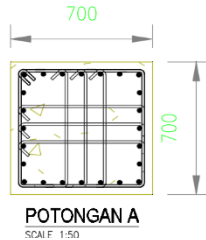
- **Tinjauan Kolom**

Dalam contoh perhitungan kapasitas kolom diambil satu section A



Gambar 6.21 Tinjauan Perhitungan Kolom

Sumber : *Dokumentasi Pribadi*



Gambar 6.23 Detail Kolom

Sumber : *Dokumentasi Pribadi*

Lebar kolom : 700 mm

Tinggi kolom : 700 mm

- **Perhitungan Tulangan Lentur**
- **Diagram Interaksi Kolom 7 Kondisi**

Diketahui :

F_c' : 40 MPa

F_y Lentur : 400 MPa

F_y Geser : 400 MPa

Selimut : 50 mm

d : $700 - \left(50 + 13 + \frac{22}{2}\right) = 626 \text{ mm}$

Jumlah tulangan : 7

A_g : $700 \times 700 = 490000 \text{ mm}^2$

A_{st} : $7 \times \frac{1}{4} \times 3,14 \times 22^2 = 2660,9 \text{ mm}^2$

Kondisi 1 : Aksial Tekan Murni

P_o :

$0,85 \times 40 \times (490000 - 2660,9) + (2660,9 \times 400) = 18608 \text{ kN}$

ϕP_o : $0,65 \times 18608 = 12095 \text{ kN}$

ϕP_n : $0,8 \times 12095 = 9676 \text{ kN}$

Kondisi 2 : $f_s = 0$

a : $0,8 \times 626 = 478,4 \text{ mm}$

C_c : $0,85 \times 40 \times 478,4 \times 700 = 11387 \text{ kN}$

C_s : $2660,9 \times \frac{(400 - 0,85 \times 40)}{1000} = 973,9 \text{ kN}$

T_s : 0 kN

P_n : $11387 + 973,9 - 0 = 12361 \text{ kN}$

ϕP_n : $0,8 \times 12361 = 8035 \text{ kN}$

M_n : 1530 kNm

ϕM_n : $0,65 \times 1530 = 994,6 \text{ kNm}$

Kondisi 3

$$\begin{aligned}
 &: \mathbf{f_s = 0,5 f_y} \\
 a &: 0,8 \times 469,5 = 358,8 \text{ mm} \\
 C_c &: 0,85 \times 40 \times 358,8 \times 700 = 8540 \text{ kN} \\
 C_s &: 2660,9 \times \frac{(400-0,85 \times 40)}{1000} = 973,9 \text{ kN} \\
 T_s &: \frac{2660,9 \times 400}{1000} = 532,2 \text{ kN} \\
 P_n &: 8540 + 973,9 - 532,2 = 8982 \text{ kN} \\
 \emptyset P_n &: 0,8 \times 8982 = 5838 \text{ kN} \\
 M_n &: 1873 \text{ kNm} \\
 \emptyset M_n &: 0,65 \times 1873 = 1217 \text{ kNm}
 \end{aligned}$$

Kondisi 3

$$\begin{aligned}
 &: \mathbf{f_s = 0,5 f_y} \\
 a &: 0,8 \times 469,5 = 358,8 \text{ mm} \\
 C_c &: 0,85 \times 40 \times 358,8 \times 700 = 8540 \text{ kN} \\
 C_s &: 2660,9 \times \frac{(400-0,85 \times 40)}{1000} = 973,9 \text{ kN} \\
 T_s &: \frac{2660,9 \times 200}{1000} = 532,2 \text{ kN} \\
 P_n &: 8540 + 973,9 - 532,2 = 8982 \text{ kN} \\
 \emptyset P_n &: 0,8 \times 8982 = 5838 \text{ kN} \\
 M_n &: 1873 \text{ kNm} \\
 \emptyset M_n &: 0,65 \times 1873 = 1217 \text{ kNm}
 \end{aligned}$$

Kondisi 4

$$\begin{aligned}
 &: \mathbf{f_s = f_y} \\
 a &: 0,8 \times 375,6 = 287,1 \text{ mm} \\
 C_c &: 0,85 \times 40 \times 287,1 \times 700 = 6832 \text{ kN} \\
 C_s &: 2660,9 \times \frac{(400-0,85 \times 40)}{1000} = 973,9 \text{ kN} \\
 T_s &: \frac{2660,9 \times 400}{1000} = 1064 \text{ kN} \\
 P_n &: 6832 + 973,9 - 1064 = 6742 \text{ kN} \\
 \emptyset P_n &: 0,8 \times 6742 = 4382 \text{ kN} \\
 M_n &: 1973 \text{ kNm} \\
 \emptyset M_n &: 0,65 \times 1973 = 1283 \text{ kNm}
 \end{aligned}$$

Kondisi 5

$$\begin{aligned}
 &: \mathbf{f_s = 0,005} \\
 a &: 0,8 \times 234,8 = 179,4 \text{ mm} \\
 C_c &: 0,85 \times 40 \times 179,4 \times 700 = 4270 \text{ kN} \\
 C_s &: 2660,9 \times \frac{(400-0,85 \times 40)}{1000} = 973,9 \text{ kN} \\
 T_s &: \frac{2660,9 \times 400}{1000} = 1064 \text{ kN} \\
 P_n &: 4270 + 973,9 - 1064 = 4180 \text{ kN} \\
 \emptyset P_n &: 0,8 \times 4180 = 2717 \text{ kN} \\
 M_n &: 1674 \text{ kNm} \\
 \emptyset M_n &: 0,65 \times 1674 = 1507 \text{ kNm}
 \end{aligned}$$

Kondisi 6 : Lentur Murni
 a : $0,8 \times 69,36 = 53,01 \text{ mm}$
 C_c : $0,85 \times 40 \times 53,01 \times 700 = 1262 \text{ kN}$
 C_s : $2660,9 \times \frac{(-40,1 - 0,85 \times 40)}{1000} = -197 \text{ kN}$
 T_s : $\frac{2660,9 \times 400}{1000} = 1064 \text{ kN}$
 P_n : 0 kN
 ϕP_n : $0,8 \times 0 = 0 \text{ kN}$
 M_n : $647,5 \text{ kNm}$
 ϕM_n : $0,65 \times 647,5 = 582,7 \text{ kNm}$

Kondisi 7 : Aksial Tarik Murni
 P_{nt} : $2660,9 \times 2 \times 400 = 2129 \text{ kN}$
 ϕP_{nt} : $0,8 \times 2129 = 1916 \text{ kN}$

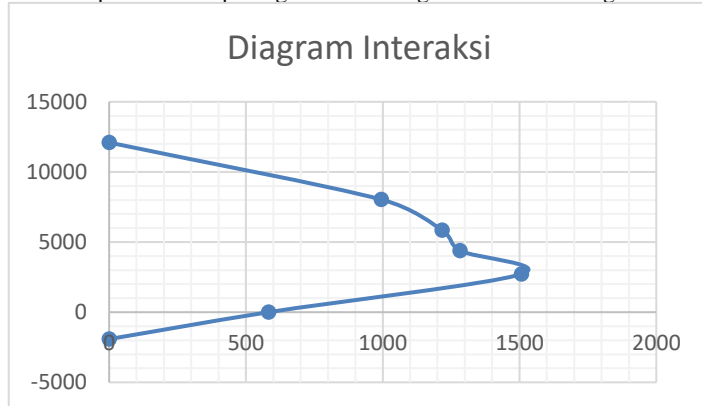
Rekapan 7 kondisi dapat dijelaskan sebagai berikut.

Tabel 6.2 Rekapan 7 Kondisi Kolom

Sumber : *Program ETABS*

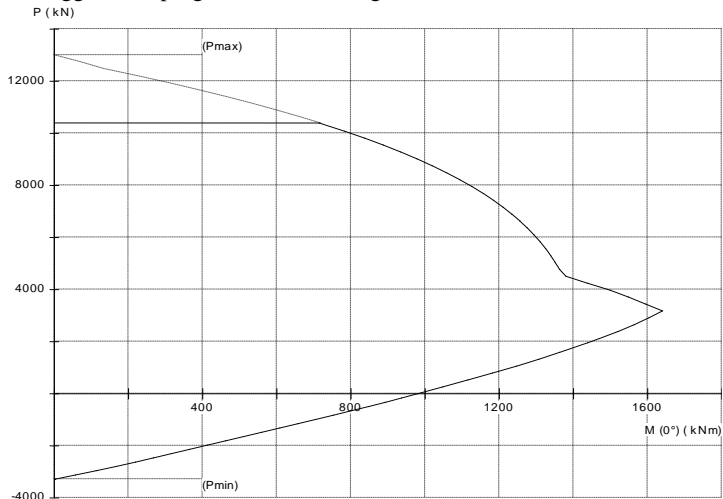
K1 Section A	
ϕP_n	ϕM_n
12095	0
8035	995
5838	1217
4382	1283
2717	1507
0	583
-1916	0

Dari rekapan diatas dapat digambarkan diagram interaksi sebagai berikut.



Gambar 6.25 Diagram Interaksi Manual 7 Kondisi Kolom
 Sumber : *Dokumentasi Pribadi*

Perhitungan 7 kondisi kolom dapat digunakan untuk membandingkan menggunakan program *SPCOL* sebagai berikut.



Gambar 6.29 Diagram Interaksi

Sumber : Program *SPCOL*

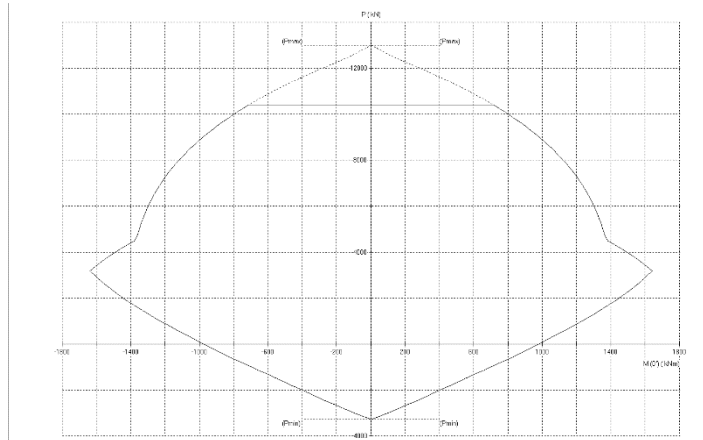
- **Perhitungan Kapasitas Ultimate**
Kapasitas ultimate pada kolom dapat diambil dari ETABS 19 dapat dijelaskan sebagai berikut.

Tabel 6.3 Rekapitan Gaya Dalam Kolom

Sumber : Program *ETABS*

SEC A			
Aksial - Lentur			
CASE	P (kN)	M2 (kN-m)	M3 (kN-m)
P max	-7090.9188	-507.4983	-214.5018
P min	1110.6404	250.9521	145.7178
M2 max	-2799.6084	-968.3604	-215.0927
M2 min	-4260.6924	933.2295	334.144
M3 max	-5009.1307	-252.6972	-811.5805
M3 min	-2876.411	284.303	793.3732

Berdasarkan *SPCOL* maka gaya dalam tersebut dapat dijelaskan sebagai berikut.



Gambar 6.33 Diagram Interaksi
Sumber : Program SPCOL

Factored Loads and Moments with Corresponding Capacities

No	Pu	Mux	Muy	ϕM_{nx}	ϕM_{ny}	$\phi M_n / M_u$
	kN	kNm	kNm	kNm	kNm	
1	7090.00	507.00	214.00	1056.53	445.95	2.084
2	-1110.00	-250.00	-145.00	-612.89	-355.47	2.452
3	2799.00	968.00	215.00	1379.85	306.47	1.425
4	4260.00	-933.00	-334.00	-1168.77	-418.40	1.253
5	5009.00	252.00	811.00	369.48	1189.09	1.466
6	2876.00	-284.00	-793.00	-447.33	-1249.06	1.575

Gambar 6.37 Hasil Rekap Analisa
Sumber : Program SPCOL

Dari tabel diatas menunjukkan bahwa dimensi dan tulangan lentur kolom memenuhi untuk menahan gaya dalam yang sudah ditentukan.

- **Perhitungan Tulangan Geser**
- **Perhitungan Normal Ultimate (N_u)**

Syarat geser pada kolom dapat dijelaskan sebagai berikut.

Diketahui :

P_{terbesar} : 7090 kN

- **Perhitungan Syarat Geser**

Syarat geser pada kolom dapat dijelaskan sebagai berikut.

Diketahui :

$$\phi V_c : 0,75 \times 0,17 \times \left(1 + \frac{7090}{14 \times 490000} \right) \sqrt{40} \times 0,7 \times 0,62$$

$$\begin{aligned}
 & : 494,78 \text{ kN} \\
 V_{c1} & : 0,33 \times \sqrt{40} \times 0,7 \times 0,62 = 923,33 \text{ kN} \\
 V_{c2} & : 0,66 \times \sqrt{40} \times 0,7 \times 0,62 = 1820,37 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

- **Perhitungan Geser Ultimate (V_u)**

Geser ultimate pada kolom dapat dijelaskan sebagai berikut.
Perhitungan melalui kolom atas dan bawah

Kolom Atas

$$M_u : 2100 \text{ kNm}$$

Kolom Bawah

$$M_u : 1700 \text{ kNm}$$

Geser Ultimit

$$V_u : \frac{2100+1700}{3,3} = 1151,52 \text{ kN}$$

Perhitungan melalui ETABS 19

$$V_u : 548,6 \text{ kN}$$

Maka digunakan

$$V_u : 1151,52 \text{ kN}$$

- **Perhitungan Tulangan Geser**

Geser ultimate pada kolom dapat dijelaskan sebagai berikut.

$$S_1 : 397,9 \times 400 \times \frac{626}{(875,65)} = 113,78 \text{ mm}$$

$$S_2 : \frac{626}{4} = 156,5 \text{ mm}$$

$$S_3 : \frac{156,5 \times 400}{0,7 \times 400} = 223,57 \text{ mm}$$

$$S_4 : 300 \text{ mm}$$

$$S_{\text{pakai}} : 100 \text{ mm}$$

6.3 Kapasitas Elemen Struktur Bawah

Dalam perhitungan kapasitas elemen struktur atas berdasarkan Sub bab 2.7 dan bantuan program bantu ETABS 19. Perhitungan kapasitas elemen atas meliputi plat, balok dan kolom sebagai berikut.

6.3.1 Kapasitas Elemen Sloof

Perhitungan kapasitas elemen sloof berdasarkan Sub bab 2.8 dan dapat dijelaskan sebagai berikut.

- **Perhitungan Kapasitas Ultimate**

Kapasitas ultimate pada kolom dapat diambil dari ETABS 19 dapat dijelaskan sebagai berikut.

Tabel 6.4 Rekapian Gaya Dalam SloofSumber : *Program ETABS*

SEC A			
Aksial - Lentur			
CASE	P (kN)	M2 (kN-m)	M3 (kN-m)
P max	457.625308	32.7523234	13.8432628
P min	-71.677193	-16.195649	-9.40416256
M2 max	180.677807	62.4948951	13.8813976
M2 min	274.971513	-60.2276587	-21.5645892
M3 max	323.273337	16.3082722	52.3768198
M3 min	185.634402	-18.3480098	-51.2017787

Tabel diatas berdasarkan perhitungan rumus 97 dengan kapasitas kolom terbesar.

- **Perhitungan Momen Ultimate (M_u)**


Momen ultimate pada balok dapat diambil dari ETABS 19 dapat dijelaskan sebagai berikut.

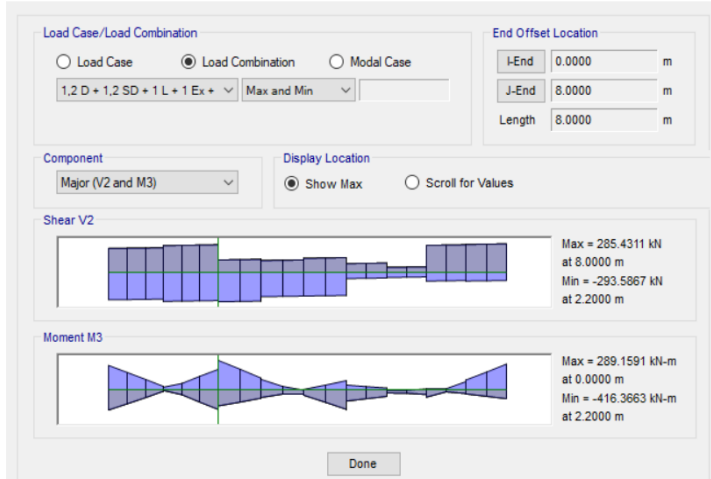
Tumpuan

$$M_u : 416,36 \text{ kNm}$$

Lapangan

$$M_u : 299,1 \text{ kNm}$$

 Diagram for Beam B18 at Story Lantai 1 (TB2-A)

**Gambar 6.41** Output Balok Sloof TB2ASumber : *Program ETABS*

- **Perhitungan Tahanan Penampang (R_n)**

Tahanan penampang pada balok dapat diambil dari ETABS 19 dapat dijelaskan sebagai berikut.

Diketahui :

$$M_{ux} : 416,36 \text{ kNm}$$

$$\emptyset : 0,9$$

$$b : 400 \text{ mm}$$

$$d : 639 \text{ mm}$$

$$R_n : \frac{416,36 \times 10^6}{0,9 \times 400 \times 639^2} = 3,2$$

- **Perhitungan Rasio Tulangan (ρ)**

Rasio tulangan pada balok dapat dijelaskan sebagai berikut.

Diketahui :

$$F_c' : 35 \text{ MPa}$$

$$F_y : 400 \text{ MPa}$$

$$R_n : 3,2$$

$$\rho : 0,85 \times \frac{35}{400} \times \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 3,2}{0,85 \times 35}} \right) = 0,009$$

$$\rho_{\min} : \frac{1,4}{400} = 0,004$$

$$\rho_{\text{pakai}} : 0,016$$

- **Perhitungan Luas Tulangan (A_s)**

Rasio tulangan pada balok dapat dijelaskan sebagai berikut.

Diketahui :

$$A_s \text{ butuh} : 0,009 \times 350 \times 639 = 1920,88 \text{ mm}^2$$

$$A_s \text{ 1 tul} : \frac{1}{4} \times 3,14 \times 22^2 = 379,94 \text{ mm}^2$$

$$n : \frac{1920,88}{379,94} = 6 \text{ buah}$$

$$n_{\text{pakai}} : 6 \text{ buah}$$

- **Perhitungan Tulangan Geser**

- **Perhitungan Syarat Geser**

Syarat geser pada balok dapat dijelaskan sebagai berikut.

Diketahui :

$$\emptyset V_c : 0,75 \times 0,17 \times \sqrt{35} \times 0,35 \times 0,63 = 168,7 \text{ kN}$$

$$V_{c1} : 0,33 \times \sqrt{35} \times 0,35 \times 0,63 = 463,63 \text{ kN}$$

$$V_{c2} : 0,66 \times \sqrt{35} \times 0,35 \times 0,63 = 873,3 \text{ kN}$$

- **Perhitungan Geser Ultimate (V_u)**

Geser ultimate pada balok dapat dijelaskan sebagai berikut.

Tumpuan

$$V_u : 294 \text{ kN}$$

Lapangan

$$V_u : 285 \text{ kN}$$

- **Perhitungan Tulangan Geser**

Geser ultimate pada balok dapat dijelaskan sebagai berikut.

$$S_1 : 157,1 \times 400 \times \frac{639}{(294-191)} = 241,2 \text{ mm}$$

$$S_2 : \frac{639}{2} = 319,5 \text{ mm}$$

$$S_3 : \frac{157,1 \times 400}{0,35 \times 400} = 758,78 \text{ mm}$$

$$S_4 : 600 \text{ mm}$$

$$S_{\text{pakai}} : 200 \text{ mm}$$

- **Perhitungan Tulangan Torsi**

- **Perhitungan Torsi Bahan dan Nominal**

Torsi ultimate pada balok dapat dijelaskan sebagai berikut.

$$T_u : 54,25 \text{ kNm}$$

$$A_{cp} : 700 \times 350 = 245000 \text{ mm}^2$$

$$P_{cp} : 2 \times (700 + 400) = 2100 \text{ mm}$$

$$T_n : 0,75 \times 0,083 \times \sqrt{35} \times \frac{245000^2}{2100 \times 10^6} = 10,52 \text{ kNm}$$

- **Perhitungan Luasan Tulangan Torsi**

Kecukupan penampang pada balok dapat dijelaskan sebagai berikut.

$$A_{oh} : 265 \times 615 = 162975 \text{ mm}^2$$

$$A_o : 0,85 \times 162975 = 138528 \text{ mm}^2$$

$$P_h : 2 \times (265 + 615) = 1760 \text{ mm}$$

$$A_t : \frac{54,25 \times 10^6 \times 2 \times 138528 \times 400 \times 1760 \times \cot 45}{0,75} = 1148,7 \text{ mm}^2$$

- **Perhitungan Tulangan Torsi**

Kecukupan penampang pada balok dapat dijelaskan sebagai berikut.

$$\text{Tulangan atas} : 2282 + \frac{1148,7}{3} = 2303,8 \text{ mm}^2$$

$$\text{Tulangan tengah} : \frac{1148,7}{3} = 382,92 \text{ mm}^2$$

$$\text{Tulangan bawah} : 380,3 + \frac{1148,7}{3} = 1738,4 \text{ mm}^2$$

$$V_s : 166,52 \text{ kN}$$

$$A_{v/s} : \frac{166,52 \times 1000}{400 \times 35} = 0,65 \text{ mm/mm}$$

$$A_{t/s} : \frac{54.25 \times 10^6 \times 2 \times 138528 \times 400}{0,75} = 0,65 \text{ mm/mm}$$

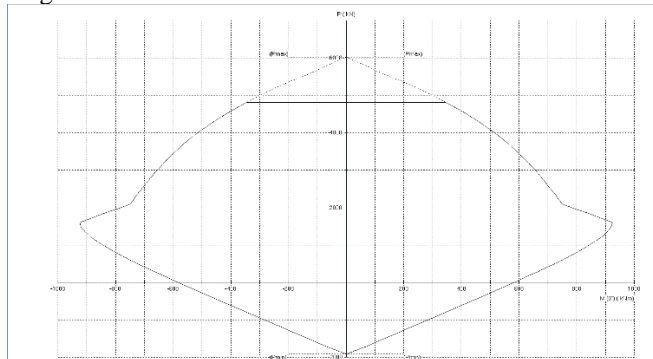
$$A_{vt/s} : 0,65 + 0,65 = 1,3 \text{ mm/mm}$$

$$\text{Jumlah kaki} : 2$$

$$\text{Jarak} : 2 \times \frac{1}{4} \times \frac{22}{7} \times \frac{13^2}{1,3} = 204,1 \text{ mm}$$

$$\text{Jarak pakai} : 200 \text{ mm}$$

Berdasarkan SPCOL maka gaya dalam tersebut dapat dijelaskan sebagai berikut.



Gambar 6.45 Diagram Interaksi Sloof

Sumber : Program SPCOL

Factored Loads and Moments with Corresponding Capacities						
No	Pu	Mux	Muy	ϕM_{nx}	ϕM_{ny}	$\phi M_n / M_u$
	kN	kNm	kNm	kNm	kNm	
1	456.00	32.00	13.00	451.23	183.31	14.101
2	180.00	62.00	13.00	566.00	118.68	9.129
3	-71.00	-16.00	-9.00	-342.07	-192.41	21.379
4	274.00	-60.00	-21.00	-481.67	-168.58	8.028
5	322.00	16.00	52.00	84.21	273.67	5.263
6	185.00	-18.00	-51.00	-92.05	-260.81	5.114

Gambar 6.49 Hasil Rekapian Analisa Sloof

Sumber : Program SPCOL

Dari tabel diatas menunjukkan bahwa dimensi dan tulangan lentur kolom memenuhi untuk menahan gaya dalam yang sudah ditentukan.

6.3.2 Kapasitas Elemen Pondasi

Perhitungan kapasitas elemen pondasi berdasarkan Sub bab 2.8 dan dapat dijelaskan sebagai berikut.

- **Tinjauan Pondasi**

Dalam contoh perhitungan kapasitas pondasi diambil satu contoh yaitu P6

Lebar Pilecap : 3000 mm

Panjang Pilecap : 4500 mm

- **Perhitungan Daya Dukung Tanah**

Daya dukung tanah dapat dijelaskan sebagai berikut.

Tabel 6.5 Rekapitan Daya Dukung Tanah

Sumber : *Dokumentasi Pribadi*

Kedalaman (m)	Tebal Lapisan (m)	Soil Properties			
		Layer	N	N_{av}	$I_p \cdot N_{av}$
1	1	Clay	2	2,0	2,0
3	8	Clay	4	8,8	70,4
5		Clay	6		
7		Clay	9		
9		Clay	10		
11		Clay	15		
13	1	Clay	27	27,0	27,0
15	4	Clay	21	17,3	69,3
17		Clay	21		
19		Clay	10		
21	1	Clay	12	12,0	12,0
23	12	Clay	11	14,7	176,6
25		Clay	13		
27		Clay	12		
29		Clay	13		
31		Clay	15		
33		Clay	18		
35		Clay	21		
37	12	Clay	20	20,4	245,1
39		Clay	22		
41		Clay	20		
43		Clay	22		
45		Clay	21		
47		Clay	19		
49		Clay	19		

- **Menghitung Daya Dukung Tekan**

Diketahui :

D pancang: 0,6 m

Tebal : 0,10 m

Luas Pile : 0,28 m²

Keliling : 1,885 m

W pile : 0,29 t/m

F_c' : 50 MPa

4D : 2,4 m

N1 : 18 (pada kedalaman 33 m)

N2 : 16,5 (rata-rata kedalaman 31-33 m)

N : 17,25 (rata-rata N1 dan N2)

ld : 1,2 m (setengah dari 4D)

q_d/N : 15

q_d : 258,75 t/m²

Q_p : 258,75 × 0,28 = 73 ton

$\sum l_i \cdot N_{av}$: 317,4 t/m

Q_s : 317,4 × 1,885 = 635 ton

Q_u : 73 + 635 = 708 ton

Q_{izin} : $\frac{708}{3} = 236$ ton

- **Menghitung Daya Dukung Pelaksanaan**

Diketahui :

D pancang: 0,6 m

Tebal : 0,10 m

Luas Pile : 0,28 m²

Keliling : 1,885 m

W pile : 0,29 t/m

F_c' : 50 MPa

4D : 2,4 m

N1 : 18 (pada kedalaman 33 m)

N2 : 16,5 (rata-rata kedalaman 31-33 m)

N : 17,25 (rata-rata N1 dan N2)

ld : 1,2 m (setengah dari 4D)

q_d/N : 15

q_d : 258,75 t/m²

Q_p : 258,75 × 0,28 = 73 ton

$\sum l_i \cdot N_{av}$: 317,4 t/m

Q_s : 317,4 × 1,885 = 635 ton

$$Q_u : 73 + 0,5 \times 635 = 616 \text{ ton}$$

$$Q_{izin} : \frac{616}{3} = 212 \text{ ton}$$

- **Menghitung Daya Dukung Tarik**

Diketahui :

$$D \text{ pancang} : 0,6 \text{ m}$$

$$\text{Tebal} : 0,10 \text{ m}$$

$$\text{Luas Pile} : 0,28 \text{ m}^2$$

$$\text{Keliling} : 1,885 \text{ m}$$

$$W \text{ pile} : 0,39 \text{ t/m}$$

$$W \text{ pile} : 0,39 \times 33 = 12,87 \text{ ton}$$

$$F_c' : 50 \text{ MPa}$$

$$\sum I_i \cdot N_{av} : 258,75 \text{ t/m}$$

$$Q_s : 258,75 \times 1,885 = 488 \text{ ton}$$

$$Q_u : 12,87 + 488 = 500,87 \text{ ton}$$

$$Q_{izin} : \frac{500,87}{4} = 125 \text{ ton}$$

- **Menghitung Daya Dukung Lateral**

Diketahui :

$$D \text{ pancang} : 0,6 \text{ m}$$

$$\text{Tebal} : 0,10 \text{ m}$$

$$\text{Luas Pile} : 0,28 \text{ m}^2$$

$$K_v : 3280 \text{ kN/m}$$

$$\text{Elastisitas} : 33234018 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Inersia} : 0,0063 \text{ m}^4$$

$$\beta : \sqrt[4]{\frac{3280 \times 0,6}{4 \times 33234018 \times 0,0063}} = 0,2$$

$$H : \frac{4 \times 33234018 \times 0,0063 \times 0,2^3}{1 + (0,2 \times 1,3)} = 5046 \text{ kN}$$

$$H : 504 \text{ ton}$$

- **Menghitung Konstanta Pegas**

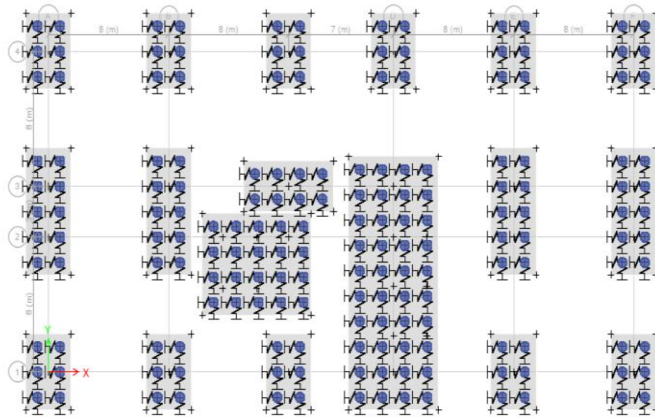
Tabel 6.6 Rekapan Konstanta PegasSumber : *Dokumentasi Pribadi*

Depth	N	Eo	Kho	Nakazawa		Kv	
				Kh			
m		Kg/cm ³	Kg/cm ³	Kg/cm ³	kN/m	Kg/cm	kN/m
1	2	56	3,733	0,520	3058	0	0
2	3	84	5,600	0,779	4587	0	0
3	4	112	7,467	1,039	6116	0	0
4	5	140	9,333	1,299	7645	0	0
5	6	168	11,200	1,559	9174	0	0
6	8	224	14,933	2,078	12232	266240	2612
7	9	252	16,800	2,338	13761	277426	2722
8	9	252	16,800	2,338	13761	285816	2804
9	10	280	18,667	2,598	15290	292342	2868
10	13	364	24,267	3,377	19876	297562	2919
11	15	420	28,000	3,896	22934	301833	2961
12	17	476	31,733	4,416	25992	305393	2996
13	27	756	50,400	7,014	41282	308404	3025
14	23	644	42,933	5,975	35166	310986	3051
15	21	588	39,200	5,455	32108	313223	3073
16	21	588	39,200	5,455	32108	315181	3092
17	21	588	39,200	5,455	32108	316908	3109
18	12	336	22,400	3,117	18347	318444	3124
19	10	280	18,667	2,598	15290	319817	3137
20	11	308	20,533	2,857	16819	321054	3150
21	12	336	22,400	3,117	18347	322172	3161
22	11	308	20,533	2,857	16819	323189	3170
23	11	308	20,533	2,857	16819	324118	3180
24	12	336	22,400	3,117	18347	324969	3188
25	13	364	24,267	3,377	19876	325752	3196
26	11	308	20,533	2,857	16819	326475	3203
27	12	336	22,400	3,117	18347	327144	3209
28	12	336	22,400	3,117	18347	327766	3215
29	13	364	24,267	3,377	19876	328344	3221
30	14	392	26,133	3,637	21405	328884	3226
31	15	420	28,000	3,896	22934	329390	3231
32	17	476	31,733	4,416	25992	329863	3236
33	18	504	33,600	4,676	27521	330308	3240
34	20	560	37,333	5,195	30579	330727	3244
35	21	588	39,200	5,455	32108	331122	3248

Diketahui :

D pancang	: 0,6 m
Luas Pile	: 0,28 m ²
Elastisitas Tiang	: 332340 kg/cm ²
b	: 1,233
E _o	: 28 × NSPT (20) = 560 ton (kedalaman 33 m)
K _h	: 0,2 × 560 × 60 ^{-0,75} = 30579 kg/cm ³
K _v	: $\frac{2827 \times 332340 \times 35}{35 \times 1000} = 330727 \text{ kg/cm}$

- **Permodelan Pondasi**

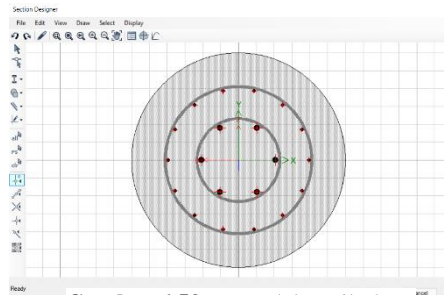


Gambar 6.51 Permodelan Pondasi

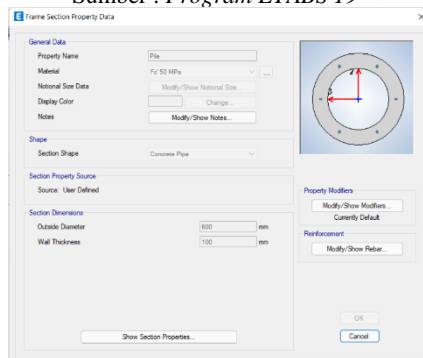
Sumber : *Program ETABS 19*

Dalam permodelan pondasi pada ETABS 19 dibutuhkan parameter diameter dan kedalaman, langkah langkah pada ETABS 19 dapat ditunjukkan sebagai berikut.

1. Klik *Define* dalam toolbars
2. Lalu klik *Section Properties*
3. Lalu klik *Frame Section*
4. Lalu pilih *Add New Property*
5. Lalu gambar pile menggunakan *Section Designer*

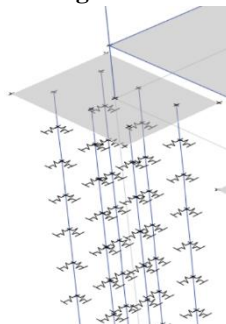


Gambar 6.53 Permodelan Pile 2 m
Sumber : *Program ETABS 19*



Gambar 6.55 Permodelan Pile Dibawah 2 m
Sumber : *Program ETABS 19*

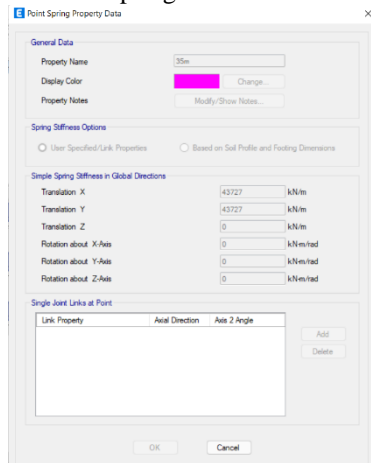
- **Permodelan Kosntanta Pegas**



Gambar 6.56 Permodelan Konstanta Pegas
Sumber : *Program ETABS 19*

Dalam permodelan spring pada ETABS 19 dibutuhkan parameter diameter dan kedalaman, langkah langkah pada ETABS 19 dapat ditunjukkan sebagai berikut.

1. Klik *Define* dalam toolbars
2. Lalu klik *Spring Properties*
3. Lalu klik *Point Springs*
4. Lalu pilih *Add New Property*
5. Lalu tambahkan spring sesuai kedalaman



Gambar 6.57 *Spring Properties*

Sumber : *Program ETABS 19*

- **Perhitungan Scale Factor**

I_e : 1,5 (*berdasarkan Tabel 2.11*)

g : 9,8 m/s²

R : 3 (*SRPMB berdasarkan Tabel 2.17*)

Overstrenght : 3 (*SRPMB berdasarkan Tabel 2.17*)

Skala *Baseshear* :

Skala Faktor : $\frac{1,5 \times 9,8 \times 3 \times 6,2}{3} = 18,75$

- **Rekapan Gaya Pondasi**

P max (tekan) : 236,4 ton

P min (tarik) : 106,9 ton

H max : 66 ton

Momen max : 44,3 kNm

Defleksi tiang : 1,6 cm

- **Perhitungan Tiang Kelompok**

Tiang kelompok dapat dijelaskan sebagai berikut.

Diketahui :

Jarak tiang : 1500 mm

$$\theta : \text{arc tan} \frac{600}{1250} = 18,43$$

n : 4 tiang

m : 2 tiang

$$\text{Efisiensi} : \frac{1-18,43 \times (4-1) \times 2 + (2-1) \times 4}{90 \times 3 \times 3} = 0,71$$

$$\text{Kap 1 tiang} : 0,28 \times 5098 = 1414 \text{ ton}$$

$$\text{Kap tiang kelompok: } 1414 \times 6 \times 0,71 = 6020 \text{ ton}$$

$$\text{Kap izin} : \frac{6020}{2} = 3010 \text{ ton}$$

$$\text{Kap izin 1 tiang} : \frac{3010}{6} = 502 \text{ ton}$$

$$\text{Kap izin 1 tiang} : 238,3 \text{ ton (brosur)}$$

$$\text{Kap momen 1 tiang: } 45 \text{ ton.m (brosur)}$$

- **Kontrol Tiang Pancang**

Persyaratan : kedalaman 35 m

Kontrol Daya Dukung Pile

$$P < P_{izin} : 236,4 < 238,3 \text{ ton (memenuhi)}$$

$$M < M_{izin} : 44,3 < 45 \text{ ton.m (memenuhi)}$$

$$P < Q_{izin} \text{ (cabut)} : 106,9 < 125,15 \text{ ton (memenuhi)}$$

$$H < H_{izin} : 66 < 504 \text{ ton (memenuhi)}$$

Kontrol Pemancangan

$$P > Q_u : 232,7 < 212 \text{ ton (memenuhi)}$$

Kontrol Defleksi

$$\text{Def} < \text{Def}_{izin} : 1,6 < 2,5 \text{ cm (memenuhi)}$$

- **Perhitungan Penulangan Pilecap**

- **Perhitungan Syarat Geser**

Syarat geser pada balok dapat dijelaskan sebagai berikut.

Diketahui :

Sekitar Kolom

$$V_{c1} : \frac{0,17 \times 3 \times \sqrt{50} \times 1214 \times 7656}{1000} = 33518 \text{ kN}$$

$$V_{c2} : 0,083 \times \frac{2 + (40 \times 1214)}{7656} \times \sqrt{50} \times 7656 = 37486 \text{ kN}$$

$$V_{c3} : 0,33 \times \sqrt{50} \times 7656 = 17865 \text{ kN}$$

Sekitar Pancang

$$V_{c1} : \frac{0,17 \times 3 \times \sqrt{50} \times 1214 \times 3114}{1000} = 13633 \text{ kN}$$

$$V_{c2} : 0,083 \times \frac{2+(40 \times 1214)}{7656} \times \sqrt{50} \times 3114 = 32155 \text{ kN}$$

$$V_{c3} : 0,33 \times \sqrt{50} \times 3114 = 7266 \text{ kN}$$

- **Perhitungan Gaya Geser Dua Arah**

Gaya geser dua arah dapat dijelaskan sebagai berikut.

Diketahui :

$$F_c' : 50 \text{ MPa}$$

$$F_y : 400 \text{ MPa}$$

$$\text{Panjang Kolom} : 700 \text{ mm}$$

$$\text{Jumlah Pancang} : 6$$

$$\text{Tebal Pilecap} : 1300 \text{ mm}$$

$$\text{Panjang Pilecap} : 4000 \text{ mm}$$

$$\text{Lebar Pilecap} : 3500 \text{ mm}$$

$$\text{Tinggi Efektif} : 1300 - 75 - \frac{22}{2} = 1214 \text{ mm}$$

$$P_u : 3300 \text{ kN}$$

$$V_u : \frac{3300}{6} = 550,1 \text{ kN}$$

Sekitar Kolom :

$$b_o : 4 \times (1214 + 700) = 7656 \text{ mm}$$

$$\emptyset V_n : 0,75 \times 17865 = 13399 \text{ kN}$$

Kontrol :

$$\emptyset V_n > V_u : 13399 \text{ kN} > 445,87 \text{ kN} \text{ (memenuhi)}$$

Sekitar Pancang :

$$b_o : 2 \times \left(600 + \frac{700}{2} + \frac{1214}{2} \right) = 3214 \text{ mm}$$

$$\emptyset V_n : 0,75 \times 7500 = 5625 \text{ kN}$$

Kontrol :

$$\emptyset V_n > V_u : 5625 \text{ kN} > 445,87 \text{ kN} \text{ (memenuhi)}$$

- **Perhitungan Momen Ultimate (M_u)**

Momen ultimate pada pilecap dapat dijelaskan sebagai berikut.

Pile

$$M_u : \frac{6}{2 \times 1000} \times 550,1 \times \left(1300 - \frac{700}{2} \right) = 1567,7 \text{ kNm}$$

Kolom

$$M_u : 630,26 \text{ kNm}$$

Kontrol :

$$M_{upile} > M_{ukolom} : 1567,7 \text{ kN} > 630,26 \text{ kN} \text{ (memenuhi)}$$

- **Perhitungan Tahanan Penampang (R_n)**

Tahanan penampang pada balok dapat diambil dari ETABS 19 dapat dijelaskan sebagai berikut.

Diketahui :

$$M_{ux} : 1567,7 \text{ kNm}$$

$$\emptyset : 0,9$$

$$b : 4000 \text{ mm}$$

$$d : 1214 \text{ mm}$$

$$R_n : \frac{1567,7 \times 10^6}{0,9 \times 4000 \times 1214^2} = 0,34$$

- **Perhitungan Rasio Tulangan (ρ)**

Rasio tulangan pada balok dapat dijelaskan sebagai berikut.

Diketahui :

$$F_c' : 50 \text{ MPa}$$

$$F_y : 400 \text{ MPa}$$

$$R_n : 0,34$$

$$\rho : 0,85 \times \frac{50}{400} \times \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 0,34}{0,85 \times 50}} \right) = 0,001$$

$$\rho_{\min} : \frac{1,4}{400} = 0,004$$

$$\rho_{\text{pakai}} : 0,004$$

- **Perhitungan Luas Tulangan (A_s)**

Rasio tulangan pada balok dapat dijelaskan sebagai berikut.

Diketahui :

$$A_s \text{ butuh} : 0,004 \times 4000 \times 1214 = 4249 \text{ mm}^2$$

$$A_s \text{ 1 tul} : \frac{1}{4} \times 3,14 \times 22^2 = 379,94 \text{ mm}^2$$

$$n : \frac{4249}{379,94} = 15 \text{ buah}$$

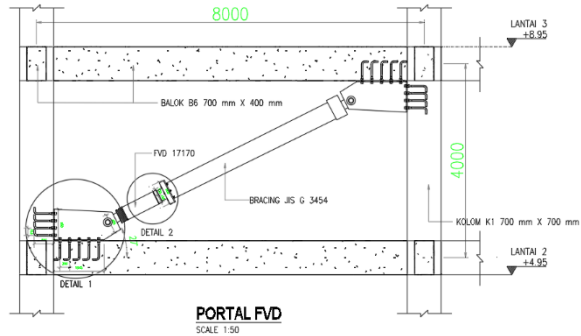
$$n_{\text{pakai}} : 15 \text{ buah}$$

$$\text{Jarak} : \frac{4000}{15} = 266 \text{ mm}$$

$$\text{Jarak pakai: } 200 \text{ mm}$$

6.4 Sambungan

Perhitungan sambungan berdasarkan Sub bab 2.3.3 dan dapat dijelaskan sebagai berikut.



Gambar 6.58 Portal FVD

Sumber : *Dokumentasi Pribadi*



Gambar 6.59 Detail Bracing

Sumber : *Dokumentasi Pribadi*

- **Perencanaan Bracing**

Perencanaan bracing dapat dijelaskan sebagai berikut.

Diketahui	:
P_u	: 1451.39 kN (ETABS 19)
$P_u \cos \alpha$: $1451,39 \times \cos 27 = 1298,16 \text{ kN}$
$P_u \sin \alpha$: $1451,39 \times \sin 27 = 649,08 \text{ kN}$
F_y	: 400 MPa
Jenis profil	: JS G 3454
Diameter	: 355,6 mm
Diameter dalam	: 339,8 mm
Tebal	: 7,9 mm

Luas profil : 99315 mm²
 Panjang profil : 5657 mm
 r : 119,2 mm

- **Pengecekan baja terhadap Tarik**

Rasio kelangsingan

Diketahui :
 k : 0,5 (sendi-sendi)
 L : 5657 mm
 kL/r : $\frac{0,5 \times 5657}{119,2} = 24$
 Kontrol : 24 < 200 (*memenuhi*)

Pada penampang bruto

Diketahui :
 F_u : 500 MPa
 U : 1
 A_n : 8629,4 mm²
 A_e : 8629,4 mm²
 P_n : $\frac{(500 \times 8629,4)}{1000} = 4315 \text{ kN}$
 ØP_n : 0,9 × 4315 = 3883,2 kN

Pada penampang netto

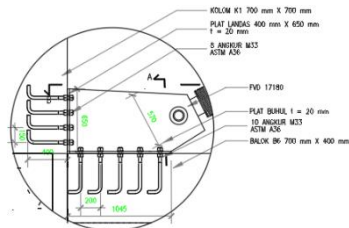
Diketahui :
 F_y : 400 MPa
 A_g : 8629,4 mm²
 P_n : $\frac{(400 \times 8629,4)}{1000} = 3452 \text{ kN}$
 ØP_n : 0,9 × 3452 = 3106,6 kN
 Kontrol :
 ØP_n > P_u : 3106,6 kN > 1451,39 kN (*memenuhi*)

- **Pengecekan baja terhadap Tarik**

Rasio kelangsingan

Diketahui :
 L : 5657 mm
 l/r : $\frac{5657}{119,22} = 47$
 E : 200000 MPa
 F_y : 400 MPa
 Kontrol 1 : $4,71 \times \sqrt{\frac{200000}{400}} = 105$
 Kontrol : 78 < 105 (*memenuhi*)

$$\begin{aligned}
 F_e &: \frac{200000 \times 3,14^2}{\left(\frac{5657}{119,22}\right)^2} = 876 \text{ MPa} \\
 P_n &: 876 \times 8629,4 = 7563 \text{ kN} \\
 \phi P_n &: 0,9 \times 7563 = 6807 \text{ kN} \\
 \text{Kontrol} &: \\
 \phi P_n > P_u &: 6807 \text{ kN} > 1451,39 \text{ kN (memenuhi)}
 \end{aligned}$$



DETAIL 1

SCALE 1:30

Gambar 6.60 Detail Sambungan

Sumber : *Dokumentasi Pribadi*

6.4.1 Sambungan Plat Buhul

- **Perencanaan Kekuatan Plat**

Perencanaan kekuatan plat dapat dijelaskan sebagai berikut.

Kuat Geser Leleh Plat

$$\begin{aligned}
 \text{Diketahui} &: \\
 F_{yp} &: 450 \text{ MPa} \\
 A_g &: 2 \times 450 \times 20 = 18000 \text{ mm} \\
 R_n &: 450 \times 18000 = 8100000 \text{ N} \\
 \phi R_n &: \frac{0,8 \times 2700000}{1000} = 6480 \text{ kN} \\
 \text{Kontrol} &: \\
 \phi R_n > R_u &: 6480 \text{ kN} > 1451,39 \text{ kN (memenuhi)}
 \end{aligned}$$

Kuat Geser Fraktur Plat

$$\begin{aligned}
 \text{Diketahui} &: \\
 F_{up} &: 500 \text{ MPa} \\
 A_g &: 2 \times 450 \times 20 = 18000 \text{ mm} \\
 R_n &: 500 \times 18000 = 9000000 \text{ N} \\
 \phi R_n &: \frac{0,8 \times 9000000}{1000} = 7200 \text{ kN} \\
 \text{Kontrol} &: \\
 \phi R_n > R_u &: 7200 \text{ kN} > 1451,39 \text{ kN (memenuhi)}
 \end{aligned}$$

6.4.2 Sambungan Plat Buhul dan Plat Landas

- **Perencanaan Kekuatan Plat buhul**

Perencanaan kekuatan plat buhul dapat dijelaskan sebagai berikut.

- **Perencanaan Plat Buhul**

Perencanaan plat buhul dapat dijelaskan sebagai berikut.

Diketahui	:
Lebar plat	: 650 mm
Panjang plat	: 1045 mm
Tebal plat	: 20 mm
F_{yp}	: 450 MPa
F_{up}	: 500 MPa

- **Kuat Geser Leleh Plat Buhul**

Diketahui	:
F_{yp}	: 450 MPa
A_g	: $650 \times 20 = 13000 \text{ mm}$
R_n	: $450 \times 13000 = 5850000 \text{ N}$
ϕR_n	: $\frac{0,8 \times 5850000}{1000} = 4680 \text{ kN}$
Kontrol	:
$\phi R_n > R_u$: $4680 \text{ kN} > 1451,39 \text{ kN}$ (<i>memenuhi</i>)

- **Kuat Geser Fraktur Plat Buhul**

Diketahui	:
F_{up}	: 500 MPa
A_e	: $13000 - (33 \times 20) = 14680 \text{ mm}$
R_n	: $500 \times 14680 = 7340000 \text{ N}$
ϕR_n	: $\frac{0,8 \times 7340000}{1000} = 6606 \text{ kN}$
Kontrol	:
$\phi R_n > R_u$: $6606 \text{ kN} > 1451,39 \text{ kN}$ (<i>memenuhi</i>)

- **Perencanaan Las Plat Buhul ke Plat Landas**

Perencanaan las plat ke plat sambung dapat dijelaskan sebagai berikut.

Diketahui	:
Tipe Las	: F-exx
F_{yl}	: 500 MPa
F_{ul}	: 550 MPa
F_w	: $0,6 \times 500 = 300 \text{ MPa}$
I_w	: 650 mm
Tebal las	: 20 mm

$$\begin{aligned}
 \text{Luasan Las} &: \frac{650 \times 20}{\sqrt{2}} = 9192,38 \text{ mm}^2 \\
 R_n &: 300 \times 9192,38 = 2757716,45 \text{ N} \\
 \emptyset R_n &: \frac{0,8 \times 2757716,45}{1000} = 2206,17 \text{ kN} \\
 \text{Kontrol} &: \\
 \emptyset R_n > R_u &: 2206,17 \text{ kN} > 1451,39 \text{ kN (memenuhi)}
 \end{aligned}$$

- **Perencanaan Plat Landas Kolom**

Perencanaan plat landas dapat dijelaskan sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 \text{Diketahui} &: \\
 \text{Lebar plat} &: 650 \text{ mm} \\
 \text{Panjang plat} &: 400 \text{ mm} \\
 F_c &: 40 \text{ MPa} \\
 F_{yp} &: 450 \text{ MPa} \\
 F_{pmax} &: 0,65 \times 0,85 \times 40 = 22,1 \text{ MPa} \\
 F_p &: \frac{649 \times 1000}{650 \times 400} = 2 \text{ MPa} \\
 \text{Kontrol} &: \\
 F_{pmax} > F_p &: 22,1 \text{ MPa} > 2 \text{ MPa (memenuhi)} \\
 m &: \frac{650 - (0,9 \times 650)}{2} = 32,5 \\
 M_{pl} &: 0,5 \times 2 \times 32,5^2 = 1318 \text{ mm/mm} \\
 \text{Tebal Min} &: \sqrt{\frac{4 \times M_{pl}}{0,9 \times 450}} = 4 \text{ mm} \\
 \text{Tebal Pakai} &: 25 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

- **Perencanaan Kekuatan Angkur ke Plat Landas**

Perencanaan kekuatan angkur dapat dijelaskan sebagai berikut.

- **Perencanaan Kuat Tarik Angkur**

$$\begin{aligned}
 \text{Diketahui} &: \\
 \text{Tipe angkur} &: \text{A-36} \\
 F_{ya} &: 250 \text{ MPa} \\
 F_{ua} &: 400 \text{ MPa} \\
 \text{Jumlah angkur} &: 8 \text{ buah} \\
 \text{Jenis angkur} &: \text{M-30} \\
 \text{Jarak horizontal angkur} &: 150 \text{ mm} \\
 \text{Jarak vertikal angkur} &: 150 \text{ mm} \\
 \text{Jarak tepi kolom} &: 90 \text{ mm} \\
 \text{Lebar plat landas} &: 400 \text{ mm} \\
 \text{Panjang plat} &: 650 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Diameter	: 30 mm
Lubang angkur	: 33 mm
Diameter lebih	: 38 mm
Panjang tanam	: 400 mm
Luasan angkur	: $\frac{1}{4} \times 3,14 \times 30^2 = 706,85 \text{ mm}^2$

- **Kuat Tarik Angkur**

Diketahui	:
P	: 2,5 mm/ulir
nt	: $\frac{1}{2,5} = 0,4 \text{ ulir/mm}$
A_{sen}	: $\frac{\pi}{4} \times (33 - 0,9382 \times 0,4)^2 = 835 \text{ mm}^2$
$\emptyset N_{sa}$: $0,75 \times 835,95 \times 400 = 250786,83 \text{ N}$
$\emptyset N_{sa}$: $\frac{8 \times 250786,83}{1000} = 2006,29 \text{ kN}$
Kontrol	:
$\emptyset N_{sa} > N_u$: $2006,29 \text{ kN} > 1298,17 \text{ kN}$ (<i>memenuhi</i>)

- **Kuat Jebol Tarik Angkur**

Diketahui	:
C_{a1}	: $\frac{650-150}{2} = 250 \text{ mm}$
A_{nc}	:
$(2 \times 1,5 \times 400 + 3 \times 150) \times (2 \times 250 + 150)$	= 1072500 mm^2
A_{nco}	: $9 \times 400^2 = 1440000 \text{ mm}^2$
Rasio	: $\frac{1072500}{1440000} = 0,74$
ψ_{ed}	: $0,7 + \left(0,3 \times \frac{250}{600}\right) = 0,825$
ψ_{cN}	: 1,25
ψ_{cpN}	: 1
ψ_{ecN}	: 1
λ_a	: 1
N_b	: $8 \times 1 \times \sqrt{40} \times 400^{5/3} = 2699492 \text{ N}$
N_{cb}	: $0,825 \times 1 \times 1 \times 1 \times 2699492 = 2699492 \text{ N}$
$\emptyset N_{cb}$: $\frac{0,75 \times 2699492}{1000} = 1555,04 \text{ kN}$
Kontrol	:
$\emptyset N_{cb} > N_u$: $1555,04 \text{ kN} > 1298,17 \text{ kN}$ (<i>memenuhi</i>)

- **Kuat Cabut Angkur**

Diketahui	:
e_h	: $4,5 \times 33 = 148,5 \text{ mm}$
ψ_{cp}	: 1,4

$$\begin{aligned}
 N_p &: 0,9 \times 40 \times 148,5 \times 33 = 176418 \text{ N} \\
 \emptyset N_p &: 0,75 \times 1,4 \times 176418 = 185238,9 \text{ N} \\
 \emptyset N_{sa} &: \frac{8 \times 185238,9}{1000} = 1481,91 \text{ kN} \\
 \text{Kontrol} &: \\
 \emptyset N_{sa} > N_u &: 1481,91 \text{ kN} > 1341,6 \text{ kN (memenuhi)}
 \end{aligned}$$

- **Kuat Tarik Ambrol Angkur**

$$\begin{aligned}
 \text{Diketahui} &: \\
 A_{brg} &: 0,25 \times 33^2 = 855,2 \text{ mm} \\
 N_{sb} &: 160 \times 250 \times \sqrt{855,2 \times \sqrt{40}} = 7398588 \text{ N} \\
 N_{sbg} &: \left(1 + \frac{150}{6 \times 250}\right) \times 7398588 = 8138477 \text{ N} \\
 \emptyset N_{sbg} &: 0,75 \times \frac{8138477}{1000} = 6103,8 \text{ kN} \\
 \text{Kontrol} &: \\
 \emptyset N_{sbg} > N_u &: 6103,3 \text{ kN} > 1341,6 \text{ kN (memenuhi)}
 \end{aligned}$$

- **Kuat Geser Angkur**

$$\begin{aligned}
 \text{Diketahui} &: \\
 A_{sen} &: 835 \text{ mm} \\
 A_{sev} &: 835 \text{ mm} \\
 V_{sa} &: 0,6 \times 835 \times 500 \times 0,65 = 250786,8 \text{ N} \\
 \emptyset V_{sa} &: \frac{8 \times 250786,8}{1000} = 1304,092 \text{ kN} \\
 \text{Kontrol} &: \\
 \emptyset V_{sa} > V_u &: 1304,09 \text{ kN} > 649,08 \text{ kN (memenuhi)}
 \end{aligned}$$

- **Kuat Jebol Geser Angkur**

$$\begin{aligned}
 \text{Diketahui} &: \\
 C_{a1} &: \frac{650-150}{2} = 250 \text{ mm} \\
 A_{vc} &: (2 \times 250 + 150) \times (1,5 \times 250) = 243750 \text{ mm}^2 \\
 A_{vco} &: 4,5 \times 250^2 = 281250 \text{ mm}^2 \\
 \text{Rasio} &: \frac{243750}{281250} = 0,86 \\
 \psi_{ed} &: 1 \\
 \psi_{cV} &: 1,4 \\
 \psi_{hV} &: 1 \\
 \psi_{ecV} &: 1 \\
 L_e &: 8 \times 33 = 264 \text{ mm} \\
 V_b &: 0,6 \times \left(\frac{264}{33}\right)^{0,2} \times \sqrt{30} \times \sqrt{40} \times 250^{1,5} = 130606,9 \text{ N} \\
 V_{cb} &: 0,85 \times 1,4 \times 1 \times 1 \times 130606,9 = 158469,7 \text{ N}
 \end{aligned}$$

$$\emptyset V_{cb} : \frac{0,75 \times 158469,7 \times 8}{1000} = 950,81 \text{ kN}$$

Kontrol :

$$\emptyset V_{cb} > V_u : 950,81 \text{ kN} > 649,08 \text{ kN (memenuhi)}$$

- **Kuat Rimpal Geser Angkur**

Diketahui :

K_{cp} : 2

N_{cpg} : 1555042 N

V_{cp} : $2 \times 1555042 = 3110084 \text{ N}$

$$\emptyset V_{cp} : \frac{0,75 \times 3110084}{1000} = 2332,56 \text{ kN}$$

Kontrol :

$$\emptyset V_{cp} > V_u : 2332,56 \text{ kN} > 649,08 \text{ kN (memenuhi)}$$

- **Perencanaan Plat Landas Balok**

Perencanaan plat landas dapat dijelaskan sebagai berikut.

Diketahui :

Lebar plat : 1045 mm

Panjang plat : 400 mm

F_c : 40 MPa

F_{yp} : 450 MPa

F_{pmax} : $0,65 \times 0,85 \times 40 = 22,1 \text{ MPa}$

$$F_p : \frac{1298 \times 1000}{1045 \times 400} = 3 \text{ MPa}$$

Kontrol :

$F_{pmax} > F_p$: $22,1 \text{ MPa} > 3 \text{ MPa (memenuhi)}$

$$m : \frac{10450 - (0,9 \times 1045)}{2} = 52,25$$

M_{pl} : $0,5 \times 2 \times 52,25^2 = 4239 \text{ mm/mm}$

$$\text{Tebal Min} : \sqrt{\frac{4 \times M_{pl}}{0,9 \times 450}} = 6 \text{ mm}$$

Tebal Pakai : 25 mm

- **Perencanaan Kekuatan Angkur ke Plat Landas**

Perencanaan kekuatan angkur dapat dijelaskan sebagai berikut.

- **Perencanaan Kuat Tarik Angkur**

Diketahui :

Tipe angkur : A-36

F_{ya} : 250 MPa

F_{ua} : 400 MPa

Jumlah angkur : 10 buah

Jenis angkur : M-30

Jarak horizontal angkur	: 200 mm
Jarak vertikal angkur	: 200 mm
Jarak tepi kolom	: 90 mm
Lebar plat landas	: 400 mm
Panjang plat	: 1045 mm
Diameter	: 30 mm
Lubang angkur	: 33 mm
Diameter lebih	: 38 mm
Panjang tanam	: 400 mm
Luasan angkur	: $\frac{1}{4} \times 3,14 \times 30^2 = 706,85 \text{ mm}^2$

- **Kuat Tarik Angkur**

Diketahui	:
P	: 2,5 mm/ulir
nt	: $\frac{1}{2,5} = 0,4 \text{ ulir/mm}$
A _{sen}	: $\frac{\pi}{4} \times (33 - 0,9382 \times 0,4)^2 = 835 \text{ mm}^2$
$\emptyset N_{sa}$: $0,75 \times 835,95 \times 400 = 250786,83 \text{ N}$
$\emptyset N_{sa}$: $\frac{10 \times 250786,83}{1000} = 2507,86 \text{ kN}$
Kontrol	:
$\emptyset N_{sa} > N_u$: 2507,86 kN > 649,08 kN (<i>memenuhi</i>)

- **Kuat Jebol Tarik Angkur**

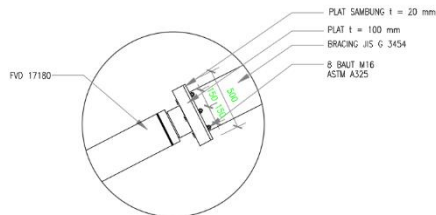
Diketahui	:
C _{a1}	: $\frac{1045-200}{2} = 422,5 \text{ mm}$
A _{nc}	:
	: $(2 \times 1,5 \times 400 + 3 \times 200) \times (2 \times 422,5 + 200) = 1881000 \text{ mm}^2$
A _{nc0}	: $9 \times 400^2 = 1440000 \text{ mm}^2$
Rasio	: $\frac{1881000}{1440000} = 1,30$
ψ_{ed}	: $0,7 + \left(0,3 \times \frac{422,5}{600}\right) = 0,911$
ψ_{cN}	: 1,25
ψ_{cpN}	: 1
ψ_{ecN}	: 1
λa	: 1
N _b	: $10 \times 1 \times \sqrt{40} \times 400^{5/3} = 2699492 \text{ N}$
N _{cb}	: $0,911 \times 1 \times 1 \times 1 \times 2699492 = 2699492 \text{ N}$
$\emptyset N_{cb}$: $\frac{0,75 \times 2699492}{1000} = 3012,43 \text{ kN}$

- Kontrol :
 $\emptyset N_{cb} > N_u$: 3012,43 kN > 649,08 kN (*memenuhi*)
- **Kuat Cabut Angkur**
 Diketahui :
 e_h : $4,5 \times 33 = 148,5 \text{ mm}$
 ψ_{cp} : 1,4
 N_p : $0,9 \times 40 \times 148,5 \times 33 = 176418 \text{ N}$
 $\emptyset N_p$: $0,75 \times 1,4 \times 176418 = 185238,9 \text{ N}$
 $\emptyset N_{sa}$: $\frac{10 \times 185238,9}{1000} = 1852,38 \text{ kN}$
 Kontrol :
 $\emptyset N_{sa} > N_u$: 1852,38 kN > 649,08 kN (*memenuhi*)
 - **Kuat Tarik Ambrol Angkur**
 Diketahui :
 A_{brg} : $0,25 \times 33^2 = 855,2 \text{ mm}$
 N_{sb} : $160 \times 422,5 \times \sqrt{855,2} \times \sqrt{40} = 12503614 \text{ N}$
 N_{sbg} : $\left(1 + \frac{200}{6 \times 422,5}\right) \times 12503614 = 13490093 \text{ N}$
 $\emptyset N_{sbg}$: $0,75 \times \frac{13490093}{1000} = 10117,57 \text{ kN}$
 Kontrol :
 $\emptyset N_{sbg} > N_u$: 10117,57 kN > 649,08 kN (*memenuhi*)
 - **Kuat Geser Angkur**
 Diketahui :
 A_{sen} : 835 mm
 A_{sev} : 835 mm
 V_{sa} : $0,6 \times 835 \times 500 \times 0,65 = 250786,8 \text{ N}$
 $\emptyset V_{sa}$: $\frac{0,65 \times 10 \times 250786,8}{1000} = 1630,11 \text{ kN}$
 Kontrol :
 $\emptyset V_{sa} > V_u$: 1630,11 kN > 1298,17 kN (*memenuhi*)
 - **Kuat Jebol Geser Angkur**
 Diketahui :
 C_{a1} : $\frac{1045 - 200}{2} = 422,5 \text{ mm}$
 A_{vc} : $(2 \times 422,5 + 200) \times (1,5 \times 422,5) = 662268,8 \text{ mm}^2$
 A_{vco} : $4,5 \times 422,5^2 = 803278,1 \text{ mm}^2$
 Rasio : $\frac{662268,8}{803278,1} = 0,82$
 ψ_{ed} : 1
 ψ_{cv} : 1,4

$$\begin{aligned} \psi_{hV} &: 1 \\ \psi_{ecV} &: 1 \\ L_e &: 8 \times 33 = 264 \text{ mm} \\ V_b &: 0,6 \times \left(\frac{264}{33}\right)^{0,2} \times \sqrt{30} \times \sqrt{40} \times 422,5^{1,5} = 286943,4 \text{ N} \\ V_{cb} &: 0,85 \times 1,4 \times 1 \times 1 \times 286943,4 = 331201,8 \text{ N} \\ \emptyset V_{cb} &: \frac{0,75 \times 331201,8 \times 10}{1000} = 2484,01 \text{ kN} \\ \text{Kontrol} &: \\ \emptyset V_{cb} > V_u &: 2484,01 \text{ kN} > 1298,17 \text{ kN (memenuhi)} \end{aligned}$$

• **Kuat Rempal Geser Angkur**

$$\begin{aligned} \text{Diketahui} &: \\ K_{cp} &: 2 \\ N_{cpg} &: 3012432 \text{ N} \\ V_{cp} &: 2 \times 3012432 = 6024863 \text{ N} \\ \emptyset V_{cp} &: \frac{0,75 \times 6024863}{1000} = 4518,64 \text{ kN} \\ \text{Kontrol} &: \\ \emptyset V_{cp} > V_u &: 4518,64 \text{ kN} > 1298,17 \text{ kN (memenuhi)} \end{aligned}$$



DETAIL 2

SCALE 1:30

Gambar 6.61 Detail Sambungan FVD dan Bracing

Sumber : *Dokumentasi Pribadi*

6.4.3 Sambungan FVD dan Bracing

Perencanaan FVD dan Bracing dapat dijelaskan sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \text{Diketahui} &: \\ \text{Diameter} &: 355,6 \text{ mm} \\ \text{Diameter dalam} &: 339,8 \text{ mm} \\ \text{Tebal} &: 7,9 \text{ mm} \end{aligned}$$

Jenis baut : M16
 Jarak baut ke tepi : 50 mm
 Kuat las : 500 MPa
 Kuat leleh plat : 240 MPa
 Kuat tarik baut : 400 MPa
 P_u : 1451,39 MPa

- **Perencanaan Plat Sambung**

Diketahui :

r_1 : $\frac{355,6}{2} + 2 \times 50 = 277,8 \text{ mm}$
 r_2 : $\frac{355,6}{2} + 50 = 227,8 \text{ mm}$
 r_3 : $\frac{355,6 - 7,9}{2} = 173,85 \text{ mm}$
 k_1 : $\ln \frac{173,85}{227,8} = 0,27$
 k_3 : $0,27 + 2 = 2,27$
 f_3 : $\frac{1}{2 \times 0,27} \times (2,27 + \sqrt{2,27^2 - 4 \times 0,27}) = 7,93$
 Tebal minimum : $\sqrt{\frac{2 \times 1451,39}{0,9 \times 240 \times 3,14 \times 4,5}} = 0,7 \text{ mm}$
 Tebal pakai : 20 mm

- **Perencanaan Baut**

Diketahui :

n butuh : $\frac{1500}{400} \times \left(1 - \frac{1}{4,5} + \frac{1}{4,5 \times \ln \frac{277,8}{227,8}} \right) = 5,47 \text{ buah}$
 n pakai : 8 buah

- **Perencanaan Las**

Diketahui :

Tebal minimum : $\frac{1500 \times \sqrt{2}}{0,6 \times 500 \times 3,14 \times 355,6} = 0,01 \text{ mm}$
 Tebal pakai : 1 mm

6.5 Perbandingan Kebutuhan Tulangan

Kebutuhan tulangan ditentukan untuk menentukan berapa banyak tulangan yang dipakai. Tulangan yang terpakai antara eksisting dan modifikasi *fluid viscous damper*. Penentuan kebutuhan tulangan eksisting menggunakan program ETABS 19 dan dapat dijelaskan sebagai berikut. Penentuan kebutuhan tulangan eksisting menggunakan program ETABS 19.

- **Kebutuhan Tulangan**

Untuk Penampang Balok Lentur

Tabel 6.7 Kebutuhan Tulangan Lentur Balok

Sumber : *Dokumentasi Pribadi*

No	Nama Balok	SRPMB + FVD		SRPMK	
		A _s Butuh		A _s Butuh	
		Tump	Lap	Tump	Lap
		mm ²	mm ²	mm ²	mm ²
1	B0	119,88	92,32	51,00	50,00
2	B1	1791,07	1633,68	1054,00	868,00
3	B3	3857,06	3768,15	2650,00	2522,00
4	B4	2754,32	2490,49	2031,00	910,00
5	B5	3187,66	1623,77	2362,00	1218,00
6	B6	4867,49	3783,68	2945,00	2680,00
7	B7	4014,21	3750,29	1752,00	1628,00
8	B7A	1143,96	607,53	851,00	770,00

Tabel 6.8 Tulangan Lentur Balok Pasang

Sumber : *Dokumentasi Pribadi*

No	Nama Balok	SRPMB + FVD		SRPMK	
		A _s Pasang		A _s Pasang	
		Tump	Lap	Tump	Lap
		mm ²	mm ²	mm ²	mm ²
1	B0	265,46	265,46	265,46	265,46
2	B1	1900,66	1900,66	603,19	603,19
3	B3	4181,46	3801,33	3041,06	1900,66
4	B4	3041,06	2660,93	3421,19	3421,19
5	B5	3421,19	1900,66	3801,33	2280,80
6	B6	4941,73	3801,33	3421,19	1900,66
7	B7	4181,46	3801,33	1134,11	1134,11
8	B7A	1520,53	760,27	1134,11	1134,11

Pengecekan tulangan butuh eksisting dan pakai dapat ditunjukkan sebagai berikut.

Tabel 6.9 Kontrol Kebutuhan Tulangan Lentur

Sumber : *Dokumentasi Pribadi*

No	Nama Balok	SRPMK		SRPMK		Kontrol	
		A _s Butuh		A _s Pasang			
		Tump mm ²	Lap mm ²	Tump mm ²	Lap mm ²		
1	B0	51,00	50,00	265,46	265,46	OK	OK
2	B1	1054,00	868,00	603,19	603,19	NOT OK	NOT OK
3	B3	2650,00	2522,00	3041,06	1900,66	OK	NOT OK
4	B4	2031,00	910,00	3421,19	3421,19	OK	OK
5	B5	2362,00	1218,00	3801,33	2280,80	OK	OK
6	B6	2945,00	2680,00	3421,19	1900,66	OK	NOT OK
7	B7	1752,00	1628,00	1134,11	1134,11	NOT OK	NOT OK
8	B7A	851,00	770,00	1134,11	1134,11	OK	OK

Untuk Penampang Balok Geser

Tabel 6.10 Kebutuhan Tulangan Geser Balok

Sumber : *Dokumentasi Pribadi*

No	Nama Balok	SRPMB + FVD		SRPMK	
		A _s Butuh		A _s Butuh	
		Tump mm ² /mm	Lap mm ² /mm	Tump mm ² /mm	Lap mm ² /mm
1	B0	0,00	0,00	0,00	0,00
2	B1	0,82	0,54	0,70	0,60
3	B3	2,04	1,75	2,18	1,69
4	B4	1,43	1,42	2,68	2,66
5	B5	0,59	0,55	1,57	0,44
6	B6	2,36	2,30	2,80	2,08
7	B7	1,50	1,40	3,22	3,22
8	B7A	0,00	0,00	0,00	0,00

Tabel 6.11 Tulangan Lentur Balok Pasang

Sumber : *Dokumentasi Pribadi*

No	Nama Balok	SRPMB + FVD		SRPMK	
		A _s Pasang		A _s Pasang	
		Tump mm ² /mm	Lap mm ² /mm	Tump mm ² /mm	Lap mm ² /mm
1	B0	1,57	0,79	1,57	1,57
2	B1	2,65	1,33	1,57	1,57
3	B3	2,65	1,77	1,57	0,79
4	B4	2,65	1,77	2,36	1,18
5	B5	2,65	1,33	1,57	1,05
6	B6	3,98	2,65	1,57	1,05
7	B7	2,65	1,77	1,57	1,05
8	B7A	2,65	1,33	1,57	1,57

Tabel 6.12 Kontrol Kebutuhan Tulangan GeserSumber : *Dokumentasi Pribadi*

No	Nama Balok	SRPMK		SRPMK		Kontrol	
		A _s Butuh		A _s Pasang			
		Tump mm ² /mm	Lap mm ² /mm	Tump mm ² /mm	Lap mm ² /mm	Tump	Lap
1	B0	0,00	0,00	1,57	1,57	OK	OK
2	B1	0,70	0,60	1,57	1,57	OK	OK
3	B3	2,18	1,69	1,57	0,79	NOT OK	NOT OK
4	B4	2,68	2,66	2,36	1,18	NOT OK	NOT OK
5	B5	1,57	0,44	1,57	1,05	OK	OK
6	B6	2,80	2,08	1,57	1,05	NOT OK	NOT OK
7	B7	3,22	3,22	1,57	1,05	NOT OK	NOT OK
8	B7A	0,00	0,00	1,57	1,57	OK	OK

Untuk Penampang Kolom

Tabel 6.13 Kontrol Pasang Tulangan LenturSumber : *Dokumentasi Pribadi*

No	Nama Kolom	SRPMB + FVD		SRPMK
		A _s Pasang		A _s Pasang
		mm ²		mm ²
1	Section A	9122		12163,00
2	Section A1	7602		9122,00
3	Section A2	6842		7602,00

Tabel 6.14 Kontrol Pasang Tulangan GeserSumber : *Dokumentasi Pribadi*

No	Nama Kolom	SRPMB + FVD		SRPMK
		A _s Pasang		A _s Pasang
		mm ² /mm		mm ² /mm
1	Section A	6,64		6,64
2	Section A1	5,31		5,31
3	Section A2	3,98		5,31

- Volume Tulangan**

Volume tulangan diperhitungkan satu portal yaitu grid A dan dapat dijelaskan sebagai berikut.

Struktur Eksisting

Tabel 6.15 Volume Struktur EksistingSumber : *Dokumentasi Pribadi*

Kolom	Ukuran mm	Tulangan Lentur	Tulangan Sengkang		Volume Tulangan	Volume Beton	Rho
			Tumpuan	Lapangan	m ³	m ³	
Section A	700 x 700	24 D 22	4 D 13-100	4 D 13-150	0,00009	0,07	0,03
Section A	700 x 700	24 D 22	4 D 13-100	4 D 13-100	0,00007		
Section A3	700 x 700	24 D 22	4 D 13-100	4 D 13-100	0,00015		
Section B	700 x 700	20 D 22	4 D 13-100	4 D 13-150	0,00013		
Section B1	700 x 700	20 D 22	4 D 13-100	4 D 13-100	0,00014		
Jumlah					0,00230	0,07	

Balok	Ukuran mm	Tulangan Lentur				Tulangan Sengkang		Volume Tulangan m ³	Volume Beton m ³	Rho
		Tump A	Tump B	Lap A	Lap B	Tumpuan	Lapangan			
TB2A	700 x 350	9 D 22	6 D 22	3 D 22	5 D 22	3 D 10-100	3 D 10-200	0,00011	0,04	0,03
TB4	700 x 350	9 D 22	9 D 22	-	-	4 D 10-100	-	0,00003		
B3	700 x 350	8 D 22	6 D 22	3 D 22	5 D 22	2 D 10-100	2 D 10-200	0,00071		
RB3	700 x 350	8 D 19	6 D 19	3 D 19	5 D 19	2 D 10-100	2 D 10-200	0,00007		
Jumlah								0,00092	0,04	

Struktur Modifikasi *Fluid Viscous Damper*

Tabel 6.16 Volume Struktur Modifikasi

Sumber : *Dokumentasi Pribadi*

Kolom	Ukuran mm	Tulangan Lentur	Tulangan Sengkang		Volume Tulangan m ³	Volume Beton m ³	Rho
			Tumpuan	Lapangan			
Section A	700 x 700	24 D 22	5 D 13-100	5 D 13-100	0,00009	0,07	0,03
Section A	700 x 700	24 D 22	5 D 13-100	5 D 13-100	0,00017		
Section A1	700 x 700	20 D 22	3 D 13-100	3 D 13-100	0,00016		
Section A2	700 x 700	16 D 22	3 D 13-100	3 D 13-100	0,00014		
Jumlah					0,00225	0,07	

Balok	Ukuran mm	Tulangan Lentur				Tulangan Sengkang		Volume Tulangan m ³	Volume Beton m ³	Rho
		Tump A	Tump B	Lap A	Lap B	Tumpuan	Lapangan			
TB1	700 x 350	6 D 22	6 D 22	6 D 22	6 D 22	2 D 13-100	2 D 13-100	0,00013	0,04	0,02
TB1	700 x 350	6 D 22	6 D 22	-	-	2 D 13-100	2 D 13-100	0,00003		
B3	700 x 350	11 D 22	5 D 22	6 D 22	10 D 22	2 D 13-100	2 D 13-200	0,00113		
RB3	700 x 350	5 D 19	3 D 19	3 D 19	3 D 19	3 D 13-100	3 D 13-200	0,00008		
Jumlah								0,00137	0,04	

Dari tabel diatas didapatkan bahwa rho dari struktur eksisting berjumlah 0,051 dan struktur modifikasi berjumlah 0,05. Untuk struktur kolom, struktur modifikasi lebih kecil dari eksisting dengan jumlah 0,31 dan eksisting 0,0317 dan untuk balok dengan jumlah 0,03 dan modifikasi 0,02.

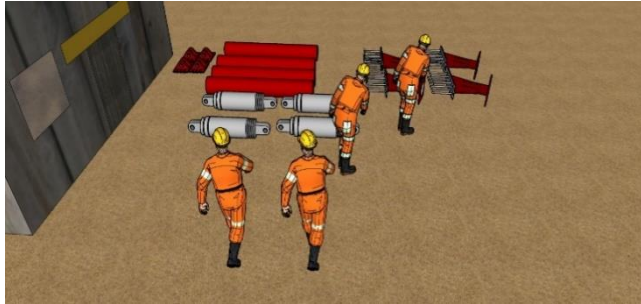
“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB VII METODE PELAKSANAAN DAN RENCANA ANGGARAN BIAYA

- **Metode Pelaksanaan**

Metode pelaksanaan dilakukan setelah semua perhitungan terkait Gedung Psikologi Universitas Islam Negeri Sunan Ampel Surabaya selesai. Metode pelaksanaan pada bab ini yaitu terkait pemasangan alat *fluid viscous damper*. Pemasangan *fluid viscous damper* dapat dijelaskan sebagai berikut.

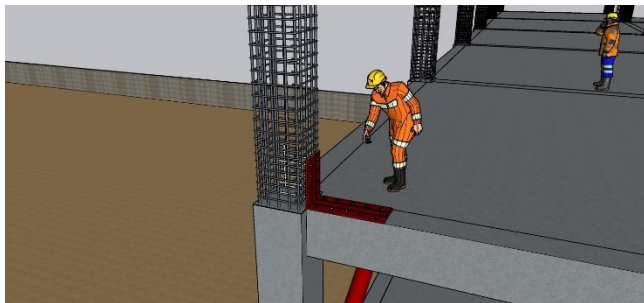
1. Pekerjaan Persiapan
Fabrikasi profil, plat, baut, dan *Fluid Viscous Damper*.



Gambar 7.1 Fabrikasi Sambungan dan FVD

Sumber : *Dokumentasi Pribadi*

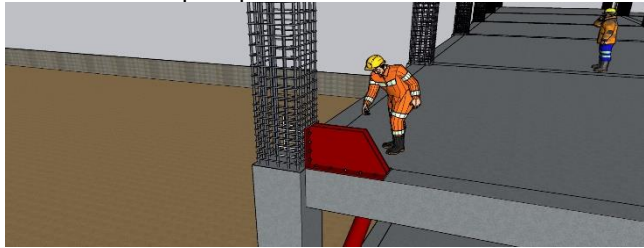
2. Pekerjaan Pemasangan Angkur dan Plat Landas
Angkur dan plat landas dipasang terlebih dahulu pada kolom dan balok.



Gambar 7.2 Pemasangan Anchor dan Plat Landas

Sumber : *Dokumentasi Pribadi*

3. Pekerjaan Pengelasan Plat Buhul
Plat buhul di las pada plat landas.



Gambar 7.3 Pengelasan Plat Buhul Pada Plat Landas

Sumber : *Dokumentasi Pribadi*

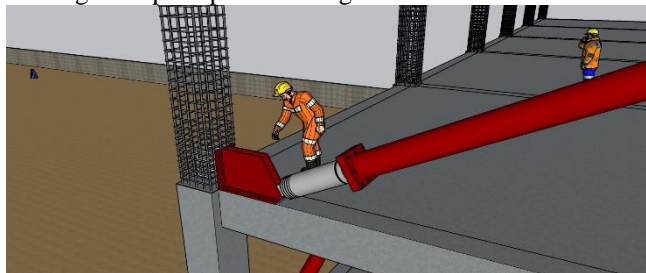
4. Pekerjaan Pemasangan FVD Pada Plat Buhul
Baut dipasang pada plat buhul dan las pada plat sambung.



Gambar 7.4 Pemasangan Baut Pada Plat Sambung

Sumber : *Dokumentasi Pribadi*

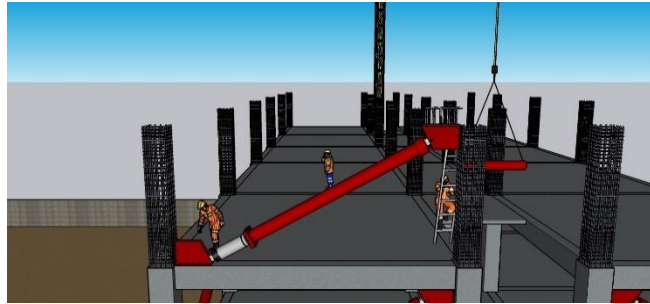
5. Pekerjaan Pengelasan Bracing dengan Plat Sambung FVD.
Bracing dilas pada plat sambung.



Gambar 7.5 Pengelasan Bracing Pada Plat Sambung

Sumber : *Dokumentasi Pribadi*

6. Pekerjaan Pemasangan *Fluid Viscous Damper* pada Bracing *Fluid Viscous Damper* (FVD) disambung pada bracing.



Gambar 7.6 Pemasangan *Fluid Viscous Damper*

Sumber : *Dokumentasi Pribadi*

- **Rencana Anggaran Biaya**

Rencana anggaran biaya hanya meliputi *pasangan fluid viscous damper* (FVD) tetapi belum termasuk harga *fluid viscous damper* (FVD) tersebut. Biaya didapatkan dari hasil Analisa harga satuan menurut tempat masing-masing. Penjelasan rencana anggaran biaya dapat dijelaskan sebagai berikut.

Perhitungan volume pekerjaan

Tabel 7.1 Volume Pekerjaan

Sumber : *Dokumentasi Pribadi*

No	Item pekerjaan	Lebar (mm)	Tinggi (mm)	Tebal (mm)	Volume Satuan (m ³)	Volume Total (m ³)	Berat (kg)	Jumlah (buah)
1	Pekerjaan Persiapan	8000	8000		64	1024		
2	Pekerjaan Pemasangan Bracing							
	Baja baja JIS G 3454				0,04	1,39	1162,28	32
3	Pekerjaan Pemasangan Pelat Baja							
	Pelat landas kolom	400	1045	20	0,01	0,54	65,63	64
	Pelat landas balok	400	600	20	0,00	0,31	37,68	64
	Pelat buhul	500	500	25	0,01	0,80	65,63	128
	Pelat sambung FVD JIS G 3454	500	500	120	0,03	0,96	235,50	32
4	Pekerjaan Pemasangan Angkur dan Baut							
	Angkur beton M33		400	33	0,00	0,39	3,20	1152
	Mur M33 pada pelat landas						0,31	1152
	Baut M42 pada pelat FVD						0,81	256
	Baut M30 pada pelat sambung						0,81	320
	Total						0,81	576
5	Pekerjaan Pengelasan							
	Las	700		25				89600
6	Pekerjaan Pembersihan	8000	8000		64	1024		

Perhitungan analisis harga satuan

Penentuan harga satuan berdasarkan HSPK 2019 surabaya yang akan dijelaskan sebagai berikut.

Tabel 7.2 Harga Satuan Pekerjaan

Sumber : *Dokumentasi Pribadi*

No	Item pekerjaan	Harga Satuan	No HSPK
1	Pekerjaan Persiapan	Rp12.250,00	24.01.01.03
2	Pekerjaan Pemasangan Bracing		
	Baja baja JIS G 3454	Rp34.655,00	24.03.02
3	Pekerjaan Pemasangan Pelat Baja		
	Pelat landas kolom	Rp34.656,00	24.03.02
	Pelat landas balok	Rp34.657,00	24.03.02
	Pelat buhul	Rp34.658,00	24.03.02
	Pelat sambung FVD JIS G 3454	Rp34.659,00	24.03.02
4	Pekerjaan Pemasangan Angkur dan Baut		
	Angkur beton M33	Rp35.195,00	24.03.02.07
	Mur M33 pada pelat landas	Rp35.196,00	24.03.02.07
	Baut M42 pada pelat FVD	Rp35.197,00	24.03.02.07
	Baut M30 pada pelat sambung	Rp35.198,00	24.03.02.07
5	Pekerjaan Pengelasan		
	Las	Rp3.629,00	24.03.02.02
6	Pekerjaan Pembersihan	Rp24.500,00	24.01.01.03

Penentuan RAB (Rencana Anggaran Biaya)

Penentuan RAB berdasarkan harga analisis harga satuan dan volume yang sudah ditentukan dan dapat dijelaskan sebagai berikut.

Tabel 7.3 Rencana Anggaran Biaya

Sumber : *Dokumentasi Pribadi*

No	Item pekerjaan	Volume	Satuan	Harga Satuan	Jumlah Harga
1	Pekerjaan Persiapan	1024	m ³	Rp12.250,00	Rp12.544.000,00
2	Pekerjaan Pemasangan Bracing				
	Baja baja JIS G 3454	37193,01	kg	Rp34.655,00	Rp1.288.923.765,04
	Pekerjaan Pemasangan Pelat Baja				
3	Pelat landas kolom	4200,06	kg	Rp34.656,00	Rp145.557.417,98
	Pelat landas balok	2411,52	kg	Rp34.657,00	Rp83.576.048,64
	Pelat buhul	8400,13	kg	Rp34.658,00	Rp291.131.636,22
	Pelat sambung FVD JIS G 3454	7536,00	kg	Rp34.659,00	Rp261.190.224,00
	Pekerjaan Pemasangan Angkur dan Baut				
4	Angkur beton M33	3686,40	kg	Rp35.195,00	Rp129.742.848,00
	Mur M33 pada pelat landas	357,12	kg	Rp35.196,00	Rp12.569.195,52
	Baut M42 pada pelat FVD	207,36	kg	Rp35.197,00	Rp7.298.449,92
	Baut M30 pada pelat sambung	259,20	kg	Rp35.198,00	Rp9.123.321,60
5	Pekerjaan Pengelasan				
	Las	35840	m	Rp3.629,00	Rp130.063.360,00
6	Pekerjaan Pembersihan	1024	m ³	Rp24.500,00	Rp25.088.000,00
Total					Rp2.396.808.266,93

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB VIII

KESIMPULAN

8.1 Kesimpulan

Berdasarkan perhitungan yang sudah tertulis pada bab sebelumnya dapat ditarik kesimpulan yang akan dijelaskan sebagai berikut.

1. Struktur eksisting Gedung Psikologi Universitas Islam Negeri Sunan Ampel Surabaya dalam kontrol dinamis (kontrol gaya gempa) belum memenuhi persyaratan SNI 1726 2012 dikarenakan *base shear* untuk arah x sebesar 78% dan untuk arah y sebesar 84% kurang dari yang disyaratkan yaitu 85%.
2. Struktur eksisting Gedung Psikologi Universitas Islam Negeri Sunan Ampel Surabaya terdapat 20 kegagalan geser penampang berdasarkan analisis program bantu komputer.
3. Perubahan struktur eksisting dengan sistem SRPMK (Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus) menjadi SRPMB (Sistem Rangka Pemikul Momen Biasa) sudah memenuhi persyaratan kontrol dinamis SNI 1726 2019.
4. Alat *fluid viscous damper* yang digunakan adalah tipe FVD 17180 dengan gaya sebesar 3000 kN, *stroke* sebesar 127 mm, dan kekakuan sebesar 840576 kN/m.
5. Penambahan alat peredam gempa *fluid viscous damper* dapat mereduksi *base shear* sebesar 41% pada Gedung Psikologi Universitas Islam Negeri Sunan Ampel Surabaya dengan bukti ketika sistem bangunan menjadi SRPMB sebesar 11846 kN untuk arah x dan 12751 kN untuk arah y dibandingkan dengan penambahan *fluid viscous damper* maka menjadi 7439 kN untuk arah x dan 7581 kN.
6. Penambahan alat peredam gempa *fluid viscous damper* dapat mereduksi simpangan sebesar 44% pada Gedung Psikologi Universitas Islam Negeri Sunan Ampel Surabaya dengan bukti ketika sistem bangunan menjadi SRPMB sebesar 31,31 mm untuk arah x dan 29,74 mm untuk arah y dibandingkan dengan penambahan *fluid viscous damper* maka menjadi 18,69 mm untuk arah x dan 17,04 mm.
7. Permodelan pondasi menggunakan *spring soil* dan menghasilkan jumlah pile sebesar 164 pile berkurang sebesar 107 pile dari jumlah pile eksisting sebesar 271 pile.

8. Kebutuhan tulangan eksisting terdapat 3 jenis balok yang tidak memenuhi dari kebutuhan dari tulangan penampang yang telah dihitung.
9. Penambahan alat peredam gempa *fluid viscous damper* dapat mereduksi rasio tulangan dengan selisih sebesar 0,001 dengan jumlah rasio tulangan eksisting sebesar 0,051 dan rasio tulangan modifikasi *fluid viscous damper* sebesar 0,05.
10. Rancangan anggaran biaya pemasangan *fluid viscous damper* sebesar Rp2.396.808.266,93 tanpa harga *fluid viscous damper* itu sendiri.
11. Penambahan alat peredam gempa *fluid viscous damper* lebih efektif dalam mengurangi simpangan berdasarkan struktur eksisting dengan sistem SRPMK tetapi tidak dalam mengurangi *base shear* dikarenakan banyak faktor salah satunya penentuan damper dan penentuan letak damper.

8.2 Saran

Berdasarkan proyek akhir yang sudah tertulis, penulis mempunyai saran untuk pekerjaan proyek akhir selanjutnya yang akan dijelaskan sebagai berikut.

1. Perhitungan kapasitas *fluid viscous damper* sebaiknya menggunakan analisis *non linear* agar dapat mengetahui perilaku mendalam dan karakteristik *damper* itu sendiri.
2. Perilaku bangunan sebaiknya dianalisis menggunakan *non linear* baik menggunakan *time history* maupun *push over* agar dapat menentukan target dari bangunan itu sendiri.
3. Penggunaan program bantu komputer sebaiknya perlu yang lebih detail agar mengetahui kapasitas damper yang lebih efektif dalam segi kekuatan maupun harga.
4. Penggunaan program bantu komputer sebaiknya perlu yang lebih detail agar mengetahui letak damper yang lebih efektif.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR PUSTAKA

- American Society of Civil Engineers. (2016). ASCE STANDARD ASCE/SEI 7-16 Minimum Design Loads and Associated Criteria for Buildings and Other Structures. In *ANSI/ASCE Standard* (Issue 7 98).
- Badan Standardisasi Nasional. (2020). *SNI 8899:2020 Tata cara pemilihan dan modifikasi gerak tanah permukaan untuk perencanaan gedung tahan gempa*. 8.
- Budiono, Bambang; Wangsadinata, Wiratman; Sidi, I. D. (2017). Desain Berbasis Kinerja (Performance Based Design) untuk Struktur Gedung Super Tinggi Thamrin 9 Tower 1 Dengan Sistem Outrigger & Belt-Truss. *Seminar HAKI 2017*.
- Krisnaputri, N. A., Magister, P., Keahlian, B., Real, P., Arsitektur, J., Teknik, F., & Dan, S. (2019). *Apartemen Di Surabaya Oleh*. VII(2), 1–8.
- SNI 1727. (2020). *Beban desain minimum dan kriteria terkait untuk bangunan gedung dan struktur lain*.
- Website, T. F. (2019). *perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi , pemeliharaan dan penilaian kelayakan dan bangunan gedung dan nongedung sebagai revisi struktur bangunan gedung dan nongedung ; (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun*. 8, Herman Kurnianto, D., Teoretis dan Terapan Bidan.
- (2017). Seismic Evaluation and Retrofit of Existing Buildings. In *Seismic Evaluation and Retrofit of Existing Buildings*. <https://doi.org/10.1061/9780784414859>
- Westenenk, B., Edwards, J. J., de la Llera, J. C., & Jünemann, R. (2019). Self-Centering Frictional Damper (SCFD). *Engineering Structures*, 197(June), 109425. <https://doi.org/10.1016/j.engstruct.2019.109425>
- (American Society of Civil Engineers, 2016; Badan Standardisasi Nasional, 2020; Budiono, Bambang; Wangsadinata, Wiratman; Sidi, 2017; Krisnaputri et al., 2019; SNI 1727, 2020; 2017; Website, 2019)

BIODATA PENULIS




Penulis dilahirkan di Surabaya, 3 Januari 1999, merupakan anak kedua dari 2 bersaudara. Penulis telah menempuh Pendidikan formal yaitu di TK Bintang Kecil Surabaya, SDN Sukomanunggal III/107 Surabaya, SMPN 2 Surabaya, SMAN 1 Surabaya. Setelah lulus dari SMAN 1 Surabaya tahun 2016, Penulis mengikuti SPMB dan diterima di Departemen Insfrastruktur Sipil FV-ITS pada tahun 2017 dan terdaftar dengan NRP. 10111710013063. Penulis sempat aktif di beberapa kegiatan Seminar yang diselenggarakan oleh Departemen, dan aktif sebagai Asisten maupun Grader mata

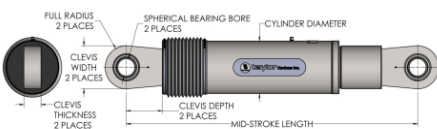
kuliah Mekanika Teknik Tertentu, Rekayasa Struktur Gedung Beton, Rekayasa Struktur Bangunan Baja, dan Rekayasa Jembatan.

LAMPIRAN

- Brosur Fluid Viscous Damper



FLUID VISCOUS DAMPERS & LOCK-UP DEVICES
CLEVIS – CLEVIS CONFIGURATION, METRIC UNITS



NOTE:
VARIOUS STROKES ARE AVAILABLE FROM 40 TO 2500mm
FORCE CAPACITY MAY BE REDUCED FOR STROKE LONGER
THAN STROKE LISTED IN THE TABLE. ANY STROKE CHANGE
FROM THE STANDARD STROKE VERSION DESCRIBED CHANGES
THE MIDSTROKE LENGTH BY 5 mm PER 1 mm OF STROKE.

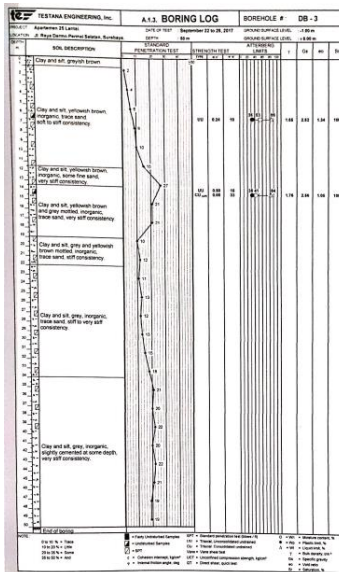
EXAMPLE: 1000 kN/100mm STROKE, MID-STROKE LG IS 1238mm
1000kN/150mm STROKE: 150-100=50, 50*5=250
1238+250= 1488mm MID-STROKE LENGTH

BELLOWS MAY BE REPLACED WITH A STEEL SLEEVE AS
DESIGED STROKE LENGTHS INCREASE. CONSULT TAYLOR
DEVICES FOR STROKE OVER 4000mm AND/OR FOR FORCE
CAPACITIES FOR STROKE LONGER THAN LISTED IN TABLE.

FORCE (kN)	TAYLOR DEVICES MODEL NUMBER	SPHERICAL BEARING BORE DIAMETER (mm)	MID-STROKE LENGTH (mm)	STROKE (mm)	CLEVIS THICKNESS (mm)	BEARING THICKNESS (mm)	MAXIMUM CLEVIS WIDTH (mm)	CLEVIS DEPTH (mm)	MAXIMUM CYLINDER DIAMETER (mm)	WEIGHT (kg)
250	17120	38.10	867	±75	43	33	102	83	114	41
500	17130	50.80	1067	±100	55	44	127	102	150	82
750	17140	57.15	1194	±100	59	50	152	129	164	136
1000	17150	68.85	1338	±100	71	61	154	150	210	193
1500	17160	76.20	1314	±100	77	67	203	162	241	250
2000	17170	88.90	1575	±125	91	75	235	191	285	408
3000	17180	101.60	1575	±125	117/111*	89	286/324*	238/210*	350	701
4000	17190	127.00	1880	±125	142	111	324	210	425	1225
6500	17200	152.40	2134	±125	152	121	350	305	615	1810
8000	17210	177.80	2293	±125	178	135	415	343	565	2495

* DENOTES MODEL WITH DIFFERENT CLEVIS SIZES ON EACH END.
MADE IN USA

- Data Tanah



- Brosur Bata Ringan (Citicon)

Spesifikasi Teknis Bata Ringan Citicon

Spesifikasi Teknis Bata Ringan Citicon

Panjang, L (mm)	: 600
Tinggi, H (mm)	: 200 ; 400
Tebal, T (mm)	: 75 ; 100 ; 125 ; 150 ; 175 ; 200

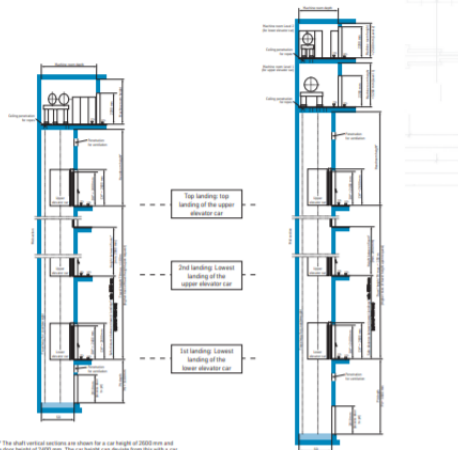
Berat jenis kering, (ρ)	: 530 kg/m ³
Berat jenis normal, (ρ)	: 600 kg/m ³
Kuat tekan, (σ)	: $\geq 4,0$ N/m ²
Konduktivitas termis, (λ)	: 0.14 w/mk

Tebal	mm	75	100	125	150	175	200
Luas Dinding / m ³	m ²	13.33	10.00	8.00	6.67	5.71	5.00
Isi / m ³	Blok	111.11	83.33	66.67	55.56	47.62	41.67

- Brosur Lift

Shaft vertical section Fact Sheet TWIN® ST 61

Shaft vertical section 1 (upper elevator car 4.0 m/s and lower elevator car 2.5 m/s) Shaft vertical section 2 (upper elevator car 6.0 m/s and lower elevator car 4.0 m/s)



* The shaft vertical sections are shown for a car height of 2000 mm and a shaft height of 1000 mm. The car height can deviate from 2000 mm to a car height between 2050 and 3000 mm and a shaft height between 2000 and 2700 mm can be selected. Important: shaft height dimensions such as the min. safety distance between floor1 and the shaft head height change accordingly. For details please see "Technical overview" on Page 6.

9 / An 40.00102, 01.0 / ST 61 / 0040

- Brosur Pile

Shape and Dimension

Classification

Outside Diameter (mm)	Wall Thickness (mm)	Class	Concrete Cross Section (cm ²)	Unit Weight (Kg/m)	Length (m)	Bending Crack (Ton.m)	Moment Ultimate (Ton.m)	Allowable Axial Load (Ton)
300	60	A2	452	113	6 - 13	2.50	3.75	72.60
		A3				3.00	4.50	70.75
		B				3.50	6.30	67.50
		C				4.00	8.00	65.40
350	65	A1	582	145	6 - 15	3.50	5.25	93.10
		A3				4.20	6.30	89.50
		B				5.00	9.00	86.40
		C				6.00	12.00	85.00
400	75	A2	766	191	6 - 16	5.50	8.25	121.10
		A3				6.50	9.75	117.60
		B				7.50	13.50	114.40
		C				9.00	18.00	111.50
450	80	A1	930	232	6 - 16	7.50	11.25	149.50
		A2				8.50	12.75	145.80
		A3				10.00	15.00	143.80
		B				11.00	19.80	139.10
		C				12.50	25.00	134.90
500	90	A1	1159	290	6 - 16	10.50	15.75	185.30
		A2				12.50	18.75	181.70
		A3				14.00	21.00	178.20
		B				15.00	27.00	174.90
		C				17.00	34.00	169.00
600	100	A1	1571	393	6 - 16	17.00	25.50	252.70
		A2				19.00	28.50	249.00
		A3				22.00	33.00	243.20
		B				25.00	45.00	238.30
		C				29.00	58.00	229.50

- Rekapitan Kapasitas Plat
Momen Ultimate

Tipe Plat	S1	S1A	S1B	S1C	S1D	S1E	S2
	kNm	kNm	kNm	kNm	kNm	kNm	kNm
Tumpuan x	-18.35	-9.889	-19.203	-27.992	-32.422	-24.688	-17.044
Lapangan x	17.005	3.559	9.968	11.456	11.797	11.782	5.368
Tumpuan y	-13.86	-14.436	-12.145	-14.403	-15.053	-15.137	-11.237
Lapangan y	21.003	3.254	5.898	7.106	6.903	6.921	3.547

Tipe Plat	S2B	S2C	S2D	S3	S3A	S150
	kNm	kNm	kNm	kNm	kNm	kNm
Tumpuan x	-17.916	-15.52	-15.552	-21.019	-23.818	-5.375
Lapangan x	16.883	6.974	5.57	8.024	7.899	9.211
Tumpuan y	-24.789	-9.5	-6.213	-23.438	-23.801	-16.281
Lapangan y	9.268	5.009	4.014	7.124	9.357	4.067

Kapasitas Tumpuan Arah-x

Tipe Plat	S1	S1A	S1B	S1C	S1D	S1E	S2	S2A
Tebal (mm)	130	130	130	130	130	130	150	150
D tulangan (mm)	10	10	10	10	10	10	10	10
d_n	105	105	105	105	105	105	125	125
d_s	95	95	95	95	95	95	115	115
β_1	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80
$\rho_{balance}$	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
R_{max}	8.78	8.78	8.78	8.78	8.78	8.78	8.78	8.78
R_u	1.85	1.00	1.94	2.82	3.27	2.49	1.21	2.18
Kontrol R_u	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
ρ	0.005	0.003	0.005	0.007	0.009	0.007	0.003	0.006
ρ_{min}	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004
ρ_{min}	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004
ρ_{max}	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006
ρ_{maks}	0.005	0.004	0.005	0.007	0.009	0.007	0.004	0.006
A_s butuh (mm^2)	502	388	526	779	911	683	462	708
A_s 1 tul (mm^2)	79	79	79	79	79	79	79	79
S_{maks} (mm)	157	202	149	101	86	115	170	111
S_{maks} (mm)	260	260	260	260	260	260	300	300
S_{pakai} (mm)	125	125	125	125	125	125	125	125
$A_{s,pakai}$ (mm^2)	628	628	628	628	628	628	628	628
ρ_{pakai}	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.005	0.005
Kontrol Tulangan	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
ct	8.45	8.45	8.45	8.45	8.45	8.45	8.45	8.45
c	10.56	10.56	10.56	10.56	10.56	10.56	10.56	10.56
ct	0.027	0.027	0.027	0.027	0.027	0.027	0.033	0.033
Kontrol Regangan	TERKENDALI TARIK	TERKENDALI TARIK	TERKENDALI TARIK	TERKENDALI TARIK	TERKENDALI TARIK	TERKENDALI TARIK	TERKENDALI TARIK	TERKENDALI TARIK
$A_{s,baru}$ Wiremesh (mm^2)	503	503	503	503	503	503	503	503
D tulangan Wiremesh (mm)	8	8	8	8	8	8	8	8
S_{pakai} Wiremesh (mm)	100	100	100	100	100	100	100	100
$A_{s,pakai}$ Wiremesh (mm^2)	503	503	503	503	503	503	503	503
$A_{s,ada}$ Wiremesh (mm^2)	0	0	0	0	0	0	0	0
$A_{s,ada}$ Konvensional (mm^2)	0	0	0	0	0	0	0	0
D tulangan Konvensional (mm)	0	0	0	0	0	10	0	10
S_{pakai} Konvensional (mm)	100	100	100	100	100	600	100	600
$A_{s,pakai}$ Konvensional (mm^2)	0	0	0	0	0	131	0	131
$A_{s,totol}$ Wiremesh(mm^2)	503	503	503	503	503	607	503	607
Kontrol Tulangan Wiremesh	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK

Type Plat	S2B	S2C	S2D	S3	S3A	S150
Tebal (mm)	150	150	150	150	150	150
D tulangan (mm)	10	10	10	10	10	10
d_x	125	125	125	125	125	125
d_y	115	115	115	115	115	115
β_1	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80
$\rho_{balance}$	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
R_{nmax}	8.78	8.78	8.78	8.78	8.78	8.78
R_n	1.27	1.10	1.11	1.49	1.69	0.38
Kontrol R_n	OK	OK	OK	OK	OK	OK
ρ	0.003	0.003	0.003	0.004	0.004	0.001
ρ_{min}	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004
ρ_{min}	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004
ρ_{max}	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006
ρ_{pakai}	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004
A_s butuh (mm ²)	462	462	462	479	545	462
A_s l tul (mm ²)	79	79	79	79	79	79
S_{brak} (mm)	170	170	170	164	144	170
S_{max} (mm)	300	300	300	300	300	300
S_{pakai} (mm)	125	125	125	125	125	125
A_s pakai (mm ²)	628	628	628	628	628	628
ρ pakai	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005
Kontrol Tulangan	OK	OK	OK	OK	OK	OK
α	8.45	8.45	8.45	8.45	8.45	8.45
c	10.56	10.56	10.56	10.56	10.56	10.56
ef	0.033	0.033	0.033	0.033	0.033	0.033
Kontrol Regangan	TERKENDALI TARIK	TERKENDALI TARIK	TERKENDALI TARIK	TERKENDALI TARIK	TERKENDALI TARIK	TERKENDALI TARIK
A_s butuh Wiremesh (mm ²)	503	503	503	503	503	503
D tulangan Wiremesh (mm)	8	8	8	8	8	8
S_{pakai} Wiremesh (mm)	100	100	100	100	100	100
A_s pakai Wiremesh (mm ²)	503	503	503	503	503	503
A_s sisa Wiremesh (mm ²)	0	0	0	0	0	0
A_s sisa Konvensional (mm ²)	0	0	0	0	0	0
D tulangan Konvensional (mm)	10	0	0	0	10	0
S_{pakai} Konvensional (mm)	450	100	100	100	600	100
A_s pakai Konvensional (mm ²)	175	0	0	0	131	0
A_s total Wiremesh (mm ²)	642	503	503	503	607	503
Kontrol Tulangan Wiremesh	OK	OK	OK	OK	OK	OK

Kapasitas Lapangan Arah-x

Tipe Plat	S1	S1A	S1B	S1C	S1D	S1E	S2	S2A
Tebal (mm)	130	130	130	130	130	130	150	150
D tulangan (mm)	10	10	10	10	10	10	10	10
d_c	105	105	105	105	105	105	125	125
d_s	95	95	95	95	95	95	115	115
β_1	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80
$\rho_{balance}$	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
R_{mix}	8.78	8.78	8.78	8.78	8.78	8.78	8.78	8.78
R_u	1.71	0.36	1.00	1.15	1.19	1.19	0.38	0.93
Kontrol R_u	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
ρ	0.004	0.001	0.003	0.003	0.003	0.003	0.001	0.002
ρ_{min}	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004
ρ_{min}	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004
ρ_{max}	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006
ρ_{sekal}	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004
A_{butuh} (mm ²)	464	388	388	388	388	388	462	462
$A_{1 tul}$ (mm ²)	79	79	79	79	79	79	79	79
S_{sekal} (mm)	169	202	202	202	202	202	170	170
S_{max} (mm)	260	260	260	260	260	260	300	300
S_{pakai} (mm)	125	125	125	125	125	125	125	125
A_{pakai} (mm ²)	628	628	628	628	628	628	628	628
ρ_{sekal}	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.005	0.005
Kontrol Tulangan	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
gt	8.45	8.45	8.45	8.45	8.45	8.45	8.45	8.45
β_1	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80
c	10.56	10.56	10.56	10.56	10.56	10.56	10.56	10.56
gt	0.027	0.027	0.027	0.027	0.027	0.027	0.033	0.033
Kontrol Regangan	TERKENDALI TARIK	TERKENDALI TARIK	TERKENDALI TARIK	TERKENDALI TARIK	TERKENDALI TARIK	TERKENDALI TARIK	TERKENDALI TARIK	TERKENDALI TARIK
A_{baris} Wiremesh (mm ²)	503	503	503	503	503	503	503	503
D tulangan Wiremesh (mm)	8	8	8	8	8	8	8	8
S_{sekal} Wiremesh (mm)	100	100	100	100	100	100	100	100
A_{pakai} Wiremesh (mm ²)	503	503	503	503	503	503	503	503
A_{sisa} Wiremesh (mm ²)	0	0	0	0	0	0	0	0
A_{sisa} Konvensional (mm ²)	0	0	0	0	0	0	0	0
D tulangan Konvensional (mm)	0	0	10	0	10	10	0	10
S_{sekal} Konvensional (mm)	100	100	600	100	600	450	100	450
A_{pakai} Konvensional (mm ²)	0	0	131	0	131	175	0	175
A_{total} Wiremesh (mm ²)	503	503	607	503	607	642	503	642
Kontrol Tulangan Wiremesh	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK

Tipe Plat	S2B	S2C	S2D	S3	S3A	S150
Tebal (mm)	150	150	150	150	150	150
D tulangan (mm)	10	10	10	10	10	10
d_x	125	125	125	125	125	125
d_y	115	115	115	115	115	115
β_1	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80
$\rho_{balance}$	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
R_{nmax}	8.78	8.78	8.78	8.78	8.78	8.78
R_n	1.20	0.50	0.40	0.57	0.56	0.66
Kontrol R_n	OK	OK	OK	OK	OK	OK
ρ	0.003	0.001	0.001	0.001	0.001	0.002
ρ_{min}	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004
ρ_{min}	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004
ρ_{max}	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006
ρ_{pakai}	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004
A_s butuh (mm ²)	462	462	462	462	462	462
A_s 1 tul (mm ²)	79	79	79	79	79	79
S_{barah} (mm)	170	170	170	170	170	170
S_{max} (mm)	300	300	300	300	300	300
S_{pakai} (mm)	125	125	125	125	125	125
A_s pakai (mm ²)	628	628	628	628	628	628
ρ_{pakai}	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005
Kontrol Tulangan	OK	OK	OK	OK	OK	OK
α	8.45	8.45	8.45	8.45	8.45	8.45
β_1	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80
c	10.56	10.56	10.56	10.56	10.56	10.56
gd	0.033	0.033	0.033	0.033	0.033	0.033
Kontrol Regangan	TERKENDALI TARIK	TERKENDALI TARIK	TERKENDALI TARIK	TERKENDALI TARIK	TERKENDALI TARIK	TERKENDALI TARIK
A_s butuh Wiremesh (mm ²)	503	503	503	503	503	503
D tulangan Wiremesh (mm)	8	8	8	8	8	8
S_{pakai} Wiremesh (mm)	100	100	100	100	100	100
A_s pakai Wiremesh (mm ²)	503	503	503	503	503	503
A_s sisa Wiremesh (mm ²)	0	0	0	0	0	0
A_s sisa Konvensional (mm ²)	0	0	0	0	0	0
D tulangan Konvensional (mm)	0	0	0	0	10	0
S_{pakai} Konvensional (mm)	100	100	100	100	600	100
A_s pakai Konvensional (mm ²)	0	0	0	0	131	0
A_s total Wiremesh (mm ²)	503	503	503	503	607	503
Kontrol Tulangan Wiremes	OK	OK	OK	OK	OK	OK

Kapasitas Tumpuan Arah-y

Tipe Plat	S1	S1A	S1B	S1C	S1D	S1E	S2	S2A
Tebal (mm)	130	130	130	130	130	130	150	150
D tulangan (mm)	10	10	10	10	10	10	10	10
d_x	105	105	105	105	105	105	125	125
d_y	95	95	95	95	95	95	115	115
β_1	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80
$\rho_{balance}$	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
R_{nmax}	8.78	8.78	8.78	8.78	8.78	8.78	8.78	8.78
R_n	1.71	1.78	1.50	1.77	1.85	1.86	0.94	1.44
Kontrol R_n	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
ρ	0.004	0.005	0.004	0.005	0.005	0.005	0.002	0.004
ρ_{min}	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004
ρ_{min}	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004
ρ_{max}	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006
ρ_{pakai}	0.004	0.005	0.004	0.005	0.005	0.005	0.004	0.004
A_s butuh (mm ²)	418	436	365	435	455	457	425	426
A_s 1 tul (mm ²)	79	79	79	79	79	79	79	79
S_{pakai} (mm)	188	180	215	181	173	172	185	184
S_{max} (mm)	260	260	260	260	260	260	300	300
S_{pakai} (mm)	125	125	125	125	125	125	125	125
A_s pakai (mm ²)	628	628	628	628	628	628	628	628
ρ_{pakai}	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.005	0.005
Kontrol Tulangan	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
α	8.45	8.45	8.45	8.45	8.45	8.45	8.45	8.45
β_1	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80
c	10.56	10.56	10.56	10.56	10.56	10.56	10.56	10.56
α	0.027	0.027	0.027	0.027	0.027	0.027	0.033	0.033
Kontrol Regangan	TERKENDALI TARIK	TERKENDALI TARIK	TERKENDALI TARIK	TERKENDALI TARIK	TERKENDALI TARIK	TERKENDALI TARIK	TERKENDALI TARIK	TERKENDALI TARIK
A_s butuh Wiremesh (mm ²)	503	503	503	503	503	503	503	503
D tulangan Wiremesh (mm)	8	8	8	8	8	8	8	8
S_{pakai} Wiremesh (mm)	100	100	100	100	100	100	100	100
A_s pakai Wiremesh (mm ²)	503	503	503	503	503	503	503	503
A_s sisa Wiremesh (mm ²)	0	0	0	0	0	0	0	0
A_s sisa Konvensional (mm ²)	0	0	0	0	0	0	0	0
D tulangan Konvensional (mm)	0	10	10	10	10	10	0	10
S_{pakai} Konvensional (mm)	100	600	450	450	200	200	100	200
A_s pakai Konvensional (mm ²)	0	131	175	175	393	393	0	393
A_s total Wiremesh (mm ²)	503	607	642	642	817	817	503	817
Kontrol Tulangan Wiremesh	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK

Tipe Plat	S2B	S2C	S2D	S3	S3A	S150
Tebal (mm)	150	150	150	150	150	150
D tulangan (mm)	10	10	10	10	10	10
d_x	125	125	125	125	125	125
d_y	115	115	115	115	115	115
β_1	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80
$\rho_{balance}$	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
R_{nmax}	8.78	8.78	8.78	8.78	8.78	8.78
R_n	2.08	0.80	0.52	1.97	2.00	1.37
Kontrol R_n	OK	OK	OK	OK	OK	OK
ρ	0.005	0.002	0.001	0.005	0.005	0.004
ρ_{min}	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004
ρ_{min}	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004
ρ_{max}	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006
ρ_{pakai}	0.005	0.004	0.004	0.005	0.005	0.004
A_s butuh (mm ²)	621	425	425	586	596	425
A_s 1 tul (mm ²)	79	79	79	79	79	79
S_{boroh} (mm)	126	185	185	134	132	185
S_{max} (mm)	300	300	300	300	300	300
S_{pakai} (mm)	125	125	125	125	125	125
A_s pakai (mm ²)	628	628	628	628	628	628
ρ_{pakai}	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005
Kontrol Tulangan	OK	OK	OK	OK	OK	OK
α	8.45	8.45	8.45	8.45	8.45	8.45
c	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80
β_1	10.56	10.56	10.56	10.56	10.56	10.56
et	0.033	0.033	0.033	0.033	0.033	0.033
Kontrol Regangan	TERKENDALI TARIK	TERKENDALI TARIK	TERKENDALI TARIK	TERKENDALI TARIK	TERKENDALI TARIK	TERKENDALI TARIK
A_s butuh Wiremesh (mm ²)	503	503	503	503	503	503
D tulangan Wiremesh (mm)	8	8	8	8	8	8
S_{pakai} Wiremesh (mm)	100	100	100	100	100	100
A_s pakai Wiremesh (mm ²)	503	503	503	503	503	503
A_s sisa Wiremesh (mm ²)	0	0	0	0	0	0
A_s sisa Konvensional (mm ²)	0	0	0	0	0	0
D tulangan Konvensional (mm)	10	10	0	0	10	0
S_{pakai} Konvensional (mm)	200	450	100	100	200	100
A_s pakai Konvensional (mm ²)	393	175	0	0	393	0
A_s total Wiremesh (mm ²)	817	642	503	503	817	503
Kontrol Tulangan Wiremes	OK	OK	OK	OK	OK	OK

Kapasitas Lapangan Arah-y

Tipe Plat	S1	S1A	S1B	S1C	S1D	S1E	S2	S2A
Tebal (mm)	130	130	130	130	130	130	150	150
D tulangan (mm)	10	10	10	10	10	10	10	10
d_x	105	105	105	105	105	105	125	125
d_y	95	95	95	95	95	95	115	115
β_1	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80
$\rho_{balance}$	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
R_{nmax}	8.78	8.78	8.78	8.78	8.78	8.78	8.78	8.78
R_n	2.59	0.40	0.73	0.87	0.85	0.85	0.30	0.78
Kontrol R_n	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
ρ	0.007	0.001	0.002	0.002	0.002	0.002	0.001	0.002
ρ_{min}	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004
ρ_{min}	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004
ρ_{max}	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006
ρ_{pakai}	0.007	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004
A_s butuh (mm ²)	643	351	351	351	351	351	425	425
A_s 1 tul (mm ²)	79	79	79	79	79	79	79	79
S_{pakai} (mm)	122	224	224	224	224	224	185	185
S_{max} (mm)	260	260	260	260	260	260	300	300
S_{pakai} (mm)	125	125	125	125	125	125	125	125
A_s pakai (mm ²)	628	628	628	628	628	628	628	628
ρ_{pakai}	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.005	0.005
Kontrol Tulangan	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
α	8.45	8.45	8.45	8.45	8.45	8.45	8.45	8.45
β_1	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80
c	10.56	10.56	10.56	10.56	10.56	10.56	10.56	10.56
et	0.027	0.027	0.027	0.027	0.027	0.027	0.033	0.033
Kontrol Regangan	TERKENDALI TARIK	TERKENDALI TARIK	TERKENDALI TARIK	TERKENDALI TARIK	TERKENDALI TARIK	TERKENDALI TARIK	TERKENDALI TARIK	TERKENDALI TARIK
A_s butuh Wiremesh (mm ²)	503	503	503	503	503	503	503	503
D tulangan Wiremesh (mm)	8	8	8	8	8	8	8	8
S_{pakai} Wiremesh (mm)	100	100	100	100	100	100	100	100
A_s pakai Wiremesh (mm ²)	503	503	503	503	503	503	503	503
A_s sisa Wiremesh (mm ²)	0	0	0	0	0	0	0	0
A_s sisa Konvensional (mm ²)	0	0	0	0	0	0	0	0
D tulangan Konvensional (mm)	0	10	10	10	10	10	10	10
S_{pakai} Konvensional (mm)	100	100	100	100	100	100	100	100
A_s pakai Konvensional (mm ²)	0	785	785	785	785	785	785	785
A_s total Wiremesh (mm ²)	503	1131	1131	1131	1131	1131	1131	1131
Kontrol Tulangan Wiremesh	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK

Tipe Plat	S2B	S2C	S2D	S3	S3A	S150
Tebal (mm)	150	150	150	150	150	150
D tulangan (mm)	10	10	10	10	10	10
d_x	125	125	125	125	125	125
d_y	115	115	115	115	115	115
β_1	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80
$\rho_{balance}$	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
R_{nmax}	8.78	8.78	8.78	8.78	8.78	8.78
R_n	0.78	0.42	0.34	0.60	0.79	0.34
Kontrol R_n	OK	OK	OK	OK	OK	OK
ρ	0.002	0.001	0.001	0.002	0.002	0.001
ρ_{min}	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004
ρ_{min}	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004
ρ_{max}	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006
ρ_{pakai}	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004
A_s butuh (mm ²)	425	425	425	425	425	425
A_s 1 tul (mm ²)	79	79	79	79	79	79
S_{borak} (mm)	185	185	185	185	185	185
S_{max} (mm)	300	300	300	300	300	300
S_{pakai} (mm)	125	125	125	125	125	125
A_s pakai (mm ²)	628	628	628	628	628	628
ρ pakai	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005
Kontrol Tulangan	OK	OK	OK	OK	OK	OK
α	8.45	8.45	8.45	8.45	8.45	8.45
β_1	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80
c	10.56	10.56	10.56	10.56	10.56	10.56
gd	0.033	0.033	0.033	0.033	0.033	0.033
Kontrol Regangan	TERKENDALI TARIK	TERKENDALI TARIK	TERKENDALI TARIK	TERKENDALI TARIK	TERKENDALI TARIK	TERKENDALI TARIK
A_s butuh Wiremesh (mm ²)	503	503	503	503	503	503
D tulangan Wiremesh (mm)	8	8	8	8	8	8
S_{pakai} Wiremesh (mm)	100	100	100	100	100	100
A_s pakai Wiremesh (mm ²)	503	503	503	503	503	503
A_s sisa Wiremesh (mm ²)	0	0	0	0	0	0
A_s sisa Konvensional (mm ²)	0	0	0	0	0	0
D tulangan Konvensional (mm)	10	10	10	10	10	10
S_{pakai} Konvensional (mm)	100	100	100	100	100	100
A_s pakai Konvensional (mm ²)	785	785	785	785	785	785
A_s total Wiremesh (mm ²)	1131	1131	1131	1131	1131	1131
Kontrol Tulangan Wiremesh	OK	OK	OK	OK	OK	OK

Rekapan Tulangan Plat

Tipe Plat	S1	S1A	S1B	S1C	S1D	S1E	S2	S2A
Tumpuan x	-	-	-	-	-	D10-600	-	D10-600
Lapangan x	-	-	D10-600	-	D10-600	D10-450	-	D10-450
Tumpuan y	-	D10-600	D10-450	D10-450	D10-200	D10-200	-	D10-200
Lapangan x	-	D10-100	D10-100	D10-100	D10-100	D10-100	D10-100	D10-100
Wiremesh	M8-100	M8-100	M8-100	M8-100	M8-100	M8-100	M8-100	M8-100

Tipe Plat	S2B	S2C	S2D	S3	S3A	S150
Tumpuan x	D10-450	-	-	-	D10-600	-
Lapangan x	-	-	-	-	D10-600	-
Tumpuan y	D10-200	D10-450	-	-	D10-200	-
Lapangan x	D10-100	D10-100	D10-100	D10-100	D10-100	D10-100
Wiremesh	M8-100	M8-100	M8-100	M8-100	M8-100	M8-100

- Rekapitan Kapasitas Balok Momen Ultimate

NAMA	DIMENSI (mm)		LENTUR		GESER		Mu (Knm)		Vu (Kn)		Tu
							tum	lap	tum	lap	
B0	150	300	D	13	D	10	3.73	1.34	1.49	1.08	0.59
B1	250	400	D	22	D	10	159	143.7	146.64	118	26.2
B3	350	700	D	22	D	10	696	679.8	557.84	502	70.4
B4	350	700	D	22	D	10	528	476.2	441	440	25.2104
B5	400	700	D	22	D	10	597	275	305.23	297	52.6239
B6	400	700	D	22	D	10	838	635.4	641.33	630	115.9519
B7	350	700	D	22	D	10	657	607.1	454.31	434	106.4005
B7A	350	700	D	22	D	10	164	44.24	39.405	38.2	12.58
BB	150	400	D	16	D	10	32.3	12.25	35.26	18.3	10.074
BP	300	500	D	19	D	10	8.39	8.234	11.347	8.73	2.73
CRB1A	250	500	D	19	D	10	29	0.848	21.85	21.9	4.5
CRB3	350	700	D	19	D	10	61.1	13.98	42.692	4.28	5.07
CRB6	350	700	D	19	D	10	56	28.25	61.09	35.8	17.29
RB0	350	700	D	19	D	10	2.7	1.162	1.04	0.65	0.168
RB1	250	400	D	19	D	10	31.8	28.31	34.27	22.5	4.63
RB1A	250	500	D	19	D	10	22.3	15.16	24.65	13.5	5.63
RB3	350	700	D	19	D	10	198	116.9	141.17	124	8.9
RB4	350	700	D	19	D	10	124	52.42	91.631	46.5	53.8
RB5	400	700	D	19	D	10	231	133.3	141	125	15.02
RB6	400	700	D	19	D	10	233	171.9	135.62	136	39.35
RB7	350	700	D	19	D	10	85	22.78	21.83	21.6	10.92
RB7A	350	700	D	19	D	10	86	28.77	22.9	21.4	11.92
RB8	300	700	D	19	D	10	25.84	91.20	47.73	33.57	14.5
TB2A	350	700	D	22	D	10	416	299.1	293.59	285	54.25

Pemilihan Perhitungan Balok

		Lapangan		MEMAKAI PERHITUNGAN	Tumpuan		MEMAKAI PERHITUNGAN
		M_{u1}	M_{u2}		M_{u1}	M_{u2}	
B0	:	60.72 kNm	-59.4 kNm	TUL TUNGGAL	60.72 kNm	-57 kNm	TUL TUNGGAL
B1	:	196.16 kNm	-52.4 kNm	TUL TUNGGAL	196.16 kNm	-37 kNm	TUL TUNGGAL
B3	:	975.75 kNm	-296.0 kNm	TUL TUNGGAL	975.75 kNm	-280 kNm	TUL TUNGGAL
B4	:	975.75 kNm	-499.5 kNm	TUL TUNGGAL	975.75 kNm	-447 kNm	TUL TUNGGAL
B5	:	1115.15 kNm	-840.2 kNm	TUL TUNGGAL	1115.15 kNm	-519 kNm	TUL TUNGGAL
B6	:	1115.15 kNm	-479.8 kNm	TUL TUNGGAL	1115.15 kNm	-277 kNm	TUL TUNGGAL
B7	:	975.75 kNm	-368.7 kNm	TUL TUNGGAL	975.75 kNm	-319 kNm	TUL TUNGGAL
B7A	:	975.75 kNm	-931.5 kNm	TUL TUNGGAL	975.75 kNm	-812 kNm	TUL TUNGGAL
BB	:	119.79 kNm	-107.5 kNm	TUL TUNGGAL	119.79 kNm	-88 kNm	TUL TUNGGAL
BP	:	397.45 kNm	-389.2 kNm	TUL TUNGGAL	397.45 kNm	-389 kNm	TUL TUNGGAL
CRB1A	:	331.21 kNm	-330.4 kNm	TUL TUNGGAL	331.21 kNm	-302 kNm	TUL TUNGGAL
CRB3	:	980.34 kNm	-966.4 kNm	TUL TUNGGAL	980.34 kNm	-919 kNm	TUL TUNGGAL
CRB6	:	980.34 kNm	-952.1 kNm	TUL TUNGGAL	980.34 kNm	-924 kNm	TUL TUNGGAL
RB0	:	980.34 kNm	-979.2 kNm	TUL TUNGGAL	980.34 kNm	-978 kNm	TUL TUNGGAL
RB1	:	197.90 kNm	-169.6 kNm	TUL TUNGGAL	197.90 kNm	-166 kNm	TUL TUNGGAL
RB1A	:	331.21 kNm	-316.0 kNm	TUL TUNGGAL	331.21 kNm	-309 kNm	TUL TUNGGAL
RB3	:	980.34 kNm	-863.4 kNm	TUL TUNGGAL	980.34 kNm	-783 kNm	TUL TUNGGAL
RB4	:	980.34 kNm	-927.9 kNm	TUL TUNGGAL	980.34 kNm	-857 kNm	TUL TUNGGAL
RB5	:	1120.39 kNm	-987.1 kNm	TUL TUNGGAL	1120.39 kNm	-889 kNm	TUL TUNGGAL
RB6	:	1120.39 kNm	-948.5 kNm	TUL TUNGGAL	1120.39 kNm	-887 kNm	TUL TUNGGAL
RB7	:	980.34 kNm	-957.6 kNm	TUL TUNGGAL	980.34 kNm	-895 kNm	TUL TUNGGAL
RB7A	:	980.34 kNm	-951.6 kNm	TUL TUNGGAL	980.34 kNm	-894 kNm	TUL TUNGGAL
RB8	:	840.29 kNm	-749.1 kNm	TUL TUNGGAL	840.29 kNm	-814 kNm	TUL TUNGGAL
TB2A	:	975.75 kNm	-676.6 kNm	TUL TUNGGAL	975.75 kNm	-559 kNm	TUL TUNGGAL

Menghitung Parameter Lentur Balok

		<i>R_n</i>	
		Tumpuan	Lapangan
B0	:	0.5 <i>N/mm²</i>	0.2 <i>N/mm²</i>
B1	:	6.1 <i>N/mm²</i>	5.6 <i>N/mm²</i>
B3	:	5.4 <i>N/mm²</i>	5.3 <i>N/mm²</i>
B4	:	4.1 <i>N/mm²</i>	3.7 <i>N/mm²</i>
B5	:	4.1 <i>N/mm²</i>	1.9 <i>N/mm²</i>
B6	:	5.7 <i>N/mm²</i>	4.3 <i>N/mm²</i>
B7	:	5.1 <i>N/mm²</i>	4.7 <i>N/mm²</i>
B7A	:	1.3 <i>N/mm²</i>	0.3 <i>N/mm²</i>
BB	:	2.0 <i>N/mm²</i>	0.8 <i>N/mm²</i>
BP	:	0.2 <i>N/mm²</i>	0.2 <i>N/mm²</i>
CRB1A	:	0.7 <i>N/mm²</i>	0.0 <i>N/mm²</i>
CRB3	:	0.5 <i>N/mm²</i>	0.1 <i>N/mm²</i>
CRB6	:	0.4 <i>N/mm²</i>	0.2 <i>N/mm²</i>
RB0	:	0.0 <i>N/mm²</i>	0.0 <i>N/mm²</i>
RB1	:	1.2 <i>N/mm²</i>	1.1 <i>N/mm²</i>
RB1A	:	0.5 <i>N/mm²</i>	0.3 <i>N/mm²</i>
RB3	:	1.5 <i>N/mm²</i>	0.9 <i>N/mm²</i>
RB4	:	1.0 <i>N/mm²</i>	0.4 <i>N/mm²</i>
RB5	:	1.6 <i>N/mm²</i>	0.9 <i>N/mm²</i>
RB6	:	1.6 <i>N/mm²</i>	1.2 <i>N/mm²</i>
RB7	:	0.7 <i>N/mm²</i>	0.2 <i>N/mm²</i>
RB7A	:	0.7 <i>N/mm²</i>	0.2 <i>N/mm²</i>
RB8	:	0.2 <i>N/mm²</i>	0.8 <i>N/mm²</i>
TB2A	:	3.2 <i>N/mm²</i>	2.3 <i>N/mm²</i>

		<i>ρ_{pertu}</i>	
		Tumpuan	Lapangan
		0,001	0,000
		0,017	0,016
		0,015	0,015
		0,011	0,010
		0,011	0,005
		0,016	0,012
		0,014	0,013
		0,003	0,001
		0,005	0,002
		0,000	0,000
		0,002	0,000
		0,001	0,000
		0,001	0,001
		0,000	0,000
		0,003	0,003
		0,001	0,001
		0,004	0,002
		0,002	0,001
		0,004	0,002
		0,004	0,003
		0,002	0,000
		0,002	0,001
		0,001	0,002
		0,009	0,006

		<i>A_{s min}</i>	
		Tumpuan	Lapangan
		42,889	15,330
		1472,353	1314,963
		3367,027	3278,126
		2481,941	2218,119
		2799,304	1235,416
		4082,209	2998,397
		3153,926	2890,010
		729,894	193,460
		271,782	100,829
		53,041	52,064
		185,161	5,349
		267,087	60,723
		244,751	122,987
		11,714	5,040
		265,308	235,325
		141,980	96,163
		880,396	515,145
		544,903	228,896
		1031,837	587,154
		1040,441	760,838
		372,582	99,089
		377,418	125,243
		112,508	401,155
		1920,885	1355,518

Tul. Longitudinal													
Tumpuan						Lapangan							
Atas			Bawah			Atas			Bawah				
B0	:	1	D	13	1	D	13	1	D	13	1	D	13
B1	:	4	D	22	1	D	22	4	D	22	1	D	22
B3	:	9	D	22	3	D	22	9	D	22	3	D	22
B4	:	7	D	22	2	D	22	6	D	22	2	D	22
B5	:	8	D	22	1	D	22	4	D	22	2	D	22
B6	:	11	D	22	2	D	22	8	D	22	3	D	22
B7	:	9	D	22	2	D	22	8	D	22	3	D	22
B7A	:	2	D	22	1	D	22	1	D	22	1	D	22
BB	:	2	D	16	1	D	16	1	D	16	1	D	16
BP	:	1	D	19	1	D	19	1	D	19	1	D	19
CRB1A	:	1	D	19	1	D	19	1	D	19	1	D	19
CRB3	:	1	D	19	1	D	19	1	D	19	1	D	19
CRB6	:	1	D	19	1	D	19	1	D	19	1	D	19
RB0	:	1	D	19	1	D	19	1	D	19	1	D	19
RB1	:	1	D	19	1	D	19	1	D	19	1	D	19
RB1A	:	1	D	19	1	D	19	1	D	19	1	D	19
RB3	:	4	D	19	1	D	19	2	D	19	1	D	19
RB4	:	2	D	19	1	D	19	1	D	19	1	D	19
RB5	:	4	D	19	1	D	19	3	D	19	1	D	19
RB6	:	4	D	19	1	D	19	3	D	19	1	D	19
RB7	:	2	D	19	1	D	19	1	D	19	1	D	19
RB7A	:	2	D	19	1	D	19	1	D	19	1	D	19
RB8	:	1	D	19	1	D	19	2	D	19	1	D	19
RB9	:	6	D	22	1	D	22	4	D	22	2	D	22

Tul. Longitudinal									
Tumpuan				Lapangan					
Tul./lapis		Jumlah Lapis		Tul./lapis		Jumlah Lapis			
B0	:	2	buah	1	lapis	2	buah	1	lapis
B1	:	4	buah	1	lapis	4	buah	1	lapis
B3	:	6	buah	2	lapis	6	buah	2	lapis
B4	:	6	buah	2	lapis	6	buah	1	lapis
B5	:	7	buah	2	lapis	7	buah	1	lapis
B6	:	7	buah	2	lapis	7	buah	2	lapis
B7	:	6	buah	2	lapis	6	buah	2	lapis
B7A	:	6	buah	1	lapis	6	buah	1	lapis
BB	:	2	buah	1	lapis	2	buah	1	lapis
BP	:	5	buah	1	lapis	5	buah	1	lapis
CRB1A	:	4	buah	1	lapis	4	buah	1	lapis
CRB3	:	6	buah	1	lapis	6	buah	1	lapis
CRB6	:	6	buah	1	lapis	6	buah	1	lapis
RB0	:	6	buah	1	lapis	6	buah	1	lapis
RB1	:	4	buah	1	lapis	4	buah	1	lapis
RB1A	:	4	buah	1	lapis	4	buah	1	lapis
RB3	:	6	buah	1	lapis	6	buah	1	lapis
RB4	:	6	buah	1	lapis	6	buah	1	lapis
RB5	:	7	buah	1	lapis	7	buah	1	lapis
RB6	:	7	buah	1	lapis	7	buah	1	lapis
RB7	:	6	buah	1	lapis	6	buah	1	lapis
RB7A	:	6	buah	1	lapis	6	buah	1	lapis
RB8	:	5	buah	1	lapis	5	buah	1	lapis
RB9	:	6	buah	1	lapis	6	buah	1	lapis

	a	Tumpuan	Lapangan
B0 :	11,902	13 kNm	13 kNm
B1 :	81,809	181 kNm	181 kNm
B3 :	131,479	785 kNm	785 kNm
B4 :	87,653	634 kNm	543 kNm
B5 :	51,131	746 kNm	373 kNm
B6 :	102,262	984 kNm	715 kNm
B7 :	116,871	795 kNm	706 kNm
B7A :	14,609	192 kNm	96 kNm
BB :	18,030	54 kNm	27 kNm
BP :	12,712	49 kNm	49 kNm
CRB1A :	15,255	49 kNm	49 kNm
CRB3 :	10,896	72 kNm	72 kNm
CRB6 :	10,896	72 kNm	72 kNm
RB0 :	10,896	72 kNm	72 kNm
RB1 :	15,255	38 kNm	38 kNm
RB1A :	15,255	49 kNm	49 kNm
RB3 :	21,792	286 kNm	143 kNm
RB4 :	10,896	144 kNm	72 kNm
RB5 :	28,603	284 kNm	213 kNm
RB6 :	28,603	284 kNm	213 kNm
RB7 :	10,896	144 kNm	72 kNm
RB7A :	10,896	144 kNm	72 kNm
RB8 :	25,425	71 kNm	142 kNm
RB9 :	58,435	557 kNm	371 kNm

Menghitung Parameter Geser Balok

	kN				Tumpuan (mm)				Lapangan (mm)			
	$0.5 \phi V_c$	ϕV_c	V_{c1}	V_{c2}	$s1$	$s2$	$s3$	$s4$	$s1$	$s2$	$s3$	$s4$
B0 :	13,78	27,55	71,31	142,6	-440,48	121,75	2394,56	600	-433,66	121,75	1197,28	600
B1 :	31,96	63,93	165,46	330,9	326,53	169,50	1214,04	600	496,27	169,50	1214,04	600
B3 :	83,95	167,91	434,58	869,2	129,95	318,00	867,17	600	151,83	318,00	867,17	600
B4 :	83,95	167,91	434,58	869,2	185,54	318,00	867,17	600	186,51	318,00	867,17	600
B5 :	95,95	191,89	496,67	993,3	447,08	318,00	758,78	600	480,83	318,00	758,78	600
B6 :	95,95	191,89	496,67	993,3	112,74	318,00	758,78	600	115,63	318,00	758,78	600
B7 :	83,95	167,91	434,58	869,2	176,92	318,00	867,17	600	190,36	318,00	867,17	600
B7A :	83,95	167,91	434,58	869,2	-394,32	318,00	867,17	600	-390,73	318,00	867,17	600
BB :	19,26	38,53	99,71	199,4	-8306,52	170,25	2023,40	600	-1340,60	170,25	2023,40	600
BP :	49,50	99,00	256,24	512,5	-397,65	218,75	1011,70	600	-386,13	218,75	1011,70	600
CRB1A :	41,25	82,50	213,53	427,1	-574,70	218,75	1214,04	600	-574,70	218,75	1214,04	600
CRB3 :	84,15	168,30	435,61	871,2	-404,35	318,75	867,17	600	-309,65	318,75	867,17	600
CRB6 :	84,15	168,30	435,61	871,2	-473,73	318,75	867,17	600	-383,29	318,75	867,17	600
RB0 :	84,15	168,30	435,61	871,2	-303,66	318,75	867,17	601	-302,95	318,75	867,17	601
RB1 :	31,96	63,93	165,46	330,9	-910,70	169,50	1214,04	602	-651,49	169,50	1214,04	602
RB1A :	41,39	82,78	214,27	428,5	1136,85	219,50	1214,04	603	-505,03	219,50	1214,04	603
RB3 :	84,15	168,30	435,61	871,2	-1872,03	318,75	867,17	603	-1147,89	318,75	867,17	603
RB4 :	84,15	168,30	435,61	871,2	-662,44	318,75	867,17	604	-416,92	318,75	867,17	604
RB5 :	96,17	192,35	497,84	995,7	-989,17	318,75	758,78	605	-754,17	318,75	758,78	605
RB6 :	96,17	192,35	497,84	995,7	-895,38	318,75	758,78	605	-894,58	318,75	758,78	605
RB7 :	84,15	168,30	435,61	871,2	-346,76	318,75	867,17	606	-346,28	318,75	867,17	606
RB7A :	84,15	168,30	435,61	871,2	-349,31	318,75	867,17	607	-345,69	318,75	867,17	607
RB8 :	72,13	144,26	373,38	746,8	-526,16	318,75	1011,70	608	-458,85	318,75	1011,70	608
TB2A :	84,35	168,70	436,63	873,3	241,21	319,50	513,12	609	258,06	319,50	513,12	609

Menghitung Parameter Torsi Balok

	Tu		ϕT_{bahan}	
	K_n		K_n	
B0	0,7867	<	0,82862	Tidak Butuh tulangan torsi
B1	26,2	>	2,83289	Butuh tulangan Torsi
B3	69,1	>	10,5266	Butuh tulangan Torsi
B4	32,56	>	10,5266	Butuh tulangan Torsi
B5	61,64	>	13,124	Butuh tulangan Torsi
B6	124,64	>	13,124	Butuh tulangan Torsi
B7	121,31	>	10,5266	Butuh tulangan Torsi
B7A	12,58	>	10,5266	Butuh tulangan Torsi
BB	10,074	>	1,20527	Butuh tulangan Torsi
BP	2,73	<	5,17888	Tidak Butuh tulangan torsi
CRB1A	4,5	>	3,83621	Butuh tulangan Torsi
CRB3	5,07	<	10,5266	Tidak Butuh tulangan torsi
CRB6	17,29	>	10,5266	Butuh tulangan Torsi
RB0	0,168	<	10,5266	Tidak Butuh tulangan torsi
RB1	4,63	>	2,83289	Butuh tulangan Torsi
RB1A	5,63	>	3,83621	Butuh tulangan Torsi
RB3	8,9	<	10,5266	Tidak Butuh tulangan torsi
RB4	53,8	>	10,5266	Butuh tulangan Torsi
RB5	15,02	>	13,124	Butuh tulangan Torsi
RB6	39,35	>	13,124	Butuh tulangan Torsi
RB7	10,92	>	10,5266	Butuh tulangan Torsi
RB7A	11,92	>	10,5266	Butuh tulangan Torsi
RB8	14,5	>	8,12049	Butuh tulangan Torsi
RB9	54,252	>	10,5266	Butuh tulangan Torsi

X_o	Y_o	A_{oh}	A_o	Ph
mm	mm	mm^2	mm^2	mm
65	215	13975	11878,75	560
163,5	314	51257,3	43568,6625	954
263,5	614	161657	137408,6625	1754
263,5	614	161657	137408,6625	1754
313,5	614	192332	163482,4125	1854
313,5	614	192332	163482,4125	1854
263,5	614	161657	137408,6625	1754
263,5	614	161657	137408,6625	1754
63,5	314	19907,3	16921,1625	754
213,5	414	88282,3	75039,9125	1254
163,5	414	67607,3	57466,1625	1154
263,5	614	161657	137408,6625	1754
263,5	614	161657	137408,6625	1754
263,5	614	161657	137408,6625	1754
163,5	314	51257,3	43568,6625	954
163,5	414	67607,3	57466,1625	1154
263,5	614	161657	137408,6625	1754
263,5	614	161657	137408,6625	1754
313,5	614	192332	163482,4125	1854
313,5	614	192332	163482,4125	1854
263,5	614	161657	137408,6625	1754
263,5	614	161657	137408,6625	1754
213,5	614	130982	111334,9125	1654
265	615	162975	138528,75	1760

	<i>F1</i>		<i>F2</i>	
	<i>mpa</i>		<i>mpa</i>	
B0	0,05157	<	2,92921	Dimensi Cukup
B1	1,74732	<	2,92922	Dimensi Cukup
B3	2,50656	<	2,92921	Dimensi Cukup
B4	1,98147	<	2,92921	Dimensi Cukup
B5	1,20057	<	2,92921	Dimensi Cukup
B6	2,52170	<	2,92921	Dimensi Cukup
B7	2,04210	<	2,92921	Dimensi Cukup
B7A	0,17842	<	2,92921	Dimensi Cukup
BB	0,70149	<	2,92922	Dimensi Cukup
BP	0,08793	<	2,92921	Dimensi Cukup
CRB1A	0,20144	<	2,92921	Dimensi Cukup
CRB3	0,19186	<	2,92921	Dimensi Cukup
CRB6	0,27504	<	2,92921	Dimensi Cukup
RB0	0,00533	<	2,92921	Dimensi Cukup
RB1	0,40738	<	2,92922	Dimensi Cukup
RB1A	1,03857	<	2,92922	Dimensi Cukup
RB3	0,63298	<	2,92921	Dimensi Cukup
RB4	0,41325	<	2,92921	Dimensi Cukup
RB5	0,55334	<	2,92921	Dimensi Cukup
RB6	0,53294	<	2,92921	Dimensi Cukup
RB7	0,10002	<	2,92921	Dimensi Cukup
RB7A	0,10490	<	2,92921	Dimensi Cukup
RB8	0,25121	<	2,92921	Dimensi Cukup
RB9	1,31351	<	2,92921	Dimensi Cukup

<i>AI</i>		<i>Almin</i>	
<i>mpa</i>		<i>mpa</i>	
46,36	<	230,959	PAKAI MINIMUM
956,15	>	-339,89	PAKAI AI PERLU
1470,08	>	39,7484	PAKAI AI PERLU
692,71	<	817,127	PAKAI MINIMUM
1165,06	>	560,458	PAKAI AI PERLU
2355,84	>	-630,31	PAKAI AI PERLU
2580,84	>	-1071	PAKAI AI PERLU
267,64	<	1242,2	PAKAI MINIMUM
748,16	>	-378,4	PAKAI AI PERLU
76,04	<	848,352	PAKAI MINIMUM
150,61	<	619,713	PAKAI MINIMUM
107,86	<	1401,97	PAKAI MINIMUM
367,84	<	1141,99	PAKAI MINIMUM
3,57	<	1506,26	PAKAI MINIMUM
168,97	<	447,291	PAKAI MINIMUM
188,43	<	581,893	PAKAI MINIMUM
189,35	<	1320,49	PAKAI MINIMUM
1144,58	>	365,252	PAKAI AI PERLU
283,89	<	1441,63	PAKAI MINIMUM
743,76	<	981,764	PAKAI MINIMUM
232,32	<	1277,51	PAKAI MINIMUM
253,59	<	1256,24	PAKAI MINIMUM
359,02	<	935,121	PAKAI MINIMUM
1148,77	>	361,062	PAKAI AI PERLU

	T	L	Tengah	Vs	Av/s	At/s	Avt/s	kaki	S	D	S perlu	S pakai
B0	119,88	92,32	76,98632	-34,75	-0,36	0,08	-0,27	2,00	-573,6	10	250	200
B1	1791,07	1633,68	318,7153	110,28	0,82	1,00	1,82	2,00	145,7	13	145,7	100
B3	3857,06	3768,15	490,0281	519,91	2,04	0,84	2,88	2,00	92,2	13	92,2	100
B4	2754,32	2490,49	272,3758	364,13	1,43	0,39	1,83	2,00	145,4	13	145,4	150
B5	3187,66	1623,77	388,3549	151,12	0,59	0,63	1,22	2,00	217,3	13	217,3	200
B6	4867,49	3783,68	785,2784	599,25	2,36	1,27	3,63	3,00	109,9	13	109,9	100
B7	4014,21	3750,29	860,2795	381,87	1,50	1,47	2,97	2,00	89,3	13	89,3	100
B7A	1143,96	607,53	414,0656	-171,34	-0,67	0,15	-0,52	2,00	-509,8	13	250	200
BB	521,17	350,21	249,3852	-4,35	-0,03	0,99	0,96	2,00	276,6	13	250	200
BP	335,82	334,85	282,784	-116,87	-0,67	0,06	-0,61	2,00	-437,4	13	250	200
CRB1A	391,73	211,92	206,5708	-80,87	-0,46	0,13	-0,33	2,00	-800,9	13	250	200
CRB3	734,41	528,05	467,3233	-167,48	-0,66	0,06	-0,60	2,00	-446,1	13	250	200
CRB6	625,41	503,65	380,6642	-142,95	-0,56	0,21	-0,35	2,00	-756,9	13	250	200
RB0	513,80	507,13	502,0862	-223,02	-0,87	0,00	-0,87	2,00	-304,4	13	250	200
RB1	414,40	384,42	149,0968	-39,54	-0,29	0,18	-0,12	2,00	-2293,5	13	250	200
RB1A	335,94	290,13	193,9642	41,02	0,23	0,16	0,40	2,00	667,8	13	250	200
RB3	1320,56	955,31	440,1626	-36,18	-0,14	0,11	-0,03	2,00	-7831,0	13	250	200
RB4	926,43	610,42	381,527	-102,23	-0,40	0,65	0,25	2,00	1055,3	13	250	200
RB5	1512,38	1067,70	480,5428	-68,46	-0,27	0,15	-0,12	2,00	-2302,2	13	250	200
RB6	1367,70	1088,09	327,2548	-75,63	-0,30	0,40	0,10	2,00	2539,8	13	250	200
RB7	798,42	524,93	425,8376	-195,30	-0,77	0,13	-0,63	2,00	-419,3	13	250	200
RB7A	796,16	543,99	418,746	-193,87	-0,76	0,14	-0,62	2,00	-431,3	13	250	200
RB8	424,21	712,86	311,7069	-128,71	-0,50	0,22	-0,29	2,00	-923,2	13	250	200
RB9	2303,81	1738,44	382,9235	166,52	0,65	0,65	1,30	2,00	120,5	10	250	200

	<i>Vs</i>	<i>Av/s</i>	<i>At/s</i>	<i>Avt/s</i>	<i>kaki</i>	<i>S</i>	<i>D</i>		
B0	-35,29	-0,36	0,08	-0,28	2,00	-562,1	10	250	200
B1	72,56	0,54	1,00	1,54	2,00	172,2	13	172,2	150
B3	444,97	1,75	0,84	2,59	2,00	102,6	13	102,6	100
B4	362,25	1,42	0,39	1,82	2,00	146,0	13	146,0	150
B5	140,51	0,55	0,63	1,18	2,00	224,9	13	224,9	200
B6	584,31	2,30	1,27	3,57	3,00	111,7	13	111,7	100
B7	354,91	1,40	1,47	2,87	2,00	92,6	13	92,6	100
B7A	-172,91	-0,68	0,15	-0,53	2,00	-503,8	13	250	200
BB	-26,98	-0,20	0,99	0,79	2,00	334,8	13	250	200
BP	-120,36	-0,69	0,06	-0,63	2,00	-423,5	13	250	200
CRB1A	-80,87	-0,46	0,13	-0,33	2,00	-800,9	13	250	200
CRB3	-218,70	-0,86	0,06	-0,80	2,00	-333,6	13	250	200
CRB6	-176,68	-0,69	0,21	-0,48	2,00	-549,7	13	250	200
RB0	-223,54	-0,88	0,00	-0,87	2,00	-303,7	13	250	200
RB1	-55,28	-0,41	0,18	-0,23	2,00	-1143,0	13	250	200
RB1A	-92,34	-0,53	0,16	-0,36	2,00	-728,9	13	250	200
RB3	-59,00	-0,23	0,11	-0,12	2,00	-2152,0	13	250	200
RB4	-162,43	-0,64	0,65	0,02	2,00	17060,1	13	250	200
RB5	-89,80	-0,35	0,15	-0,20	2,00	-1334,4	13	250	200
RB6	-75,70	-0,30	0,40	0,10	2,00	2546,3	13	250	200
RB7	-195,56	-0,77	0,13	-0,63	2,00	-418,6	13	250	200
RB7A	-195,90	-0,77	0,14	-0,62	2,00	-425,8	13	250	200
RB8	-147,59	-0,58	0,22	-0,36	2,00	-734,2	13	250	200
TB2A	155,64	0,61	0,65	1,26	2,00	124,6	10	250	200

Rekapan Tulangan Balok

NAMA	Tulangan Lentur										Tulangan Geser						Tulangan Torsi								
	Tumpuan					Lapangan					Tumpuan			Lapangan											
	Atas		Bawah			Atas		Bawah																	
B0	2	D	13	2	D	13	2	D	13	2	D	13	2	D	10	-	200	2	D	10	-	200	2	D	13
B1	5	D	22	3	D	22	3	D	22	5	D	22	2	D	13	-	100	2	D	13	-	150	3	D	13
B3	11	D	22	5	D	22	6	D	22	10	D	22	2	D	13	-	100	2	D	13	-	100	2	D	19
B4	8	D	22	4	D	22	4	D	22	7	D	22	2	D	13	-	150	2	D	13	-	150	2	D	19
B5	9	D	22	5	D	22	5	D	22	5	D	22	2	D	13	-	200	2	D	13	-	200	2	D	19
B6	13	D	22	6	D	22	7	D	22	10	D	22	3	D	13	-	100	3	D	13	-	100	3	D	22
B7	11	D	22	5	D	22	6	D	22	10	D	22	2	D	13	-	100	2	D	13	-	100	3	D	22
B7A	4	D	22	2	D	22	2	D	22	2	D	22	2	D	13	-	200	2	D	13	-	200	2	D	19
BB	3	D	16	2	D	16	2	D	16	2	D	16	2	D	13	-	200	2	D	13	-	200	2	D	13
BP	2	D	19	2	D	19	2	D	19	2	D	19	2	D	13	-	200	2	D	13	-	200	2	D	19
CRB1A	3	D	19	2	D	19	2	D	19	2	D	19	2	D	13	-	200	2	D	13	-	200	2	D	19
CRB3	4	D	19	3	D	19	2	D	19	2	D	19	2	D	13	-	200	2	D	13	-	200	2	D	19
CRB6	4	D	19	3	D	19	2	D	19	2	D	19	2	D	13	-	200	2	D	13	-	200	2	D	19
RB0	2	D	19	2	D	19	2	D	19	2	D	19	2	D	13	-	200	2	D	13	-	200	2	D	19
RB1	2	D	19	2	D	19	2	D	19	2	D	19	2	D	13	-	200	2	D	13	-	200	2	D	19
RB1A	4	D	19	2	D	19	2	D	19	4	D	19	2	D	13	-	200	2	D	13	-	200	2	D	19
RB3	5	D	19	3	D	19	3	D	19	3	D	19	2	D	13	-	200	2	D	13	-	200	2	D	19
RB4	5	D	19	3	D	19	3	D	19	3	D	19	2	D	13	-	200	2	D	13	-	200	2	D	19
RB5	6	D	19	3	D	19	3	D	19	4	D	19	2	D	13	-	200	2	D	13	-	200	2	D	19
RB6	5	D	19	3	D	19	3	D	19	4	D	19	2	D	13	-	200	2	D	13	-	200	2	D	19
RB7	3	D	19	2	D	19	2	D	19	3	D	19	2	D	13	-	200	2	D	13	-	200	2	D	19
RB7A	3	D	19	2	D	19	2	D	19	2	D	19	2	D	13	-	200	2	D	13	-	200	2	D	19
RB8	3	D	19	3	D	19	3	D	19	3	D	19	2	D	13	-	200	2	D	13	-	200	2	D	19
TB2A	6	D	22	6	D	22	6	D	22	6	D	22	2	D	10	-	200	2	D	10	-	200	2	D	22

- Rekapan Kapasitas Kolom

SEC A			
Aksial - Lentur			
CASE	P (kN)	M2 (kN-m)	M3 (kN-m)
P max	-7090,9188	-507,4983	-214,5018
P min	1110,6404	250,9521	145,7178
M2 max	-2799,6084	-968,3604	-215,0927
M2 min	-4260,6924	933,2295	334,144
M3 max	-5009,1307	-252,6972	-811,5805
M3 min	-2876,411	284,303	793,3732

SEC A1			
Aksial - Lentur			
CASE	P (kN)	M2 (kN-m)	M3 (kN-m)
P max	-4017,6752	-691,1896	793,3732
P min	-1807,6572	470,0036	194,8423
M2 max	-3752,0221	-576,8125	-133,7611
M2 min	-2871,899	651,7085	260,9868
M3 max	-1417,4903	-53,1714	-480,6419
M3 min	-2221,1924	252,6576	499,1333

SEC A2			
Aksial - Lentur			
CASE	P (kN)	M2 (kN-m)	M3 (kN-m)
P max	-1726,0385	-194,9948	-83,3806
P min	59,3205	11,1529	-0,7546
M2 max	-1535,0106	-364,4346	-91,4888
M2 min	-1379,8832	367,5772	157,947
M3 max	-978,252	-111,7883	-266,0269
M3 min	-1094,7804	175,3101	270,3925

SP COL			
CASE	P (kN)	M2 (kN-m)	M3 (kN-m)
P max	7090,9188	507,4983	214,5018
P min	-1110,64	-250,9521	-145,7178
M2 max	2799,6084	968,3604	215,0927
M2 min	4260,6924	-933,2295	-334,144
M3 max	5009,1307	252,6972	811,5805
M3 min	2876,411	-284,303	-793,3732

SP COL			
CASE	P (kN)	M2 (kN-m)	M3 (kN-m)
P max	4017,6752	691,1896	-793,3732
P min	1807,6572	-470,0036	-194,8423
M2 max	3752,0221	576,8125	133,7611
M2 min	2871,899	-651,7085	-260,9868
M3 max	1417,4903	53,1714	480,6419
M3 min	2221,1924	-252,6576	-499,1333

SP COL			
CASE	P (kN)	M2 (kN-m)	M3 (kN-m)
P max	1726,0385	194,9948	83,3806
P min	-59,3205	-11,1529	0,7546
M2 max	1535,0106	364,4346	91,4888
M2 min	1379,8832	-367,5772	-157,947
M3 max	978,252	111,7883	266,0269
M3 min	1094,7804	-175,3101	-270,3925

KB			
Aksial - Lentur			
CASE	P (kN)	M2 (kN-m)	M3 (kN-m)
P max	-1596,4297	-58,4588	-4,5261
P min	76,6735	127,4237	11,6917
M2 max	-1156,1972	-156,4528	-13,6352
M2 min	-182,4948	141,5041	16,1208
M3 max	-839,6559	-87,2933	-29,5508
M3 min	-514,9018	43,3888	29,5908

KL 1			
Aksial - Lentur			
CASE	P (kN)	M2 (kN-m)	M3 (kN-m)
P max	-1823,8046	-337,7075	-124,6661
P min	34,3929	123,2783	84,0061
M2 max	-1016,5155	-594,7193	-103,2749
M2 min	-444,8111	559,6668	123,2161
M3 max	-981,0277	-138,8327	-759,871
M3 min	-786,1429	34,8876	650,5759

KL 2			
Aksial - Lentur			
CASE	P (kN)	M2 (kN-m)	M3 (kN-m)
P max	-1103,3363	-229,2249	-392,6021
P min	-17,5783	1,7616	3,9572
M2 max	-789,7696	-1079,4199	-139,6725
M2 min	-775,3234	1113,5179	101,602
M3 max	-1034,7396	-279,1304	-425,705
M3 min	-646,3701	256,5201	417,3384

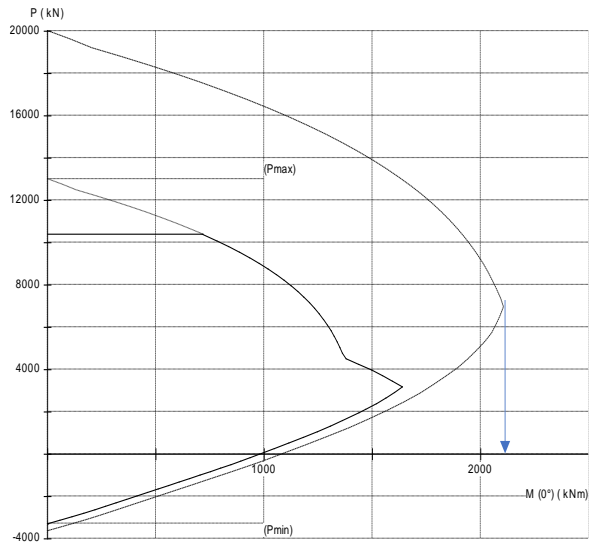
SP COL			
CASE	P (kN)	M2 (kN-m)	M3 (kN-m)
P max	1596,4297	58,4588	4,5261
P min	-76,6735	-127,4237	-11,6917
M2 max	1156,1972	156,4528	13,6352
M2 min	182,4948	-141,5041	-16,1208
M3 max	839,6559	87,2933	29,5508
M3 min	514,9018	-43,3888	-29,5908

SP COL			
CASE	P (kN)	M2 (kN-m)	M3 (kN-m)
P max	1823,8046	337,7075	124,6661
P min	-34,3929	-123,2783	-84,0061
M2 max	1016,5155	594,7193	103,2749
M2 min	444,8111	-559,6668	-123,2161
M3 max	981,0277	138,8327	759,871
M3 min	786,1429	-34,8876	-650,5759

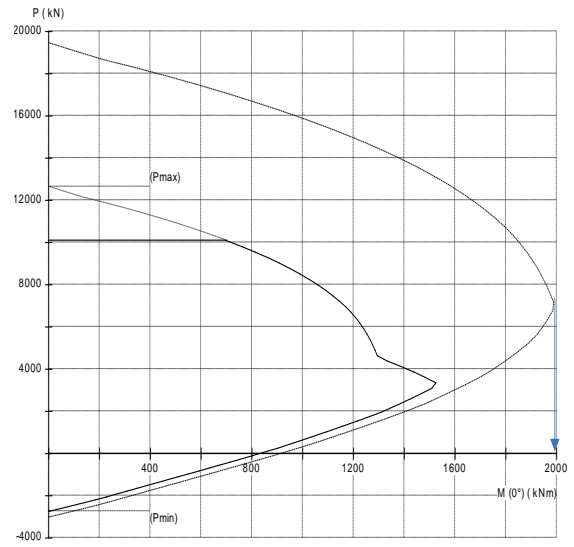
SP COL			
CASE	P (kN)	M2 (kN-m)	M3 (kN-m)
P max	1103,3363	229,2249	392,6021
P min	17,5783	-1,7616	-3,9572
M2 max	789,7696	1079,4199	139,6725
M2 min	775,3234	-1113,5179	-101,602
M3 max	1034,7396	279,1304	425,705
M3 min	646,3701	-256,5201	-417,3384

SP COL (Penampang Lentur)

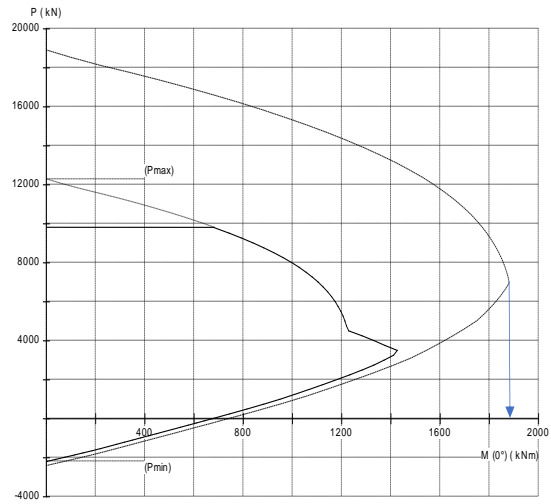
Section A



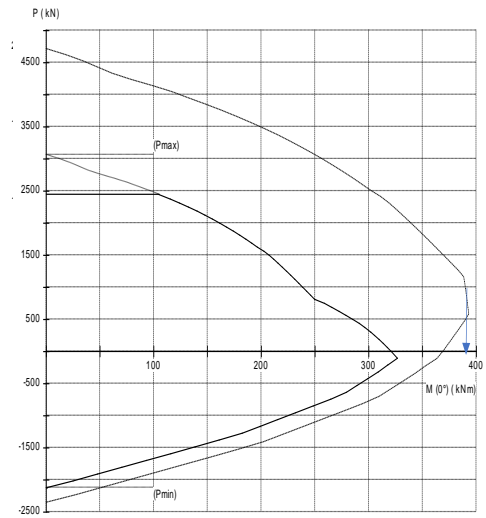
Section A1



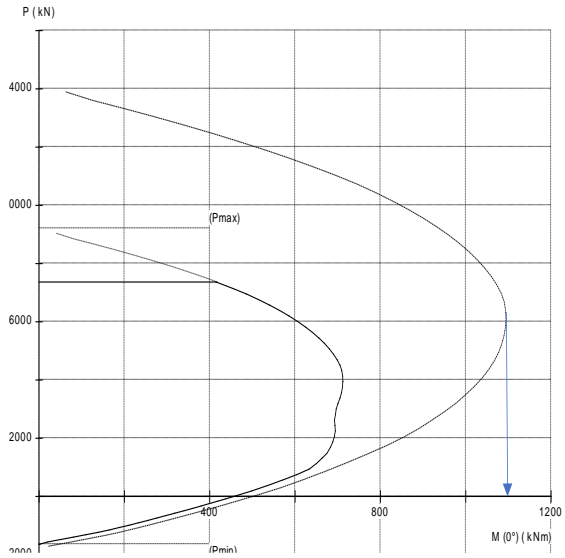
Section A2



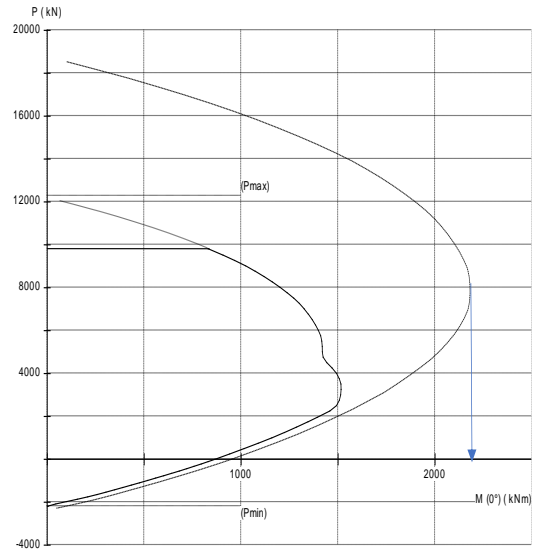
KB



KL1



KL2



Menghitung Penampang Geser

F _y '	40	40	40	40	40	40
F _y Lentur	400	400	400	400	400	400
F _y Geser	400	400	400	400	400	400
b	700	700	700	150	350	350
h	700	700	700	500	700	700
h balok	700	700	700	700	700	700
b _c	620	620	620	420	620	620
h _c	620	620	620	620	620	620
A _g	490000	490000	490000	75000	367500	490000
A _{ch}	384400	384400	384400	260400	601400	601400
h _s	155	155	155	155	155	155
h bangunan	4000	4000	4000	4000	4000	4000
h bersih	3300	3300	3300	3500	3300	3300
ø	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75
Selimit Beton	40	40	40	40	40	40
Diameter tul geser	13	13	13	13	13	13
Diameter tul	22	22	22	22	22	22
Luas tul d efektif	132,8	132,78571	132,7857	132,8	132,8	132,8
Mu atas	636	636	636	436	636	636
Mu bawah	2100	1700	1700	390	1100	2100
Mua + Mub	2100	2100	1700	390	1100	2100
Mua + Mub	1272,73	1272,7273	1272,727	222,86	666,67	1272,73
Vu Etabs	548,6	548,6143	548,6143	549,6	550,6	551,6
Vu pakai	1272,73	1272,7273	1272,727	549,61	666,67	1272,73
Nu	7090919	7090918,8	7090919	1596430	1823805	1103336
φVc	494,78	494,78055	494,7805	106,91	84,84	38,49
Vs	1037,26	1037,2623	1037,262	590,27	775,77	1645,64
φVs	777,95	777,94672	777,9467	442,70	581,83	1234,23
Av/s	4,08	4,0772889	4,077289	3,38	3,05	6,47
Luasan perlu	407,73	407,72889	407,7289	338,46	304,94	646,87
S Tum. Pakai (mm)	100	100	100	100	100	100
Jumlah sengkang	5	3	3	3	3	5
Luasan pakai	663,93	663,92857	663,9286	398,36	398,36	663,93
cek	OK	OK	OK	OK	OK	OK
φVc	123,70	123,69514	123,6951	26,73	21,21	9,62
Vs	259,32	259,31557	259,3156	147,57	193,94	411,41
φVs	194,49	194,48668	194,4867	110,68	145,46	308,56
Av/s	0,08	0,0833333	0,083333	0,08	0,08	0,08
Luasan perlu	12,50	12,5	12,5	12,50	12,50	12,50
S Tum. Pakai (mm)	150	150	150	150	150	150
Jumlah sengkang	3	3	3	3	3	5
Luasan pakai	3111,79	3111,7869	3111,787	1770,82	2327,31	8228,22
cek	OK	OK	OK	OK	OK	OK

- Rekapitan Kapasitas Pondasi

1. Tarik X

Tipe Plat	P6	P8	P10	P20	P40
Tebal (mm)	1300	1300	1300	1300	1300
D tulangan (mm)	32	32	32	32	32
d_x	1209	1209	1209	1209	1209
d_y	1177	1177	1177	1177	1177
β_1	0,69	0,69	0,69	0,69	0,69
$\rho_{balance}$	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
R_{nmax}	11,19	11,19	11,19	11,19	11,19
R_n	1,06	1,55	1,02	1,32	1,70
Kontrol R_n	OK	OK	OK	OK	OK
ρ	0,003	0,004	0,003	0,003	0,004
ρ_{min}	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004
ρ_{min}	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004
ρ_{pakai}	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004
A_s butuh (mm ²)	5343	5343	5343	5343	5343
A_s 1 tul (mm ²)	804	804	804	804	804
S_{butuh} (mm)	151	151	151	151	151
S_{max} (mm)	2600	2600	2600	2600	2600
S_{pakai} (mm)	100	100	100	100	100
A_s pakai (mm ²)	8042	8042	8042	8042	8042

2. Tekan X

Tipe Plat	P6	P8	P10	P20	P40
Tebal (mm)	1300	1300	1300	1300	1300
D tulangan (mm)	29	29	29	29	29
d_x	1211	1211	1211	1211	1211
d_y	1182	1182	1182	1182	1182
β_1	0,69	0,69	0,69	0,69	0,69
$\rho_{balance}$	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
R_{nmax}	11,19	11,19	11,19	11,19	11,19
R_n	0,20	0,19	0,21	0,41	0,58
Kontrol R_n	OK	OK	OK	OK	OK
ρ	0,000	0,000	0,001	0,001	0,001
ρ_{min}	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004
ρ_{min}	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004
ρ_{max}	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003
ρ_{pakai}	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004
A_s butuh (mm ²)	5350	5350	5350	5350	5350
A_s 1 tul (mm ²)	661	661	661	661	661
S_{butuh} (mm)	123	123	123	123	123
S_{max} (mm)	2600	2600	2600	2600	2600
S_{pakai} (mm)	100	100	100	100	100
A_s pakai (mm ²)	6605	6605	6605	6605	6605

3. Tarik Y

Tipe Plat	P6	P8	P10	P20	P40
Tebal (mm)	1300	1300	1300	1300	1300
D tulangan (mm)	28	28	28	28	28
d_x	1211	1211	1211	1211	1211
d_y	1183	1183	1183	1183	1183
β_1	0,69	0,69	0,69	0,69	0,69
$\rho_{balance}$	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
R_{nmax}	11,19	11,19	11,19	11,19	11,19
R_n	1,48	1,17	1,50	1,79	1,53
Kontrol R_n	OK	OK	OK	OK	OK
ρ	0,004	0,003	0,004	0,005	0,004
ρ_{min}	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004
ρ_{min}	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004
ρ_{max}	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003
ρ_{pakai}	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004
A_s butuh (mm ²)	4141	4141	4141	4141	4141
A_s 1 tul (mm ²)	616	616	616	616	616
S_{butuh} (mm)	149	149	149	149	149
S_{max} (mm)	2600	2600	2600	2600	2600
S_{pakai} (mm)	125	125	125	125	125
A_s pakai (mm ²)	4926	4926	4926	4926	4926

4. Tekan Y

Tipe Plat	P6	P8	P10	P20	P40
Tebal (mm)	1300	1300	1300	1300	1300
D tulangan (mm)	16	22	22	22	22
d_x	1217	1214	1214	1214	1214
d_y	1201	1192	1192	1192	1192
β_1	0,69	0,69	0,69	0,69	0,69
$\rho_{balance}$	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
R_{nmax}	11,19	11,19	11,19	11,19	11,19
R_n	0,18	0,14	0,22	0,35	0,78
Kontrol R_n	OK	OK	OK	OK	OK
ρ	0,000	0,000	0,001	0,001	0,002
ρ_{min}	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004
ρ_{min}	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004
ρ_{max}	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003
ρ_{pakai}	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003
A_s butuh (mm ²)	4145	4114	4114	4114	4114
A_s 1 tul (mm ²)	201	380	380	380	380
S_{butuh} (mm)	49	92	92	92	92
S_{max} (mm)	2600	2600	2600	2600	2600
S_{pakai} (mm)	125	125	125	125	125
A_s pakai (mm ²)	1608	3041	3041	3041	3041

	P6	P8	P10	P20	P40
Fc (MPa)	50	50	50	50	50
Fy lentur (MPa)	400	400	400	400	400
Fy geser (MPa)	400	400	400	400	400
b/h kolom (mm)	700	700	700	700	700
D pancang (mm)	600	600	600	600	600
Jumlah pancang	6	8	10	20	40
Panjang pilecap (mm)	4000	6000	7500	7500	15000
Lebar pilecap	3500	3000	3000	6000	6000
Selimit pilecap	75	75	75	75	75
Jarak pancang	1500	1500	1500	1500	1500
Tebal pilecap	1300	1300	1300	1300	1300
D tulangan	22	22	22	22	22
Tinggi efektif	1214	1203	1203	1203	1203
Lebar (mm)	1000	1000	1000	1000	1000
λ	1	1	1	1	1
β	1	1	1	1	1
ϕ_{geser}	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75
ϕ_{lentur}	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
α_s	40	40	40	40	40
P_n	3300	5992	6060	5333	4539
V_n	550	749	606	267	113
b_o	7656	7612	7612	7612	7612
V_{c1}	33518	33023	33023	33023	33023
V_{c2}	37486	37177	37177	37177	37177
V_{c3}	17865	17762	17762	17762	17762
ϕV_n	13399	13322	13322	13322	13322
Kontrol Dua Arah Sekitar Kolom	OK	OK	OK	OK	OK
b_o	3214	3203	3203	3203	3203
V_{c1}	14071	13896	13896	13896	13896
V_{c2}	32272	32001	32001	32001	32001
V_{c3}	7500	7474	7474	7474	7474
ϕV_n	5625	5606	5606	5606	5606
Kontrol Dua Arah Sekitar Pancang	OK	OK	OK	OK	OK
M_n Pile	1567,7	2846,2	2878,29	2533,1261	2155,828
M_n Kolom	630,26	659,98	690,18	705,76	739,51
Kontrol Momen	OK	OK	OK	OK	OK
R_n	0,34	0,73	0,74	0,32	0,28
ρ perlu	0,001	0,002	0,002	0,001	0,001
ρ min	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004
ρ perbesaran	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005
ρ pakai	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004
A_s perlu	4249	4211	4211	4211	4211
Diameter tulangan	25	25	25	25	25
Jumlah tulangan	15	12	12	12	12
A_s I tulangan	491	491	491	491	491
A_s pakai	7363	5890	5890	5890	5890
Kontrol Tulangan	OK	OK	OK	OK	OK

PROYEK AKHIR TERAPAN - VC191845

LAMPIRAN

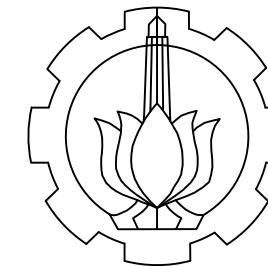
**ALTERNATIF PENGGUNAAN *FLUID VISCOUS DAMPER* (FVD) PADA GEDUNG PSIKOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN AMPEL SURABAYA**

DEWA RAMADHANA ASTYAWAN
NRP. 10111710013063

Dosen Pembimbing 1
Dr. Eng. YUYUN TAJUNNISA, S.T., M.T.
NIP. 19780201 200604 2 002

Dosen Pembimbing 2
Ir. NUR AHMAD HUSIN, ST., MT., IPM., ASEAN Eng.
NIP. 19720115 199802 1 001

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




SARJANA TERAPAN
TEKNOLOGI REKAYASA PENGELOLAAN
PEMELIHARAAN BANGUNAN SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

DAFTAR GAMBAR UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN AMPEL SURABAYA

NO.	KET.	JUDUL GAMBAR	SCALE
1	ARS	DENAH LANTAI 1	1:200
2	ARS	DENAH LANTAI 2	1:200
3	ARS	DENAH LANTAI 3	1:200
4	ARS	DENAH LANTAI 4	1:200
5	ARS	DENAH LANTAI 5	1:200
6	ARS	DENAH LANTAI 6	1:200
7	ARS	DENAH LANTAI 7	1:200
8	ARS	DENAH LANTAI 8	1:200
9	ARS	DENAH LANTAI 9	1:200
10	ARS	POTONGAN A	1:200
11	ARS	POTONGAN B	1:200
12	ARS	TAMPAK DEPAN	1:200
13	ARS	TAMPAK SAMPIING	1:200
14	STR	DENAH PILECAP	1:200
15	STR	DENAH KOLOW LT 1 - LT ATAP	1:200
16	STR	DENAH KOLOW LT LIFT	1:200
17	STR	DENAH SLOOF	1:200
18	STR	DENAH BALOK LT 2 - LT 9	1:200
19	STR	DENAH BALOK LT ATAP - LT LIFT	1:200
20	STR	DENAH PLAT LT DASAR	1:200
21	STR	DENAH PLAT LT 2 - LT 9	1:200
22	STR	DENAH PLAT LT ATAP - LT LIFT	1:200
23	STR	DETAIL PILECAP P43	1:50
24	STR	DETAIL PILECAP P6, P8, DAN P10	1:50
25	STR	DETAIL PILECAP P18 DAN P29	1:50
26	STR	DETAIL KOLOW K1	1:50, 1:150
27	STR	DETAIL KOLOW LIFT	1:50, 1:150
28	STR	DETAIL BALOK	1:200
29	STR	POTONGAN TANGGA 1	1:50
30	STR	POTONGAN TANGGA 2	1:50
31	STR	DETAIL TANGGA	1:20
32	STR	PORTAL MELINTANG GRID A DAN F	1:200
33	STR	PORTAL MEMANJANG GRID 1 DAN 4	1:200
34	STR	PORTAL MELINTANG GRID B, C, D, DAN E	1:200
35	STR	PORTAL MEMANJANG GRID 2 DAN 3	1:200
36	STR	DENAH FVD	1:200
37	STR	PORTAL FVD	1:50
38	STR	DETAIL SAMBUNGAN	1:30
39	STR	DETAIL FVD DAN BRACING	1:30
40	STR	DETAIL PILE	NTS

SPESIFIKASI

- ALL DIMENSI IN MILLIMETER & ELEVATION IN METER
 - STRUCTURAL CONCRETE GRADE :
SPUN PILE ϕ 500 : $f_c' = 50$ MPa
PILECAP, TIE BEAM, BEAM, SLAB : $f_c' = 35$ MPa
COLUMN : $f_c' = 40$ MPa
 - REINFORCEMENT STEEL GRADE :
 $\phi < 12$, U24 ($f_y = 240$ MPa)
D = 10, U40 ($f_y = 400$ MPa)
D > 12, U40 ($f_y = 400$ MPa)
M (WIREMESH), U50 ($f_y = 500$ MPa)
 - STEEL PROFIL GRADE : BJ 37 / SS 41 / Fe 360
 - WELD GRADE : E-70xx
 - BOLT GRADE : HTB A 325
-  WET AREA

NAMA MAHASISWA

Dewa Ramadhana Astyawan
10111710013063

DOSEN PEMBIMBING I

Dr. Eng Yuyun Tajunnisa
19780218 200501 2 002

DOSEN PEMBIMBING II

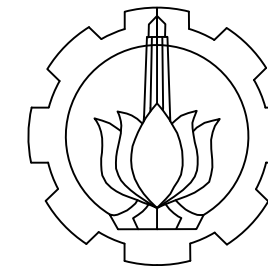
Nur Ahmad Husin, ST., MT.
19720115 199802 1 001

NAMA GAMBAR

Daftar Gambar

NO HALAMAN

JUMLAH
HALAMAN



SARJANA TERAPAN
TEKNOLOGI REKAYASA PENGELOLAAN
PEMELIHARAAN BANGUNAN SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

SPESIFIKASI

- ALL DIMENSI IN MILIMETER & ELEVATION IN METER
 - STRUCTURAL CONCRETE GRADE :
SPUN PILE ϕ 500 : $f_c' = 50$ MPa
PILECAP, TIE BEAM, BEAM, SLAB : $f_c' = 35$ MPa
COLUMN : $f_c' = 40$ MPa
 - REINFORCEMENT STEEL GRADE :
 $\phi < 12$, U24 ($f_y = 240$ MPa)
D = 10, U40 ($f_y = 400$ MPa)
D > 12, U40 ($f_y = 400$ MPa)
M (WIREMESH), U50 ($f_y = 500$ MPa)
 - STEEL PROFIL GRADE : BJ 37 / SS 41 / Fe 360
 - WELD GRADE : E-70xx
 - BOLT GRADE : HTB A 325
- WET AREA

NAMA MAHASISWA

Dewa Ramadhana Astyawan
10111710013063

DOSEN PEMBIMBING I

Dr. Eng Yuyun Tajunnisa
19780218 200501 2 002

DOSEN PEMBIMBING II

Nur Ahmad Husin, ST., MT.
19720115 199802 1 001

NAMA GAMBAR

Denah Lantai 1

SKALA

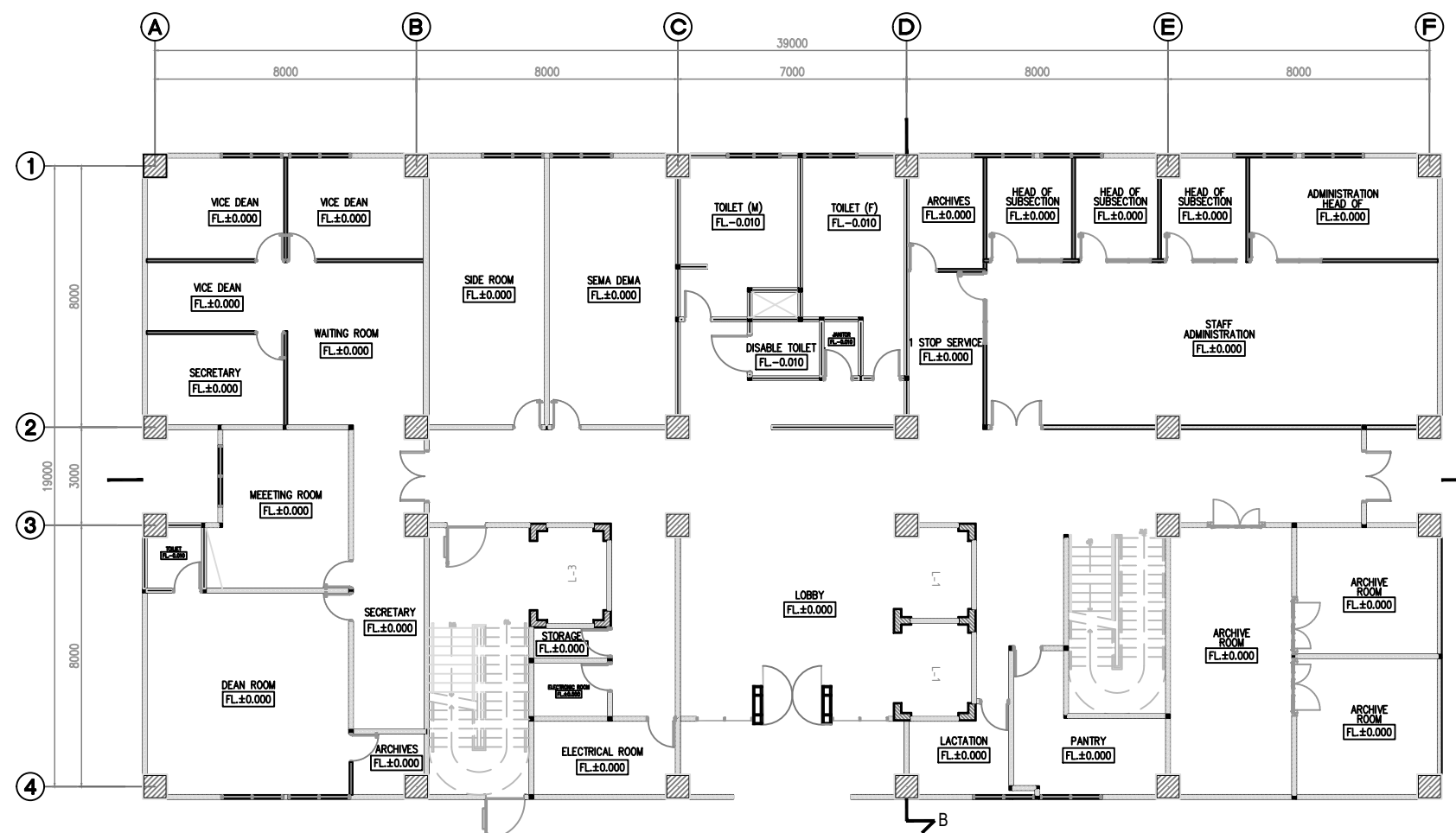
1:200

NO HALAMAN

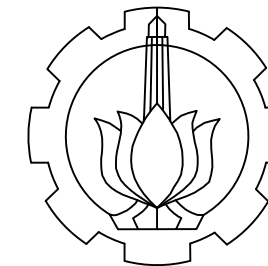
1

JUMLAH HALAMAN

40



DENAH LT DASAR (ELV +0.00)
SCALE 1:200



SARJANA TERAPAN
TEKNOLOGI REKAYASA PENGELOLAAN
PEMELIHARAAN BANGUNAN SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

SPESIFIKASI

- ALL DIMENSI IN MILLIMETER & ELEVATION IN METER
 - STRUCTURAL CONCRETE GRADE :
SPUN PILE Ø500 : $f_c' = 50$ MPa
PILECAP, TIE BEAM, BEAM, SLAB : $f_c' = 35$ MPa
COLUMN : $f_c' = 40$ MPa
 - REINFORCEMENT STEEL GRADE :
Ø < 12, U24 ($f_y = 240$ MPa)
D = 10, U40 ($f_y = 400$ MPa)
D > 12, U40 ($f_y = 400$ MPa)
M (WIREMESH), U50 ($f_y = 500$ MPa)
 - STEEL PROFIL GRADE : BJ 37 / SS 41 / Fe 360
 - WELD GRADE : E-70xx
 - BOLT GRADE : HTB A 325
- WET AREA

NAMA MAHASISWA

Dewa Ramadhana Astyawan
10111710013063

DOSEN PEMBIMBING I

Dr. Eng Yuyun Tajunnisa
19780218 200501 2 002

DOSEN PEMBIMBING II

Nur Ahmad Husin, ST., MT.
19720115 199802 1 001

NAMA GAMBAR

Denah Lantai 2

SKALA

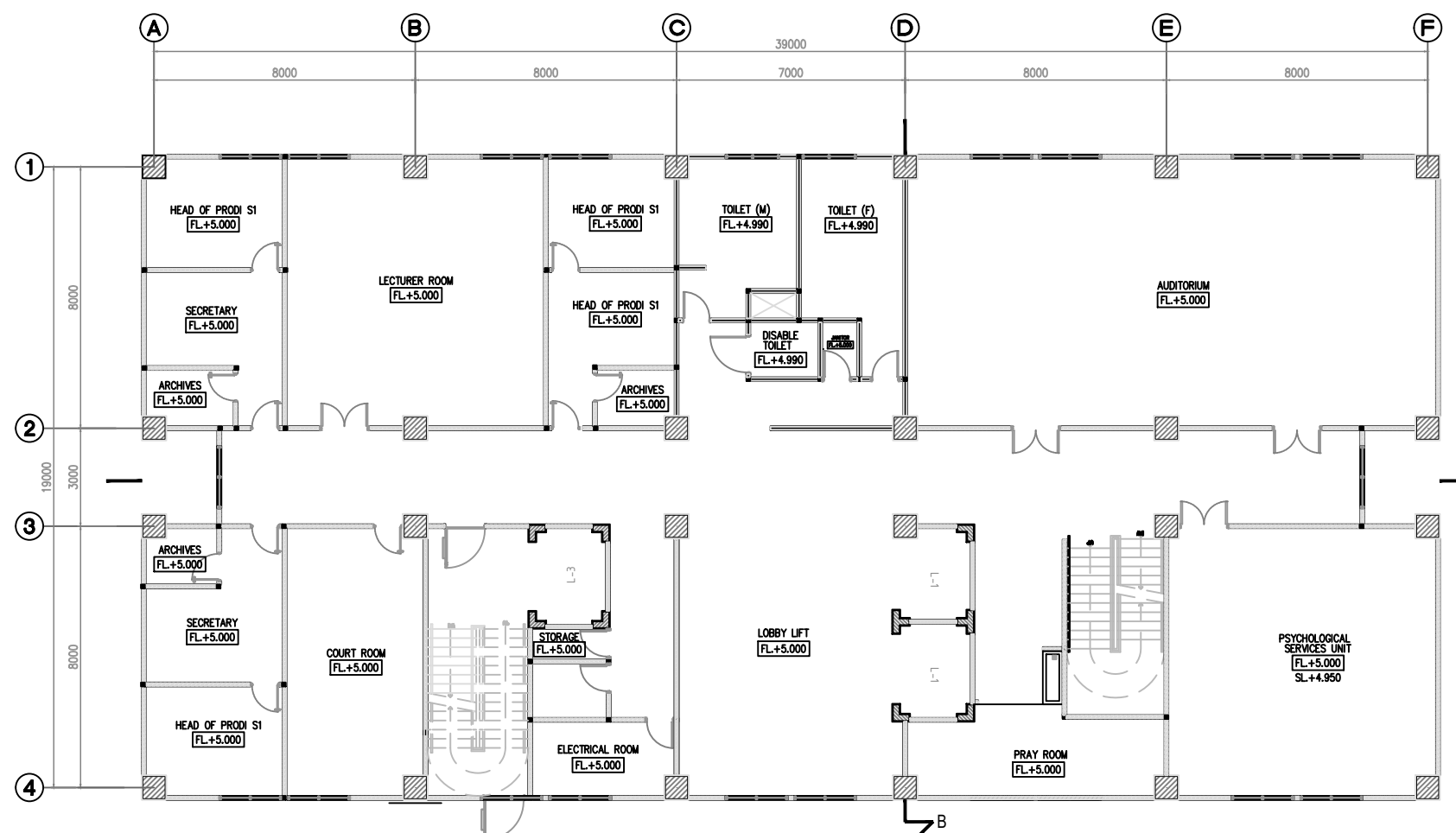
1:200

NO HALAMAN

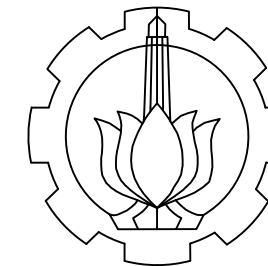
2

JUMLAH HALAMAN

40



DENAH LT 2 (ELV +5.00)
SCALE 1:200



SARJANA TERAPAN
TEKNOLOGI REKAYASA PENGELOLAAN
PEMELIHARAAN BANGUNAN SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

SPESIFIKASI

1. ALL DIMENSI IN MILIMETER & ELEVATION IN METER
2. STRUCTURAL CONCRETE GRADE :
SPUN PILE ϕ 500 : $f_c' = 50$ MPa
PILECAP, TIE BEAM, BEAM, SLAB : $f_c' = 35$ MPa
COLUMN : $f_c' = 40$ MPa
3. REINFORCEMENT STEEL GRADE :
 $\phi < 12$, U24 ($f_y = 240$ MPa)
D = 10, U40 ($f_y = 400$ MPa)
D > 12, U40 ($f_y = 400$ MPa)
M (WIREMESH), U50 ($f_y = 500$ MPa)
4. STEEL PROFIL GRADE : BJ 37 / SS 41 / Fe 360
5. WELD GRADE : E-70xx
6. BOLT GRADE : HTB A 325

WET AREA

NAMA MAHASISWA

Dewa Ramadhana Astyawan
10111710013063

DOSEN PEMBIMBING I

Dr. Eng Yuyun Tajunnisa
19780218 200501 2 002

DOSEN PEMBIMBING II

Nur Ahmad Husin, ST., MT.
19720115 199802 1 001

NAMA GAMBAR

Denah Lantai 3

SKALA

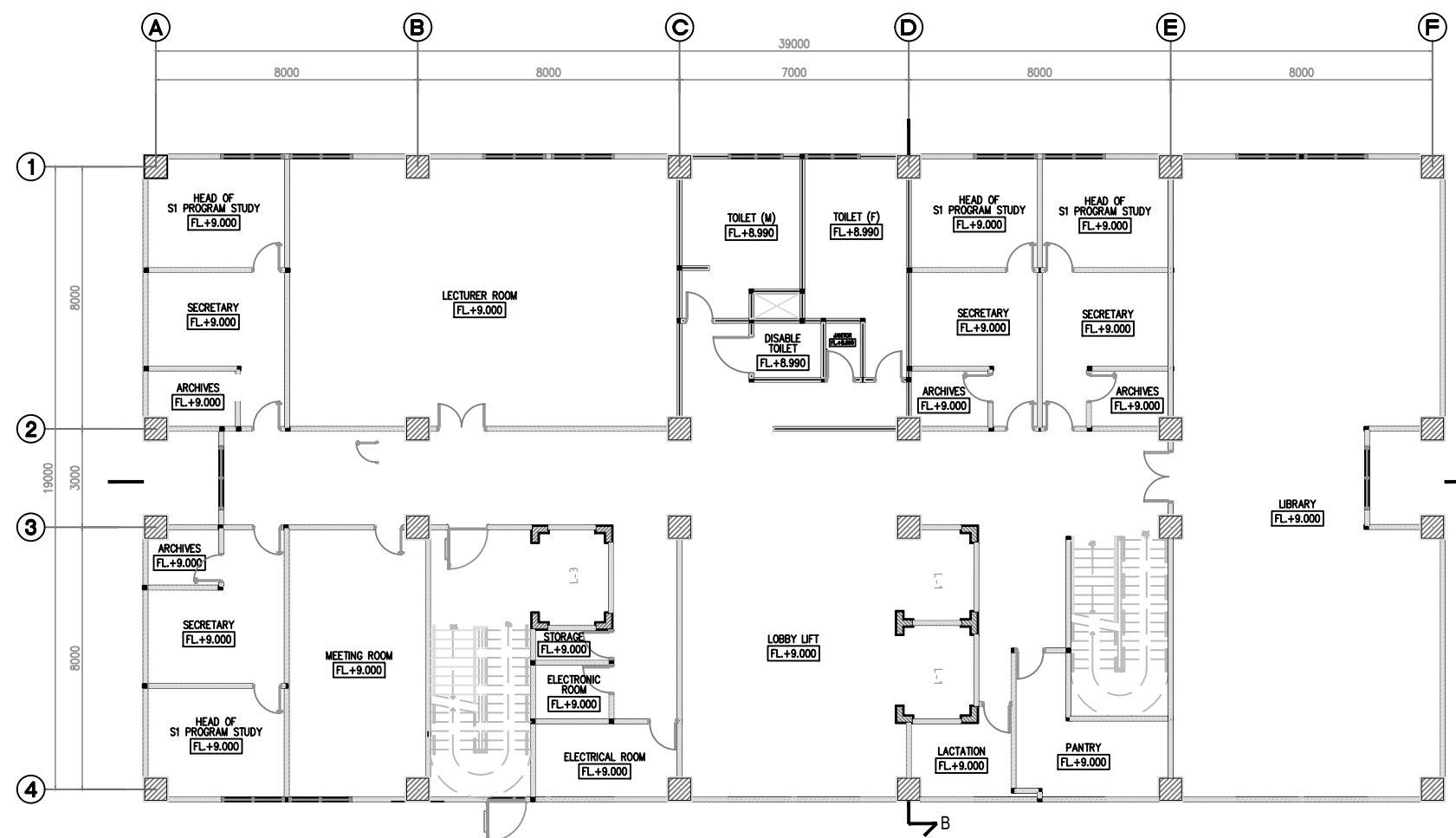
1:200

NO HALAMAN

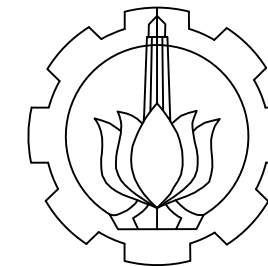
3

JUMLAH HALAMAN

40



DENAH LT 3 (ELV +9.00)
SCALE 1:200



SARJANA TERAPAN
TEKNOLOGI REKAYASA PENGELOLAAN
PEMELIHARAAN BANGUNAN SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

SPESIFIKASI

- ALL DIMENSI IN MILIMETER & ELEVATION IN METER
 - STRUCTURAL CONCRETE GRADE :
SPUN PILE Ø500 : $f_c' = 50$ MPa
PILECAP, TIE BEAM, BEAM, SLAB : $f_c' = 35$ MPa
COLUMN : $f_c' = 40$ MPa
 - REINFORCEMENT STEEL GRADE :
Ø < 12, U24 ($f_y = 240$ MPa)
D = 10, U40 ($f_y = 400$ MPa)
D > 12, U40 ($f_y = 400$ MPa)
M (WIREMESH), U50 ($f_y = 500$ MPa)
 - STEEL PROFIL GRADE : BJ 37 / SS 41 / Fe 360
 - WELD GRADE : E-70xx
 - BOLT GRADE : HTB A 325
- WET AREA

NAMA MAHASISWA

Dewa Ramadhana Astyawan
10111710013063

DOSEN PEMBIMBING I

Dr. Eng Yuyun Tajunnisa
19780218 200501 2 002

DOSEN PEMBIMBING II

Nur Ahmad Husin, ST., MT.
19720115 199802 1 001

NAMA GAMBAR

Denah Lantai 4

SKALA

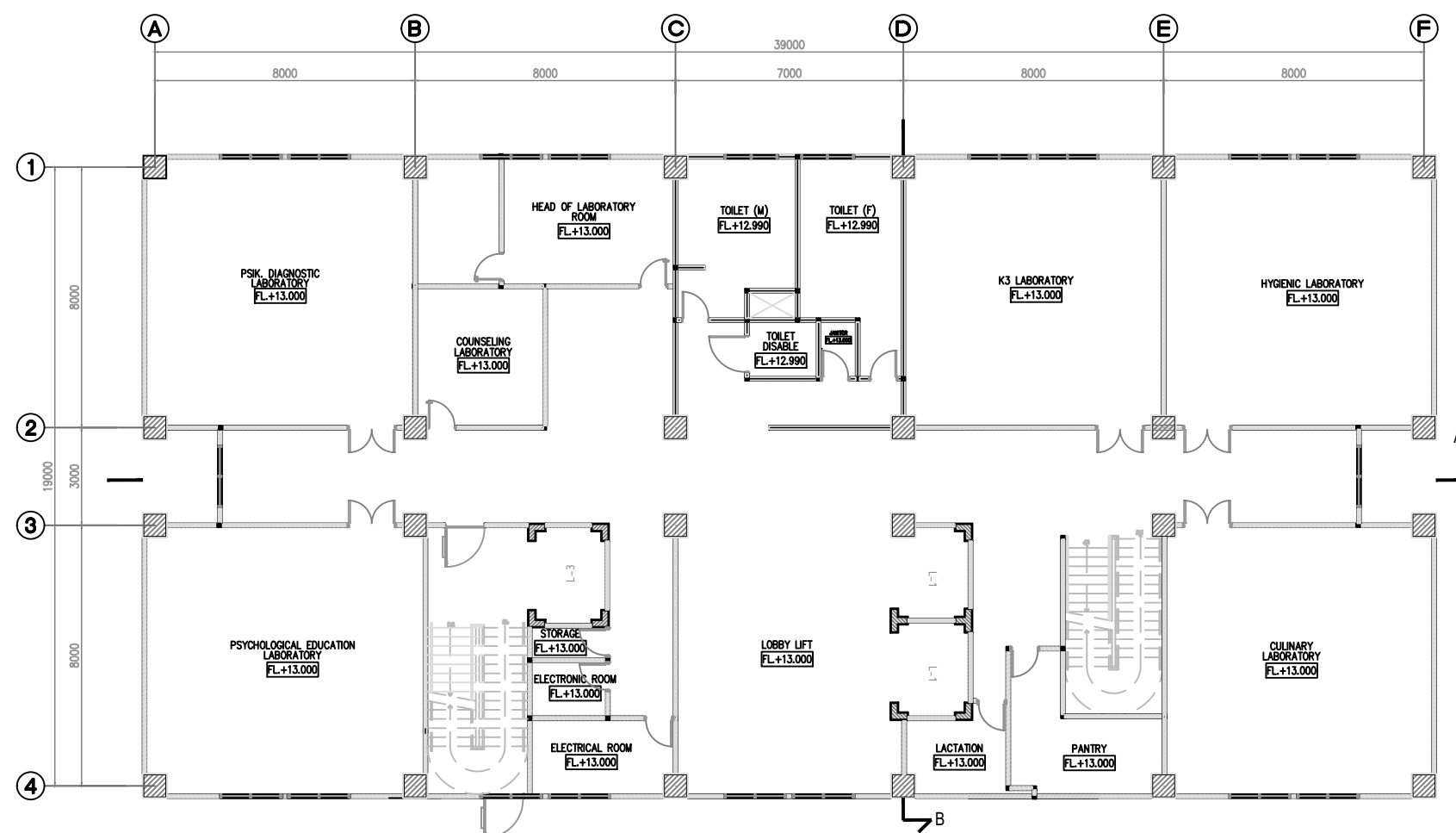
1:200

NO HALAMAN

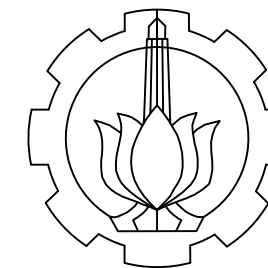
4

JUMLAH HALAMAN

40



DENAH LT 4 (ELV +13.00)
SCALE 1:200



SARJANA TERAPAN
TEKNOLOGI REKAYASA PENGELOLAAN
PEMELIHARAAN BANGUNAN SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

SPESIFIKASI

1. ALL DIMENSI IN MILLIMETER & ELEVATION IN METER
2. STRUCTURAL CONCRETE GRADE :
 SPUN PILE Ø500 : $f_c' = 50$ MPa
 PILECAP, TIE BEAM, BEAM, SLAB : $f_c' = 35$ MPa
 COLUMN : $f_c' = 40$ MPa
3. REINFORCEMENT STEEL GRADE :
 $\phi < 12$, U24 ($f_y = 240$ MPa)
 $D = 10$, U40 ($f_y = 400$ MPa)
 $D > 12$, U40 ($f_y = 400$ MPa)
 M (WIREMESH), U50 ($f_y = 500$ MPa)
4. STEEL PROFIL GRADE : BJ 37 / SS 41 / Fe 360
5. WELD GRADE : E-70xx
6. BOLT GRADE : HTB A 325

WET AREA

NAMA MAHASISWA

Dewa Ramadhana Astyawan
10111710013063

DOSEN PEMBIMBING I

Dr. Eng Yuyun Tajunnisa
19780218 200501 2 002

DOSEN PEMBIMBING II

Nur Ahmad Husin, ST., MT.
19720115 199802 1 001

NAMA GAMBAR

Denah Lantai 5

SKALA

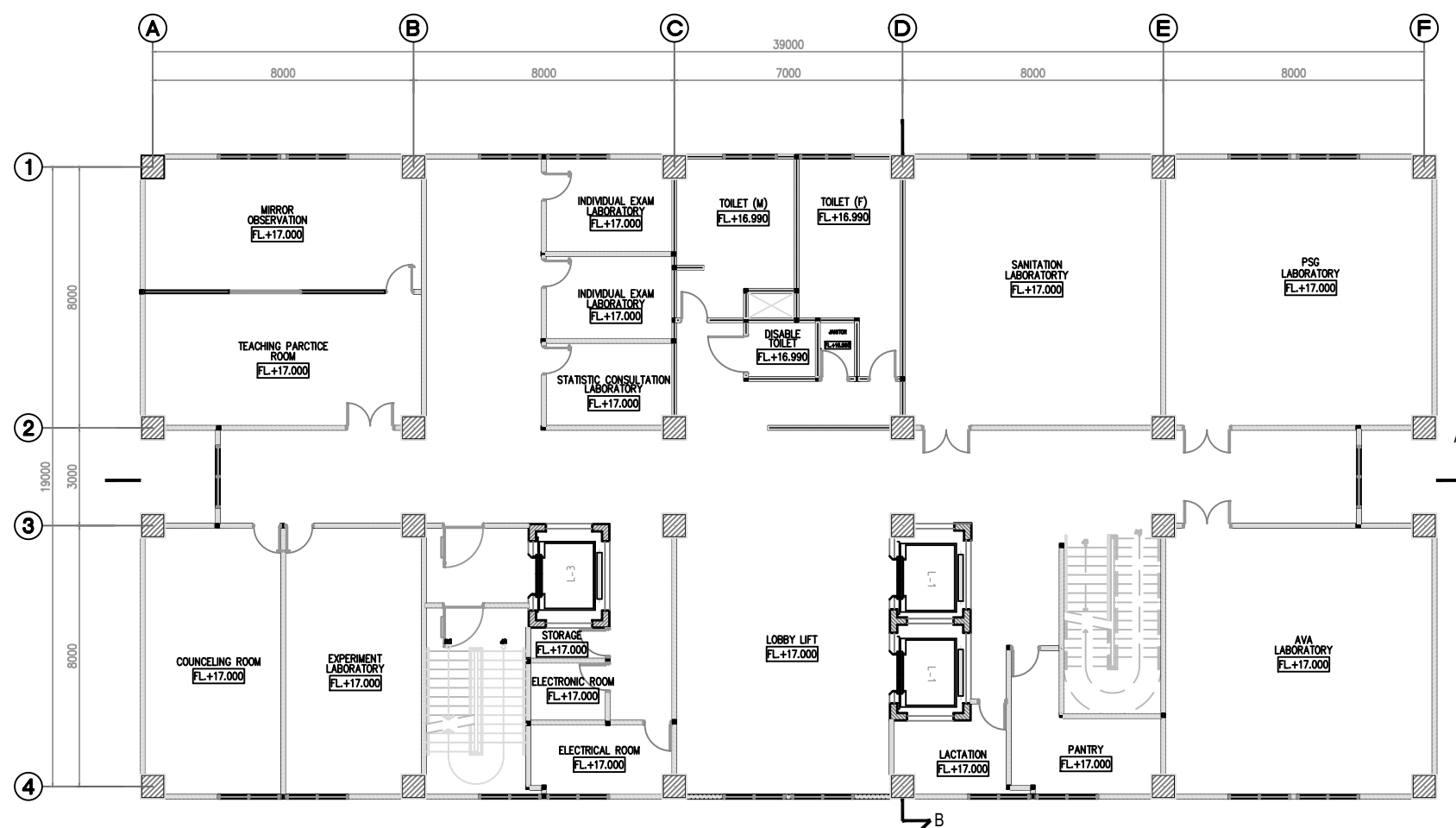
1:200

NO HALAMAN

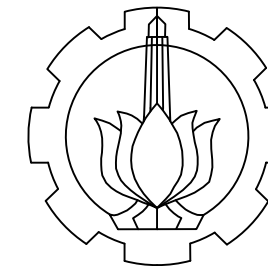
5

JUMLAH HALAMAN

40



DENAH LT 5 (ELV +17.00)
SCALE 1:200



SARJANA TERAPAN
TEKNOLOGI REKAYASA PENGELOLAAN
PEMELIHARAAN BANGUNAN SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

SPESIFIKASI

1. ALL DIMENSI IN MILIMETER & ELEVATION IN METER
2. STRUCTURAL CONCRETE GRADE :
 SPUN PILE Ø500 : $f_c' = 50 \text{ MPa}$
 PILECAP, TIE BEAM, BEAM, SLAB : $f_c' = 35 \text{ MPa}$
 COLUMN : $f_c' = 40 \text{ MPa}$
3. REINFORCEMENT STEEL GRADE :
 $\phi < 12$, U24 ($f_y = 240 \text{ MPa}$)
 $D = 10$, U40 ($f_y = 400 \text{ MPa}$)
 $D > 12$, U40 ($f_y = 400 \text{ MPa}$)
 M (WIREMESH), U50 ($f_y = 500 \text{ MPa}$)
4. STEEL PROFIL GRADE : BJ 37 / SS 41 / Fe 360
5. WELD GRADE : E-70xx
6. BOLT GRADE : HTB A 325

WET AREA

NAMA MAHASISWA

Dewa Ramadhana Astyawan
10111710013063

DOSEN PEMBIMBING I

Dr. Eng Yuyun Tajunnisa
19780218 200501 2 002

DOSEN PEMBIMBING II

Nur Ahmad Husin, ST., MT.
19720115 199802 1 001

NAMA GAMBAR

Denah Lantai 6

SKALA

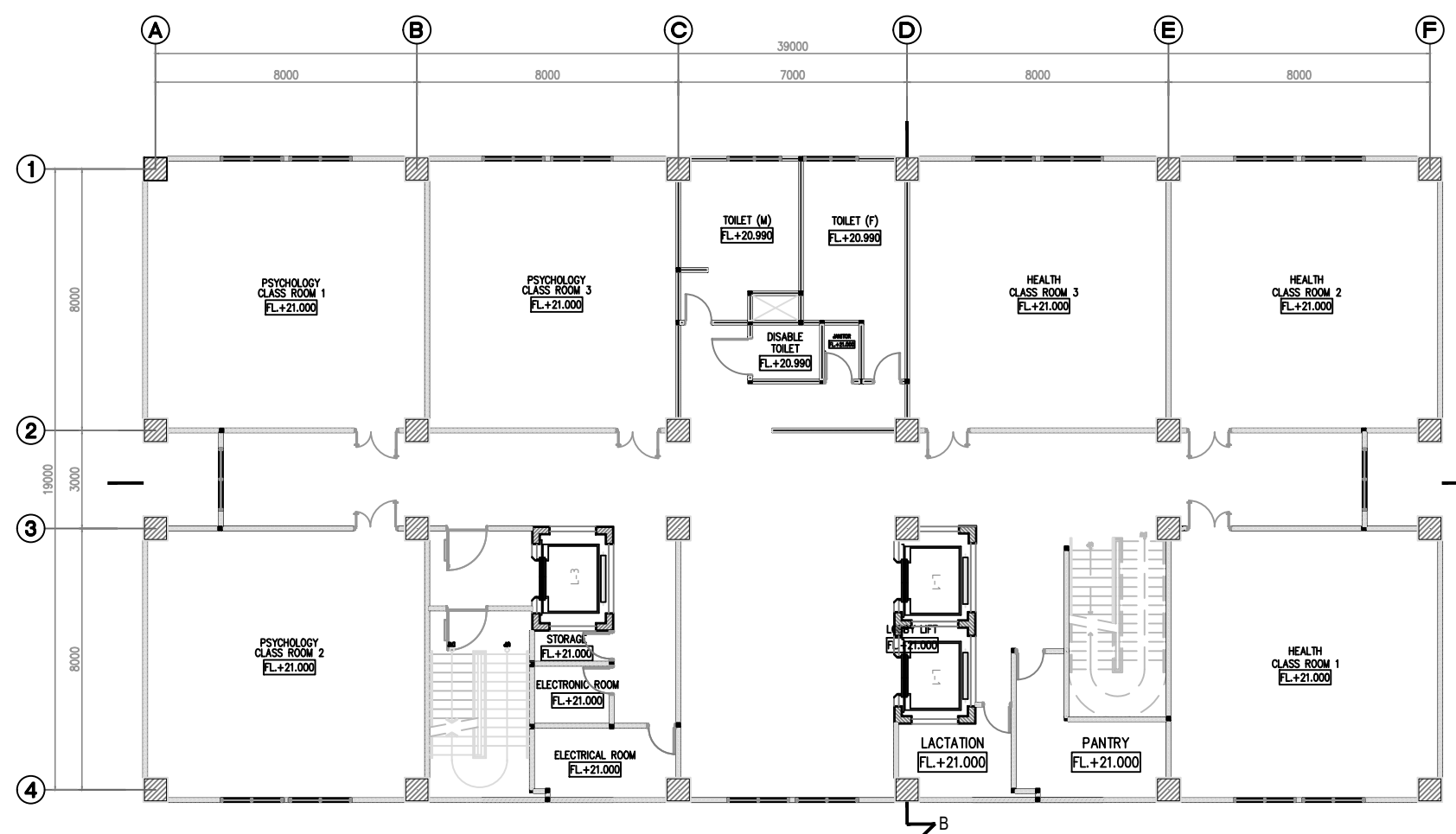
1:200

NO HALAMAN

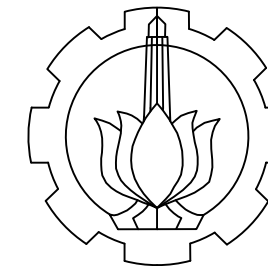
6

JUMLAH HALAMAN

40



DENAH LT 6 (ELV +21.00)
SCALE 1:200



SARJANA TERAPAN
TEKNOLOGI REKAYASA PENGELOLAAN
PEMELIHARAAN BANGUNAN SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

SPESIFIKASI

1. ALL DIMENSI IN MILIMETER & ELEVATION IN METER
 2. STRUCTURAL CONCRETE GRADE :
 SPUN PILE Ø500 : $f_c' = 50$ MPa
 PILECAP, TIE BEAM, BEAM, SLAB : $f_c' = 35$ MPa
 COLUMN : $f_c' = 40$ MPa
 3. REINFORCEMENT STEEL GRADE :
 $\phi < 12$, U24 ($f_y = 240$ MPa)
 $D = 10$, U40 ($f_y = 400$ MPa)
 $D > 12$, U40 ($f_y = 400$ MPa)
 M (WIREMESH), U50 ($f_y = 500$ MPa)
 4. STEEL PROFIL GRADE : BJ 37 / SS 41 / Fe 360
 5. WELD GRADE : E-70xx
 6. BOLT GRADE : HTB A 325
- WET AREA

NAMA MAHASISWA

Dewa Ramadhana Astyawan
10111710013063

DOSEN PEMBIMBING I

Dr. Eng Yuyun Tajunnisa
19780218 200501 2 002

DOSEN PEMBIMBING II

Nur Ahmad Husin, ST., MT.
19720115 199802 1 001

NAMA GAMBAR

Denah Lantai 7

SKALA

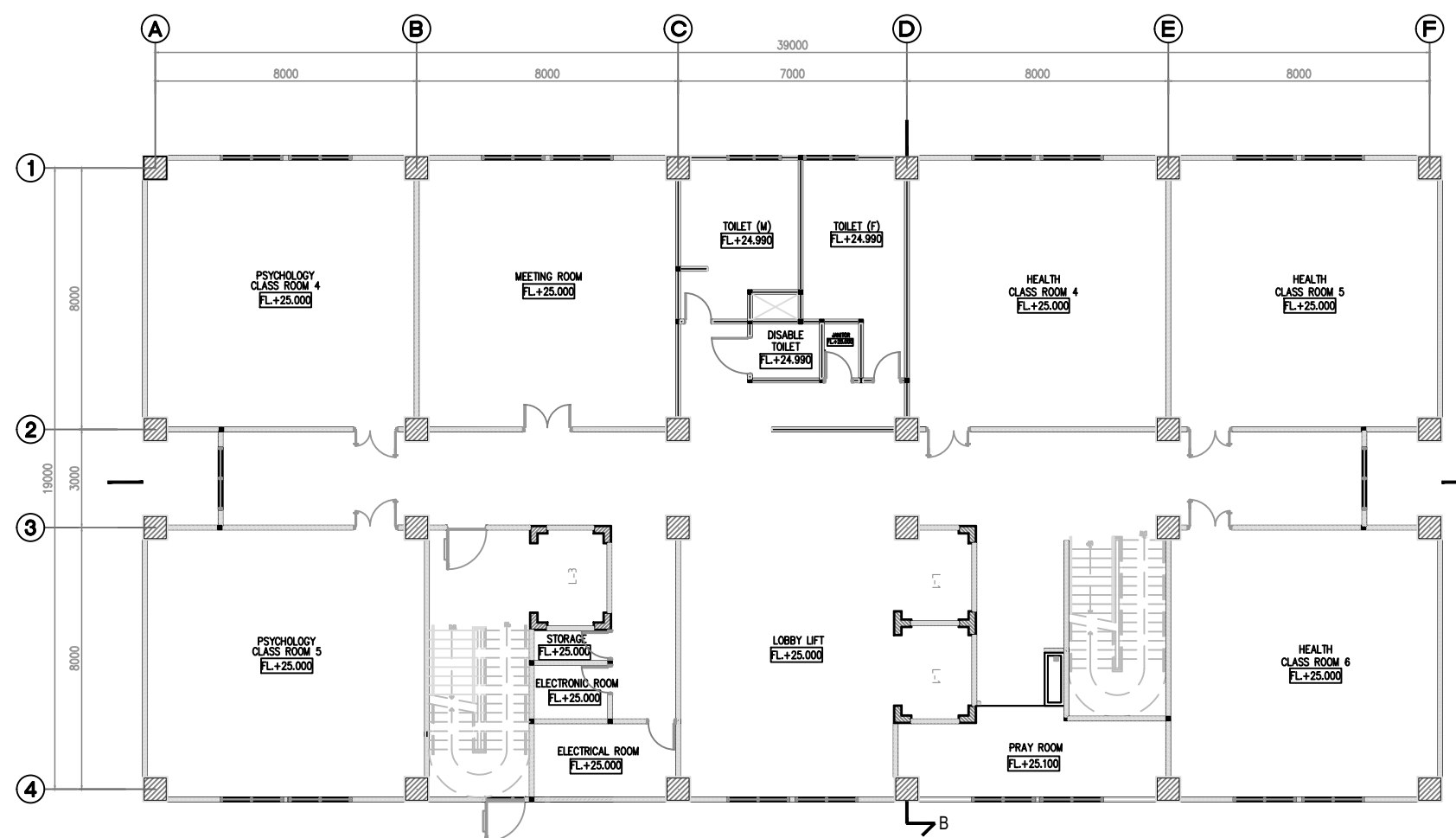
1:200

NO HALAMAN

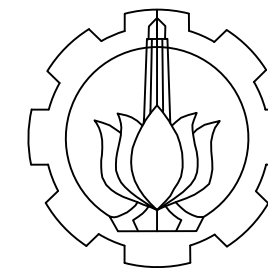
7

JUMLAH HALAMAN

40



DENAH LT 7 (ELV +25.00)
SCALE 1:200



SARJANA TERAPAN
TEKNOLOGI REKAYASA PENGELOLAAN
PEMELIHARAAN BANGUNAN SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

SPESIFIKASI

- ALL DIMENSI IN MILIMETER & ELEVATION IN METER
- STRUCTURAL CONCRETE GRADE :
SPUN PILE Ø500 : $f_c' = 50$ MPa
PILECAP, TIE BEAM, BEAM, SLAB : $f_c' = 35$ MPa
COLUMN : $f_c' = 40$ MPa
- REINFORCEMENT STEEL GRADE :
Ø < 12, U24 ($f_y = 240$ MPa)
D = 10, U40 ($f_y = 400$ MPa)
D > 12, U40 ($f_y = 400$ MPa)
M (WIREMESH), U50 ($f_y = 500$ MPa)
- STEEL PROFIL GRADE : BJ 37 / SS 41 / Fe 360
- WELD GRADE : E-70xx
- BOLT GRADE : HTB A 325

WET AREA

NAMA MAHASISWA

Dewa Ramadhana Astyawan
10111710013063

DOSEN PEMBIMBING I

Dr. Eng Yuyun Tajunnisa
19780218 200501 2 002

DOSEN PEMBIMBING II

Nur Ahmad Husin, ST., MT.
19720115 199802 1 001

NAMA GAMBAR

Denah Lantai 8

SKALA

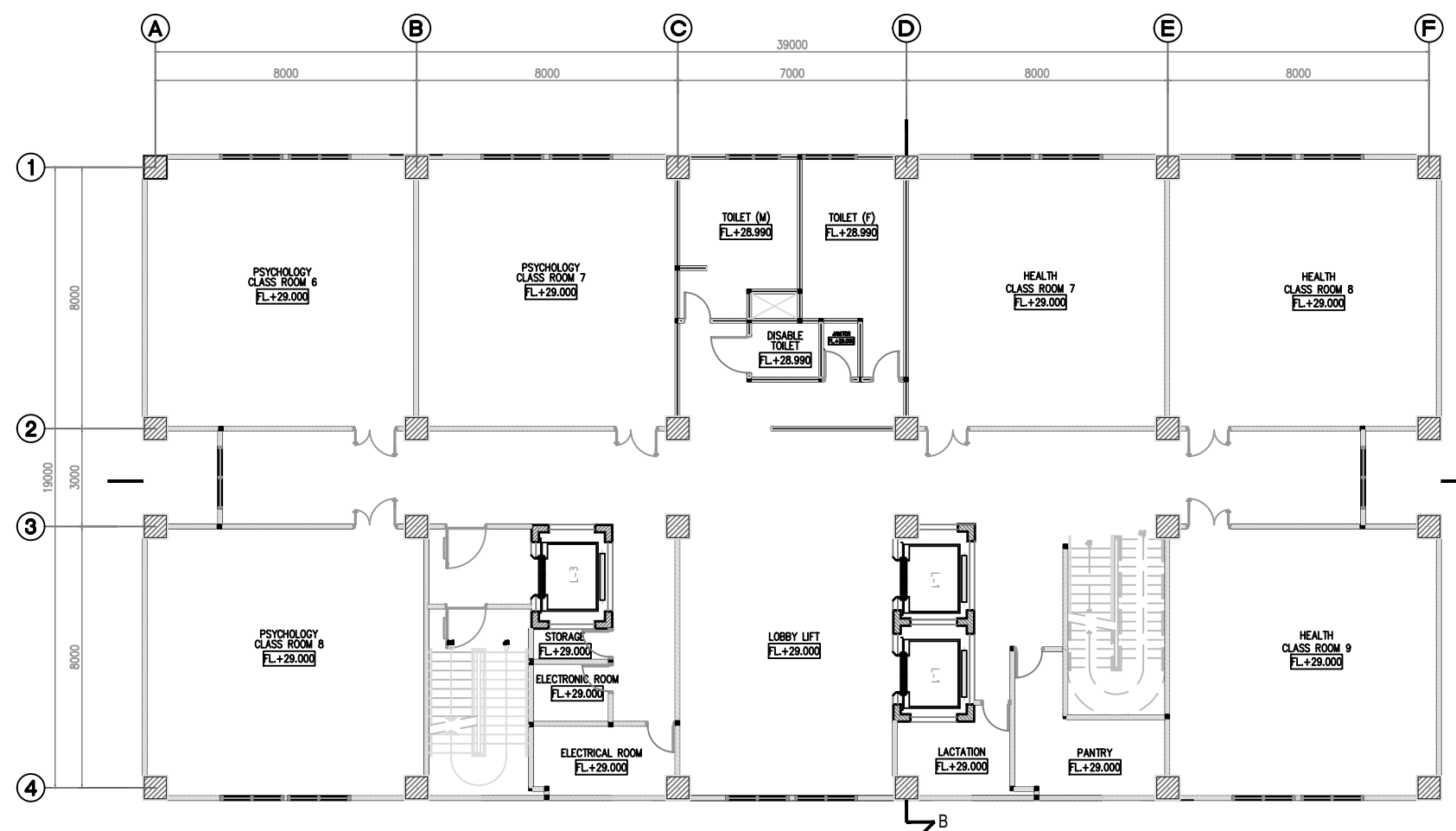
1:200

NO HALAMAN

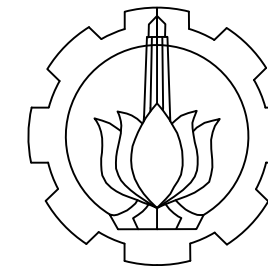
8

JUMLAH HALAMAN

40



DENAH LT 8 (ELV +29.00)
SCALE 1:200



SARJANA TERAPAN
TEKNOLOGI REKAYASA PENGELOLAAN
PEMELIHARAAN BANGUNAN SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

SPESIFIKASI

- ALL DIMENSI IN MILIMETER & ELEVATION IN METER
- STRUCTURAL CONCRETE GRADE :
SPUN PILE Ø500 : $f_c' = 50 \text{ MPa}$
PILECAP, TIE BEAM, BEAM, SLAB : $f_c' = 35 \text{ MPa}$
COLUMN : $f_c' = 40 \text{ MPa}$
- REINFORCEMENT STEEL GRADE :
 $\phi < 12$, U24 ($f_y = 240 \text{ MPa}$)
D = 10, U40 ($f_y = 400 \text{ MPa}$)
D > 12, U40 ($f_y = 400 \text{ MPa}$)
M (WIREMESH), U50 ($f_y = 500 \text{ MPa}$)
- STEEL PROFIL GRADE : BJ 37 / SS 41 / Fe 360
- WELD GRADE : E-70xx
- BOLT GRADE : HTB A 325

WET AREA

NAMA MAHASISWA

Dewa Ramadhana Astyawan
10111710013063

DOSEN PEMBIMBING I

Dr. Eng Yuyun Tajunnisa
19780218 200501 2 002

DOSEN PEMBIMBING II

Nur Ahmad Husin, ST., MT.
19720115 199802 1 001

NAMA GAMBAR

Denah Lantai 9

SKALA

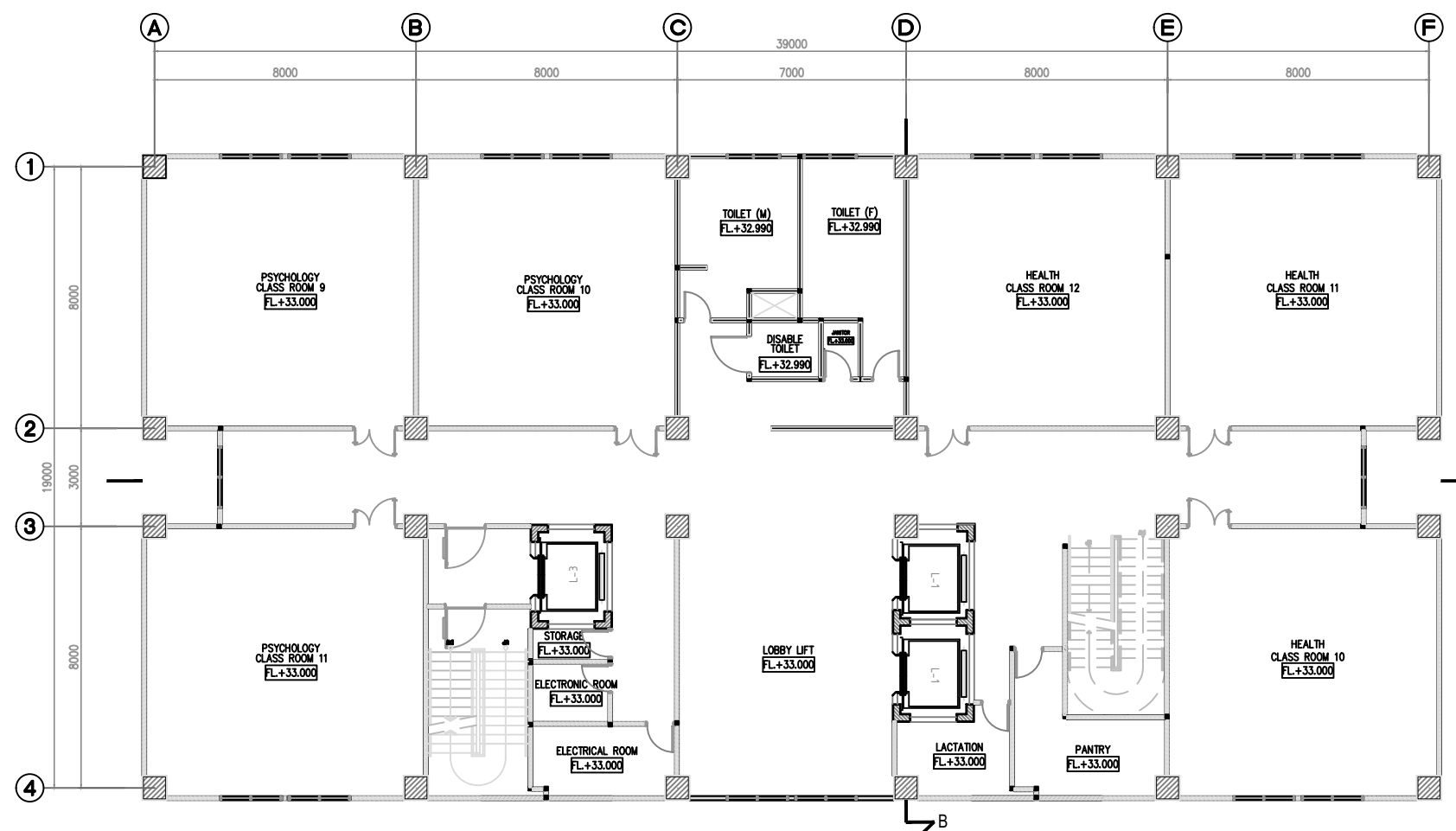
1:200

NO HALAMAN

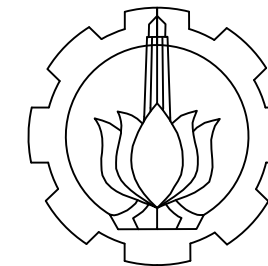
9

JUMLAH HALAMAN

40



DENAH LT 9 (ELV +33.00)
SCALE 1:200



SARJANA TERAPAN
TEKNOLOGI REKAYASA PENGELOLAAN
PEMELIHARAAN BANGUNAN SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

SPESIFIKASI

1. ALL DIMENSI IN MILIMETER & ELEVATION IN METER
 2. STRUCTURAL CONCRETE GRADE :
 SPUN PILE Ø500 : $f_c' = 50 \text{ MPa}$
 PILECAP, TIE BEAM, BEAM, SLAB : $f_c' = 35 \text{ MPa}$
 COLUMN : $f_c' = 40 \text{ MPa}$
 3. REINFORCEMENT STEEL GRADE :
 $\phi < 12$, U24 ($f_y = 240 \text{ MPa}$)
 $D = 10$, U40 ($f_y = 400 \text{ MPa}$)
 $D > 12$, U40 ($f_y = 400 \text{ MPa}$)
 M (WIREMESH), U50 ($f_y = 500 \text{ MPa}$)
 4. STEEL PROFIL GRADE : BJ 37 / SS 41 / Fe 360
 5. WELD GRADE : E-70xx
 6. BOLT GRADE : HTB A 325
- WET AREA

NAMA MAHASISWA

Dewa Ramadhana Astyawan
10111710013063

DOSEN PEMBIMBING I

Dr. Eng Yuyun Tajunnisa
19780218 200501 2 002

DOSEN PEMBIMBING II

Nur Ahmad Husin, ST., MT.
19720115 199802 1 001

NAMA GAMBAR

Potongan A

SKALA

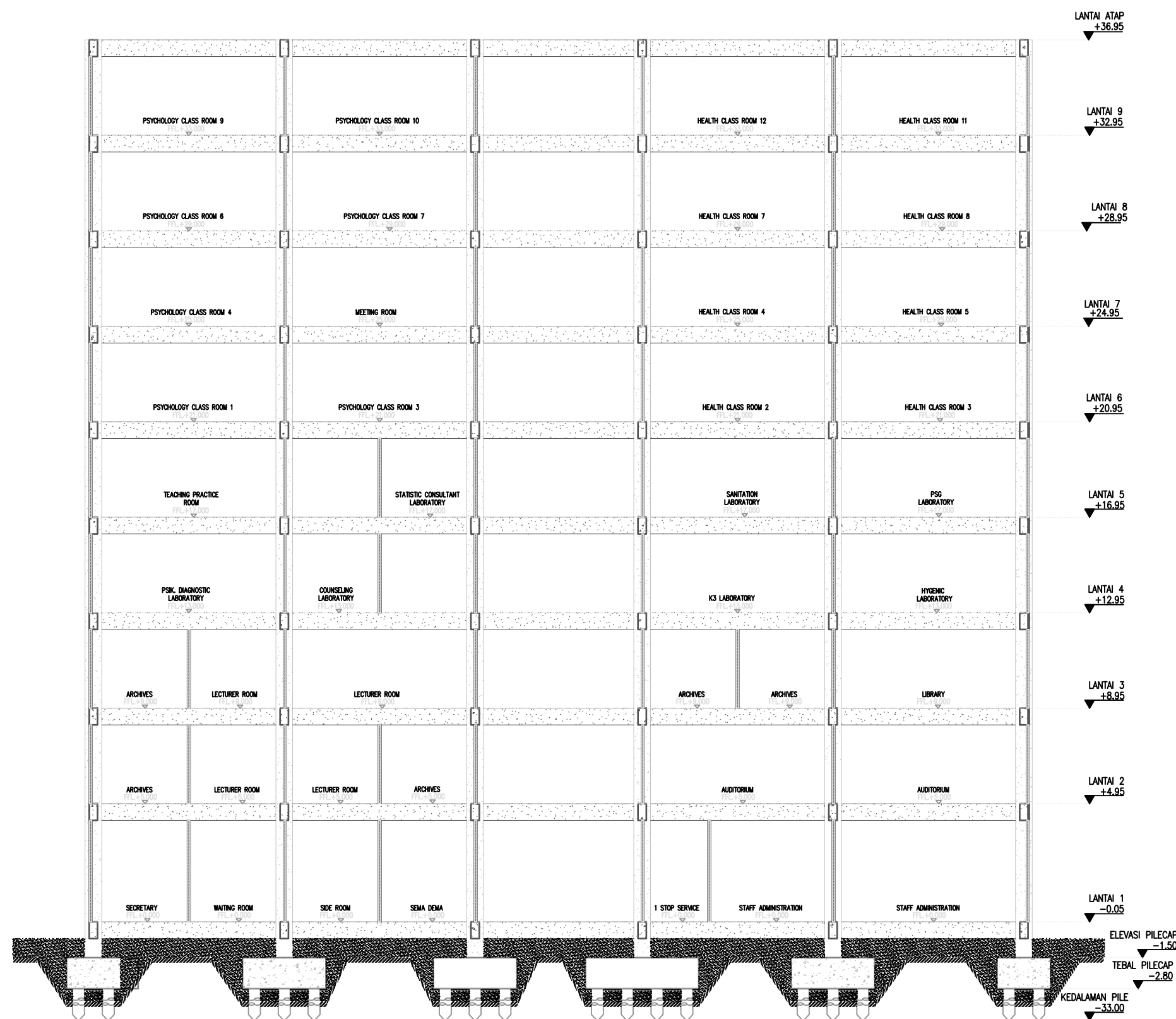
1:200

NO HALAMAN

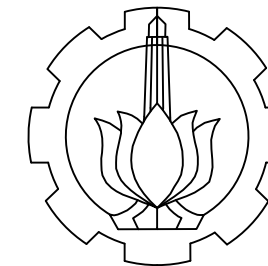
10

JUMLAH HALAMAN

40



POTONGAN A
SCALE 1:200



SARJANA TERAPAN
TEKNOLOGI REKAYASA PENGELOLAAN
PEMELIHARAAN BANGUNAN SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

SPESIFIKASI

1. ALL DIMENSI IN MILIMETER & ELEVATION IN METER
2. STRUCTURAL CONCRETE GRADE :
SPUN PILE Ø500 : $f_c' = 50$ MPa
PILECAP, TIE BEAM, BEAM, SLAB : $f_c' = 35$ MPa
COLUMN : $f_c' = 40$ MPa
3. REINFORCEMENT STEEL GRADE :
Ø < 12, U24 ($f_y = 240$ MPa)
D = 10, U40 ($f_y = 400$ MPa)
D > 12, U40 ($f_y = 400$ MPa)
M (WIREMESH), U50 ($f_y = 500$ MPa)
4. STEEL PROFIL GRADE : BJ 37 / SS 41 / Fe 360
5. WELD GRADE : E-70xx
6. BOLT GRADE : HTB A 325

WET AREA

NAMA MAHASISWA

Dewa Ramadhana Astyawan
10111710013063

DOSEN PEMBIMBING I

Dr. Eng Yuyun Tajunnisa
19780218 200501 2 002

DOSEN PEMBIMBING II

Nur Ahmad Husin, ST., MT.
19720115 199802 1 001

NAMA GAMBAR

Potongan B

SKALA

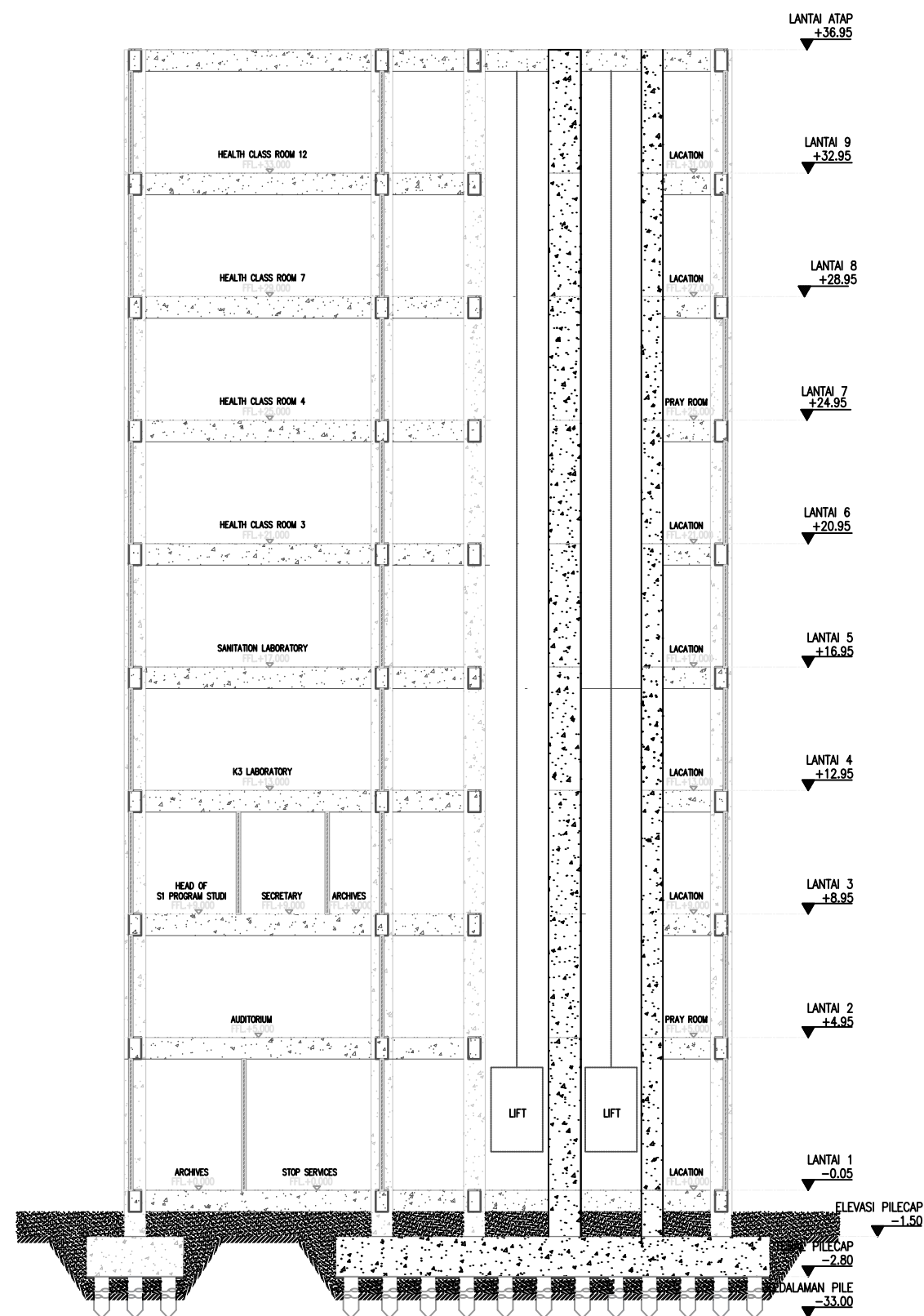
1:200

NO HALAMAN

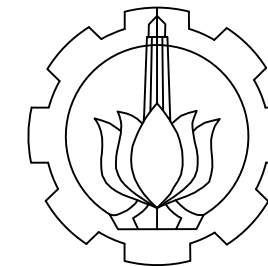
11

JUMLAH HALAMAN

40



POTONGAN B
SCALE 1:200



SARJANA TERAPAN
TEKNOLOGI REKAYASA PENGELOLAAN
PEMELIHARAAN BANGUNAN SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

SPESIFIKASI

1. ALL DIMENSI IN MILIMETER & ELEVATION IN METER
2. STRUCTURAL CONCRETE GRADE :
 SPUN PILE ϕ 500 : $f_c' = 50$ MPa
 PILECAP, TIE BEAM, BEAM, SLAB : $f_c' = 35$ MPa
 COLUMN : $f_c' = 40$ MPa
3. REINFORCEMENT STEEL GRADE :
 $\phi < 12$, U24 ($f_y = 240$ MPa)
 $D = 10$, U40 ($f_y = 400$ MPa)
 $D > 12$, U40 ($f_y = 400$ MPa)
 M (WIREMESH), U50 ($f_y = 500$ MPa)
4. STEEL PROFIL GRADE : BJ 37 / SS 41 / Fe 360
5. WELD GRADE : E-70xx
6. BOLT GRADE : HTB A 325

WET AREA

NAMA MAHASISWA

Dewa Ramadhana Astyawan
10111710013063

DOSEN PEMBIMBING I

Dr. Eng Yuyun Tajunnisa
19780218 200501 2 002

DOSEN PEMBIMBING II

Nur Ahmad Husin, ST., MT.
19720115 199802 1 001

NAMA GAMBAR

Tampak Depan

SKALA

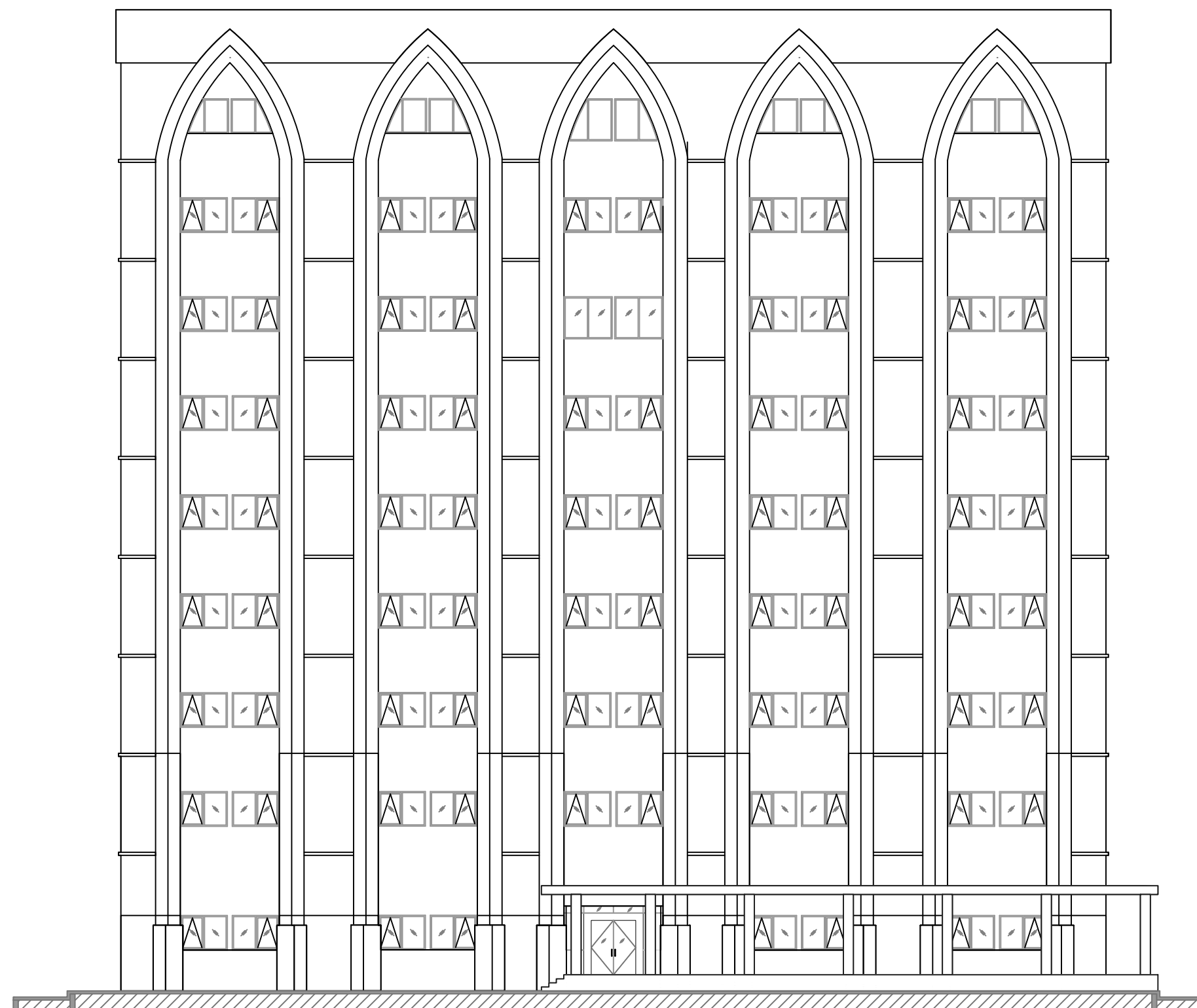
1:200

NO HALAMAN

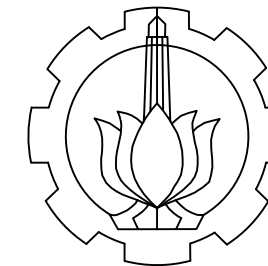
12

JUMLAH HALAMAN

40



TAMPAK DEPAN
SCALE 1:200



SARJANA TERAPAN
TEKNOLOGI REKAYASA PENGELOLAAN
PEMELIHARAAN BANGUNAN SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

SPESIFIKASI

1. ALL DIMENSI IN MILIMETER & ELEVATION IN METER
2. STRUCTURAL CONCRETE GRADE :
 SPUN PILE ϕ 500 : $f_c' = 50$ MPa
 PILECAP, TIE BEAM, BEAM, SLAB : $f_c' = 35$ MPa
 COLUMN : $f_c' = 40$ MPa
3. REINFORCEMENT STEEL GRADE :
 $\phi < 12$, U24 ($f_y = 240$ MPa)
 $D = 10$, U40 ($f_y = 400$ MPa)
 $D > 12$, U40 ($f_y = 400$ MPa)
 M (WIREMESH), U50 ($f_y = 500$ MPa)
4. STEEL PROFIL GRADE : BJ 37 / SS 41 / Fe 360
5. WELD GRADE : E-70xx
6. BOLT GRADE : HTB A 325

WET AREA

NAMA MAHASISWA

Dewa Ramadhana Astyawan
10111710013063

DOSEN PEMBIMBING I

Dr. Eng Yuyun Tajunnisa
19780218 200501 2 002

DOSEN PEMBIMBING II

Nur Ahmad Husin, ST., MT.
19720115 199802 1 001

NAMA GAMBAR

Tampak Samping

SKALA

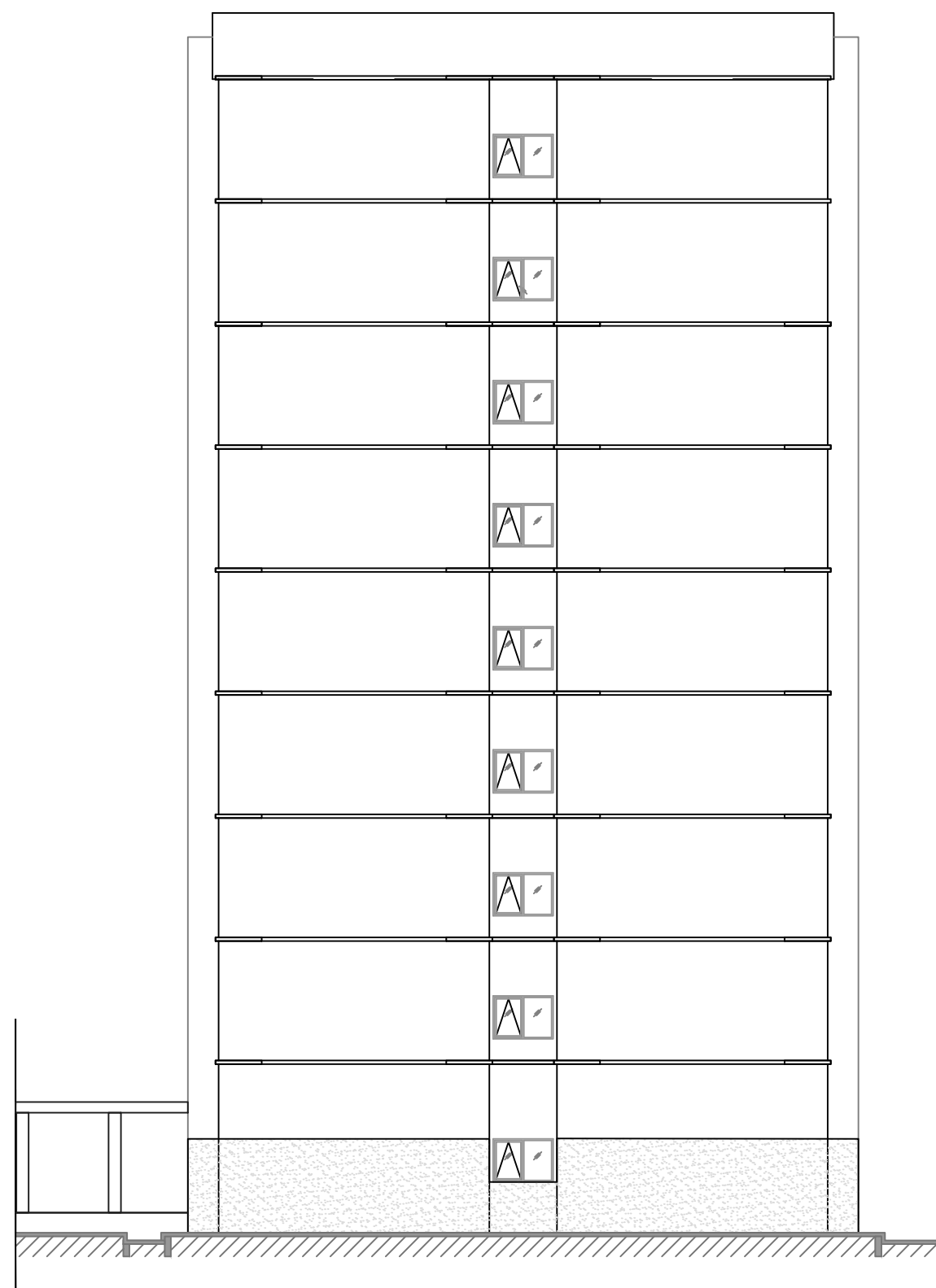
1:200

NO HALAMAN

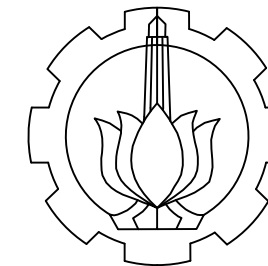
13

JUMLAH HALAMAN

40



TAMPAK SAMPING
SCALE 1:200



SARJANA TERAPAN
TEKNOLOGI REKAYASA PENGELOLAAN
PEMELIHARAAN BANGUNAN SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

SPESIFIKASI

1. ALL DIMENSI IN MILIMETER & ELEVATION IN METER
 2. STRUCTURAL CONCRETE GRADE :
 SPUN PILE ϕ 500 : $f_c' = 50$ MPa
 PILECAP, TIE BEAM, BEAM, SLAB : $f_c' = 35$ MPa
 COLUMN : $f_c' = 40$ MPa
 3. REINFORCEMENT STEEL GRADE :
 $\phi < 12$, U24 ($f_y = 240$ MPa)
 $D = 10$, U40 ($f_y = 400$ MPa)
 $D > 12$, U40 ($f_y = 400$ MPa)
 M (WIREMESH), U50 ($f_y = 500$ MPa)
 4. STEEL PROFIL GRADE : BJ 37 / SS 41 / Fe 360
 5. WELD GRADE : E-70xx
 6. BOLT GRADE : HTB A 325
- WET AREA

NAMA MAHASISWA

Dewa Ramadhana Astyawan
10111710013063

DOSEN PEMBIMBING I

Dr. Eng Yuyun Tajunnisa
19780218 200501 2 002

DOSEN PEMBIMBING II

Nur Ahmad Husin, ST., MT.
19720115 199802 1 001

NAMA GAMBAR

Denah Pilecap

SKALA

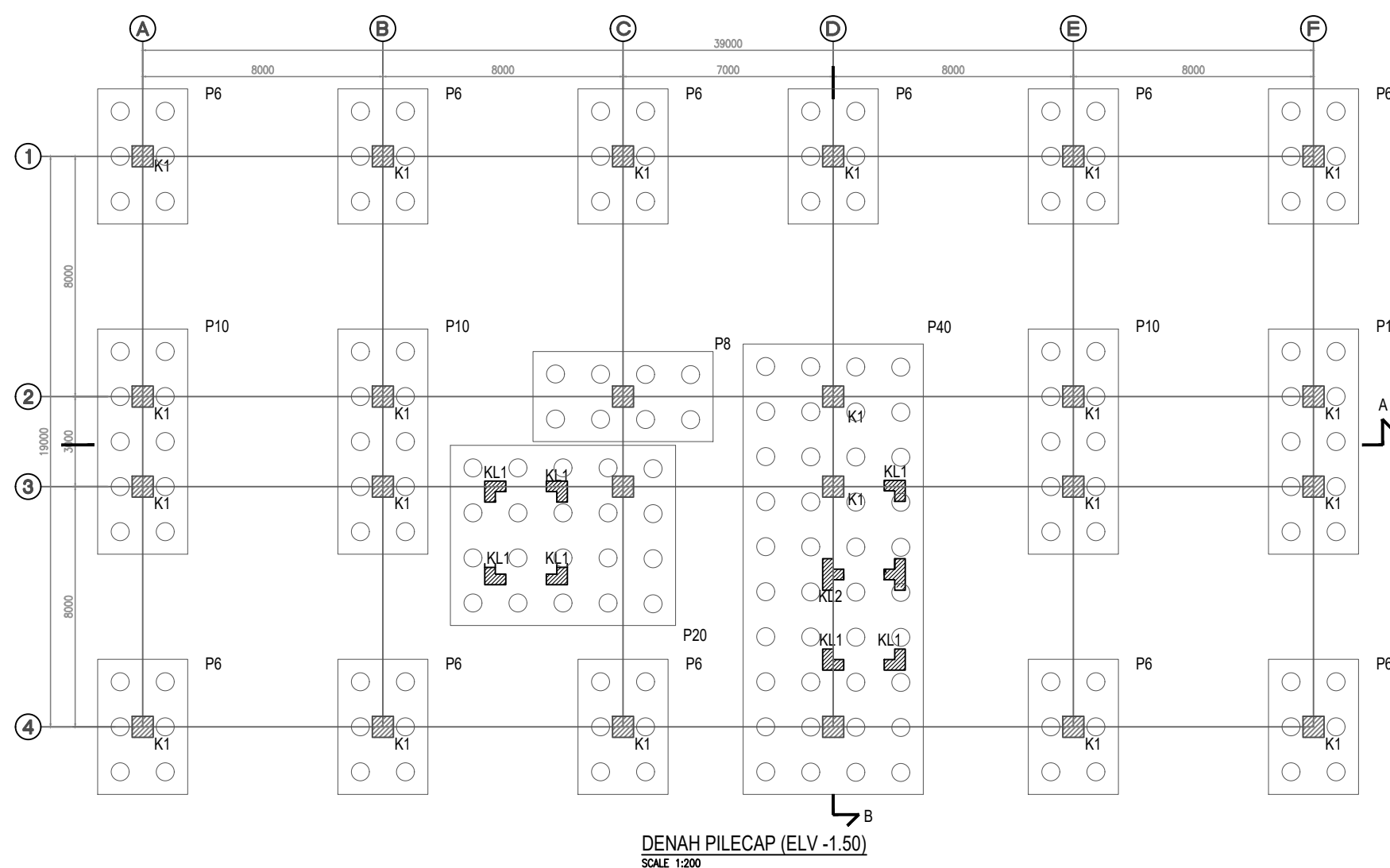
1:200

NO HALAMAN

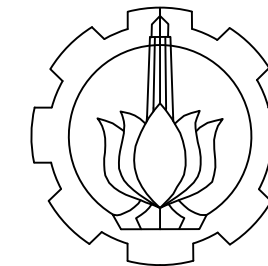
14

JUMLAH HALAMAN

40



NOTASI	DIMENSI
K1	700X700
KL1	350X700
KL2	700X1050



SARJANA TERAPAN
TEKNOLOGI REKAYASA PENGELOLAAN
PEMELIHARAAN BANGUNAN SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

SPESIFIKASI

- ALL DIMENSI IN MILLIMETER & ELEVATION IN METER
- STRUCTURAL CONCRETE GRADE :
SPUN PILE ϕ 500 : $f_c' = 50$ MPa
PILECAP, TIE BEAM, BEAM, SLAB : $f_c' = 35$ MPa
COLUMN : $f_c' = 40$ MPa
- REINFORCEMENT STEEL GRADE :
 $\phi < 12$, U24 ($f_y = 240$ MPa)
D = 10, U40 ($f_y = 400$ MPa)
D > 12, U40 ($f_y = 400$ MPa)
M (WIREMESH), U50 ($f_y = 500$ MPa)
- STEEL PROFIL GRADE : BJ 37 / SS 41 / Fe 360
- WELD GRADE : E-70xx
- BOLT GRADE : HTB A 325

WET AREA

NAMA MAHASISWA

Dewa Ramadhana Astyawan
10111710013063

DOSEN PEMBIMBING I

Dr. Eng Yuyun Tajunnisa
19780218 200501 2 002

DOSEN PEMBIMBING II

Nur Ahmad Husin, ST., MT.
19720115 199802 1 001

NAMA GAMBAR

Denah Kolom Lt 1 - Lt Atap

SKALA

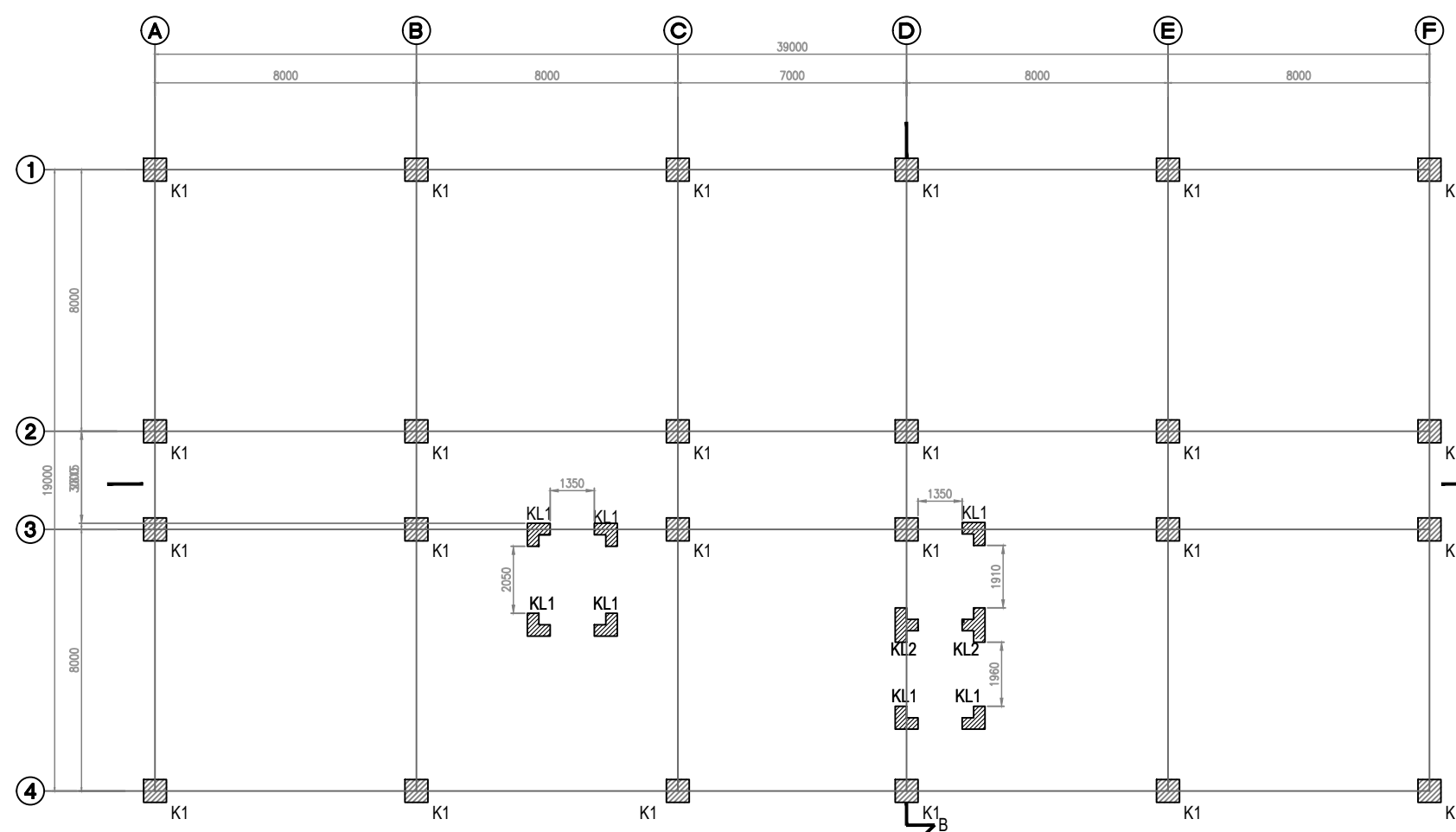
1:200

NO HALAMAN

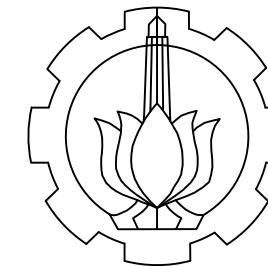
15

JUMLAH HALAMAN

40



DENAH KOLOM LT 1 - LT ATAP
SCALE 1:200



SARJANA TERAPAN
TEKNOLOGI REKAYASA PENGELOLAAN
PEMELIHARAAN BANGUNAN SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

SPESIFIKASI

1. ALL DIMENSI IN MILLIMETER & ELEVATION IN METER
2. STRUCTURAL CONCRETE GRADE :
 SPUN PILE ϕ 500 : $f_c' = 50$ MPa
 PILECAP, TIE BEAM, BEAM, SLAB : $f_c' = 35$ MPa
 COLUMN : $f_c' = 40$ MPa
3. REINFORCEMENT STEEL GRADE :
 $\phi < 12$, U24 ($f_y = 240$ MPa)
 $D = 10$, U40 ($f_y = 400$ MPa)
 $D > 12$, U40 ($f_y = 400$ MPa)
 M (WIREMESH), U50 ($f_y = 500$ MPa)
4. STEEL PROFIL GRADE : BJ 37 / SS 41 / Fe 360
5. WELD GRADE : E-70xx
6. BOLT GRADE : HTB A 325

■ WET AREA

NAMA MAHASISWA

Dewa Ramadhana Astyawan
10111710013063

DOSEN PEMBIMBING I

Dr. Eng Yuyun Tajunnisa
19780218 200501 2 002

DOSEN PEMBIMBING II

Nur Ahmad Husin, ST., MT.
19720115 199802 1 001

NAMA GAMBAR

Denah Kolom Lt Lift

SKALA

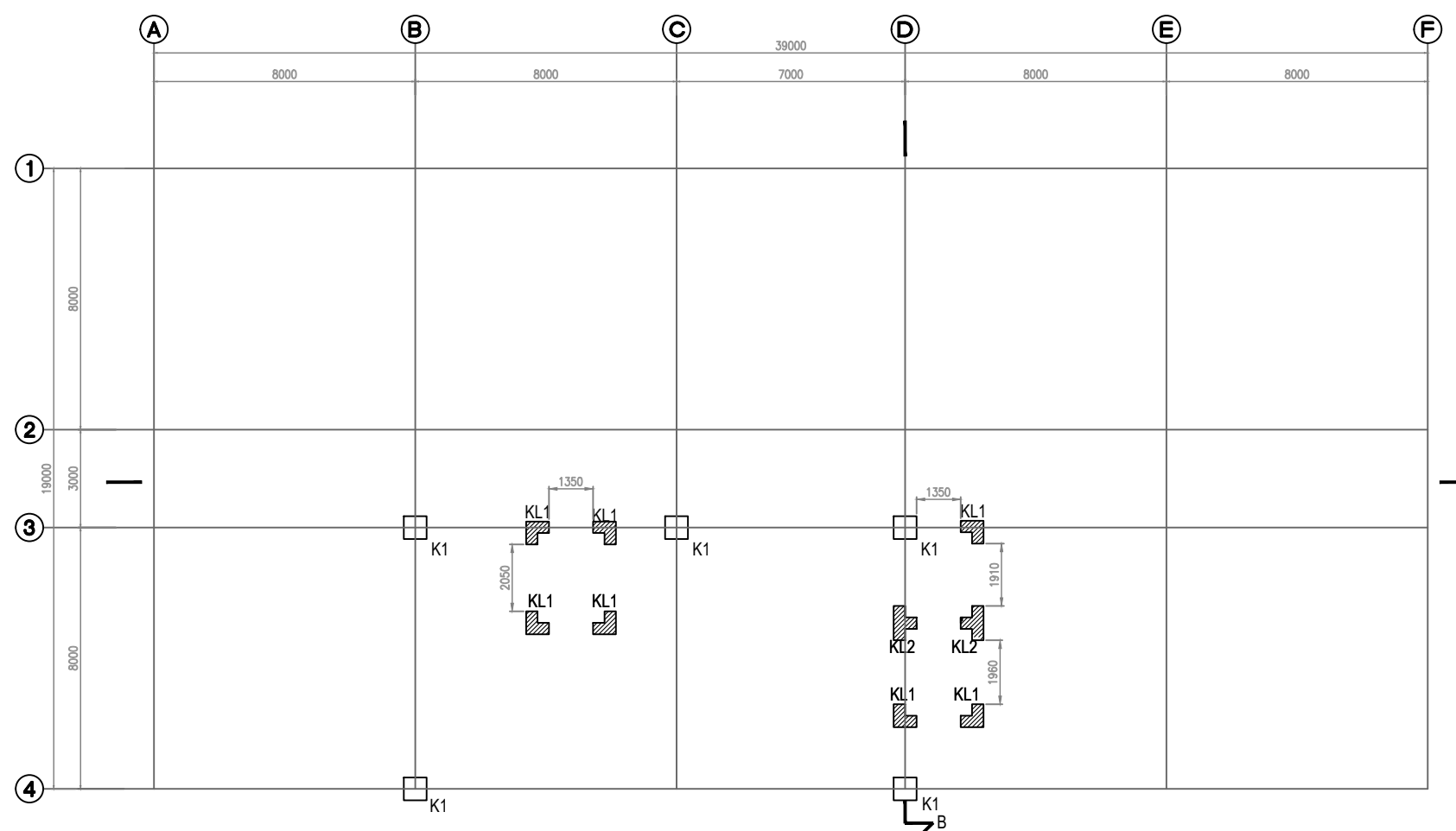
1:200

NO HALAMAN

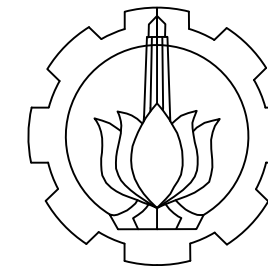
16

JUMLAH HALAMAN

40



DENAH KOLOM LT LIFT (ELV +38.95)
SCALE 1:200



SARJANA TERAPAN
TEKNOLOGI REKAYASA PENGELOLAAN
PEMELIHARAAN BANGUNAN SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

SPESIFIKASI

- ALL DIMENSI IN MILLIMETER & ELEVATION IN METER
- STRUCTURAL CONCRETE GRADE :
SPUN PILE ϕ 500 : $f_c' = 50$ MPa
PILECAP, TIE BEAM, BEAM, SLAB : $f_c' = 35$ MPa
COLUMN : $f_c' = 40$ MPa
- REINFORCEMENT STEEL GRADE :
 $\phi < 12$, U24 ($f_y = 240$ MPa)
D = 10, U40 ($f_y = 400$ MPa)
D > 12, U40 ($f_y = 400$ MPa)
M (WIREMESH), U50 ($f_y = 500$ MPa)
- STEEL PROFIL GRADE : BJ 37 / SS 41 / Fe 360
- WELD GRADE : E-70xx
- BOLT GRADE : HTB A 325

WET AREA

NAMA MAHASISWA

Dewa Ramadhana Astyawan
10111710013063

DOSEN PEMBIMBING I

Dr. Eng Yuyun Tajunnisa
19780218 200501 2 002

DOSEN PEMBIMBING II

Nur Ahmad Husin, ST., MT.
19720115 199802 1 001

NAMA GAMBAR

Denah Sloof

SKALA

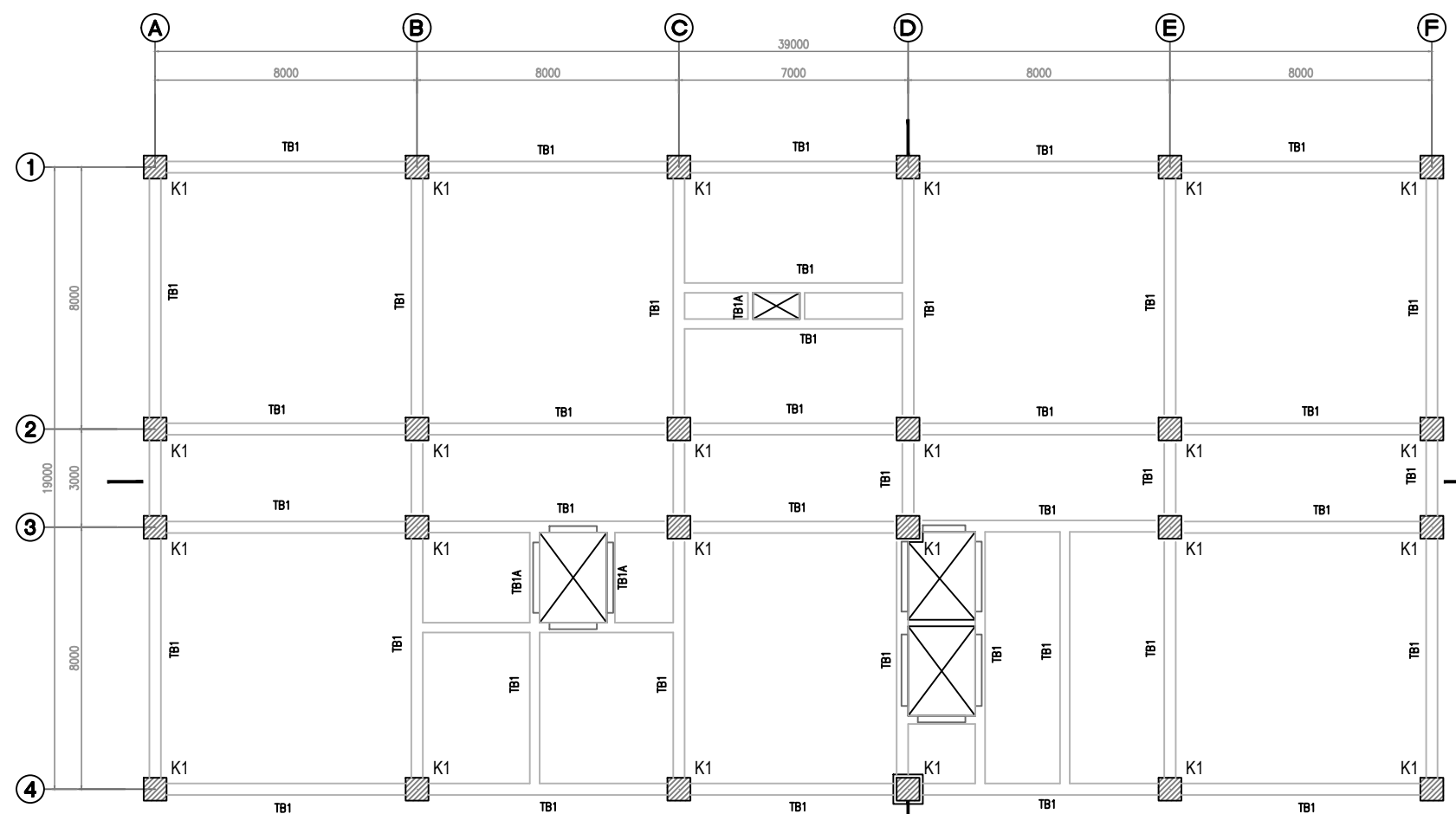
1:200

NO HALAMAN

17

JUMLAH HALAMAN

40



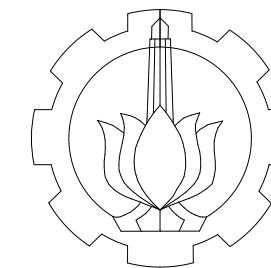
DENAH BALOK LT DASAR (ELV +0.00)
SCALE 1:200

DETAIL PENULANGAN SLOOF

SCALE 1:20

TYPE	TB1A		TB1	
	END	MIDDLE	END	MIDDLE
DIMENSI BXH	250X400	250X400	350X700	350X700
TULANGAN ATAS	3D16	3D16	6D22	6D22
TULANGAN BAWAH	3D16	3D16	6D22	6D22
TULANGAN SENGKANG	D10-100	D10-150	2D13-100	1.5D13-100
TULANGAN TAMBAHAN	-	-	2D10	2D10

NOTASI	DIMENSI
B0	150X300
B1	250X400
B3	350X700
B4	350X700
B5	400X700
B6	400X700
B7	350X700
B7A	350X700



SARJANA TERAPAN
TEKNOLOGI REKAYASA PENGELOLAAN
PEMELIHARAAN BANGUNAN SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

SPESIFIKASI

- ALL DIMENSI IN MILIMETER & ELEVATION IN METER
- STRUCTURAL CONCRETE GRADE :
SPUN PILE ϕ 500 : $f_c' = 50$ MPa
PILECAP, TIE BEAM, BEAM, SLAB : $f_c' = 35$ MPa
COLUMN : $f_c' = 40$ MPa
- REINFORCEMENT STEEL GRADE :
 $\phi < 12$, U24 ($f_y = 240$ MPa)
D = 10, U40 ($f_y = 400$ MPa)
D > 12, U40 ($f_y = 400$ MPa)
M (WIREMESH), U50 ($f_y = 500$ MPa)
- STEEL PROFIL GRADE : BJ 37 / SS 41 / Fe 360
- WELD GRADE : E-70xx
- BOLT GRADE : HTB A 325

WET AREA

NAMA MAHASISWA

Dewa Ramadhana Astyawan
10111710013063

DOSEN PEMBIMBING I

Dr. Eng Yuyun Tajunnisa
19780218 200501 2 002

DOSEN PEMBIMBING II

Nur Ahmad Husin, ST., MT.
19720115 199802 1 001

NAMA GAMBAR

Denah Balok Lt 2 - Lt 9

SKALA

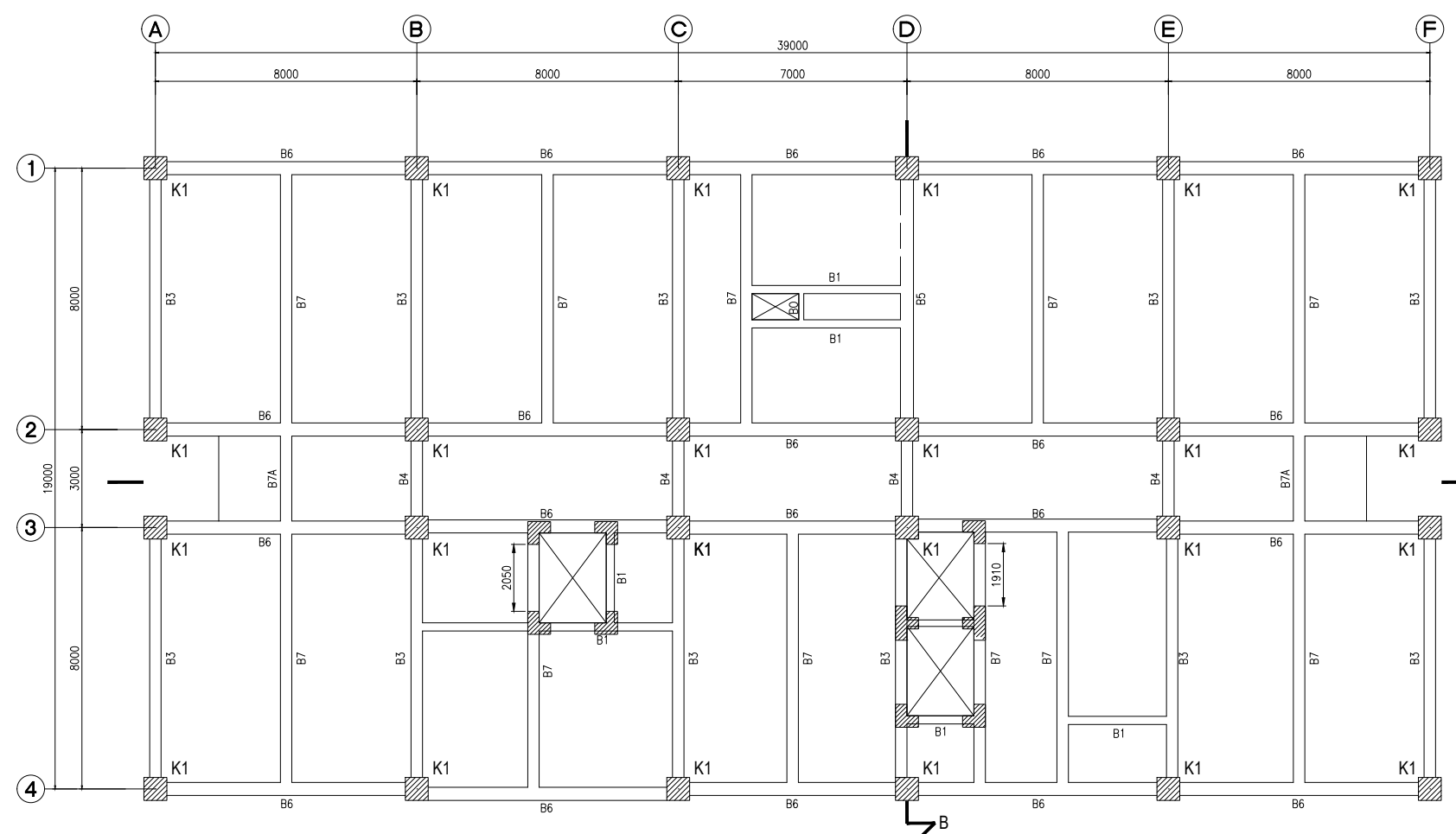
1:200

NO HALAMAN

18

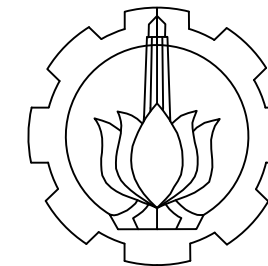
JUMLAH HALAMAN

40



DENAH BALOK LANTAI 2-9
SCALE 1:200

NOTASI	DIMENSI
RB0	150X300
RB1	250X400
RB1A	250X500
RB3	350X700
RB4	350X700
RB5	400X700
RB6	400X700
RB7	350X700
RB7A	350X700
RB8	300X700
RB9	150X400
CRB1A	250X500
CRB3	350X700
CRB6	400X700



SARJANA TERAPAN
TEKNOLOGI REKAYASA PENGELOLAAN
PEMELIHARAAN BANGUNAN SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

SPESIFIKASI

- ALL DIMENSI IN MILIMETER & ELEVATION IN METER
- STRUCTURAL CONCRETE GRADE :
SPUN PILE ϕ 500 : $f_c' = 50$ MPa
PILECAP, TIE BEAM, BEAM, SLAB : $f_c' = 35$ MPa
COLUMN : $f_c' = 40$ MPa
- REINFORCEMENT STEEL GRADE :
 $\phi < 12$, U24 ($f_y = 240$ MPa)
D = 10, U40 ($f_y = 400$ MPa)
D > 12, U40 ($f_y = 400$ MPa)
M (WIREMESH), U50 ($f_y = 500$ MPa)
- STEEL PROFIL GRADE : BJ 37 / SS 41 / Fe 360
- WELD GRADE : E-70xx
- BOLT GRADE : HTB A 325

WET AREA

NAMA MAHASISWA

Dewa Ramadhana Astyawan
10111710013063

DOSEN PEMBIMBING I

Dr. Eng Yuyun Tajunnisa
19780218 200501 2 002

DOSEN PEMBIMBING II

Nur Ahmad Husin, ST., MT.
19720115 199802 1 001

NAMA GAMBAR

Denah Balok Lt Atap - Lt Lift

SKALA

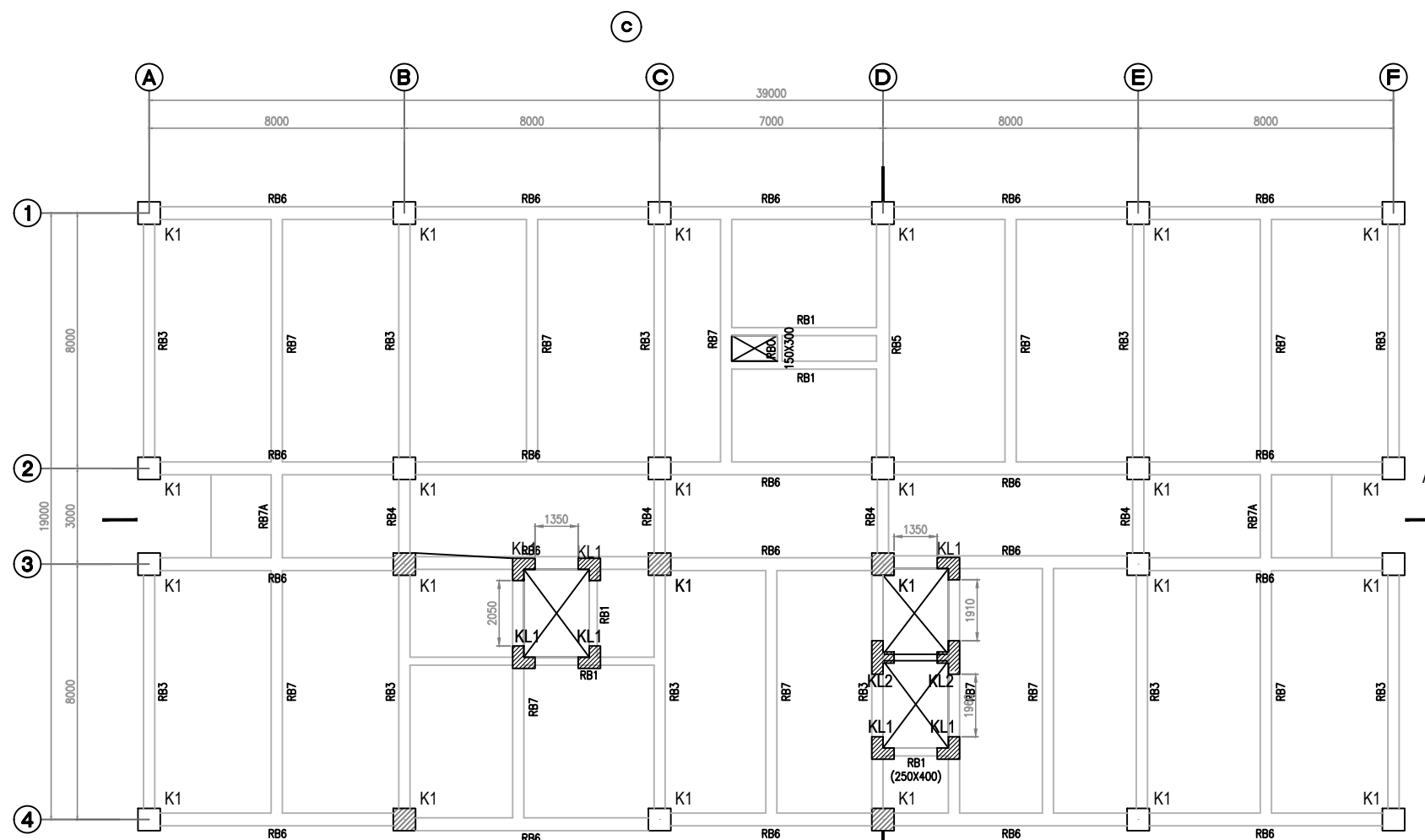
1:200

NO HALAMAN

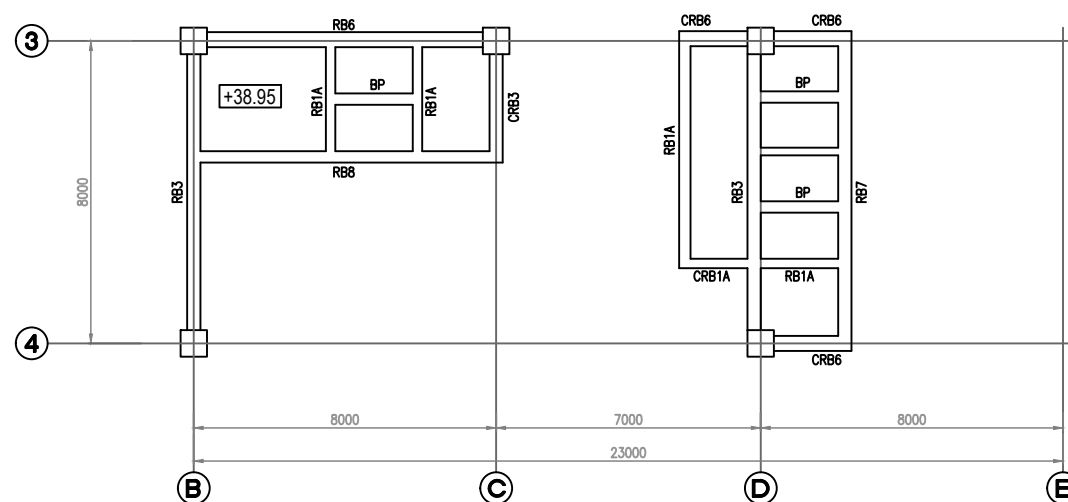
19

JUMLAH HALAMAN

40

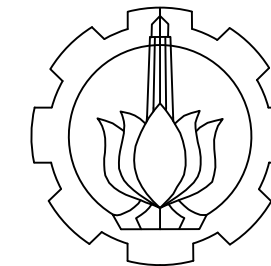


DENAH BALOK LANTAI ATAP (ELV +36.95)
SCALE 1:200



DENAH BALOK LANTAI LIFT
SCALE 1:200

NOTASI	DIMENSI
S4	250
S4A	250
S2	130



SARJANA TERAPAN
TEKNOLOGI REKAYASA PENGELOLAAN
PEMELIHARAAN BANGUNAN SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

SPESIFIKASI

- ALL DIMENSI IN MILLIMETER & ELEVATION IN METER
- STRUCTURAL CONCRETE GRADE :
SPUN PILE ϕ 500 : $f_c' = 50$ MPa
PILECAP, TIE BEAM, BEAM, SLAB : $f_c' = 35$ MPa
COLUMN : $f_c' = 40$ MPa
- REINFORCEMENT STEEL GRADE :
 $\phi < 12$, U24 ($f_y = 240$ MPa)
D = 10, U40 ($f_y = 400$ MPa)
D > 12, U40 ($f_y = 400$ MPa)
M (WIREMESH), U50 ($f_y = 500$ MPa)
- STEEL PROFIL GRADE : BJ 37 / SS 41 / Fe 360
- WELD GRADE : E-70xx
- BOLT GRADE : HTB A 325

WET AREA

NAMA MAHASISWA

Dewa Ramadhana Astyawan
10111710013063

DOSEN PEMBIMBING I

Dr. Eng Yuyun Tajunnisa
19780218 200501 2 002

DOSEN PEMBIMBING II

Nur Ahmad Husin, ST., MT.
19720115 199802 1 001

NAMA GAMBAR

Denah Plat Lt Dasar

SKALA

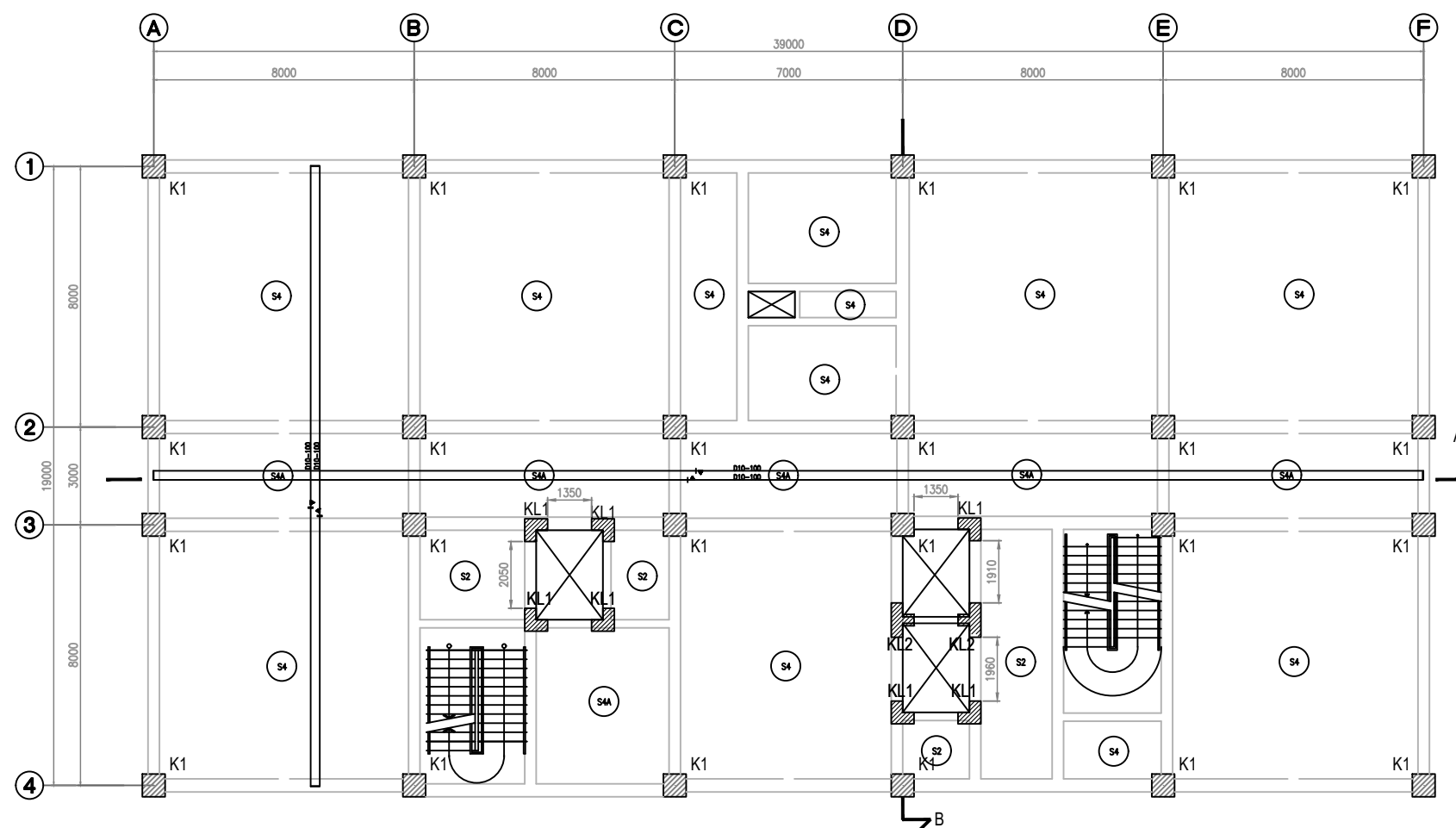
1:200

NO HALAMAN

20

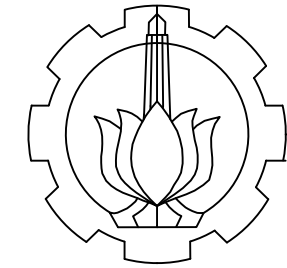
JUMLAH HALAMAN

40



PENULANGAN PLAT LT DASAR (ELV +0.00)
SCALE 1:200

NOTASI	DIMENSI
S1	130
S1A	130
S1C	130
S2B	150
S150	150



SARJANA TERAPAN
TEKNOLOGI REKAYASA PENGELOLAAN
PEMELIHARAAN BANGUNAN SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

SPESIFIKASI

- ALL DIMENSI IN MILIMETER & ELEVATION IN METER
 - STRUCTURAL CONCRETE GRADE :
SPRUN PILE ϕ 500 : $f_c' = 50$ MPa
PILECAP, TIE BEAM, BEAM, SLAB : $f_c' = 35$ MPa
COLUMN : $f_c' = 40$ MPa
 - REINFORCEMENT STEEL GRADE :
 $\phi < 12$, U24 ($f_y = 240$ MPa)
D = 10, U40 ($f_y = 400$ MPa)
D > 12, U40 ($f_y = 400$ MPa)
M (WIREMESH), U50 ($f_y = 500$ MPa)
 - STEEL PROFIL GRADE : BJ 37 / SS 41 / Fe 360
 - WELD GRADE : E-70xx
 - BOLT GRADE : HTB A 325
- WET AREA

NAMA MAHASISWA

Dewa Ramadhana Astyawan
10111710013063

DOSEN PEMBIMBING I

Dr. Eng Yuyun Tajunnisa
19780218 200501 2 002

DOSEN PEMBIMBING II

Nur Ahmad Husin, ST., MT.
19720115 199802 1 001

NAMA GAMBAR

Denah Plat Lt 2 - Lt 9

SKALA

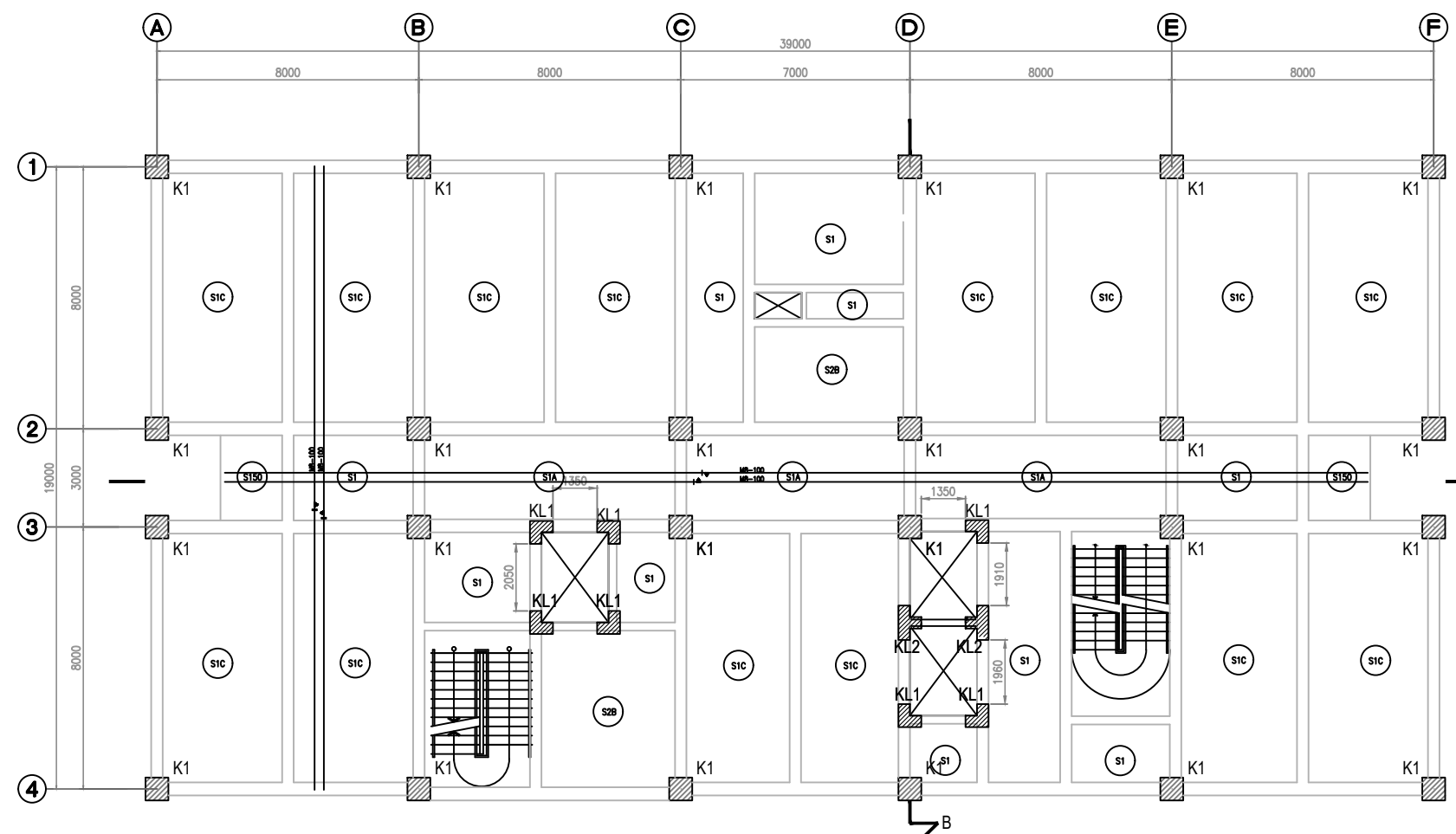
1:200

NO HALAMAN

21

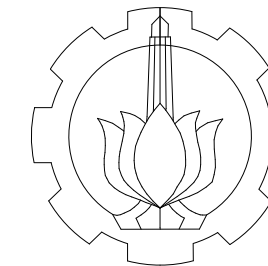
JUMLAH HALAMAN

40



PENULANGAN PLAT LT 2 - LT 9
SCALE 1:200

NOTASI	DIMENSI
S1	130
S1A	130
S1B	130
S1C	130
S1E	130
S2B	150



SARJANA TERAPAN
TEKNOLOGI REKAYASA PENGELOLAAN
PEMELIHARAAN BANGUNAN SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

SPESIFIKASI

- ALL DIMENSI IN MILIMETER & ELEVATION IN METER
- STRUCTURAL CONCRETE GRADE :
SPUN PILE ϕ 500 : $f_c' = 50$ MPa
PILECAP, TIE BEAM, BEAM, SLAB : $f_c' = 35$ MPa
COLUMN : $f_c' = 40$ MPa
- REINFORCEMENT STEEL GRADE :
 $\phi < 12$, U24 ($f_y = 240$ MPa)
D = 10, U40 ($f_y = 400$ MPa)
D > 12, U40 ($f_y = 400$ MPa)
M (WIREMESH), U50 ($f_y = 500$ MPa)
- STEEL PROFIL GRADE : BJ 37 / SS 41 / Fe 360
- WELD GRADE : E-70xx
- BOLT GRADE : HTB A 325

WET AREA

NAMA MAHASISWA

Dewa Ramadhana Astyawan
10111710013063

DOSEN PEMBIMBING I

Dr. Eng Yuyun Tajunnisa
19780218 200501 2 002

DOSEN PEMBIMBING II

Nur Ahmad Husin, ST., MT.
19720115 199802 1 001

NAMA GAMBAR

Denah Plat Lt Atas - Lt Lift

SKALA

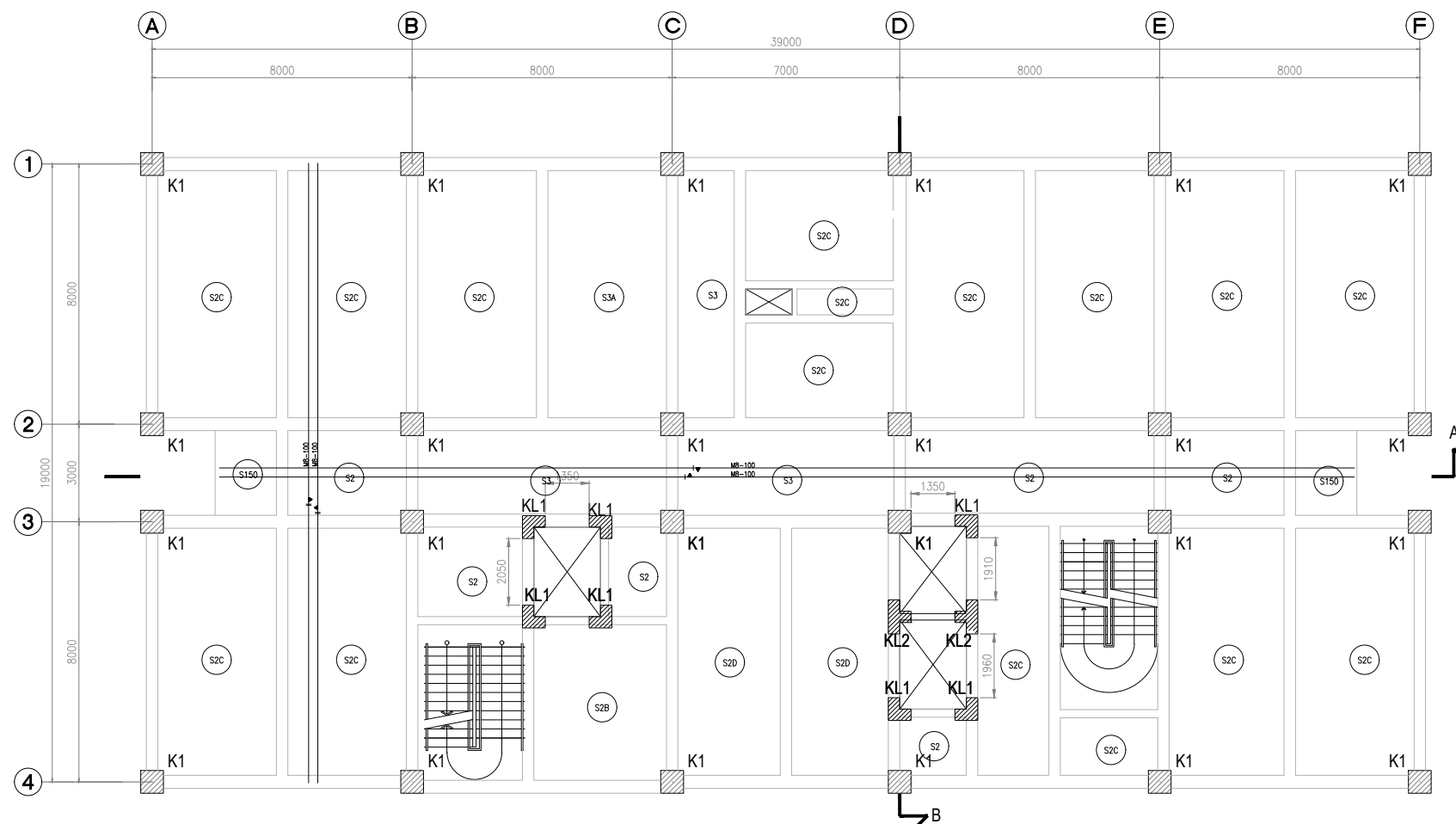
1:200

NO HALAMAN

22

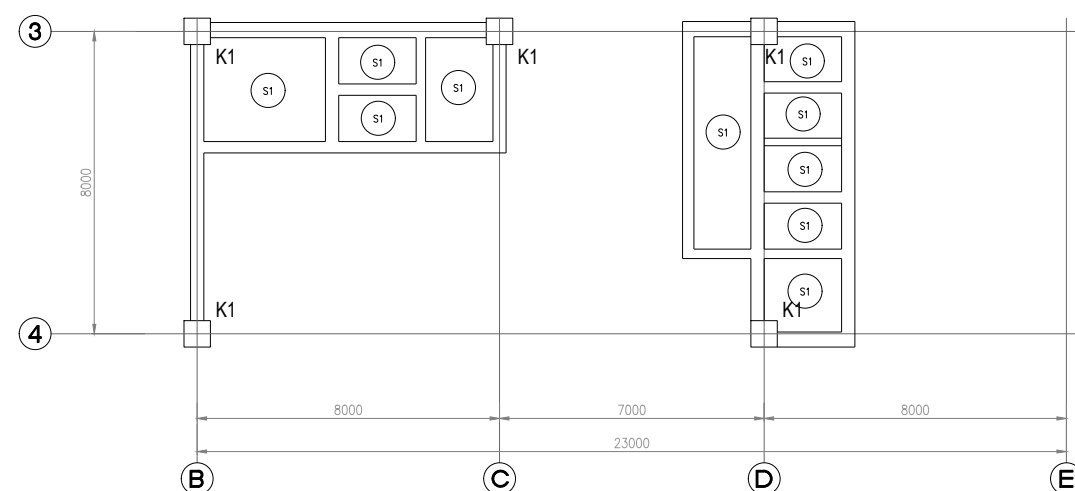
JUMLAH HALAMAN

40



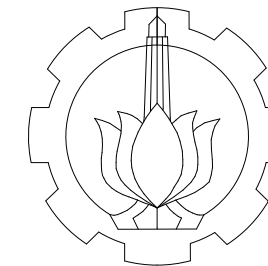
DENAH BALOK LT ATAP (ELV +36.95)

SCALE 1:200



DENAH BALOK LT LIFT (ELV +38.95)

SCALE 1:200



SARJANA TERAPAN
TEKNOLOGI REKAYASA PENGELOLAAN
PEMELIHARAAN BANGUNAN SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

SPESIFIKASI

- ALL DIMENSI IN MILIMETER & ELEVATION IN METER
- STRUCTURAL CONCRETE GRADE :
SPUN PILE $\phi 500$: $f_c' = 50$ MPa
PILECAP, TIE BEAM, BEAM, SLAB : $f_c' = 35$ MPa
COLUMN : $f_c' = 40$ MPa
- REINFORCEMENT STEEL GRADE :
 $\phi < 12$, U24 ($f_y = 240$ MPa)
D = 10, U40 ($f_y = 400$ MPa)
D > 12, U40 ($f_y = 400$ MPa)
M (WIREMESH), U50 ($f_y = 500$ MPa)
- STEEL PROFIL GRADE : BJ 37 / SS 41 / Fe 360
- WELD GRADE : E-70xx
- BOLT GRADE : HTB A 325

WET AREA

NAMA MAHASISWA

Dewa Ramadhana Astyawan
10111710013063

DOSEN PEMBIMBING I

Dr. Eng Yuyun Tajunnisa
19780218 200501 2 002

DOSEN PEMBIMBING II

Nur Ahmad Husin, ST., MT.
19720115 199802 1 001

NAMA GAMBAR

Detail Pilecap P43

SKALA

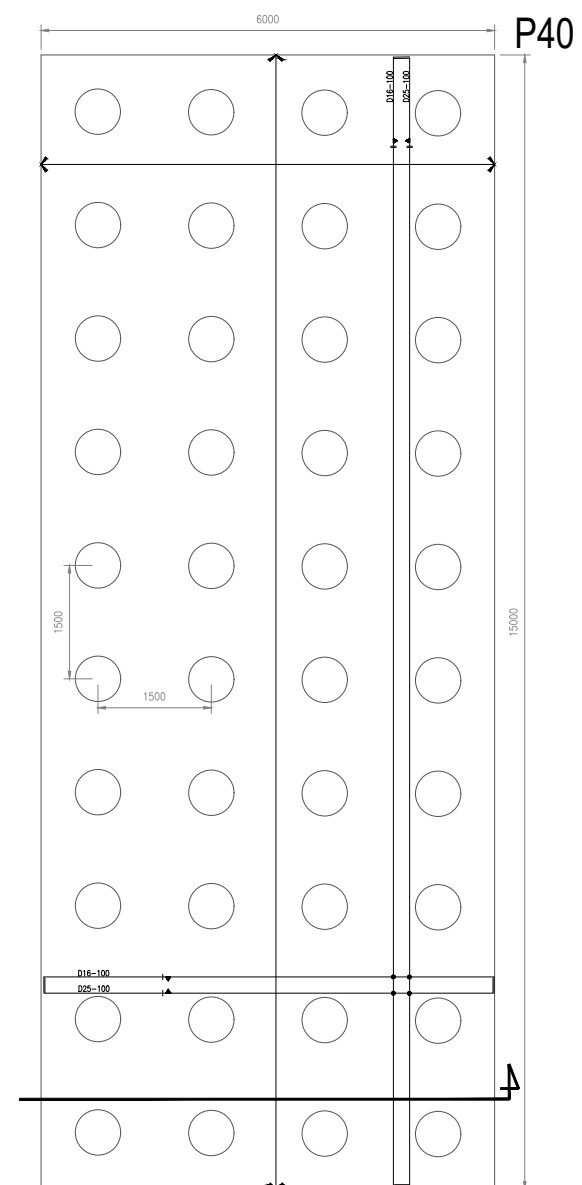
1:100

NO HALAMAN

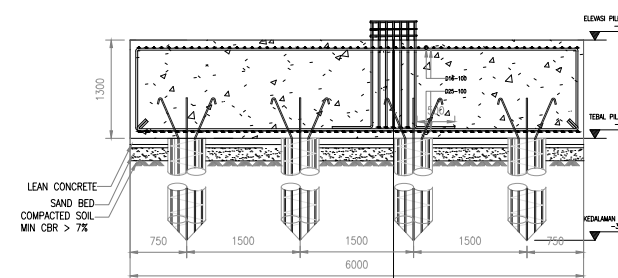
23

JUMLAH HALAMAN

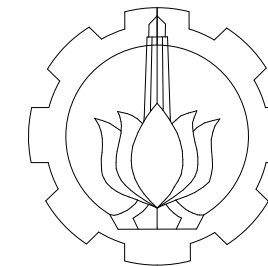
40



DETAIL P40
SKALA 1:100



POTONGAN P40
SKALA 1:100



SARJANA TERAPAN
TEKNOLOGI REKAYASA PENGELOLAAN
PEMELIHARAAN BANGUNAN SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

SPESIFIKASI

1. ALL DIMENSI IN MILIMETER & ELEVATION IN METER
2. STRUCTURAL CONCRETE GRADE :
SPUN PILE ϕ 500 : $f_c' = 50$ MPa
PILECAP, TIE BEAM, BEAM, SLAB : $f_c' = 35$ MPa
COLUMN : $f_c' = 40$ MPa
3. REINFORCEMENT STEEL GRADE :
 $\phi < 12$, U24 ($f_y = 240$ MPa)
D = 10, U40 ($f_y = 400$ MPa)
D > 12, U40 ($f_y = 400$ MPa)
M (WIREMESH), U50 ($f_y = 500$ MPa)
4. STEEL PROFIL GRADE : BJ 37 / SS 41 / Fe 360
5. WELD GRADE : E-70xx
6. BOLT GRADE : HTB A 325

WET AREA

NAMA MAHASISWA

Dewa Ramadhana Astyawan
10111710013063

DOSEN PEMBIMBING I

Dr. Eng Yuyun Tajunnisa
19780218 200501 2 002

DOSEN PEMBIMBING II

Nur Ahmad Husin, ST., MT.
19720115 199802 1 001

NAMA GAMBAR

Detail Pilecap P8, P6, dan P10

SKALA

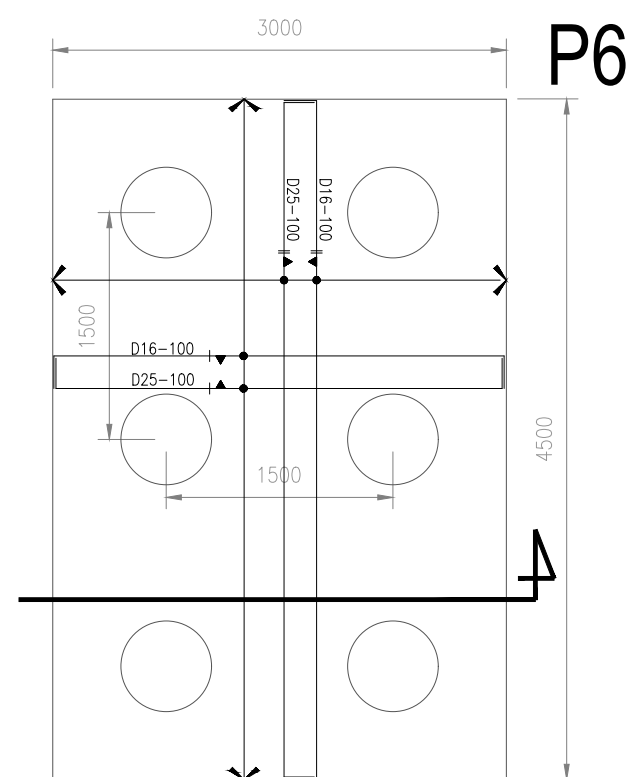
1:50

NO HALAMAN

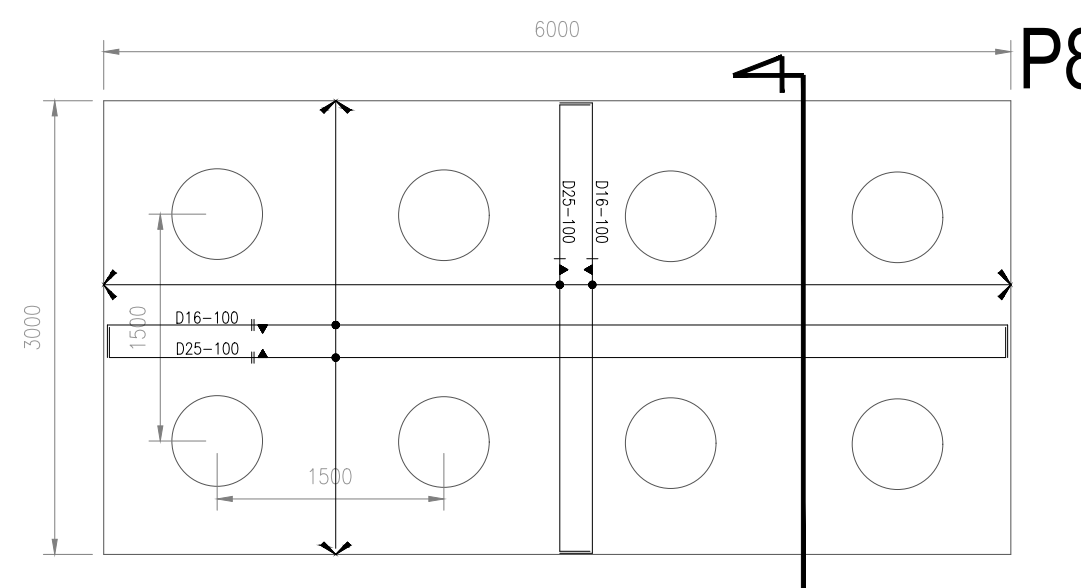
24

JUMLAH HALAMAN

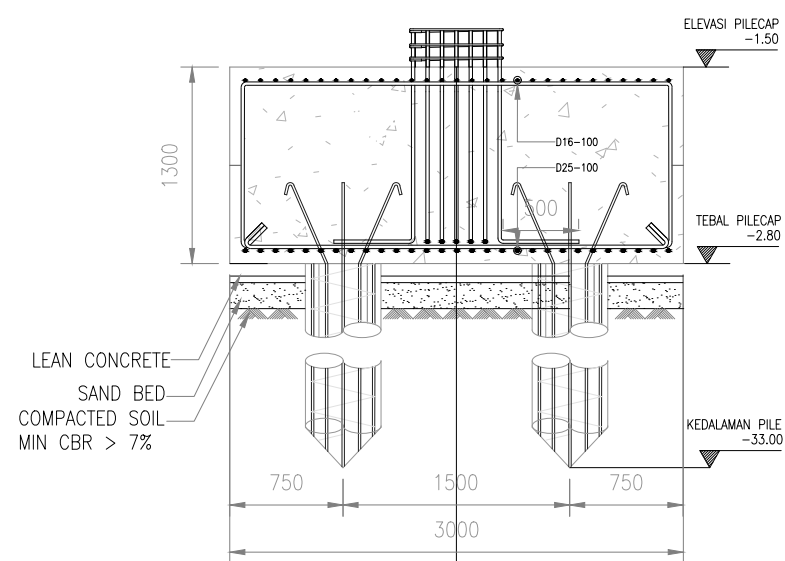
40



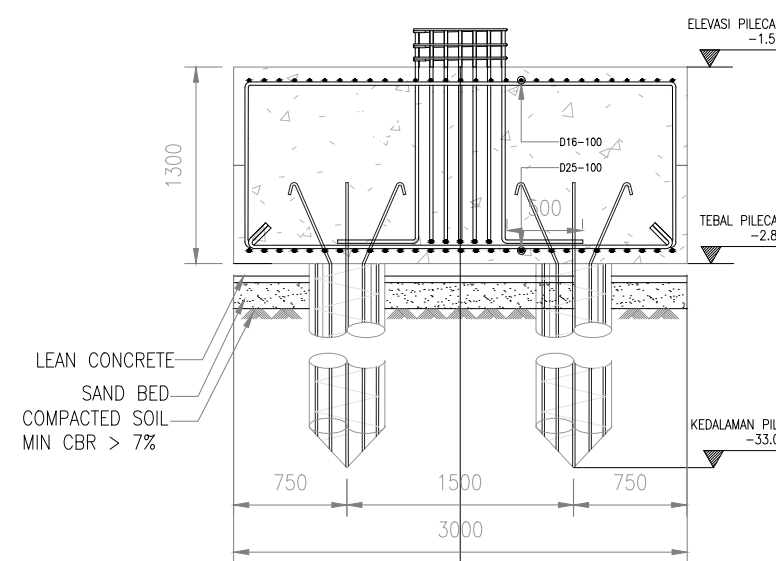
DETAIL P6
SKALA 1:50



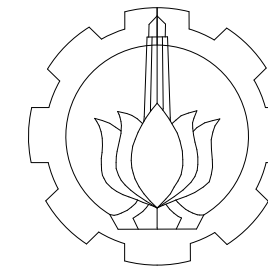
DETAIL P8
SKALA 1:50



POTONGAN P6
SKALA 1:50



POTONGAN P8
SKALA 1:50



SARJANA TERAPAN
TEKNOLOGI REKAYASA PENGELOLAAN
PEMELIHARAAN BANGUNAN SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

SPESIFIKASI

- ALL DIMENSI IN MILIMETER & ELEVATION IN METER
- STRUCTURAL CONCRETE GRADE :
SPUN PILE Ø500 : $f_c' = 50$ MPa
PILECAP, TIE BEAM, BEAM, SLAB : $f_c' = 35$ MPa
COLUMN : $f_c' = 40$ MPa
- REINFORCEMENT STEEL GRADE :
 $\phi < 12$, U24 ($f_y = 240$ MPa)
D = 10, U40 ($f_y = 400$ MPa)
D > 12, U40 ($f_y = 400$ MPa)
M (WIREMESH), U50 ($f_y = 500$ MPa)
- STEEL PROFIL GRADE : BJ 37 / SS 41 / Fe 360
- WELD GRADE : E-70xx
- BOLT GRADE : HTB A 325

WET AREA

NAMA MAHASISWA

Dewa Ramadhana Astyawan
10111710013063

DOSEN PEMBIMBING I

Dr. Eng Yuyun Tajunnisa
19780218 200501 2 002

DOSEN PEMBIMBING II

Nur Ahmad Husin, ST., MT.
19720115 199802 1 001

NAMA GAMBAR

Detail Pilecap P18 dan P29

SKALA

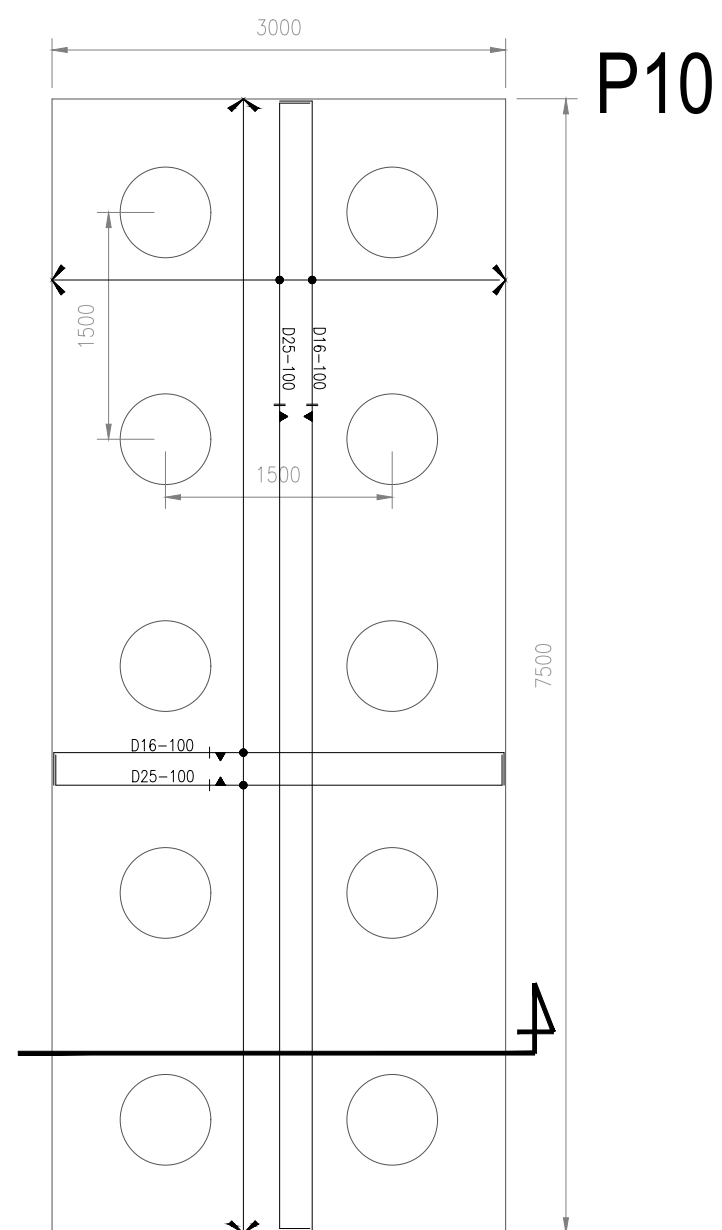
1:50

NO HALAMAN

25

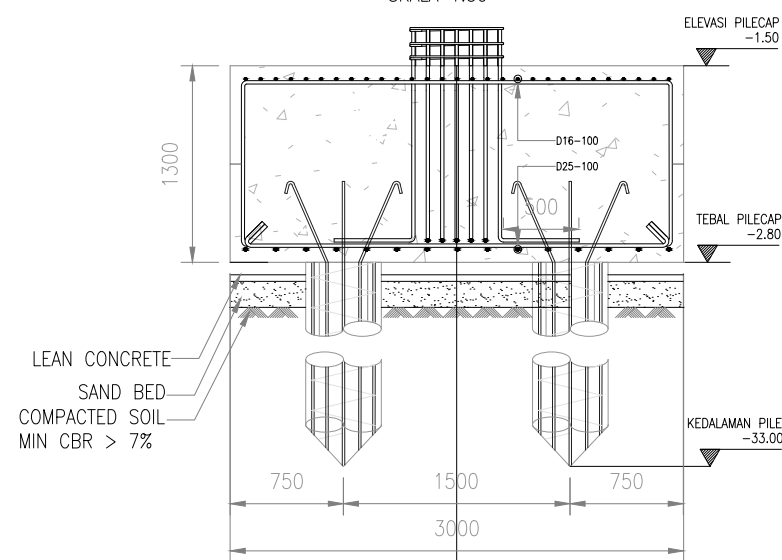
JUMLAH HALAMAN

40



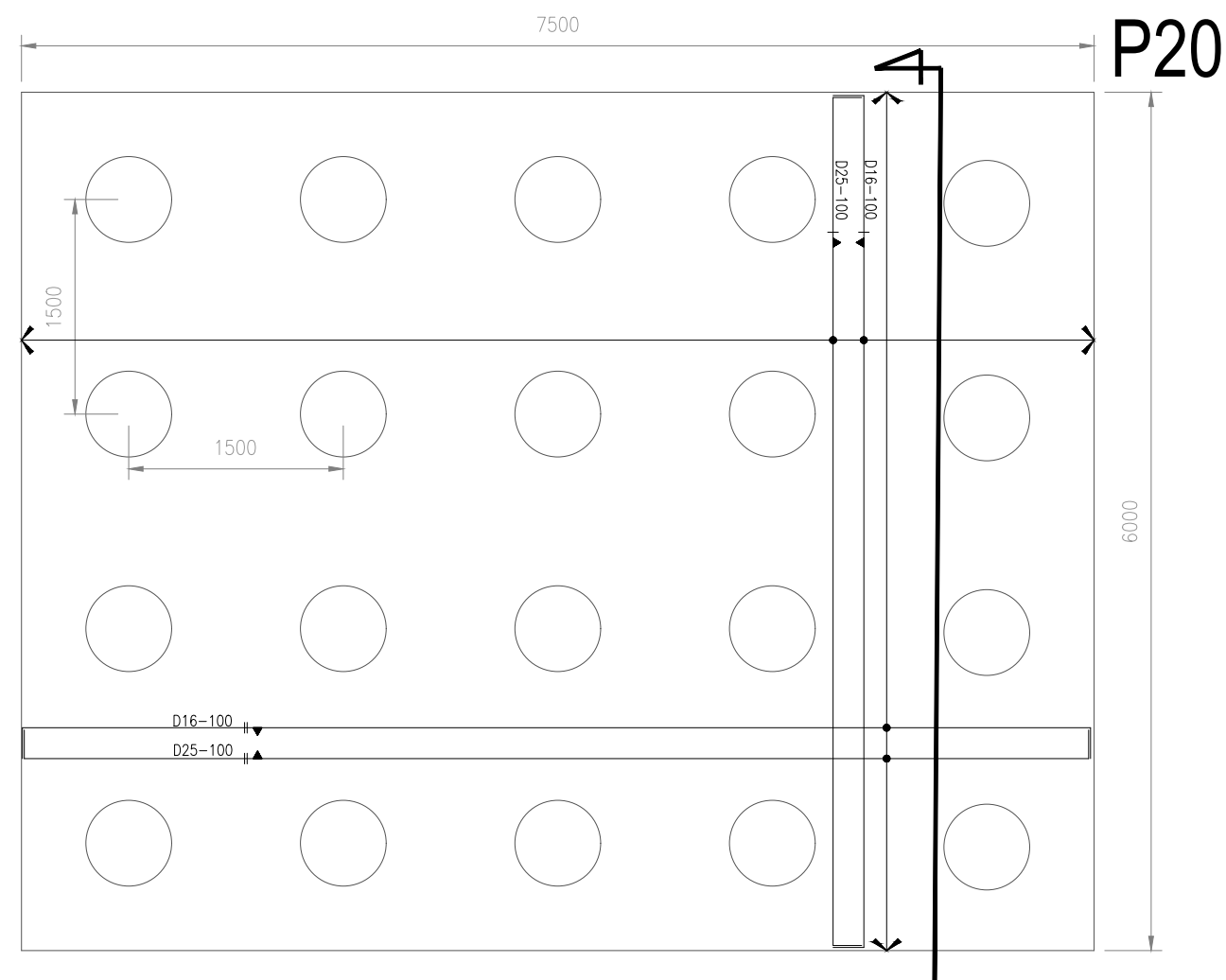
DETAIL P10

SKALA 1:50



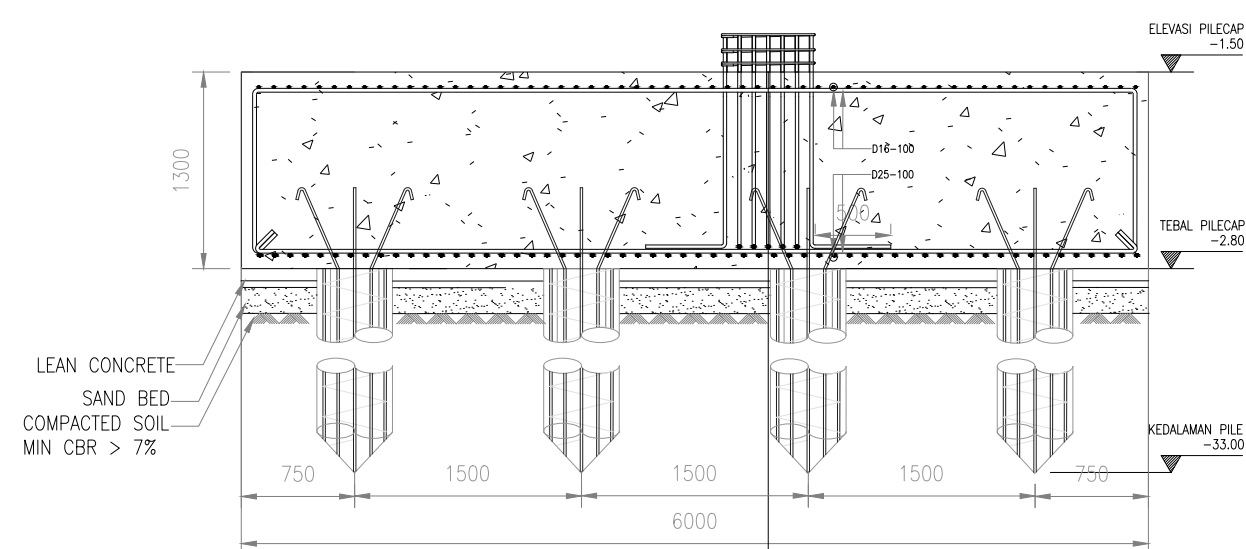
POTONGAN P10

SKALA 1:50



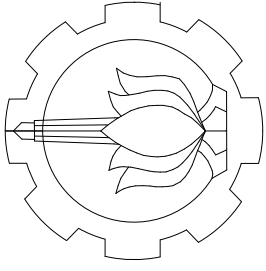
DETAIL P20

SKALA 1:50



POTONGAN P20

SKALA 1:50



SARJANA TERAPAN
TEKNOLOGI REKAYASA PENGELOLAAN
PEMELIHARAAN BANGUNAN SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

SPEKIFIKASI

1. ALL DIMENSI IN MILLIMETER & ELEVATION IN METER
 2. STRUCTURAL CONCRETE GRADE :
SPUN PILE Ø500 : f'c= 50 MPa
PILECAP, TIE BEAM, BEAM, SIAB : f'c= 35 MPa
COLUMN : f'c= 40 MPa
 3. REINFORCEMENT STEEL GRADE :
Ø < 12, U24 (fy=240 MPa)
D = 10, U40 (fy=400 MPa)
D > 12, U40 (fy=400 MPa)
M (WIREMESH), U50 (fy=500 MPa)
 4. STEEL PROFIL GRADE : BJ 37 / SS 41 / Fe 360
 5. WELD GRADE : E-70xx
 6. BOLT GRADE : HTB A 325
- WET AREA

NAMA MAHASISWA

Dewa Ramadhana Astyawan
10111710013063

DOSEN PEMBIMBING I

Dr. Eng Yuyun Tajunnisa
19780218 200501 2 002

DOSEN PEMBIMBING II

Nur Ahmad Husin, ST., MT.
19720115 199802 1 001

NAMA GAMBAR

Detail Kolom

SKALA

1:50, 1:150

NO HALAMAN

JUMLAH HALAMAN

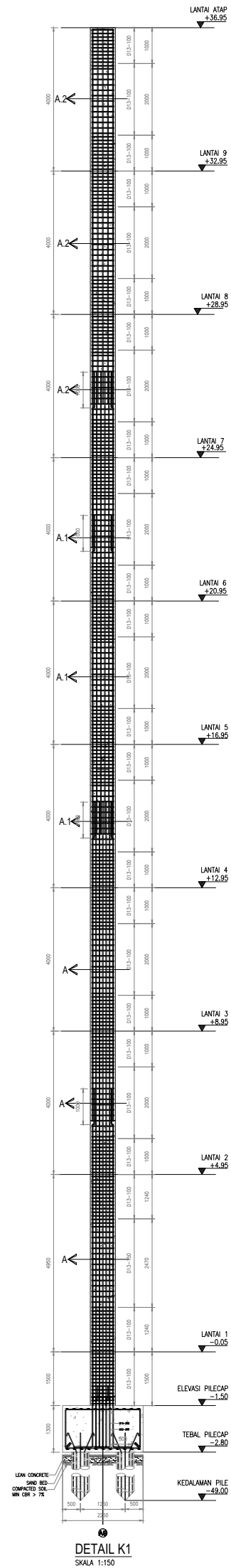
26

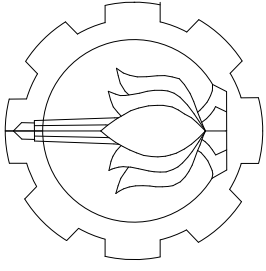
40

K1 POTONGAN A2	
DIMENSI BXH	700 X 700
TULANGAN ATAS	5D22
TULANGAN BAWAH	5D22
TULANGAN SENGKANG	5D13-100
TULANGAN TAMBAHAN	-

K1 POTONGAN A1	
DIMENSI BXH	700 X 700
TULANGAN ATAS	6D22
TULANGAN BAWAH	6D22
TULANGAN SENGKANG	3D13-100
TULANGAN TAMBAHAN	-

K1 POTONGAN A	
DIMENSI BXH	700 X 700
TULANGAN ATAS	7D22
TULANGAN BAWAH	7D22
TULANGAN SENGKANG	5D13-100
TULANGAN TAMBAHAN	-





SARJANA TERAPAN
TEKNOLOGI REKAYASA PENGELOLAAN
PEMELIHARAAN BANGUNAN SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

SPEKIFIKASI

1. ALL DIMENSI IN MILLIMETER & ELEVATION IN METER
 2. STRUCTURAL CONCRETE GRADE :
SPUN PILE $\phi 500$: $f_c' = 50$ MPa
PILECAP, TIE BEAM, BEAM, SLAB : $f_c' = 35$ MPa
COLUMN : $f_c' = 40$ MPa
 3. REINFORCEMENT STEEL GRADE :
 $\phi < 12$, U24 ($f_y = 240$ MPa)
D = 10, U40 ($f_y = 400$ MPa)
D > 12, U40 ($f_y = 400$ MPa)
M (WIREMESH), U50 ($f_y = 500$ MPa)
 4. STEEL PROFIL GRADE : BJ 37 / SS 41 / Fe 360
 5. WELD GRADE : E-70xx
 6. BOLT GRADE : HTB A 325
- WET AREA

NAMA MAHASISWA

Dewa Ramadhana Astyawan
10111710013063

DOSEN PEMBIMBING I

Dr. Eng Yuyun Tajunnisa
19780218 200501 2 002

DOSEN PEMBIMBING II

Nur Ahmad Husin, ST., MT.
19720115 199802 1 001

NAMA GAMBAR

Detail Kolom Lift

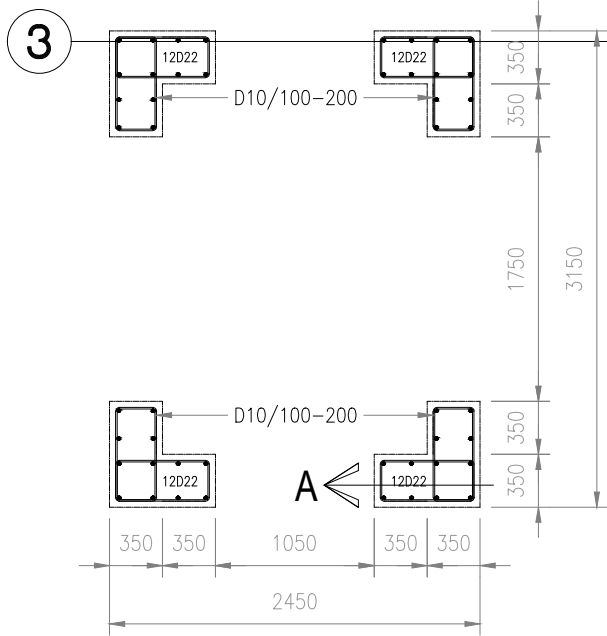
SKALA

1:50, 1:150

JUMLAH HALAMAN

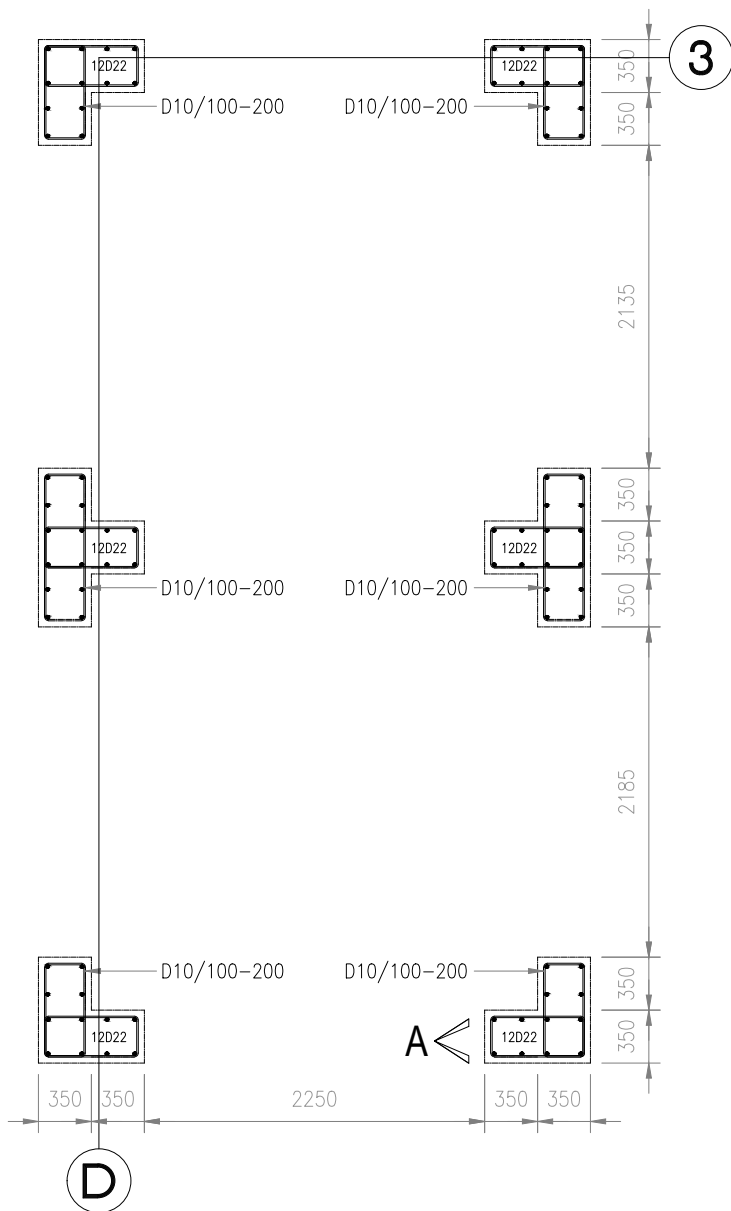
27

40



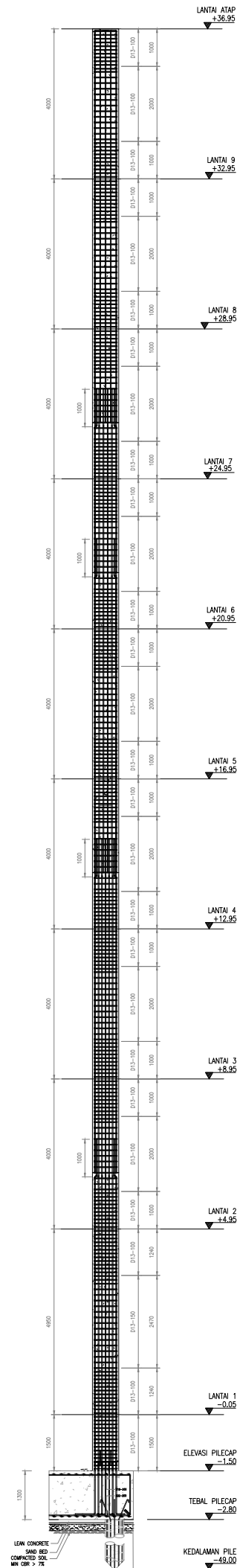
DETAIL KL1

SCALE 1:50



DETAIL KL1 & KL2

SCALE 1:50



POTONGAN A
SKALA 1:150

DETAIL PENULANGAN BALOK LT 2 - LT 9

SCALE 1:20

TYPE	B0	B1		B3		B4	B5		B6	
POSITION		END	MIDDLE	END	MIDDLE		END	MIDDLE	END	MIDDLE
DIMENSI BXH	150X300	250X400	250X400	350X700	350X700	350X700	400X700	400X700	400X700	400X700
TULANGAN ATAS	2D13	5D22	3D22	11D22	6D22	8D22	9D22	5D22	13D22	7D22
TULANGAN BAWAH	2D13	3D22	5D22	5D22	10D22	4D22	5D22	5D22	6D22	10D22
TULANGAN SENGKANG	2D10-200	2D13-100	2D13-150	2D13-100	2D13-100	2D13-150	2D13-200	2D13-200	3D13-100	3D13-100
TULANGAN TAMBAHAN	-	-	-	2D19	2D19	2D19	2D22	2D22	3D22	3D22

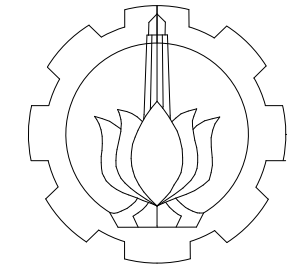
TYPE	B7		B7A
POSITION	END	MIDDLE	
DIMENSI BXH	350X700	350X700	350X700
TULANGAN ATAS	11D22	6D22	4D22
TULANGAN BAWAH	5D22	10D22	4D22
TULANGAN SENGKANG	2D13-100	2D13-100	2D13-200
TULANGAN TAMBAHAN	2D22	2D22	2D22

DETAIL PENULANGAN BALOK LT ATAP

SCALE 1:20

TYPE	RB0	RB1		RB3		RB4	RB5		RB6		CRB3
POSITION		END	MIDDLE	END	MIDDLE		END	MIDDLE	END	MIDDLE	
DIMENSI BXH	150X300	250X400	250X400	350X700	350X700	350X700	400X700	400X700	400X700	400X700	350X700
TULANGAN ATAS	2D13	3D19	2D19	5D19	3D19	5D19	6D19	3D19	6D19	3D19	4D19
TULANGAN BAWAH	2D13	2D19	3D19	3D19	3D19	3D19	3D19	4D19	3D19	4D19	3D19
TULANGAN SENGKANG	2D13-200	2D13-200	2D13-200	2D13-200	2D13-200	2D13-200	2D13-200	2D13-200	2D13-200	2D13-200	2D13-200
TULANGAN TAMBAHAN	-	-	-	2D19	2D19	2D19	2D19	2D19	2D19	2D19	2D19

TYPE	RB1A		CRB1A	CRB6	RB7		RB7A	RB8	
POSITION	END	MIDDLE			END	MIDDLE		END	MIDDLE
DIMENSI BXH	250X500	250X500	250X500	400X700	350X700	350X700	350X700	350X700	350X700
TULANGAN ATAS	4D19	2D19	3D19	4D19	3D19	3D19	3D19	3D19	3D19
TULANGAN BAWAH	2D19	4D19	2D19	3D19	2D19	3D19	3D19	3D19	3D19
TULANGAN SENGKANG	2D13-200	2D13-200	2D13-200	2D13-200	2D13-200	2D13-200	2D13-200	2D13-200	2D13-200
TULANGAN TAMBAHAN	-	-	-	2D19	2D19	2D19	2D19	2D19	2D19



SARJANA TERAPAN
TEKNOLOGI REKAYASA PENGELOLAAN
PEMELIHARAAN BANGUNAN SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

SPESIFIKASI

- ALL DIMENSI IN MILIMETER & ELEVATION IN METER
- STRUCTURAL CONCRETE GRADE :
SPUN PILE Ø500 : $f_c' = 50$ MPa
PILECAP, TIE BEAM, BEAM, SLAB : $f_c' = 35$ MPa
COLUMN : $f_c' = 40$ MPa
- REINFORCEMENT STEEL GRADE :
 $\phi < 12$, U24 ($f_y = 240$ MPa)
D = 10, U40 ($f_y = 400$ MPa)
D > 12, U40 ($f_y = 400$ MPa)
M (WIREMESH), U50 ($f_y = 500$ MPa)
- STEEL PROFIL GRADE : BJ 37 / SS 41 / Fe 360
- WELD GRADE : E-70xx
- BOLT GRADE : HTB A 325

WET AREA

NAMA MAHASISWA

Dewa Ramadhana Astyawan
10111710013063

DOSEN PEMBIMBING I

Dr. Eng Yuyun Tajunnisa
19780218 200501 2 002

DOSEN PEMBIMBING II

Nur Ahmad Husin, ST., MT.
19720115 199802 1 001

NAMA GAMBAR

Detail Balok

SKALA

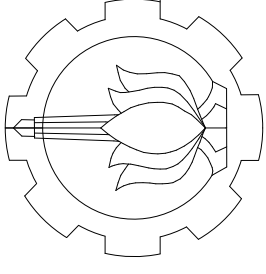
1:200

NO HALAMAN

28

JUMLAH HALAMAN

40



SARJANA TERAPAN
TEKNOLOGI REKAYASA PENGELOLAAN
PEMELIHARAAN BANGUNAN SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

SPEKIFIKASI

1. ALL DIMENSI IN MILLIMETER & ELEVATION IN METER
 2. STRUCTURAL CONCRETE GRADE :
SPUN PILE Ø500 : f'c= 50 MPa
PILECAP, TIE BEAM, BEAM, SIAB : f'c= 35 MPa
COLUMN : f'c= 40 MPa
 3. REINFORCEMENT STEEL GRADE :
Ø < 12, U24 (fy=240 MPa)
D = 10, U40 (fy=400 MPa)
D > 12, U40 (fy=400 MPa)
M (WIREMESH), U50 (fy=500 MPa)
 4. STEEL PROFIL GRADE : BJ 37 / SS 41 / Fe 360
 5. WELD GRADE : E-70xx
 6. BOLT GRADE : HTB A 325
- WET AREA

NAMA MAHASISWA

Dewa Ramadhana Astyawan
10111710013063

DOSEN PEMBIMBING I

Dr. Eng Yuyun Tajunnisa
19780218 200501 2 002

DOSEN PEMBIMBING II

Nur Ahmad Husin, ST., MT.
19720115 199802 1 001

NAMA GAMBAR

Potongan Tangga 1

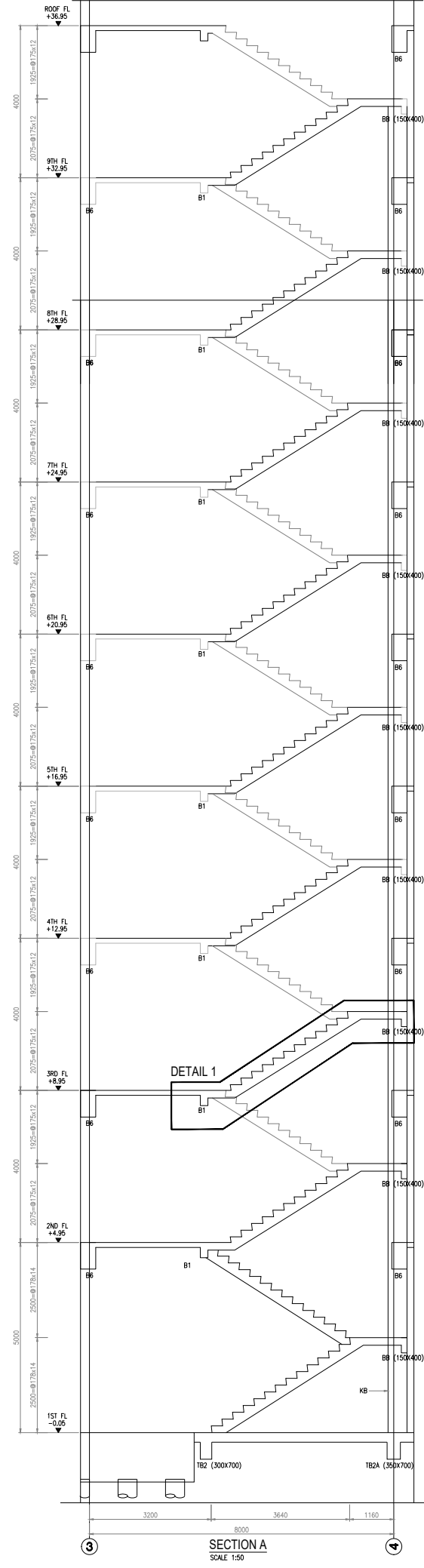
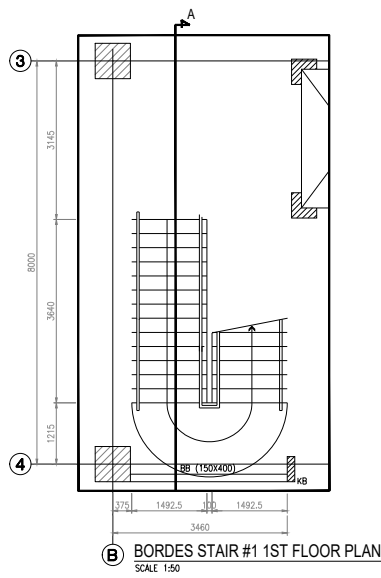
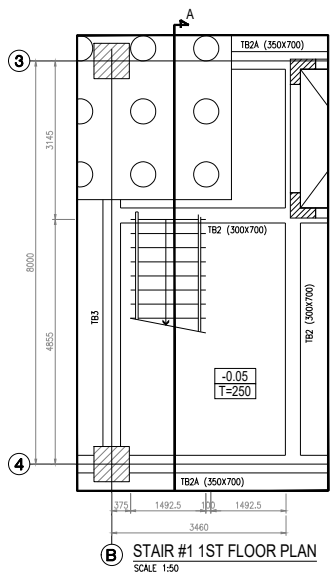
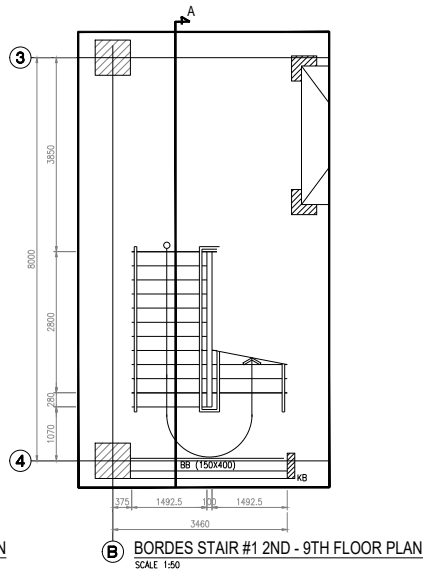
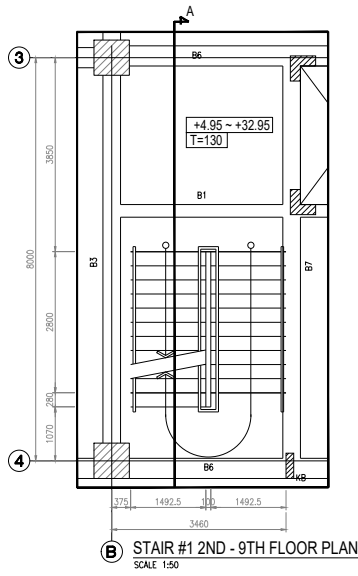
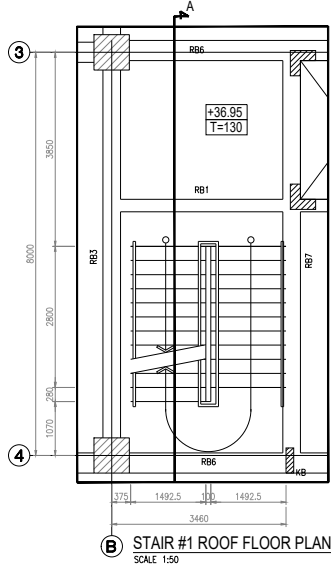
SKALA

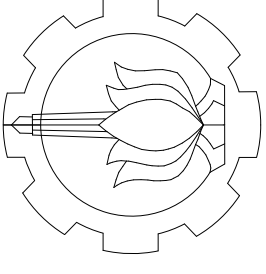
1:50

JUMLAH HALAMAN

29

40





SARJANA TERAPAN
TEKNOLOGI REKAYASA PENGELOLAAN
PEMELIHARAAN BANGUNAN SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

SPEKIFIKASI

1. ALL DIMENSI IN MILLIMETER & ELEVATION IN METER
 2. STRUCTURAL CONCRETE GRADE :
SPUN PILE Ø500 : f'c= 50 MPa
PILECAP, TIE BEAM, BEAM, SIAB : f'c= 35 MPa
COLUMN : f'c= 40 MPa
 3. REINFORCEMENT STEEL GRADE :
Ø < 12, U24 (fy=240 MPa)
D = 10, U40 (fy=400 MPa)
D > 12, U40 (fy=400 MPa)
M (WIREMESH), U50 (fy=500 MPa)
 4. STEEL PROFIL GRADE : BJ 37 / SS 41 / Fe 360
 5. WELD GRADE : E-70xx
 6. BOLT GRADE : HTB A 325
- WET AREA

NAMA MAHASISWA

Dewa Ramadhana Astyawan
10111710013063

DOSEN PEMBIMBING I

Dr. Eng Yuyun Tajunnisa
19780218 200501 2 002

DOSEN PEMBIMBING II

Nur Ahmad Husin, ST., MT.
19720115 199802 1 001

NAMA GAMBAR

Potongan Tangga 2

SKALA

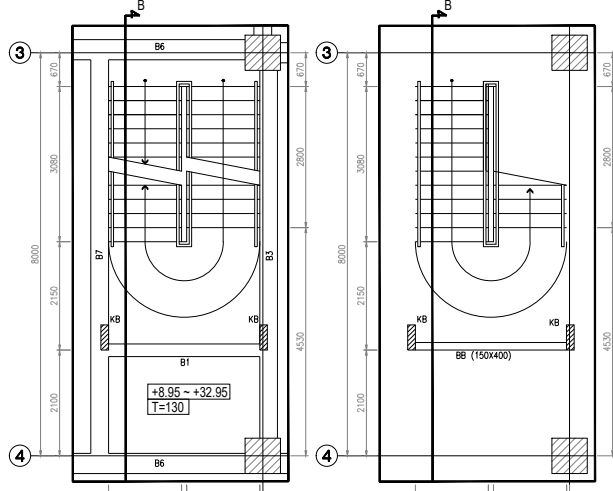
1:50

NO HALAMAN

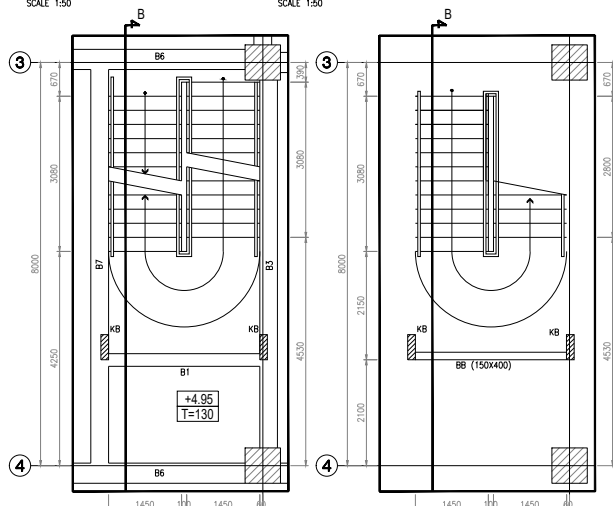
30

JUMLAH HALAMAN

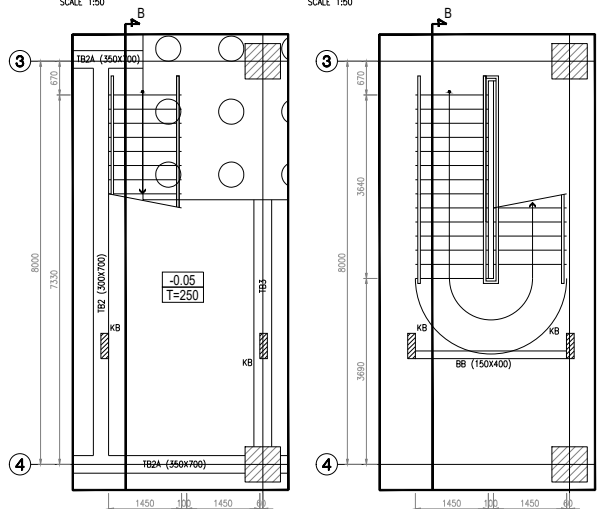
40



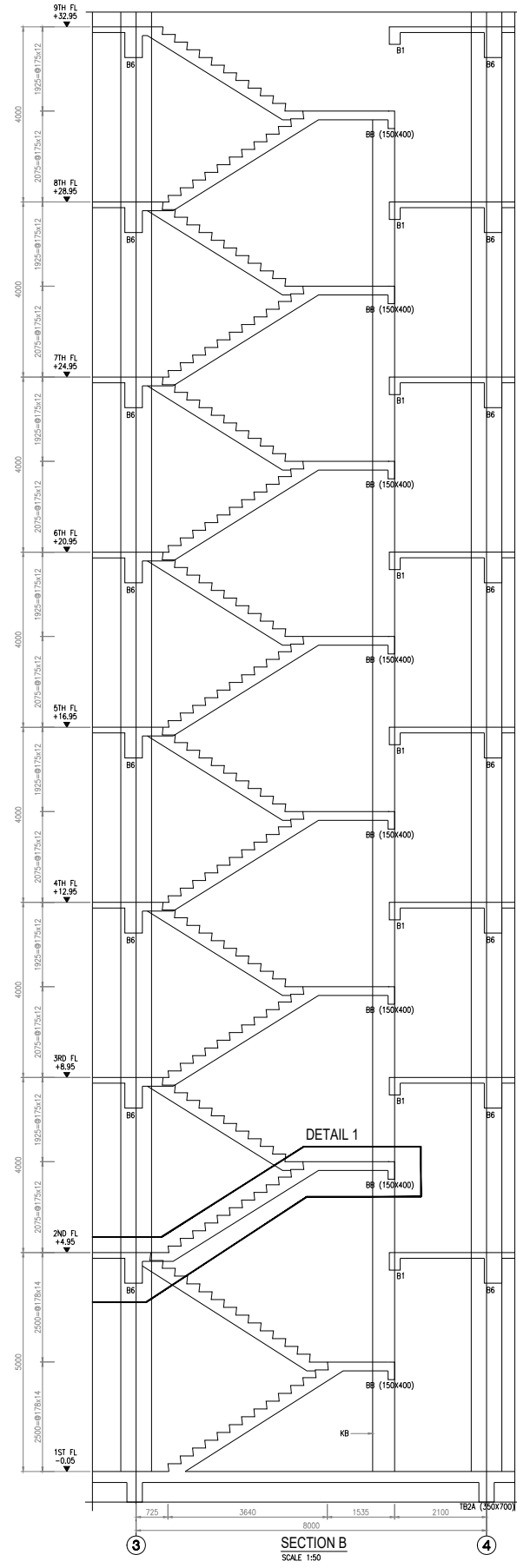
STAIR #2 3RD - 9TH FLOOR PLAN (E) BORDES STAIR #2 3RD-8TH FLOOR PLAN (E)
SCALE 1:50



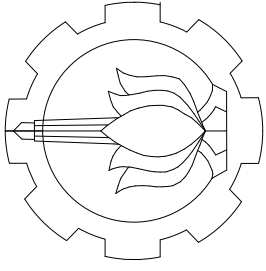
STAIR #2 2ND FLOOR PLAN (E) BORDES STAIR #2 2ND FLOOR PLAN (E)
SCALE 1:50



STAIR #2 1ST FLOOR PLAN (E) BORDES STAIR #2 1ST FLOOR PLAN (E)
SCALE 1:50



SECTION B
SCALE 1:50



SARJANA TERAPAN
TEKNOLOGI REKAYASA PENGELOLAAN
PEMELIHARAAN BANGUNAN SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

SPEKIFIKASI

1. ALL DIMENSI IN MILLIMETER & ELEVATION IN METER
 2. STRUCTURAL CONCRETE GRADE :
SPUN PILE Ø500 : f'c = 50 MPa
PILECAP, TIE BEAM, BEAM, SLAB : f'c = 35 MPa
COLUMN : f'c = 40 MPa
 3. REINFORCEMENT STEEL GRADE :
Ø < 12, U24 (fy=240 MPa)
D = 10, U40 (fy=400 MPa)
D > 12, U40 (fy=400 MPa)
M (WIREMESH), U50 (fy=500 MPa)
 4. STEEL PROFIL GRADE : BJ 37 / SS 41 / Fe 360
 5. WELD GRADE : E-70xx
 6. BOLT GRADE : HTB A 325
- WET AREA

NAMA MAHASISWA

Dewa Ramadhana Astyawan
10111710013063

DOSEN PEMBIMBING I

Dr. Eng Yuyun Tajumnisa
19780218 200501 2 002

DOSEN PEMBIMBING II

Nur Ahmad Husin, ST., MT.
19720115 199802 1 001

NAMA GAMBAR

Detail Tangga

SKALA

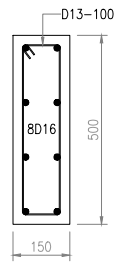
1:20

JUMLAH HALAMAN

40

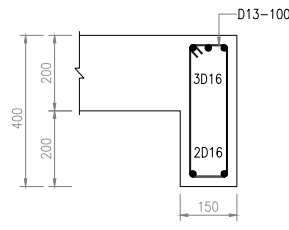
NO HALAMAN

31



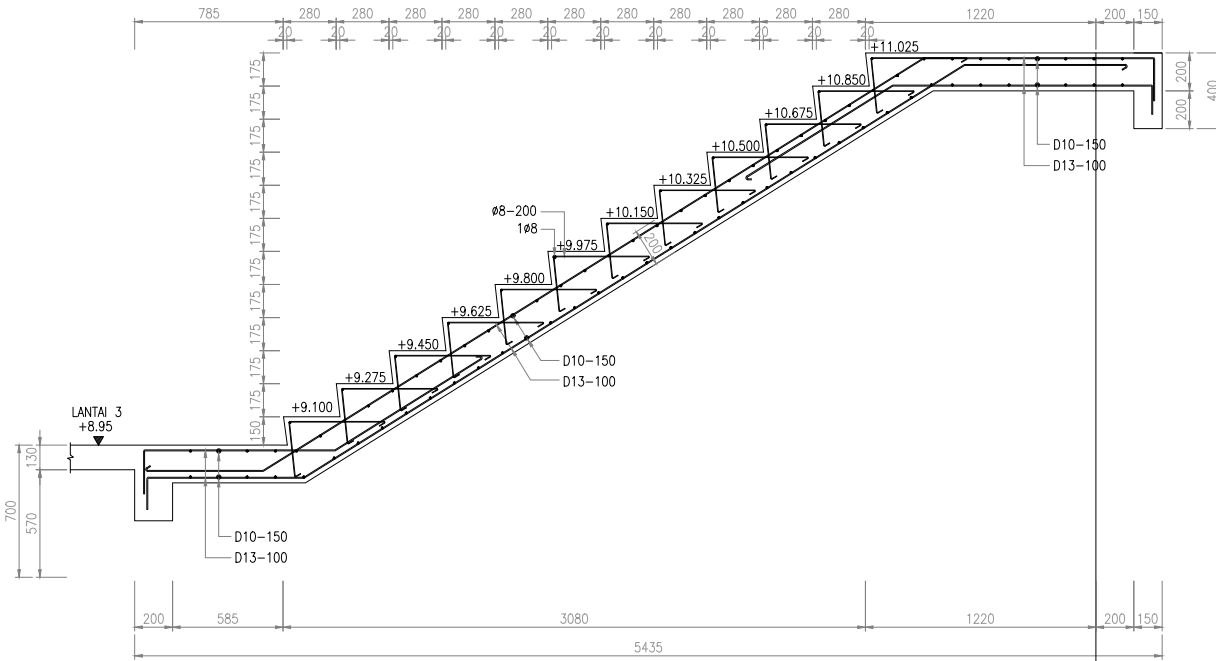
DETAIL KB (150X500)

SCALE 1:10



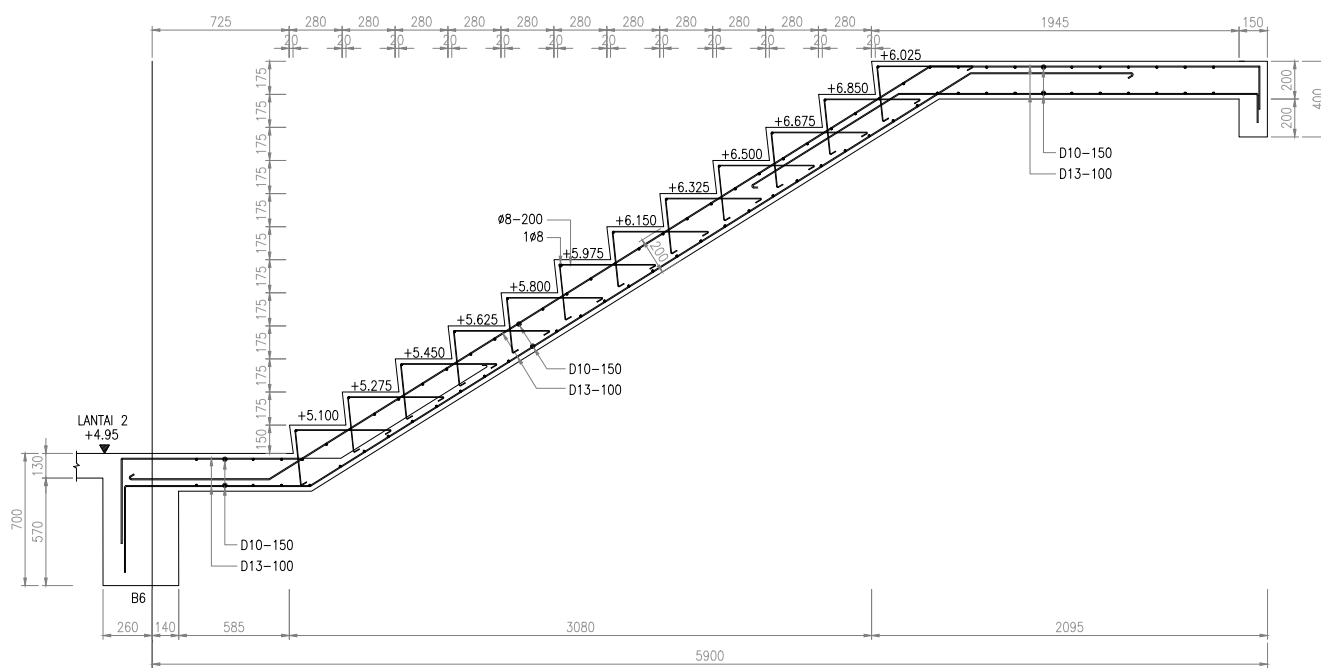
DETAIL BB (150X400)

SCALE 1:10



DETAIL 1

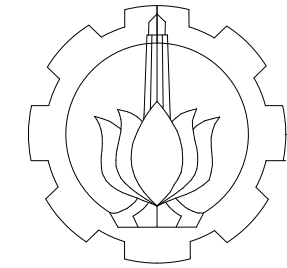
SCALE 1:20



DETAIL 1

SCALE 1:20

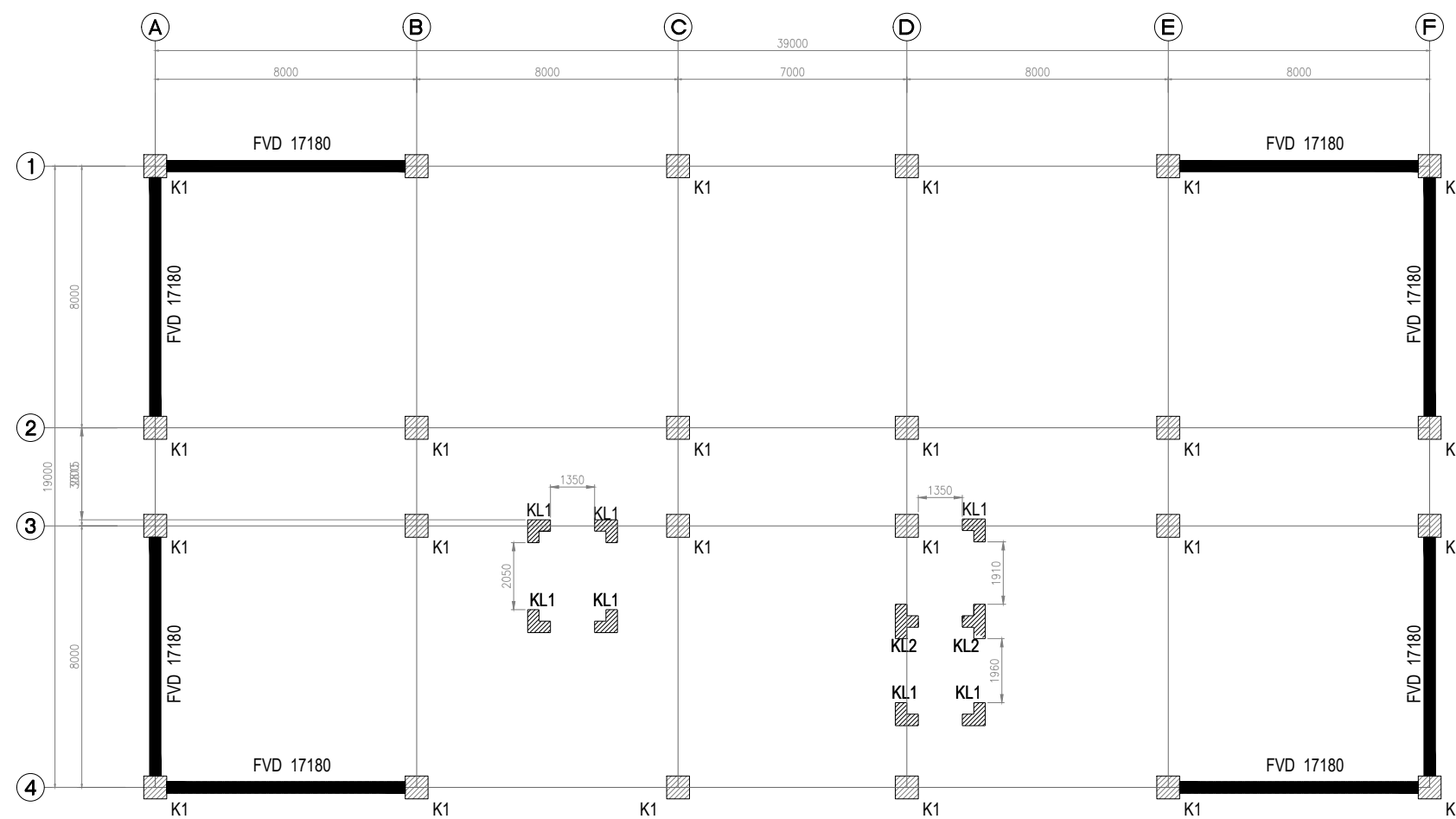
NOTASI	KEKUATAN
FVD 17180	3000 KN



SARJANA TERAPAN
TEKNOLOGI REKAYASA PENGELOLAAN
PEMELIHARAAN BANGUNAN SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

SPESIFIKASI

- ALL DIMENSI IN MILIMETER & ELEVATION IN METER
 - STRUCTURAL CONCRETE GRADE :
SPUN PILE Ø500 : $f_c' = 50 \text{ MPa}$
PILECAP, TIE BEAM, BEAM, SLAB : $f_c' = 35 \text{ MPa}$
COLUMN : $f_c' = 40 \text{ MPa}$
 - REINFORCEMENT STEEL GRADE :
 $\phi < 12$, U24 ($f_y = 240 \text{ MPa}$)
D = 10, U40 ($f_y = 400 \text{ MPa}$)
D > 12, U40 ($f_y = 400 \text{ MPa}$)
M (WIREMESH), U50 ($f_y = 500 \text{ MPa}$)
 - STEEL PROFIL GRADE : BJ 37 / SS 41 / Fe 360
 - WELD GRADE : E-70xx
 - BOLT GRADE : HTB A 325
- WET AREA



DENAH PEMASANGAN FVD (LT 2 - LT 5)
SCALE 1:200

NAMA MAHASISWA

Dewa Ramadhana Astyawan
10111710013063

DOSEN PEMBIMBING I

Dr. Eng Yuyun Tajunnisa
19780218 200501 2 002

DOSEN PEMBIMBING II

Nur Ahmad Husin, ST., MT.
19720115 199802 1 001

NAMA GAMBAR

Denah FVD

SKALA

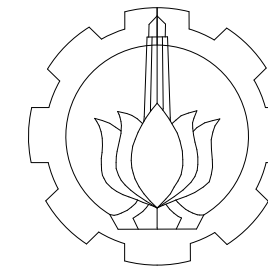
1:200

NO HALAMAN

36

JUMLAH HALAMAN

40



SARJANA TERAPAN
TEKNOLOGI REKAYASA PENGELOLAAN
PEMELIHARAAN BANGUNAN SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

SPESIFIKASI

1. ALL DIMENSI IN MILIMETER & ELEVATION IN METER
2. STRUCTURAL CONCRETE GRADE :
 SPUN PILE ϕ 500 : $f_c' = 50$ MPa
 PILECAP, TIE BEAM, BEAM, SLAB : $f_c' = 35$ MPa
 COLUMN : $f_c' = 40$ MPa
3. REINFORCEMENT STEEL GRADE :
 $\phi < 12$, U24 ($f_y = 240$ MPa)
 $D = 10$, U40 ($f_y = 400$ MPa)
 $D > 12$, U40 ($f_y = 400$ MPa)
 M (WIREMESH), U50 ($f_y = 500$ MPa)
4. STEEL PROFIL GRADE : BJ 37 / SS 41 / Fe 360
5. WELD GRADE : E-70xx
6. BOLT GRADE : HTB A 325

WET AREA

NAMA MAHASISWA

Dewa Ramadhana Astyawan
10111710013063

DOSEN PEMBIMBING I

Dr. Eng Yuyun Tajunnisa
19780218 200501 2 002

DOSEN PEMBIMBING II

Nur Ahmad Husin, ST., MT.
19720115 199802 1 001

NAMA GAMBAR

Portal Memanjang Grid 1 & 4

SKALA

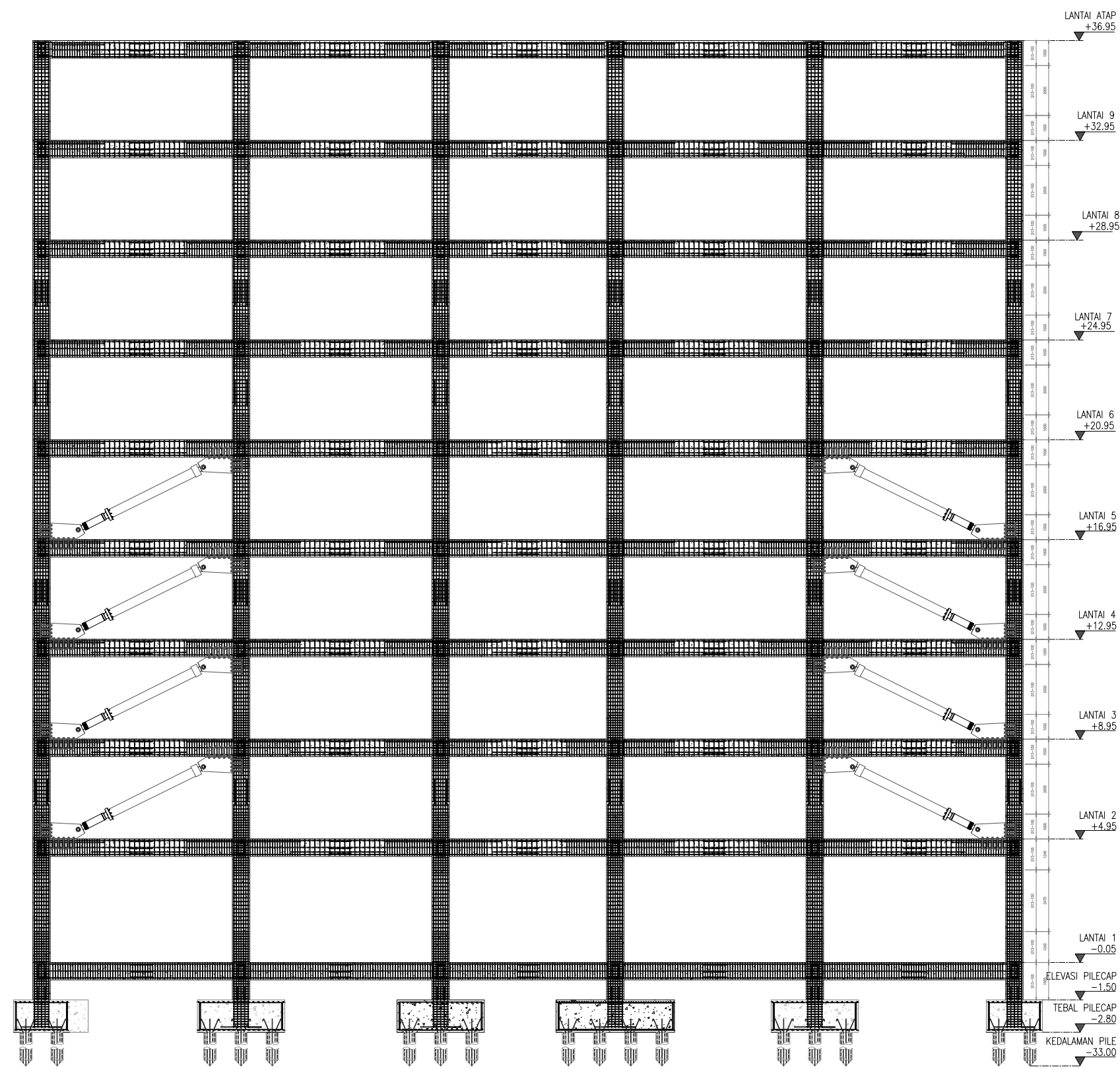
1:200

NO HALAMAN

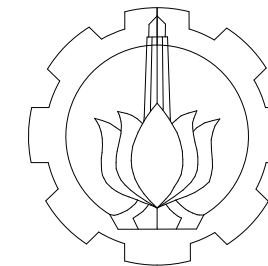
33

JUMLAH HALAMAN

40



PORTAL MEMANJANG GRID 1 & 4
SCALE 1:100



SARJANA TERAPAN
TEKNOLOGI REKAYASA PENGELOLAAN
PEMELIHARAAN BANGUNAN SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

SPESIFIKASI

- ALL DIMENSI IN MILIMETER & ELEVATION IN METER
- STRUCTURAL CONCRETE GRADE :
SPUN PILE ϕ 500 : $f_c' = 50$ MPa
PILECAP, TIE BEAM, BEAM, SLAB : $f_c' = 35$ MPa
COLUMN : $f_c' = 40$ MPa
- REINFORCEMENT STEEL GRADE :
 $\phi < 12$, U24 ($f_y = 240$ MPa)
D = 10, U40 ($f_y = 400$ MPa)
D > 12, U40 ($f_y = 400$ MPa)
M (WIREMESH), U50 ($f_y = 500$ MPa)
- STEEL PROFIL GRADE : BJ 37 / SS 41 / Fe 360
- WELD GRADE : E-70xx
- BOLT GRADE : HTB A 325

WET AREA

NAMA MAHASISWA

Dewa Ramadhana Astyawan
10111710013063

DOSEN PEMBIMBING I

Dr. Eng Yuyun Tajunnisa
19780218 200501 2 002

DOSEN PEMBIMBING II

Nur Ahmad Husin, ST., MT.
19720115 199802 1 001

NAMA GAMBAR

Portal Melintang Grid A & F

SKALA

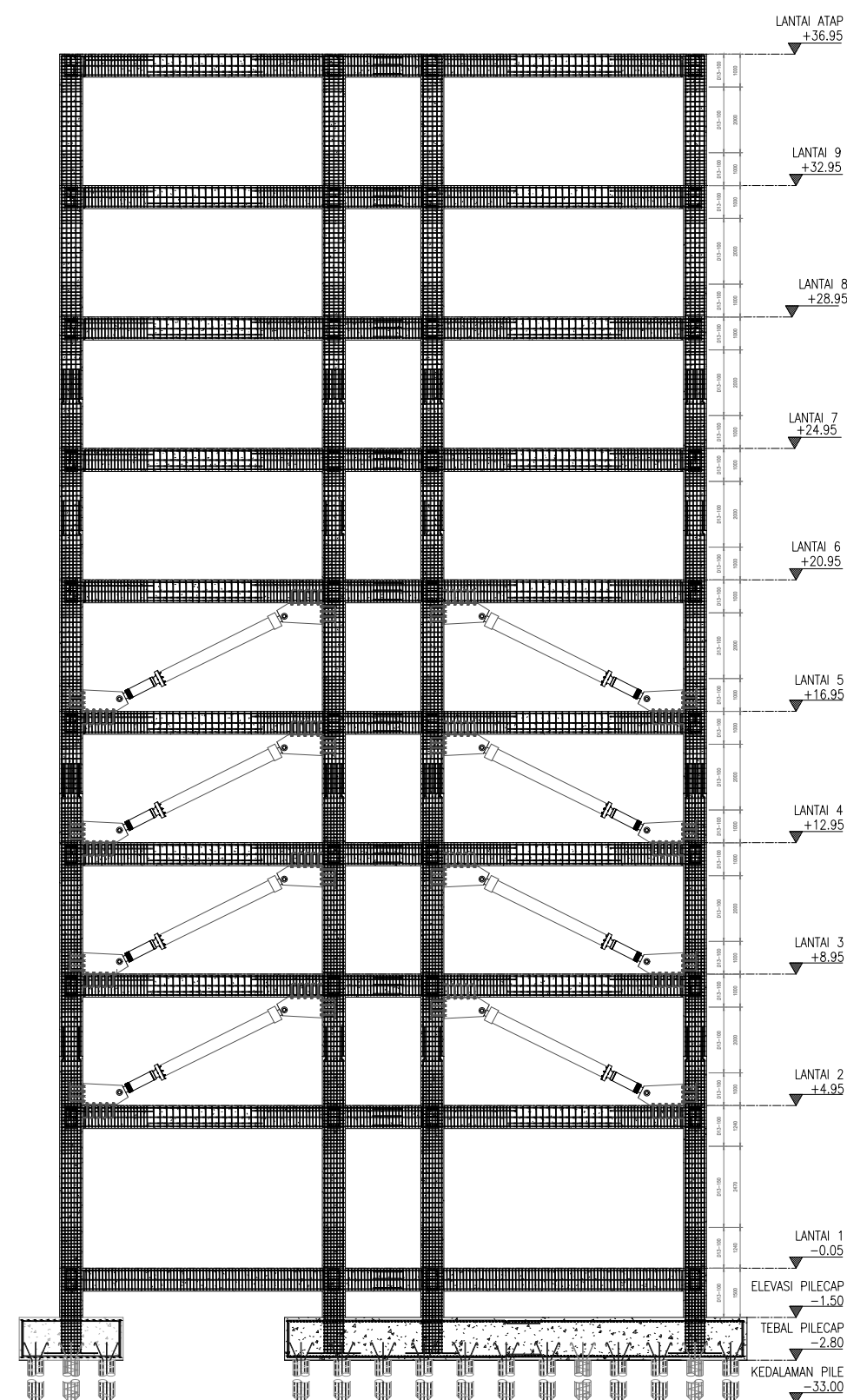
1:200

NO HALAMAN

32

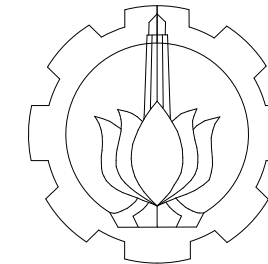
JUMLAH HALAMAN

40



PORTAL MELINTANG GRID A & F

SCALE 1:200



SARJANA TERAPAN
TEKNOLOGI REKAYASA PENGELOLAAN
PEMELIHARAAN BANGUNAN SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

SPESIFIKASI

- ALL DIMENSI IN MILIMETER & ELEVATION IN METER
- STRUCTURAL CONCRETE GRADE :
SPUN PILE ϕ 500 : $f_c' = 50$ MPa
PILECAP, TIE BEAM, BEAM, SLAB : $f_c' = 35$ MPa
COLUMN : $f_c' = 40$ MPa
- REINFORCEMENT STEEL GRADE :
 $\phi < 12$, U24 ($f_y = 240$ MPa)
D = 10, U40 ($f_y = 400$ MPa)
D > 12, U40 ($f_y = 400$ MPa)
M (WIREMESH), U50 ($f_y = 500$ MPa)
- STEEL PROFIL GRADE : BJ 37 / SS 41 / Fe 360
- WELD GRADE : E-70xx
- BOLT GRADE : HTB A 325

WET AREA

NAMA MAHASISWA

Dewa Ramadhana Astyawan
10111710013063

DOSEN PEMBIMBING I

Dr. Eng Yuyun Tajunnisa
19780218 200501 2 002

DOSEN PEMBIMBING II

Nur Ahmad Husin, ST., MT.
19720115 199802 1 001

NAMA GAMBAR

Portal Memanjang Grid 1 & 4

SKALA

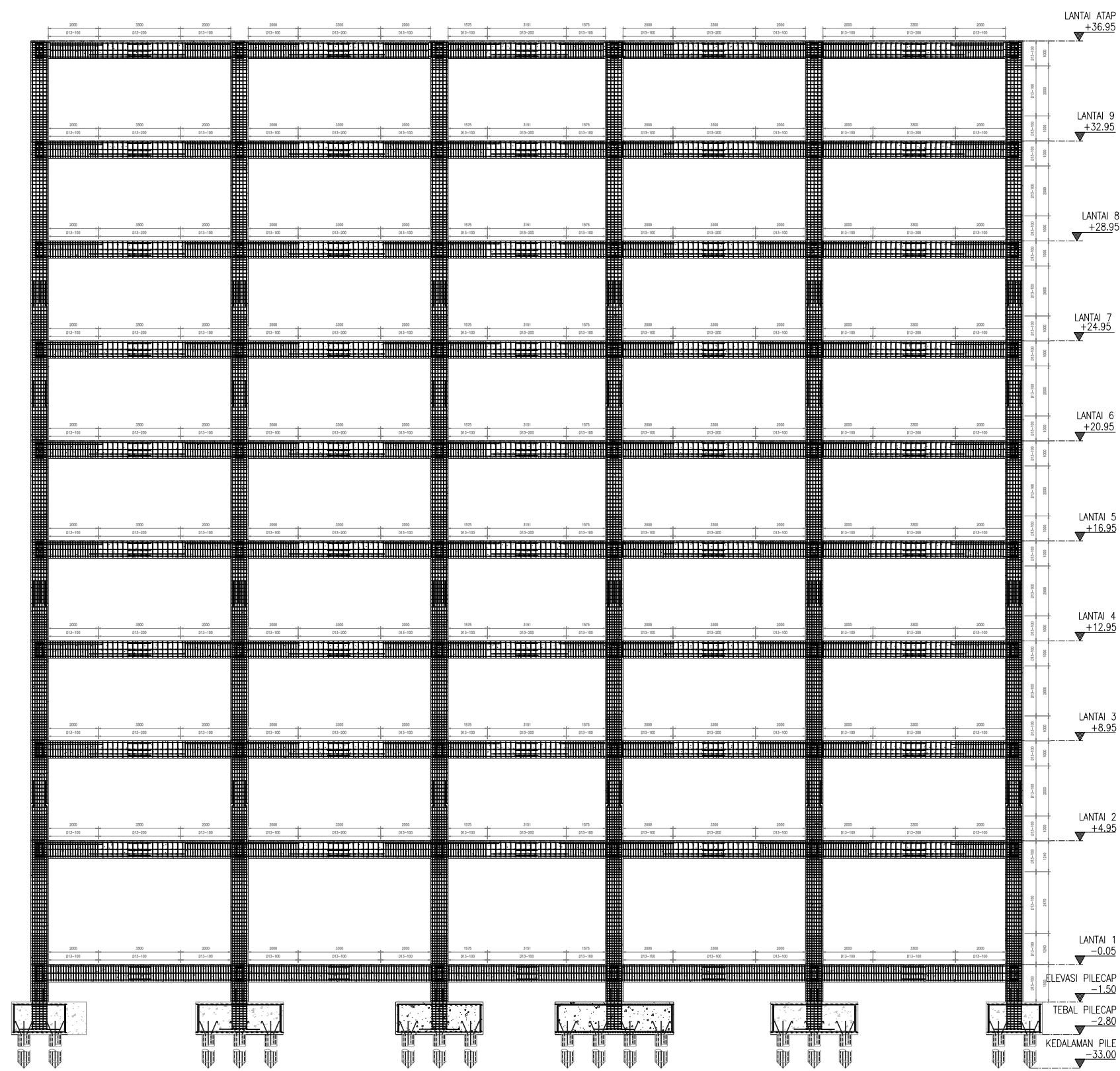
1:200

NO HALAMAN

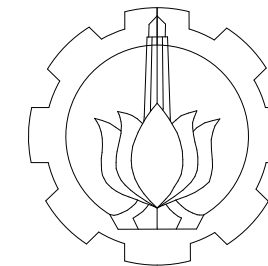
35

JUMLAH HALAMAN

40



PORTAL MEMANJANG GRID 2 & 3
SCALE 1:100



SARJANA TERAPAN
TEKNOLOGI REKAYASA PENGELOLAAN
PEMELIHARAAN BANGUNAN SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

SPESIFIKASI

- ALL DIMENSI IN MILIMETER & ELEVATION IN METER
- STRUCTURAL CONCRETE GRADE :
SPUN PILE ϕ 500 : $f_c' = 50$ MPa
PILECAP, TIE BEAM, BEAM, SLAB : $f_c' = 35$ MPa
COLUMN : $f_c' = 40$ MPa
- REINFORCEMENT STEEL GRADE :
 $\phi < 12$, U24 ($f_y = 240$ MPa)
D = 10, U40 ($f_y = 400$ MPa)
D > 12, U40 ($f_y = 400$ MPa)
M (WIREMESH), U50 ($f_y = 500$ MPa)
- STEEL PROFIL GRADE : BJ 37 / SS 41 / Fe 360
- WELD GRADE : E-70xx
- BOLT GRADE : HTB A 325

WET AREA

NAMA MAHASISWA

Dewa Ramadhana Astyawan
10111710013063

DOSEN PEMBIMBING I

Dr. Eng Yuyun Tajunnisa
19780218 200501 2 002

DOSEN PEMBIMBING II

Nur Ahmad Husin, ST., MT.
19720115 199802 1 001

NAMA GAMBAR

Portal Melintang Grid B, C, D, dan E

SKALA

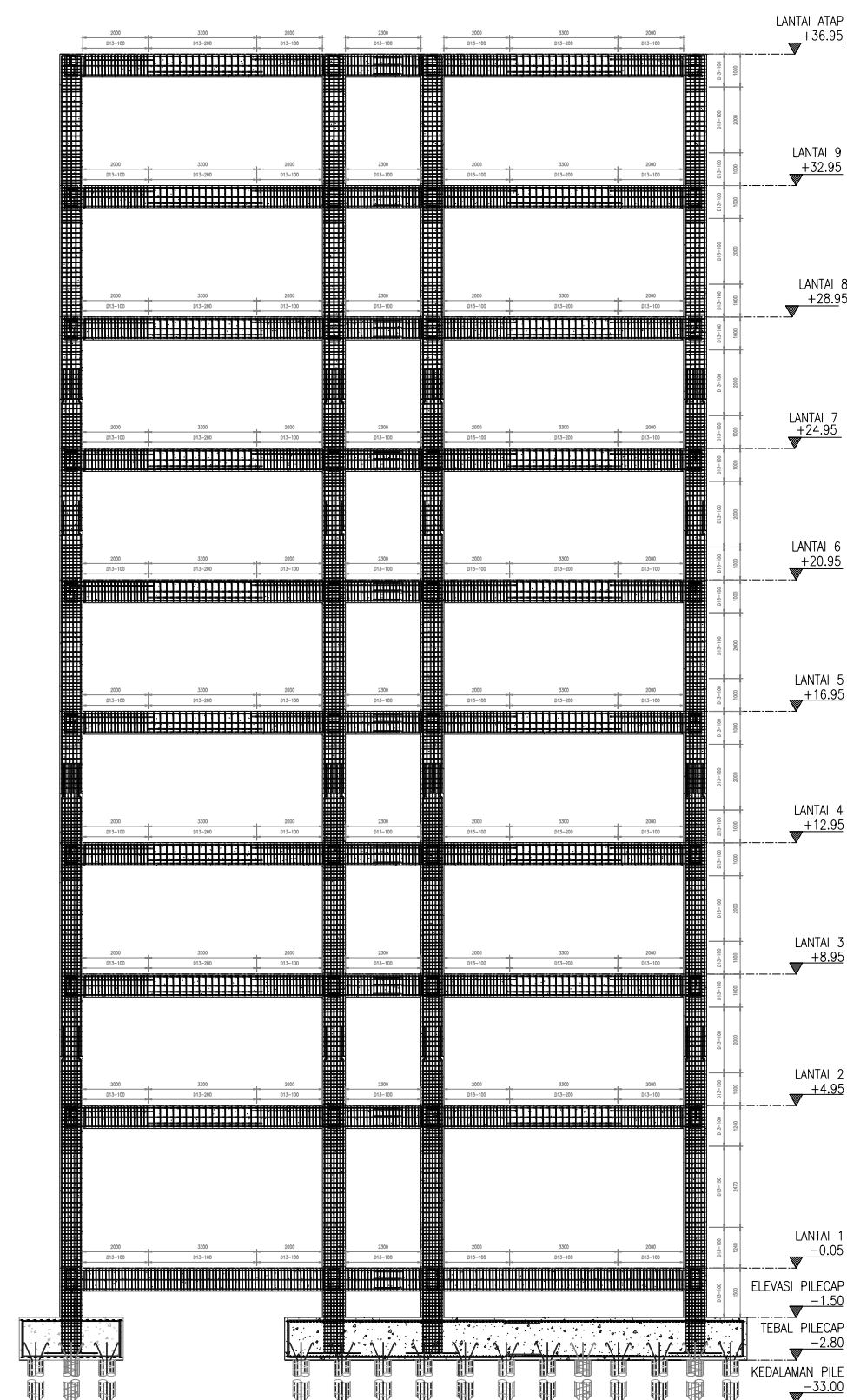
1:200

NO HALAMAN

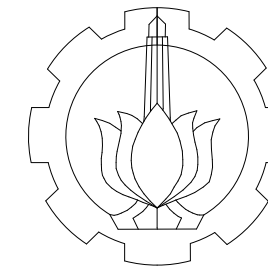
34

JUMLAH HALAMAN

40



PORTAL MELINTANG GRID B, C, D, E
SCALE 1:100



SARJANA TERAPAN
TEKNOLOGI REKAYASA PENGELOLAAN
PEMELIHARAAN BANGUNAN SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

SPESIFIKASI

1. ALL DIMENSI IN MILIMETER & ELEVATION IN METER
2. STRUCTURAL CONCRETE GRADE :
 SPUN PILE ϕ 500 : $f_c' = 50$ MPa
 PILECAP, TIE BEAM, BEAM, SLAB : $f_c' = 35$ MPa
 COLUMN : $f_c' = 40$ MPa
3. REINFORCEMENT STEEL GRADE :
 $\phi < 12$, U24 ($f_y = 240$ MPa)
 $D = 10$, U40 ($f_y = 400$ MPa)
 $D > 12$, U40 ($f_y = 400$ MPa)
 M (WIREMESH), U50 ($f_y = 500$ MPa)
4. STEEL PROFIL GRADE : BJ 37 / SS 41 / Fe 360
5. WELD GRADE : E-70xx
6. BOLT GRADE : HTB A 325

WET AREA

NAMA MAHASISWA

Dewa Ramadhana Astyawan
10111710013063

DOSEN PEMBIMBING I

Dr. Eng Yuyun Tajunnisa
19780218 200501 2 002

DOSEN PEMBIMBING II

Nur Ahmad Husin, ST., MT.
19720115 199802 1 001

NAMA GAMBAR

Portal FVD

SKALA

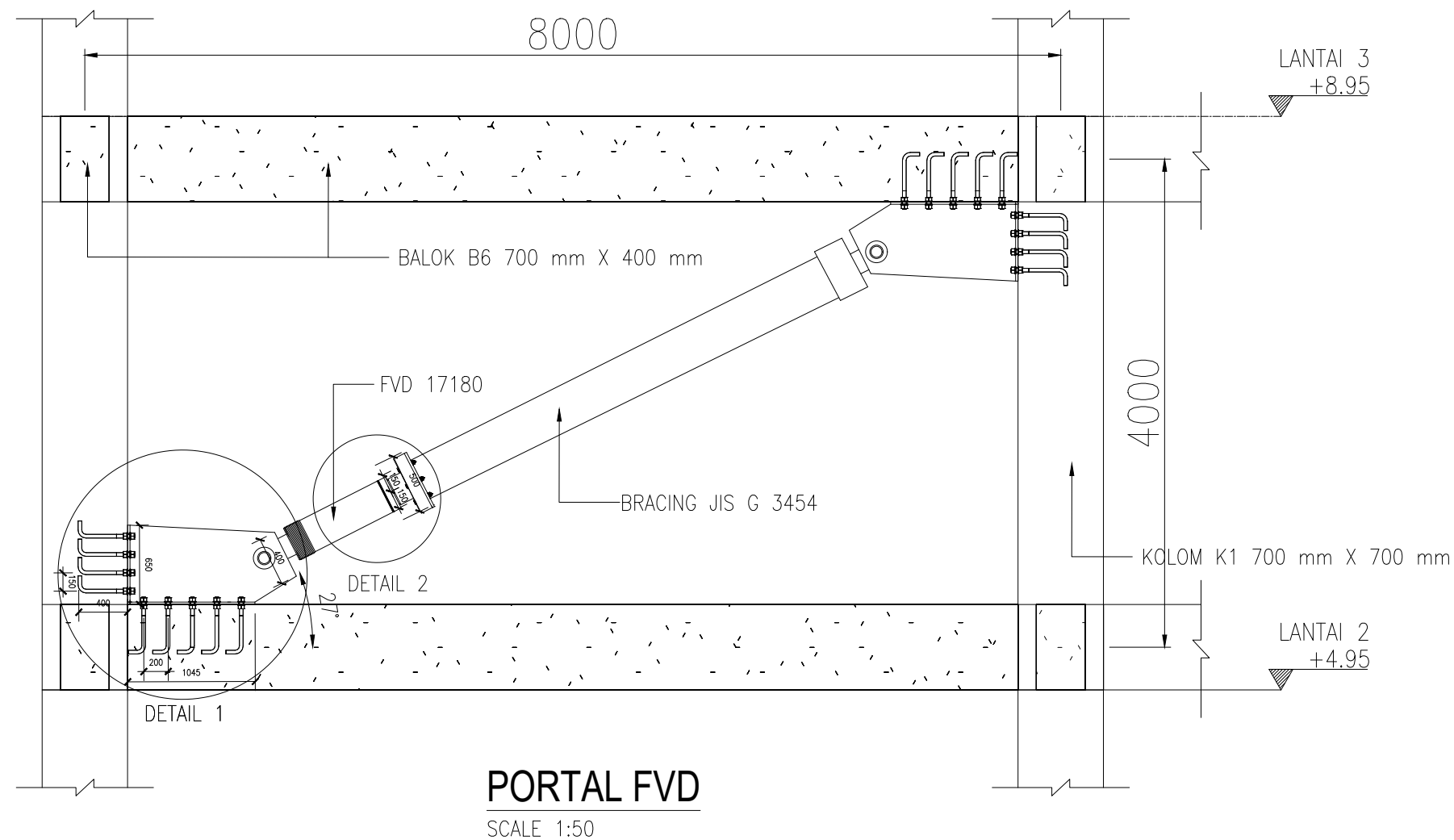
1:50

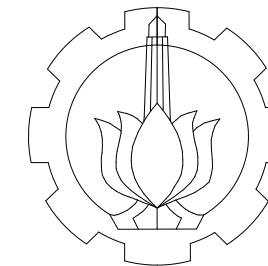
NO HALAMAN

37

JUMLAH HALAMAN

40





SARJANA TERAPAN
TEKNOLOGI REKAYASA PENGELOLAAN
PEMELIHARAAN BANGUNAN SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

SPESIFIKASI

- ALL DIMENSI IN MILIMETER & ELEVATION IN METER
- STRUCTURAL CONCRETE GRADE :
SPUN PILE ϕ 500 : $f_c' = 50$ MPa
PILECAP, TIE BEAM, BEAM, SLAB : $f_c' = 35$ MPa
COLUMN : $f_c' = 40$ MPa
- REINFORCEMENT STEEL GRADE :
 $\phi < 12$, U24 ($f_y = 240$ MPa)
D = 10, U40 ($f_y = 400$ MPa)
D > 12, U40 ($f_y = 400$ MPa)
M (WIREMESH), U50 ($f_y = 500$ MPa)
- STEEL PROFIL GRADE : BJ 37 / SS 41 / Fe 360
- WELD GRADE : E-70xx
- BOLT GRADE : HTB A 325

WET AREA

NAMA MAHASISWA

Dewa Ramadhana Astyawan
10111710013063

DOSEN PEMBIMBING I

Dr. Eng Yuyun Tajunnisa
19780218 200501 2 002

DOSEN PEMBIMBING II

Nur Ahmad Husin, ST., MT.
19720115 199802 1 001

NAMA GAMBAR

Detail Sambungan

SKALA

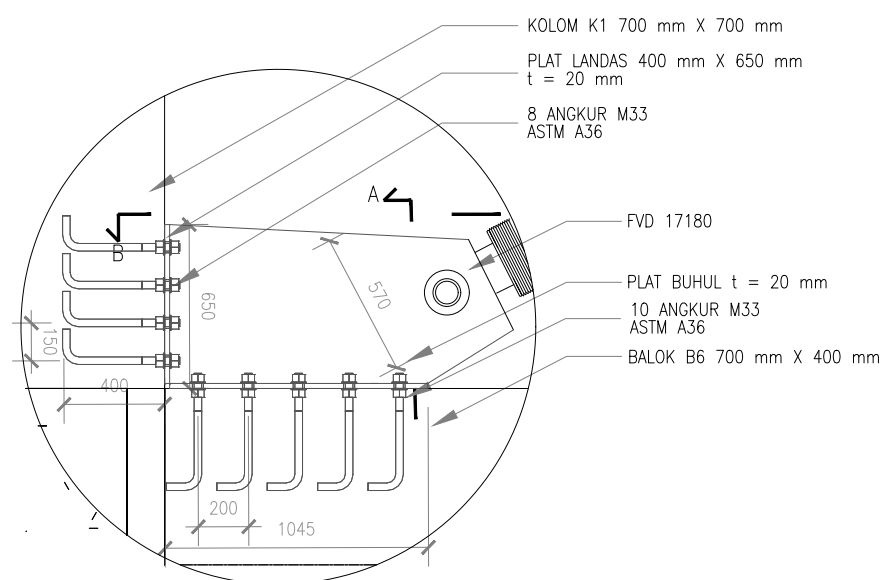
1:30

NO HALAMAN

38

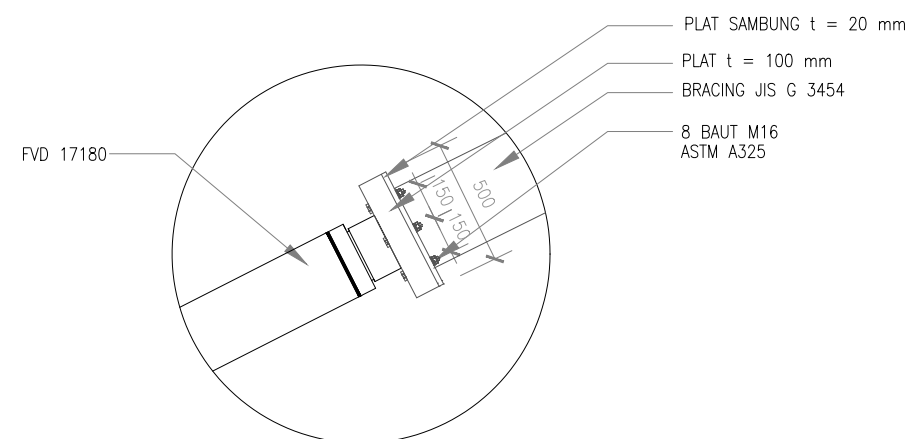
JUMLAH HALAMAN

40



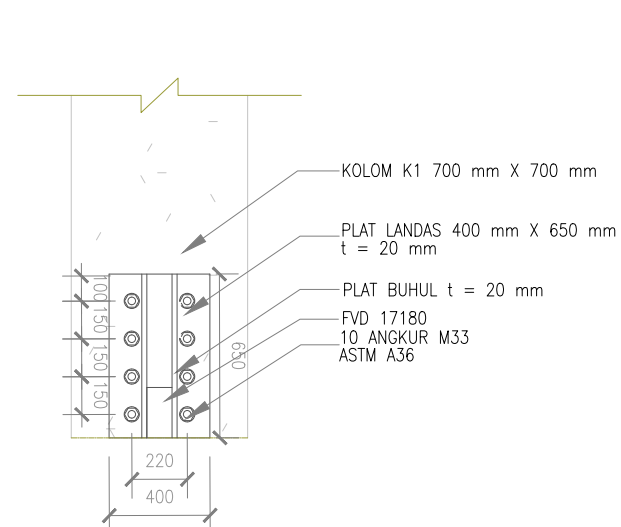
DETAIL 1

SCALE 1:30



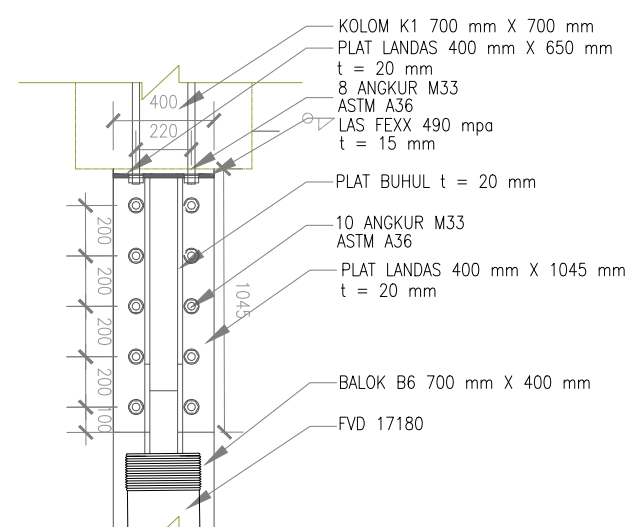
DETAIL 2

SCALE 1:30



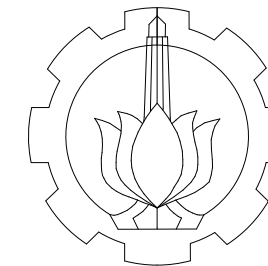
POTONGAN A

SCALE 1:30



POTONGAN B

SCALE 1:30



SARJANA TERAPAN
TEKNOLOGI REKAYASA PENGELOLAAN
PEMELIHARAAN BANGUNAN SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

SPESIFIKASI

- ALL DIMENSI IN MILIMETER & ELEVATION IN METER
- STRUCTURAL CONCRETE GRADE :
SPUN PILE ϕ 500 : $f_c' = 50$ MPa
PILECAP, TIE BEAM, BEAM, SLAB : $f_c' = 35$ MPa
COLUMN : $f_c' = 40$ MPa
- REINFORCEMENT STEEL GRADE :
 $\phi < 12$, U24 ($f_y = 240$ MPa)
D = 10, U40 ($f_y = 400$ MPa)
D > 12, U40 ($f_y = 400$ MPa)
M (WIREMESH), U50 ($f_y = 500$ MPa)
- STEEL PROFIL GRADE : BJ 37 / SS 41 / Fe 360
- WELD GRADE : E-70xx
- BOLT GRADE : HTB A 325

WET AREA

NAMA MAHASISWA

Dewa Ramadhana Astyawan
10111710013063

DOSEN PEMBIMBING I

Dr. Eng Yuyun Tajunnisa
19780218 200501 2 002

DOSEN PEMBIMBING II

Nur Ahmad Husin, ST., MT.
19720115 199802 1 001

NAMA GAMBAR

Detail FVD dan Bracing

SKALA

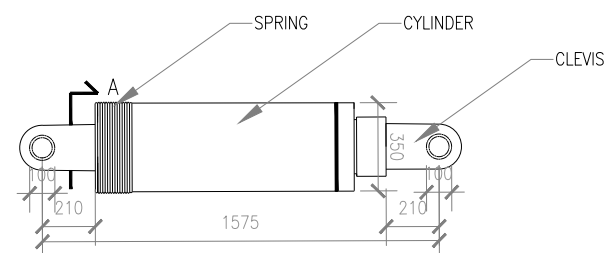
1:30

NO HALAMAN

39

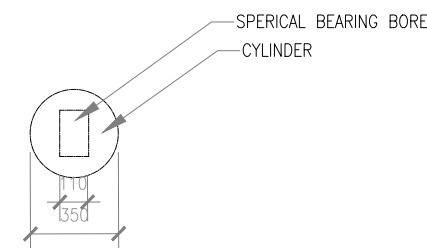
JUMLAH HALAMAN

40



DETAIL FVD

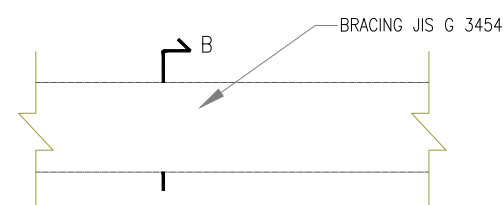
SCALE 1:30



POTONGAN A

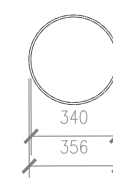
SCALE 1:30

TIPE FVD	17180
GAYA	3000 kN
TEBAL SILINDER	350 mm
PANJANG FVD	1575 mm
LUBANG KLEP	100 mm
PANJANG KLEP	210 mm
LEBAR KLEP	110 mm



DETAIL BRACING

SCALE 1:30



POTONGAN B

SCALE 1:30

JENIS PROFIL	JIS G 3454
DIAMETER LUAR	355,6 mm
DIAMETER DALAM	339,8 mm
TEBAL	8 mm
LUASAN PROFIL	8333 mm ²
RADIUS GIRASI	119,2 mm

