

## TUGAS AKHIR TERAPAN - VC180609

### DESAIN STRUKTUR BANGUNAN GEDUNG DPRD KOTA SURABAYA DENGAN SISTEM RANGKA PEMIKUL MOMEN KHUSUS DAN METODA PELAKSANAAN PELAT-PELAT LANTAI DAN ATAP

ARMAND RIZALDY

NRP. 10111600000046

TAUFAN FAIRUS MAJID

NRP. 10111600000080

DOSEN PEMBIMBING :

Dr. Ir. DICKY IMAM WAHYUDI, M.S.

NIP. 19590209 198603 1 002

PROGRAM STUDI DIPLOMA III TEKNIK SIPIL  
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
FAKULTAS VOKASI  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA  
2020





## **TUGAS AKHIR TERAPAN - VC180609**

### **DESAIN STRUKTUR BANGUNAN GEDUNG DPRD KOTA SURABAYA DENGAN SISTEM RANGKA PEMIKUL MOMEN KHUSUS DAN METODA PELAKSANAAN PELAT-PELAT LANTAI DAN ATAP**

ARMAND RIZALDY  
NRP. 10111600000046

TAUFAN FAIRUS MAJID  
NRP. 10111600000080

DOSEN PEMBIMBING :  
Dr. Ir. DICKY IMAM WAHYUDI, M.S.  
NIP. 19590209 198603 1 002

PROGRAM STUDI DIPLOMA III TEKNIK SIPIL  
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
FAKULTAS VOKASI  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA  
2020



**FINAL APPLIED PROJECT - VC180609**

**STRUCTURAL DESIGN OF SURABAYA CITY PARLIAMENT  
BUILDING USING SPECIAL MOMENT RESISTING FRAME  
AND CONSTRUCTION METHOD FOR FLOOR AND ROOF  
PLATES**

**ARMAND RIZALDY  
NRP. 1011160000046**

**TAUFAN FAIRUS MAJID  
NRP. 1011160000080**

**SUPERVISOR :  
Dr. Ir. DICKY IMAM WAHYUDI, M.S.  
NIP. 19590209 198603 1 002**

**CIVIL ENGINEERING DIPLOMA III PROGRAM  
DEPARTMENT OF CIVIL INFRASTRUCTURE ENGINEERING  
FACULTY OF VOCATION  
SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF TECHNOLOGY  
SURABAYA  
2020**



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI

INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

FAKULTAS VOKASI

DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL

Kampus ITS, Jl. Menur 127 Surabaya 60116

Telp. 031-5947807 Fax. 031-5950025

<http://www.diploasiad-is.ac.id>

ASISTENSI TUGAS AKHIR TERAPAN

Nama : 1. *[Handwritten Name]* 2. *[Handwritten Name]*  
 NRP : 1. *[Handwritten NRP]* 2. *[Handwritten NRP]*  
 Judul Tugas Akhir : *[Handwritten Title]*  
 Dosen Pembimbing : *[Handwritten Supervisor Name]*

No	Tanggal	Tugas / Materi yang dibahas	Tanda tangan	Keterangan		
1.		<i>[Handwritten description of task]</i>	<i>[Handwritten signature]</i>			
		<i>[Handwritten description of task]</i>				
		<i>[Handwritten description of task]</i>				
		<i>[Handwritten description of task]</i>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		<i>[Handwritten description of task]</i>				
		<i>[Handwritten description of task]</i>				
		<i>[Handwritten description of task]</i>				
		<i>[Handwritten description of task]</i>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		<i>[Handwritten description of task]</i>				
2.	13-03-2019	<i>[Handwritten description of task]</i>	<i>[Handwritten signature]</i>			
		<i>[Handwritten description of task]</i>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		<i>[Handwritten description of task]</i>				
		<i>[Handwritten description of task]</i>				
		<i>[Handwritten description of task]</i>				
		<i>[Handwritten description of task]</i>				
		<i>[Handwritten description of task]</i>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		<i>[Handwritten description of task]</i>				
		<i>[Handwritten description of task]</i>				
		<i>[Handwritten description of task]</i>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		<i>[Handwritten description of task]</i>				

Kel. : *[Handwritten mark]*  
 B = Letih berat dan janggal  
 C = Sesuai dengan pokok  
 K = Tertambah cari, sudah



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

FAKULTAS VOKASI  
 DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
 Kampus TS, Jl. Menur 127 Surabaya 60116  
 Telp. 031-5047637 Fax. 031-5855025  
<http://www.fakultasvokasi.its.ac.id>

ASISTENSI TUGAS AKHIR TERAPAN

Nama : 1 Armand Rizaldi 2 Tontun Fanni Magid  
 NRP : 1 ~~120102010000000~~ 2 120102010000000  
 Judul Tugas Akhir : 120102010000000

Dosen Pembimbing : Dr. Ir. Betty Inang Mangandi, M.T

No	Tanggal	Tugas / Materi yang dibahas	Tanda tangan	Keterangan		
3.	02-12-2013	- Perbandingan plat yang dibekaplan dan plat existing - Kelembaban ruangan akibat lembab - Perbandingan plat existing dengan rebar - <del>dit</del> rebar main dibahas	<i>die</i>	B	C	K
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	16-12-2013	- Busi tumpul pada beton - Beton sudah penguatan ke rebar		B	C	K
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5	18-12-2013	- Tulangan dengan susut & ekspansi - <del>rebar</del> <del>main</del> <del>gantung</del> detail wiremesh - Busi tumpul dengan rebar - Perbaikan perlat & sambung tul. tumpul - " " " " " " " " perlat - " " " " " " " " balok <sup>2</sup>	<i>die</i>	B	C	K
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6.	20-12-2013	- Tulangan teraga diperbaiki - Perbaikan sambung tulangan plat - Perbaikan SAP2000 dengan menggunakan atau infill frame - <del>dit</del> tulangan balok tumpul	<i>die</i>	B	C	K
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

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



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

FAKULTAS VOKASI  
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
Kampus ITS Jl. Menur 127 Surabaya 60116  
Telp. 031-5947827 Fax. 031-5930025  
<http://www.djainfrastruksipil.its.ac.id>

ASISTENSI TUGAS AKHIR TERAPAN

Nama : 1 Armand Rizaldi 2 Taufan Fauzi Magid  
NRP : 1 10116000000046 2 10116000000080  
Judul Tugas Akhir :

Dosen Pembimbing : Dr. Ir. Dicky Imun Wahyuni, MT

No	Tanggal	Tugas / Materi yang dibahas	Tanda tangan	Keterangan		
7	28-01-2020	- Perhitungan torsi tigasudinal mengikuti aturan torsi aksi sesuai sifat dan jenis				
		- <del>Formet</del> lebur gambar rapim sedimen envelope		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		- Momen kapasitas } detail - torsi		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		- torsi tangan isentris perantara sebagai kontrol perantara		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10	16-02-2020	- Kata pengantar & Abstrak cukup 1 halaman		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		- Formasi foundation house sesuai dengan KRS		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		- Tampilkan gambar tabung yang digunakan dan aplikasinya		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		- Ditinjau secara dipaparkan		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		-		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

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



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

FAKULTAS VOKASI

DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL

Kampus ITS Jl. Menur 127 Surabaya 30116

Telp. 031-5947937 Fax 031-5938025

<http://www.diplomasipil-its.ac.id>

ASISTENSI PROYEK AKHIR

Nama

NRP

Judul Tugas Akhir

: Arana Khaty  
: 10120001

: Tugas Rambu Masjid  
di: Satevella

Dosen Pembimbing

: Dr. Ir. Dedy Nana Widhiyati, M.S.

No	Tanggal	Teri yang dibahas	Tanda tangan	B	C	K
1	11/02/2020	- Nama section diagram 2D				
		- Gambar balok I menurut gambar		B	C	K
		- Tegangan aksial balok				
		- Momen aksial balok		B	C	K
		- Torsi aksial balok				
2	03/03/2020	- Tugas pemusatan kesatuan balok		B	C	K
		- Pemusatan SAP 2D/3D				
		- Momen aksial trapesium ke segitiga		B	C	K
		(Momen aksial) di balok				
				B	C	K

Legenda

B = Lebih cepat dari jadwal

C = Sesuai dengan jadwal

K = Terlambat dari jadwal



## LEMBAR PENGESAHAN

### “DESAIN STRUKTUR BANGUNAN GEDUNG DPRD KOTA SURABAYA DENGAN SISTEM RANGKA PEMIKUL MOMEN KHUSUS DAN METODA PELAKSANAAN PELAT-PELAT LANTAI DAN ATAP”

Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar  
Ahli Madya  
Pada  
Konsentrasi Bangunan Gedung  
Program Studi Diploma III Teknik Infrastruktur Sipil  
Departemen Teknik Infrastruktur Sipil  
Fakultas Vokasi  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya

Surabaya, 23 Agustus 2020

Disusun Oleh:  
**MAHASISWA**



Armand Rizaldy  
1011160000046



Taufan Fairus Majid  
1011160000080

Disetujui Oleh:  
**DOSEN PEMBIMBING**



Dr. Ir. DICKY MAM WAHYUDI, M.S.  
19490209 198603 1 002



**DESAIN STRUKTUR BANGUNAN GEDUNG DPRD KOTA  
SURABAYA DENGAN SISTEM RANGKA PEMIKUL  
MOMEN KHUSUS DAN METODA PELAKSANAAN  
PELAT-PELAT LANTAI DAN ATAP**

**Nama Mahasiswa** : 1. Armand Rizaldy  
2. Taufan Fairus Majid  
**NRP** : 1. 1011160000046  
2. 1011160000080  
**Jurusan** : DIII Departemen Teknik  
Infrastruktur Sipil  
**Dosen Pembimbing** : Dr. Ir. DICKY IMAM WAHYUDI, M. S.

**ABSTRAK**

Bangunan gedung DPRD Kota Surabaya terdiri dari 7 lantai ditambah dengan lantai basement memakai atap perisai genteng dengan konstruksi rangka dari baja. Bangunan ini akan dihitung ulang dengan meniadakan basement, dan merubah atap menjadi konstruksi pelat datar dari beton bertulang. Dengan berkurangnya beban-beban pada bangunan, maka diharapkan akan diperoleh ukuran-ukuran penampang dan volume penulangan pada balok-balok dan kolom-kolom bangunan yang lebih hemat. Sementara metoda perhitungan desain pada struktur bangunan tetap dipertahankan pada Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK), mengingat Surabaya terletak pada zona gempa yang menyebabkannya terletak pada Kategori Desain Seismik D menurut SNI 1726-2012.

Di dalam perhitungan desain, akan dilakukan pemodelan struktur dengan SAP2000, sedangkan beban-beban ditetapkan berdasarkan SNI 1727-2013. Dari gaya-gaya dalam yang dihasilkan akan dapat dihitung kebutuhan penulangan pada balok-balok, kolom-kolom rangka portal bangunan, berikut sambungan-sambungan balok-kolomnya. Perhitungan desain juga dilakukan

sampai pada sistem pondasi yang diperlukan, yang di dalam hal ini akan dipakai pondasi tiang pancang di atas pile cap.

Sebagai tambahan, akan disampaikan di sini metoda pelaksanaan pada konstruksi pelat-pelat lantai bangunan.

**Kata kunci:** SRPMK, zona gempa, kategori desain seismic, gaya-gaya dalam, kebutuhan penulangan, sistem pondasi, metoda pelaksanaan.

**STRUCTURE DESIGN OF SURABAYA CITY  
PARLEMENT USIGN SPECIAL MOMENT RESISTING  
FRAME SYSTEM AND FLOOR PLATE CONSTRUCTION  
METHOD**

**Name** : 1. Armand Rizaldy  
2. Taufan Fairus Majid  
**NRP** : 1. 1011160000046  
2. 1011160000080  
**Department** : D-III Program-Departement of Civil  
Infrastructure Engineering  
**Supervisor** : Dr. Ir. Dicky Imam Wahyudi, M. S

**ABSTRACT**

*The building of Surabaya City Parliament consists of 7 floors plus a basement uses a shield-type of roof with a steel frame structure. The building will be recalculated by removing the basement, and converting the roof to a flat reinforced concrete slab. By reducing the loads on the building, it is expected that a more economical dimensions and reinforcement content of beams and columns of the building will be obtained. Meanwhile, the design calculation method for building structures is still maintained in the Special Moment Resisting Frame (SMRF), considering that Surabaya is located in an earthquake zone which causes it to belong to the Seismic Design Category D according to SNI 1726-2012.*

*In the design calculations, structural modeling will be carried out with SAP2000 program, while the loads are determined based on SNI 1727-2013. From the resulting internal forces, it will be used to calculate the reinforcement requirements of the beams and columns of the building frame and the beam-column joints as well. Design calculations are also carried out to the required*

*foundation system, in which pile foundation and pile cap will be used.*

*In addition, we will describe here the construction method of building floor slabs*

**Keyword:** *SMRF, earthquake zone, seismic design category, internal forces, reinforcement requirements, foundation system, construction method.*

## **Kata Pengantar**

Puji syukur terpanjatkan ke hadirat Allah S.W.T atas segala limpahan rahmat, hidayah, dan karunia-Nya sehingga tugas akhir terapan struktur gedung 7 lantai ini dapat terselesaikan.

Tersusunnya laporan tugas akhir ini juga tidak terlepas dari dukungan dan motivasi dari berbagai pihak yang telah banyak membantu dan memberi masukan serta arahan. Untuk itu begitu banyak ucapan terima kasih kepada:

1. Kedua orang tua dan saudara tercinta dari Armand Rizaldy sebagai penyemangat dan pendukung emosional yang telah banyak memberikan dukungan moril maupun materil, serta doa.
2. Ibu dan saudara tersayang dari Taufan Fairus Majid sebagai penyemangat dan pendukung emosional yang telah banyak memberikan dukungan moril maupun materil, serta doa.
3. Bapak Mohamad Khoiri, ST., MT., Ph.D selaku Kepala Departemen Teknik Infrastruktur Sipil.
4. Bapak Dr. Ir. Dicky Imam Wahyudi, M. S. selaku dosen pembimbing yang telah banyak memberikan bimbingan, arahan, petunjuk dan motivasi dalam penyusunan tugas akhir terapan ini.
5. Rikzy Agustian yang turut membantu jika ada kesulitan dalam memahami konteks perhitungan maupun analisa struktur.
6. Teman-teman seangkatan yang tidak bisa disebutkan satu-persatu.

Kami menyadari bahwa tugas akhir ini masih jauh dari kesempurnaan, untuk itu kami mengharapkan kritik dan saran yang membangun agar kami dapat terus berkembang.

Surabaya, 30 Juli 2020

Penulis

## Daftar Isi

ABSTRAK .....	i
ABSTRACT .....	iii
Kata Pengantar.....	v
Daftar Isi .....	vi
Daftar Notasi .....	x
Daftar Gambar .....	xii
Daftar Tabel.....	xvi
BAB I - PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah .....	2
1.4 Tujuan .....	3
1.5 Manfaat .....	3
1.6 Data Proyek .....	4
1.7 Gambar Bangunan .....	4
BAB II - TINJAUAN PUSTAKA .....	7
2.1 Umum .....	7
2.2 Perencanaan Bangunan Tahan Gempa.....	8
2.3 Sistem Rangka Pemikul Momen.....	9
2.4 Strong-Column/weak-beam .....	19
BAB III - METODOLOGI .....	23
3.1 Pengumpulan Data .....	24
3.2 Studi Literatur .....	24



3.3	Penentuan Kriteria Desain .....	24
3.4	Identifikasi Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus .....	25
3.5	Preliminary .....	31
3.6	Perhitungan Pembebanan.....	37
3.7	Perhitungan Struktur.....	38
BAB IV -	PRELIMINARY DESIGN .....	61
4.1	Data Preliminary Design.....	61
4.2	Preliminary Balok.....	62
4.3	Preliminary Plat .....	64
4.4	Preliminary Kolom .....	66
4.5	Perencanaan Tangga.....	66
4.6	Perencanaan Balok Lift.....	68
4.7	Rekapitulasi Preliminary Design .....	69
BAB V -	ANALISA PEMBEBANAN .....	71
5.1	Beban Gravitasi .....	71
5.2	Beban Mati (DL) .....	71
5.3	Beban Hidup (LL) .....	72
5.4	Beban Angin .....	73
5.5	Beban Gempa .....	79
5.6	Kombinasi Pembebanan .....	85
BAB VI -	ANALISA PEMODELAN.....	87
6.1	Permodelan Struktur dengan SRPM.....	87
6.2	Pemeriksaan Simpangan Antar Lantai.....	96

BAB VII - DESAIN STRUKTUR SEKUNDER .....	101
7.1 Perhitungan Struktur Plat Lantai.....	101
7.2 Desain Struktur Tangga .....	121
7.3 Desain Balok Anak .....	135
BAB VIII - DESAIN STRUKTUR PRIMER .....	143
8.1 Umum .....	143
8.2 Desain Struktur Balok.....	144
8.3 Desain Struktur Kolom .....	159
8.4 Desain Hubungan Balok-Kolom (HBK).....	171
BAB IX - DESAIN STRUKTUR BAWAH .....	175
9.1 Umum .....	175
9.2 Perhitungan Pondasi .....	176
9.3 Metode Perhitungan Daya Dukung Tiang .....	178
9.4 Daya Dukung Ijin Tiang .....	180
9.5 Gaya Gesek Dinding Tiang.....	182
9.6 Kapasitas Daya Dukung Satu Tiang .....	183
9.7 Perencanaan Tipe Pondasi .....	184
9.8 Perhitungan transfer beban kolom ke pondasi ...	200
9.9 Panjang Penyaluran Tulangan Pasak .....	200
BAB X - METODE PELAKSANAAN PELAT.....	201
10.1 Metode Pelaksanaan Pelat Lantai .....	201
10.2 Spesifikasi Besi Tulangan.....	201
10.3 Cara Pemasangan.....	202
10.4 Pemilihan Alat Pekerjaan Balok-Plat.....	208

BAB XI - KESIMPULAN & SARAN.....	209
11.1 Kesimpulan.....	209
11.2 Saran.....	211
DAFTAR PUSTAKA.....	212

## Daftar Notasi

$A_{s,min}$	=	Luas minimum tulangan lentur, mm <sup>2</sup> .
$A_s$	=	Luas tulangan tarik, mm <sup>2</sup> .
$A_v$	=	Luas tulangan geser berspasi S, mm <sup>2</sup> .
$b$	=	Lebar keseluruhan komponen struktur, mm
$b_w$	=	Lebar badan ( <i>web</i> ), mm.
$d$	=	Tinggi efektif segmen yang ditinjau, mm.
$DL$	=	Beban Mati yang bekerja
$d_b$	=	Diameter nominal batang tulangan, mm.
$f'_c$	=	Kuat tekan beton yang disyaratkan, Mpa.
$f_y$	=	Kuat leleh baja tulangan yang disyaratkan, Mpa.
$I$	=	Momen inersia penampang terhadap sumbu pusat, mm <sup>4</sup> .
$I_e$	=	Faktor Keutamaan Gempa
$LL$	=	Beban hidup yang bekerja.
$M_{nb}$	=	Kekuatan lentur nominal balok termasuk pelat bilamana tertarik, yang merangka ke dalam joint, N-mm.
$M_{nc}$	=	Kekuatan lentur nominal kolom yang merangka ke dalam joint, yang dihitung untuk gaya aksila terfaktor, konsisten dengan arah gaya lateral yang ditinjau, yang menghasilkan kuat lentur terendah, N-mm.
$M_u$	=	Momen terfaktor pada penampang, N.mm.
$P_u$	=	Gaya aksial terfaktor, diambil sebagai positif untuk tekan dan negative untuk Tarik, N.
$q_{Du}$	=	Beban mati terfaktor per satuan luas
$q_{Lu}$	=	Beban hidup terfaktor per satuan luas
$q_u$	=	Beban terfaktor per satuan luas
$R$	=	Koefisien modifikasi respons
$S_I$	=	Parameter percepatan respons spektral MCE dari peta gempa pada periode 1 detik, redaman 5 persen.
$S_{DS}$	=	Parameter percepatan respons spektral pada periode pendek, redaman 5 persen.

$S_{D1}$	=	Parameter percepatan respons spektral pada perioda 1 detik, redaman 5 persen.
$S_{MS}$	=	Parameter percepatan respons spektral MCE pada perioda pendek yang sudah disesuaikan terhadap pengaruh kelas situs.
$S_{M1}$	=	Parameter percepatan respons spektral MCE pada perioda 1 detik yang sudah disesuaikan terhadap pengaruh kelas situs.
$S_o$	=	Spasi pusat ke pusat tulangan transversal
$t$	=	Tebal pelat, mm.
$t_p$	=	Tebal pelat, mm.
$t_s$	=	Tebal pelat, mm.
$T$	=	Periode fundamental bangunan, detik.
$T_a$	=	Periode fundamental bangunan yang diijinkan, detik.
$T_e$	=	Waktu getar alami efektif saat inelastis
$T_i$	=	Periode alami awal elastus
$T_o$	=	$0,2 \frac{S_{D1}}{S_{DS}}$
$T_L$	=	Perioda panjang
$T_s$	=	$\frac{S_{D1}}{S_{DS}}$
$T_n$	=	Kekuatan momen torsi nominal, N-mm.
$T_u$	=	Momen torsi terfaktor pada penampang, N-mm.
$U$	=	Kombinasi faktor kuat perlu
$V$	=	Gaya lateral desain total atau geser di dasar struktur
$W$	=	Beban angin yang bekerja
$W_t$	=	Berat struktur
$\ell_n$	=	Panjang bentang bersih yang diukur muka ke muka tumpuan, mm.
$\ell_o$	=	Panjang yang diukur dari muka join sepanjang sumbu komponen struktur, dimana tulangan transversal khusus disediakan.
$\ell_u$	=	Panjang bentang bersih kolom
$\phi$	=	Faktor reduksi kekuatan

## Daftar Gambar

Gambar 3.1	Diagram Alur Metodologi Pengerjaan Tugas Akhir .....	23
Gambar 3.2	Grafik Respons Spektrum .....	30
Gambar 3.3	Gaya geser dasar seismik per lantai.....	31
Gambar 3.4	Dimensi Bidang Plat.....	31
Gambar 3.5	Dimensi bidang plat.....	33
Gambar 3.6	Lebar efektif plat.....	34
Gambar 3.7	Momen-momen yang berpengaruh pada balok ....	40
Gambar 3.8	Momen kapasitas pada tumpuan .....	41
Gambar 3.9	$V_u$ pada ujung-ujung balok .....	42
Gambar 3.10	Gaya geser desain untuk kolom (SNI 03-2847-2013 Gambar S21.5.4).....	47
Gambar 3.11	Gaya geser desain untuk kolom (SNI 03-2847-2013 Gambar s21.5.4).....	48
Gambar 3.10	Efisiensi kelompok tiang .....	55
Gambar 4.1	Denah bangunan eksisting.....	61
Gambar 4.2	Plat tipe A.....	64
Gambar 4.3	Lebar efektif plat .....	64
Gambar 5.1	Detail lift Hitachi.....	72
Gambar 5.2	Kecepatan angin pada Kota Surabaya, Jawa Timur .....	74
Gambar 5.3	Pengaruh angin pada dinding .....	76
Gambar 5.4	Nilai $S_1$ , percepatan batuan dasar pada periode 1 detik (SNI 03-1726-2012) .....	80

Gambar 5.5	Nilai $S_s$ , percepatan batuan dasar pada periode pendek (SNI 03-1726-2012).....	80
Gambar 5.6	Grafik respons spektrum design.....	84
Gambar 6.1	Grid Bangunan .....	87
Gambar 6.2	Frame Properties .....	87
Gambar 6.3	Tampak denah bangunan.....	88
Gambar 6.4	Tampak potongan melintang bangunan .....	88
Gambar 6.5	Tampak potongan memanjang bangunan.....	89
Gambar 6.6	Permodelan 3D bangunan gedung DPRD Kota Surabaya dengan bantuan SAP2000 .....	89
Gambar 6.7	Input besaran massa pada SAP2000 v.14.....	90
Gambar 6.8	Gaya gempa arah X.....	91
Gambar 6.9	Gaya gempa arah Y .....	91
Gambar 6.10	Penentuan simpangan antar lantai.....	96
Gambar 7.1	Ketentuan pada analisa plat lantai .....	103
Gambar 7.2	Plat tipe A.....	104
Gambar 7.3	Plat satu arah tipe J.....	108
Gambar 7.4	Plat dua arah tipe A .....	111
Gambar 7.5	Denah penempatan tangga pada lantai dasar.....	121
Gambar 7.6	Denah tangga.....	122
Gambar 7.7	Dimensi injakan dan tanjakan anak tangga .....	123
Gambar 7.8	Permodelan tangga pada SAP2000v.14 .....	125
Gambar 7.9	Momen $M_{22}$ (Muy) yang terjadi pada plat tangga .....	126

Gambar 7.10	Momen M22 (Muy) yang terjadi pada plat bordes .....	126
Gambar 7.11	Tinggi efektif plat tangga .....	127
Gambar 7.12	Detail penulangan plat tangga .....	134
Gambar 7.13	Detail penulangan plat bordes .....	134
Gambar 7.14	Balok anak yang ditinjau .....	135
Gambar 7.15	Momen yang terjadi pada balok anak .....	135
Gambar 7.16	Geser yang terjadi pada balok anak .....	136
Gambar 7.17	Torsi yang terjadi pada balok anak .....	136
Gambar 7.18	Detail tulangan untuk penyaluran kait standar ...	141
Gambar 7.19	Detail penulangan balok anak .....	141
Gambar 8.1	Portal yang ditinjau; (a) portal pada bidang x-z; (b) portal pada bidang y-z .....	143
Gambar 8.2	Lokasi portal yang ditinjau .....	144
Gambar 8.3	Gaya aksial yang didapatkan dari SAP2000 dari kombinasi beban gempa .....	145
Gambar 8.4	Gaya aksial yang didapatkan dari SAP2000 dari kombinasi ultimate 1,2D + 1,6L .....	146
Gambar 8.9	Gaya momen yang didapatkan dari SAP2000 dari kombinasi beban gempa .....	146
Gambar 8.10	Gaya momen yang didapatkan dari SAP2000 dari kombinasi beban ultimate 1,2D + 1,6L .....	146
Gambar 8.11	Detail tulangan untuk penyaluran kait standar ...	159
Gambar 8.12	Detail penulangan balok .....	159
Gambar 8.13	Kolom yang ditinjau .....	160
Gambar 8.14	Gaya aksial yang didapatkan dari SAP2000 .....	161



Gambar 8.15 Gaya Mx yang didapatkan dari SAP2000 .....	161
Gambar 8.16 Gaya geser ultimate desain dari SAP2000 .....	161
Gambar 8.17 Diagram interaksi kolom desain.....	162
Gambar 8.18 Penulangan kolom pada SPColumn .....	163
Gambar 8.19 Gaya aksial atas kolom (frame-1694) .....	164
Gambar 8.20 Diagram interaksi kolom atas dan bawah .....	165
Gambar 8.21 Portal bidang memanjang bangunan yang ditinjau .....	171
Gambar 9.1 Denah Rencana Pondasi .....	175
Gambar 9.4 Bidang kritis geser satu arah akibat kolom .....	189
Gambar 9.5 Bidang kritis geser dua arah akibat kolom.....	190
Gambar 9.6 Bidang kritis geser dua arah akibat pancang .....	191
Gambar 10.1 Besi Tulangan konvensional .....	201
Gambar 10.2 Pekerjaan pengukuran .....	202
Gambar 10.3 Scaffolding .....	203
Gambar 10.4 Penyusunan scaffolding.....	204
Gambar 10.5 Bekisting plat dan balok.....	205
Gambar 10.6 Pengecoran plat dan balok.....	206
Gambar 10.7 Peralatan yang digunakan.....	208

## Daftar Tabel

Tabel	2.1	Faktor untuk sistem penahan gaya gempa.....	10
Tabel	2.2	Kategori Risiko.....	26
Tabel	2.3	Faktor Keutamaan Gempa.....	26
Tabel	2.4	Kategori desain seismik berdasarkan parameter respon percepatan pada periode pendek.....	27
Tabel	2.5	Kategori desain seismik berdasarkan parameter respon percepatan pada periode 1 detik.....	27
Tabel	2.6	Nilai parameter pendekatan nilai $C_t$ dan $x$ .....	28
Tabel	2.7	Koefisien $C_u$ .....	28
Tabel	2.8	Nilai koefisien modifikasi respon (R) .....	29
Tabel	3.1	Tebal minimum plat saatu arah bila lendutan tidak dihitung.....	32
Tabel	3.2	Tebal minimum balok bila lendutan tidak dihitung .....	36
Tabel	3.3	Syarat pelindung beton.....	36
Tabel	3.4	Panjang penyaluran batang ulir dan kawat ulir ....	44
Tabel	4.1	Tabel rekapitulasi <i>preliminary design</i> .....	69
Tabel	5.1	Spesifikasi lift hitachi .....	72
Tabel	5.2	Beban hidup.....	73
Tabel	5.3	klasifikasi tertutupan bangunan .....	74
Tabel	5.4	Koefisien tekan dinding ( $C_p$ ) .....	76
Tabel	5.5	Rekapitulasi tekanan angin.....	77
Tabel	5.6	Rekapitulasi beban angin.....	77
Tabel	5.7	Rekapitulasi beban angin yang terjadi.....	78

Tabel	5.8	Data tanah JL. Yos Sudarso Surabaya .....	79
Tabel	5.9	Koefisien situs, $F_a$ .....	81
Tabel	5.10	Koefisien situs, $F_v$ .....	82
Tabel	5.11	KDS berdasarkan RS periode 1 detik.....	83
Tabel	5.12	Respons spektrum design .....	84
Tabel	6.1	Nilai parameter perioda pendekatan $C_t$ dan $x$ .....	92
Tabel	6.2	Koefisien untuk batas atas pada perioda yang dihitung .....	93
Tabel	6.3	Modal load participation ratio .....	93
Tabel	6.4	Perioda struktur pada modal di program SAP2000 v.14.....	94
Tabel	6.5	Tabel base reaction di program SAP2000 v.14 ....	95
Tabel	6.6	Simpangan antar lantai ijin, $\Delta_i$ .....	97
Tabel	6.7	Kontrol simpangan antar lantai portal gempa dinamis arah X .....	98
Tabel	6.8	Kontrol simpangan antar lantai portal gempa dinamis arah Y .....	98
Tabel	7.1	Berat mati tambahan .....	101
Tabel	7.2	Berat hidup .....	102
Tabel	7.3	Rumus momen plat .....	102
Tabel	7.4	Rekapitulasi momen tipe plat .....	106
Tabel	7.5	Rekapitulasi plat.....	114
Tabel	8.1	Tabel momen terjadi pada balok induk frame 1784 .....	146
Tabel	8.2	Kebutuhan sengkang pada joint .....	172
Tabel	9.1	Daya dukung tanah.....	177



# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Indonesia menempati zona tektonik yang sangat aktif karena tiga lempeng besar dunia dan sembilan lempeng kecil lainnya saling bertemu dan membentuk jalur-jalur pertemuan lempeng. Hal ini menyebabkan Indonesia sering dilanda oleh gempa bumi. Gempa bumi dapat mengakibatkan kerugian yang timbul berupa kerugian materi, kerusakan infrastruktur dan bangunan, serta kemungkinan jatuhnya korban jiwa. Kondisi inilah yang menuntut konstruksi bangunan harus memenuhi kaidah bangunan tahan gempa agar bangunan tidak mengalami keruntuhan.

Bangunan Gedung DPRD Kota Surabaya memiliki 7 lantai ditambah dengan basement, memakai atap perisai genteng dengan konstruksi rangka dari baja. Bangunan ini akan dihitung ulang dengan meniadakan basement, dan merubah atap menjadi konstruksi pelat datar dari beton bertulang. Dengan berkurangnya beban-beban pada bangunan, maka diharapkan akan diperoleh ukuran-ukuran penampang dan volume penulangan pada balok-balok dan kolom-kolom bangunan yang lebih hemat.

Gedung ini termasuk ke dalam kategori risiko II karena termasuk gedung perkantoran. Metoda perhitungan desain pada struktur bangunan tetap dipertahankan pada Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK).

Di dalam perhitungan desain, akan dilakukan pemodelan struktur dengan SAP2000, sedangkan beban-beban ditetapkan berdasarkan SNI 1727-2013. Dari gaya-gaya dalam yang dihasilkan akan dapat dihitung kebutuhan penulangan pada balok-balok, kolom-kolom rangka portal bangunan, berikut sambungan balok-kolomnya. Perhitungan desain juga dilakukan sampai pada sistem pondasi yang diperlukan.

## 1.2 Rumusan Masalah

Permasalahan pokok yang terkait dengan perancangan modifikasi struktur gedung perkuliahan di Surabaya menggunakan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) adalah:

1. Bagaimana merencanakan sistem struktur bangunan yang efisien untuk gedung DPRD Kota Surabaya dalam menahan beban gravitasi, beban layan, dan beban gempa yang bekerja?
2. Bagaimana cara menghitung dan merencanakan dimensi serta penulangan struktur bangunan gedung DPRD Kota Surabaya dengan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK)?
3. Bagaimana merencanakan struktur bangunan dengan menggunakan beban gempa yang dihitung dengan menggunakan metode Respons Spectrum?
4. Bagaimana menggambar hasil perencanaan menjadi bentuk gambar kerja dengan program bantu AutoCAD?
5. Bagaimana membuat spesifikasi teknis dan metode pelaksanaan untuk pekerjaan pelat-pelat lantai dan atap?

## 1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah pada desain struktur gedung DPRD Kota Surabaya ini adalah:

1. Beban gempa dihitung dengan menggunakan analisis Spectrum Respons yang berlaku di Indonesia.
2. Perhitungan mekanika struktur untuk mendapatkan gaya-gaya dalam (bidang M, D, dan N) menggunakan program SAP2000.
3. Perencanaan gedung ini hanya meninjau struktur saja, tidak meninjau analisa biaya, atap rangka baja, *shearwall*, *basement*, manajemen konstruksi, mechanical electrical maupun segi arsitektural.
4. Peraturan yang digunakan adalah SNI 03-2847-2013, SNI 03-1726-2012, SNI 03-1727-2013.
5. Metode pelaksanaan yang ditinjau merupakan metode pelaksanaan hanya untuk pekerjaan pelat lantai dan atap saja.

#### **1.4 Tujuan**

1. Merencanakan komponen struktur bangunan yang mampu untuk memikul beban-beban yang akan dialami pada sepanjang umur bangunan, yang meliputi beban-beban gravitasi, angin, dan gempa.
2. Merencanakan dimensi dan penulangan struktur bangunan gedung DPRD Kota Surabaya dengan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) dalam bentuk laporan perhitungan
3. Merencanakan struktur bangunan dengan menggunakan beban gempa yang dihitung dengan menggunakan metode Spectrum Respons
4. Mampu menggambar hasil perencanaan menjadi bentuk gambar kerja dengan program bantu AutoCAD
5. Membuat metode pelaksanaan dan tahap pekerjaan untuk pekerjaan pelat lantai dan atap.

#### **1.5 Manfaat**

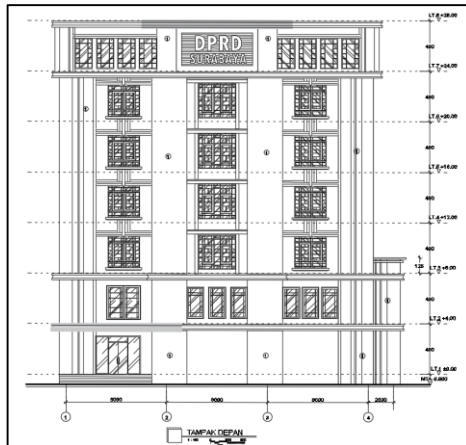
1. Mampu merencanakan struktur gedung bertingkat sesuai dengan Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non-Gedung (SNI 1726-2012), Beton Struktural Bangunan Gedung (SNI 2847-2013) dengan pembebanan berdasarkan pada peraturan Beban Minimum untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lain (SNI 1727-2013).
2. Dapat menambah kemampuan dan wawasan secara lebih detail dalam tata-cara perencanaan struktur beton bertulang dengan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK), perencanaan dimensi elemen struktur dan detailing joint balok-kolom yang efisien.
3. Mampu menganalisa dan membuat gambar perencanaan sesuai perhitungan struktur.
4. Mampu membuat metode pelaksanaan pekerjaan plat yang baik dan efisien.

## 1.6 Data Proyek

Data proyek untuk Tugas Akhir desain gedung perkuliahan ini sebagai berikut:

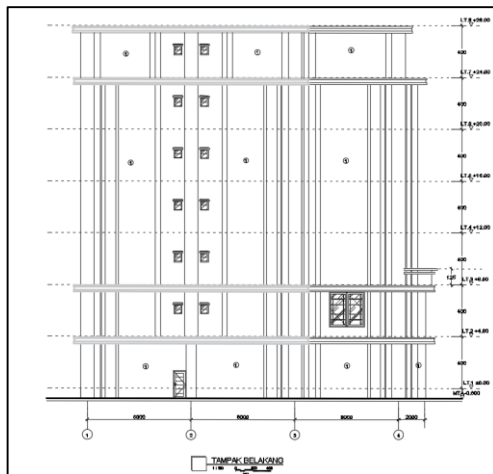
Nama Proyek	: Gedung DPRD Kota Surabaya
Alamat Proyek	: Jl. Yos Sudarso 18-22, Embong Kaliasin, Kec. Genteng, Surabaya
Pemilik Proyek	: DPRD Kota Surabaya
Konsultan	: PT. Sigma Rekatama Consulindo
Kontraktor	: CV. Tiara Multi Teknik
Struktur Atap	: Dak Beton
Struktur Bangunan	: Beton Bertulang

## 1.7 Gambar Bangunan

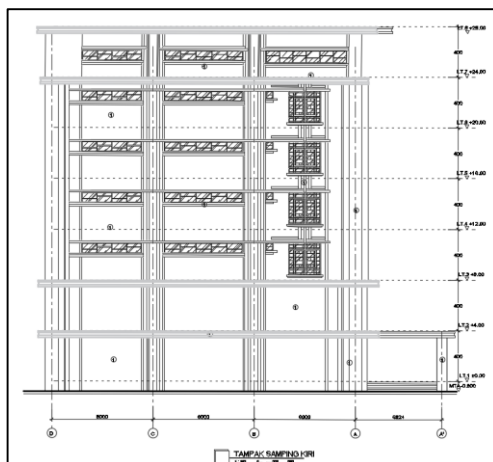


**Gambar 1. 1** Tampak depan bangunan

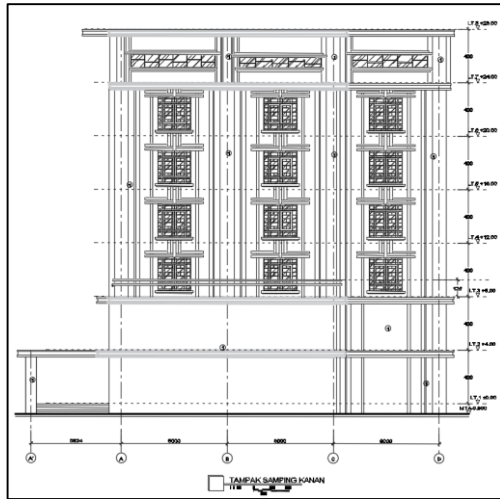




**Gambar 1. 2** Tampak belakang bangunan



**Gambar 1. 3** Tampak samping kiri bangunan



Gambar 1. 4 Tampak samping kanan bangunan

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Umum**

Tinjauan pustaka berikut ini menjelaskan secara garis besar mengenai teori yang digunakan agar perencanaan struktur gedung dapat memenuhi kriteria kekuatan dan kelayakan yang dibutuhkan. Perencanaan tahan gempa pada umumnya didasarkan pada analisa elastic yang diberi factor beban untuk simulasi kondisi ultimate. Kenyataan nya perilaku runtuh struktur bangunan pada saat gempa adalah pada saat kondisi inelastis. Dengan merencanakan suatu struktur dengan beban gempa, banyak aspek yang mempengaruhi diantaranya adalah periode bangunan. Periode bangunan itu sangat dipengaruhi oleh massa struktur serta kekakuan struktur tersebut.

Supaya memenuhi syarat kondisi elastis struktur bangunan pada saat gempa perlu mendapat jaminan bahwa Sistem Rangka Pemikul Momen yang digunakan dapat menahan gempa-gempa besar melalui proses pelelehan sendi-sendi plastis. Apabila terjadi gempa ringan, bangunan tidak boleh mengalami kerusakan baik pada komponen struktural maupun komponen non strukturalnya. Apabila terjadi gempa sedang, bangunan boleh mengalami kerusakan pada komponen non strukturalnya, akan tetapi komponen strukturalnya tidak boleh mengalami kerusakan. Apabila terjadi gempa besar, bangunan boleh mengalami kerusakan pada komponen struktural maupun komponen non strukturalnya namun pada komponen struktural dibatasi tidak boleh pada kondisi runtuh.

Agar memenuhi unsur perencanaan struktur bangunan tahan gempa tersebut, maka pada saat gempa kelelahan yang terjadi hanya pada balok. Oleh karena itu kolom dan sambungan harus dirancang sedemikian rupa agar kedua komponen struktur tidak mengalami kelelahan ketika gempa terjadi, sehingga penghuni bangunan dapat menyelamatkan diri.

Adapun referensi yang digunakan dapat dilihat di tabel 2.1 di bawah ini:

**Tabel 2.1** Referensi yang Digunakan

No	Referensi	Tentang
1	SNI 2847:2013	Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung
2	SNI 1726:2012	Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung
3	SNI 1727:2013	Beban Minimum untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur lain
4	PBBI 1971	Peraturan Beton Bertulang Indonesia
5	Iswandi Imran & Fajar Hendrik	Perencanaan Lanjut Struktur Beton Bertulang

## 2.2 Perencanaan Bangunan Tahan Gempa

Perencanaan modifikasi pada gedung DPRD Kota Surabaya ini menggunakan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) dengan letak bangunan yang berada pada zona gempa Surabaya dimana perancangan struktur gedung tahan gempa dengan menganalisis beban gempa menggunakan Spektrum Respons. Perancangan bangunan tahan gempa memiliki prinsip-prinsip desain filosofi, yaitu (Widodo,2007) ketentuan berikut :

1. Gempa kecil bangunan tidak boleh mengalami kerusakan.
2. Gempa menengah komponen struktural tidak boleh rusak, namun komponen non-struktural diijinkan mengalami kerusakan.

3. Gempa kuat komponen struktural boleh mengalami kerusakan, namun bangunan tidak boleh mengalami keruntuhan

### **2.3 Sistem Rangka Pemikul Momen**

Menurut (Iswandi dan Fajar, 2016), Sistem Rangka Pemikul Momen (SRPM) adalah sistem rangka ruang dimana komponen-komponen struktur balok, kolom dan join-joinnya menahan gaya-gaya yang bekerja melalui aksi lentur, geser dan aksial. Sistem Rangka Pemikul momen dapat dibagi menjadi :

#### **1. SRPMB**

Pada SRPMB, struktur direncanakan tidak terjadi sendi plastis pada balok ketika terjadi gempa. Pada SRPMB tidak ada detailing khusus pada elemen-elemen struktur. Karena memiliki daktilitas terbatas, sehingga hanya cocok digunakan pada bangunan yang memiliki maksimal Kategori Desain Seismik (selanjutnya ditulis KDS) B.

#### **2. SRPMM**

Pada SRPMM, struktur direncanakan terbentuk sendi plastis pada saat terjadi gempa namun bangunan diharapkan sudah runtuh atau gagal sebelum semua sendi plastis terjadi. Pada SRPMM sudah mulai ada detailing khusus untuk elemen-elemen struktur. Karena memiliki daktilitas sedang, maka dapat digunakan pada bangunan yang memiliki maksimal KDS C.

#### **3. SRPMK**

Pada SRPMK, struktur direncanakan terbentuk sendi plastis pada seluruh balok pemikul gempa sebelum terjadi keruntuhan. Pada SRPMK memiliki detailing yang lebih ketat pada balok, kolom dan joint balok-kolom agar mencapai kondisi struktur yang diharapkan. Karena memiliki daktilitas penuh, maka dapat digunakan pada bangunan yang memiliki KDS D, E dan F.

Pada perhitungan SNI Gempa 1726-2012 ketiga jenis sistem rangka dibedakan juga oleh koefisien modifikasi respons ( $R_a$ ), faktor kuat lebih sistem, dan faktor pembesaran defleksi. Perbedaan tersebut dapat dilihat pada gambar di bawah ini.

**Tabel 2.1** Faktor untuk sistem penahan gaya gempa

Sistem penahan-gaya seismik	Koefisien modifikasi respons, $R^e$	Faktor kuat-lebih sistem, $\Omega_0^e$	Faktor pembesaran defleksi, $C_d^e$	Batasan sistem struktur dan batasan tinggi struktur, $h_n$ (m) <sup>e</sup>				
				Kategori desain seismik				
				B	C	D <sup>d</sup>	E <sup>d</sup>	F <sup>e</sup>
24 Dinding rangka ringan dengan panel geser dari semua material lainnya	2½	2½	2½	TB	TB	10	TB	TB
25 Rangka baja dengan bresing terkekang terhadap tekuk	8	2½	5	TB	TB	48	48	30
26 Dinding geser pelat baja khusus	7	2	6	TB	TB	48	48	30
<b>C. Sistem rangka pemikul momen</b>								
1 Rangka baja pemikul momen khusus	8	3	5½	TB	TB	TB	TB	TB
2 Rangka batang baja pemikul momen khusus	7	3	5½	TB	TB	48	30	TI
3 Rangka baja pemikul momen menengah	4½	3	4	TB	TB	10 <sup>d</sup>	TI <sup>d</sup>	TI <sup>d</sup>
4 Rangka baja pemikul momen biasa	3½	3	3	TB	TB	TI <sup>d</sup>	TI <sup>d</sup>	TI <sup>d</sup>
5 Rangka beton bertulang pemikul momen khusus	8	3	5½	TB	TB	TB	TB	TB
6 Rangka beton bertulang pemikul momen menengah	5	3	4½	TB	TB	TI	TI	TI
7 Rangka beton bertulang pemikul momen biasa	3	3	2½	TB	TI	TI	TI	TI
8 Rangka baja dan beton komposit pemikul momen khusus	8	3	5½	TB	TB	TB	TB	TB
9 Rangka baja dan beton komposit pemikul momen menengah	5	3	4½	TB	TB	TI	TI	TI

### 2.3.1 Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus

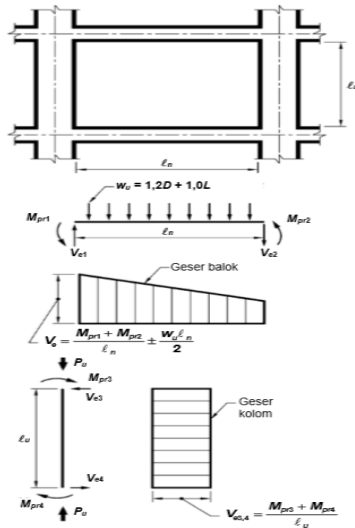
Pada SNI 2847-2013 Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung pasal 21.5 dijelaskan komponen struktur lentur rangka momen khusus. Dalam persyaratan ini berlaku untuk rangka momen khusus yang membentuk bagian sistem penahan gaya gempa dan diproporsikan terutama untuk menahan lentur. Komponen struktur rangka ini juga harus memenuhi kondisi-kondisi sebagai berikut:

1. Gaya tekan aksial terfaktor pada komponen struktur,  $P_u$ , tidak boleh melebihi  $A_g F_c / 10$ .
2. Bentang bersih untuk komponen struktur,  $l_n$ , tidak boleh kurang dari 4 kali tinggi efektifnya.
3. Lebar komponen,  $b_w$ , tidak boleh kurang dari yang lebih kecil dari  $0,3h$  dan 250mm.
4. Lebar komponen struktur,  $b_w$ , tidak boleh melebihi lebar komponen struktur penumpu,  $c_2$ , ditambah suatu jarak pada

masing-masing sisi komponen struktur penumpu yang sama dengan yang lebih kecil dari (a) dan (b) :

- Lebar komponen struktur penumpu,  $c_2$ , dan
- 0,75 kali dimensi keseluruhan komponen struktur penumpu,  $c_1$

Pada SRPMK untuk gaya geser desain,  $V_e$ , harus ditentukan dari peninjauan gaya statis pada bagian komponen struktur antara muka-muka joint. Harus diasumsikan bahwa momen-momen dengan tanda berlawanan yang berhubungan dengan kekuatan momen lentur yang mungkin,  $M_{pr}$ , bekerja pada muka-muka joint dan bahwa komponen struktur dibebani dengan beban gravitasi tributary terfaktor sepanjang bentangnya.



**Gambar 2.1** Gaya Geser rencana pada balok untuk SRPMK (SNI 2847-2013: Gambar s21.5.4)

### 2.3.2 Identifikasi Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus

Untuk mengidentifikasi suatu bangunan menggunakan sistem rangka pemikul momen khusus, terlebih dahulu mencari nilai berikut:

1. Menghitung data tanah dari letak bangunan yang telah diperoleh
2. Menentukan kelas situs tanah dari nilai SPT rata-rata sesuai ketentuan

**Tabel 2.2** Klasifikasi Situs

Kelas situs	$\bar{v}_s$ (m/detik)	$\bar{N}$ atau $\bar{N}_{60}$	$\bar{s}_u$ (kPa)
SA (batuan keras)	>1500	N/A	N/A
SB (batuan)	750 sampai 1500	N/A	N/A
SC (tanah keras, sangat padat dan batuan lunak)	350 sampai 750	>50	$\geq 100$
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 nirair $\bar{s}_u < 25$ kPa		

3. Mencari nilai  $\tau_1$  berdasarkan peta hazzard gempa Indonesia
4. Menentukan koefisien situs periode 0,2 detik dan periode 1 detik

**Tabel 2.3** Koefisien situs periode 0,2 detik ( $F_a$ )

Kelas situs	Parameter respons spektral percepatan gempa ( $MCE_R$ ) terpetakan pada periode pendek, $T=0,2$ detik, $S_z$				
	$S_z \leq 0,25$	$S_z = 0,5$	$S_z = 0,75$	$S_z = 1,0$	$S_z \geq 1,25$
SA	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
SB	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
SC	1,2	1,2	1,1	1,0	1,0
SD	1,6	1,4	1,2	1,1	1,0
SE	2,5	1,7	1,2	0,9	0,9
SF	SS <sup>b</sup>				

**CATATAN:**

- (a) Untuk nilai-nilai antara  $S_z$  dapat dilakukan interpolasi linier
- (b) SS= Situs yang memerlukan investigasi geoteknik spesifik dan analisis respons situs-spesifik, lihat 6.10.1



5. Menentukan parameter spektrum respon percepatan pada periode 0,2 detik (  $SMS$  )  $SMS = FaSs$
6. Menentukan parameter spektrum respon percepatan pada periode 1 detik (  $SM1$  )  $SMS = F vS1$
7. Parameter percepatan spectral desain untuk periode 0,2 detik  $Sds = 2/3 Sms$
8. Parameter percepatan spectral desain untuk periode 1 detik  $Sd1 = 2/3 Sm1$
9. Menentukan kategori resiko dan faktor keutamaan gempa (I) struktur bangunan sesuai SNI 1726:2012 bisa dilihat pada tabel dibawah ini:

**Tabel 2.4** Faktor Keutamaan Gempa (I)

<p>Semua gedung dan struktur lain, kecuali yang termasuk dalam kategori risiko I,III,IV, termasuk, tapi tidak dibatasi untuk:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Perumahan</li> <li>- Rumah toko dan rumah kantor</li> <li>- Pasar</li> <li>- Gedung perkantoran</li> <li>- Gedung apartemen/ rumah susun</li> <li>- Pusat perbelanjaan/ mall</li> <li>- Bangunan industri</li> <li>- Fasilitas manufaktur</li> <li>- Pabrik</li> </ul>	II
---	----

<b>Kategori Risiko</b>	<b>Faktor Keutamaan Gempa (<math>I_e</math>)</b>
II	1,0

10. Menentukan kategori desain seismik berdasarkan parameter respon percepatan pada periode 0,2 detik

**Tabel 2.5** Kategori desain siemik berdasarkan parameter respon percepatan pada periode pendek

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

11. Menentukan kategori desain seismik berdasarkan parameter respon percepatan pada periode 1 detik

**Tabel 2.6** Kategori desain seismik berdasarkan parameter respon percepatan pada periode 1 detik

Nilai $S_{D1}$	Kategori risiko	
	I atau II atau III	IV
$S_{D1} < 0,167$	A	A
$0,067 \leq S_{D1} < 0,133$	B	C
$0,133 \leq S_{D1} < 0,20$	C	D
$0,20 \leq S_{D1}$	D	D

Syarat bangunan agar dapat direncanakan dengan SRPMK ialah harus memenuhi kategori desain seismik D.

12. Kemudian untuk menentukan besar periode (T) pada bangunan

$$T_a = C_t \times h_n^x \dots\dots\dots(2-1)$$

Dimana:

- $h_n$  = tinggi bangunan (m)
- $C_t$  = 0,0466
- $x$  = 0,9

**Tabel 2.7** Nilai parameter pendekatan nilai  $C_t$  dan  $\alpha$ 

Tipe struktur	$C_t$	$\alpha$
Sistem rangka pemikul momen di mana rangka memikul 100 persen gaya gempa yang disyaratkan dan tidak dilindungi atau dihubungkan dengan komponen yang lebih kaku dan akan mencegah rangka dari defleksi jika dikenal gaya gempa:		
Rangka baja pemikul momen	0,0724 <sup>a</sup>	0,8
Rangka beton pemikul momen	0,0466 <sup>a</sup>	0,9
Rangka baja dengan bresing eksentris	0,0731 <sup>a</sup>	0,75
Rangka baja dengan bresing terkekang terhadap tekuk	0,0731 <sup>a</sup>	0,75
Semua sistem struktur lainnya	0,0488 <sup>a</sup>	0,75

13. Hitung koefisien untuk batasan atas pada perioda yang dihitung ( $C_u$ )

**Tabel 2.8** Koefisien  $C_u$ 

Parameter Percepatan Respon Spektral Desain pada 1 Detik, $SD1$	Koefisien $C_u$
$\geq 0,4$	1,4
0,3	1,4
0,2	1,5
0,15	1,6
$\leq 0,1$	1,7

14. Cek nilai ( $T_c$ ) periode fundamental struktur yang diperoleh dari program analisa struktur

$$\text{Jika } T_a > C_u \cdot T_a \quad \rightarrow \quad T = C_u \cdot T_a$$

$$\text{Jika } T_a < T_c < C_u \cdot T_a \quad \rightarrow \quad T = T_c$$

$$\text{Jika } T_c < T_a \quad \rightarrow \quad T = T_a$$

15. Menentukan nilai koefisien modifikasi respon ( $R$ ) sesuai SNI 1726:2012 diuraikan pada tabel dibawah ini :

**Tabel 2.9** Nilai koefisien modifikasi respon (R)

Sistem penahan-gaya seismik	Koefisien modifikasi respons, $R^a$	Faktor kuat-lebih sistem, $\Omega_0^g$	Faktor pembesaran defleksi, $C_d^b$	Batasan sistem struktur dan batasan tinggi struktur, $h_n$ (m) <sup>c</sup>				
				Kategori desain seismik				
				B	C	D <sup>d</sup>	E <sup>d</sup>	F <sup>e</sup>
24. Dinding rangka ringan dengan panel geser dari semua material lainnya	2½	2½	2½	TB	TB	10	TB	TB
25. Rangka baja dengan bresing terkekang terhadap tekuk	8	2½	5	TB	TB	48	48	30
26. Dinding geser pelat baja khusus	7	2	6	TB	TB	48	48	30
<b>C. Sistem rangka pemikul momen</b>								
1. Rangka baja pemikul momen khusus	8	3	5½	TB	TB	TB	TB	TB
2. Rangka batang baja pemikul momen khusus	7	3	5½	TB	TB	48	30	TI

16. Menghitung koefisien respons seismik

$$C_s = \frac{S_{DS}}{\left(\frac{R}{I_e}\right)} \dots\dots\dots(2-2)$$

$S_{DS}$  = Parameter percepatan spektrum desain dalam rentang periode pendek

$R$  = Faktor modifikasi respons

$I_e$  = Faktor keutamaan gempa

17. Menentukan  $T_0$  dan  $T_s$

$$T_0 = 0,2 \times \frac{S_{D1}}{S_{DS}} \dots\dots\dots(2-3)$$

18. Membuat respons spektrum gempa

- Untuk periode lebih besar dari atau sama dengan  $T_0$  dan lebih kecil atau sama dengan  $T_s$ , spectrum respons percepatan desain SNI 1726:2012

- Untuk periode lebih besar dari  $T_s$ , spektrum respons percepatan desain:

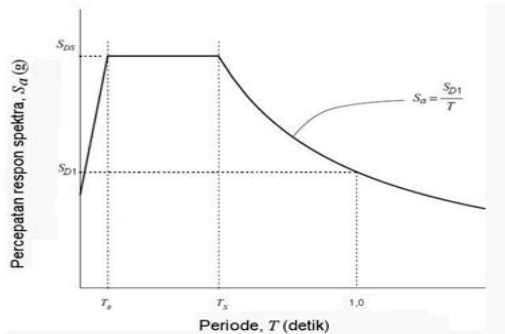
$$S_a = S_{DS} \left( 0,4 + 0,6 \frac{T}{T_0} \right) \dots\dots\dots(2-4)$$

- Untuk perioda lebih besar dari atau sama dengan T0 dan lenih kecil atau sama dengan Ts, spectrum respons percepatan desain SNI 1726:2012

$$S_a = S_{DS} \dots\dots\dots(2-5)$$

- Untuk perioda lebih besar dari Ts, spektrum respons percepatan desain:

$$S_a = \frac{S_{D1}}{T} \dots\dots\dots(2-6)$$



**Gambar 2.2** Respons Spektrum

Setelah membuat grafik respon spektrum, hasilnya perlu di cek di website puskim apakah hasilnya sesuai dengan website, apabila tidak sesuai maka perlu dilakukan pengecekan perhitungan respon spektrum.

19. Menghitung gaya geser dasar seismik (V)

$$V = C_S \times W_t \dots\dots\dots(2-7)$$

$C_S$  = Keterangan Koefisien respon seismik

$W_t$  = Berat seismik efektif bangunan (Beban mati (D) dan hidup (L))

Koefisien respon seismic  $C_S$  ditentukan dengan persamaan berikut

$$C_S = \frac{S_{DS}}{R} \dots\dots\dots(2-8)$$

Keterangan:

$S_{DS}$  = parameter percepatan spektrum desain dalam rentang perioda pendek

$R$  = faktor modifikasi respons

$I_e$  = faktor keutamaan gempa

**Tabel 2.10** Faktor keutamaan gempa

Kategori risiko	Faktor keutamaan gempa, $I_e$
I atau II	1,0
III	1,25
IV	1,50

Nilai  $C_s$  tidak perlu melebihi

$$C_S = \frac{S_{D1}}{R} \dots\dots\dots(2-9)$$

dan  $C_s$  tidak harus kurang dari  $C_S = 0,004 S_{DS} I_e \geq 0,01$

## 2.4 Strong-Column/weak-beam

Oleh (Iswandi dan Fajar, 2016) konsep perencanaan desain kolom kuat balok lemah atau yang lebih dikenal dengan istilah *strong column weak beam concept* adalah salah satu cara inovasi desain struktur dengan cara membuat sistem struktur yang fleksible yang mampu berdeformasi saat terjadi gempa (memiliki daktilitas yang tinggi) pada jenis perencanaan SRPMK (Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus). Untuk mendapatkan struktur yang bersifat daktail. Keruntuhan pada balok pada dasarnya menghasilkan perilaku yang lebih daktail dibandingkan perilaku keruntuhan pada kolom. Oleh karena itu, keruntuhan pada kolom sebaiknya dihindari dan dipertemuannya dengan elemen balok. Elemen struktur kolom harus dibuat lebih kuat daripada elemen struktur balok (*Strong coloumn weak beam*).

Faktor reduksi gaya gempa ( $R$ ) diambil sebesar 8. Hal ini disebabkan karena struktur SPRMK memiliki sifat yang fleksibel dengan daktilitas yang tinggi, sehingga bisa direncanakan dengan gaya gempa rencana yang minimum. Namun kekuatan dan kekakuan dari struktur juga harus diperhatikan untuk mampu menahan beban rencana, baik beban gravitasi maupun gempa.

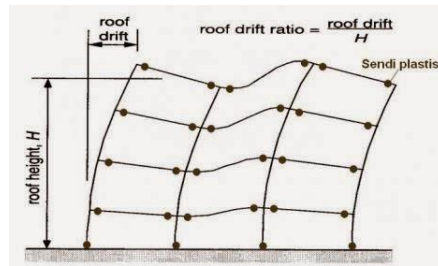
Berikut beberapa ketentuan SRPMK:

1. Tulangan sengkang dipasang dengan rapat terutama pada bagian struktur yang mengalami kelelahan seperti hubungan balok-kolom untuk mencegah keruntuhan geser.
2. Pada analisa kekuatan geser pada balok atau kolom, kekuatan geser dari beton ( $V_c$ ) diabaikan terutama pada balok yang mengalami gaya aksial kecil, sehingga hanya tulangan saja yang menahan gaya geser.
3. Lokasi dan pendetailan splice untuk mencegah keruntuhan akibat splice.

Respon yang bersifat daktail diharapkan terjadi pada balok, dan pada saat yang sama **tidak boleh terjadi keruntuhan geser**.

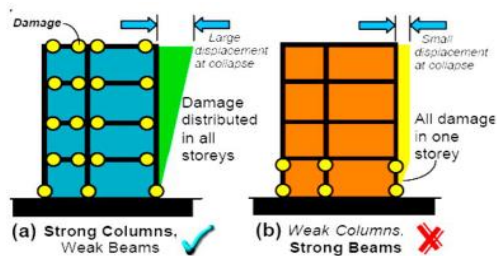
Keruntuhan geser pada kolom, sangat fatal bagi struktur karena kolom pada satu lantai menumpu semua lantai di atasnya. Dalam ketentuan SRPMK, keruntuhan geser dihindari dengan pendekatan desain kapasitas.

Kapasitas disain dalam SRPMK “**kolom kuat balok lemah**” digunakan untuk memastikan tidak terjadinya sendi plastis pada kolom selama gempa terjadi. Konsep mekanis keruntuhan ini disebut mekanisme pergoyangan balok (*beam side sway mechanism*) seperti ditunjukkan pada Gambar berikut.



**Gambar 2. 2** Beam side sway mechanism

Mekanisme sendi plastis terbentuk di ujung-ujung balok dan di dasar kolom bawah. Beberapa persyaratan detailing SRPMK (SNI 2847:2013 Pasal 21.5) pada dasarnya diformulasikan dengan menerapkan konsep desain kapasitas. Sebagai contoh dapat dilihat pada perencanaan Strong-Column/Weak-Beam pada gambar dibawah ini:



**Gambar 2. 3** Mekanisme Strong Coloumn Weak Beam



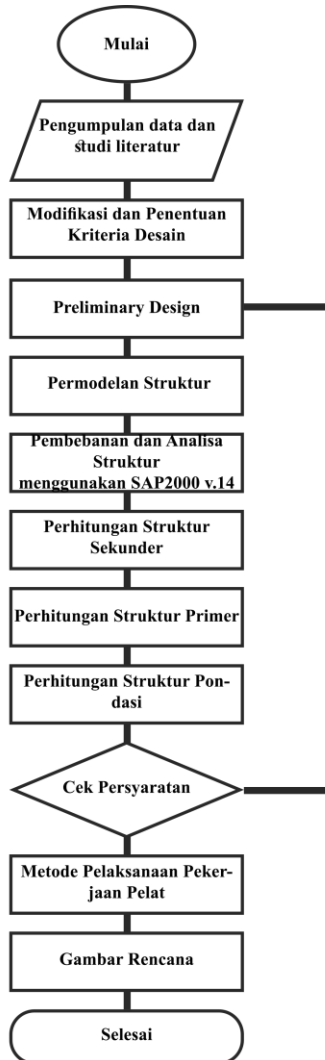
Pada saat struktur mendapat gaya lateral gempa, distribusi kerusakan sepanjang ketinggian bangunan bergantung pada distribusi *lateral story drift* (simpangan antar lantai). Jika struktur memiliki kolom yang lemah, simpangan antar lantai akan cenderung terpusat pada satu lantai (*soft story effect*). Sebaliknya jika kolom lebih kuat daripada balok (*strong column weak beam*), maka drift akan tersebar merata dan keruntuhan lokal di satu lantai dapat diminimalkan.

Kinerja struktur terhadap gempa memiliki beberapa masalah yang harus ditanggapi agar nilai keamanan lebih terjamin. Hubungan balok – kolom merupakan daerah rawan terhadap gaya lateral terutama gempa. Karena tempat tersebut merupakan daerah yang memiliki momen dan gaya geser yang besar yang dapat melelehkan struktur dan terjadi kegagalan.



# BAB III

## METODOLOGI



**Gambar 3.1** Diagram Alur Metodologi Pengerjaan Tugas Akhir

### 3.1 Pengumpulan Data

Pengumpulan dan pencarian data untuk keperluan desain gedung, meliputi:

1. Gambar arsitektur dan gambar struktur bangunan sebagaimana terlampir.
2. Data tanah untuk perencanaan sebagaimana terlampir.

### 3.2 Studi Literatur

Mempelajari literatur yang berkaitan dengan perancangan dan peraturan-peraturan yang dipakai pada perencanaan struktur gedung, antara lain:

1. Badan Standarisasi Nasional. 2013. Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung (SNI 03-2847-2013).
2. Badan Standarisasi Nasional. 2012. Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non-Gedung (SNI 03-1726-2012).
3. Badan Standarisasi Nasional. 2013. Beban minimum untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lain (SNI 03-1727-2013).

### 3.3 Penentuan Kriteria Desain

Desain ulang gedung DPRD kota Surabaya ini berdasarkan SNI 03-1726-2012 tentang tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan non gedung, dengan data sebagai berikut:

Tipe bangunan	: Gedung perkantoran (Kategori risiko II)
Klasifikasi Situs Tanah	: Tanah Lunak
Kategori Desain Seismik	: D

Untuk itu sistem struktur harus didesain menggunakan penahan beban lateral yang memenuhi persyaratan detailing khusus atau memiliki tingkat daktilitas penuh, sehingga gedung

DPRD Kota Surabaya ini didesain menjadi struktur dengan sistem SRPMK.

### 3.4 Penentuan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus

Untuk penentuan suatu bangunan menggunakan sistem rangka pemikul momen khusus, terlebih dahulu mencari nilai berikut:

1. Menghitung data tanah dari letak bangunan yang telah diperoleh.
2. Menentukan kelas situs tanah dari nilai SPT rata-rata sesuai ketentuan.
3. Mencari nilai 1 berdasarkan peta hazzard gempa Indonesia.
4. Menentukan koefisien situs periode 0,2 detik dan periode 1 detik.
5. Menentukan parameter spektrum respon percepatan pada periode 0,2 detik ( $S_{MS}$ )  $S_{MS} = F_a S_s$ .
6. Menentukan parameter spektrum respon percepatan pada periode 1 detik ( $S_{M1}$ )  $S_{MS} = F_v S_1$ .
7. Parameter percepatan spectral desain untuk periode 0,2 detik  $S_{DS} = 2/3 S_{MS}$ .
8. Parameter percepatan spectral desain untuk periode 1 detik  $S_{D1} = 2/3 S_{M1}$ .
9. Menentukan kategori resiko dan faktor keutamaan gempa (I) struktur bangunan sesuai SNI 1726:2012 bisa dilihat pada tabel dibawah ini:

**Tabel 3.1** Kategori Risiko

<p>Semua gedung dan struktur lain, kecuali yang termasuk dalam kategori risiko I, II, III, IV, termasuk, tapi tidak dibatasi untuk:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Perumahan</li> <li>- Rumah toko dan rumah kantor</li> <li>- Pasar</li> <li>- Gedung Perkantoran</li> <li>- Gedung Apartemen/ rumah susun</li> <li>- Pusat perbelanjaan/ mall</li> <li>- Bangunan Industri</li> <li>- Fasilitas manufaktur</li> <li>- Pabrik</li> </ul>	II
---	----

**Tabel 3.2** Faktor Keutamaan Gempa

Kategori Risiko	Faktor Keutamaan Gempa <i>(I<sub>e</sub>)</i>
II	1,0

10. Menentukan kategori desain seismik berdasarkan parameter respon percepatan pada periode 0,2 detik.

**Tabel 3.3** Kategori desain seismik berdasarkan parameter respon percepatan pada periode pendek

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

11. Menentukan kategori desain seismik berdasarkan parameter respon percepatan pada periode 1 detik.

**Tabel 3.4** Kategori desain seismik berdasarkan parameter respon percepatan pada periode 1 detik

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

12. Kemudian untuk menentukan besar periode ( $T$ ) pada suatu bangunan sesuai

$$T_a = C_t \times h_n^x \quad \dots\dots\dots(3-1)$$

Dimana:

$h_n$  = tinggi bangunan (m)

$C_t$  = 0,0466

$x$  = 0,9

**Tabel 3.5** Nilai parameter pendekatan nilai  $C_t$  dan  $x$ 

<b>Tipe Struktur</b>	$C_t$	$x$
Sistem rangka pemikul momen di mana rangka memikul 100 persen gaya gempa yang disyaratkan dan tidak dilingkup atau dihubungkan dengan komponen yang lebih kaku dan akan mencegah rangka dari defleksi jika dikenai gaya gempa:		
Rangka baja pemikul momen	0,0724 <sup>a</sup>	0,8
Rangka beton pemikul momen	0,0466 <sup>a</sup>	0,9
Rangka baja dengan bresing eksentris	0,0731 <sup>a</sup>	0,75
Rangka baja dengan bresing terkekang terhadap tekuk	0,0731 <sup>a</sup>	0,75
Semua sistem struktur lainnya	0,0488 <sup>a</sup>	0,75

13. Hitung koefisien untuk batasan atas pada perioda yang dihitung ( $C_u$ )

**Tabel 3.6** Koefisien  $C_u$ 

<b>Parameter Percepatan Respons Spektral Desain pada 1 Detik, SD1</b>	<b>Koefisien <math>C_u</math></b>
$\geq 0,4$	1,4
0,3	1,4
0,2	1,5
0,15	1,6
$\leq 0,1$	1,7



14. Cek nilai ( $T_c$ ) periode fundamental struktur yang diperoleh dari program analisa struktur

$$\text{Jika } T_a > C_u \cdot T_a \quad \rightarrow \quad T = C_u \cdot T_a$$

$$\text{Jika } T_a < T_c < C_u \cdot T_a \quad \rightarrow \quad T = T_c$$

$$\text{Jika } T_c < T_a \quad \rightarrow \quad T = T_a$$

15. Menentukan nilai koefisien modifikasi respon ( $R$ ) sesuai SNI 1726:2012 diuraikan pada tabel dibawah ini :

**Tabel 3.7** Nilai koefisien modifikasi respon ( $R$ )

Sistem penahan gaya seismik	Koefisien modifikasi asi respons, $R_a$	Faktor kuat lebih sistem ,	Faktor pembe saran defleksi,	Batasan sistem struktur dan batasan tinggi struktur, hn				
				Kategori desain seismik				
				B	C	D	E	F
Rangka beton bertulang pemikul momen khusus	8	3	51/2	TB	TB	TB	TB	TB

16. Menghitung koefisien respons seismik

$$C_s = \frac{S_{DS}}{\left(\frac{R}{I_e}\right)} \dots\dots\dots(3-2)$$

SDS = parameter percepatan spektrum desain dalam rentang perioda pendek

R = faktor modifikasi respons

$I_e$  = faktor keutamaan gempa

17. Menentukan  $T_0$  dan  $T_s$

$$T_0 = 2,0 \times \frac{S_{D1}}{S_{DS}}$$

$$T_s = \frac{S_{D1}}{S_{DS}}$$

18. Membuat respons spektrum gempa

- Untuk perioda lebih besar dari atau sama dengan  $T_0$  dan lenih kecil atau sama dengan  $T_s$ , spectrum respons percepatan desain SNI 1726:2012
- Untuk perioda lebih besar dari  $T_s$ , spektrum respons percepatan desain:

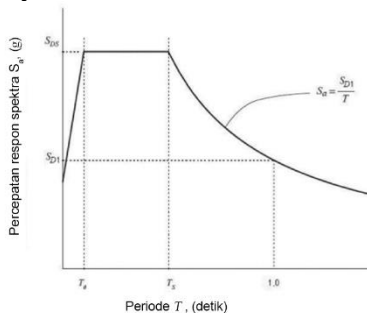
$$S_a = S_{DS} \left( 0,4 + 0,6 \frac{T}{T_0} \right) \dots\dots\dots(3-3)$$

- Untuk perioda lebih besar dari atau sama dengan  $T_0$  dan lenih kecil atau sama dengan  $T_s$ , spectrum respons percepatan desain SNI 1726:2012

$$S_a = S_{DS}$$

- Untuk perioda lebih besar dari  $T_s$ , spektrum respons percepatan desain:

$$S_a = \frac{S_{D1}}{T} \dots\dots\dots(3-4)$$



**Gambar 3.2** Grafik Respons Spektrum

19. Menghitung gaya geser dasar seismik (V)  
 $V = C_s x W_t$  .....(3-5)

$C_s$  = Keterangan koefisien respon seismik

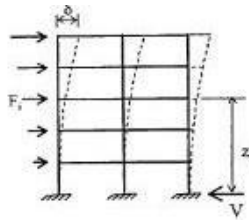
$W_t$  = Berat seismik efektif bangunan

20. Menghitung gaya geser dasar seismik per lantai (F)  
 $F_i = \frac{W_i \cdot z_i}{\sum_{i=1}^n W_i \cdot z_i} \times V$  .....(3-6)

$W_i$  = berat lantai tingkat ke-I termasuk beban hidup yang sesuai

$z_i$  = ketinggian lantai tingkat ke-i

n = nomor lantai tingkat palin atas



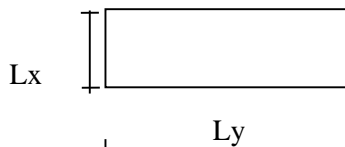
**Gambar 3.3** Gaya geser dasar seismik per lantai

### 3.5 Preliminary

#### 3.5.1 Preliminary Ketebalan Plat

##### 3.5.1.1 Preliminary untuk Plat Satu Arah

Plat satu arah terjadi apabila  $L_y/L_x > 2$ ; dimana  $L_y$  = bentang pendek dan  $L_x$  = bentang panjang yang digambarkan sebagai berikut:



**Gambar 3.4** Dimensi Bidang Plat

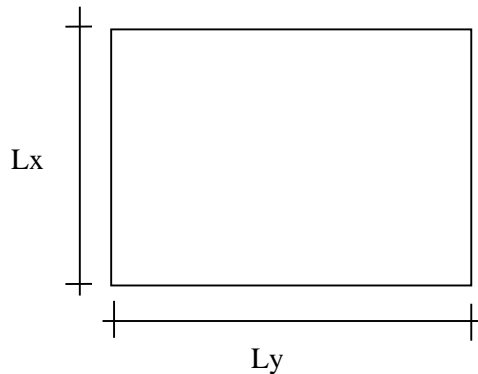
Tebal minimum berdasarkan SNI 03-2847-2013 Pasal 9.5.2.1 dan Tabel 9.5(a), untuk konstruksi satu arah yang tidak menumpu atau tidak disatukan dengan partisi atau konstruksi lain yang mungkin akan rusak akibat lendutan yang besar, kecuali bila perhitungan lendutan menunjukkan bahwa ketebalan yang lebih kecil dapat digunakan tanpa menimbulkan pengaruh yang merugikan.

**Tabel 3.8** Tebal minimum plat saatu arah bila lendutan tidak dihitung

Komponen struktur	Tebal minimum, h			
	Tertumpu sederhana	Satu ujung menerus	Kedua ujung menerus	Kantilever
	Komponen struktur tidak menumpu atau tidak dihubungkan dengan partisi atau konstruksi lainnya yang mungkin rusak oleh lendutan yang besar			
Plat masif satu arah	$L / 20$	$L / 24$	$L / 28$	$L / 10$
Balok atau pelat rusuk satu-arah	$L / 16$	$L / 18,5$	$L / 21$	$L / 8$

### 3.5.1.2 Preliminary untuk plat dua arah

Plat dua arah terjadi apabila  $L_y/L_x < 2$ ; dimana  $L_x$  = bentang pendek dan  $L_y$  = bentang panjang yang digambarkan sebagai berikut:



**Gambar 3.5** Dimensi bidang plat

Tebal plat minimumnya harus memenuhi ketentuan pada SNI 03-2847-2013 Pasal 9.5.3.3 dan tidak boleh kurang dari nilai berikut:

1. Untuk  $\alpha_m \leq 0,2$  menggunakan SNI 03-2847-2013 Pasal 9.5.3 (2).
2. Untuk  $0,2 < \alpha_m < 2,0$  maka nilai  $h$  tidak boleh kurang dari:

$$h = \frac{\ell_n \left( 0,8 + \frac{fy}{1400} \right)}{36 + 5\beta(\alpha_m - 0,2)} \dots\dots\dots(3-7)$$

3. Untuk  $\alpha_m > 2,0$  maka ketebalan plat minimum tidak boleh kurang dari:

$$h = \frac{\ell_n \left( 0,8 + \frac{fy}{1400} \right)}{36 + 9\beta} \dots\dots\dots(3-8)$$

dan tidak boleh kurang dari 90mm;

4. Pada tepi yang tidak menerus, balok tepi harus mempunyai rasio kekakuan  $\alpha_f$  tidak kurang dari 0,8 atau sebagai alternatif ketebalan minimum yang ditentukan SNI 03-2847-

2013 Pers. 9-12 atau Pers. 9-13 harus dinaikkan paling tidak 10 persen pada panel dengan tepi yang tidak menerus.

Untuk nilai  $\alpha_m$  didapatkan dari rumus berikut:

$$\alpha = \frac{E_{balok} \cdot I_{balok}}{E_{plat} \cdot I_{plat}} \dots\dots\dots(3-10)$$

$$\beta = \frac{L_n}{S_n} \dots\dots\dots(3-11)$$

$$I_{balok} = \frac{1}{12} \times b \times h^3 \dots\dots\dots(3-12)$$

$$I_{plat} = L_y \times \frac{(hf)^3}{12} \dots\dots\dots(3-13)$$

Dimana nilai K adalah:

$$K = \frac{1 + \left(\frac{be}{bw} - 1\right) \times \left(\frac{hf}{hw}\right) \times \left[4 - 6\left(\frac{hf}{hw}\right) + 4\left(\frac{hf}{hw}\right)^2 + \left(\frac{be}{bw} - 1\right) \times \left(\frac{hf}{hw}\right)^3\right]}{1 + \left(\frac{be}{bw} - 1\right) \times \left(\frac{hf}{hw}\right)} \dots\dots(3-14)$$

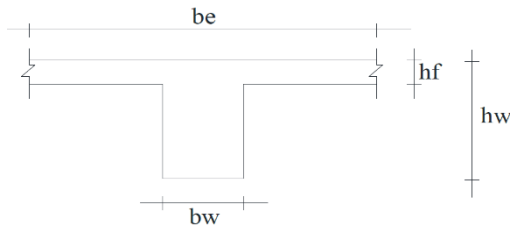
Untuk mencari lebar flens pada balok tengah sesuai SNI adalah sebagai berikut:

Nilai be:

$$be = bw + 2(hw - hf)$$

$$be = bw + 8hf$$

Dari kedua nilai be tersebut diambil yang terkecil.



**Gambar 3.6** Lebar efekti plat

Dimana:

- $\alpha_m$  = Nilai rata-rata dari  $\alpha$  untuk sebuah balok pada tepi dari semua panel
- $\alpha$  = Rasio kekakuan lentur penampang balok terhadap kekakuan lentur dari plat dengan lebar yang dibatasi se
- $l_n$  = Panjang bentang bersih pada arah memanjang dari konstruksi dua arah, yang diukur dari muka ke muka tumpuan pada plat tanpa balok.
- $S_n$  = Panjang bentang bersih pada arah melintang dari konstruksi dua arah, yang diukur dari muka ke muka tumpuan pada plat tanpa balok.
- $\beta$  = Rasio bentang bersih dalam arah memanjang terhadap arah melintang dari plat
- $b_e$  = Lebar efektif plat
- $b_w$  = Lebar balok
- $h_f$  = Tinggi plat
- $h_w$  = Tinggi balok

### 3.5.2 Preliminary Tangga

Dalam merencanakan dimensi anak tangga dan bordes, digunakan persyaratan sebagai berikut:

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

Dimana:

- $t$  = tahanan dengan  $t \leq 25 \text{ cm}$
- $i$  = injakan dengan  $25 \text{ cm} \leq i \leq 40 \text{ cm}$

Dalam perencanaan tangga, sudut maksimal tangga adalah  $40^\circ$ .

### 3.5.3 Preliminary Dimensi Balok

Untuk menentukan dimensi tinggi balok, berdasarkan SNI 03-2847-2013 Tabel 9.5 (a) sebagaimana berikut ini:

**Tabel 3.9** Tebal minimum balok bila lendutan tidak dihitung

Komponen struktur	Tebal minimum, h			
	Tertumpu sederhana	Satu ujung menerus	Kedua ujung menerus	Kantilever
	Komponen struktur tidak menumpu atau tidak dihubungkan dengan partisi atau konstruksi lainnya yang mungkin rusak oleh lendutan yang besar			
Plat masif satu arah	$L / 20$	$L / 24$	$L / 28$	$L / 10$
Balok atau pelat rusuk satu-arah	$L / 16$	$L / 18,5$	$L / 21$	$L / 8$

Selain itu, untuk syarat pelindung beton ditentukan berdasarkan SNI 03-2847-2013 Pasal 7.7.1, sebagaimana berikut ini:

**Tabel 3.10** Syarat pelindung beton

Keterangan	Tebal Selimut Minimum (mm)
a. Beton yang dicor di atas dan selalu berhubungan dengan tanah	75
b. Beton yang berhubungan dengan tanah atau cuaca: <ul style="list-style-type: none"> <li>Batang D-16, kawat M-16 ulir atau polos, dan yang lebih kecil</li> </ul>	40
c. Beton yang tidak berhubungan dengan cuaca atau berhubungan dengan tanah: <u>Balok, kolom:</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>Tulangan utama, pengikat, sengkang, spiral</li> </ul>	40



### 3.5.4 Preliminary Dimensi Kolom

Untuk membuat sifat struktur menjadi “*strong column, weak beam*”, maka untuk preliminary dimensi kolom adalah sebagai berikut:

$$\frac{h_{kolom}}{l_{kolom}} \geq \frac{h_{balok}}{l_{balok}}$$

Dimana:

$h_{kolom}$  = Tinggi bersih kolom

$h_{balok}$  = Tinggi bersih balok

$I_{kolom}$  = Inersia kolom ( $1/12 \times b \times h^2$ )

$I_{balok}$  = Inersia balok ( $1/12 \times b \times h^2$ )

## 3.6 Perhitungan Pembebanan

### 3.6.1 Beban Mati

Menurut SNI 03-1727-2013, beban mati 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 serta peralatan layan terpasang lain termasuk berat keran.

### 3.6.2 Beban Hidup

Menurut SNI 03-1727-2013, 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.

### 3.6.3 Beban Angin

Beban angin ditentukan dengan menganggap adanya tekanan positif dan tekanan negatif (berupa angin hisap), yang bekerja tegak lurus pada bidang-bidang yang ditinjau. Besarnya tekanan positif dan negatif ini dinyatakan dalam satuan gaya per luas bidang.

### 3.6.4 Beban Gempa

Beban gempa adalah semua beban yang bekerja pada struktur yang diakibatkan oleh gerakan tanah yang merupakan akibat dari gempa bumi (baik gempa tektonik atau vulkanik) yang akan mempengaruhi struktur tersebut.

### 3.6.5 Kombinasi Pembebanan

Struktur, komponen-elemen struktur dan elemen-elemen pondasi harus dirancang sedemikian hingga kuat rencananya sama atau melebihi pengaruh beban-beban terfaktor dan dengan kombinasi-kombinasi sesuai SNI 03-1726-2012 Pasal 4.2.2 sebagai berikut:

1. 1,4 D
2. 1,2 D + 1,6 L + 0,5 (L atau R)
3. 1,2 D + 1,6 L (L<sub>r</sub> atau R) + (L atau 0,5 W)
4. 1,2 D + 1,0 W + L + 0,5 (L<sub>r</sub> atau R)
5. 1,2 D + 1,0 E + L
6. 0,9 D + 1,0 W
7. 0,9 D + 1,0 E

## 3.7 Perhitungan Struktur

### 3.7.1 Penulangan Plat

1. Rasio kekakuan balok terhadap plat diatur pada SNI 03-2847-2013, Pasal 13.3.6:

$$\alpha = \frac{E_{C_{balok}} \cdot I_{balok}}{E_{C_{plat}} \cdot I_{plat}} > 1 \quad \dots\dots\dots(3-11)$$

Dimana:

$E_{C_{balok}}$  = Modulus elastisitas beton untuk balok

$E_{C_{plat}}$  = Modulus elastisitas beton untuk plat

$I_{balok}$  = Momen inersia terhadap sumbu pusat penampang bruto balok

$I_{plat}$  = Momen inersia terhadap sumbu pusat penampang bruto plat

2. Rasio penulangan plat

$$\rho_{min} = \frac{1,4}{f_y} \text{ (SNI 03-2847-2013 Pasal 10.5.1)} \dots\dots\dots(3-12)$$

$$\rho_b = \frac{0,85 \cdot \beta \cdot f_c'}{f_y} \left( \frac{600}{600 + f_y} \right) \dots\dots\dots(3-13)$$

$$\rho_{max} = 0,75 \cdot \rho_b \dots\dots\dots(3-14)$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f_c'} \dots\dots\dots(3-15)$$

$$\rho_{perlu} = \frac{1}{m} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{f_y}} \right) \dots\dots\dots(3-16)$$

Jika  $\rho_{perlu} < \rho_{min}$ , maka  $\rho_{perlu}$  dinaikkan 30% sehingga:

$$\rho_{pakai} = 1,3 \times \rho_{perlu} \dots\dots\dots(3-17)$$

$$A_s = \rho_{perlu} \times b \times d \dots\dots\dots(3-18)$$

3. Kontrol tulangan plat

a. **Kontrol Jarak Spasi Tulangan**

Berdasarkan SNI 03-2847-2013, pasal 13.3.2, pada penampang kritis:

$$S_{maks} < 2 \times h_f \dots\dots\dots(3-19)$$

b. **Kontrol Jarak Spasi Tulangan Susut**

Luasan tulangan susut dan suhu harus sesuai SNI 03-2847-2013 Pasal 7.12.2.1 yakni menyediakan paling sedikit memiliki rasio luas tulangan terhadap luas bruto penampang, tetapi tidak kurang dari 0,0014.

c. **Kontrol Perlu Tulangan Susut**

Tulangan susut dan suhu harus dipasang dengan sesuai dengan SNI 03-2847-2013 Pasal 7.12.2.2 dimana:

$$S_{maks} < 5 \times h_f \dots\dots\dots(3-20)$$

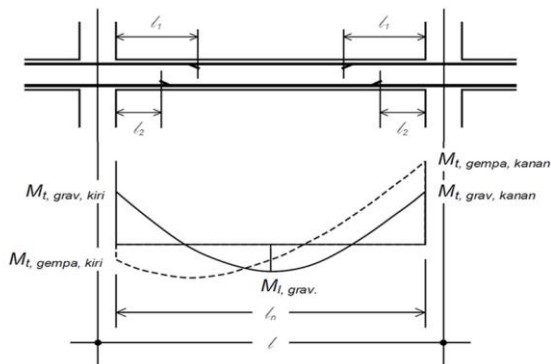
### 3.7.2 Penulangan Tangga

Penulangan pada plat anak tangga dan plat bordes menggunakan perhitungan sesuai prinsip perencanaan plat yang telah dibahas di subbab sebelumnya.

### 3.7.3 Penulangan Balok

#### 3.7.3.1 Perhitungan tulangan lentur

Perhitungan kebutuhan tulangan lentur balok yang kami lakukan pada prinsipnya adalah menghitung kebutuhan tulangan pada tiap titik (tumpuan dan lapangan) dari beban-beban yang berpengaruh. Pada gambar diperlihatkan prinsip arah gerakan balok dan momen yang berpengaruh.



**Gambar 3.7** Momen-momen yang berpengaruh pada balok

Setiap tumpuan (kanan dan kiri) pada prinsip SRPMK dapat bergerak ke kanan dan kiri akibat gaya gempa. Gerakan tersebut menyebabkan adanya beban tarik pada tulangan tekan dan sebaliknya. Sehingga diperlukan jumlah tulangan pada tiap tumpuan yang mampu menahan kuat tekan maupun tarik.

Adapun langkah-langkah perancangan tulangan rangkap sebagai berikut:

- Tentukan momen tumpuan dan lapangan pada balok yang didapat dari output program bantu SAP 2000v.14.

- b. Menghitung  $M_n$  (SNI 03-2847-2013 Pasal 22.5.1)  

$$M_n = \frac{M_u}{\phi} \dots\dots\dots(3-21)$$
- c. Menghitung nilai  $m$   

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f_c'} \dots\dots\dots(3-22)$$
- d. Menghitung nilai  $R_n$   

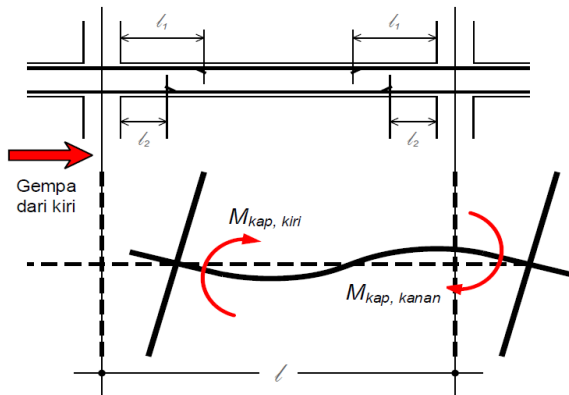
$$R_n = \frac{M_n}{bd^2} \dots\dots\dots(3-23)$$
- e. Menghitung rasio tulangan terhadap luas permukaan balok  

$$\rho = \frac{1}{m} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2m \cdot R_n}{f_y}} \right) \dots\dots\dots(3-24)$$
- f. Menghitung kebutuhan tulangan tarik  

$$A_{S_{perlu}} = \rho \times bd \dots\dots\dots(3-25)$$
- g. Menghitung kebutuhan tulangan tekan  

$$A_{S'_{perlu}} = 0,5 A_s \dots\dots\dots(3-26)$$

### 3.7.3.2 Perhitungan momen kapasitas



**Gambar 3.8** Momen kapasitas pada tumpuan

Momen kapasitas adalah momen-momen ujung ( $M_{pr}$ ) yang berdasarkan tegangan tarik baja. Kedua momen pada ujung ditinjau

dalam kedua arah (searah jarum jam dan berlawanan arah jarum jam).

Langkah-langkah perhitungan momen kapasitas pada tumpuan balok:

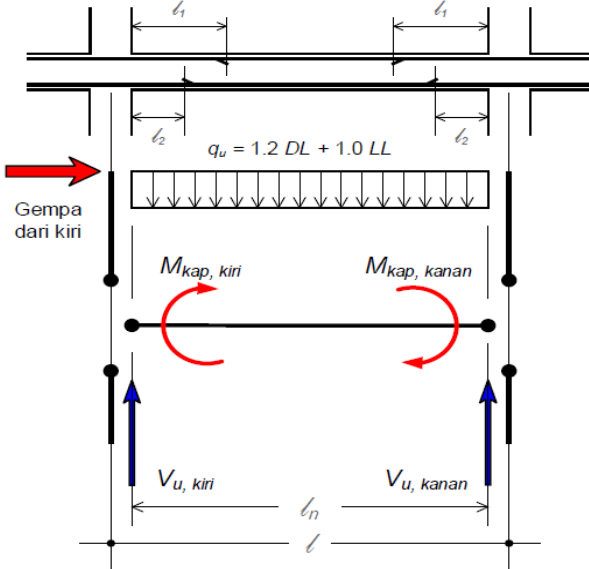
- a. Menghitung nilai  $a$

$$a = \frac{A_s(1,25f_y)}{0,85bf_c'} \dots\dots\dots(3-27)$$

- b. Menghitung nilai  $M_{kap}$

$$M_{kap} = A_s(1,25f_y) \left( d - \frac{a}{2} \right) \dots\dots\dots(3-28)$$

**3.7.3.3 Perhitungan  $V_u$  dan tulangan transversal**



**Gambar 3.9**  $V_u$  pada ujung-ujung balok

Gaya geser desain ( $V_u$ ) harus ditentukan dari peninjauan gaya statis pada bagian komponen struktur antar muka-muka joint. Adapun cara menghitung  $V_u$  adalah sebagai berikut:

a. Menghitung  $q_u$   
 $q_u = 1,2 \text{ DL} + 1,0 \text{ LL} \quad \dots\dots\dots(3-29)$

b. Menghitung  $V_u$   
 $V_u = \frac{M_{kap,kiri} + M_{kap,kanan}}{l_n} + \frac{q_u \cdot l_n}{2} \quad \dots\dots\dots(3-30)$

c. Menghitung  $V_s$   
 $V_s = \frac{V_u}{\phi} - V_c \quad \dots\dots\dots(3-31)$

Berdasarkan SNI 03-2847-2013 Pasal 21.5.4.2,  $V_c = 0$  jika:

- Gaya geser yang ditimbulkan gempa yang dihitung mewakili setengah atau lebih dari kekuatan geser perlu maksimum dalam panjang tersebut.
- Gaya tekan aksial terfaktor,  $P_u$  termasuk pengaruh gempa kurang dari  $A_g f_c' / 20$ .

d. Menghitung  $A_v$   
 $A_v = \frac{V_s \cdot s}{f_y \cdot d} \quad \dots\dots\dots(3-32)$

### 3.7.3.4 Perhitungan panjang penyaluran tulangan

Berdasarkan SNI 03-2847-2013 Pasal 12.2.2, panjang penyaluran ( $l_d$ ), dinyatakan dalam diameter db. Nilai  $l_d$  tidak boleh kurang dari 300 mm. Untuk batang ulir atau kawat ulir, nilai  $l_d / db$  harus diambil sebagai berikut:

**Tabel 3.4** Panjang penyaluran batang ulir dan kawat ulir

	Batang tulangan atau kawat ulir D-19 dan yang lebih kecil	Batang tulangan D-22 dan yang lebih besar
Spasi bersih batang tulangan atau kawat yang disalurkan atau disambung tidak kurang dari $d_b$ , selimut bersih tidak kurang dari $d_b$ , dan sengkang atau pengikat sepanjang $l_d$ tidak kurang dari minimum Tata Cara atau Spasi bersih batang tulangan atau kawat yang disalurkan atau disambung tidak kurang dari $2d_b$ dan selimut bersih tidak kurang dari $d_b$	$\left(\frac{f_y \Psi_t \Psi_e}{2,1\lambda\sqrt{f'c'}}\right) d_b$	$\left(\frac{f_y \Psi_t \Psi_e}{1,7\lambda\sqrt{f'c'}}\right) d_b$
Kasus-kasus lain	$\left(\frac{f_y \Psi_t \Psi_e}{1,4\lambda\sqrt{f'c'}}\right) d_b$	$\left(\frac{f_y \Psi_t \Psi_e}{1,1\lambda\sqrt{f'c'}}\right) d_b$

Dimana faktor-faktor yang digunakan dalam perumusan-perumusan untuk penyaluran batang ulir dan kawat ulir dalam kondisi tarik berdasarkan SNI 03-2847-2013 Pasal 12.2.4 adalah sebagai berikut:

1. Bila tulangan horizontal dipasang sehingga lebih dari 300mm beton segar dicor di bawah panjang penyaluran atau sambungan,  $\psi_t = 1,3$ . Untuk situasi lainnya,  $\psi_t = 1,0$ .
2. Untuk batang tulangan dilapisi epoksi, batang tulangan dilapisi ganda bahan seng dan epoksi, atau kawat dilapisi epoksi dengan selimut kurang dari  $3d_b$ , atau spasi bersih kurang dari  $6d_b$ ,  $\psi_e = 1,5$ . Untuk semua batang tulangan dilapisi epoksi, batang tulangan dilapisi ganda bahan seng dan epoksi, atau kawat dilapisi epoksi lainnya,  $\psi_e = 1,2$ . Untuk tulangan tidak dilapisi dan dilapisi bahan seng (galvanis),  $\psi_e = 1,0$ . Akan tetapi, hasil  $\psi_t \cdot \psi_e$  tidak perlu lebih besar dari 1,7.



3. Bila beton ringan digunakan,  $\lambda$  tidak boleh melebihi 0,75.  
Bila beton normal digunakan,  $\lambda = 1,0$ .

Panjang penyaluran ( $l_d$ ), untuk batang ulir yang berada dalam kondisi tekan harus dihitung dengan mengalihkan panjang penyaluran dasar  $l_{db}$ . Nilai  $l_d$  tidak boleh kurang dari 200mm.

Panjang penyaluran dasar  $l_{db}$  harus diambil sebesar yang terbesar berdasarkan SNI 03-2847-2013 Pasal 12.3.2 yakni sebagai berikut:

$$\left( \frac{0,24 \cdot f_y}{\lambda \cdot \sqrt{f'c}} \right) \cdot d_b \quad \dots\dots\dots(3-33)$$

$$(0,043 \cdot f_y) \cdot d_b \quad \dots\dots\dots(3-34)$$

### 3.7.3.5 Ketentuan-ketentuan perhitungan balok sistem rangka pemikul momen khusus

#### a. Persyaratan geometri

- Gaya tekan aksial terfaktor pada komponen struktur,  $P_u$ , tidak boleh melebihi  $\frac{A_g \cdot f'c}{10}$ , dimana  $A_g$  adalah luas penampang komponen struktur.
- Bentang bersih untuk komponen struktur,  $l_n$ , tidak boleh kurang dari **4d**.
- Lebar komponen,  $b_w$ , tidak boleh kurang dari yang lebih kecil dari **0,3h** dan **250 mm**.

#### b. Persyaratan tulangan lentur

- Masing-masing luas tulangan atas dan bawah harus lebih besar dari luas tulangan minimum yang dipersyaratkan, yakni  $\rho_{min} = \frac{1,4}{f_y}$ . Rasio untuk tulangan maksimum dibatasi yakni sebesar  $\rho_{maks} = \mathbf{0,025}$ . Selain itu, pada penampang haruslah terpasang secara menerus minun dua batang tulangan atas dan dua batang tulangan bawah.
- Kuat lentur positif balok pada muka kolom harus **lebih besar** atau sama dengan **setengah** kuat lentur negatifnya.

Kuat lentur negatif dan positif pada setiap penampang di sepanjang bentang harus **tidak kurang** dari  $\frac{1}{4}$  kuat lentur terbesar pada bentang tersebut.

- Spasi tulangan transversal yang melingkupi batang tulangan yang disambung lewatan tidak boleh melebihi yang **lebih kecil** dari  $d/4$  dan **100 mm**. Sambungan lewatan **tidak boleh** digunakan:
  - Dalam joint
  - Dalam jarak  $2h$  dari muka joint
  - Bila analisis menunjukkan pelelehan lentur diakibatkan oleh perpindahan lateral inelastis rangka.

#### c. **Persyaratan tulangan transversal**

- Sengkang tertutup harus dipasang:
  - Pada daerah hingga **2h** diukur dari muka tumpuan.
  - Di sepanjang daerah **2h** pada kedua sisi dari suatu penampang yang berpotensi membentuk sendi plastis.
- Sengkang tertutup pertama harus dipasang **tidak lebih** dari **50 mm** dari muka tumpuan. Spasi sengkang tertutup **tidak boleh** melebihi yang terkecil dari:
  - $d/4$
  - 6 kali diameter terkecil batang tulangan lentur utama tidak termasuk tulangan kulit longitudinal.
  - 150 mm

### **3.7.4 Penulangan kolom**

#### **3.7.4.1 Perhitungan tulangan lentur kolom**

Perhitungan tulangan lentur kolom akan dibantu dengan program PCACol 4.5 untuk mempermudah perhitungan tulangan lentur kolom.

Untuk syarat tulangan lentur kolom, berdasarkan SNI 03-2847-2013 Pasal 21.6.2.2, kekuatan lentur kolom harus memenuhi yakni sebagai berikut:

$$\sum Mnc \geq 1,2 \cdot \sum Mnb \quad \dots\dots\dots(3-35)$$

Dimana:

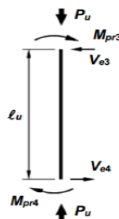
$\sum M_{nc}$  = Jumlah  $M_n$  kolom yang merangka pada hubungan balok-kolom.  $M_n$  harus dihitung untuk gaya aksial terfaktor, yang sesuai dengan arah gaya-gaya lateral yang ditinjau, yang menghasilkan nilai  $M_n$  terkecil.

$\sum M_{nb}$  = Jumlah  $M_n$  balok yang merangka pada hubungan balok-kolom. Pada konstruksi balok T, dimana plat dalam keadaan tertarik pada muka kolom, tulangan plat yang berada pada daerah lebar efektif plat harus diperhitungkan dalam menentukan  $M_n$  balok bila tulangan tersebut terangkut dengan baik pada penampang kritis lentur.

### 3.7.4.2 Perhitungan tulangan geser

Berdasarkan SNI 03-2847-2013 Pasal 21.5.4.1, gaya geser rencana ( $V_e$ ) harus ditentukan dari peninjauan gaya statik pada bagian komponen struktur antara dua muka tumpuan. Momen-momen dengan tanda berlawanan sehubungan dengan kuat lentur maksimum ( $M_{pr}$ ) harus dianggap bekerja pada muka-muka tumpuan, dan komponen struktur tersebut dibebani dengan beban gravitasi terfaktor di sepanjang bentangnya. Langkah-langkah perencanaan tulangan geser kolom adalah sebagai berikut:

- Diberikan nilai  $f_c'$ ,  $f_y$ , dan diameter sengkang.
- Hitung momen tumpuan



**Gambar 3.10** Gaya geser desain untuk kolom (SNI 03-2847-2013 Gambar S21.5.4)

- Momen tumpuan atas

$$M_{pr3} = A_s \times 1,25 \times f_y \times \left(d - \frac{a}{2}\right) \dots\dots\dots(3-36)$$

Dimana:

$$a = \frac{a_s \times f_y}{0,85 \times f_c \times b} \dots\dots\dots(3-37)$$

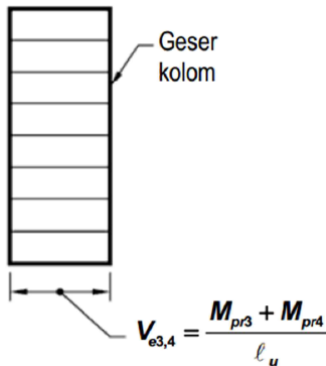
- Momen tumpuan bawah

$$M_{pr4} = A_s \times 1,25 \times f_y \times \left(d - \frac{a}{2}\right) \dots\dots\dots(3-38)$$

Dimana:

$$a = \frac{a_s \times f_y}{0,85 \times f_c \times b} \dots\dots\dots(3-39)$$

- c. Hitung reaksi di ujung-ujung kolom



**Gambar 3.11** Gaya geser desain untuk kolom (SNI 03-2847-2013 Gambar s21.5.4)

$$V_e = \frac{M_{pr3} + M_{pr4}}{l_u} \dots\dots\dots(3-40)$$

Dimana:

$l_u$  = panjang bentang bersih kolom

- d. Hitung kuat geser rencana

$$V_S = \frac{V_u}{\phi} - V_C \quad \dots\dots\dots(3-41)$$

- e. Pasang kebutuhan tulangan geser

$$S = \frac{A_V \cdot f_y \cdot d}{V_S} < S_{max} \quad \dots\dots\dots(3-42)$$

Dimana:

$A_V$  = luas tulangan sengkang ( $\text{mm}^2$ )

- f. Cek penampang total tulangan sengkang persegi ( $A_{sh}$   
Berdasarkan SNI 03-2847-2013 Pasal 21.6.4.4, nilai  $A_{sh}$   
diambil dari yang terkecil yakni sebagai berikut:

$$A_{sh} = 0,3 \frac{s \cdot b_c \cdot f_c'}{f_{yt}} \left[ \left( \frac{A_g}{A_{ch}} \right) - 1 \right] \quad \dots\dots\dots(3-43)$$

$$A_{sh} = 0,09 \cdot \frac{s \cdot b_c \cdot f_c'}{f_{yt}} \quad \dots\dots\dots(3-44)$$

Dimana:

$s$  = jarak antar tulangan geser

$b_c$  = lebar penampang inti beton yang terkekang

$A_g$  = luas bersih kolom

$A_{ch}$  = luas penampang inti beton, dihitung dari serat  
terluar sengkang ke serat

### 3.7.4.3 Kontrol tulangan lentur kolom

Perhitungan tulangan lentur kolom akan dibantu dengan program PCACol 4.5 untuk mempermudah perhitungan tulangan lentur kolom.

Untuk syarat tulangan lentur kolom, berdasarkan SNI 03-2847-2013 Pasal 21.6.2.2, kekuatan lentur kolom harus memenuhi yakni sebagai berikut:

$$\sum M_{nc} \geq 1,2 \cdot \sum M_{nb} \quad \dots\dots\dots(3-45)$$

Dimana:

$\sum M_{nc}$  = Jumlah  $M_n$  kolom yang merangka pada hubungan balok-kolom.  $M_n$  harus dihitung untuk gaya aksial terfaktor, yang sesuai dengan arah gaya-gaya lateral yang ditinjau, yang menghasilkan nilai  $M_n$  terkecil.

$\sum M_{nb}$  = Jumlah  $M_n$  balok yang merangka pada hubungan balok-kolom. Pada konstruksi balok T, dimana plat dalam keadaan tertarik pada muka kolom, tulangan plat yang berada pada daerah lebar efektif plat harus diperhitungkan dalam menentukan  $M_n$  balok bila tulangan tersebut terangkut dengan baik pada penampang kritis lentur terluar sengkang di sisi lainnya.

#### **3.7.4.4 Ketentuan-ketentuan perhitungan kolom sistem rangka pemikul momen khusus (SNI 03-2847-2013 Pasal 21.6)**

- a. Persyaratan geometri
  - Besarnya gaya tekan aksial terfaktor  $P_u$  tidak boleh kurang dari  $\frac{A_g \cdot f_c'}{10}$
  - Dimensi penampang terpendek, diukur pada garis lurus yang melalui pusat geometri, tidak boleh kurang dari 300 mm.
  - Rasio dimensi penampang terpendek dimensi tegak lurus tidak boleh kurang dari 0,4.
  
- b. Persyaratan tulangan lentur
  - Rasio penulangan dibatasi minimum tidak boleh kurang 0,01 dan maksimum tidak boleh lebih dari 0,06.
  - Sambungan lewatan hanya diizinkan di lokasi setengah panjang elemen struktur yang berada di tengah dan direncanakan sebagai sambungan lewatan tarik serta harus diikat sesuai ketentuan tulangan transversal kolom.
  - Sambungan mekanis tipe 1 (dengan kekuatan 125% kuat leleh batang tulangan yang disambung) untuk penyambungan lentur tidak boleh ditempatkan di lokasi yang berpotensi membentuk sendi plastis, kecuali

sambungan mekanis tipe 2 (yaitu sambungan mekanis dengan kekuatan yang lebih kuat dari kuat tarik batang tulangan yang disambung).

c. Persyaratan tulangan geser

- Sengkang harus dipasang di sepanjang  $l_o$ , dimana panjang  $l_o$  diambil yang terbesar dari:
  - Tinggi penampang struktur kolom pada muka hubungan balok kolom atau pada segmen yang berpotensi membentuk leleh lentur.
  - $1/6$  bentang bersih struktur kolom
  - 450 mm
- Spasi tulangan transversal sepanjang  $l_o$  tidak lebih dari yang terkecil:
  - $1/4$  dimensi minimum kolom
  - $6d$  dari tulangan sengkang terkecil
  - $S_o$  persamaan berikut:

$$S_o = 100 + \frac{350 - h_x}{3} \dots\dots\dots(3-46)$$

Dimana:

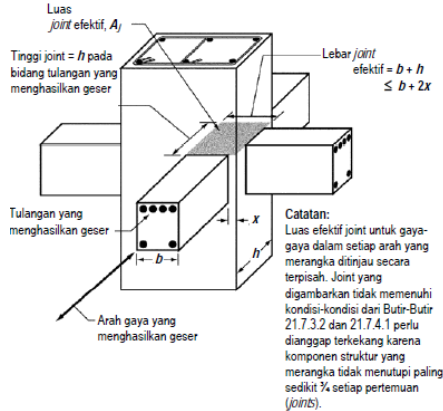
Nilai  $S_o$  diambil  $100 \text{ mm} \leq S_o \leq 150$

### 3.7.5 Joint balok kolom

#### 3.7.5.1 Persyaratan gaya dan geometri

- a. Berdasarkan SNI 2847-2013 Pasal 21.7.3.2, pada HKB dimana balok-balok dengan lebar setidaknya sebesar  $\frac{3}{4}$  lebar kolom merangka pada keempat sisinya, jumlah tulangan transversal yang ditetapkan dalam Pasal 21.6.4.4 diizinkan untuk direduksi setengahnya, dan spasi yang disyaratkan dalam Pasal 21.6.4.3 diizinkan untuk ditingkatkan sampai 150 mm.

- b. Pada perencanaan hubungan balok-kolom, gaya pada tulangan lentur muka hubungan balok-kolom dapat ditentukan berdasarkan tegangan  $1,25 \cdot f_y$ .
- c. Pada beton normal, dimensi kolom pada hubungan balok kolom dalam arah sejajar tulangan balok **minimal 20 kali diameter tulangan balok longitudinal terbesar**.



**Gambar 3.12** Hubungan Balok Kolom

**3.7.5.2 Persyaratan tulangan transversal**

- a. Apabila balok-balok dengan lebar minimal **3/4 lebar kolom** merangka pada keempat sisi hubungan balok kolom maka tulangan transversal yang harus dipasang di daerah joint hanyalah **1/2 dari yang dipasang dari daerah sendi plastis kolom**. Spasi tulangan transversal pada kondisi ini dapat diperbesar menjadi 150mm.
- b. Berdasarkan SNI 03-2847-2013 Pasal 21.7.4.1, persamaan kuat geser hubungan balok kolom dapat dihitung sebagai berikut:
  - Untuk joint yang terkekang oleh balok-balok pada semua empat muka

$$1,7 \cdot \sqrt{(f_c')} \cdot A_J \dots\dots\dots(3-47)$$



- Untuk joint yang terkekang oleh balok pada tiga muka atau pada dua muka yang berlawanan  

$$1,2 \cdot \sqrt{f'c'} \cdot A_J \quad \dots\dots\dots(3-48)$$
- Untuk kasus-kasus lainnya  

$$1,0 \cdot \sqrt{(f'c')} \cdot A_J \quad \dots\dots\dots(3-49)$$

$$A_J = \text{luas bersih hubungan balok kolom}$$
- Lebar joint efektif tidak boleh melebihi dari yang paling kecil dari:
  - Lebar balok ditambah tinggi joint.
  - 2x jarak tegak lurus yang lebih kecil dari sumbu longitudinal balok ke sisi kolom

### 3.7.5.3 Panjang penyaluran batang tulangan dalam kondisi tarik

- Untuk ukuran batang tulangan diameter 10 mm sampai diameter 36 mm, panjang penyaluran,  $l_{db}$ , untuk batang tulangan dengan kait 90° standar pada beton normal tidak boleh kurang dari:
  - $8 \cdot d_b$
  - 150 mm
  - $l_{db}^- = \frac{f_y \cdot d_b}{5,4 \cdot \sqrt{f'c'}} \quad \dots\dots\dots(3-50)$
- Bila digunakan tulangan tanpa kait, untuk diameter 10 mm sampai diameter 36 mm, panjang penyaluran tulangan tarik minimal adalah:
  - **2,5x** panjang penyaluran dengan kait bila ketebalan pengecoran beton di bawah tulangan tersebut kurang dari 300mm.
  - **3,5x** panjang penyaluran dengan kait bila ketebalan pengecoran beton di bawah tulangan tersebut lebih dari 300mm.

### 3.7.6 Penulangan pondasi

Perencanaan struktur pondasi menggunakan tiang pancang. Data tanah yang digunakan adalah data tanah dari hasil test SPT. Hal-hal yang harus diperhatikan dalam merencanakan pondasi dalam adalah sebagai berikut:

#### 3.7.6.1 Daya dukung tanah

- a. Daya dukung tanah ultimate

$$Q_U = Q_P + Q_S \quad \dots\dots\dots(3-51)$$

$$Q_U = 40 \cdot N \cdot A_p + \frac{(N_{av} \cdot A_s)}{5} \quad \dots\dots\dots(3-52)$$

Dimana:

$Q_U$  = daya dukung tanah ultimate

$Q_P$  = daya dukung ujung tiang

$Q_S$  = daya dukung selimut tiang

$N$  = nilai SPT pada ujung tiang

$N_{av}$  = rata-rata nilai SPT sepanjang tiang

$A_p$  = Luas permukaan ujung tiang

$A_s$  = luas selimut tiang

- b. Kekuatan ijin

$$Q_{ijin} = \frac{Q_U}{SF} \quad \dots\dots\dots(3-53)$$

Dimana:

$Q_U$  = daya dukung tanah ultimate

$SF$  =safety factor = 3

#### 3.7.6.2 Tiang pancang

- a. Perhitungan jarak antar tiang pancang

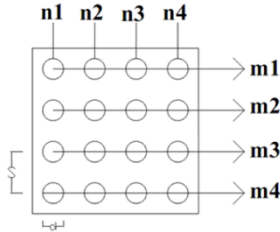
$$2,5 D \leq S \leq 3D \quad \dots\dots\dots(3-54)$$

- b. Perhitungan jarak tiang pancang ke tepi poer

$$1,5 D \leq S \leq 3D \quad \dots\dots\dots(3-55)$$

c. Efisiensi ( $\eta$ )  

$$1 - \theta \frac{(n-1) \cdot m + (m-1) \cdot n}{90 \cdot m \cdot n} \dots\dots\dots(3-56)$$



**Gambar 3.10** Efisiensi kelompok tiang

Dimana:

- $\theta$  = arc tan d/s. dalam derajat
- m = jumlah baris tiang
- n = jumlah tiang dalam satu baris
- d = diameter tiang
- s = jarak pusat ke pusat tiang lain

d. Kekuatan kelompok tiang  

$$P_{KELOMPOK} = \eta \cdot P_{IJJIN} \dots\dots\dots(3-57)$$

e. Gaya yang dipikul tiang pancang  

$$P = \frac{\sum P}{n} + \frac{M_y \cdot x_{max}}{\sum x^2} + \frac{M_x \cdot y_{max}}{\sum y^2} \dots\dots\dots(3-58)$$

- f. Kontrol tiang pancang  
 $P_{max} \leq P_{ijjin}$   
 $P_{min} \leq P_{ijjin}$   
 $P_{max} \leq P_{kelompok}$

**3.7.6.3 Poer**

- a. Penulangan lentur poer
- Rencanakan ketinggian poer (h)
  - Tentukan momen yang terjadi  

$$M_u = (P \cdot x) - (1/2 \cdot q \cdot l) \dots\dots\dots(3-59)$$
  - Hitung nilai Rn

$$Rn = \frac{M_u}{b \cdot d^2} \dots\dots\dots(3-60)$$

- Hitung tulangan minimum poer

$$\rho_{min} = \frac{1,4}{f_y} \dots\dots\dots(3-61)$$

- Hitung tulangan maksimum poer

$$\rho_{max} = 0,75 \cdot \frac{0,85 \cdot \beta \cdot f_c'}{f_y} \cdot \left( \frac{600}{600 + f_y} \right) \dots\dots\dots(3-62)$$

- Hitung nilai m

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f_c'} \dots\dots\dots(3-63)$$

- Hitung kebutuhan tulangan poer

$$\rho_{perlu} = \frac{1}{m} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot Rn}{f_y}} \right) \dots\dots\dots(3-64)$$

b. Penulangan geser poer

Untuk perencanaan poer, nilai Vc harus diambil sebagai nilai terkecil dari persamaan berikut berdasarkan SNI 03-2847-2013, Pasal 11.1.2.1 (a), (b), (c):

$$V_c = 0,17 \cdot \left( 1 + \frac{2}{\beta} \right) \cdot \lambda \cdot \sqrt{f_c'} \cdot b \cdot d \dots\dots\dots(3-65)$$

$$V_c = 0,33 \cdot \lambda \cdot \sqrt{f_c'} \cdot b \cdot d \dots\dots\dots(3-66)$$

Cek kondisi perencanaan geser menurut SNI 03-2847-2013 Pasal 11.1.1, dimana:

$$\phi \cdot V_c \geq V_u$$

Apabila kondisi ini tidak terpenuhi, maka diperlukan pembesaran penampang.

c. Spasi tulangan geser maksimum

- Kondisi 3 (perlu tulangan geser minimum)

Apabila:

$$\phi \cdot V_c < V_u \leq (\phi \cdot V_c + \phi \cdot V_{Smin})$$

Dengan:

$$V_{Sperlu} = V_{Smin} \dots\dots\dots(3-67)$$

Luas tulangan geser minimum:

$$Av_{min} = \frac{bw \cdot s}{3 \cdot fy} \dots\dots\dots(3-68)$$

Spasi tulangan geser maksimum:

$$S_{maks} \leq d \leq 60 \text{ cm} \dots\dots\dots(3-69)$$

- Kondisi 4 (perlu tulangan geser)

Apabila:

$$\varphi \cdot (Vc + Vs_{min}) < Vu \leq \varphi \cdot \left( Vc + \frac{1}{3} \cdot \sqrt{fc'} \cdot bw \cdot d \right) \dots\dots\dots(3-70)$$

Dengan:

$$\varphi \cdot Vs_{perlu} = Vu - \varphi \cdot Vc \dots\dots\dots(3-71)$$

Luas tulangan geser minimum:

$$Av = \frac{Vs \cdot s}{fy \cdot d} \dots\dots\dots(3-72)$$

Spasi tulangan geser maksimum:

$$S_{maks} \leq \frac{d}{2} \leq 60 \text{ cm} \dots\dots\dots(3-73)$$

- Kondisi 5 (perlu tulangan geser)

Apabila:

$$\varphi \cdot \left( Vc + \frac{1}{3} \cdot \sqrt{fc'} \cdot bw \cdot d \right) < Vu \leq \varphi \cdot \left( Vc + \frac{2}{3} \sqrt{fc'} \cdot bw \cdot d \right) \dots\dots\dots(3-74)$$

Dengan:

$$\varphi \cdot Vs_{perlu} = Vu - \varphi \cdot Vc \dots\dots\dots(3-75)$$

Luas tulangan geser minimum:

$$Av = \frac{Vs \cdot s}{fy \cdot d} \dots\dots\dots(3-76)$$

Spasi tulangan geser maksimum:

$$S_{maks} \leq \frac{d}{4} \leq 30 \text{ cm} \dots\dots\dots(3-77)$$

d. Panjang penyaluran tulangan kolom

- Tulangan kondisi tarik berdasarkan SNI 03-2847-2013 Pasal 12.2.2, dimana sebagai berikut:

$$\left[ \frac{fy \cdot \Psi_c \cdot \Psi_e}{1,7 \cdot \lambda \cdot \sqrt{fc'}} \right] \cdot db \geq 300 \text{ mm} \dots\dots\dots(3-78)$$

- Tulangan kondisi tekan berdasarkan SNI 03-2847-2013 Pasal 12.3.2, dimana diambil yang terbesar sebagai berikut:  

$$\frac{0,24 \cdot f_y}{\lambda \cdot \sqrt{f_c'}} \cdot d_b \dots \dots \dots (3-79)$$

$$0,043 \cdot f_y \cdot d_b \dots \dots \dots (3-80)$$

- Tulangan lebih dihitung berdasarkan SNI 03-2847-2013 Pasal 12.3.3 (b), dimana sebagai berikut:  

$$\frac{A_{s_{perlu}}}{A_{s_{pasang}}} \cdot \lambda d \dots \dots \dots (3-81)$$

Dimana berdasarkan SNI 03-2847-2013 Pasal 12.2.4 (c) dan (d), nilai  $\lambda$  adalah:

- Bila menggunakan beton normal,  $\lambda = 1,0$ .
- Bila menggunakan beton ringan, nilai  $\lambda$  tidak boleh melebihi 0,75.

e. Kontrol geser pons poer

- Geser satu arah, maka:  
 - Tentukan beban poer, dimana:  

$$qt = \frac{P}{A_g} \dots \dots \dots (3-82)$$

- Tentukan luasan tributary akibat geser satu arah
- Kontrol tebal poer (d) berdasarkan gaya geser satu arah
- Tentukan beban ultimate poer, dimana:  

$$qu = \frac{\sum P}{A_g} \dots \dots \dots (3-83)$$

- $V_u = qu \times (\text{luas total poer} - \text{luas pons})$
- Kontrol perlu tulangan geser, bila:  
 $\phi \cdot V_c > V_u \rightarrow$  tidak perlu tulangan geser  
 $\phi \cdot V_c < V_u \rightarrow$  perlu tulangan geser

- Geser dua arah, maka:  
 Kontrol kemampuan beton berdasarkan SNI 03-2847-2013 Pasal 11.1.2.1 (a), (b), dan (c) dimana sebagai berikut:

$$V_c = 0,17 \cdot \left(1 + \frac{2}{\beta}\right) \cdot \lambda \cdot \sqrt{f_c'} \cdot b_w \cdot d \dots \dots \dots (3-84)$$

$$V_c = 0,083 \cdot \left(2 + \frac{a_s \cdot d}{b_w}\right) \cdot \lambda \cdot \sqrt{f_c'} \cdot b_w \cdot d \dots \dots \dots (3-85)$$

Dimana:

as = 40, untuk kolom interior

as = 30, untuk kolom tepi

as = 20, untuk kolom sudut

$$Vc = 0,33 \cdot \lambda \cdot \sqrt{f'c'} \cdot b_w \cdot d \dots \dots \dots (3-86)$$

Dimana :

$\beta$  = rasio dari sisi panjang terhadap sisi pendek poer

$b_w$  = keliling dari penampang kritis





## BAB IV

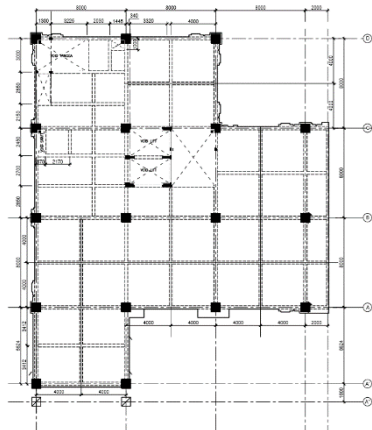
### PRELIMINARY DESIGN

#### 4.1 Data Preliminary Design

Data untuk struktur gedung beton bertulang ini adalah sebagai berikut:

Tipe bangunan	: Gedung perkantoran
Letak bangunan	: Pusat Kota Surabaya
Lebar bangunan	: 30,824 m
Panjang bangunan	: 26 m
Tinggi bangunan	: 28 m
Mutu beton	: 35 Mpa
Mutu baja	: -ulir 400 Mpa (BJTD U40) -polos 240 Mpa (BJTD U24)

Gambar :



**Gambar 4.1** Denah bangunan eksisting

## 4.2 Preliminary Balok

Preliminary desain balok bertujuan untuk memperkirakan lebar dan tinggi balok. Tinggi minimum balok ( $h_{min}$ ) tanpa memperhitungkan lendutan ditentukan pada Tabel 3.3 dimana tinggi minimum untuk balok tertumpu sederhana adalah:

$$h_{min} = \frac{l}{16}$$

Sedangkan untuk tinggi minimum balok anak adalah:

$$h_{min} = \frac{l}{21}$$

Sedangkan untuk tinggi minimum balok kantilever adalah:

$$h_{min} = \frac{l}{8}$$

Dengan catatan, untuk nilai  $f_y$  selain 420 Mpa, nilainya harus dikalikan dengan  $(0,4 + f_y/700)$ , sehingga untuk mutu baja 400 Mpa nilai  $h_{min}$  adalah:

$$h_{min} = \frac{l}{16} \times \left(0,4 + \frac{400}{700}\right)$$

Sedangkan untuk lebar balok diestimasikan berkisar antara 1/2 sampai 2/3 dari tinggi balok.

### 4.2.1 Preliminary balok induk memanjang (8m/Lt 2-8)

1. Tinggi balok (h)

$$h_{min} = \frac{800}{14} \times \left(0,4 + \frac{400}{700}\right) = 55,5 \text{ cm} \sim 60 \text{ cm}$$

Maka digunakan tinggi (h) untuk balok yaitu 60 cm.

2. Lebar balok (b)

$$b = \frac{2}{3} \cdot h = \frac{2}{3} \cdot 60 \text{ cm} = 40 \text{ cm}$$

Maka digunakan lebar (b) untuk balok yaitu 40 cm. Sehingga dimensi untuk balok induk memanjang adalah 40 cm x 60 cm.

#### 4.2.2 Preliminary balok induk melintang (8m/Lt 2-8)

1. Tinggi balok (h)

$$h_{min} = \frac{800}{14} \times \left(0,4 + \frac{400}{700}\right) = 55,5 \text{ cm} \sim 60 \text{ cm}$$

Maka digunakan tinggi (h) untuk balok yaitu 60 cm.

2. Lebar balok (b)

$$b = \frac{2}{3} \cdot h = \frac{2}{3} \cdot 60 \text{ cm} = 40 \text{ cm}$$

Maka digunakan lebar (b) untuk balok yaitu 40 cm.

Sehingga dimensi untuk balok induk melintang adalah 40 cm x 60 cm.

#### 4.2.3 Preliminary balok anak

1. Tinggi balok (h)

$$h_{min} = \frac{500}{21} \times \left(0,4 + \frac{400}{700}\right) = 23,1 \text{ cm} \sim 40 \text{ cm}$$

Maka digunakan tinggi (h) untuk balok yaitu 40 cm.

2. Lebar balok (b)

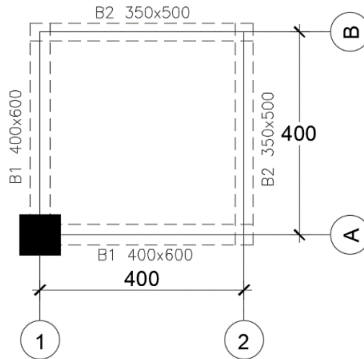
$$b = \frac{2}{3} \cdot h = \frac{2}{3} \cdot 30 \text{ cm} = 30 \text{ cm}$$

Maka digunakan lebar (b) untuk balok yaitu 30 cm.

Sehingga dimensi untuk balok anak adalah 30 cm x 40 cm.

### 4.3 Preliminary Plat

Untuk menentukan tebal plat, maka diambil satu macam plat:



**Gambar 4.2** Plat tipe A

Bentang bersih sumbu panjang ( $L_n$ ):

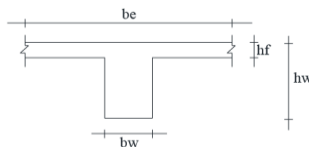
$$L_n = 4000 - \frac{400}{2} - \frac{400}{2} = 3600 \text{ mm}$$

Bentang bersih sumbu pendek ( $S_n$ ):

$$S_n = 4000 - \frac{400}{2} - \frac{400}{2} = 3600 \text{ mm}$$

$$B = \frac{L_n}{S_n} = \frac{3600}{3600} = 1.0 < 2.0 \text{ (plat dua arah)}$$

Menghitung Rasio Kekakuan ( $\alpha$ ) Balok Induk Memanjang dan Balok Induk Melintang terhadap plat ( $\alpha_m$ ):



**Gambar 4.3** Lebar efektif plat

Lebar balok (bw) : 40 cm

Tinggi balok (hw) : 60 cm

Asumsi tebal pelat (hf) : 12 cm

Maka lebar efektif,

$$be = bw + 8 hf = 40 + 8(12) = 136 \text{ cm}$$

$$be = bw + 2 hb = 40 + 2(hw-hf) = 136 \text{ cm}$$

Maka digunakan be minimum sebesar 136 cm.

Mencari nilai K,

$$K = \frac{1 + \left(\frac{be}{bw} - 1\right) x \left(\frac{hf}{hw}\right) x \left[4 - 6\left(\frac{hf}{hw}\right) + 4\left(\frac{hf}{hw}\right)^2 + \left(\frac{be}{bw} - 1\right) x \left(\frac{hf}{hw}\right)^3\right]}{1 + \left(\frac{be}{bw} - 1\right) x \left(\frac{hf}{hw}\right)}$$

$$K = \frac{1 + \left(\frac{136}{40} - 1\right) x \left(\frac{12}{60}\right) x \left[4 - 6\left(\frac{12}{60}\right) + 4\left(\frac{12}{60}\right)^2 + \left(\frac{136}{40} - 1\right) x \left(\frac{12}{60}\right)^3\right]}{1 + \left(\frac{136}{40} - 1\right) x \left(\frac{12}{60}\right)}$$

$$K = 1,642$$

Momen inersia balok:

$$I_{balok} = k \frac{bw \cdot h^3}{12} = 1,642 \frac{40 \cdot 60^3}{12} = 1182169.9 \text{ cm}^4$$

Momen inersia pelat :

$$I_{plat} = \frac{bp \cdot t^3}{12} = \frac{400 \cdot 12^3}{12} = 57600 \text{ cm}^4$$

Rasio kekakuan balok terhadap pelat adalah

$$\alpha_m = \frac{I_{balok}}{I_{plat}} = \frac{1182169.9}{57600} = 20.5$$

Menghitung rata-rata rasio kekakuan :

$$\alpha_m = \frac{\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 + \alpha_4}{4}$$

$$\alpha_m = \frac{20.5+20.5+20.5+20.5}{4} = 20.5$$

Penentuan tebal minimum plat (h min): Karena nilai  $\alpha_m > 2,0$ ; maka dipakai persamaan (2) yakni :

$$h = \frac{Ln\left(0,80 + \frac{fy}{1400}\right)}{36+9\beta} = \frac{3600\left(0,80 + \frac{400}{1400}\right)}{36+9(1)} = 87.34 \text{ mm}$$

Sehingga dipakai tebal plat (hf) = 12 cm.

#### 4.4 Preliminary Kolom

Untuk membuat sifat struktur menjadi “strong column, weak beam”, maka untuk preliminary dimensi kolom adalah sebagai berikut:

$$\frac{L_{Kolom}}{I_{Kolom}} \geq \frac{L_{Balok}}{I_{Balok}}$$

Direncanakan kolom  $b = h$ , maka  $I_{kolom} = '1/12.h^4$

$$h_{\min kolom} = \sqrt[4]{\frac{L_{kolom} \cdot I_{balok} \cdot 12}{L_{balok}}} = \sqrt[4]{\frac{400 \cdot 720000 \cdot 12}{800}} = 45.59 \text{ cm}$$

$$B_{Kolom} = 45.59 \text{ cm}$$

Sehingga, dipakai dua tipe kolom dengan dimensi 50cm x 50cm dan 70cm x 70cm.

#### 4.5 Perencanaan Tangga

Struktur tangga akan direncanakan dengan bantuan program SAP2000. Adapun data-data yang diinput ke dalam program adalah sebagai berikut:

- Perletakan : Jepit – Bebas – Jepit
- Pembebanan : Dead Load (DL) dan Live Load (LL)  
yang besarnya sesuai dengan pembebanan tangga.
- Kombinasi : 1,2 DL + 1,6 LL

- Distribusi : *Uniform to shell load* (untuk semua beban DL dan LL)

1. Data-data perencanaan

- Lebar injakan (i) = 0,3 m
- Tinggi tanjakan (t) = 0,182 m
- Tinggi tangga = 4,0 m
- Tinggi bordes = 2,0 m
- Panjang anak tangga mendatar = 315,5 cm
- Lebar bordes = 1,805 m
- Lebar tangga = 1,76 m

2. Perhitungan perencanaan

a. Panjang miring tangga

$$L = \sqrt{\text{tinggi bordes}^2 + \text{panjang tangga}^2}$$

$$L = \sqrt{(200\text{cm})^2 + (316.5\text{cm})^2}$$

$$L = 374.5 \text{ cm}$$

b. Jumlah tanjakan

$$N_t = \frac{\text{Tinggi Bordes}}{\text{Tinggi Tanjakan}} = \frac{200}{18.2} = 11 \text{ buah}$$

c. Jumlah injakan

$$N_i = N_t - 1 = 11 - 1 = 10 \text{ buah}$$

d. Sudut kemiringan

$$\alpha = \text{arc.tan} \left( \frac{t}{i} \right)$$

$$\alpha = \text{arc.tan} \left( \frac{18.2}{30} \right) = 31.24^\circ$$

e. Syarat sudut kemiringan

$$25^\circ \leq \alpha \leq 40^\circ$$

$$25^{\circ} \leq 31.24^{\circ} \leq 40^{\circ} \quad (\text{Memenuhi})$$

f. Tebal plat tangga

$$L_{nx} = 176 \text{ cm}$$

$$L_{ny} = 374.5 \text{ cm}$$

$$\beta = \frac{L_{ny}}{L_{nx}} = \frac{374.5}{176} = 2.13 \text{ (Plat Satu Arah)}$$

Berdasarkan SNI 2847-2013, plat satu arah :

$$H_{min} = \frac{l}{28} \left( 0.4 + \frac{fy}{700} \right) = \frac{3745}{28} \left( 0.4 + \frac{400}{700} \right) = 130 \text{ mm}$$

Maka dipakai tebal Plat Rencana = 140 mm (**Memenuhi**)

#### 4.6 Perencanaan Balok Lift

Perencanaan balok lift sangat diperlukan karena berhubungan dengan menopang beban berupa mesin lift. Untuk perencanaan balok lift, sama dengan balok lainnya dengan menggunakan SNI 2847-2013 tabel 9.7 dengan:

$$H_{min} = \frac{l}{16} \left( 0.4 + \frac{fy}{700} \right) \text{ mm}$$

$$H_{min} = \frac{4000}{16} \left( 0.4 + \frac{400}{700} \right) \text{ mm}$$

$$H_{min} = 242.85 \text{ mm}$$

$$B_{min} = \frac{2}{3} \times H_{min}$$

$$B_{min} = \frac{2}{3} \times 242.85$$

$$B_{min} = 161.9 \text{ mm}$$

Untuk dimensi balok lift yang digunakan adalah

$$b \times h = \mathbf{350 \times 500 \text{ mm.}}$$



#### 4.7 Rekapitulasi Preliminary Design

Preliminary desing yang kami gunakan menyesuaikan hasil dari SAP2000. Adapun rekapitulasinya adalah sebagai berikut:

**Tabel 4.1** Tabel rekapitulasi *preliminary design*

NO	ELEMEN	DIMENSI		SATUAN
1	Balok Induk Memanjang	40	60	Cm
2	Balok Induk Melintang	40	60	Cm
5	Balok Anak Memanjang	30	40	Cm
6	Balok Anak Melintang	30	40	Cm
7	Balok Lift	35	50	Cm
9	Kolom 1 (K1)	70	70	Cm
10	Kolom 2 (K2)	50	50	Cm
11	Pelat Lantai	12		Cm
12	Pelat Tangga	14		Cm



## BAB V

### ANALISA PEMBEBANAN

#### 5.1 Beban Gravitasi

Beban Gravitasi adalah beban yang bekerja dalam suatu struktur bangunan searah dengan arah gravitasi dengan rincian beban yang sudah tertera pada SNI 1727-2013 dan brosur material yang ada pada pasaran dan akan diterapkan pada permodelan pada SAP 2000 v14.2.2.

#### 5.2 Beban Mati (DL)

Beban mati ialah berat yang terdiri dari berat elemen struktur dari suatu bangunan serta perabotan permanen yang ada pada gedung seperti dinding, lantai atap, plafond. dan untuk beban mati terdiri dari 2 macam, antara lain:

1. Berat sendiri (*self weight/ dead load*):

BJ Beton:  $24 \text{ kN/m}^3 = 2400 \text{ kg/m}^3$

Berat mati tambahan (*superimposed dead load*):

##### a. Berat dinding:

- bata ringan:  $600 \text{ kg/m}^3$  (Brosur CITICON®)
- plester D200:  $20 \text{ kg/m}^2$  per 10 mm (Brosur)
- acian NP S540:  $3 \text{ kg/m}^2$  per 2 mm.

Dimana untuk tebal 0,15 m dan tinggi 4 m adalah:

$$600 \text{ kg/m}^3 \times 0,15 \text{ m} \times 4,0 \text{ m} = 360 \text{ kg/m}$$

Beban pada pelat:  $\frac{360 \text{ kg/m}}{4 \text{ m}} = 90 \text{ kg/m}^2$

- b. **Berat keramik + spesi:**  $110 \text{ kg/m}^2$
- c. **Berat ducting mechanical:**  $19 \text{ kg/m}^2$
- d. **Berat plafond:**  $0,086 \text{ kN/m}^2$  (Brosur KALSI) =  $8,6 \text{ kg/m}^2$
- e. **Berat penggantung plafond:**  $0,10 \text{ kN/m}^2 = 10 \text{ kg/m}^2$
- f. **Berat lapisan waterproofing:**  $0,05 \text{ kN/m}$
- g. **Berat terpusat pada balok lift:**

Merk/Manufaktur : Hitachi

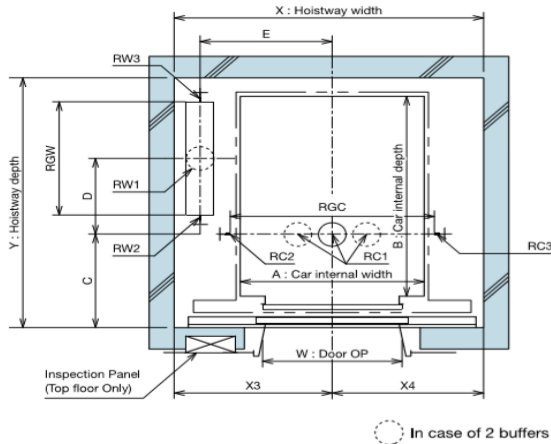
Type Lift : UAG Series SN1

Detail dan spesifikasi :

**Tabel 5.1** Spesifikasi lift hitachi

Load (kg)	Car Internal Size AxB (mm)	Pit reaction loading (kN)					
		car side			counterweight side		
		RC1	RC2	RC3	RW1	RW2	RW3
1050	1600 x 1400	98	46(302,5)	37,5(294)	77	20(270,5)	32,5(289)

**Passenger (2PCO)**



**Hoistway dimension and Pit reaction loading**

**Gambar 5.1** Detail lift Hitachi

**5.3 Beban Hidup (LL)**

Beban Hidup (LL) Beban hidup terdiri dari beban yang diakibatkan oleh pemakaian gedung dan tidak termasuk beban mati, beban konstruksi atau beban akibat fenomena alam. Tergantung fungsi ruang, maka beban hidup dapat di bedakan sesuai dengan SNI 03-1727-2013 Tabel 4.1 sebagai berikut:

**Tabel 5.2** Beban hidup

Fungsi ruang	Berat (Kg/ m <sup>2</sup> )	Sumber
Kantor	240 kg/m <sup>2</sup>	SNI 1727-2013 Tabel 4.1
Ruang Pertemuan	479 kg/m <sup>2</sup>	
Lantai Atap	96 kg/m <sup>2</sup>	
Beban bordes dan anak tangga	479 kg/m <sup>2</sup>	

#### 5.4 Beban Angin

Bangunan gedung dan struktur lain termasuk Sistem Penahan Beban Angin Utama (SPBAU) harus dirancang dan dilaksanakan untuk menahan beban angin sesuai dengan SNI 03-1727-2013. Beban angin dinding maksimum dan minimum yang terjadi akan didistribusikan pada kolom. Berikut tahapan perhitungan beban angin yang terjadi pada struktur bangunan:

1. Kategori risiko bangunan

Sesuai tabel 1.5-1 SNI 1727 2013, bangunan Gedung DPRD Kota Surabaya termasuk ke dalam kategori risiko II (Perkantoran).

2. Kecepatan angin dasar

Berdasarkan kondisi daerah Surabaya, kategori eksposur yang digunakan dalam perhitungan beban angin adalah Kategori Eksposur B (Pasal 26.7.2). Penentuan kecepatan angin dasar (V)

untuk daerah Surabaya mengacu pada BMKG Surabaya dengan kecepatan angin( $V$ ) maksimum=30 Knot atau 15,43 m/s.

Bulan/Month	Arah Terbanyak/ Mostly Directional	Kecepatan Rata - rata/ Speed Average (Knot)	Kecepatan Angin Maksimum			
			Arah/ Direction	Kecepatan/ VeloMunicipality	Jam/ Hours (BBW)	Tanggal/ Date
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
Januari/January	Barat Laut	5	340	30	11:20	23
Pebruari/February	Barat Laut	5	300	19	17:10	29
Maret/March	Utara	5	300	18	14:10	1
April/April	Timur	6	90	21	9:30	15
Mei/May	Timur	4	100	16	12:10	2
Juni/June	Timur	2	100	8	11:40	3
Juli/July	Timur	3	110	8	14:10	6
Agustus/August	Timur	3	100	8	14:40	10
September/September	Timur - Tenggara	4	130	20	9:40	7
Oktober/October	Timur - Tenggara	4	60	22	17:40	9
Nopember/Nopember	Timur Laut	3	60	21	13:10	28
Desember/December	Barat - Barat Laut	4	190	18	19:50	26

**Gambar 5.2** Kecepatan angin pada Kota Surabaya, Jawa Timur

3. Parameter beban angin
  - Faktor arah angin ( $K_d$ ) = 0,85
  - Kategori exposure = B
  - Faktor topografi ( $K_{zt}$ ) = 1
  - Faktor efek tiupan angin ( $G$ ) = 0,85
  - Kategori ketertutupan = bangunan tertutup
  
4. Koefisien tekanan internal ( $G_{cpi}$ )

**Tabel 5.3** klasifikasi ketertutupan bangunan

Klasifikasi Ketertutupan	( $G_{cpi}$ )
Bangunan gedung terbuka	0.00
Bangunan gedung tertutup sebagian	+0.55 -0.55
Bangunan gedung tertutup	+0.18 -0.18

Berdasarkan tabel tersebut, didapatkan  $G_{pi} = + 0.18$  dan  $- 0.18$ . Tanda positif dan negatif menandakan tekanan yang bekerja menuju dan menjauhi dari permukaan internal.

5. Kategori eksposur

Menentukan Nilai Koefisien Eksposur,  $K_z$ . Dari (SNI 1727-2013 Tabel 26.9-1) didapatkan nilai  $\alpha = 7$  dan  $Z_g = 365,76$  m. Jika ketinggian untuk kolom bangunan,  $z = 28$  meter, maka:

$$K_z = 2.01 \left( \frac{z}{z_g} \right)^{\frac{2}{\alpha}} = 2.01 \left( \frac{28m}{365,76m} \right)^{\frac{2}{7}} = 0,965$$

6. Menentukan tekanan velositas ( $q_z$ )

$$q_z = 0.613 \times K_z \times K_{zt} \times K_d \times V^2 \text{ (N/m}^2\text{)}$$

$$q_z = 0.613 \times 0,965 \times 1 \times 0.85 \times 15,43^2 = 119,7 \text{ N/m}^2$$

$$q_z = 11,97 \text{ kg/m}^2$$

$$q_h = 0.613 \times K_h \times K_{zt} \times K_d \times V^2 \text{ (N/m}^2\text{)}$$

$$q_h = 0.613 \times 0,966 \times 1 \times 0.85 \times 15,43^2$$

$$q_h = 119,9 \text{ N/m}^2$$

$$q_h = 11,99 \text{ kg/m}^2$$

7. Koefisien tekanan eksternal

Panjang bangunan,  $L = 30,824$  m

Lebar bangunan,  $B = 26$  m

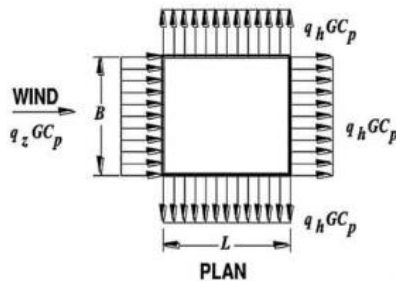
$$\frac{L}{B} = \frac{30,824}{26} = 1,185$$

**Tabel 5.4** Koefisien tekan dinding ( $C_p$ )

Koefisien tekan dinding, $C_p$			
Permukaan	L/B	$C_p$	Digunakan dengan
Dinding di sisi angin datang	Seluruh nilai	0.8	$q_z$
Dinding di sisi angin pergi	0-1	-0.5	$q_h$
	2	-0.3	
	$\geq 4$	-0.2	
Dinding tepi	Seluruh nilai	-0.7	$q_h$

Berdasarkan tabel diatas, didapatkan  $C_p = 0.8$  untuk angin tekan,  $C_p = -0.5$  untuk angin hisap, dan  $C_p = -0.7$  untuk dinding tepi.

8. Hitung tekanan angin ( $P$ ) pada bangunan

**Gambar 5.3** Pengaruh angin pada dinding

Berdasarkan gambar di atas, beban angin yang ada pada kolom adalah sebagai berikut:

$$q_z = 3,04 \text{ kg/m}^2$$

$$G = 0.85$$

$$C_p = 0.8 \text{ (tekan), } -0.5 \text{ (hisap), } -0.7 \text{ (tepi)}$$

$$GC_{pi} = 0.18 \text{ (tekan), } -0.18 \text{ (hisap)}$$



$$\begin{aligned} \text{Arah angin datang} &= q_z \cdot G \cdot C_p \\ &= 11,97 \times 0,85 \times 0,8 = 8,14 \text{ Kg/m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Arah angin tepi} &= q_h \cdot G \cdot C_p \\ &= 11,99 \times 0,85 \times (-0,7) = -7,13 \text{ Kg/m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Arah angin pergi} &= q_h \cdot G \cdot C_p \\ &= 11,99 \times 0,85 \times (-0,5) = -5,09 \text{ Kg/m}^2 \end{aligned}$$

Maka untuk rekapitulasi beban angin yang terjadi pada setiap angin yang datang, pergi dan tepi adalah:

**Tabel 5.5** Rekapitulasi tekanan angin

Permukaan	Cp	Digunakan dengan		P	
Dinding di sisi angin datang	0.8	$q_z = 8,14$	kg/m <sup>2</sup>	5,5	kg/m <sup>2</sup>
Dinding di sisi angin pergi	-0.5	$q_h = 5,09$	kg/m <sup>2</sup>	2,17	kg/m <sup>2</sup>
Dinding tepi	-0.7	$q_h = 7,13$	kg/m <sup>2</sup>	4.24	kg/m <sup>2</sup>

**Tabel 5.6** Rekapitulasi beban angin

Lantai Bangunan	Tinggi bangunan (m)	Zg (m)	$\alpha$	Kz	qz atau qh	qz.G.Cp	qh.G.Cp	qh.G.Cp
					(N/m <sup>2</sup> )	Datang	Tepi	Pergi
						kg/m <sup>2</sup>	kg/m <sup>2</sup>	kg/m <sup>2</sup>
1	4	365.8	7.0	0.553	68.65	4.67	-4.08	-2.92
2	8	365.8	7.0	0.674	83.69	5.69	-4.98	-3.56
3	12	365.8	7.0	0.757	93.97	6.39	-5.59	-3.99
4	16	365.8	7.0	0.822	102.02	6.94	-6.07	-4.34
5	20	365.8	7.0	0.876	108.74	7.39	-6.47	-4.62
6	24	365.8	7.0	0.923	114.55	7.79	-6.82	-4.87
7	28	365.8	7.0	0.965	119.71	8.14	-7.12	-5.09

Berdasarkan SNI 03-1727-2013 Pasal 27.1.5, beban angin desain minimum adalah = 0,77 kN/m<sup>2</sup> = 77 kg/m<sup>2</sup> untuk dinding bangunan dan 0,38 kN/m<sup>2</sup> = 38 kg/m<sup>2</sup> untuk luas atap bangunan gedung. Sehingga untuk pembebanan angin yang terjadi adalah:

**Tabel 5.7** Rekapitulasi beban angin yang terjadi

Lantai Bangunan	Tinggi bangunan (m)	Zg (m)	qz atau qh	qz.G.Cp	qh.G.Cp	qh.G.Cp
			(N/m <sup>2</sup> )	Datang	Tepi	Pergi
				kg/m <sup>2</sup>	kg/m <sup>2</sup>	kg/m <sup>2</sup>
1	4	365.8	68.65	77.00	-77.0	-77.0
2	8	365.8	83.69	77.00	-77.0	-77.0
3	12	365.8	93.97	77.00	-77.0	-77.0
4	16	365.8	102.02	77.00	-77.0	-77.0
5	20	365.8	108.74	77.00	-77.0	-77.0
6	24	365.8	114.55	77.00	-77.0	-77.0
7	28	365.8	119.71	77.00	-77.0	-77.0

## 5.5 Beban Gempa

Peninjauan beban gempa pada perencanaan struktur bangunan ini ditinjau secara analisa dinamis 3 dimensi. Fungsi respons spektrum ditetapkan sesuai peta wilayah gempa daerah di Surabaya. Berikut merupakan tahapan perhitungan beban gempa yang terjadi pada bangunan:

### 5.5.1 Menentukan Kategori Risiko Bangunan Gedung

Berdasarkan SNI 03-1726-2012 Tabel 1, bangunan yang didesain untuk perkantoran masuk ke dalam kategori risiko II.

### 5.5.2 Menentukan Faktor Keutamaan

Gempa Berdasarkan SNI 03-1726-2012 Tabel 2 dan kategori risiko yang didapat maka dapat ditentukan faktor keutamaan gempa yakni  $I_e = 1,0$ .

### 5.5.3 Menentukan Kelas Situs

Hasil tes tanah dengan kedalaman 30 m pada tanah setempat (Jl. Yos Sudarso, Surabaya) :

**Tabel 5.8** Data tanah Jl. Yos Sudarso Surabaya

Data Tanah					
Lapisan	Jenis Lapisan	Kedalaman Antara	Tebal Lapisan (d)	Nilai N-SPT Rata-rata (N)	d/N
Lapisan ke-1	Lempung berlanau berpasir	0 - 14,0	14	1.4	10
Lapisan ke-2	Pasir berlanau berkerikil	14,0 - 18,0	4	32	0.13

Lapisan ke-3	Lanau berpasir	18,0 - 21,0	3	39	0.08
Lapisan ke-4	Lempung berlanau berpasir kuning	21,0 - 30,0	9	31	0.29
Jumlah			30		10.49

#### 5.5.4 Menentukan Parameter Percepatan Gempa



**Gambar 5.4** Nilai  $S_1$ , percepatan batuan dasar pada periode 1 detik (SNI 03-1726-2012)



**Gambar 5.5** Nilai  $S_s$ , percepatan batuan dasar pada periode pendek (SNI 03-1726-2012)

Dari kedua gambar di atas diambil:

$$S_1 = 0,27$$

$$S_s = 06$$

### 5.5.5 Koefisien Situs

Berdasarkan SNI 1726-2012 Tabel 4 dan Tabel 5 dapat dicari nilai  $F_a$  dan  $F_v$  berdasarkan nilai  $S_s$  dan  $S_1$  diatas:

**Tabel 5.9** Koefisien situs,  $F_a$

Kelas Situs	Parameter respons spektral percepatan gempa terpetakan MCEr pada perioda pendek, $T = 0,2$ detik				
	$S_s < 0,25$	$S_s = 0,50$	$S_s = 0,75$	$S_s = 1,00$	$S_s > 1,25$
SA	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80
SB	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
SC	1.20	1.20	1.10	1.10	1.00
SD	1.60	1.40	1.20	1.10	1.00
SE	2.50	1.70	1.20	0.90	0.90
SF	Memerlukan investigasi spesifik dan analisis situs spesifik				

$$\text{Cara Interpolasi : } 1,7 - \frac{0,6-0,5}{0,75-0,5} x (1,7 - 1,2) = 1,5$$

Karena nilai  $S_s$  adalah 0,6 dan diantara 0,5 dan 0,75 maka harus dilakukan interpolasi dan didapatkan nilai  $f_a = 1,5$

**Tabel 5.10** Koefisien situs,  $F_v$ 

Kelas Situs	Parameter respons spektral percepatan gempa terpetakan MCEr pada periode pendek, $T = 1$ detik				
	$S1 < 0,10$	$S1 = 0,20$	$S1 = 0,30$	$S1 = 0,40$	$S1 > 0,50$
SA	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
SB	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
SC	1,70	1,60	1,50	1,40	1,30
SD	2,40	2,00	1,80	1,60	1,50
SE	3,50	3,20	2,80	2,40	2,40
SF	Memerlukan investigasi spesifik dan analisis situs spesifik				

Cara Interpolasi :  $3,2 - \frac{0,27-0,2}{0,30-0,2} \times (3,2 - 2,8) = 2,92$

Karena nilai  $S_s$  adalah 0,27 dan diantara 0,2 dan 0,3 maka harus dilakukan interpolasi dan didapatkan nilai  $f_v = 2,92$ .

### 5.5.6 Parameter Percepatan Desain Spektral

Setelah kita mendapatkan beberapa parameter diatas maka Berdasarkan SNI 03 1726-2012 Pers. 5 dan Pers. 6, didapatkan:

$$S_{MS} = F_a \times S_s = 1,5 \times 0,6 = 0,9$$

$$S_{M1} = F_v \times S_1 = 2,92 \times 0,27 = 0,79$$

Berdasarkan SNI 03-1726-2012 Pers. 7 dan Pers. 8, didapatkan bahwa:

$$S_{DS} = \frac{2}{3} \times S_{MS} = \frac{2}{3} \times 0,9 = 0,6$$

$$S_{D1} = \frac{2}{3} \times S_{M1} = \frac{2}{3} \times 0,79 = 0,525$$

### 5.5.7 Menentukan Kategori Desain Seismik (KDS)

**Tabel 5.11** KDS berdasarkan RS periode 1 detik

Nilai SDS	Kategori Risiko	
	I atau II atau III	IV
$SDS < 0,167$	A	A
$0,167 < SDS < 0,33$	B	C
$0,33 < SDS < 0,50$	C	D
$0,50 < SDS$	D	D

Berdasarkan SNI 03-1726-2012 Tabel 6 dan Tabel 7, untuk  $0,5 \leq S_{DS}$ ,  $0,2 \leq S_{D1}$ , dan kategori risiko II didapatkan kategori desain seismik D.

### 5.5.8 Parameter Struktur

Parameter struktur berdasarkan SNI 03-2847-2012 Tabel 9, untuk sistem pemikul momen khusus adalah:

1. Koefisien modifikasi respons ( $R$ ) = 8
2. Faktor kuat-lebih sistem ( $\Omega_0$ ) = 3
3. Faktor pembesaran defleksi ( $C_d$ ) = 5,5

### 5.5.9 Analisa Respons Spektrum

Berdasarkan SNI 03-1726-2012 Pasal 6.4 Pers. 9 dan 10, didapatkan bahwa:

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

$$T_0 = 0,2 \cdot \frac{0,525}{0,6} = 0.175$$

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

$$T_S = \frac{0,525}{0,6} = 0.876$$

Ketentuan untuk perhitungan respons spektrum:

1. Berdasar SNI 03 - 1726-2012 Pasal 6.4.(9) untuk  $T < T_0$ , nilai  $S_a$ :

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

$$S_a = 0,6 \cdot \left( 0,4 + 0,6 \cdot \frac{0}{0,175} \right) = 0,24$$

2. Berdasar SNI 03 - 1726-2012 Pasal 6.4 Untuk  $T \geq T_0$  dan  $T \leq T_s$ , nilai  $S_a = S_{DS}$ , Maka :

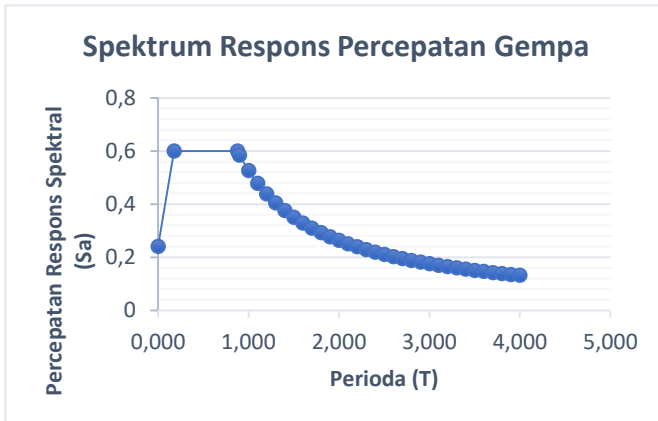
$$\text{Untuk } T = T_0 = 0,175; \text{ maka } S_a = 0,6$$

$$\text{Untuk } T = T_s = 0,876; \text{ maka } S_a = 0,6$$

3. Untuk nilai  $T > T_s$ , nilai  $S_a = \frac{S_{D1}}{T}$  (SNI 1726-2012 Pasal 6.4(3))

$$\text{Untuk } T = T_s + 0,1 = 0,876 + 0,1 = 0,976$$

$$\text{Maka } S_a = \frac{0,525}{0,976} = 0,538$$



**Gambar 5.6** Grafik respons spektrum design



## 5.6 Kombinasi Pembebanan

Pembebanan struktur beton harus mampi memikul semua beban kombinasi pembebanan di bawah ini berdasarkan SNI 03-1726-2012 Pasal 4.2:

1.  $1,4D$
2.  $1,2D + 1,6L + 0,5Lr$
3.  $1,2D + 1,6L + 0,5R$
4.  $1,2D + 1,6Lr + 1,0L$
5.  $1,2D + 1,6Lr + 0,5W$
6.  $1,2D + 1,0W + 1,0L + 0,5Lr$
7.  $1,2D + 1,0W + 1,0L + 0,5R$
8.  $0,9D + 1,0W$
9.  $1,2D + 1,0EX + 1,0L$
10.  $1,2D + 1,0EY + 1,0L$
11.  $0,9D + 1,0EX$
12.  $0,9D + 1,0EY$
13.  $(1,2 + 0,2.SDS)D + (1,0\rho)E + 1,0L$

Dimana nilai:

$$S_{DS} = 0,6$$

$$\rho = 1,3 \text{ (SNI 03-1726-2012 Pasal 7.3.4.2)}$$

$$\Omega_0 = 2,5$$

Keterangan: D : Beban Mati, Lr : Beban Hidup, Atap L : Beban Hidup, R : Beban Hujan, W : Beban Angin, E : Beban Gempa



# BAB VI

## ANALISA PERMODELAN

### 6.1 Permodelan Struktur dengan SRPM

Model undefromed shape struktur bangunan dengan SRPM di bawah ini merupakan permodelan yang dilakukan pada program bantu SAP2000 v.14. Langkah pertama adalah menentukan satuan lalu membuat grid bangunan dan Frame apa saja yang dibuat.

System Name: GLOBAL      Kgf. m. C

X Grid Data

Grid ID	Ordinate	Line Type	Visibility	Bubble Loc.	Bubble Loc.
1	A	0.	Primary	Show	End
2	A'	0.9	Primary	Show	End
3	A''	4.9	Primary	Show	End
4	B	8.9	Primary	Show	End
5	B'	12.9	Primary	Show	End
6	C	16.9	Primary	Show	End
7	D	20.9	Primary	Show	End
8	E	24.9	Primary	Show	End

Y Grid Data

Grid ID	Ordinate	Line Type	Visibility	Bubble Loc.	Bubble Loc.
1	1	0.	Primary	Show	Start
2	1'	0.9	Primary	Show	Start
3	2	4.3	Primary	Show	Start
4	2'	7.7	Primary	Show	Start
5	3	11.7	Primary	Show	Start
6	3'	15.7	Primary	Show	Start
7	BH1	18.55	Primary	Show	Start
8	BH3	19.7	Primary	Show	Start

Z Grid Data

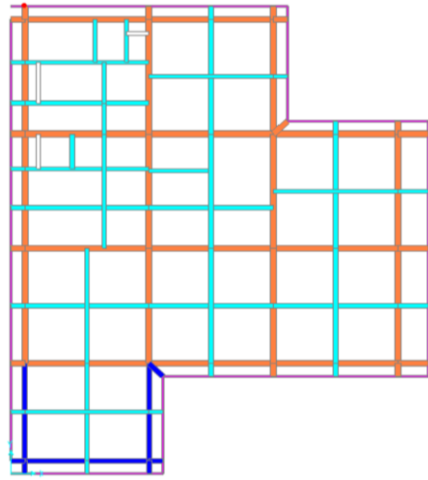
Grid ID	Ordinate	Line Type	Visibility	Bubble Loc.
1	Z1	0.	Primary	Show
2	Z1'	2.	Primary	Show
3	Z2	4.	Primary	Show
4	Z2'	6.	Primary	Show
5	Z3	8.	Primary	Show
6	Z3'	10.	Primary	Show
7	Z4	12.	Primary	Show
8	Z4'	14.	Primary	Show

**Gambar 6.1** Grid Bangunan

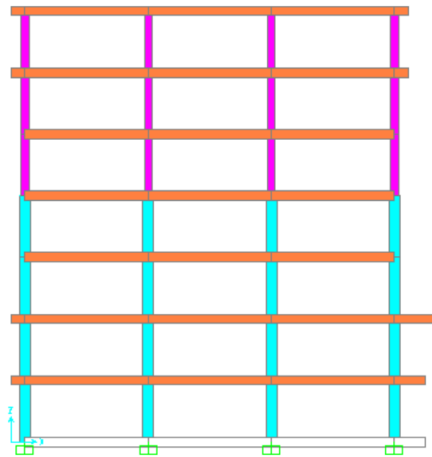
Frame Properties

<p>Properties</p> <p>Find this property:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>BA 30/40</li> <li><b>BA 30/40</b></li> <li>BB 20/30</li> <li>BI 35/50</li> <li>BJ 40/50</li> <li>BK 15/25</li> <li>BL 35/50</li> <li>BS 30/12</li> <li>K1 70/70</li> <li>K2 50/50</li> <li>K3 40/40</li> <li>K 15/15</li> <li>KL 50/50</li> </ul>	<p>Click to:</p> <p>Import New Property...</p> <p>Add New Property...</p> <p>Add Copy of Property...</p> <p>Modify/Show Property...</p> <p>Delete Property</p>
<p>OK</p>	<p>Cancel</p>

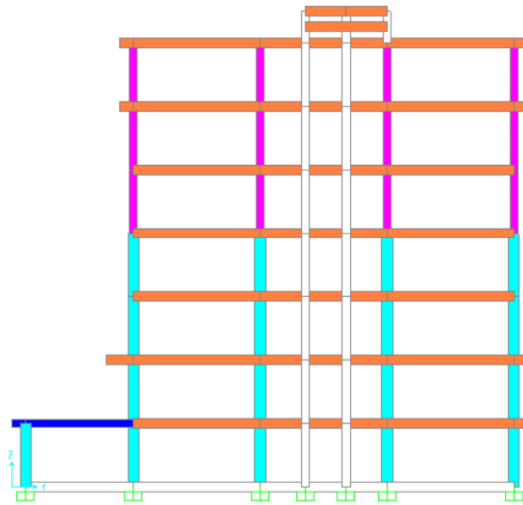
**Gambar 6.2** Frame Properties



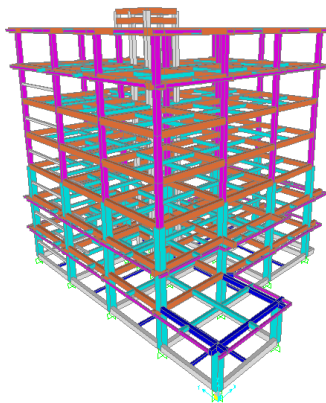
**Gambar 6.3** Tampak denah bangunan



**Gambar 6.4** Tampak potongan melintang bangunan



**Gambar 6.5** Tampak potongan memanjang bangunan

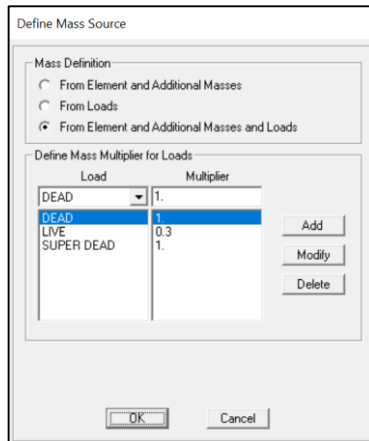


**Gambar 6.6** Permodelan 3D bangunan gedung DPRD Kota Surabaya dengan bantuan SAP2000

### 6.1.1 Besaran Massa

Besaran massa elemen struktur (mass source adalah massa struktur pada program bantu SAP 2000 v.14 yang digunakan pada perhitungan untuk analisa modal menggunakan pilihan “mass definition: from element and additional masses and loads” yang dimana berat sendiri akan dihitung oleh struktur sedangkan beban beban tambahan ditambahkan dengan pembesaran sesuai dengan jenis bebannya. Massa-massa beban yang dimasukkan adalah sebagai berikut:

1. Beban mati tambahan (keramik + spesi, dinding, plafon, penggantung plafon, lapisan waterproofing, dll) : Multiplier 1,0.
2. Beban hidup : Multiplier 0,3



**Gambar 6.7** Input besaran massa pada SAP2000 v.14

### 6.1.2 Peninjauan Arah Gaya Gempa

Untuk arah gempa dibagi 2 arah yaitu sebagai berikut:

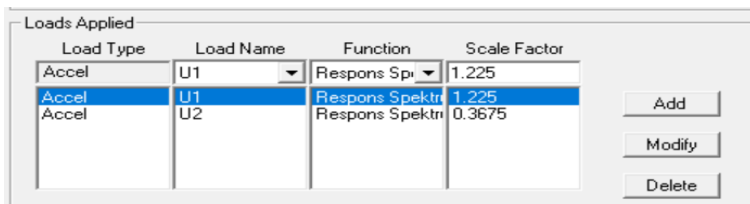
1. Gempa arah X : 100% Ex + 30% Ey
2. Gempa arah Y : 100% Ey + 30% Ex

### 6.1.3 Faktor Skala Gaya Beban Gempa Spektrum SAP2000 untuk SRPM

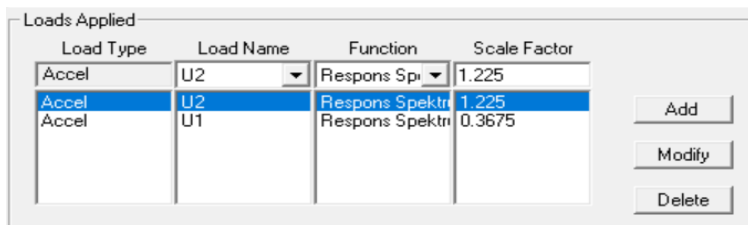
Faktor skala gaya diambil dari persamaan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Faktor pembebanan} &= \frac{I_e}{R} \times g \\ &= \frac{1}{8} \times 9.8 \text{m/s}^2 = 1.225 \end{aligned}$$

Faktor beban tersebut adalah untuk arah gempa yang ditinjau sedangkan untuk arah yang tegak lurus dari peninjauan gempa tersebut akan terkena gempa sebesar 30% dari arah gempa yang ditinjau sehingga faktor skala gaya pada arah tegak lurus yang ditinjau adalah  $0,3 \times 1,225 = 0,3675$



**Gambar 6.8** Gaya gempa arah X



**Gambar 6.9** Gaya gempa arah Y

### 6.1.4 Kontrol Periode Fundamental SRPM

Nilai T (waktu getar alami struktur) dibatasi oleh waktu getar alami fundamental untuk mencegah penggunaan struktur yang terlalu fleksibel dengan perumusan berdasarkan SNI 1726-2012 Tabel 15 sebagai batas bawah sebesar:

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

Dimana:

$h_n$  : Ketinggian struktur

$C_t$  : Parameter pendekatan tipe struktur

$x$  : Parameter pendekatan tipe struktur

**Tabel 6.1** Nilai parameter perioda pendekatan  $C_t$  dan  $x$

Tipe Struktur	$C_t$	$x$
Sistem rangka pemikul momen di mana rangka memikul 100 persen gaya gempa yang disyaratkan dan tidak dilingkup atau dihubungkan dengan komponen yang lebih kaku dan akan mencegah rangka dari defleksi jika dikenai gaya gempa:		
Rangka baja pemikul momen	0,0724 <sup>a</sup>	0,8
Rangka beton pemikul momen	0,0466 <sup>a</sup>	0,9
Rangka baja dengan bresing eksentris	0,0731 <sup>a</sup>	0,75
Rangka baja dengan bresing terkekang terhadap tekuk	0,0731 <sup>a</sup>	0,75
Semua sistem struktur lainnya	0,0488 <sup>a</sup>	0,75

Untuk nilai struktur beton SRPMK didapatkan nilai  $C_t = 0,0466$  dan  $x = 0,9$  sehingga:



$$T_a = 0,0466 \cdot (28m)^{0,9}$$

$$= 0,935 \text{ detik}$$

Dengan tinjauan batas atas perioda fundamental struktur mengacu pada SNI 1726-2012 tabel 14 sebesar:

**Tabel 6.2** Koefisien untuk batas atas pada perioda yang dihitung

<b>Parameter Percepatan Respons Spektral Desain pada 1 Detik, SD1</b>	<b>Koefisien Cu</b>
>0,4	1,4
0,3	1,4
0,2	1,5
0,15	1,6
<0,1	1,7

Karena nilai  $S_{D1} = 0,525 > 0,4$ , maka didapatkan nilai  $C_u = 1,4$  sehingga:

$$C_u \cdot T_a = 1,4 \cdot 0,935 = 1,309 \text{ detik}$$

Dari permodelan pada SAP2000 didapatkan:

**Tabel 6.3** Modal load participation ratio

<b>TABLE: Modal Load Participation Ratios</b>				
<b>OutputCase</b>	<b>ItemType</b>	<b>Item</b>	<b>Static</b>	<b>Dynamic</b>
Text	Text	Text	Percent	Percent
MODAL	Acceleration	UX	100	95.4926
MODAL	Acceleration	UY	100	94.5392

**Tabel 6.4** Periode struktur pada modal di program SAP2000 v.14

TABLE: Modal Periods And Frequencies						
OutputCase	StepType	StepNum	Period	Frequency	CircFreq	Eigenvalue
Text	Text	Unitless	Sec	Cyc/sec	rad/sec	rad2/sec2
MODAL	Mode	1	1.606	0.623	3.913	15.311
MODAL	Mode	2	1.547	0.646	4.061	16.494
MODAL	Mode	3	1.440	0.694	4.362	19.029
MODAL	Mode	4	0.560	1.784	11.210	125.670
MODAL	Mode	5	0.535	1.869	11.746	137.960
MODAL	Mode	6	0.369	2.711	17.033	290.110
MODAL	Mode	7	0.261	3.825	24.034	577.610
MODAL	Mode	8	0.218	4.586	28.817	830.430

Perbandingan nilai untuk periode fundamental struktur sebagai berikut:

$$T_a \leq T_c \leq C_u \cdot T_a$$

$$0,935 \text{ detik} \leq 1,606 \text{ detik} \leq 1,309 \text{ detik}$$

Cek nilai periode fundamental struktur yang diperoleh dari program analisa struktur ( $T_c$ ) :

1. Jika  $T_c > C_u \cdot T_a$ , maka  $T = C_u \cdot T_a$
2. Jika  $T_a < T_c < C_u \cdot T_a$ , maka  $T = T_c$
3. Jika  $T_c < T_a$ , maka  $T = T_a$

### 6.1.5 Kontrol Gaya Gempa Dasar Dinamis Struktur

Kontrol gaya dinamis struktur untuk melihat apakah gaya gempa yang dimasukkan dengan menggunakan respons spektrum berdasarkan SNI 03-1726-2012 Pasal 7.8.1. Untuk kontrol gaya gempa dasar dinamis koefisien  $C_s$  adalah sebagai berikut:

1. Nilai  $C_s$  minimum :

$$C_s \text{ min} = 0,044 \cdot S_{DS} \cdot I_e \geq 0,01$$

$$C_s \text{ min} = 0,044 \cdot 0,6 \cdot 1 \geq 0,01$$

$$C_s \text{ min} = 0,0264 \geq 0,01 \text{ (Memenuhi)}$$

2. Nilai  $C_s$  (ASCE 7-10,12.8-2) :

$$C_s = \frac{S_{DS}}{\left(\frac{R}{I}\right)} = \frac{0,6}{\left(\frac{8}{1}\right)} = 0,075$$

3. Nilai  $C_s$  max :

$$C_{s,max} = \frac{S_{D1}}{T \cdot \left(\frac{R}{I_e}\right)} = \frac{0,525}{1,309 \cdot \left(\frac{8}{1}\right)} = 0,05$$

$$C_{smin} < C_s < C_{smax}$$

$$0,0264 < 0,075 < 0,05$$

Sehingga pakai  $C_s = 0,05$

Untuk persamaan gaya geser dinamis struktur menggunakan persamaan (ASCE 7-10, 12.8-1) sebagai berikut :

$$V = C_s \times W_t$$

Dengan :

$C_s$  : Koefisien respons seismik

$W_t$  : Total beban mati, beban mati tambahan, beban hidup

Untuk  $W_t$  didapatkan dari program sebagai berikut:

**Tabel 6.5** Tabel base reaction di program SAP2000 v.14

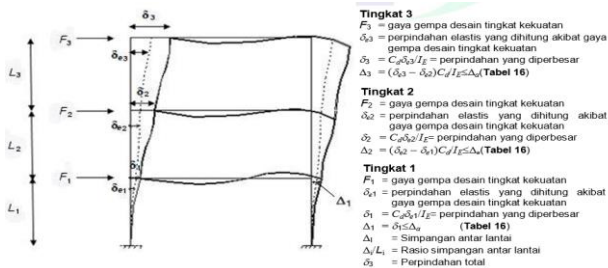
TABLE: Base Reactions				
OutputCase	CaseType	GlobalFX	GlobalFY	GlobalFZ
Text	Text	Kgf	Kgf	Kgf
1D + 1L	Combination	5.64E-09	2.84E-09	5200845.02

Maka berat struktur total adalah 7.032.431,6 Kg, didapatkan :

- Gaya gempa dasar arah x ( $V_x$ ) =  $0,05 \times 7.443.697 = 372.184,85 \text{ Kg}$   
 $0,85 V_x = 0,85 \times 372.184,85 \text{ kg} = 316.357,1225 \text{ kg}$
- Gaya gempa dasar arah y ( $V_y$ ) =  $0,05 \times 7.443.697 = 372.184,85 \text{ Kg}$   
 $0,85 V_y = 0,85 \times 372.184,85 \text{ kg} = 316.357,1225 \text{ kg}$

### 6.2 Pemeriksaan Simpangan Antar Lantai

Penentuan simpangan antar lantai tingkat desain ( $\Delta$ ) harus dihitung sebagai perbedaan defleksi pada pusat massa di tingkat teratas dan terbawah yang ditinjau. Untuk mengetahui besarnya simpangan antar lantai perlu dicari terlebih dahulu nilai perpindahan elastis,  $\delta_{xe}$  dari analisis struktur : setelah itu nilai  $\delta_{xe}$  dikalikan dengan faktor pembesaran  $C_d/I_e$ . Setelah itu dapat diketahui besarnya simpangan antar tingkat yang merupakan selisih nilai perpindahan elastis yang diperbesar pada suatu tingkat dengan nilai perpindahan elastis yang diperbesar pada tingkat di bawahnya. Nilai simpangan ini selanjutnya dikontrol terhadap batas simpangan. Defleksi pusat massa di tingkat x ( $\delta_x$ ) harus ditentukan sesuai dengan persamaan berdasarkan SNI 03-1726-2012 berikut:



**Gambar 6.10** Penentuan simpangan antar lantai

Berdasarkan pasal 7.8.6 rumus untuk penentuan simpangan antar lantai dapat didapatkan sebagai berikut:

$$\delta_x = \frac{Cd \times \delta_e}{I_e}$$

dengan :

$Cd$  = Faktor pembesaran defleksi = 5,5

$\delta_e$  = Defleksi pada lantai x yang ditentukan dengan analisis elastis

$I_e$  = faktor Keutamaan kategori Desain = 1

Untuk nilai simpangan antar lantai ijin,  $\Delta_i$ , berdasarkan SNI 03-1726-2012 Tabel 16 didapatkan yakni:

**Tabel 6.6** Simpangan antar lantai ijin,  $\Delta_i$

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 lantai 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 $h_{sx}$

Dengan tabel di atas didapatkan untuk  $\Delta_i = 0,020h$

**Tabel 6.7** Kontrol simpangan antar lantai portal gempa dinamis arah X

Lantai	$\delta_x$ SAP	Tinggi Lantai (mm)	$I_e$	$C_d$	$\Delta i$	Kontrol	
	(mm)				$\frac{\delta_2 - \delta_1 \times C_d}{I_e}$		
atap	40,52	4000	1	5,5	16,39	61,5	OK
7	37,54	4000	1	5,5	27,5	61,5	OK
6	32,54	4000	1	5,5	36,52	61,5	OK
5	25,9	4000	1	5,5	43,89	61,5	OK
4	17,92	4000	1	5,5	37,84	61,5	OK
3	11,04	4000	1	5,5	37,84	61,5	OK
2	4,16	4000	1	5,5	22,88	61,5	OK
1	0	4000	1	5,5	0	61,5	OK

**Tabel 6.8** Kontrol simpangan antar lantai portal gempa dinamis arah Y

Lantai	$\delta_x$ SAP	Tinggi Lantai (mm)	$I_e$	$C_d$	$\Delta i$	Kontrol	
	(mm)				$\frac{\delta_2 - \delta_1 \times C_d}{I_e}$		
atap	17,58	4000	1	5,5	6,875	61,5	OK
7	16,33	4000	1	5,5	12,265	61,5	OK
6	14,1	4000	1	5,5	16,72	61,5	OK
5	11,06	4000	1	5,5	19,8	61,5	OK
4	7,46	4000	1	5,5	16,17	61,5	OK
3	4,52	4000	1	5,5	15,62	61,5	OK
2	1,68	4000	1	5,5	9,24	61,5	OK
1	0	4000	1	5,5	0	61,5	OK

Dengan analisa permodelan dengan program bantu SAP 2000 v14.2.2 didapatkan bahwa permodelan sudah memenuhi dalam verifikasi perioda fundamental bangunan, kontrol gaya gempa dasar bangunan serta pemeriksaan simpangan. Selanjutnya perhitungan dapat diambil dari gaya dalam permodelan bangunan untuk mendesain struktur primer maupun sekunder.





## BAB VII

### DESAIN STRUKTUR SEKUNDER

#### 7.1 Perhitungan Struktur Plat Lantai

Struktur plat lantai yang dihitung pada bab ini merupakan plat yang dikelilingi oleh balok atau terjepit penuh pada keempat sisinya. Pelat yang dihitung berjenis pelat satu arah dan pelat dua arah. Plat ini digunakan pada lantai 2 hingga lantai atap.

##### 7.1.1 Pembebanan Struktur Plat Lantai

Beban yang dipikul pelat lantai adalah beban gravitasi berdasarkan rincian pembebanan pada bab analisa pembebanan yang mengacu pada ASCE 7.2002 dan SNI 1727-2013 dimana:

1. Beban mati (DL)
  - Berat sendiri (*selfweighht/dead load*):  
Berat sendiri plat =  $0,12 \text{ m} \times 2400 \text{ kg/m}^3 = 288 \text{ kg/m}^2$
  - Berat mati tambahan (*superimposed dead load*)

**Tabel 7.1** Berat mati tambahan

Jenis beban	Berat (Kg/m <sup>2</sup> )
Keramik + Spesi	66 kg/m <sup>2</sup>
Plafond kalsi 3mm	8,6 kg/m <sup>2</sup>
Penggantung plafond	10 kg/m <sup>2</sup>
<i>Ducting mechanical</i>	19 kg/m <sup>2</sup>
Lapisan <i>waterproof</i> *	5 kg/m <sup>2</sup>

\*) Hanya pada pelat lantai atap

2. Beban hidup (LL)  
Beban hidup diklasifikasikan menurut fungsi ruang masing-masing, sebagai berikut:

**Tabel 7.2** Berat hidup

Jenis beban	Berat (Kg/m <sup>2</sup> )
Meeting Room	479 kg/m <sup>2</sup>
Ruang Kantor	240 kg/m <sup>2</sup>
Beban Hidup Pekerja	100 kg/m <sup>2</sup>

3. Kombinasi pembebanan

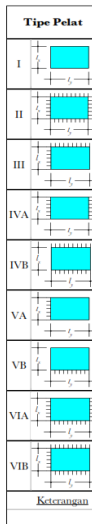
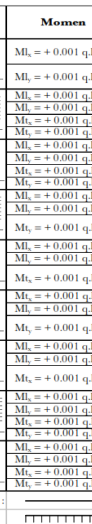
Pada perhitungan analisis struktur pelat, digunakan kombinasi beban ultimate **qU = 1,2DL + 1,6LL**.

**7.1.2 Analisis Struktur Plat Lantai**

Untuk analisa struktur plat lantai menggunakan tabel koefisien momen pada PBTI 1971 pada Pasal 13.3 tabel 13.3(1) sebagai berikut:

**Tabel 7.3** Rumus momen plat

Tipe Pelat	Momen	ly / ls																
		1.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	> 2.5
I	$M_{lx} = + 0.001 q_u l_x^2 X$	44	52	59	66	73	78	84	88	93	97	100	103	106	108	110	112	125
	$M_{ly} = + 0.001 q_u l_y^2 X$	44	45	45	44	44	43	41	40	39	38	37	36	35	34	33	32	25
II	$M_{lx} = + 0.001 q_u l_x^2 X$	21	25	28	31	34	36	37	38	40	40	41	41	41	42	42	42	42
	$M_{ly} = + 0.001 q_u l_y^2 X$	21	21	20	19	18	17	16	14	13	12	12	11	11	11	10	10	8
III	$M_{lx} = + 0.001 q_u l_x^2 X$	52	59	64	69	73	76	79	81	82	83	83	83	83	83	83	83	83
	$M_{ly} = + 0.001 q_u l_y^2 X$	32	34	36	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37
IV	$M_{lx} = + 0.001 q_u l_x^2 X$	28	33	38	42	45	48	51	53	55	57	58	59	59	60	61	61	63
	$M_{ly} = + 0.001 q_u l_y^2 X$	28	28	28	27	26	25	23	23	22	21	19	18	17	17	16	16	13
IVa	$M_{lx} = + 0.001 q_u l_x^2 X$	68	77	85	92	98	103	107	111	113	116	118	119	120	121	122	122	125
	$M_{ly} = + 0.001 q_u l_y^2 X$	68	72	74	76	77	77	78	78	78	78	79	79	79	79	79	79	79
IVb	$M_{lx} = + 0.001 q_u l_x^2 X$	22	28	34	42	49	55	62	68	74	80	85	89	93	97	100	103	125
	$M_{ly} = + 0.001 q_u l_y^2 X$	32	35	37	39	40	41	41	41	41	40	39	38	37	36	35	35	25
IVc	$M_{lx} = + 0.001 q_u l_x^2 X$	70	79	87	94	100	105	109	112	115	117	119	120	121	122	123	123	125
	$M_{ly} = + 0.001 q_u l_y^2 X$	32	34	36	38	39	40	41	41	42	42	42	42	42	42	42	42	42
IVd	$M_{lx} = + 0.001 q_u l_x^2 X$	22	30	38	46	54	62	70	78	86	94	102	110	118	126	134	142	150
	$M_{ly} = + 0.001 q_u l_y^2 X$	70	74	77	79	81	82	83	84	84	84	84	84	83	83	83	83	83
Va	$M_{lx} = + 0.001 q_u l_x^2 X$	31	38	45	53	60	66	72	78	83	88	92	96	99	102	105	108	125
	$M_{ly} = + 0.001 q_u l_y^2 X$	37	39	41	41	42	42	41	41	40	39	38	37	36	35	34	33	25
Vb	$M_{lx} = + 0.001 q_u l_x^2 X$	84	92	99	104	109	112	115	117	119	121	122	122	123	123	124	124	125
	$M_{ly} = + 0.001 q_u l_y^2 X$	37	41	45	48	51	53	55	56	58	59	60	60	60	61	61	62	63
Vc	$M_{lx} = + 0.001 q_u l_x^2 X$	31	30	28	27	25	24	22	21	20	19	18	17	17	16	16	15	13
	$M_{ly} = + 0.001 q_u l_y^2 X$	84	92	98	103	108	111	114	117	119	120	121	122	122	123	123	124	125
Vd	$M_{lx} = + 0.001 q_u l_x^2 X$	21	26	31	36	40	43	46	49	51	53	55	56	57	58	59	60	63
	$M_{ly} = + 0.001 q_u l_y^2 X$	26	27	28	28	27	26	25	23	22	21	20	20	20	19	19	18	13
Ve	$M_{lx} = + 0.001 q_u l_x^2 X$	55	65	74	82	89	94	99	103	106	110	114	116	117	118	119	120	125
	$M_{ly} = + 0.001 q_u l_y^2 X$	60	65	69	72	74	76	77	78	78	78	78	78	78	78	78	78	78
Vf	$M_{lx} = + 0.001 q_u l_x^2 X$	26	29	32	35	36	38	39	40	40	41	41	42	42	42	42	42	42
	$M_{ly} = + 0.001 q_u l_y^2 X$	26	20	19	18	17	15	14	13	12	12	11	11	10	10	10	10	8
Vg	$M_{lx} = + 0.001 q_u l_x^2 X$	60	66	71	74	77	79	80	82	83	83	83	83	83	83	83	83	83
	$M_{ly} = + 0.001 q_u l_y^2 X$	55	57	57	57	58	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57

Keterangan :  
 = Terletak bebas  
 = Terjepit penuh

Dikarenakan pelat yang direncanakan terjepit penuh oleh balok pada keempat sisinya sehingga berdasarkan tabel diatas pelat termasuk kedalam tipe II dimana persamaan gaya dalam momen yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$M_{lx} = + 0,001 \cdot q \cdot Lx^2 \cdot X1$$

$$M_{ly} = + 0,001 \cdot q \cdot Lx^2 \cdot X2$$

$$M_{tx} = + 0,001 \cdot q \cdot Lx^2 \cdot X3$$

$$M_{ty} = + 0,001 \cdot q \cdot Lx^2 \cdot X4$$

Dimana:

$M_{tx}$  : Momen tumpuan arah-x

$M_{lx}$  : Momen lapangan arah-x

$M_{ty}$  : Momen tumpuan arah-y

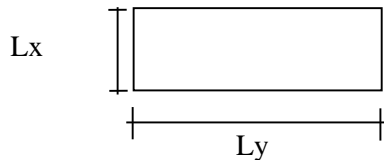
$M_{ly}$  : Momen lapangan arah-y

$q$  : Beban ultimate

$Lx$  : Bentang pendek pelat

$X$  : Koefisien dari perbandingan  $ly/lx$  pelat

Untuk menentukan koefisien  $X$  pada analisa struktur pelat lantai mengikuti ketentuan sebagai berikut:

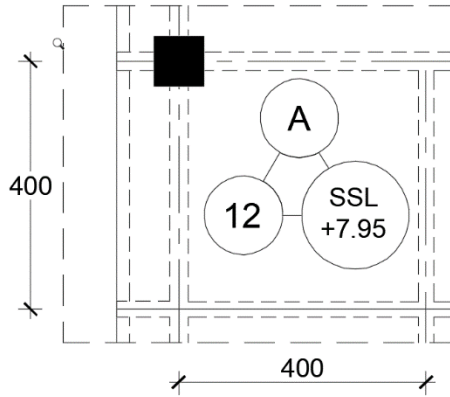


**Gambar 7.1** Ketentuan pada analisa plat lantai

Dimana :  $Lx$  : Bentang pendek pelat

$Ly$  : Bentang panjang pelat

Pada perhitungan analisis struktur pelat, kami menghitung tipe pelat jika luas area pelat tersebut lebih dari 10m<sup>2</sup>, jika kurang dari luas tersebut maka penulangan pelat dianggap menerus. Berikut akan kami bahas perhitungan pelat tipe A sebagai berikut:



**Gambar 7.2** Plat tipe A

Beban-beban yang bekerja pada pelat lantai interior tipe A adalah beban gravitasi. Besarnya beban-beban yang bekerja adalah sebagai berikut:

1. Beban Mati (DL)
 

Berat sendiri (0,12m x 2400kg/m <sup>2</sup> )	= 288 kg/m <sup>2</sup>
Beban keramik + spesi	= 66 kg/m <sup>2</sup>
Beban plafond	= 8,6 kg/m <sup>2</sup>
Beban penggantung plafond	= 10 kg/m <sup>2</sup>
Plumbing	= 25 kg/m <sup>2</sup>
Mechanical Electrical	= 40 kg/m <sup>2</sup>
<b>qDL</b>	<b>= 437,6 kg/m<sup>2</sup></b>
2. Beban Hidup (LL)
 

Fungsi ruang :

Lantai 1-7 : Perkantoran       $qLL = 479 \text{ kg/m}^2$
3. Beban Ultimate / Kombinasi
 

Pelat tipe A lantai 1-7 (Ruang Kantor) :

$qU = 1,4DL = 1,4 ( 437,6 \text{ kg/m}^2) = 612,64 \text{ kg/m}^2$

$$qU = 1,2DL + 1,6LL = 1,2 ( 437,6 \text{ kg/m}^2) + 1,6 (479 \text{ kg/m}^2) = 1291,52 \text{ kg/m}^2$$

Maka untuk pengecekan pelat lantai dipakai beban kombinasi terbesar yaitu beban untuk ruang perkantoran = 1291,52 kg/m<sup>2</sup>.

#### 4. Perhitungan Momen

Dimensi pelat tipe A :

$$L_y = 4000 \text{ mm} = 4 \text{ m}; \quad L_x = 4000 \text{ mm} = 4 \text{ m}$$

$$\beta_1 = \frac{4,00 \text{ m}}{4,00 \text{ m}} = 1 < 2 \text{ (pelat dua arah)}$$

Untuk pelat dua arah, perhitungan momen yang terjadi dihitung berdasarkan tabel momen pelat PBBI 1971 sehingga didapatkan koefisien momen untuk nilai  $l_y/l_x = 1$  adalah:

$$M_{lx} = 21; \quad M_{tx} = 52$$

$$M_{ly} = 21; \quad M_{ty} = 52$$

Maka dapat dihitung momen yang terjadi berdasarkan koefisien momen diatas sebagai berikut:

$$M_{lx} = 0,001 \cdot 1420 \text{ kg/m}^2 \cdot 4,7 \text{ m} \cdot 21 = 639,80 \text{ kg.m}$$

$$M_{ly} = 0,001 \cdot 1420 \text{ kg/m}^2 \cdot 4,7 \text{ m} \cdot 21 = 639,80 \text{ kg.m}$$

$$M_{tx} = 0,001 \cdot 1420 \text{ kg/m}^2 \cdot 4,7 \text{ m} \cdot 52 = 1584,26 \text{ kg.m}$$

$$M_{ty} = 0,001 \cdot 1420 \text{ kg/m}^2 \cdot 4,7 \text{ m} \cdot 52 = 1584,26 \text{ kg.m}$$

Untuk rekapitulasi momen tipe pelat yang lainnya dapat dihitung dengan bantuan program Ms. Excel dan kemudian ditampilkan kedalam bentuk tabel berikut:

**Tabel 7.4** Rekapitulasi momen tipe plat

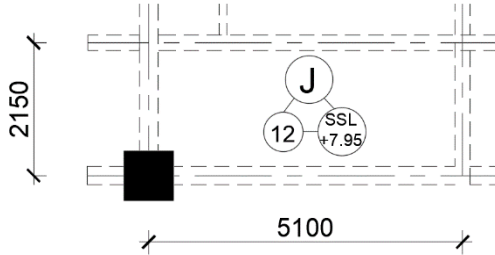
Tipe Plat	Ly (cm)	Lx (cm)	Ly/Lx	Momen PBB1 1971				Jenis Plat
				Lapangan		Tumpuan		
				X (Kg.m)	Y (Kg.m)	X (Kg.m)	Y (Kg.m)	
A	400	400	1.00	433.95	433.95	1074.54	1074.54	<i>Two-way slab</i>
B	400	341.2	1.17	421.00	300.71	962.27	841.99	<i>Two-way slab</i>
C	400	200	2.00	211.81	61.99	428.78	294.47	<i>Two-way slab</i>
D	400	285	1.40	356.67	188.83	765.80	597.95	<i>Two-way slab</i>
E	290	285	1.02	220.30	324.80	804.26	804.26	<i>Two-way slab</i>
F	290	245	1.18	217.07	155.05	496.15	434.13	<i>Two-way slab</i>
G	510	285	1.79	419.61	136.37	860.21	597.95	<i>Two-way slab</i>
H	245	210	1.17	159.48	113.91	364.52	318.95	<i>Two-way slab</i>
I	290	215	1.35	202.98	107.46	435.81	340.29	<i>Two-way slab</i>
J	510	215	2.37	256.33		506.56		<i>One-way slab</i>

Tipe Plat	Ly (cm)	Lx (cm)	Ly/Lx	Momen PBB1 1971				Jenis Plat
				Lapangan		Tumpuan		
				X (Kg.m)	Y (Kg.m)	X (Kg.m)	Y (Kg.m)	
K	390	285	1.37	356.67	188.83	765.80	597.95	<i>Two-way slab</i>
L	300	203	1.48	196.35	92.72	414.51	310.88	<i>Two-way slab</i>
M	200	145	1.38	97.08	45.84	204.95	153.71	<i>Two-way slab</i>
N	300	145	2.08	61.39		124.28		<i>One-way slab</i>
O	400	285	1.40	365.51	193.51	784.77	612.77	<i>Two-way slab</i>
P	400	215	1.86	244.72	73.42	507.79	348.72	<i>Two-way slab</i>
Q	400	270	1.48	175.73	82.98	370.99	278.24	<i>Two-way slab</i>
R	515	400	1.29	656.47	402.35	1461.17	1207.05	<i>Two-way slab</i>

### 7.1.3 Perhitungan Penulangan Plat Lantai

Untuk kebutuhan penulangan plat lantai dibagi menjadi tulangan plat satu arah dan tulangan plat dua arah. Diambil contoh masing-masing satu tipe pelat yang dihitung berdasarkan Modul Struktur Beton Dasar - Dr. Ir. Dicky Imam Wahyudi, MS. Tabel C-03 (terlampir) dan SNI 2847-2013.

### 7.1.3.1 Perhitungan tulangan plat satu arah



**Gambar 7.3** Plat satu arah tipe J

Perhitungan plat satu arah adalah plat tipe G-1 dengan momen-momen yang terjadi sebagai berikut:

$$Mlx = 256,33 \text{ kg.m} = 2,56 \text{ kN.m}$$

$$Mtx = 506,56 \text{ kg.m} = 5,07 \text{ kN.m}$$

- Data perencanaan:

$$f_c' = 35 \text{ Mpa}; \quad t_{\text{pelat}} = 120 \text{ mm}; \quad \emptyset_{\text{rencana}} = 10 \text{ mm}$$

$$f_y = 400 \text{ Mpa}; \quad t_{\text{selimut}} = 20 \text{ mm}; \quad \phi = 0,9$$

- Perhitungan Momen Lapangan X ( $Mlx$ )

$$\beta_1 = 0,85 - \left( \frac{35-28}{7} \right) \cdot 0,05 = 0,8$$

$$dx = t_{\text{pelat}} - t_{\text{selimut}} - \frac{D}{2} = 120 \text{ mm} - 20 \text{ mm} - \frac{10 \text{ mm}}{2} = 95 \text{ mm}$$

$$m = \frac{F_y}{0,85 \times f_c'} = \frac{400}{0,85 \times 35} = 13,45$$

$$P_{\text{min}} = 0,002 \text{ (SNI 03-2847-2013 Pasal 7.12.2.1)}$$



$$P_{max} = 0.75 \times \frac{0.85 \times \beta_1 \times f_c'}{f_y} \times \left( \frac{600}{600 + f_y} \right)$$

$$P_{max} = 0.75 \times \frac{0.85 \times 0.8 \times 35 \text{ Mpa}}{400 \text{ Mpa}} \times \left( \frac{600}{600 + 400 \text{ Mpa}} \right)$$

$$P_{max} = 0,0268$$

$$M_{lx} = 256,33 \text{ kg. m} = 2.563.300 \text{ N.mm}$$

$$M_n = \frac{M_{lx}}{\phi} = \frac{2.563.300 \text{ N.mm}}{0,9} = 2.848.111,1 \text{ Nmm}$$

$$R_n = \frac{M_u}{b \times d \times x^2} = \frac{2.563.300 \text{ N.mm}}{1000 \text{ mm} \times (95 \text{ mm})^2} = 0,29 \text{ N. mm}^2$$

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

$$\rho_{perlu} = \frac{1}{13,45} \times \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 0,29 \times 13,45}{400}} \right)$$

$$\rho_{perlu} = 0,0007$$

karena  $\rho_{perlu} = \rho_{min}$ , maka yang digunakan adalah  $\rho_{min} = 0.002$

$$A_{S_{perlu}} = \rho \times b \times d$$

$$A_{S_{perlu}} = 0,002 \times 1000 \text{ mm} \times 95 \text{ mm}$$

$$A_{S_{perlu}} = 190 \text{ mm}^2$$

Maka dipakai = D10-200  $\rightarrow$  As pakai = 392,7 mm<sup>2</sup>

Sehingga, dapat disimpulkan:

No	Tipe Plat	Momen yang terjadi (Kg.m)		$\rho_b$	$\rho_{min} = \rho$	Tulangan lentur normal					
						Pakai Tulangan			As <sub>sakai</sub> (mm <sup>2</sup> )	CEK	
		As <sub>serhi</sub> (mm <sup>2</sup> )	$\emptyset$			s (mm)					
10	J	Mlx	256,33	0,038	0,0037	190	10	-	200	392,7	OK
		Mtx	506,56	0,038	0,0037	190	10	-	200	392,7	OK

- Kontrol jarak tulangan

Berdasarkan SNI 03-2847-2013 Pasal 13.3.2, disebutkan bahwa spasi tulangan pada penampang kritis tidak boleh melebihi dari dua kali tebal slab, sehingga:

$$s \text{ pakai} < 2 \times t_s$$

$$200\text{mm} < 2 \times 120\text{mm}$$

$$200\text{mm} < 240\text{mm} \text{ (Memenuhi)}$$

- Kontrol retak

Menurut SNI 03 -2847 – 2013 pasal 10.6.4 spasi tulangan terdekat ke muka tarik, s tidak boleh melebihi yang diberikan oleh:

$$s = 300 \times \left( \frac{280}{f_s} \right) - 2,5 C_c$$

dengan:

$$C_c = 20 \text{ mm (jarak terkecil dari permukaan tulangan ke muka tarik)}$$

$$f_s = \frac{2}{3} F_y = \frac{2}{3} \times 400 = 267 \text{ Mpa}$$

maka:

$$s = 380 \times \left( \frac{280}{267} \right) - 2,5 \times 20$$

$$s = 348,5 \text{ mm} > 200 \text{ mm (Memenuhi)}$$

jadi untuk daerah tumpuan x dipakai tulangan  $\emptyset 10\text{mm} - 200 \text{ mm}$ .

- Kontrol ketebalan plat terhadap geser

Berdasarkan SNI 03-2847-2013 pasal 8.3.3, nilai  $V_u$  adalah:

$$V_u = \frac{w_u \cdot l_n}{2} = \frac{12,91 \text{ kN/m}^2 \cdot (5,1\text{m} - 0,3\text{m})}{2} = 30,98 \text{ kN}$$

Nilai  $V_c$  ditentukan berdasarkan SNI 03-2847-2013 pasal 11.2.1.

$$V_c = 0,17 \cdot \lambda \cdot \sqrt{f_c'} \cdot b_w \cdot d$$

Dimana:

$\lambda = 1$  untuk beton normal berdasarkan (SNI 03-28472013 pasal 8.6.1)

$$V_c = 0,17 \cdot 1 \cdot \sqrt{35'} \cdot 1000\text{mm} \cdot 95\text{mm} = 95.544,7 \text{ N}$$

$$\phi V_c = 0,75 \cdot 95.544,7 \text{ N} = 71.658,5 \text{ N} = 71,65 \text{ kN}$$

$$30,98 \text{ kN} < 71,65 \text{ kN}$$

$V_u < \phi V_c$  (**Memenuhi**)

- Perhitungan kebutuhan tulangan bagi

Karena merupakan pelat satu arah, dipasang tulangan susut sesuai SNI 2847-2013 pasal 7.12.2.1 sebagai berikut:

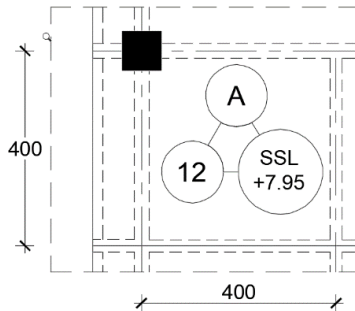
$$A_{S_{perlu}} = p \times b \times d$$

$$A_{S_{perlu}} = 0.002 \times 1000\text{mm} \times 95\text{mm}$$

$$A_{S_{perlu}} = 190 \text{ mm}^2$$

Maka dipakai = D10-200  $\rightarrow$   $A_s$  pakai =  $392,7 \text{ mm}^2$

### 7.1.3.2 Perhitungan Plat Dua Arah



**Gambar 7.4** Plat dua arah tipe A

$$Mlx = 433,95 \text{ kg.m} = 4,33 \text{ kN.m}$$

$$Mtx = 1074,5 \text{ kg.m} = 10,74 \text{ kN.m}$$

- Data perencanaan

Untuk 'fc = 35Mpa, maka:

$$\beta_1 = 0,85 - \left( \frac{35-28}{7} \right) \cdot 0,05 = 0,8$$

$$dx = t_{\text{pelat}} - t_{\text{selimut}} - \frac{D}{2} = 120\text{mm} - 20\text{mm} - \frac{10\text{mm}}{2} = 95 \text{ mm}$$

$$m = \frac{F_y}{0,85 \times F_{c'}'} = \frac{400}{0,85 \times 35} = 13,45$$

$$P_{\min} = 0,002 \text{ (SNI 03-2847-2013 Pasal 7.12.2.1)}$$

$$P_{\max} = 0,75 \times \frac{0,85 \times \beta_1 \times f_{c'}}{f_y} \times \left( \frac{600}{600 + f_y} \right)$$

$$P_{\max} = 0,75 \times \frac{0,85 \times 0,8 \times 35 \text{ Mpa}}{400\text{Mpa}} \times \left( \frac{600}{600 + 400\text{Mpa}} \right)$$

$$P_{\max} = 0,025$$

$$M_{lx} = 433,95 \text{ kg.m} = 4.339.500 \text{ N.mm}$$

$$M_n = \frac{M_{lx}}{\phi} = \frac{4.339.500 \text{ N.mm}}{0,9} = 4.821.674,6 \text{ Nmm}$$

$$R_n = \frac{M_u}{b \times dx^2} = \frac{4.339.500 \text{ N.mm}}{1000\text{mm} \times (95\text{mm})^2} = 0481 \text{ N.mm}^2$$

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

$$\rho_{\text{perlu}} = \frac{1}{13,45} \times \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 0,481 \times 13,45}{400}} \right)$$

$$\rho_{\text{perlu}} = 0,0012$$

karena  $\rho_{\text{perlu}} < \rho_{\min}$  ,maka yang digunakan adalah  $\rho_{\min} = 0.002$

$$A_{S_{\text{perlu}}} = p \times b \times d$$

$$AS_{perlu} = 0,002 \times 1000\text{mm} \times 95\text{mm}$$

$$AS_{perlu} = 190\text{mm}^2$$

Maka dipakai  $Mlx = \mathbf{D10-200} \rightarrow As \text{ pakai} = 392,7 \text{ mm}^2$

- Perhitungan Momen Tumpuan X (Mtx)

$$\beta_1 = 0,85 - \left( \frac{35-28}{7} \right) \cdot 0,05 = 0,8$$

$$dx = t_{pelat} - t_{selimut} - \frac{D}{2} = 120\text{mm} - 20\text{mm} - \frac{10\text{mm}}{2} = 95\text{mm}$$

$$m = \frac{F_y}{0,85 \times F_{c'}} = \frac{400}{0,85 \times 35} = 13,45$$

$$P_{min} = 0,002 \text{ (SNI 03-2847-2013 Pasal 7.12.2.1)}$$

$$P_{max} = 0,75 \times \frac{0,85 \times 0,8 \times 35 \text{ Mpa}}{400\text{Mpa}} \times \left( \frac{600}{600+400\text{Mpa}} \right)$$

$$P_{max} = 0,025$$

$$M_u = 1074,5 \text{ kg. m} = 10.745.000 \text{ N.mm}$$

$$M_n = \frac{M_u}{\phi} = \frac{10.745.000 \text{ N.mm}}{0,9} = 11939384,89 \text{ Nmm}$$

$$R_n = \frac{M_u}{b \times dx^2} = \frac{10.745.000 \text{ N.mm}}{1000\text{mm} \times (95\text{mm})^2} = 1,191 \text{ N. mm}^2$$

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

$$\rho_{perlu} = \frac{1}{13,45} \times \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 1,191 \times 13,45}{400}} \right)$$

$$\rho_{perlu} = 0,0030$$

karena  $\rho_{perlu} > \rho_{min}$  ,maka yang digunakan adalah  $\rho_{min} = 0.003$

$$AS_{perlu} = p \times b \times d$$

$$AS_{perlu} = 0,003 \times 1000\text{mm} \times 95\text{mm}$$

$$AS_{perlu} = 288,67 \text{ mm}^2$$

Maka dipakai Mtx = D10-200 → As pakai = 392,7 mm<sup>2</sup>

$$Mly = 433,95 \text{ kg.m} = 4,33 \text{ kN.m}$$

$$Mty = 1074,5 \text{ kg.m} = 10,74 \text{ kN.m}$$

- Data perencanaan:

$$f_c' = 35 \text{ Mpa}; \quad t_{pelat} = 120 \text{ mm}; \quad \emptyset_{rencana} = 10 \text{ mm}$$

$$f_y = 400 \text{ Mpa}; \quad t_{selimut} = 20 \text{ mm}; \quad \phi = 0,9$$

- Perhitungan Momen Lapangan Y (Mly)

$$\beta_1 = 0,85 - \left( \frac{35-28}{7} \right) \cdot 0,05 = 0,8$$

$$dy = t_{pelat} - t_{selimut} - \frac{D}{2} = 120 \text{ mm} - 20 \text{ mm} - 10 \text{ mm} - \frac{10 \text{ mm}}{2} =$$

$$85 \text{ mm}$$

$$m = \frac{F_y}{0,85 \times f_c'} = \frac{400}{0,85 \times 35} = 13,45$$

$$P_{min} = 0,002 \text{ (SNI 03-2847-2013 Pasal 7.12.2.1)}$$

$$P_{max} = 0,75 \times \frac{0,85 \times \beta_1 \times f_c'}{f_y} \times \left( \frac{600}{600 + f_y} \right)$$

$$P_{max} = 0,75 \times \frac{0,85 \times 0,8 \times 35 \text{ Mpa}}{400 \text{ Mpa}} \times \left( \frac{600}{600 + 400 \text{ Mpa}} \right)$$

$$P_{max} = 0,025$$

$$M_u = 433,95 \text{ kg.m} = 4.339.500 \text{ N.mm}$$

$$M_n = \frac{Mly}{\phi} = \frac{4.339.500 \text{ N.mm}}{0,9} = 4.821.674,6 \text{ Nmm}$$

$$R_n = \frac{M_u}{b \times dy^2} = \frac{4.339.500 \text{ N.mm}}{1000 \text{ mm} \times (85 \text{ mm})^2} = 0601 \text{ N.mm}^2$$

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

$$\rho_{\text{perlu}} = \frac{1}{13,45} \times \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 0,481 \times 13,45}{400}} \right)$$

$$\rho_{\text{perlu}} = 0,0015$$

karena  $\rho_{\text{perlu}} < \rho_{\text{min}}$ , maka yang digunakan adalah  $\rho_{\text{min}} = 0,002$

$$A_{S_{\text{perlu}}} = p \times b \times d$$

$$A_{S_{\text{perlu}}} = 0,002 \times 1000\text{mm} \times 85\text{mm}$$

$$A_{S_{\text{perlu}}} = 170\text{mm}^2$$

Maka dipakai Mly = **D10-200** → As pakai = 392,7 mm<sup>2</sup>

- Perhitungan Momen Tumpuan Y (Mty)

$$\beta_1 = 0,85 - \left( \frac{35-28}{7} \right) \cdot 0,05 = 0,8$$

$$d_y = t_{\text{pelat}} - t_{\text{selimut}} - \frac{D}{2} = 120\text{mm} - 20\text{mm} - 10\text{mm} - \frac{10\text{mm}}{2} = 85\text{mm}$$

$$m = \frac{F_y}{0,85 \times f_{c'}} = \frac{400}{0,85 \times 35} = 13,45$$

$$P_{\text{min}} = 0,002 \text{ (SNI 03-2847-2013 Pasal 7.12.2.1)}$$

$$P_{\text{max}} = 0,75 \times \frac{0,85 \times \beta_1 \times f_{c'}}{f_y} \times \left( \frac{600}{600 + f_y} \right)$$

$$P_{\text{max}} = 0,75 \times \frac{0,85 \times 0,8 \times 35 \text{ Mpa}}{400 \text{ Mpa}} \times \left( \frac{600}{600 + 400 \text{ Mpa}} \right)$$

$$P_{\text{max}} = 0,025$$

$$M_u = 1074,5 \text{ kg} \cdot \text{m} = 10.745.000 \text{ N} \cdot \text{mm}$$

$$M_n = \frac{M_u}{\phi} = \frac{10.745.000 \text{ N} \cdot \text{mm}}{0,9} = 11939384,89 \text{ N} \cdot \text{mm}$$

$$R_n = \frac{M_u}{b \times d_y^2} = \frac{10.745.000 \text{ N} \cdot \text{mm}}{1000\text{mm} \times (85\text{mm})^2} = 1,487 \text{ N} \cdot \text{mm}^2$$

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

$$\rho_{\text{perlu}} = \frac{1}{13,45} \times \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 1,487 \times 13,45}{400}} \right)$$

$$\rho_{\text{perlu}} = 0,0038$$

karena  $\rho_{\text{perlu}} > \rho_{\text{min}}$ , maka yang digunakan adalah  $\rho_{\text{perlu}} = 0,0038$

$$AS_{\text{perlu}} = p \times b \times d$$

$$AS_{\text{perlu}} = 0,0038 \times 1000\text{mm} \times 85\text{mm}$$

$$AS_{\text{perlu}} = 324,36\text{mm}^2$$

Maka dipakai  $M_{ty} = D10-200 \rightarrow AS_{\text{pakai}} = 392,7 \text{ mm}^2$

Sehingga dapat disimpulkan:

No	Tipe Plat	Momen yang terjadi (Kg.m)		$\rho_b$	$\rho_{\text{min}} = \rho$	Tulangan lentur normal					
						$AS_{\text{perlu}}$ (mm <sup>2</sup> )	Pakai Tulangan			$AS_{\text{pakai}}$ (mm <sup>2</sup> )	CEK
							$\emptyset$	-	s (mm)		
1	A	Mlx	433,95	0,036	0,0037	190	10	-	200	392,7	OK
		Mtx	1074,54	0,038	0,0037	288,67	10	-	200	392,7	OK
		Mly	433,95	0,038	0,0037	170	10	-	200	392,7	OK
		Mty	1074,54	0,038	0,0037	324,36	10	-	200	392,7	OK

- Kontrol jarak tulangan

Berdasarkan SNI 03-2847-2013 Pasal 13.3.2, disebutkan bahwa spasi tulangan pada penampang kritis tidak boleh melebihi dari dua kali tebal slab, sehingga:

$$s_{\text{pakai}} < 2 \times t_s$$

$$200\text{mm} < 2 \times 120\text{mm}$$

$$200\text{mm} < 240\text{mm} \text{ (Memenuhi)}$$

- Kontrol retak

Menurut SNI 03-2847-2013 pasal 10.6.4 spasi tulangan terdekat ke muka tarik, s tidak boleh melebihi yang diberikan oleh:



$$s = 380 \times (280 / (f_s)) - 2,5 C_c$$

dengan:

$C_c = 20$  mm (jarak terkecil dari permukaan tulangan ke muka tarik)

$$f_s = 2/3 F_y = 2/3 \times 400 = 267 \text{ Mpa}$$

maka:

$$s = 380 \times (280 / 267) - 2,5 \times 20$$

$$s = 348,5 \text{ mm} > 200 \text{ mm} \text{ (**Memenuhi**)}$$

jadi untuk daerah tumpuan x dipakai tulangan  $\emptyset 10\text{mm} - 200$  mm.

- Perhitungan kebutuhan tulangan bagi  
 Karena merupakan pelat satu arah, dipasang tulangan susut sesuai SNI 2847-2013 pasal 7.12.2.1 sebagai berikut

$$A_{S_{perlu}} = p \times b \times d$$

$$A_{S_{perlu}} = 0.002 \times 1000\text{mm} \times 95\text{mm}$$

$$A_{S_{perlu}} = 190 \text{ mm}^2$$

Maka dipakai = D10-200  $\rightarrow$  As pakai = 392,7 mm<sup>2</sup>

- Kontrol jarak tulangan  
 Berdasarkan SNI 03-2847-2013 Pasal 13.3.2, disebutkan bahwa spasi tulangan pada penampang kritis tidak boleh melebihi dari dua kali tebal slab, sehingga:  
 $s_{pakai} < 2 \times t_s$   
 $200\text{mm} < 2 \times 120\text{mm}$   
 $200\text{mm} < 240\text{mm}$  (**Memenuhi**)
- Cek jarak tulangan terhadap kontrol retak  
 Pengecekan jarak tulangan terhadap kontrol retak dilakukan berdasarkan SNI 2847-2013 pasal 10.6.4.

Syarat:

$$s = 380 \cdot \left( \frac{280}{f_s} \right) - 2,5 \cdot c_c \text{ dan tidak melebihi: } s_{\max} = 380 \cdot \left( \frac{280}{f_s} \right)$$

$$f_s = \frac{2}{3} \cdot f_y = \frac{2}{3} \cdot 400 \text{MPa} = 266,67 \text{ Mpa}$$

Dengan  $c_c$  merupakan jarak terkecil dari permukaan tulangan ke muka tarik, sehingga  $c_c = 20 \text{ mm}$ .

Sehingga:

$$s = 380 \cdot \left( \frac{280}{266,67 \text{MPa}} \right) - 2,5 \cdot 20 \text{mm} = 348,5 \text{ mm}$$

$$s_{\max} = 380 \cdot \left( \frac{280}{266,67 \text{MPa}} \right) = 398,5 \text{ mm}$$

Kontrol jarak antar tulangan dipakai:

$$200 \text{ mm} < 348,5 \text{ mm} \text{ (**memenuhi**)}$$

Untuk perhitungan tipe pelat lain dapat dihitung dengan proses perhitungan serupa dengan bantuan program Ms. Excel pada tabel rekapitulasi penulangan pelat lantai berikut :

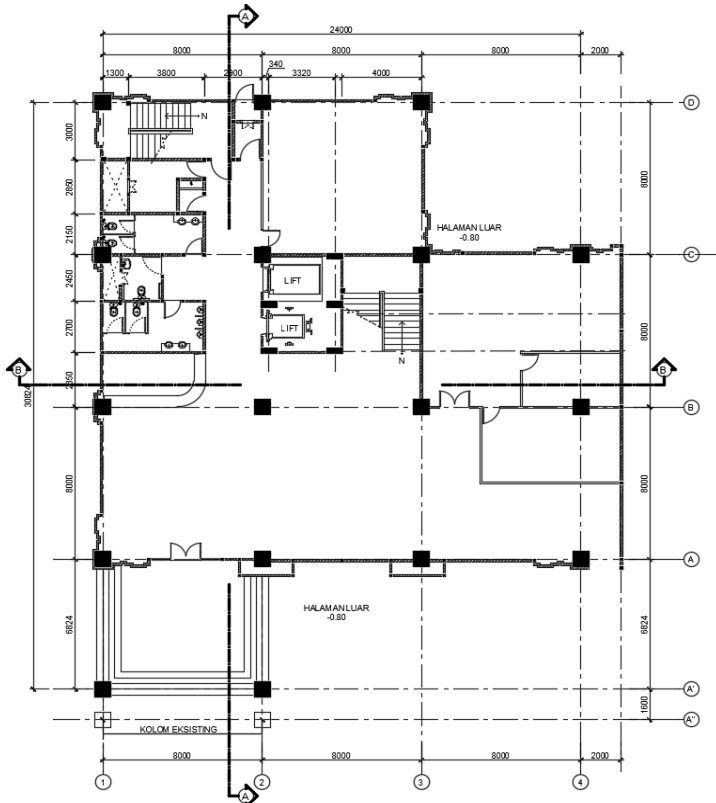
**Tabel 7.5** Rekapitulasi plat

No	Tipe Plat	Momen yang terjadi (kg.m)		$\rho_{Max}$	$\rho_{Min}$	Tulangan lentur normal					
						$A_{S_{perlu}}$ (mm <sup>2</sup> )	Pakai Tulangan		$A_{S_{pakai}}$ (mm <sup>2</sup> )	CEK	
						$\emptyset$	-	s (mm)			
1	A	Mlx	433,95	0,025	0,002	190	10	-	200	392,7	OK
		Mtx	1074,54	0,025	0,002	288,67	10	-	200	392,7	OK
		Mly	433,95	0,025	0,002	170	10	-	200	392,7	OK
		Mty	1074,54	0,025	0,002	324,36	10	-	200	392,7	OK
2	B	Mlx	421,00	0,025	0,002	190	10	-	200	392,7	OK
		Mtx	962,27	0,025	0,002	300,29	10	-	200	392,7	OK
		Mly	300,71	0,025	0,002	170	10	-	200	392,7	OK
		Mty	841,99	0,025	0,002	234,44	10	-	200	392,7	OK
3	C	Mlx	211,81	0,025	0,002	190	10	-	200	392,7	OK
		Mtx	428,78	0,025	0,002	190	10	-	200	392,7	OK
		Mly	61,99	0,025	0,002	170	10	-	200	392,7	OK
		Mty	294,47	0,025	0,002	170	10	-	200	392,7	OK
4	D	Mlx	356,67	0,025	0,002	190	10	-	200	392,7	OK
		Mtx	765,80	0,025	0,002	190	10	-	200	392,7	OK
		Mly	188,83	0,025	0,002	170	10	-	200	392,7	OK
		Mty	597,95	0,025	0,002	170	10	-	200	392,7	OK
5	E	Mlx	220,30	0,025	0,002	190	10	-	200	392,7	OK
		Mtx	804,26	0,025	0,002	190	10	-	200	392,7	OK
		Mly	324,80	0,025	0,002	170	10	-	200	392,7	OK
		Mty	804,26	0,025	0,002	170	10	-	200	392,7	OK
6	F	Mlx	217,07	0,025	0,002	190	10	-	200	392,7	OK
		Mtx	496,15	0,025	0,002	190	10	-	200	392,7	OK
		Mly	155,05	0,025	0,002	170	10	-	200	392,7	OK
		Mty	434,13	0,025	0,002	170	10	-	200	392,7	OK
7	G	Mlx	419,61	0,025	0,002	190	10	-	200	392,7	OK
		Mtx	860,21	0,025	0,002	190	10	-	200	392,7	OK
		Mly	136,37	0,025	0,002	170	10	-	200	392,7	OK
		Mty	597,95	0,025	0,002	170	10	-	200	392,7	OK
8	H	Mlx	159,48	0,025	0,002	190	10	-	200	392,7	OK
		Mtx	364,52	0,025	0,002	190	10	-	200	392,7	OK
		Mly	113,91	0,025	0,002	170	10	-	200	392,7	OK
		Mty	318,95	0,025	0,002	170	10	-	200	392,7	OK
9	I	Mlx	202,98	0,025	0,002	190	10	-	200	392,7	OK
		Mtx	435,81	0,025	0,002	190	10	-	200	392,7	OK
		Mly	107,46	0,025	0,002	170	10	-	200	392,7	OK
		Mty	340,29	0,025	0,002	170	10	-	200	392,7	OK
10	J	Mlx	256,33	0,025	0,002	190	10	-	200	392,7	OK
		Mtx	506,56	0,025	0,002	190	10	-	200	392,7	OK

No	Tipe Plat	Momen yang terjadi		$\rho_{Max}$	$\rho_{Min}$	Tulangan lentur normal					
						As <sub>perlu</sub>		Pakai Tulangan		As <sub>pakai</sub>	CEK
		(Kg.m)	(mm <sup>2</sup> )			$\emptyset$	-	s (mm)	(mm <sup>2</sup> )		
11	K	Mlx	356,67	0,025	0,002	190	10	-	200	392,7	OK
		Mtx	765,80	0,025	0,002	190	10	-	200	392,7	OK
		Mly	188,83	0,025	0,002	170	10	-	200	392,7	OK
		Mty	597,95	0,025	0,002	170	10	-	200	392,7	OK
12	L	Mlx	196,35	0,025	0,002	190	10	-	200	392,7	OK
		Mtx	414,51	0,025	0,002	190	10	-	200	392,7	OK
		Mly	92,72	0,025	0,002	170	10	-	200	392,7	OK
		Mty	310,88	0,025	0,002	170	10	-	200	392,7	OK
13	M	Mlx	97,08	0,025	0,002	190	10	-	200	392,7	OK
		Mtx	204,95	0,025	0,002	190	10	-	200	392,7	OK
		Mly	45,84	0,025	0,002	170	10	-	200	392,7	OK
		Mty	153,71	0,025	0,002	170	10	-	200	392,7	OK
14	N	Mlx	61,39	0,025	0,002	190	10	-	200	392,7	OK
		Mtx	124,28	0,025	0,002	190	10	-	200	392,7	OK
15	O	Mlx	365,51	0,025	0,002	190	10	-	200	392,7	OK
		Mtx	784,77	0,025	0,002	190	10	-	200	392,7	OK
		Mly	193,51	0,025	0,002	170	10	-	200	392,7	OK
		Mty	612,77	0,025	0,002	170	10	-	200	392,7	OK
16	P	Mlx	244,72	0,025	0,002	190	10	-	200	392,7	OK
		Mtx	507,79	0,025	0,002	190	10	-	200	392,7	OK
		Mly	73,42	0,025	0,002	170	10	-	200	392,7	OK
17	Q	Mty	348,72	0,025	0,002	170	10	-	200	392,7	OK
		Mlx	175,73	0,025	0,002	190	10	-	200	392,7	OK
		Mtx	370,99	0,025	0,002	190	10	-	200	392,7	OK
		Mly	82,98	0,025	0,002	170	10	-	200	392,7	OK
18	R	Mty	278,24	0,025	0,002	170	10	-	200	392,7	OK
		Mlx	656,47	0,025	0,002	190	10	-	200	392,7	OK
		Mtx	1461,17	0,025	0,002	273,04	10	-	200	392,7	OK
		Mly	402,35	0,025	0,002	170	10	-	200	392,7	OK
		Mty	1207,05	0,025	0,002	201,11	10	-	200	392,7	OK

## 7.2 Desain Struktur Tangga

Struktur tangga yang didesain meliputi plat tangga, balok tangga, plat bordes serta balok bordes. Sebagai contoh perhitungan ditinjau tangga yang menghubungkan lantai dasar dengan lantai 2. Denah untuk penempatan tangga yang ditinjau dapat dilihat pada gambar berikut:



**Gambar 7.5** Denah penempatan tangga pada lantai dasar

### 7.2.1 Desain struktur plat tangga dan bordes

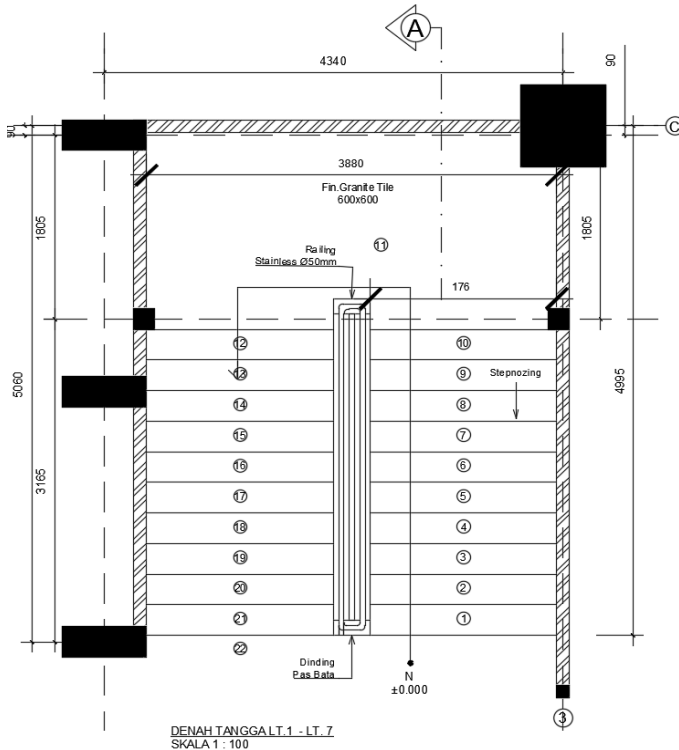
Data spesifikasi material struktur untuk plat tangga dan bordes yang akan disesain adalah sebagai berikut:

$$f_c' = 35 \text{ Mpa}$$

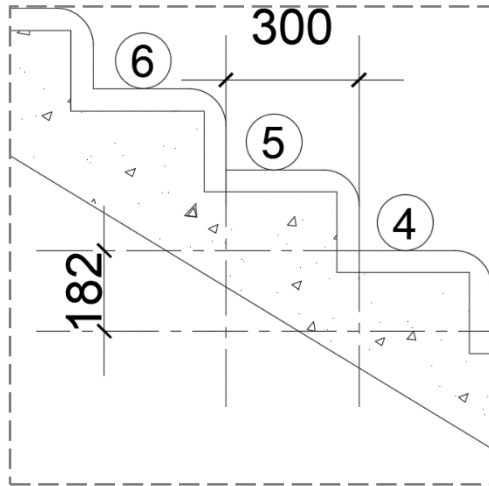
$$f_y = 400 \text{ Mpa}$$

Tulangan direncanakan menggunakan D13

Berikut ini merupakan denah dan dimensi tangga berdasarkan hasil preliminary desain yang telah dilakukan:



**Gambar 7.6** Denah tangga



**Gambar 7.7** Dimensi injakan dan tanjakan anak tangga

Data Perencanaan:

Lebar injakan (i)	= 30 cm
Tinggi tanjakan (t)	= 18,2 cm
Tinggi tangga	= 4 m = 400 cm
Tinggi Bordes	= 2 m = 200 cm
Panjang datar tangga	= 316,5 cm

Dimensi pelat tangga:

$$L_y = 3,745 \text{ m}$$

$$L_x = 1,76 \text{ m}$$

Dimensi pelat bordes:

$$L_y = 3,88 \text{ m}$$

$$L_x = 1,8 \text{ m}$$

Tebal plat tangga = 140 mm, Tebal plat bordes = 140 mm

Tebal efektif plat tangga :

$$\begin{aligned} \text{Luas } \Delta 1 &= 0,5 \times i \times t \\ &= 0,5 \times 300\text{mm} \times 182\text{mm} \\ &= 27.300 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Luas } \Delta 2 &= 0,5 \times (i^2 + t^2) \times d \\ &= 0,5 \times ((300\text{mm})^2 + (182\text{mm})^2)^{1/2} \times d \\ &= 175,45 \times d \end{aligned}$$

Persamaan Luas  $\Delta 1 = \text{Luas } \Delta 2$

$$27.300 = 175,45 \times d$$

$$d = 155,6 \text{ mm}$$

$$0,5 d = 77,8$$

$$\begin{aligned} \text{Tebal efektif plat tangga} &= 140 \text{ mm} + 77,8 \text{ mm} \\ &= 217,8 \text{ mm} \sim 220 \text{ mm} \\ &= 22 \text{ cm} \end{aligned}$$

### 7.2.2 Pembebanan tangga

Plat tangga dan plat bordes menerima kombinasi beban ultimate dari beban mati dan beban hidup.

#### 1. Beban Mati (DL)

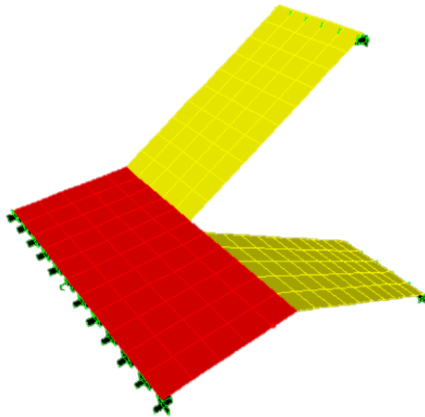
$$\begin{aligned} \text{Beban keramik+spesi} &= 66 \text{ kg/m}^2 \\ \text{Beban Anak Tangga} &= (0,22\text{m} \cdot 2400\text{kg/m}^3) - \\ & (0,14 \cdot 2400\text{kg/m}^3) = 192 \text{ kg/m}^2 \\ \text{Beban Pegangan Tangga} &= 20 \text{ kg/m}^2 \\ q_{DL_{Tangga}} &= 66 \text{ kg/m}^2 + 192 \text{ kg/m}^2 + 20 \\ & \text{kg/m}^2 = 278 \text{ kg/m}^2 \\ q_{DL_{Bordes}} &= 66 \text{ kg/m}^2 \end{aligned}$$



2. Beban Hidup (LL)
  - Beban hidup tangga =  $204,3 \text{ kg/m}^2$
  - $q_{LL}$  =  $204,3 \text{ kg/m}^2$
3. Kombinasi Beban
  - $q_U$  =  $1,2 D + 1,6$

### 7.2.3 Permodelan Tangga

Untuk plat tangga dan plat bordes dimodelkan sebagai berikut menggunakan program bantu SAP 2000 v.14:



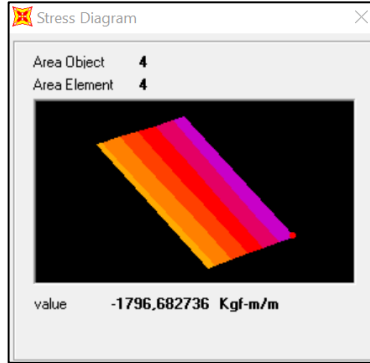
**Gambar 7.8** Permodelan tangga pada SAP2000v.14

### 7.2.4 Analisis Struktur Plat Tangga dan Plat Bordes

Hasil dari analisis struktur didapatkan dengan bantuan program bantu SAP2000 berupa output momen  $M_{22}$  atau momen ultimate arah-y dengan kombinasi beban  $q_U = 1,2D + 1,6L$  sebagai berikut:

### 7.2.4.1 Plat tangga

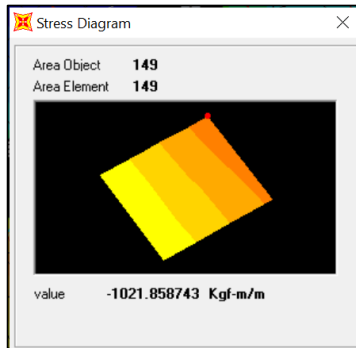
Momen M22 (Muy) didapatkan momen maksimum pada object 25 dengan nilai  $M22 = 1796,68 \text{ Kg.m}$ .



**Gambar 7.9** Momen M22 (Muy) yang terjadi pada plat tangga

### 7.2.4.2 Plat bordes

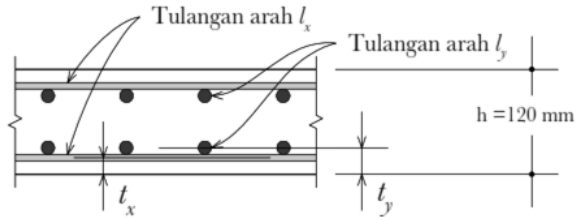
Momen M22 (Muy) didapatkan momen maksimum pada object 149 dengan nilai  $M22 = 1021,85 \text{ kg.m}$



**Gambar 7.10** Momen M22 (Muy) yang terjadi pada plat bordes

## 7.2.5 Perhitungan pada Plat Tangga

Tinggi efektif plat tangga



**Gambar 7.11** Tinggi efektif plat tangga

$$\begin{aligned} dx &= t_{\text{pelat}} - t_x \\ &= t_{\text{pelat}} - t_{\text{selimut}} - \frac{\emptyset}{2} \\ &= 140\text{mm} - 20\text{mm} - 10 \text{ mm} \cdot \frac{1}{2} \\ &= 113,5 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} dy &= t_{\text{pelat}} - t_y \\ &= t_{\text{pelat}} - t_{\text{selimut}} - \emptyset - \frac{\emptyset}{2} \\ &= 140\text{mm} - 20\text{mm} - 13\text{mm} - 13\text{mm} \cdot \frac{1}{2} \\ &= 100,5 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$L_y = 374,5 \text{ cm}$$

$$L_x = 176 \text{ cm}$$

$$\frac{L_y}{L_x} = \frac{374,5}{176} = 2,127 > 2 \text{ (Plat Satu Arah)}$$

Dengan menggunakan perhitungan seperti pada perhitungan kebutuhan tulangan pada plat tipe J pada program bantu Microsoft Excel, didapatkan kebutuhan tulangan sebagai berikut:

### 7.2.5.1 Data perencanaan

- $f_c' = 35 \text{ Mpa}$
- $t_{\text{pelat}} = 140 \text{ mm}$

- $\varnothing_{rencana} = 13 \text{ mm}$
- $f_y = 400 \text{ Mpa}$
- $t_{selimut} = 20 \text{ mm}$
- $\phi = 0,9$

### 7.2.5.2 Perhitungan

a. Tulangan arah x (sumbu pendek)

$$\beta_1 = 0,85 - \left( \frac{35-28}{7} \right) \cdot 0,05 = 0,8$$

$$d_x = t_{pelat} - t_{selimut} - \frac{D}{2} = 140\text{mm} - 20\text{mm} - \frac{13\text{mm}}{2} = 113,5 \text{ mm}$$

$$m = \frac{F_y}{0,85 \times F_{c'}'} = \frac{400}{0,85 \times 35} = 13,45$$

$$P_{min} = 0,002 \text{ (SNI 03-2847-2013 Pasal 7.12.2.1)}$$

$$P_{max} = 0,75 \times \frac{0,85 \times \beta_1 \times f_{c'}'}{f_y} \times \left( \frac{600}{600 + f_y} \right)$$

$$P_{max} = 0,75 \times \frac{0,85 \times 0,8 \times 35 \text{ Mpa}}{400 \text{ Mpa}} \times \left( \frac{600}{600 + 400 \text{ Mpa}} \right)$$

$$P_{max} = 0,027$$

$$M_{11} = M_{ux} = 359,33 \text{ kg. m} = 3.593.300 \text{ N.mm}$$

$$M_n = \frac{M_{ux}}{\phi} = \frac{3.593.300 \text{ N.mm}}{0,9} = 3.992.555 \text{ Nmm}$$

$$R_n = \frac{M_n}{b \times d_x^2} = \frac{3.992.555 \text{ N.mm}}{1000\text{mm} \times (113,5 \text{ mm})^2} = 0,3 \text{ N. mm}^2$$

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

$$\rho_{perlu} = \frac{1}{13,45} \times \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 0,3 \times 13,45}{400}} \right) = 0,0008$$

karena  $\rho_{perlu} < \rho_{min}$ , maka yang digunakan adalah  $\rho_{min} = 0.002$

$$AS_{perlu} = p \times b \times d$$

$$AS_{perlu} = 0,002 \times 1000\text{mm} \times 113,5\text{mm}$$

$$AS_{perlu} = 227 \text{ mm}^2$$

Sehingga dipakai tulangan **D10-200** → As pakai = 392,7 mm<sup>2</sup>

b. Tulangan arah y (sumbu panjang)

$$M_{22} = M_{uy}$$

$$= 1796,68 \text{ Kg.m} = 17,96 \text{ kN.m}$$

$$M_n = \frac{M_{uy}}{\phi} = \frac{17.966.800 \text{ N.mm}}{0,9} = 19.963.111,8 \text{ N.mm}$$

$$R_n = \frac{M_n}{b \cdot d^2} = \frac{19.963.111,8 \text{ N.mm}}{(1000) \cdot (100,5\text{mm})^2} = 1,97$$

$$\begin{aligned} \rho_{perlu} &= \frac{1}{m} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2m \cdot R_n}{f_y}} \right) \\ &= \frac{1}{13,45} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2(13,45) \cdot 1,97}{400\text{MPa}}} \right) = 0,0051 \end{aligned}$$

Syarat:

$$\rho_{\min} < \rho_{perlu} < \rho_{\max}$$

$$0,002 < 0,0051 < 0,027 \text{ (memenuhi)}$$

Maka dipakai  $\rho_{perlu} = 0,0025$

$$AS_{perlu} = \rho_{perlu} \cdot b \cdot d_y$$

$$= 0,0051 \cdot 1000\text{mm} \cdot 100,5\text{mm} = 514 \text{ mm}^2$$

Dipakai tulangan **D13-150**

$$\begin{aligned} AS_{pakai} &= \frac{0,25 \cdot \pi \cdot D^2 \cdot b}{s} \\ &= \frac{0,25 \cdot \pi \cdot 13^2 \cdot 1000\text{mm}}{150} = 885 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Cek:

$$\begin{array}{lcl} \text{As pakai} & > & \text{As perlu} \\ 885 \text{ mm}^2 & > & 246 \text{ mm}^2 \quad \text{(Memenuhi)} \end{array}$$

Sehingga dipakai tulangan **D13 – 150**

## 7.2.6 Perhitungan pada Plat Bordes

### 7.2.6.1 Data perencanaan

- Mutu beton ( $f_c'$ ) = 35 Mpa
- Mutu baja ( $f_y$ ) = 400 Mpa
- Diameter tulangan rencana = 13 mm
- Tebal rencana pelat tangga = 140 mm
- Tebal rencana pelat bordes = 140 mm
- $b = 1000 \text{ mm}$
- $\beta_1 = 0,8$
- Faktor reduksi ( $\phi$ ) = 0,9
- $L_y/L_x = \frac{3,88 \text{ m}}{1,805 \text{ m}} = 2,15 > 2,0$  ; Pelat satu arah

### 7.2.6.2 Perhitungan

a. Tinggi efektif plat bordes

$$\begin{aligned} dx &= t_{\text{pelat}} - t_{\text{selimut}} - \emptyset/2 \\ &= 140\text{mm} - 20\text{mm} - 13\text{mm} \cdot \frac{1}{2} \\ &= 113,5 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} dy &= t_{\text{pelat}} - t_{\text{selimut}} - \emptyset - \emptyset/2 \\ &= 140\text{mm} - 20\text{mm} - 13\text{mm} - 13\text{mm} \cdot \frac{1}{2} \\ &= 100,5 \text{ mm} \end{aligned}$$

b. Rasio tulangan maksimum dan minimum

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f_c'} = \frac{400}{0,85 \cdot 35\text{MPa}} = 13,45$$

$$\begin{aligned}\rho_b &= \frac{0,85 \cdot \beta_1 \cdot f_c'}{f_y} \left( \frac{600}{600+f_y} \right) \\ &= \frac{0,85 \cdot 0,8 \cdot 35\text{MPa}}{400\text{MPa}} \left( \frac{600}{600+400\text{MPa}} \right) \\ &= 0,0357\end{aligned}$$

$$\rho_{\max} = 0,75 \cdot \rho_b = 0,75 \cdot 0,0357 = 0,0268$$

$$\rho_{\min} = 0,002$$

c. Tulangan arah x (sumbu pendek)

Karena merupakan pelat satu arah, pada bentang arah-x dipasang tulangan susut sesuai SNI 2847-2013 pasal 7.12.2.1 sebagai berikut:

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

$$\begin{aligned}\text{As perlu} &= \rho_{\text{perlu}} \cdot b \cdot dx \\ &= 0,002 \cdot 1000\text{mm} \cdot 113,5\text{mm} \\ &= 227 \text{ mm}^2\end{aligned}$$

Dipakai tulangan **D13-150**

$$\begin{aligned}\text{As pakai} &= \frac{0,25 \cdot \pi \cdot D^2 \cdot b}{s} \\ &= \frac{0,25 \cdot \pi \cdot 13^2 \cdot 1000\text{mm}}{150} \\ &= 885 \text{ mm}^2\end{aligned}$$

Cek:

$$\begin{aligned}\text{As pakai} &> \text{As perlu} \\ 885 \text{ mm}^2 &> 222,3 \text{ mm}^2 \text{ (Memenuhi)} \\ \text{Sehingga dipakai tulangan susut } &\mathbf{D13-150}\end{aligned}$$

d. Tulangan arah y (sumbu panjang)

$$M_{22} = M_{uy}$$

$$= 1021,85 \text{ Kg.m} = 10,22 \text{ kN.m}$$

$$M_n = \frac{M_{uy}}{\phi} = \frac{10.218.500 \text{ N.mm}}{0,9} = 11.353.888,8 \text{ N.mm}$$

$$R_n = \frac{M_n}{b \cdot d^2} = \frac{11.353.888,8 \text{ N.mm}}{1000 \cdot (100,5 \text{ mm})^2} = 1,12$$

$$\begin{aligned} \rho_{\text{perlu}} &= \frac{1}{m} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2m \cdot R_n}{f_y}} \right) \\ &= \frac{1}{13,45} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2(13,45) \cdot 1,12}{400 \text{ MPa}}} \right) = 0,0029 \end{aligned}$$

Syarat:

$$\rho_{\text{min}} < \rho_{\text{perlu}} < \rho_{\text{max}}$$

$$0,002 > 0,0029 < 0,0268 \text{ (Memenuhi)}$$

$$\rho_{\text{perlu}} = 0,0029$$

$$\begin{aligned} A_{S_{\text{perlu}}} &= \rho_{\text{perlu}} \cdot b \cdot d_y \\ &= 0,0029 \cdot 1000 \text{ mm} \cdot 100,5 \text{ mm} \\ &= 288 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Dipakai tulangan **D13-150**

$$\begin{aligned} A_s \text{ pakai} &= \frac{0,25 \cdot \pi \cdot D^2 \cdot b}{s} = \frac{0,25 \cdot \pi \cdot 13^2 \cdot 1000 \text{ mm}}{150} \\ &= 885 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Cek:

$$\begin{aligned} A_s \text{ pakai} &> A_s \text{ perlu} \\ 885 \text{ mm}^2 &> 288 \text{ mm}^2 \quad \text{(Memenuhi)} \end{aligned}$$

Sehingga dipakai tulangan **D13 – 150**



### 7.2.6.3 Kontrol jarak tulangan

Berdasarkan SNI 03-2847-2013 Pasal 13.3.2, disebutkan bahwa spasi tulangan pada penampang kritis tidak boleh melebihi dari dua kali tebal slab, sehingga:

$$s \text{ pakai} < 2 \times t_s$$

$$150\text{mm} < 2 \times 140\text{mm}$$

$$150\text{mm} < 280\text{mm} \text{ (Memenuhi)}$$

### 7.2.6.4 Cek jarak tulangan terhadap kontrol retak

Pengecekan jarak tulangan terhadap kontrol retak dilakukan berdasarkan SNI 2847-2013 pasal 10.6.4.

Syarat:

$$s = 380 \cdot \left( \frac{280}{f_s} \right) - 2,5 \cdot c_c \text{ dan tidak melebihi: } s_{\max} = 380 \cdot \left( \frac{280}{f_s} \right)$$

$$f_s = \frac{2}{3} \cdot f_y = \frac{2}{3} \cdot 400\text{MPa} = 266,67 \text{ MPa}$$

Dengan  $c_c$  merupakan jarak terkecil dari permukaan tulangan ke muka tarik, sehingga  $c_c = 20 \text{ mm}$ .

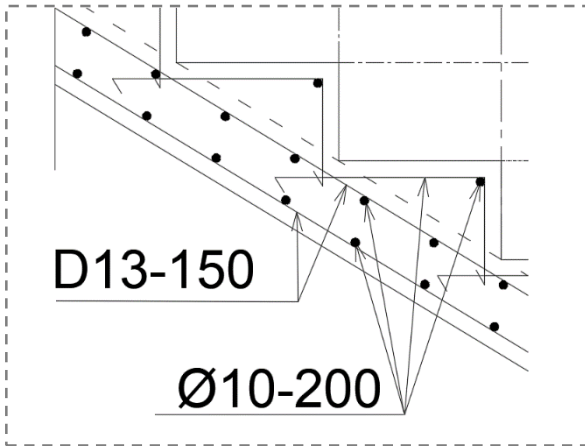
Sehingga:

$$s = 380 \cdot \left( \frac{280}{266,67\text{MPa}} \right) - 2,5 \cdot 20\text{mm} = 349 \text{ mm}$$

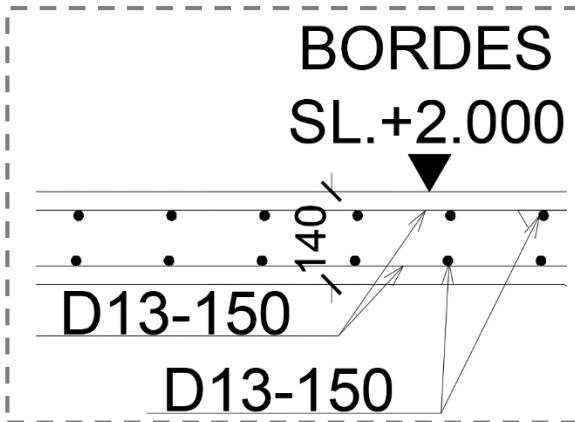
$$s_{\max} = 380 \cdot \left( \frac{280}{266,67 \text{ MPa}} \right) = 399 \text{ mm}$$

Kontrol jarak antar tulangan dipakai:

$$150 \text{ mm} < 349 \text{ mm} \text{ (memenuhi)}$$



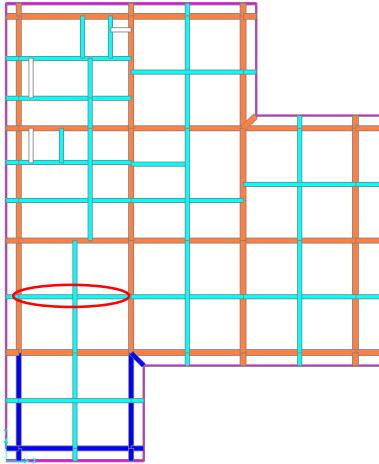
**Gambar 7.12** Detail penulangan plat tangga



**Gambar 7.13** Detail penulangan plat bordes

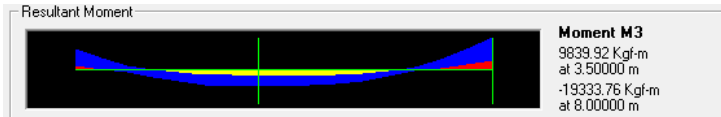
### 7.3 Desain Balok Anak

Untuk balok anak yang ditinjau, diambil salah satu balok anak di lantai 2 (frame 1932) yakni sebagai berikut:



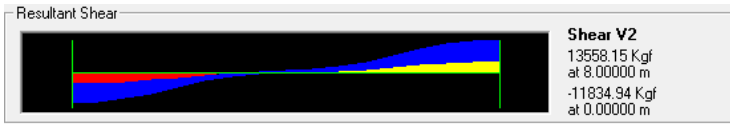
**Gambar 7.14** Balok anak yang ditinjau

Dari hasil perhitungan gaya pada program bantu SAP2000 v.14 didapatkan gaya-gaya sebagai berikut:



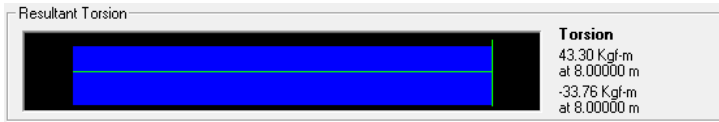
**Gambar 7.15** Momen yang terjadi pada balok anak

- Momen tumpuan maksimum = 19.333,76 kg.m = 193,34 kN
- Momen lapangan maksimum = 9839,92 kg.m = 983,99 kN



**Gambar 7.16** Geser yang terjadi pada balok anak

- $V_u$  maksimum = 13.558,15 kg = 135,58 kN



**Gambar 7.17** Torsi yang terjadi pada balok anak

- $T_u$  maksimum = 43,3 kg.m = 0,43 kN

### 7.3.1 Data perencanaan

Jika direncanakan balok anak sebagai berikut:

$$L = 8000 \text{ mm}$$

$$b = 300 \text{ mm}$$

$$h = 400 \text{ mm}$$

$$t = 40 \text{ mm}$$

$$\text{\textcircled{t}ul.lentur} = D19$$

$$\text{\textcircled{t}ul.geser} = \text{\textcircled{O}}10$$

### 7.3.2 Perhitungan tulangan tumpuan

Syarat menghitung kebutuhan tulangan

Untuk  $f_c' = 35 \text{ Mpa}$ , maka:

$$\beta_1 = 0,85 - \left( \frac{35-28}{7} \right) \cdot 0,05 = 0,8$$

$$d = 340,5 \text{ mm}$$

$$m = \frac{fy}{0,85 \times fc'} = \frac{400 \text{ Mpa}}{29,75 \text{ Mpa}} = 13,45$$

$$\rho_{min} = \frac{1,4}{fy} = \frac{1,4}{400} = 0,004 \text{ Mpa}$$

$$\begin{aligned} \rho_{max} &= 0,75 \times \frac{0,85 \times \beta_1 \times fc'}{fy} \times \left( \frac{600}{600 + fy} \right) \\ &= 0,75 \times \frac{0,85 \times 0,8 \times 35 \text{ Mpa}}{400 \text{ Mpa}} \times \left( \frac{600}{600 + 400} \right) \\ &= 0,0268 \end{aligned}$$

$$Mu = 189599444 \text{ N.mm}$$

$$Mn = \frac{Mu}{0,9} = \frac{189599444}{0,9} = 210666048,9 \text{ N.mm}$$

$$Rn = \frac{Mn}{b \times d^2} = \frac{210666048,9}{34782075} = 6,05674 \text{ N.mm}$$

$$\begin{aligned} \rho &= \frac{1}{m} \times \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times m \times Rn}{fy}} \right) \\ &= \frac{1}{13,45} \times \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 13,45 \times 6,05674}{400}} \right) \\ &= 0,017109917 \text{ Mpa} \end{aligned}$$

Karena  $\rho_{max} > \rho > \rho_{min}$ , maka dipakai  $\rho = 0,0171$

Sehingga:

$$\begin{aligned} A_{Sperlu} &= \rho \times b \times d \\ &= 0,0171 \times 300 \times 340,5 \\ &= 1747,78 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Maka dipakai 7-D19  $\rightarrow A_{Spakai} = 1983,70 \text{ mm}^2$

### 7.3.3 Perhitungan tulangan lapangan

Syarat menghitung kebutuhan tulangan

Untuk  $f_c' = 35 \text{ Mpa}$ , maka:

$$\beta_1 = 0,85 - \left(\frac{35-28}{7}\right) \cdot 0,05 = 0,8$$

$$d = 340,5 \text{ mm}$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \times f_c'} = \frac{400 \text{ Mpa}}{29,75 \text{ Mpa}} = 13,45$$

$$\rho_{min} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{400} = 0,004 \text{ Mpa}$$

$$\begin{aligned} \rho_{max} &= 0,75 \times \frac{0,85 \times \beta_1 \times f_c'}{f_y} \times \left(\frac{600}{600+f_y}\right) \\ &= 0,75 \times \frac{0,85 \times 0,8 \times 35 \text{ Mpa}}{400 \text{ Mpa}} \times \left(\frac{600}{600+400}\right) \\ &= 0,0268 \end{aligned}$$

$$M_u = 96496664,12 \text{ N.mm}$$

$$M_n = \frac{M_u}{0,9} = \frac{96496664,12}{0,9} = 107218515,7 \text{ N.mm}$$

$$R_n = \frac{M_n}{b \times d^2} = \frac{107218515,7}{34782075} = 3,083 \text{ N.mm}$$

$$\begin{aligned} \rho &= \frac{1}{m} \times \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times m \times R_n}{f_y}}\right) \\ &= \frac{1}{13,45} \times \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 13,45 \times 3,083}{400}}\right) \\ &= 0,0082 \text{ Mpa} \end{aligned}$$

Karena  $\rho_{max} > \rho > \rho_{min}$ , maka dipakai  $\rho = 0,0171$

Sehingga:

$$\begin{aligned}
 A_{S_{perlu}} &= \rho \times b \times d \\
 &= 0,0082 \times 300 \times 340,5 \\
 &= 832,87 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

Maka dipakai 3-D19  $\rightarrow A_{S_{pakai}} = 850,16 \text{ mm}^2$

### 7.3.4 Perhitungan tulangan geser

Gaya geser yang dipakai dalam perhitungan adalah gaya geser terfaktor,  $V_u$  sejarak  $d$  dari muka tumpuan sesuai SNI 03-2847-2013 Pasal 11.1.3.1.

$$\begin{aligned}
 V_u' &= \frac{Vu}{\frac{8000}{2}} \cdot \left( \frac{8000}{2} - d \right) \\
 &= \frac{135,58 \text{ kN}}{4000 \text{ mm}} \cdot (4000 \text{ mm} - 340,5 \text{ mm}) = 124,03875 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

Nilai  $V_c$  ditentukan berdasarkan SNI 03-2847-2013 pasal 11.2.1.

$$V_c = 0,17 \cdot \lambda \cdot \sqrt{f_{c'}} \cdot b_w \cdot d$$

Dimana  $\lambda = 1$ , menurut SNI 03-2847-2013 pasal 8.6.1

$$V_c = 0,17 \cdot 1 \cdot \sqrt{35 \text{ Mpa}} \cdot 300 \text{ mm} \cdot 340,5 \text{ mm} = 102.735,68 \text{ N}$$

$$\phi \cdot V_c = 0,75 \cdot 102.735,68 \text{ N} = 77051,76 \text{ N} = 77,052 \text{ kN}$$

$$0,5 \cdot \phi \cdot V_c = 0,5 \cdot 77,052 = 38,53 \text{ kN}$$

$$V_{S_{min}} = \frac{b_w \cdot d}{3} = \frac{300 \text{ mm} \cdot 340,5 \text{ mm}}{3} = 34050 \text{ N} = 34,05 \text{ kN}$$

$$\phi \cdot V_{S_{min}} = 0,75 \cdot 34,05 \text{ kN} = 25,54 \text{ kN}$$

$$\begin{aligned}
 \phi \cdot \left( V_c + \frac{1}{3} \cdot \sqrt{f_{c'}} \cdot b_w \cdot d \right) &= 0,75 \cdot \left( 102.735,68 + \frac{1}{3} \cdot \sqrt{35 \text{ Mpa}} \cdot \right. \\
 &\left. 300 \cdot 340,5 \right) = 228,134 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

Karena  $(\phi \cdot V_c + \phi \cdot V_{S_{\min}}) < V_u' < \phi \cdot (V_c + \frac{1}{3} \cdot \sqrt{f_c'} \cdot b_w \cdot d)$ , maka memenuhi kondisi 4.

Beban geser yang harus dipikul oleh tulangan ( $V_{S_{\min}}$ ) adalah  $V_u - \phi \cdot V_c$

$$V_{S_{\min}} = 124,039 \text{ kN} - 77,052 \text{ kN} = 46,987 \text{ kN}$$

Jika digunakan sengkang 2 kaki  $\emptyset 10$

$$A_v = 2 \times \left( \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot (10 \text{ mm})^2 \right) = 157,07 \text{ mm}^2$$

$$S_{\text{maks}} = \frac{A_v \cdot f_y \cdot d}{V_s} = \frac{157,07 \cdot 240 \cdot 340,5}{46.987 \text{ N}} = 273,177 \text{ mm}$$

$$\text{Spasi tulangan geser maks} = s_{\text{maks}} \geq \frac{d}{2} \geq 60 \text{ mm} = 170,25 \text{ mm}$$

Diambil  $s = 150 \text{ mm}$

Maka dipakai sengkang  $\emptyset 10 - 150 \text{ mm}$

### 7.3.5 Perhitungan panjang penyaluran tulangan

1. Panjang penyaluran tulangan tarik:
  - Tulangan diteruskan sejauh  $d$ ,  $12d_b$ , atau  $l_n/16$  (SNI 03-2847-2013 Pasal 12.10.3 dan 12.10.4):
    - $d = 340,5 \text{ mm}$
    - $12 d_b = 12 \times 19 \text{ mm} = 228 \text{ mm}$
    - $l_n/16 = 7600 \text{ mm}/16 = 475 \text{ mm}$

Diambil nilai terbesar yakni  $475 \text{ mm} \approx 500 \text{ mm}$

- Mencari nilai  $l_d$  (SNI 03-2847-2013 Pasal 12.2.2):  
Diketahui nilai:

$$d_b = 19 \text{ mm}; \psi_s = 1,0; \psi_t = 1,0; \lambda = 1,0; \psi_e = 1,0$$

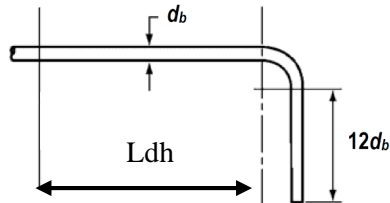


$$l_d = \left( \frac{f_y \cdot \Psi_t \cdot \Psi_e}{1,7 \cdot \lambda \cdot \sqrt{f_c'}} \right) \cdot d_b$$

$$l_d = \left( \frac{400 \cdot 1 \cdot 1}{1,7 \cdot 1 \cdot \sqrt{35 \text{ Mpa}}} \right) \cdot 19 \text{ mm} = 755,67 \text{ mm}$$

diambil nilai  $l_d = 800 \text{ mm}$

2. Panjang penyaluran tulangan berkait:

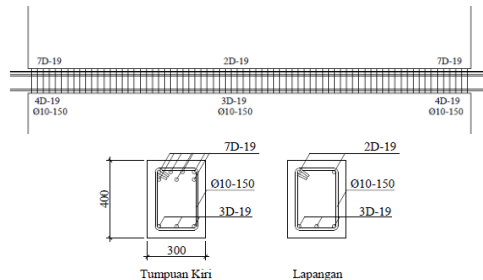


**Gambar 7.18** Detail tulangan untuk penyaluran kait standar

$$l_d = \left( \frac{0,24 \cdot \Psi_e \cdot f_y}{\lambda \cdot \sqrt{f_c'}} \right) \cdot d_b$$

$$l_d = \left( \frac{0,24 \cdot 1 \cdot 400 \text{ Mpa}}{1 \cdot \sqrt{35 \text{ Mpa}}} \right) \cdot 19 \text{ mm} = 308,31 \text{ mm} \approx 350 \text{ mm}$$

Panjang kait =  $12 \cdot d_b = 12 \cdot 19 = 228 \text{ mm} \approx 250 \text{ mm}$



**Gambar 7.19** Detail penulangan balok anak

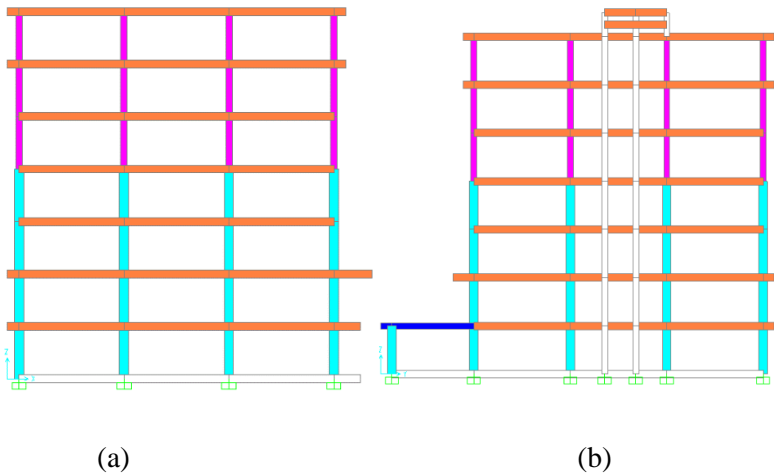


## BAB VIII

### DESAIN STRUKTUR PRIMER

#### 8.1 Umum

Untuk perhitungan struktur primer, portal pada bangunan yang akan ditinjau adalah sebanyak 2 portal. Portal tersebut dibagi menjadi 1 portal arah memanjang dan 1 portal arah melintang. Nantinya dari masing-masing portal akan dihitung untuk kebutuhan tulangan balok, kolom serta hubungan balok-kolom dari masing-masing portal tersebut. Untuk portal yang ditinjau adalah sebagai berikut:



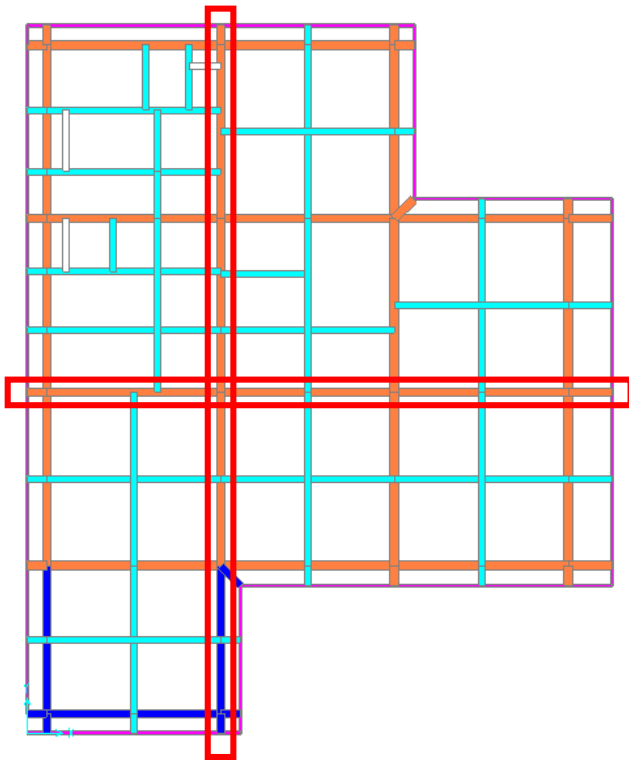
**Gambar 8.1** Portal yang ditinjau; (a) portal pada bidang x-z; (b) portal pada bidang y-z

## 8.2 Desain Struktur Balok

Pada perhitungan penulangan balok, kami memperhitungkan penulangan balok induk pada portal-portal yang ditinjau, untuk balok yang dihitung secara manual adalah salah satu perhitungan balok pada tabel rekapitulasi perhitungan penulangan balok induk.

### 8.2.1 Perhitungan Balok Induk

Dari kedua portal yang ditinjau, diambil satu frame balok yang akan dijadikan percontohan perhitungan, yaitu frame 1784.



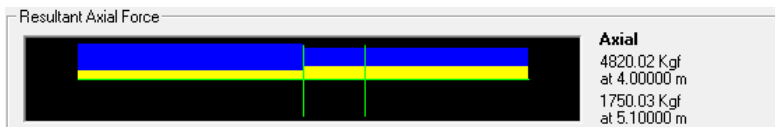
**Gambar 8.2** Lokasi portal yang ditinjau

### 8.2.2 Data perencanaan

- Mutu beton  $f_c'$  = 35 Mpa
- Dimensi Balok = 400 x 600 mm
- Tinggi efektif balok = 529 mm
- Bentang Balok = 8000 mm
- Bentang bersih ( $L_n$ ) =  $8000 - 2 \times \frac{700}{2} = 7300$  mm
- Cover (t) = 40 mm
- $\emptyset$  tulangan lentur = 22 mm
- $\emptyset$  tulangan geser = 12 mm
- $F_y$  lentur = 400 Mpa
- $F_y$  geser = 240 Mpa
- B1 =  $0,85 - \left(\frac{35-28}{7}\right) \cdot 0,05 = 0,8$
- $q_u$  =  $1,2D + 1,0L$

### 8.2.3 Gaya yang terjadi pada balok

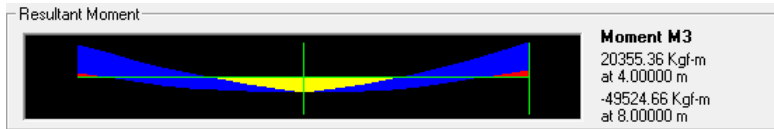
Untuk perhitungan yang kami tunjukkan disini mengacu pada satu frame di portal yang kami tinjau, yaitu frame 1784. Untuk mengetahui gaya yang terjadi pada balok, nantinya dilihat menggunakan program bantu SAP2000 v.14. Didapatkan gaya gaya sebagai berikut:



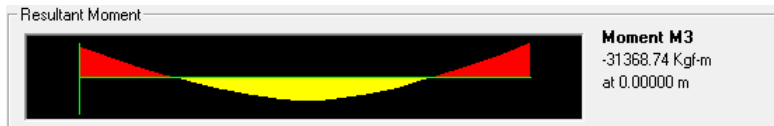
**Gambar 8.3** Gaya aksial yang didapatkan dari SAP2000 dari kombinasi beban gempa



**Gambar 8.4** Gaya aksial yang didapatkan dari SAP2000 dari kombinasi ultimate 1,2D + 1,6L



**Gambar 8.9** Gaya momen yang didapatkan dari SAP2000 dari kombinasi beban gempa



**Gambar 8.10** Gaya momen yang didapatkan dari SAP2000 dari kombinasi beban ultimate 1,2D + 1,6L

**Tabel 8.1** Tabel momen terjadi pada balok induk frame 1784

Momen-momen kombinasi			Mn (ton.m)
Mu (ton.m)			
Tumpu kiri	1,2 D + 1,6 L	31,35	34,83
	1,2 D + 1,0 L + 1,0 EQ	45,30	50,33
Lapangan	1,2 D + 1,6 L	24,13	26,81
Tumpu kanan	1,2 D + 1,6 L	35,38	39,31
	1,2 D + 1,0 L + 1,0 EQ	48,80	54,22

### 8.2.4 Cek syarat komponen struktur lentur

Berdasarkan SNI 2847-2013 Pasal 21.5.1 mensyaratkan bahwa komponen struktur lentur SRPMK harus memenuhi hal-hal berikut:

- Gaya aksial tekan terfaktor pada komponen struktur lentur dibatasi maksimum  $0,1 A_g \cdot f_c'$

$$0,1 A_g \cdot f_c' = 0,1 \times 400 \text{ mm} \times 600 \text{ mm} \times 35 \text{ Mpa} = 840 \text{ kN}$$

Dari program bantu SAP 2000 v.14. didapatkan:  $P_u = 36,137 \text{ kN} < 840 \text{ kN}$  (**memenuhi**)

- Bentang bersih komponen struktur tidak boleh kurang dari 4 kali tinggi efektifnya (SNI 03-2847-2013 Pasal 21.5.2)

$$L_n = 7300 \text{ mm}$$

$$d = H_{Balok} - \text{selimut} - \text{senggang} - D_{lentur}/2$$

$$d = 600 - 40 - 12 - 22/2$$

$$d = 537 \text{ mm}$$

$$4d = 4 \cdot (537 \text{ mm}) = 2148 \text{ mm} < 6400 \text{ mm}$$

$$4d < L_d$$
 (**memenuhi**)

- Lebar komponen tidak boleh kurang dari 0,3 dan 250 mm (SNI 03-2847-2013 Pasal 21.5.3)

$$b/h = 400 \text{ mm}/600 \text{ mm} = 0,67 > 0,3$$
 (**memenuhi**)

$$400 \text{ mm} > 250 \text{ mm}$$
 (**memenuhi**)

### 8.2.5 Perhitungan kebutuhan baja tulangan lentur

1. Momen di tumpuan kiri akibat kombinasi beban ultimate = 31,35 Ton.m

Momen nominal aktual:

$$M_n = \frac{M_u}{\phi}$$

$$M_n = \frac{31,35}{0,9} = 34,83 \text{ Ton.m}$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f_c}$$

$$m = \frac{400}{0,85 \cdot 35} = 13,4$$

$$R_n = \frac{M_n}{bd^2}$$

$$R_n = \frac{34,83}{(0,4 \cdot 0,529)^2} = 3,12$$

$$\rho_{perlu} = \frac{1}{m} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2m \cdot R_n}{f_y}} \right)$$

$$\rho_{perlu} = \frac{1}{13,4} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2(13,4) \cdot (3,12)}{400}} \right) = 0,00825$$

$$\rho_{min} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{400} = 0,0035$$

$$\rho_{maks} = 0,75 \left( \left( \frac{0,85 \cdot \beta_1 \cdot f_c}{f_y} \right) \times \left( \frac{600}{600 + f_y} \right) \right)$$

$$\rho_{maks} = 0,75 \left( \left( \frac{0,85 \cdot 0,8 \cdot 35}{400} \right) \times \left( \frac{600}{600 + 400} \right) \right) = 0,0268$$

Karena  $\rho_{maks} > \rho_{perlu} > \rho_{min}$ , maka nilai  $\rho$  yang dipakai adalah  $\rho_{perlu} = 0,00825$

$$A_{S_{perlu}} = \rho \times b \times d$$

$$A_{S_{perlu}} = 0,00825 \times 400 \times 529 = 1744,53 \text{ mm}^2$$

$$A_{S'_{perlu}} = 0,60 A_{S_{perlu}}$$

$$A_{S'_{perlu}} = 0,60 \times 1744,53 = 1046,72 \text{ mm}^2$$

2. Momen di tumpuan kiri akibat kombinasi beban gempa ultimate = 45,30 Ton.m

Momen nominal aktual:

$$M_n = \frac{M_u}{\phi}$$



$$M_n = \frac{45,30}{0,9} = 50,33 \text{ Ton.m}$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f_c'}$$

$$m = \frac{400}{0,85 \cdot 35} = 13,4$$

$$R_n = \frac{M_n}{bd^2}$$

$$R_n = \frac{50,33}{(0,4 \cdot 0,529)^2} = 4,51$$

$$\rho_{perlu} = \frac{1}{m} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2m \cdot R_n}{f_y}} \right)$$

$$\rho_{perlu} = \frac{1}{13,4} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2(13,4) \cdot (4,51)}{400}} \right) = 0,0123$$

$$\rho_{min} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{400} = 0,0035$$

$$\rho_{maks} = 0,75 \left( \left( \frac{0,85 \cdot \beta_1 \cdot f_c'}{f_y} \right) \times \left( \frac{600}{600 + f_y} \right) \right)$$

$$\rho_{maks} = 0,75 \left( \left( \frac{0,85 \cdot 0,8 \cdot 35}{400} \right) \times \left( \frac{600}{600 + 400} \right) \right) = 0,0268$$

Karena  $\rho_{maks} > \rho_{perlu} > \rho_{min}$ , maka nilai  $\rho$  yang dipakai adalah  $\rho_{perlu} = 0,0123$

$$A_{s_{perlu}} = \rho \times b \times d$$

$$A_{s_{perlu}} = 0,0123 \times 400 \times 529 = 2595,12 \text{ mm}^2$$

$$A_{s'_{perlu}} = 0,60 A_{s_{perlu}}$$

$$A_{s'_{perlu}} = 0,60 \times 2595,12 = 1557,07 \text{ mm}^2$$

$A_{s_{perlu}}$  akibat beban kombinasi gempa >

$A_{s_{perlu}}$  akibat beban kombinasi ultimate

maka,  $A_s$  yang dipakai adalah  $2595,12 \text{ mm}^2$  dan  $A_s'$  yang dipakai adalah  $1557,07 \text{ mm}^2$ .

$$n = \frac{A_{s_{perlu}}}{0,25 \cdot \pi \cdot D^2}$$

$n = \frac{2595,12}{0,25 \cdot 3,14 \cdot 22^2} = 6,83 \approx 7 \rightarrow$  kebutuhan tulangan tarik di tumpuan kiri balok.

$$A_{s_{pasang}} = n \cdot 0,25 \cdot 3,14 \cdot D^2$$

$A_{s_{pasang}} = 7 \cdot 0,25 \cdot 3,14 \cdot 22^2 = 2621,59 \text{ mm}^2 \rightarrow$  Luas tulangan tarik pasang.

$$n = \frac{A_{s'_{perlu}}}{0,25 \cdot \pi \cdot D^2}$$

$n = \frac{1557,07}{0,25 \cdot 3,14 \cdot 22^2} = 4,10 \approx 4 \rightarrow$  kebutuhan tulangan tekan di tumpuan kiri balok.

$$A_{s'_{pasang}} = n \cdot 0,25 \cdot 3,14 \cdot D^2$$

$A_{s'_{pasang}} = 4 \cdot 0,25 \cdot 3,14 \cdot 22^2 = 1557,75 \text{ mm}^2 \rightarrow$  Luas tulangan tekan pasang.

3. Momen di lapangan akibat kombinasi beban ultimate = 24,13 Ton.m

Momen nominal aktual:

$$M_n = \frac{M_u}{\phi}$$

$$M_n = \frac{24,13}{0,9} = 26,81 \text{ Ton.m}$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f_c}$$

$$m = \frac{400}{0,85 \cdot 35} = 13,4$$

$$R_n = \frac{M_n}{bd^2}$$

$$R_n = \frac{50,33}{(0,4 \cdot 0,529)^2} = 2,40$$

$$\rho_{perlu} = \frac{1}{m} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2m \cdot R_n}{f_y}} \right)$$

$$\rho_{perlu} = \frac{1}{13,4} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2(13,4) \cdot (2,40)}{400}} \right) = 0,0063$$

$$\rho_{min} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{400} = 0,0035$$

$$\rho_{maks} = 0,75 \left( \left( \frac{0,85 \cdot \beta_1 \cdot f_c'}{f_y} \right) \times \left( \frac{600}{600 + f_y} \right) \right)$$

$$\rho_{maks} = 0,75 \left( \left( \frac{0,85 \cdot 0,8 \cdot 35}{400} \right) \times \left( \frac{600}{600 + 400} \right) \right) = 0,0268$$

Karena  $\rho_{maks} > \rho_{perlu} > \rho_{min}$ , maka nilai  $\rho$  yang dipakai adalah  $\rho_{perlu} = 0,0063$

$$A_{s_{perlu}} = \rho \times b \times d$$

$$A_{s_{perlu}} = 0,0063 \times 400 \times 529 = 1323,84 \text{ mm}^2$$

$$A_{s'_{perlu}} = 0,60 A_{s_{perlu}}$$

$$A_{s'_{perlu}} = 0,60 \times 1323,84 = 794,30 \text{ mm}^2$$

maka,  $A_s$  yang dipakai adalah  $1323,84 \text{ mm}^2$  dan  $A_{s'}$  yang dipakai adalah  $794,30 \text{ mm}^2$ .

$$n = \frac{A_{s_{perlu}}}{0,25 \cdot \pi \cdot D^2}$$

$$n = \frac{1323,84}{0,25 \cdot 3,14 \cdot 22^2} = 3,48 \approx 4 \rightarrow \text{kebutuhan tulangan tarik di lapangan balok.}$$

$$A_{s_{pasang}} = n \cdot 0,25 \cdot 3,14 \cdot D^2$$

$$A_{s_{pasang}} = 4 \cdot 0,25 \cdot 3,14 \cdot 22^2 = 1329,79 \text{ mm}^2 \rightarrow \text{Luas tulangan tarik pasang.}$$

$$n = \frac{As'_{perlu}}{0,25 \cdot \pi \cdot D^2}$$

$$n = \frac{794,30}{0,25 \cdot 3,14 \cdot 22^2} = 2,1 \approx 2 \rightarrow \text{kebutuhan tulangan tekan di lapangan balok.}$$

$$As'_{pasang} = n \cdot 0,25 \cdot 3,14 \cdot D^2$$

$$As'_{pasang} = 2 \cdot 0,25 \cdot 3,14 \cdot 22^2 = 797,87 \text{ mm}^2 \rightarrow \text{Luas tulangan tekan pasang.}$$

4. Momen di tumpuan kanan akibat kombinasi beban ultimate  
= 35,38 Ton.m

Momen nominal aktual:

$$M_n = \frac{M_u}{\phi}$$

$$M_n = \frac{35,38}{0,9} = 39,31 \text{ Ton.m}$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f_c'}$$

$$m = \frac{400}{0,85 \cdot 35} = 13,4$$

$$R_n = \frac{M_n}{bd^2}$$

$$R_n = \frac{39,31}{(0,4 \cdot 0,529)^2} = 3,52$$

$$\rho_{perlu} = \frac{1}{m} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2m \cdot R_n}{f_y}} \right)$$

$$\rho_{perlu} = \frac{1}{13,4} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2(13,4) \cdot (3,52)}{400}} \right) = 0,00939$$

$$\rho_{min} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{400} = 0,0035$$

$$\rho_{maks} = 0,75 \left( \left( \frac{0,85 \cdot \beta_1 \cdot f_c'}{f_y} \right) \times \left( \frac{600}{600 + f_y} \right) \right)$$

$$\rho_{maks} = 0,75 \left( \left( \frac{0,85 \cdot 0,8 \cdot 35}{400} \right) \times \left( \frac{600}{600+400} \right) \right) = 0,0268$$

Karena  $\rho_{maks} > \rho_{perlu} > \rho_{min}$ , maka nilai  $\rho$  yang dipakai adalah  $\rho_{perlu} = 0,00825$

$$AS_{perlu} = \rho \times b \times d$$

$$AS_{perlu} = 0,00939 \times 400 \times 529 = 1984,66 \text{ mm}^2$$

$$AS'_{perlu} = 0,60 AS_{perlu}$$

$$AS'_{perlu} = 0,60 \times 1984,66 = 1190,80 \text{ mm}^2$$

5. Momen di tumpuan kanan akibat kombinasi beban gempa ultimate = 48,80 Ton.m

Momen nominal aktual:

$$M_n = \frac{M_u}{\phi}$$

$$M_n = \frac{48,80}{0,9} = 54,22 \text{ Ton.m}$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f_c'}$$

$$m = \frac{400}{0,85 \cdot 35} = 13,4$$

$$R_n = \frac{M_n}{bd^2}$$

$$R_n = \frac{54,22}{(0,4 \cdot 0,529)^2} = 4,85$$

$$\rho_{perlu} = \frac{1}{m} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2m \cdot R_n}{f_y}} \right)$$

$$\rho_{perlu} = \frac{1}{13,4} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2(13,4) \cdot (4,85)}{400}} \right) = 0,0133$$

$$\rho_{min} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{400} = 0,0035$$

$$\rho_{maks} = 0,75 \left( \left( \frac{0,85 \cdot \beta_1 \cdot f_c'}{f_y} \right) \times \left( \frac{600}{600 + f_y} \right) \right)$$

$$\rho_{maks} = 0,75 \left( \left( \frac{0,85 \cdot 0,8 \cdot 35}{400} \right) \times \left( \frac{600}{600 + 400} \right) \right) = 0,0268$$

Karena  $\rho_{maks} > \rho_{perlu} > \rho_{min}$ , maka nilai  $\rho$  yang dipakai adalah  $\rho_{perlu} = 0,0123$

$$A_{S_{perlu}} = \rho \times b \times d$$

$$A_{S_{perlu}} = 0,0133 \times 400 \times 529 = 2817,32 \text{ mm}^2$$

$$A_{S'_{perlu}} = 0,60 A_{S_{perlu}}$$

$$A_{S'_{perlu}} = 0,60 \times 2817,32 = 1690,39 \text{ mm}^2$$

$A_{S_{perlu}}$  akibat beban kombinasi gempa >

$A_{S'_{perlu}}$  akibat beban kombinasi ultimate

maka,  $A_s$  yang dipakai adalah  $2817,32 \text{ mm}^2$  dan  $A_{s'}$  yang dipakai adalah  $1690,39 \text{ mm}^2$ .

$$n = \frac{A_{S_{perlu}}}{0,25 \cdot \pi \cdot D^2}$$

$$n = \frac{2817,32}{0,25 \cdot 3,14 \cdot 22^2} = 7,42 \approx 8 \rightarrow \text{kebutuhan tulangan tarik di tumpuan kanan balok.}$$

$$A_{S_{pasang}} = n \cdot 0,25 \cdot 3,14 \cdot D^2$$

$$A_{S_{pasang}} = 8 \cdot 0,25 \cdot 3,14 \cdot 22^2 = 2849,55 \text{ mm}^2 \rightarrow \text{Luas tulangan tarik pasang.}$$

$$n = \frac{A_{S'_{perlu}}}{0,25 \cdot \pi \cdot D^2}$$

$$n = \frac{1690,39}{0,25 \cdot 3,14 \cdot 22^2} = 4,45 \approx 5 \rightarrow \text{kebutuhan tulangan tekan di tumpuan kanan balok.}$$

$$A_{S'_{pasang}} = n \cdot 0,25 \cdot 3,14 \cdot D^2$$

$A_s'_{pasang} = 5 \cdot 0,25 \cdot 3,14 \cdot 22^2 = 1709,73 \text{ mm}^2 \rightarrow$  Luas tulangan tekan pasang.

Cek jarak antar tulangan:

$$s = \frac{b-2\cdot t-2\cdot sengkang-(n \times D \text{ lentur})}{n-1}$$

$$s = \frac{400\text{mm}-2\cdot 40\text{mm}-2\cdot 12\text{mm}-(4 \times 22)}{4-1}$$

$$s = 69,3 \text{ mm} > 25 \text{ mm (memenuhi)}$$

### 8.2.6 Perhitungan momen kapasitas

1. Menghitung nilai  $a$  dan Momen kapasitas pada tulangan tarik di tumpuan kiri

$$a = \frac{A_s(1,25 \cdot f_y)}{0,85 \cdot b \cdot f_c'}$$

$$a = \frac{2621,59(1,25 \cdot 400)}{0,85 \cdot 400 \cdot 35} = 110,15 \text{ mm}$$

$$M_{kap} = A_s(1,25 f_y) \left( d - \frac{a}{2} \right)$$

$$M_{kap} = 2621,59(1,25 \cdot 400) \left( 529 - \frac{110,15}{2} \right) = 620561735,4 \text{ N.mm} = 63,28 \text{ Ton.m}$$

2. Menghitung nilai  $a$  dan Momen kapasitas pada tulangan tekan di tumpuan kiri

$$a = \frac{A_s'(1,25 \cdot f_y)}{0,85 \cdot b \cdot f_c'}$$

$$a = \frac{1557,75(1,25 \cdot 400)}{0,85 \cdot 400 \cdot 35} = 65,45 \text{ mm}$$

$$M_{kap} = A_s'(1,25 f_y) \left( d - \frac{a}{2} \right)$$

$$M_{kap} = 1557,75(1,25 \cdot 400) \left( 529 - \frac{65,45}{2} \right) = 386147024,7 \text{ N.mm} = 39,38 \text{ Ton.m}$$

3. Menghitung nilai  $a$  dan Momen kapasitas pada tulangan tarik di tumpuan kanan

$$a = \frac{A_s(1,25 \cdot f_y)}{0,85 \cdot b \cdot f_c'}$$

$$a = \frac{2849,55(1,25 \cdot 400)}{0,85 \cdot 400 \cdot 35} = 119,73 \text{ mm}$$

$$M_{kap} = A_s(1,25f_y) \left( d - \frac{a}{2} \right)$$

$$M_{kap} = 2849,55(1,25 \cdot 400) \left( 529 - \frac{119,73}{2} \right) = 667700150,5 \text{ N.mm} = 68,09 \text{ Ton.m}$$

4. Menghitung nilai  $a$  dan Momen kapasitas pada tulangan tekan di tumpuan kanan

$$a = \frac{A_s'(1,25 \cdot f_y)}{0,85 \cdot b \cdot f_c'}$$

$$a = \frac{1709,73(1,25 \cdot 400)}{0,85 \cdot 400 \cdot 35} = 71,84 \text{ mm}$$

$$M_{kap} = A_s'(1,25f_y) \left( d - \frac{a}{2} \right)$$

$$M_{kap} = 1709,73(1,25 \cdot 400) \left( 529 - \frac{71,84}{2} \right) = 421090515,2 \text{ N.mm} = 42,94 \text{ Ton.m}$$

### 8.2.7 Perhitungan $V_u$ dan kebutuhan tulangan transversal

1. Menghitung nilai  $V_u$  di tumpuan kiri akibat gempa kiri

$$V_u = \frac{M_{kap,kiri} + M_{kap,kanan}}{l_n} \pm \frac{q_u \cdot l_n}{2}$$

$$V_u = \frac{39,38 + 68,09}{7,3} - \frac{4,51 \cdot 7,3}{2} = -1,74 \text{ ton}$$

2. Menghitung nilai  $V_u$  di tumpuan kiri akibat gempa kanan

$$V_u = \frac{M_{kap,kiri} + M_{kap,kanan}}{l_n} \pm \frac{q_u \cdot l_n}{2}$$

$$V_u = \frac{63,28 + 42,94}{7,3} + \frac{4,51 \cdot 7,3}{2} = 31,01 \text{ ton}$$

$V_u$  digunakan 31,01 ton.

3. Menghitung besar  $V_s$  dan kebutuhan luas tulangan di tumpuan kiri

$$V_s = \frac{V_u}{\phi} - V_c$$



$$V_s = \frac{31,01}{0,75} - 0 = 41,35 \text{ ton}$$

Spasi sengkang tertutup:

- $d/4 = 529/4 = 132,13 \text{ mm}$
- $6db = 6 \cdot 22 = 132 \text{ mm}$
- $150 \text{ mm}$

Diambil nilai  $s$  yang terkecil yaitu  $132 \text{ mm}$ . Nilai  $s$  yang dipakai adalah  $100 \text{ mm}$ .

$$A_v = \frac{V_s \cdot s}{f_y \cdot d}$$

$A_v = \frac{41,35 \cdot 100}{400 \cdot 529} = 319,69 \text{ mm}^2$ . Jadi digunakan tulangan transversal **Ø12-100** dengan 3 kaki.

4. Menghitung nilai  $V_u$  di tumpuan kanan akibat gempa kiri

$$V_u = \frac{M_{kap,kiri} + M_{kap,kanan}}{l_n} \pm \frac{q_u \cdot l_n}{2}$$

$$V_u = \frac{39,38 + 68,09}{7,3} + \frac{4,51 \cdot 7,3}{2} = 31,18 \text{ ton}$$

5. Menghitung nilai  $V_u$  di tumpuan kanan akibat gempa kanan

$$V_u = \frac{M_{kap,kiri} + M_{kap,kanan}}{l_n} \pm \frac{q_u \cdot l_n}{2}$$

$$V_u = \frac{63,28 + 42,94}{7,3} - \frac{4,51 \cdot 7,3}{2} = -1,91 \text{ ton}$$

$V_u$  digunakan  $31,18 \text{ ton}$ .

6. Menghitung besar  $V_s$  dan kebutuhan luas tulangan di tumpuan kanan

$$V_s = \frac{V_u}{\phi} - V_c$$

$$V_s = \frac{31,18}{0,75} - 0 = 41,58 \text{ ton}$$

Spasi sengkang tertutup:

- $d/4 = 529/4 = 132,13 \text{ mm}$
- $6d_b = 6 \cdot 22 = 132 \text{ mm}$
- $150 \text{ mm}$

Diambil nilai  $s$  yang terkecil yaitu  $132 \text{ mm}$ . Nilai  $s$  yang dipakai adalah  $100 \text{ mm}$ .

$$A_v = \frac{V_s \cdot s}{f_y \cdot d}$$

$$A_v = \frac{41,58 \cdot 100}{400 \cdot 529} = 321,45 \text{ mm}^2. \text{ Jadi digunakan tulangan transversal } \mathbf{\varnothing 12-100} \text{ dengan 3 kaki.}$$

### 8.2.8 Perhitungan panjang penyaluran tulangan

1. Panjang penyaluran tulangan tarik

$$\ell d = \left( \frac{f_y \Psi_t \Psi_e}{1,7 \lambda \sqrt{f'c'}} \right) d_b$$

$$\Psi_t = 1 \quad \lambda = 1$$

$$\Psi_e = 1$$

$$\ell d = \left( \frac{400 \cdot 1 \cdot 1}{1,7 \cdot 1 \cdot \sqrt{35}} \right) 22 = 874,98 \text{ mm}$$

$\ell d$  diambil sebesar  $874,98 \text{ mm} \approx 900 \text{ mm}$

2. Panjang penyaluran tulangan tekan

$\ell d_c$  harus diambil sebesar yang terbesar dari:

- a.  $\left( \frac{0,24 \cdot f_y}{\lambda \cdot \sqrt{f'c'}} \right) \cdot d_b$

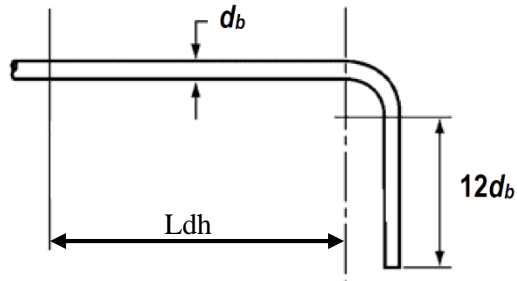
$$\left( \frac{0,24 \cdot 400}{1 \cdot \sqrt{35}} \right) \cdot 22 = 356,99 \text{ mm}$$

- b.  $(0,043 \cdot f_y) \cdot d_b$

$$(0,043 \cdot 400) \cdot 22 = 378,4 \text{ mm}$$

$\ell d_c$  diambil sebesar  $378,4 \text{ mm} \approx 400 \text{ mm}$

3. Panjang penyaluran tulangan berkait:

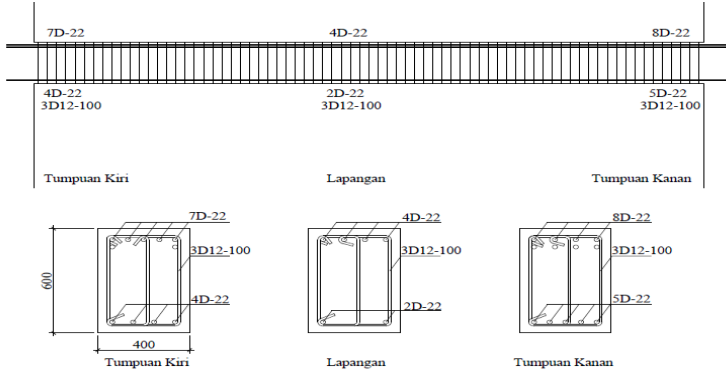


**Gambar 8.11** Detail tulangan untuk penyaluran kait standar

$$\ell_{dh} = \left( \frac{0,24 \cdot \Psi_e \cdot f_y}{\lambda \cdot \sqrt{f_c'}} \right) \cdot d_b$$

$$\ell_{dh} = \left( \frac{0,24 \cdot 1 \cdot 400}{1 \cdot \sqrt{35}} \right) \cdot 22 = 356,99 \text{ mm} \approx 400 \text{ mm}$$

$$\text{Panjang kait} = 12d_b = 12 \cdot 22 = 264 \text{ mm} \approx 300 \text{ mm}$$



**Gambar 8.12** Detail penulangan balok

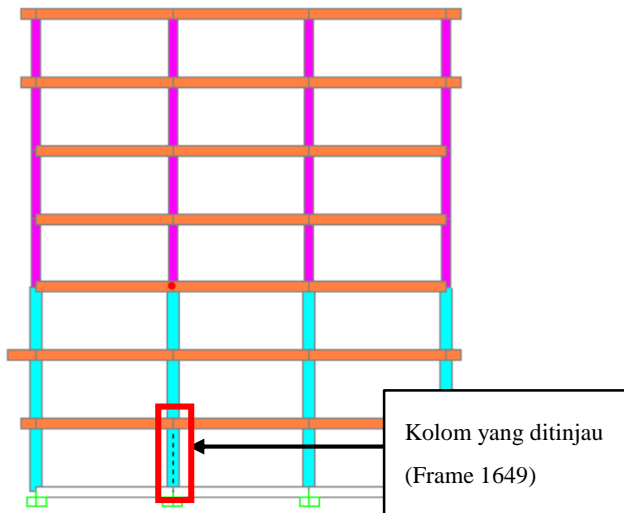
### 8.3 Desain Struktur Kolom

Pada perhitungan penulangan kolom, kolom yang dihitung merupakan kolom yang mengalami gaya aksial terbesar dari hasil

perhitungan SAP2000 v.14, dengan gaya aksial paling besar yang terjadi pada kolom terjadi pada frame 15.

### 8.3.1 Data perencanaan

Mutu beton ( $F_c'$ )	= 35 Mpa
Tinggi Kolom	= 4000 mm = 4 meter
Dimensi Kolom	= 700 x 700 mm
Selimut Beton (deking)	= 40 mm
Ø tul. memanjang	= 25 mm, $f_y = 400$ Mpa
Ø tul. sengkang	= 12 mm, $f_y = 240$ Mpa



**Gambar 8.13** Kolom yang ditinjau

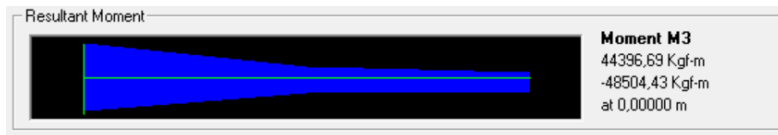
### 8.3.2 Output gaya pada kolom

Dari program bantu SAP2000 v.14, didapatkan gaya-gaya maksimum yang terjadi pada kolom (kombinasi ENVELOPE) adalah sebagai berikut:



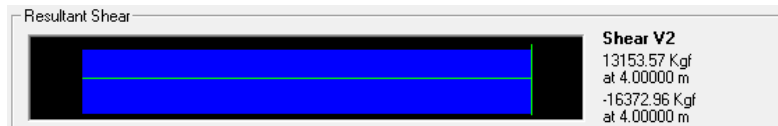
**Gambar 8.14** Gaya aksial yang didapatkan dari SAP2000

Didapatkan  $P_u$  Bawah = 668.618,72 kgf



**Gambar 8.15** Gaya  $M_x$  yang didapatkan dari SAP2000

Didapatkan  $M_{ux}$  = 48.504,43 kg.m



**Gambar 8.16** Gaya geser ultimate desain dari SAP2000

Didapatkan  $V_u$  = 16.372,96 kg

### 8.3.3 Cek syarat komponen struktur penahan gempa

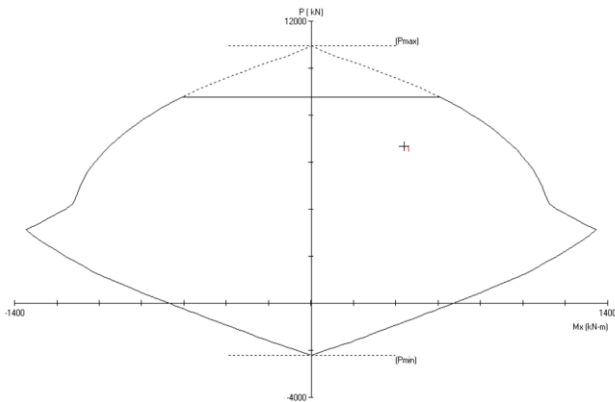
- Gaya aksial terfaktor maksimum yang bekerja pada kolom harus melebihi  $\frac{A_g \cdot F_{cr}}{10}$  (SNI 03-2847-2013 Pasal 21.6.1)
 
$$\frac{(700 \times 700) \cdot 35}{10} = 1.715.000 \text{ N} = 171.500 \text{ Kg}$$

$$P_u = 668.618,72 \text{ kg} > 171.500 \text{ kg} \text{ (memenuhi)}$$
- Sisi terpendek penampang kolom tidak kurang dari 300 mm (SNI 03-2847-2013 Pasal 21.6.1.1).

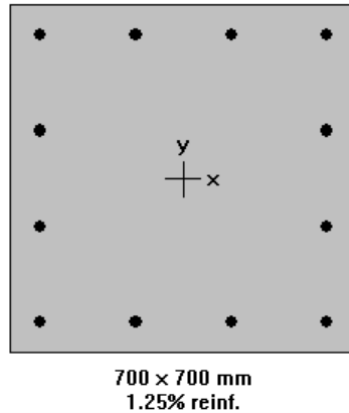
- Sisi terpendek kolom = 700 mm > 300 mm (**memenuhi**)
3. Rasio penampang tidak kurang dari 0,4 (SNI 03-2847-2013 Pasal 21.6.1.2).  
Rasio antara b dan h = 700 mm / 700 mm = 1 > 0,4 (**memenuhi**)

### 8.3.4 Tentukan tulangan longitudinal penahan lentur

Berdasarkan SNI 03-2847-2013 Pasal 21.6.3.1, luas tulangan longitudinal dibatasi yakni tidak boleh kurang dari 0,01 Ag atau lebih dari 0,06 Ag. Untuk mendapatkan konfigurasi tulangan memanjang, digunakan program bantu pcaColumn dan didapatkan sebagai berikut:



**Gambar 8.17** Diagram interaksi kolom desain



**Gambar 8.18** Penulangan kolom pada SPColumn

Berdasarkan hasil perhitungan tulangan longitudinal oleh *pcaColumn* didapatkan konfigurasi penulangan **12D25** untuk menahan gaya-gaya yang ada pada kolom dengan rasio atau  $0,0125$  sehingga nilai  $0,01 < \rho < 0,06$  telah terpenuhi.

### 8.3.5 Cek syarat “Strong Column Weak Beam”

Menurut SNI beton pasal 21.6.2.2, kekuatan kolom harus memenuhi  $\sum M_{nc} \geq 1,2 \sum M_{nb}$  dengan:

$\sum M_{nc}$  = Jumlah  $M_n$  dua kolom yang bertemu di joint

$\sum M_{nb}$  = Jumlah  $M_n$  dua balok yang bertemu di joint

Dalam perhitungan ini, diambil pendekatan konservatif dengan momen-momen yang diperhitungkan adalah momen desain  $\phi M_n$  (akibat goyangan ke kanan,  $\phi M_n$  pada ujung balok).

Untuk perhitungannya adalah sebagai berikut:

1. Menentukan  $M_{nb}^+$  dan  $M_{nb}^-$

$$a^+ = \frac{A_s \cdot f_y}{0,85 \cdot f_c' \cdot b} = \frac{3039,52 \cdot 400}{0,85 \cdot 35 \cdot 400} = 102,17$$

$$M_{nb}^+ = \phi \cdot A_s \cdot F_y \left( d - \frac{a}{2} \right)$$

$$M_{nb}^+ = 0,9 \cdot 3039,52 \cdot 400 \left( 528,5 - \frac{102,17}{2} \right)$$

$$M_{nb}^+ = 522947592,3 \text{ Nmm} = 522,9475923 \text{ kNm}$$

$$a^- = \frac{A_s \cdot f_y}{0,85 \cdot f_c' \cdot b} = \frac{3419,46 \cdot 400}{0,85 \cdot 35 \cdot 400} = 114,9398319$$

$$M_{nb}^- = \phi \cdot A_s \cdot F_y \left( d - \frac{a}{2} \right)$$

$$M_{nb}^- = 0,9 \cdot 3419,46 \cdot 400 \left( 528,5 - \frac{114,94}{2} \right)$$

$$M_{nb}^- = 579840567,8 \text{ Nmm} = 579,8405678 \text{ kNm}$$

Maka nilai  $\sum M_{nb}$ :  $M_{nb}^+ + M_{nb}^- = 522,95 + 579,84 = 1102,79 \text{ kNm}$ .

$1,2 \cdot \sum M_{nb}$  : 1323,35 kNm.

## 2. Menentukan $\sum M_{nc}$ :

Untuk menentukan nilai  $M_{nc}$ , didapatkan dari diagram interaksi P-M antara kolom atas dengan kolom bawah / kolom desain dengan program bantu pcaColoumn. Untuk gaya-gaya yang terjadi pada kolom atas (frame 1694) adalah sebagai berikut:



**Gambar 8.19** Gaya aksial atas kolom (frame-1694)

Didapatkan  $P_{maks} = 561.896,96 \text{ Kg} = 5.618,97 \text{ kN}$



Dari diagram interaksi kolom atas dan bawah didapatkan:

Factored Loads and Moments with Corresponding Capacities: (see user's manual for notation)				
No.	Pu kN	Mux kN-m	fMnx kN-m	fMn/Mu
1	6686.0	485.0	951.8	1.962
2	5618.0	411.0	1051.1	2.557

**Gambar 8.20** Diagram interaksi kolom atas dan bawah

$$\Sigma M_{nc} \geq 1,2 \cdot \Sigma M_{nb}$$

$$951,8 + 1051,1 \text{ kN} \geq 1323,35 \text{ kN}$$

$$2002,9 \text{ kN} \geq 1323,35 \text{ kN (memenuhi)}$$

Maka syarat “strong coloumn weak beam” telah terpenuhi.

### 8.3.6 Perhitungan Tulangan Transversal sebagai *Confinement*

1. Berdasarkan SNI 03-2847-2013 Pasal 21.6.4.1 daerah pemasangan tulangan sengkang persegi (hoop) . Tulangan hoop diperlukan sepanjang  $l_0$  dari ujung-ujung kolom dengan  $l_0$  merupakan nilai terbesar.
  - a. Tinggi komponen struktur pada muka joint,  $h = 700 \text{ mm}$
  - b.  $1/6$  bentang bersih komponen struktur kolom:  
 $1/6 \cdot L_n = 1/6 \cdot (4000 - 600) = 566,67 \text{ mm}$
  - c.  $450 \text{ mm}$

Dari ketiga di atas dipilih  $l_0 = 700 \text{ mm}$ .

2. Tentukan spasi maksimum hoop,  $s_{max}$  pada daerah sepanjang  $l_0$  dari ujung-ujung kolom. Nilai  $s_{max}$  merupakan nilai terbesar berdasarkan SNI 03-2847-2013 Pasal 21.6.4.3:
  - a.  $1/4$  dimensi komponen struktur minimum  
 $1/4 \cdot 700\text{mm} = 175\text{mm}$
  - b.  $6 \times db = 6 \cdot 25 \text{ mm} = 150 \text{ mm}$
  - c. Nilai  $S_0$ , dimana  $S_0 = 100 + \frac{350-h_x}{3}$   
 $h_x = (700 \text{ mm} - 2 \times 40 \text{ mm} - 2 \times 25 \text{ mm})/3 = 190 \text{ mm}$

$$S_0 \leq 100 + \left( \frac{350 - 0,5 \cdot 190}{3} \right) = 185$$

$$S_0 \leq 185 \text{ mm}$$

Namun, nilai  $S_x$  tidak boleh melebihi 150 mm dan tidak boleh lebih kecil dari 100 mm Sehingga **S = 100 mm**.

### 8.3.7 Perhitungan luas tulangan *confinement*

Berdasarkan SNI 03-2847-2013 Pasal 21.6.4.4, untuk daerah sepanjang  $l_0$  dari ujung-ujung kolom total luas penampang hoop tidak boleh kurang dari salah satu yang terbesar diantara:

$$A_{sh1} = 0,3 \times \left( \frac{sbc \cdot fc}{fyt} \right) \times \left( \frac{Ag}{Ach} - 1 \right) \text{ dan}$$

$$A_{sh2} = \left( \frac{0,09 \cdot s \cdot bc \cdot fc}{fyt} \right)$$

dengan :

$$\begin{aligned} bc &= \text{lebar penampang inti beton (yang terkekang)} \\ &= b_w - 2x(t + 0,5 \cdot d_b) \\ &= 700 - 2 \times (40 + 0,5 \cdot 12) \\ &= 608 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_{ch} &= \text{Luas penampang inti beton} \\ &= (b_w - 2 \cdot t) \times (b_w - 2 \cdot t) \\ &= (700 \text{ mm} - 2 \cdot 40 \text{ mm}) \times (700 \text{ mm} - 2 \cdot 40) \\ &= 384.400 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Sehingga:

$$Ash_1 = 0,3 \cdot \left( \frac{s \cdot bc \cdot fc'}{fyt} \right) \cdot \left( \frac{Ag}{Ach} - 1 \right)$$

$$Ash_1 = 0,3 \cdot \left( \frac{100 \cdot 608 \cdot 35 \text{ mpa}}{400 \text{ Mpa}} \right) \cdot \left( \frac{700 \text{ mm} \cdot 700 \text{ mm}}{384.400 \text{ mm}^2} - 1 \right)$$

$$Ash_1 = 438,44 \text{ mm}^2$$

Digunakan sengkang (hoop) **4 kaki D12**

$$A_{sh} = 4 \cdot \left(\frac{1}{4} \cdot \pi(12 \text{ mm})^2\right) = 452,16 \text{ mm}^2 > 438,44 \text{ mm}^2$$

(memenuhi)

Sehingga, untuk daerah sejarak  $l_0$  dari muka kolom, menggunakan tulangan hoop 4 kaki D12. Berdasarkan SNI 03-2847-2013 Pasal 21.6.4.5, untuk daerah sepanjang sisa tinggi kolom bersih (tinggi kolom total dikurangi  $l_0$  di masing-masing ujung kolom) diberi hoops dengan spasi minimum yakni:

- $6 \cdot db = 6 \cdot 25 \text{ mm} = 150 \text{ mm}$
- 150 mm

Maka dipakai yang terkecil yakni  $s = 150 \text{ mm}$  Sehingga digunakan spasi **4 kaki D12 – 150** untuk daerahl. diluar  $l_0$ .

### 8.3.8 Perhitungan Gaya Geser Desain, $V_e$

Menurut SNI 03-2847-2013 Pasal 21.6.5.1, geser komponen struktur tidak perlu lebih besar dari geser yang dihitung berdasarkan  $M_{pr}$  balok:

1. Hitung  $V_{sway}$

$$V_e = \frac{M_{pr_{top}} \cdot DF_{top} + M_{pr_{bot}} \cdot DF_{bot}}{ln}$$

Dengan:

DF = Faktor distribusi momen di bagian atas dan bawah kolom yang didesain

Karena kolom di lantari atas dan lantari bawah mempunyai kekakuan yang sama maka: DF atas = DF bawah = 0,5

$M_{pr_{top}}$  dan  $M_{pr_{bot}}$  adalah penjumlahan  $M_{pr}$  untuk masing-masing balok di lantari atas dan dilantari bawah di muka kolom interior, maka perhitungannya adalah

$$V_e = \frac{(1486,98)kN \cdot m \cdot 0,5 + (389,52)kN \cdot m \cdot 0,5}{3,4 \text{ m}} = 275,96 \text{ kN}$$

2. Hitung  $V_u$  akibat gaya geser terfaktor hasil analisis struktur (menggunakan program bantu SAP 2000 v.14). Dari program SAP 2000 v.14, didapatkan gaya geser maksimum pada kolom yang ditinjau yakni sebesar:

$$V_u = 16.372,42 \text{ kg} = 160,564 \text{ kN}$$

3. Cek kontribusi beton dalam menahan gaya geser,  $V_c$  Berdasarkan SNI 03-2847-2013 Pasal 21.6.5.2, kontribusi beton akan diabaikan dalam menahan gaya geser rencana apabila:

- a. nilai  $V_e > \frac{1}{2} V_u$

$$275,96 \text{ kN} > \frac{160,54 \text{ kN}}{2}$$

$$275,96 \text{ kN} > 80,27 \text{ kN} \text{ (memenuhi)}$$

- b.  $P_u < \frac{A_g \cdot F_c'}{10}$

$$6556,910 \text{ kN (dari SAP)} > \frac{(700\text{mm} \cdot 700\text{mm}) \cdot 35\text{Mpa}}{10} = 1715 \text{ kN (tidak memenuhi)}$$

Karena terdapat nilai yang tidak memenuhi, maka kontribusi  $V_c$  dapat diperhitungkan, sehingga:

$$d = 700 \text{ mm} - 40 \text{ mm} - 12 \text{ mm} - 25\text{mm}/2 = 635,5 \text{ mm}$$

$$V_c = \frac{1}{6} \sqrt{F_c'} \cdot b_w \cdot d$$

$$V_c = \frac{1}{6} \sqrt{35\text{Mpa}} \cdot 700\text{mm} \cdot 635,5\text{mm} = 438.62 = 438,6 \text{ kN}$$

4. Hitung kebutuhan tulangan transversal untuk menahan gaya geser rencana.

$$\frac{V_u}{\phi} = \frac{160,54 \text{ kN}}{0,75} = 214,05 \text{ kN}$$

$$\frac{V_c}{2} = \frac{438,6 \text{ kN}}{2} = 219,3 \text{ kN}$$

$$\frac{V_u}{\phi} > \frac{V_c}{2}, \text{ maka tidak perlu tulangan geser.}$$

Pengecekan apakah benar tidak dipasang tulangan geser minimum:

$$\frac{Vu}{\phi} = 214,05 \text{ kN}$$

$$Vc + \frac{1}{3} \cdot b_w \cdot d = 438,6 \text{ kN} + \frac{700 \text{ mm} \cdot 635,5 \text{ mm}}{3 \cdot 1000}$$

$$Vc + \frac{1}{3} \cdot b_w \cdot d = 586,88 \text{ kN}$$

$\frac{Vu}{\phi} < Vc + \frac{1}{3} \cdot b_w \cdot d$ , sehingga hanya diperlukan tulangan geser minimum. Karena sebelumnya telah dipasang tulangan confinement **4 kaki D12 – 150**, sehingga:

$$A_{v-\min} = \frac{b_w \cdot s}{3 \cdot f_y}$$

$$A_{v-\min} = \frac{700 \cdot 150}{3 \cdot 240} = 145,83 \text{ mm}^2$$

Sementara  $A_{sh}$  untuk 4 kaki D12 – 150 = 452,16 mm<sup>2</sup>

$A_{sh} > A_{v-\min}$  (memenuhi)

Untuk daerah di luar  $l_0$ , SNI 03-2847-2013 Pasal 11.2.1.2 memberikan harga  $V_c$  bila ada gaya aksial yang bekerja, yakni:

$$Vc = 0,17 \cdot \left(1 + \frac{Nu}{14 \cdot Ag}\right) \cdot \lambda \cdot \sqrt{f_c'} \cdot b_w \cdot d$$

Dari hasil analisis menggunakan SAP2000, didapatkan nilai  $P_u = 662.738,72 \text{ kg} = 6.499.246,8 \text{ N}$

$$\frac{Nu}{Ag} = \frac{6.499.246,8}{700 \text{ mm} \cdot 700 \text{ mm}} = 13,26 \text{ N/mm}$$

$$Vc = 0,17 \cdot \left(1 + \frac{13,26}{14}\right) \cdot 1 \cdot \sqrt{35} \cdot 700 \cdot 635,5 \text{ mm}$$

$$Vc = 871.152,84 \text{ N} = 871,15 \text{ kN}$$

Karena nilai  $\frac{V_u}{\phi} < V_c$ , maka untuk bentang kolom di luar  $l_0$  tulangan sengkang tidak dibutuhkan untuk geser pada bentang tersebut, tetapi hanya untuk *confinement*.

### 8.3.9 Perhitungan sambungan lewatan

Untuk panjang Panjang Penyaluran pada kolom dihitung berdasarkan SNI pasal 12.17.2.1 hal 112 menyatakan bahwa panjang  $l_d$  tidak boleh kurang dari 300 mm dan untuk perhitungan  $l_d$  adalah berdasarkan tabel pasal 12.17.2.1 untuk persamaan yang digunakan adalah

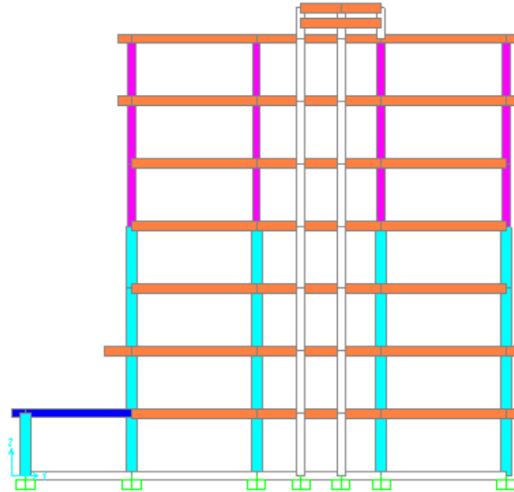
$$\left( \frac{F_y \cdot \Psi_t \cdot \Psi_e}{1,7 \cdot \lambda \cdot \sqrt{f'_{cI}}} \right) \cdot db$$

yang mana persamaan diatas dipakai bila tulangan yang dipakai lebih besar dari D25 dan selimut bersih tidak kurang dari  $db$ . Untuk nilai  $\Psi_t$ ,  $\Psi_e$  dan  $\lambda$  adalah 1. Untuk perhitungan  $l_d$  kolom :

$$l_d = \left( \frac{400 \cdot 1 \cdot 1}{1,7 \cdot 1 \cdot \sqrt{35}} \right) \cdot 25$$

$$l_d = 39 \times 25 = 975 \text{ mm (maka diambil 1000 mm)}$$

## 8.4 Desain Hubungan Balok-Kolom (HBK)



**Gambar 8.21** Portal bidang memanjang bangunan yang ditinjau

### 8.4.1 Cek syarat panjang joint

Dimensi kolom yang sejajar dengan tulangan balok tidak boleh kurang dari 20 kali diameter tulangan longitudinal terbesar berdasarkan (SNI 03-2847-2013 Pasal 21.7.2.3)

$$b = h = 700 \text{ mm}$$

$$20 \cdot d_b = 20 \cdot 25 \text{ mm} = 500 \text{ mm} < 700 \text{ mm} \text{ (memenuhi)}$$

### 8.4.2 Tentukan luas efektif joint ( $A_j$ )

$A_j$  merupakan perkalian tinggi joint dengan lebar joint efektif berdasarkan SNI 03-2847-2013 Pasal 21.7.4.1:

$$\text{Lebar balok, } b = 400 \text{ mm}$$

$$\text{Tinggi kolom, } h = 700 \text{ mm}$$

$$x = (700\text{mm} - 400\text{mm})/2 = 150 \text{ mm}$$

$$\text{Tinggi joint} = \text{tinggi keseluruhan kolom, } h = 700 \text{ mm}$$

Lebar joint efektif merupakan nilai yang terkecil dari:

1.  $b + h = 400 \text{ mm} + 700 \text{ mm} = 1100 \text{ mm}$
2.  $b + 2x = 400 + 2.150 \text{ mm} = 700 \text{ mm}$

Maka lebar efektif joint dipakai sebesar  $= b = 700 \text{ mm}$

$$\begin{aligned} \text{Maka Aj} &= \text{tinggi joint} \times \text{lebar efektif joint} \\ &= 700\text{mm} \times 700\text{mm} = 490.000 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

### 8.4.3 Tulangan transversal untuk confinement

Untuk joint interior, jumlah tulangan confinement setidaknya setengah dari tulangan confinement yang dibutuhkan di ujung-ujung kolom. Berdasarkan SNI 03-2847-2013 Pasal 21.7.3.2, spasi vertikal tulangan confinement diizinkan untuk diperbesar hingga 150 mm.

$$\frac{Ash}{s}_{joint} = 0,5 \frac{Ash}{s} \text{ Kolom}$$

$$\frac{Ash}{s}_{joint} = 0,5 \frac{565,2\text{mm}^2}{100\text{mm}} \text{ Kolom}$$

$$\frac{Ash}{s} = 2,82\text{mm}^2/\text{mm}$$

$$Ash = 2,82\text{mm}^2/\text{mm} \cdot s = 2,82\text{mm}^2/\text{mm} \cdot 150\text{mm}$$

$$Ash = 423,9\text{mm}^2$$

Maka luas sengkang yang dibutuhkan akan ditabelkan sebagai berikut:

**Tabel 8.2** Kebutuhan sengkang pada joint

D	A(mm <sup>2</sup> )	n	Ash pkai	Ash min
12	113.04	4	452,16	423,9

Jadi, digunakan sengkang **4 kaki D12 jarak 150 mm**.



### 8.4.4 Hitung gaya geser pada joint

#### 1. Hitung $M_e$

Balok yang memasuki joint, memiliki:

$$M_{pr+} = 780,81 \text{ kN.m}$$

$$M_{pr-} = 464,05 \text{ kN.m}$$

Karena kekakuan antara kolom atas dengan bawah sama, maka nilai DF adalah sama yakni  $DF = 0,5$ . Sehingga:

$$M_e = 0,5 \times (780,81 \text{ kN.m} + 464,05 \text{ kN.m}) = 622,43 \text{ kN.m}$$

#### 2. Hitung geser pada kolom atas

$$V_{\text{sway}} = \frac{M_e + M_e}{\ell u} = \frac{622,43 \text{ kN.m} + 622,43 \text{ kN.m}}{3,4 \text{ m}}$$

$$V_{\text{sway}} = 366,14 \text{ kN}$$

#### 3. Menghitung gaya-gaya pada tulangan balok longitudinal

##### a. Gaya tarik pada tulangan balok di bagian kiri

$$\text{Jika terdapat tul. tarik } 9D22 = A_s = 3419,5 \text{ mm}^2$$

$$T_1 = 1,25 \cdot A_s \cdot f_y \cdot \cdot = 1,25 \cdot 3419,5 \text{ mm}^2 \cdot 400 \text{ Mpa}$$

$$T_1 = 1.709.750 \text{ N} = 1.709,75 \text{ kN}$$

##### b. Gaya tekan yang bekerja pada balok ke arah kiri

$$C_1 = T_1 = 1.709,75 \text{ kN}$$

##### c. Gaya tarik pada tulangan balok di bagian kanan

$$\text{Jika terdapat tul. tarik } 8D22 = A_s = 3039,5 \text{ mm}^2$$

$$T_2 = 1,25 \cdot A_s \cdot f_y \cdot \cdot = 1,25 \cdot 3039,5 \text{ mm}^2 \cdot 400 \text{ Mpa}$$

$$T_2 = 1.519.750 \text{ N} = 1.519,75 \text{ kN}$$

##### d. Gaya tekan yang bekerja pada balok ke arah kanan

$$C_2 = T_2 = 1.519,75 \text{ kN}$$

#### 4. Menghitung gaya geser pada joint

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

$$V_J = 366,14 \text{ kN} - 1709,75 \text{ kN} - 1519,75 \text{ kN} = 3595,64 \text{ kN}$$

#### 8.4.5 Cek kuat geser joint

Berdasarkan SNI 03-2847-2013 Pasal 21.7.4.1, untuk kuat geser joint yang dikekang di keempat sisinya adalah:

$$V_n = 1,7 \times \sqrt{f_c'} \times A_j$$

$$V_n = 1,7 \times \sqrt{35} \times 490000$$

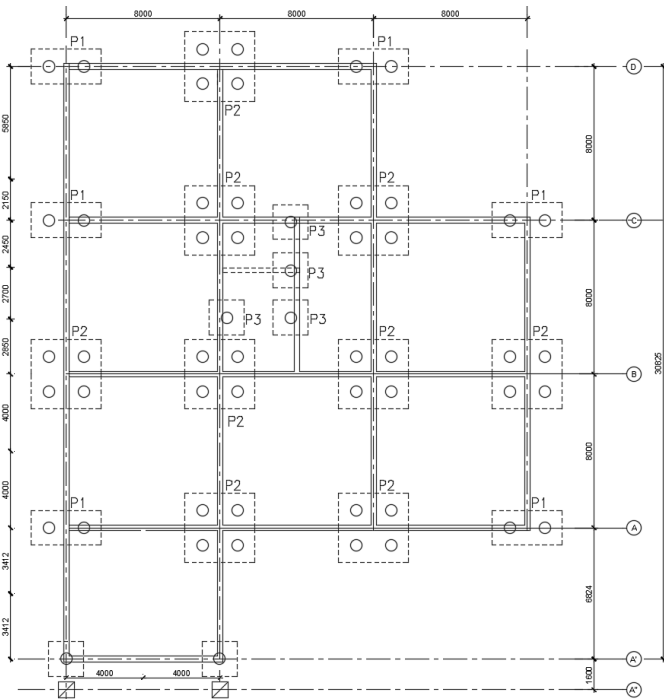
$$V_n = 4928,09 \text{ kN} > 3595,64 \text{ kN (memenuhi)}$$

# BAB IX

## DESAIN STRUKTUR BAWAH

### 9.1 Umum

Perhitungan struktur pondasi, dimensi dari pile cap dan jumlah tiang pancang dihitung menurut besarnya gaya yang terjadi pada titik yang ditinjau, sehingga akan menghasilkan pondasi yang efisien. Denah pondasi rencana adalah sebagai berikut:



**Gambar 9.1** Denah Rencana Pondasi

## 9.2 Perhitungan Pondasi

### 9.2.1 Perhitungan daya dukung tanah

Data Perencanaan :

Apabila diketahui data data sebagai berikut :

$$\begin{aligned} f_c' &= 35 \text{ MPa} \\ f_y &= 400 \text{ MPa} \\ D \text{ tiang pancang} &= 500 \text{ mm} \\ \text{Luas tiang (A}_p) &= \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot (0,5m)^2 \\ &= 0,19625 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\text{Keliling penampang tiang} = 2 \cdot \pi \cdot 0,5m = 3,14m$$

$$\text{Luas selimut tiang (A}_s) = \pi \cdot 0,5m \cdot 12m = 18,84 \text{ m}^2$$

Untuk tiang pancang yang dipakai adalah PC Square Piles 500 x 500 mm – A1 dari **WIKA Beton**. Data tiang pancang adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned} D \text{ tiang pancang} &= 500 \text{ mm} \\ \text{Ketebalan dinding} &= 75 \text{ mm} \\ P \text{ ijin bahan} &= 185,3 \text{ ton} \end{aligned}$$

Tabel 9.1 Daya dukung tanah metode Nakazawa

Depth (m)	Jenis Tanah	Kode Tanah	N-SPT	N-rata	Grafik SPT					fi (t/m <sup>2</sup> )	fix ii (t/m)	Σfix x ii (t/m)	qd (t/m <sup>2</sup> )	Rf (ton)	Rp (ton)	Ru (ton)	P <sub>perencanaan</sub> (ton)	Jumlah Pancang <sub>1-3</sub> (ton)
					0	10	20	30	40									
0,00	Lempung Berlatau	C	0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00						
-2,00	Lempung Berlatau	C	1	0,8	-2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00						
-4,00	Lempung Berlatau	C	1	1,0	-4,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00						
-6,00	Lempung Berlatau	C	1	1,0	-6,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00						
-8,00	Lempung Berlatau	C	1	1,0	-8,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00						
-10,00	Lempung Berlatau	C	1	1,0	-10,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00						
-12,00	Lempung Berlatau	C	1	1,0	-12,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00						
-14,00	Lempung Berlatau	C	10	7,8	-14,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00						
-16,00	Berlatau Berkekil	C	30	25,0	-16,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00						
-18,00	Berlatau Berkekil	C	43	39,8	-18,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00						
-20,00	Lempung Berlatau Berpasir	C	49	47,5	-20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00						
-22,00	Lempung Berlatau Berpasir	C	30	34,8	-22,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00						
-24,00	Lempung Berlatau Berpasir	C	21	23,3	-24,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00						
-26,00	Lempung Berlatau Berpasir	C	21	21,0	-26,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00						
-28,00	Lempung Berlatau Berpasir	C	21	21,0	-28,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00						
-29,00	Lempung Berlatau Berpasir	C	40	35,3	-29,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00						
-30,00	Lempung Berlatau Berpasir	C	43	42,3	-30,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00						
						12,00	12,00	224,00	544	352,00	136	488,00	312,00	161,6667				
						12,00	12,00	212,00	479,4	333,14	119,9	452,99	286,421	151,9976				
						12,00	24,00	200,00	285,6	314,29	71,4	385,69	228,543	129,519				
						12,00	24,00	176,00	285,6	276,57	71,4	347,97	209,686	115,9905				
						12,00	24,00	152,00	316,2	238,86	79,05	317,91	198,479	105,9690				
						12,00	24,00	128,00	472,6	201,14	118,2	319,29	218,721	106,4310				
						12,00	24,00	104,00	544	163,43	136	299,43	217,714	99,8095				
						12,00	24,00	80,00	540,6	125,71	135,2	260,86	198,007	86,9348				
						12,00	24,00	56,00	340	88,00	85	173,00	129,000	57,6667				
						10,00	20,00	32,00	105,4	50,29	76,35	76,64	51,493	25,5452				
						1,00	2,00	12,00	13,6	18,86	3,4	22,26	12,829	7,4190				
						1,00	2,00	10,00	13,6	15,71	3,4	19,11	11,257	6,3714				
						1,00	2,00	8,00	13,6	12,57	3,4	15,97	9,886	5,3238				
						1,00	2,00	6,00	13,6	9,43	3,4	12,83	8,114	4,2762				
						1,00	2,00	4,00	13,6	6,29	3,4	9,69	6,543	3,2286				
						1,00	2,00	2,00	10,2	3,14	2,55	5,69	4,121	1,9976				

Dari perhitungan tabel diatas dapat diketahui jika kedalaman tiang pancang maksimal dari data tanah sedalam 29 meter. Dan didapatkan daya dukung ijin tekan tanah P ijin tanah = **150,9 Ton**. Karena P ijin tanah lebih kecil dari P ijin bahan maka daya dukung ijin tekan tiang = 185,3Ton dan tiang pancang mampu menenbus tanah.

### 9.3 Metode Perhitungan Daya Dukung Tiang

Daya dukung tanah ( $R_a$ ) yang digunakan untuk melawan gaya aksial diperoleh dari persamaan berikut.

$$R_a = \frac{1}{n} R_u = \frac{1}{n} (R_p + R_f) \dots\dots\dots(9-01)$$

*(Kazuto Nakazawa, 2000:99 pers. 6.4)*

Dimana,

$n$  : Faktor keamanan

$R_u$ : Daya dukung batas pada tanah pondasi (ton)

$R_p$ : Daya dukung terpusat tiang (ton)

$R_f$ : Gaya gesek dinding tiang (ton)

Selanjutnya,

$$R_a = \frac{1}{n} R_u \dots\dots\dots(9-02)$$

$$R_u = q_d \cdot A + U \cdot \sum l_i \cdot f_i \dots\dots\dots(9-03)$$

Dimana,

$q_d$ : Daya dukung terpusat tiang (ton)

$A$  : Luas ujung tiang ( $m^2$ )

$U$  : Panjang keliling tiang

$l_i$  : Tebal lapisan tanah

$f_i$  : Besaran gesekan dari lapisan tanah ( $ton/m^2$ )

Daya dukung terpusat  $q_d$ , diperoleh dari hubungan antara  $L/D$  dan  $q_d/N$ .



Dimana,

$\bar{N}$  = Harga  $N$  rata-rata untuk perencanaan tanah pondasi pada ujung tiang

$N_1$  = Harga  $N$  pada ujung tiang

$\bar{N}_2$  = Harga rata-rata  $N$  pada jarak  $4D$  dari ujung tiang

Untuk tiang yang dicor di tempat (*cast in place*),  $q_0$  diambil diperkirakan dari besarnya gaya geser maksimum dinding  $f_r$  diperkirakan dari Tabel 5.1 sesuai dengan macam tiang dan sifat tanah pondasi

**Tabel 9. 2** Intensitas Gaya Gesek Dinding Tiang

Jenis tanah pondasi \ Jenis tiang	Tiang pracetak	Tiang yang dicor di tempat
Tanah berpasir	$\frac{N}{5} (\leq 10)$	$\frac{N}{2} (\leq 12)$
Tanah kohesif	$c$ atau $N (\leq 12)$	$\frac{c}{2}$ atau $\frac{N}{2} (\leq 12)$

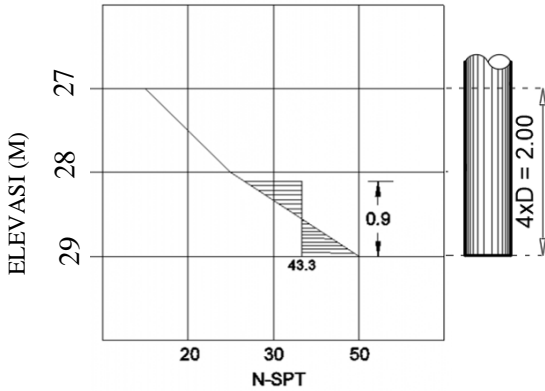
#### 9.4 Daya Dukung Ijin Tiang

Diameter pile yang akan digunakan adalah 0,5 m.

$N_1 = 40$  (Nilai  $N$ -SPT ujung tiang)

$4D = 4 \times 0,5 \text{ m} = 2 \text{ m}$ , Sehingga diambil nilai  $N$  rata-rata  $4D$  dari ujung tiang





**Gambar 9.3** Panjang Ekuivalen

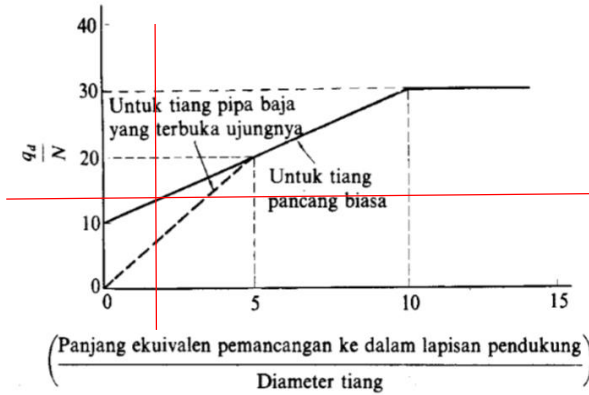
$$\bar{N}_2 = \frac{21 + 21 + 40}{3} = 27,33$$

$$\bar{N} = \frac{N_1 + \bar{N}_2}{2} = \frac{40 + 27,33}{2} = 33,7$$

Panjang ekuivalen dari penetrasi ( $L$ ) adalah 0,9 m, karena tiang merupakan tiang pancang biasa maka didapatkan

$$L/D = \frac{0,9}{0,5} = 1,8$$

Setelah didapatkan  $L/D$  dicari nilai  $qd/N$  didapat dari diagram intensitas di bawah ini.



**Gambar 9.1** Grafik Nilai  $q_d/N$

Dengan nilai  $L/D = 1,8$ , maka dari grafik pada Gambar 5.4 didapatkan nilai  $q_d/N = 13,6$ . Sehingga nilai  $q_d$  :

$$q_d = 13,6 \times \bar{N} = 13,6 \times 33,7 = 457,867 \text{ ton/m}^2$$

$$R_p = q_d \times A$$

$$= 457,867 \text{ ton/m}^2 \times \frac{\pi D^2}{4}$$

$$= 457,867 \text{ ton/m}^2 \times 0,116 \text{ (Brosur)}$$

$$= 53,078 \text{ ton}$$

### 9.5 Gaya Gesek Dinding Tiang

Gaya gesek dinding tiang  $R_f$  dihitung di tiap lapisan, pada kedalaman 19 m  $R_f$  didapatkan :

$$R_f = U \cdot \Sigma(l_i \cdot f_i) = 1,57 \text{ m} \times 188,5 \text{ t/m} = 296,214 \text{ ton}$$

## 9.6 Kapasitas Daya Dukung Satu Tiang

Daya Dukung Ultimate ( $R_u$ ) :

$$\begin{aligned} R_u &= R_p + R_f \\ &= q_d \cdot A + U \sum l_i \cdot f_i \\ &= 53,078 \text{ ton} + 296,214 \text{ ton} \\ &= 349,29 \text{ ton} \end{aligned}$$

Daya Dukung Ijin Satu Tiang ( $R_a$ ):

$$R_a = \frac{R_u}{SF} - Wp$$

Dimana,

$$SF = 3$$

$$Wp = \text{berat total per tiang} \left( \frac{\text{ton}}{\text{tiang}} \right)$$

$$Wp = \text{Panjang Tiang (m)} \times \text{berat tiang} \left( \frac{\text{ton}}{\text{m}} \right)$$

$$\text{Panjang tiang} = 29 \text{ m}$$

$$\text{Berat tiang} = 0,29 \text{ ton/m (dari brosur)}$$

$$Wp = 29 \times 0,29 = 8,41 \text{ ton/tiang}$$

$$R_a = \frac{349,29}{3} - 8,41 = 108 \text{ ton/tiang}$$

Daya Cabut yang diijinkan ( $R_{cabut}$ ):

$$SF = 2$$

$$R_{cabut} = \frac{R_u}{SF} + Wp = \frac{349,29}{2} + 8,41 = 166 \text{ ton}$$


## 9.7 Perencanaan Tipe Pondasi

Tipe pondasi ditentukan berdasarkan gaya aksial yang terjadi dan kapasitas daya dukung yang dimiliki. Perhitungan pondasi berikut ini dilakukan pada salah satu tumpuan yang mengalami gaya aksial terbesar, yaitu pada join 9

### a) Data Perencanaan

Diameter pile rencana (D) : 0,50 m  
 Kedalaman Rencana : 29 m  
 Daya dukung ultimate ( $R_u$ ): 893,01 ton  
 Daya dukung ijin tiang ( $R_a$ ) : 108 ton  
 Daya cabut ijin tiang ( $R_{cabut}$ ) : 166 ton  
 P ijin tiang bahan : 185,3 ton (brosur WIKA)

### b) Output SAP2000

 Joint Reactions in Joint Local CoordSys ×

Joint Object	9		
	1	2	3
Force	-7,375	4,946	756,532
Moment	-2,982E-02	-1,515	-0,542

**Gambar 9.2** Output Gaya Aksial

Kombinasi : 1,2D + 1,6L

Gaya aksial : 756,532 ton

### c) Kebutuhan Jumlah Tiang

Daya dukung ijin tiang ( $R_a$ ) : 289 ton

$P_{maks} = 756,532 \text{ ton (1,2D+1,6L)}$

$$n = \frac{P_{maks}}{P_{ijin}} = \frac{756,532 \text{ ton}}{289 \text{ ton}} = 2,61 \rightarrow 4 \text{ buah}$$

### d) Cek Kemampuan Bahan (Pile)

Dipakai *spun pile* WIKA BETON, Ø 0,50 m

Size (mm)	Thickness Wall (t)	Cross Section (cm <sup>2</sup> )	Section Inertia (cm <sup>4</sup> )	Unit Weight (kg/m)	Class	Bending Moment		Allowable Compression (ton)	Decompression Tension (ton)	Length of Pile ** (m)
						Crack * (ton.m)	Break (ton.m)			
300	60	452.39	34,607.78	113	A2	2.50	3.75	72.60	23.11	6-12
					A3	3.00	4.50	70.75	29.86	6-13
					B	3.50	6.30	67.50	41.96	6-14
					C	4.00	8.00	65.40	49.66	6-15
350	65	581.98	62,162.74	145	A1	3.50	5.25	93.10	30.74	6-13
					A3	4.20	6.30	89.50	37.50	6-14
					B	5.00	9.00	86.40	49.93	6-15
					C	6.00	12.00	85.00	60.87	6-16
400	75	765.76	106,488.95	191	A2	5.50	8.25	121.10	38.62	6-14
					A3	6.50	9.75	117.60	45.51	6-15
					B	7.50	13.50	114.40	70.27	6-16
					C	9.00	18.00	111.50	80.94	6-17
450	80	929.91	166,570.38	232	A1	7.50	11.25	149.50	39.28	6-14
					A2	8.50	12.75	145.80	53.39	6-15
					A3	10.00	15.00	143.80	66.57	6-16
					B	11.00	19.80	139.10	78.84	6-17
500	90	1,159.25	255,324.30	290	A1	10.50	15.75	185.30	54.56	6-15
					A2	12.50	18.75	181.70	68.49	6-16
					A3	14.00	21.00	178.20	88.00	6-17
					B	15.00	27.00	174.90	94.13	6-18
					C	17.00	34.00	169.00	122.04	6-19

**Tabel 9.1** Brosur WIKA BETON *Spun Pile*

$P_{ijin}$  tiang >  $R_a$  tanah

185,3 ton > 108 ton (OK)

### e) Perencanaan Pile Cap

#### 1. Perencanaan dimensi poer

Pada perencanaan pondasi tiang pancang dalam menghitung jarak antar tiang pancang ( $S$ ) menurut buku “Mekanika Tanah dalam Praktek Rekayasa – Jilid 2 ( Karl Terzaghi dan ralph B.Peck)” menyebutkan bahwa :

- Perhitungan jarak antar tiang pancang ( $S$ )

$$S \geq 3 D$$

$$S \geq 3 \cdot 50 \text{ cm}$$

$$S \geq 150 \text{ cm}$$

Maka yang digunakan adalah dengan jarak  $S = 180 \text{ cm}$

- Perhitungan jarak antar tiang pancang ke tepi poer ( $S'$ )

$$S' \geq 1,5 D$$

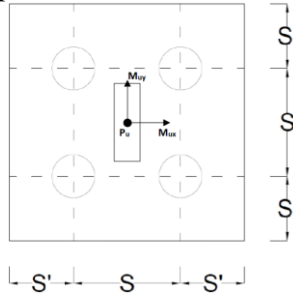
$$S' \geq 1,5 \cdot 50 \text{ cm}$$

$$S' \geq 75 \text{ cm}$$

Sehingga total lebar poer yang direncanakan adalah

$$b \text{ poer} = 2 \cdot S' + S = 2 \cdot 75 + 150 = 3 \text{ meter}$$

Untuk tinggi poer direncanakan setebal = 100cm = 1m



**Gambar 9.3** Perencanaan Dimensi Pilecap

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

$$S' = 75 \text{ mm}$$

#### f) Efisiensi Daya Dukung Tiang Pancang Grup

Gaya yang terjadi pada pondasi tiang pancang grup tidak dapat menerima gaya aksial secara 100%. Sehingga dihitung besaran efisiensi daya dukung pada tiang grup sebagai berikut.

Metode *Converse-Labarre*

$$\eta = 1 - \left\{ \arctg \left( \frac{D}{S} \right) \left( \frac{(m-1) \cdot n + (n-1) \cdot m}{90 \cdot m \cdot n} \right) \right\}$$

(*Principles of Foundation Engineering VII Table 11.17*)

Dimana :

$$D = \text{Diameter tiang pancang} = 0,5 \text{ m}$$

$$S = \text{Jarak antar tiang pancang} = 1,50 \text{ m}$$

$m$  = Jumlah baris tiang dalam grup = 2

$n$  = Jumlah kolom tiang dalam grup = 2

Sehingga,

$$\eta = 1 - \left\{ \arctg \left( \frac{0,5}{1,5} \right) \left( \frac{(2-1) \times 2 + (2-1) \times 2}{90 \times 2 \times 2} \right) \right\}$$

$$= 0,795$$

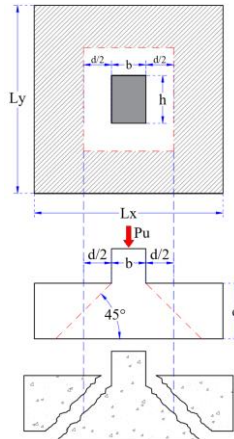
$$P_{efisiensi} = \eta \times P_{ijingrup}$$

$$= 0,795 \times 4 \times 150,99 \text{ ton}$$

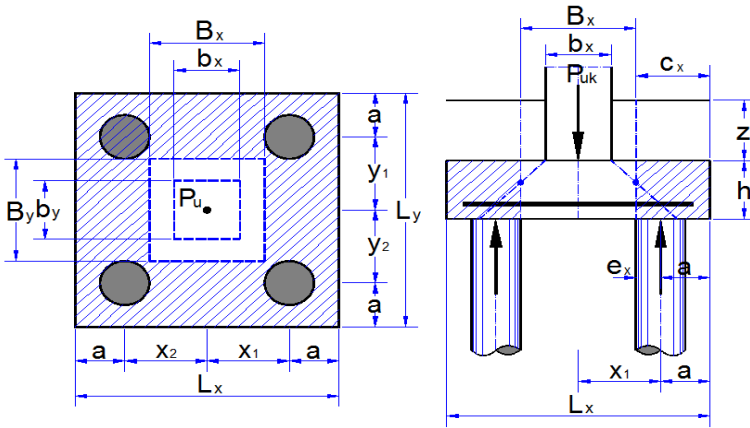
$$= 480,14 \text{ ton}$$

### g) Pemeriksaan Geser Dua Arah (Pons)

Perhitungan geser pons bertujuan untuk mengetahui apakah tebal pile cap cukup kuat untuk menahan beban terpusat yang terjadi di sekitar kolom dan tiang pancang. Untuk aksi dua arah, penampang kritis harus ditempatkan sedemikian hingga perimeternya  $b_o$  adalah minimum tetapi tidak perlu lebih dekat dari  $d/2$  (SNI 2847:2013 ps. 11.11.1.2).



**Gambar 9.4** Geser dua Arah (Pons) di Sekitar Kolom



**Gambar 9.5** Parameter Geser Dua Arah di Sekitar Kolom

1. Beban yang dipakai pada perhitungan geser dua arah ini digunakan kombinasi ultimate karena perhitungan geser menggunakan rumus ultimate :

Joint Reactions in Joint Local CoordSys

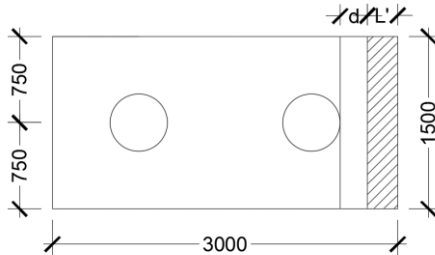
Joint Object	Joint Element 9		
	1	2	3
Force	-7,375	4,946	756,532
Moment	-2,982E-02	-1,515	-0,542

**Gambar 9.6** Output SAP 2000

$$V_u = 756,532 \text{ ton} = 7.566.320 \text{ N}$$



2. Cek perhitungan geser satu arah pada poer akibat kolom



**Gambar 9. 4** Bidang kritis geser satu arah akibat kolom

Apabila digunakan tulangan D25 untuk tulangan lentur:

$$d = h - t - \text{diameter tul. poer} - \text{diameter tul. poer} / 2$$

$$d = 1000 \text{ mm} - 75 \text{ mm} - 25 \text{ mm} - 25 \text{ mm} / 2$$

$$d = 887,5 \text{ mm}$$

Didapatkan dari program bantu SAP 2000 v.14, beban terpusat terbesar kolom akibat beban terfaktor ( $1,2D + 1,6L$ ):

$$P_u = 756,532 \text{ ton}$$

$$Q_u = \frac{P_u}{b \cdot h} = \frac{756,532}{3 \text{ m} \cdot 1,5 \text{ m}} = 168,118 \text{ T/m}^2 = 1,681 \text{ N/mm}^2$$

Gaya geser yang terjadi pada poer,

$$V_u = Q_u \times b \times L'$$

$$L' = (0,5 \cdot b \text{ poer}) - (0,5 \cdot b \text{ kolom}) - d$$

$$= (0,5 \cdot 3000 \text{ mm}) - (0,5 \cdot 700 \text{ mm}) - 887,5 \text{ mm}$$

$$= 262,5 \text{ mm}$$

$$V_u = 1,681 \text{ N/mm}^2 \times 3000 \text{ mm} \times 262,5 \text{ mm} = 1.323.787,5 \text{ N}$$

Gaya geser yang mampu dipikul oleh beton,  $V_c$

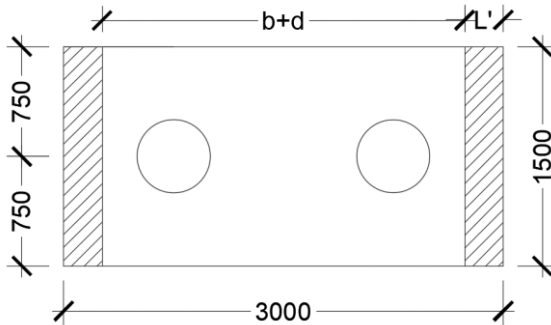
$$V_c = 0,17 \cdot \sqrt{F_c'} \cdot b \cdot d$$

$$V_c = 0,17 \cdot \sqrt{35} \cdot 3600\text{mm} \cdot 887,5\text{mm} = 3.213.318,73\text{N}$$

$$\phi V_c > V_u$$

$$3.213.318,73\text{ N} > 1.323.787,5\text{ N (memenuhi)}$$

3. Cek perhitungan geser dua arah pada poer akibat kolom dan tiang pancang



**Gambar 9.5** Bidang kritis geser dua arah akibat kolom

Menghitung gaya geser dua arah yang terjadi pada poer,  $V_u$ :

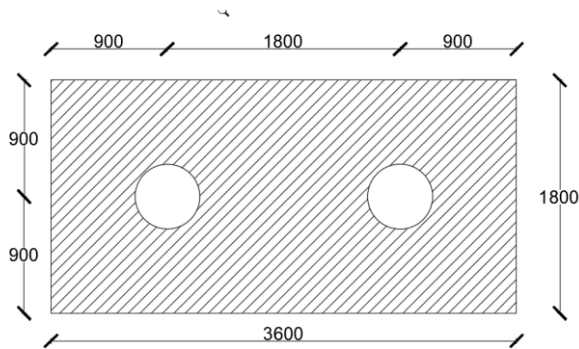
$$A_t = (b_{\text{poer}} \cdot h_{\text{poer}}) - [(b_{\text{kolom}} + d) \times (h_{\text{kolom}} + d)]$$

$$A_t = (3000\text{mm} \cdot 1500\text{mm}) - [(700\text{mm} + 887,5\text{mm}) \times (700\text{mm} + 887,5\text{mm})] = 1.979.843,75\text{mm}^2$$

$$V_u = Q_u \cdot A_t$$

$$V_u = 0,4 \cdot 1.979.843,75\text{mm}^2$$

$$V_u = 791.937,5\text{ N} = 79,1\text{ Ton}$$



**Gambar 9. 6** Bidang kritis geser dua arah akibat pancang

Diketahui beban terpusat terbesar tiang pancang yakni:

$$P_u = 756,532 \text{ ton}$$

$$Q_u = \frac{P_u}{b \cdot h} = \frac{756,532}{3\text{m} \cdot 1,5\text{m}} = 168,1 \text{ T/m}^2 = 1,68 \text{ N/mm}^2$$

Menghitung gaya geser dua arah yang terjadi pada poer,  $V_u$ :

$$A_t = (b \text{ poer} \cdot h \text{ poer}) - n \times A \text{ tiang}$$

$$A_t = (3000\text{mm} \cdot 1500\text{mm}) - 2 \times (500\text{mm} \times 500\text{mm})$$

$$A_t = 4000000 \text{ mm}^2 = 4,0 \text{ m}^2$$

$$V_u = Q_u \cdot A_t$$

$$V_u = 168,1 \text{ T/m}^2 \cdot 4 \text{ m}^2$$

$$V_u = 672,4 \text{ Ton}$$

Maka untuk nilai  $V_u$  yang dipakai adalah yang terbesar diantara  $V_u$  akibat kolom dan  $V_u$  akibat tiang pancang, diambil  $V_u$  sebesar = 672,4 Ton

Berdasarkan SNI 03-2847-2013 Pasal 11.11.2.1 (a), (b), dan (c), untuk perencanaan plat atau pondasi telapak aksi dua arah, nilai

$V_c$  harus memenuhi persamaan berikut dengan mengambil nilai  $V_c$  terkecil:

- $V_c = 0,17 \cdot \left(1 + \frac{2}{\beta}\right) \cdot \lambda \cdot \sqrt{f_c'} \cdot b_o \cdot d$

$B$  = rasio dari sisi panjang kolom terhadap sisi pendek kolom

$$\beta = 700 \text{ mm} / 700 \text{ mm} = 1$$

$b_o$  = keliling dari penampang kritis

$$= 2 \cdot (b \text{ kolom} + h \text{ kolom}) + 4 d$$

$$= 2 \cdot (700 \text{ mm} + 700 \text{ mm}) + 4 \cdot 887,5 \text{ mm}$$

$$= 6350 \text{ mm}$$

$$\lambda = 1 \text{ (Untuk beton normal)}$$

Maka:

$$V_c = 0,17 \cdot \left(1 + \frac{2}{1}\right) \cdot 1 \cdot \sqrt{35 \text{ MPa}} \cdot 6350 \text{ mm} \cdot 887,5 \text{ mm}$$

$$V_c = 11.335.874,59 \text{ N} = 1.133,58 \text{ Ton}$$

- $V_c = 0,083 \cdot \left(\frac{\alpha_s \cdot d}{b_o} + 2\right) \cdot \lambda \cdot \sqrt{f_c'} \cdot b_o \cdot d$

Dimana

$$\alpha_s = 40 \text{ (untuk kolom tengah)}$$

$$\alpha_s = 30 \text{ (untuk kolom tepi)}$$

$$\alpha_s = 20 \text{ (untuk kolom sudut)}$$

Maka:

$$V_c = 0,083 \cdot \left(\frac{40 \cdot 887,5 \text{ mm}}{6350 \text{ mm}} + 2\right) \cdot 1 \cdot \sqrt{35 \text{ MPa}} \cdot 6350 \text{ mm} \cdot 887,5 \text{ mm}$$

$$V_c = 21.005.233,54 \text{ N} = 2.100,5 \text{ Ton}$$

- $V_c = 0,33 \cdot \lambda \cdot \sqrt{f_c'} \cdot b_o \cdot d$

$$V_c = 0,33 \cdot 1 \cdot \sqrt{35 \text{ MPa}} \cdot 6350 \text{ mm} \cdot 887,5 \text{ mm}$$

$$V_c = 11.002.466,35 \text{ N} = 1.100,2 \text{ Ton}$$

Dari ketiga persamaan diatas yang digunakan adalah nilai  $V_c$  yang terkecil,  $V_c = 1.100,2 \text{ Ton}$

$$V_u = 672,4 \text{ Ton} < V_c = 1.100,2 \text{ Ton} \text{ (memenuhi)}$$

## h) Perencanaan Tulangan Lentur

Pada perencanaan tulangan lentur poer, poer diasumsikan sebagai balok kantilever sengan perletakan jepit pada kolom yang dibebani oleh reaksi tiang pancang dan berat sendiri pile cap.

Diketahui :

$$b_{\text{poer}} = 3000 \text{ mm}$$

$$h_{\text{poer}} = 3000 \text{ mm}$$

$$t_{\text{poer}} = 1000 \text{ mm}$$

$$\text{Selimut} = 75 \text{ mm}$$

$$D \text{ tul. lentur} = 25 \text{ mm}$$

$$D \text{ tul. Susut} = 10 \text{ mm}$$

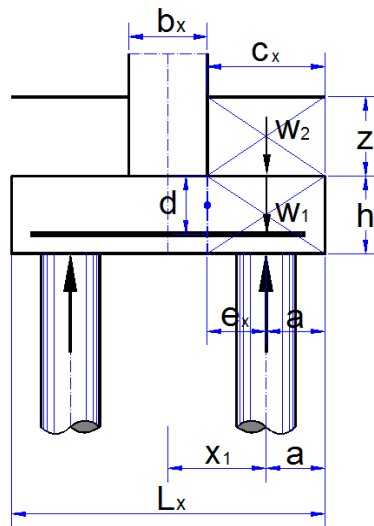
$$d = 887,5 \text{ mm}$$

Beban aksial

Beban yang dipakai pada perhitungan lentur ini digunakan kombinasi ultimate :

$$P_u = 756,53 \text{ ton}$$

## ❖ Penulangan Pilecap arah x



**Gambar 9.7** Skema Penulangan Pilecap (Arah X)

$$C_x = (L_x - b_x) / 2$$

$$= (3,00 - 0,7) / 2$$

$$= 1,15 \text{ m ( jarak dari ujung poer ke tepi kolom)}$$

$$A = 0,75 \text{ m ( jarak dari as pancang ke tepi poer)}$$

$$e_x = c_x - a$$

$$= 1,15 - 0,75$$

$$= 0,4 \text{ m ( jarak dari as pancang ke tepi kolom)}$$

$$Z = 0 \text{ m}$$

$$h = 1 \text{ m}$$

$$L_x = 3,00 \text{ m}$$

Q diatas bidang ditinjau = berat poer (W1) dan tanah (W2)

$$W_1 = C_x \cdot h \cdot L_x \cdot B_{\text{beton}}$$

$$= 1,15 \text{ m} \cdot 1 \text{ m} \cdot 3,00 \text{ m} \cdot 2,4 \text{ t/m}^3$$

$$= 8,28 \text{ ton/m}$$

$$\begin{aligned}
 W_2 &= C_x \cdot h \cdot L_x \cdot B_{\text{tanah}} \\
 &= 1,15 \text{ m} \cdot 1 \text{ m} \cdot 3,00 \text{ m} \cdot 1,6 \text{ t/m}^3 \\
 &= 5,52 \text{ ton/m}
 \end{aligned}$$

Gaya maksimum yang terjadi pada satu tiang pancang:

$$P_u = 756,53 / 4 = 189,13$$

Diketahui nilai untuk jarak-jarak sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 b_1 &= \text{jarak dari ujung poer ke tepi kolom} \\
 &= (1,5\text{m} - (0,5 \cdot 1,5\text{m} + 0,5 \cdot 0,7\text{m})) = 400 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 b_2 &= \text{jarak dari as tiang pancang ke tepi kolom} \\
 &= \frac{s}{0,5} = \frac{1500}{0,5} = 750 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Maka, momen yang terjadi pada poer adalah:

$$\begin{aligned}
 M_u &= -M_q + M_p \\
 &= - (0,5 \cdot W_1 \cdot b_1^2) + (P_u \cdot b_2) \\
 &= - (0,5 \cdot 8280 \text{ kg/m} \cdot (0,4)^2 \text{ m}) + (189.130 \text{ kg/m} \cdot 0,75\text{m}) \\
 &= 142.509,9 \text{ kg.m} = 1.425.099.000 \text{ Nmm}
 \end{aligned}$$

$$M_n = \frac{M_u}{\phi} = \frac{1.425.099.000 \text{ N.mm}}{0,9} = 1.583.443.333 \text{ N.mm}$$

$$\begin{aligned}
 R_n &= \frac{M_n}{b \cdot d^2} = \frac{1.583.443.333 \text{ N.mm}}{1000 \text{ mm} \cdot (887,5 \text{ mm})^2} \\
 &= 2,01 \text{ N/mm}^2
 \end{aligned}$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f_c'} = \frac{400 \text{ MPa}}{0,85 \cdot 35 \text{ MPa}} = 13,45$$

$$\rho = \frac{1}{m} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{f_y}} \right)$$

$$\rho = \frac{1}{13,45} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 13,45 \cdot 2.01 \text{ N/mm}^2}{400 \text{ MPa}}} \right) = 0,005$$

$$\rho_{\min} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{400 \text{ MPa}} = 0,0035$$

$$\rho_b = \frac{0,85 \cdot \beta_1 \cdot f_c'}{f_y} \cdot \frac{600}{(600 + f_y)}$$

$$\rho_b = \frac{0,85 \cdot 0,80 \cdot 35}{400} \cdot \frac{600}{(600 + 400)} = 0,035$$

$$\rho_{\max} = 0,75 \cdot \rho_b = 0,75 \cdot 0,035 = 0,0268$$

maka :

$\rho$  pakai adalah 0,005

$$\begin{aligned} \text{As perlu} &= \rho \cdot b \cdot d \\ &= 0,005 \cdot 1000 \text{ mm} \cdot 912,5 \text{ mm} \\ &= 4.562,5 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Direncanakan menggunakan D22-150 mm

$$\begin{aligned} \text{As pakai} &= \frac{\text{luas tulangan} \cdot B}{\text{jarak sengkang}} \\ &= \frac{0,25 \pi \cdot (22 \text{ mm})^2 \cdot 3000 \text{ mm}}{150 \text{ mm}} \end{aligned}$$

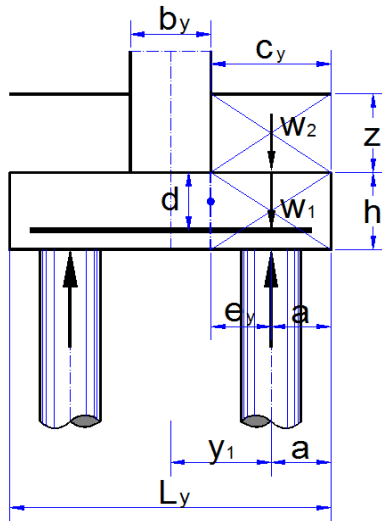
$$\text{As pakai} = 7.598,8 \text{ mm}^2$$

As perlu < As pakai (memenuhi)

$$4.562,5 \text{ mm}^2 < 7.598,8 \text{ mm}^2 \text{ (OK)}$$



## ❖ Penulangan Pilecap arah y



**Gambar 9.8** Skema Penulangan Pilecap (Arah Y)

$$C_y = (L_y - b_y) / 2$$

$$= (3,00 - 0,7) / 2$$

$$= 1,15 \text{ m ( jarak dari ujung poer ke tepi kolom)}$$

$$A = 0,75 \text{ m (jarak dari as pancang ke tepi poer)}$$

$$e_x = c_y - A$$

$$= 1,15 - 0,75$$

$$= 0,4 \text{ m (jarak dari as pancang ke tepi kolom)}$$

$$Z = 1 \text{ m}$$

$$h = 1 \text{ m}$$

$$L_y = 3,00 \text{ m}$$

Q diatas bidang ditinjau = berat poer (W1) dan tanah (W2)

$$W_1 = C_y \cdot h \cdot L_y \cdot B_{\text{beton}}$$

$$= 1,15 \text{ m} \cdot 1 \text{ m} \cdot 3,00 \text{ m} \cdot 2,4 \text{ t/m}^3$$

$$= 8,28 \text{ ton/m}$$

$$\begin{aligned}
 W_2 &= C_x \cdot z \cdot L_y \cdot B_{\text{tanah}} \\
 &= 1,15 \text{ m} \cdot 1 \text{ m} \cdot 3,00 \text{ m} \cdot 1,6 \text{ t/m}^3 \\
 &= 5,52 \text{ ton/m}
 \end{aligned}$$

Gaya maksimum yang terjadi pada satu tiang pancang:

$$P_u = 756,53 / 4 = 189,13$$

Diketahui nilai untuk jarak-jarak sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 b_1 &= \text{jarak dari ujung poer ke tepi kolom} \\
 &= (1,5\text{m} - (0,5 \cdot 1,5\text{m} + 0,5 \cdot 0,7\text{m})) = 400 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 b_2 &= \text{jarak dari as tiang pancang ke tepi kolom} \\
 &= \frac{s}{0,5} = \frac{1500}{0,5} = 750 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Maka, momen yang terjadi pada poer adalah:

$$\begin{aligned}
 M_u &= -M_q + M_p \\
 &= - (0,5 \cdot W_1 \cdot b_1^2) + (P_u \cdot b_2) \\
 &= - (0,5 \cdot 8280 \text{ kg/m} \cdot (0,4)^2 \text{ m}) + (189.130 \text{ kg/m} \cdot 0,75\text{m}) \\
 &= 142.509,9 \text{ kg.m} = 1.425.099.000 \text{ Nmm}
 \end{aligned}$$

$$M_n = \frac{M_u}{\phi} = \frac{1.425.099.000 \text{ N.mm}}{0,9} = 1.583.443.333 \text{ N.mm}$$

$$\begin{aligned}
 R_n &= \frac{M_n}{b \cdot d^2} = \frac{1.583.443.333 \text{ N.mm}}{1000 \text{ mm} \cdot (887,5 \text{ mm})^2} \\
 &= 2,01 \text{ N/mm}^2
 \end{aligned}$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f_c'} = \frac{400 \text{ MPa}}{0,85 \cdot 35 \text{ MPa}} = 13,45$$

$$\rho = \frac{1}{m} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{f_y}} \right)$$

$$\rho = \frac{1}{13,45} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 13,45 \cdot 2.01 \text{ N/mm}^2}{400 \text{ MPa}}} \right) = 0,005$$

$$\rho_{\min} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{400 \text{ MPa}} = 0,0035$$

$$\rho_b = \frac{0,85 \cdot \beta_1 \cdot f_c'}{f_y} \cdot \frac{600}{(600+f_y)}$$

$$\rho_b = \frac{0,85 \cdot 0,80 \cdot 35}{400} \cdot \frac{600}{(600+400)} = 0,035$$

$$\rho_{\max} = 0,75 \cdot \rho_b = 0,75 \cdot 0,035 = 0,0268$$

maka :

$\rho$  pakai adalah 0,005

$$\begin{aligned} \text{As perlu} &= \rho \cdot b \cdot d \\ &= 0,005 \cdot 1000 \text{ mm} \cdot 887,5 \text{ mm} \\ &= 4437,5 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Direncanakan menggunakan D22-150 mm

$$\begin{aligned} \text{As pakai} &= \frac{\text{luas tulangan} \cdot B}{\text{jarak sengkang}} \\ &= \frac{0,25 \pi \cdot (22 \text{ mm})^2 \cdot 3000 \text{ mm}}{150 \text{ mm}} \end{aligned}$$

$$\text{As pakai} = 7.598,8 \text{ mm}^2$$

$$\begin{aligned} \text{As perlu} &< \text{As pakai (memenuhi)} \\ 4437,5 \text{ mm}^2 &< 7.598,8 \text{ mm}^2 \text{ (OK)} \end{aligned}$$

❖ Tulangan Susut dan Suhu (Atas)

Tulangan pada posisi atas pondasi ditulangi dengan tulangan susut atau suhu.

$$\text{As susut} = \rho \cdot b \cdot h$$

$$= 0,0014 \times 1000 \times 700 = 980 \text{ mm}^2$$

(SNI 2847-2013 ps. 7.12.12.1)

Tulangan yang digunakan:

$$\text{D13-100} \rightarrow \text{As}_{\text{pakai}} = 1.327,3 \text{ mm}^2 \text{ (OK)}$$

### i) Rekapitulasi Perhitungan Pile Cap

**Tabel 5.2** Rekapitulasi Tulangan Pile Cap

Tulangan Arah X	Tulangan Arah Y	Tulangan Atas
D22-150	D22-150	D13-100

#### 9.8 Perhitungan transfer beban kolom ke pondasi

$$A1 = \text{Luas kolom} = 700 \text{ mm} \times 700 \text{ mm} = 490.000 \text{ mm}^2$$

$$A2 = \text{Luas poer} = 3000 \text{ mm} \times 3000 \text{ mm} = 9.000.000 \text{ mm}^2$$

a. Kuat tumpu pada dasar kolom,  $N1$

$$Pu = 756,53 \text{ ton} = 7.565,3 \text{ kN}$$

$$N1 = \phi \cdot 0,85 \cdot f_c' \cdot A1 = 0,65 \cdot 0,85 \cdot 35 \text{ Mpa} \cdot 490.000 \text{ mm}^2$$

$$N1 = 9.475.375 \text{ N} = 9.475 \text{ kN} > 7.565,3 \text{ kN} \text{ (memenuhi)}$$

#### 9.9 Panjang Penyaluran Tulangan Pasak

Berdasarkan SNI 03-2847-2013 Pasal 12.3.2 untuk Panjang penyaluran tekan (Atas) diambil dari yang terbesar diantara :

$$\bullet \text{ Ldc}_1 = \frac{0,24 \cdot f_y}{\lambda \cdot \sqrt{f_c'}} db = \frac{0,24 \cdot 400 \text{ MPa}}{1 \cdot \sqrt{35 \text{ MPa}}} 22 = 357 \text{ mm}$$

$$\bullet \text{ Ldc}_2 = 0,043 \cdot db \cdot f_y \\ = 0,043 \cdot 22 \text{ mm} \cdot 400 \text{ Mpa} = 378,4 \text{ mm}$$

Ldc yang digunakan adalah 378,4 mm  $\approx$  400 mm

Berdasarkan SNI 03-2847-2013 Pasal 12.2 untuk Panjang penyaluran Tarik (Bawah) diambil sebagai berikut :

$$\text{Ld} = \left( \frac{f_y \cdot \psi_t \cdot \psi_e}{1,7 \cdot \lambda \cdot \sqrt{f_c'}} \right) \cdot db \\ = \left( \frac{400 \text{ Mpa} \cdot 1 \cdot 1}{1,7 \cdot 1 \cdot \sqrt{35}} \right) \cdot 22 \text{ mm} \\ = 874,9 \text{ mm} \approx 1000 \text{ mm}$$

Maka panjang penyaluran tarik yang digunakan adalah 1000 mm.

## **BAB X**

### **METODE PELAKSANAAN PLAT**

#### **10.1 Metode Pelaksanaan Pelat Lantai**

Metode pelaksanaan yang akan digunakan dalam proyek akhir ini adalah metode pelaksanaan pekerjaan plat lantai. Plat lantai untuk Tugas Akhir ini menggunakan konvensional. Semua pekerjaan dilakukan di lokasi yang direncanakan. Mulai dari pembesian, pemasangan bekisting, pengecoran sampai perawatan. Semua pekerjaan ini harus dilaksanakan sesuai dengan SNI (Standar Nasional Indonesia).



**Gambar 10.1** Besi Tulangan konvensional

#### **10.2 Spesifikasi Besi Tulangan**

Fy' = 400 Mpa

Type = D10-200

## 10.3 Cara Pemasangan

### 10.3.1 Tahap persiapan

#### 1. Pekerjaan pengukuran

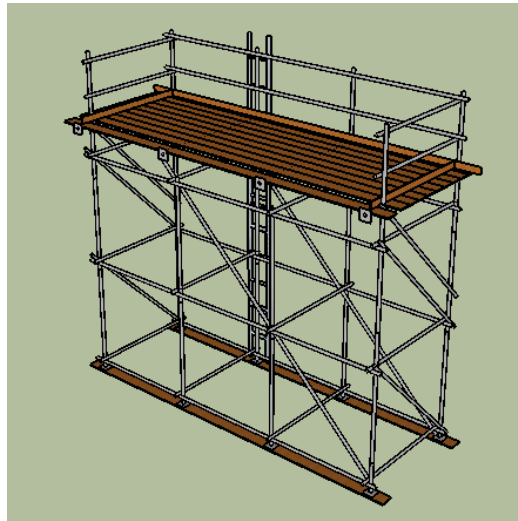
Pengukuran ini bertujuan untuk mengatur/memastikan kerataan ketinggian balok dan plat. Pada pekerjaan ini digunakan pesawat ukur theodolite.



**Gambar 10.2** Pekerjaan pengukuran

Pekerjaan bekisting balok dan pelat merupakan satu kesatuan pekerjaan, kerana dilaksanakan secara bersamaan. Pembuatan

panel bekisting balok harus sesuai dengan gambar kerja. Dalam pemotongan plywood harus cermat dan teliti sehingga hasil akhirnya sesuai dengan luasan pelat atau balok yang akan dibuat. Pekerjaan balok dilakukan langsung di lokasi dengan mempersiapkan material utama antara lain: kaso 5/7, balok kayu 6/12, papan plywood, dan scaffolding.



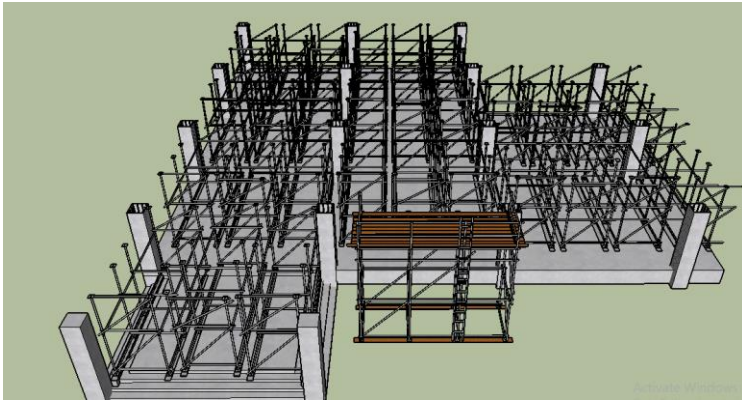
**Gambar 10.3** Scaffolding

## 2. Fabrikasi besi

Untuk fabrikasi besi pertama dilakukan pengecekan ukuran luasan plat yang akan dipasang. Untuk pemotongan besi dapat menggunakan Bar cutter dan cara pembengkokan besi dapat menggunakan metode konvensional.

### 3. Tahap pekerjaan

1. Scaffolding disusun berjajar bersamaan dengan scaffolding untuk balok. Karena posisi pelat lebih tinggi daripada balok maka Scaffolding untuk pelat lebih tinggi dari pada balok dan diperlukan main frame tambahan dengan menggunakan Joint pin. Perhitungkan ketinggian scaffolding pelat dengan mengatur base jack dan U-head jack nya.



**Gambar 10.4** Penyusunan scaffolding

2. Pada U-head dipasang balok kayu ( girder ) 6/12 sejajar dengan arah cross brace dan diatas girder dipasang suri-suri dengan arah melintangnya.
3. Kemudian dipasang plywood sebagai alas pelat. Pasang juga dinding untuk tepi pada pelat dan dijepit menggunakan siku. Plywood dipasang serapat mungkin, sehingga tidak terdapat rongga yang dapat menyebabkan kebocoran pada saat pengecoran.
4. Semua bekisting rapat terpasang, sebaiknya diolesi dengan solar sebagai pelumas agar beton tidak menempel pada bekisting, sehingga dapat mempermudah dalam pekerjaan



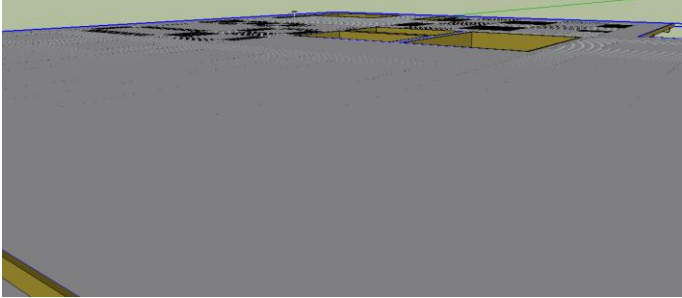
pembongkaran dan bekisting masih dalam kondisi layak pakai untuk pekerjaan berikutnya.



**Gambar 10.5** Bekisting plat dan balok

5. Proses selanjutnya yaitu pengecekan tinggi level bekisting. Jika hasilnya sudah sesuai dengan rencana, maka bekisting tersebut pun telah siap untuk digunakan.
6. Tahap selanjutnya yaitu pemasangan tulangan plat yang dilaksanakan setelah pembesian balok. Untuk mempermudah pekerjaan, tulangan-tulangan besi dapat diangkat menggunakan tower crane untuk dipasang di atas bekisting plat. Lakukan perakitan tulangan besi ini dengan tulangan bawah terlebih dahulu. Berikut detail tulangan bawah dan atas pada potongan balok melintang:
7. Setelah selesai pemasangan plat, letakkan beton deking antara tulangan lapangan maupun tumpuan dan bawah pelat dengan bekisting alas.
8. Setelah pembesian balok dan pelat dianggap selesai, lalu diadakan checklist/ pemeriksaan untuk tulangan. Adapun yang diperiksa untuk pembesian pelat lantai yang diperiksa adalah, penyaluran pembesian pelat terhadap balok, jumlah dan jarak tulangan lapangan tumpuan, beton decking, maupun bendrat.

9. Setelah semua selesai, tahap selanjutnya adalah pengecoran. Pengecoran plat lantai dilaksanakan bersama dengan pengecoran balok. Untuk spesifikasi mutu beton yang digunakan adalah  $f_c' = 35$  Mpa dengan slump  $\pm 12$  cm



**Gambar 10.6** Pengecoran plat dan balok

10. Perawatan Beton (curing)

Proses perawatan dilakukan setelah balok dan plat sudah selesai dilakukan pengecoran. Umumnya, perawatan pada struktur beton diantaranya adalah menutupi struktur beton dengan terpal, menyirami struktur dengan air. Proses perawatan ini dilakukan sepanjang waktu yang telah disesuaikan dengan perencanaan umur beton.

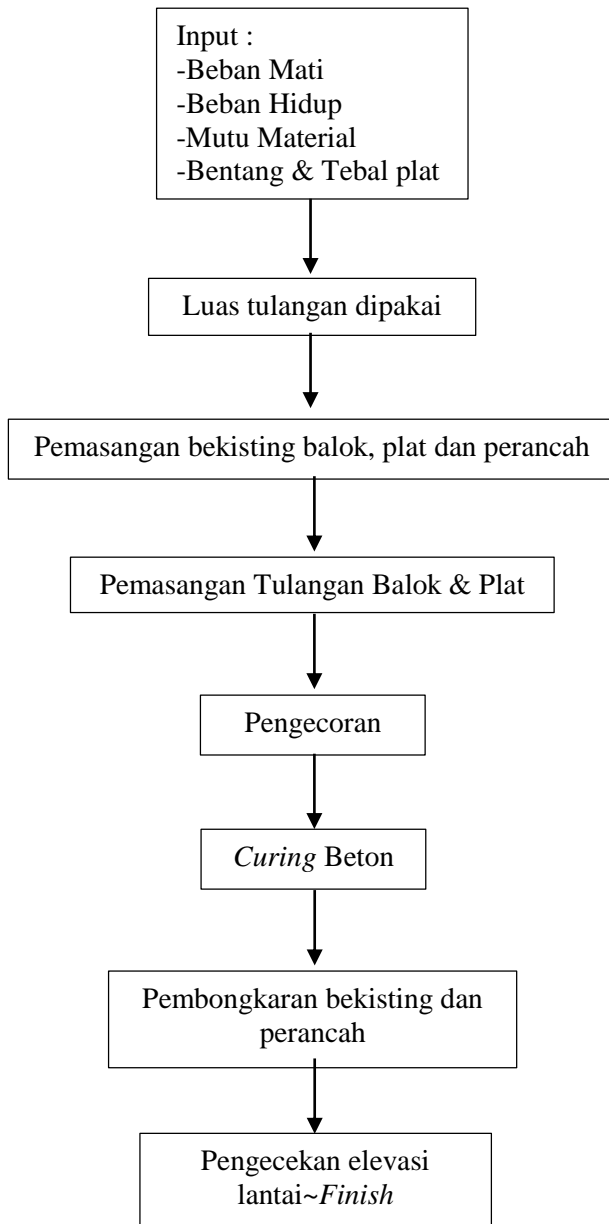
11. Pembongkaran Bekisting dan Perancah

Setelah umur rencana beton tercapai, maka bekisting dan perancah yang digunakan untuk menyanggah konstruksi dapat dibongkar dan digunakan lagi untuk membangun pada tempat yang lain.

12. Pengecekan Elevasi

Setelah lantai kering, maka akan dilakukan pengecekan elevasi lantai menggunakan waterpass.

Dari tahapan-tahapan pelaksanaan yang sudah dijelaskan, dapat dibuat flowchart alur desain metode pekerjaan balok-plat lantai di lapangan. Dimulai dari proses perencanaan sampai dengan pelaksanaannya.



#### 10.4 Pemilihan Alat Pekerjaan Balok-Plat

Lantai Setelah ditentukan urutan metode pelaksanaan pekerjaan konstruksi, kemudian dilakukan pemilihan alat yang akan digunakan untuk melaksanakan pekerjaan.

- a) Tower Crane  
Tower crane (TC) adalah alat mobilisasi bahan dan peralatan yang dibutuhkan pada pekerjaan balok dan plat lantai. Bahan dan peralatan yang dapat diangkat oleh TC seperti concrete bucket dan tulangan-tulangan.
- b) Concrete Bucket atau Concrete Pump  
Concrete bucket merupakan wadah yang berfungsi untuk mengangkat beton ketika akan dilakukan pengecoran. Dalam penggunaannya, concrete bucket akan dipasang dengan pipa tremi untuk dapat mengalirkan beton. Sedangkan, concrete pump adalah pompa beton yang digunakan untuk mengalirkan beton dari satu tempat ke tempat lain. Pompa beton dapat berupa pompa tunggal yang ditarik dengan kendaraan lain atau selang dari karet yang tebal.
- c) Concrete Vibrator Concrete vibrator digunakan untuk meratakan adonan beton supaya sesuai komposisi dalam perencanaan sehingga kekuatan rencananya tercapai.



**Gambar 10.7** Peralatan yang digunakan

# BAB XI

## KESIMPULAN DAN SARAN

### 11.1 Kesimpulan

Dari keseluruhan hasil di atas dan analisis yang dilakukan maka Tugas Akhir Terapan ini dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Diperolehnya rencana Struktur bangunan yang kuat dan kaku serta struktur yang efisien untuk gedung DPRD Kota Surabaya dalam menahan beban gravitasi, beban layan, dan beban gempa dengan menggunakan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK)
2. Untuk hasil perhitungan struktur gedung DPRD Kota Surabaya dengan menggunakan SRPMK akan diuraikan sebagai berikut :
  - a. Struktur Primer
    - Kolom

**Tabel 11.1** Tabel Kesimpulan Kolom

KOLOM				
Tipe Kolom	Dimensi	Tul. Lentur	Tul. Geser	
	mm		Tumpuan	Lapangan
K1	700 x 700	12D25	4D12-100	4D12-150
K2	500 x 500	8D22	3D12-100	3D12-150

- Hubungan Balok Kolom

**Tabel 11.2** Tabel Kesimpulan HBK

Hubungan Balok Kolom			
Tipe HBK	Dimensi	Tul. Lentur	Tul. Geser
	mm		
K1	700 x 700	12D25	4D12-150
K2	500 x 500	8D22	3D12-150

## b. Pondasi

**Tabel 11.3** Tabel kesimpulan pondasi

No	Joint	Jenis Pile Cap	P (Ton)	Kebutuhan Tiang	Tiang Pasang
1	1771	P1	207.61	1.189	2
2	1772	P2	346.13	1.982	4
3	1773	P2	333.79	1.912	4
4	1774	P1	202.54	1.160	2
5	1775	P1	291.73	1.671	4
6	1776	P2	375.27	2.149	4
7	1777	P2	517.44	2.964	4
8	1778	P2	345.94	1.981	4
9	1779	P1	260.90	1.494	2
10	1780	P2	319.31	1.829	4
11	1781	P2	323.61	1.853	4
12	1782	P1	211.28	1.210	2
13	1783	P1	220.50	1.263	2
14	1784	P2	405.98	2.325	4
15	1785	P1	201.66	1.155	2
16	2014	P3	134.15	0.768	1
				TOTAL	52

**Tabel 11.4** Tabel kesimpulan tulangan pondasi

PONDASI									
Tipe Pondasi	Dimensi Pilecap	Tebal Pilecap	Diameter Tiang Pancang	Kedalaman Tiang pancang	Jumlah tiang pancang	Tulangan Atas		Tulangan Bawah	
	(m)	(mm)	(mm)	(m)		x	y	x	y
P1	3,0 x 1,5	1000	500	29	2	D22-150	D22-150	D22-150	D22-150
P2	3,0 x 3,0	1000	500	29	4	D22-150	D22-150	D22-150	D22-150
P3	1,5 x 1,5	1000	500	29	1	D22-150	D22-150	D22-150	D22-150

## 11.2 Saran

1. Dalam pengerjaan Tugas Akhir Terapan (TAT), hendaknya untuk menyusun sistematika penyusunan TAT secara urut dan menyeluruh agar dalam pengerjaannya tidak ada yang terlupakan dan berjalan lancar.
2. Perlunya untuk mengumpulkan data perencanaan, mulai dari gambar arsitek dan struktur dari pihak pemilik data dan juga data tanah sebagai data primer dalam perencanaan perhitungan.
3. Perbanyak membaca literatur perhitungan dan mempelajarinya dengan penerapan secara langsung
4. Harus teliti dan bersabar dalam melakukan percobaan permodelan (trial and error), karena sekali gagal dalam mendesain harus mengulang lagi perhitungan kontrol dari awal
5. Perhitungkan waktu baik-baik saat mengerjakan Tugas Akhir Terapan, berusaha sebaik mungkin untuk menepati jadwal pengerjaan.

## DAFTAR PUSTAKA

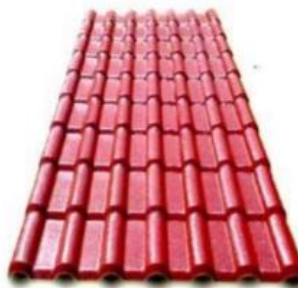
- Badan Standarisasi Nasional. 2012. *Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Bangunan Gedung*. SNI 03-1726-2012. Jakarta : Badan Standarisasi Nasional
- Badan Standarisasi Nasional,2013. *Tata Cara Perencanaan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung*, SNI 03-2847,2013. Jakarta : Standar Nasional Indonesia
- Badan Standarisasi Nasional,2013. *Beban Minimum untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur lain*, SNI 1727,2013. Jakarta : Standar Nasional Indonesia
- Badan Standarisasi Nasional,2004. *Syarat-syarat umum konstruksi lift penumpang yang dijalankan dengan motor traksi tanpa kamar mesin*, SNI 05-7052-2004. Jakarta : Standar Nasional Indonesia
- Purwono R, 2005. *Perencanaan Struktur Beton Bertulang Tahan Gempa*. Surabaya : ITS Press.
- Imran ,Iswandi dan Fajar Hendrik ,2014 . *Perencanaan Lanjut Beton Struktur Beton Bertulang* .Bandung : Penerbit ITB
- Nasution, Amrinsyah. 2010. *Analisis dan Desain Struktur Beton Bertulang*. Bandung: ITB.
- Asroni ali ,2010 . *Balok Plat Beton Bertulang* . Yogyakarta : Graha Ilmu
- ASCE 7-2005. *Minimum Design Loads for Buildings and Other Structure*. American Society of Civil Engineers.
- Ashafani Hisyam , *Desain struktur Bangunan Gedung Perkuliahan di Surabaya Menggunakan SRPMK dan Shear Wall serta Metode Pelaksanaan Pekerjaan Pondasi*. Surabaya: ITS



LAMPIRAN 1  
(Brosur Material & Lift)

**SPESIFIKASI TEKNIS****UKURAN STANDARD GENTENG ROYAL®**

Tebal	: ± 2,6 mm
Lebar	: 1.04 Meter (efektif 0.96 Meter)
Panjang	: 1.98 Meter (efektif 1.76 Meter)
Luas/Lembar	: 2.06 M <sup>2</sup> (efektif 1.69 M <sup>2</sup> )
Jumlah Panel/lembar	: 6x9 panel (efektif 6x8 panel)
Berat	: ± 4,7 Kg/M <sup>2</sup>
Sudut Kemiringan	: 30°
Overlap	: Top : 220 mm Side : 80 mm
Pilihan warna	:



(Ukuran lain/custom dapat dipesan dengan quantity order tertentu)

**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 <sup>3</sup>
Berat jenis normal, (ρ)	: 600 kg/m <sup>3</sup>
Kuat tekan, (σ)	: ≥ 4,0 N/m <sup>2</sup>
Konduktifitas termis, (λ)	: 0.14 w/mk

Tebal	mm	75	100	125	150	175	200
Luas Dinding / m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	13.33	10.00	8.00	6.67	5.71	5.00
Isi / m <sup>3</sup>	Blok	111.11	83.33	66.67	55.56	47.62	41.67

## PILE SHAPE & SPECIFICATION | PRESTRESSED CONCRETE PRETENSION SPUN PILES



### PRESTRESSED CONCRETE PRETENSION SPUN PILES SPECIFICATION

Concrete Compressive Strength  $f_c' = 52 \text{ MPa}$  (Cube  $600 \text{ kg/cm}^2$ )

Size (mm)	Thickness Wall (t)	Cross Section ( $\text{cm}^2$ )	Section Inertia ( $\text{cm}^4$ )	Unit Weight ( $\text{kg/m}$ )	Class	Bending Moment		Allowable Compression (ton)	Decompression Tension (ton)	Length of Pile ** (m)
						Crack * ( $\text{ton.m}$ )	Break ( $\text{ton.m}$ )			
300	60	452.39	34,607.78	113	A2	2.50	3.75	72.60	23.11	6-12
					A3	3.00	4.50	70.75	29.86	6-13
					B	3.50	6.30	67.50	41.96	6-14
					C	4.00	8.00	65.40	49.66	6-15
350	65	581.98	62,162.74	145	A1	3.50	5.25	93.10	30.74	6-13
					A3	4.20	6.30	89.50	37.50	6-14
					B	5.00	9.00	86.40	49.93	6-15
					C	6.00	12.00	85.00	60.87	6-16
400	75	765.76	106,488.95	191	A2	5.50	8.25	121.10	38.62	6-14
					A3	6.50	9.75	117.60	45.51	6-15
					B	7.50	13.50	114.40	70.27	6-16
					C	9.00	18.00	111.50	80.94	6-17
450	80	929.91	166,570.38	232	A1	7.50	11.25	149.50	39.28	6-14
					A2	8.50	12.75	145.80	53.39	6-15
					A3	10.00	15.00	143.80	66.57	6-16
					B	11.00	19.80	139.10	78.84	6-17
C	12.50	25.00	134.90	100.45	6-18					
500	90	1,159.25	255,324.30	290	A1	10.50	15.75	185.30	54.56	6-15
					A2	12.50	18.75	181.70	68.49	6-16
					A3	14.00	21.00	178.20	88.00	6-17
					B	15.00	27.00	174.90	94.13	6-18
C	17.00	34.00	169.00	122.04	6-19					
600	100	1,570.80	510,508.81	393	A1	17.00	25.50	252.70	70.52	6-16
					A2	19.00	28.50	249.00	77.68	6-17
					A3	22.00	33.00	243.20	104.94	6-18
					B	25.00	45.00	238.30	131.10	6-19
C	29.00	58.00	229.50	163.67	6-20					
800	120	2,563.54	1,527,869.60	641	A1	40.00	60.00	415.00	119.34	6-20
					A2	46.00	69.00	406.10	151.02	6-21
					A3	51.00	76.50	399.17	171.18	6-22
					B	55.00	99.00	388.61	215.80	6-23
C	65.00	130.00	368.17	290.82	6-24					
1000***	140	3,782.48	3,589,571.20	946	A1	75.00	112.50	613.52	169.81	6-22
					A2	82.00	123.00	601.27	215.16	6-23
					A3	93.00	139.50	589.66	258.19	6-24
					B	105.00	189.00	575.33	311.26	6-24
C	120.00	240.00	555.23	385.70	6-24					
1200***	150	4,948.01	6,958,136.85	1,237	A1	120.00	180.00	802.80	221.30	6-24
					A2	130.00	195.00	794.50	252.10	6-24
					A3	145.00	217.50	778.60	311.00	6-24
					B	170.00	306.00	751.90	409.60	6-24
C	200.00	400.00	721.50	522.20	6-24					

Unit Conversion: 1 ton = 9.8066 kN

Note : \*) Crack Moment Based on JIS A 5335-1987 (Prestressed Spun Concrete Piles)

\*\*) Length of pile may exceed usual standard whenever lifted in certain position

\*\*\*) Type of Shoe for Bottom Pile is Mamia Shoe



Daftar

Technical Details

DAFTAR I

TABLE I



TYPE	TYPE	UKURAN SIZE				BERAT WEIGHT	
		Ø	SPASI SPACING	LEMBAR SHEET	ROLL	KG/LB KG/SH	KG/ROLL
MK	M	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)		
—	M4	4 X 4	150 X 150	5.400 X 2.100	54.000 X 2.100	15,45	154,50
MK5	M5	5 X 5	150 X 150	5.400 X 2.100	54.000 X 2.100	24,14	241,40
MK6	M6	6 X 6	150 X 150	5.400 X 2.100	54.000 X 2.100	34,76	347,60
MK7	M7	7 X 7	150 X 150	5.400 X 2.100	—	47,31	—
MK8	M8	8 X 8	150 X 150	5.400 X 2.100	—	61,79	—
MK9	M9	9 X 9	150 X 150	5.400 X 2.100	—	78,21	—
MK10	M10	10 X 10	150 X 150	5.400 X 2.100	—	96,55	—

Ø KAWAT WIRE Ø MM	Luas Ø KAWAT WIRE AREA CM2	JUMLAH LUAS PENAMPANG KAWAT (CM2/M) MENURUT SPASINYA SETIAP ARAH TOTAL WIREMESH AREA (CM2/M) ACCORDING TO SPACING EACH DIRECTION											
		SPASI SPACING(MM)											
		50	75	100	125	150	175	200	225	250	275	300	325
4.0	0.126	2.52	1.68	1.26	1.01	0.84	0.72	0.63	0.56	0.50	0.46	0.42	0.39
4.5	0.159	3.18	2.12	1.59	1.27	1.06	0.91	0.80	0.71	0.64	0.58	0.53	0.49
5.0	0.196	3.93	2.62	1.96	1.57	1.31	1.12	0.98	0.87	0.78	0.71	0.65	0.60
5.5	0.238	4.75	3.17	2.38	1.90	1.58	1.36	1.19	1.06	0.95	0.86	0.79	0.73
6.0	0.283	5.65	3.77	2.82	2.26	1.88	1.62	1.41	1.26	1.13	1.03	0.94	0.87
6.5	0.332	6.64	4.43	3.31	2.65	2.21	1.90	1.65	1.47	1.33	1.21	1.10	1.02
7.0	0.385	7.70	5.13	3.85	3.08	2.57	2.20	1.92	1.71	1.54	1.40	1.28	1.18
7.5	0.442	8.84	5.89	4.42	3.53	2.95	2.52	2.20	1.96	1.77	1.61	1.47	1.36
8.0	0.503	10.05	6.70	5.03	4.02	3.35	2.87	2.51	2.23	2.01	1.83	1.67	1.55
8.5	0.567	11.35	7.57	5.67	4.54	3.78	3.24	2.84	2.52	2.27	2.06	1.89	1.74
9.0	0.636	12.72	8.48	6.36	5.09	4.24	3.63	3.18	2.83	2.54	2.31	2.12	1.96
9.5	0.709	14.18	9.45	7.09	5.67	4.73	4.05	3.54	3.15	2.83	2.58	2.36	2.18
10.0	0.785	15.71	10.47	7.85	6.28	5.24	4.49	3.92	3.49	3.14	2.85	2.61	2.42
10.5	0.866	17.32	11.55	8.66	6.93	5.77	4.95	4.33	3.85	3.46	3.15	2.89	2.66
11.0	0.950	19.01	12.67	9.50	7.60	6.34	5.43	4.74	4.22	3.80	3.45	3.16	2.92
11.5	1.039	20.77	13.85	10.39	8.31	6.92	5.93	5.19	4.61	4.15	3.78	3.45	3.19
12.0	1.131	22.62	15.08	11.31	9.04	7.54	6.46	5.66	5.02	4.52	4.11	3.76	3.48

## 5. Keuntungan menggunakan LIONMESH untuk Konstruksi Beton

### 1. Menjamin ketepatan perhitungan konstruksi beton

LIONMESH diproduksi sedemikian rupa sehingga tepat dengan spesifikasi yang telah diperhitungkan oleh pemesan. Mutu baja senantiasa sesuai peraturan standard yang ada.

### 2. Mempercepat waktu pelaksanaan

Pemasangan LIONMESH begitu cepat dan mudah dibandingkan dengan cara konvensional yang harus memotong, meluruskan dan mengikat titik-titik pertemuan kawat.

### 3. Memudahkan pengawasan pembangunan

Pelaksanaan LIONMESH begitu praktis dan mudah dikerjakan sehingga memudahkan pengawasan.

### 4. "Net Work Planning" dapat dilaksanakan dengan baik

LIONMESH adalah tulangan beton yang diproduksi untuk siap pakai (prefab). Pengadaannya dapat diprogram sesuai dengan jadwal yang dikehendaki. Dengan demikian memberikan jaminan kepada "Net Work Planning".

### 5. Menjamin kelancaran pelaksanaan pembangunan

Sehubungan dengan hal-hal tersebut diatas: tepat dan cepat, maka pelaksanaan pembangunan akan terlaksana dengan lancar.

### 6. Menjamin kualitas bangunan

LIONMESH diproses melalui mesin otomatis buatan Swiss paling mutakhir yang memberikan jaminan ketepatan kepada LIONMESH, dengan demikian mutu konstruksi beton akan sesuai dengan yang direncanakan sehingga menjamin kualitas bangunan.

### 7. Menghemat biaya pembangunan

Berdasarkan hal-hal tersebut diatas maka faktor X (biaya tak terduga) dapat dihindari, dengan demikian tidak ada biaya yang terhambur.

LIONMESH efisien dan efektif!

## 5. The advantages of using LIONMESH in Reinforced Concrete Structure

### 1. Accuracy in the concrete structural design

LIONMESH is produced in conformity to various specifications as estimated by customers. The quality of steel is always in accordance to prevailing standards.

### 2. Reduction of construction time

Fixing LIONMESH takes much shorter time and less effort than the conventional method which requires cutting, straightening, and tying for the joint.

### 3. Easier on-site supervision

Practical and efficient application of LIONMESH makes supervision easier.

### 4. Better implementation of Network Planning

LIONMESH is a prefabricated reinforcement, produced for ready use. The production can be planned according to the desirable schedule, which assures implementation of Network Planning.

### 5. Efficiency in constructing work

Due to the above mentioned benefits, the construction job will therefore proceed more efficiently.

### 6. Good quality of the structure

LIONMESH is processed by the latest automatic machinery imported from Switzerland, which ensures high exceptional precision of LIONMESH, thus fitting to required quality of the concrete and the structure.

### 7. Saving of construction costs

The unpredictable X factor (of contingency costs) is avoided, which is a significant saving.

LIONMESH is efficient and effective

No.	Load [kg]	Persons	Rated speed [m/s] (ft/min)	Door type	Door OP width W [mm]	Car internal size A x B [mm]	Hoistway X x Y [mm]	Location [mm]								Pit reaction loading <sup>1) 2) 3) 4)</sup> [kN]						
								X3	X4 <sup>1)</sup>	C <sup>2)</sup>	D	E	F	RGC	RGW	Car side			Counterweight side			
																RC1	RC2	RC3	RW1	RW2	RW3	
20		13	1.5(90)	282P	1000	1600x1400	2200x1700 (2250x1750)	1195	1105		1040	1720			98.0	46.0(302.5)	37.5(294.0)	77.0	20.0(270.5)	32.5(289.0)	17.5(209.0)	29.5(227.0)
21	1.75(105)																					
22	1.0(60)																					
23	1.5(90)																					
24	1.75(105)																					
25	1.0(60)																					
26	1.5(90)																					
27	1.75(105)																					
28	1.0(60)																					
29	1.5(90)																					
30	1.75(105)	14	1.5(90)	282P	1000	2200x1850 (2250x1850)	1110	740 (790)	1082 (1087)		790	1220	45		99.0	46.5(303.0)	38.0(294.5)	78.0	20.0(270.5)	33.0(289.0)	17.5(209.0)	29.5(227.0)
31	1.0(60)																					
32	1.5(90)																					
33	1.75(105)																					
34	1.0(60)																					
35	1.5(90)																					
36	1.75(105)																					

LAMPIRAN 2  
(Data Tanah)

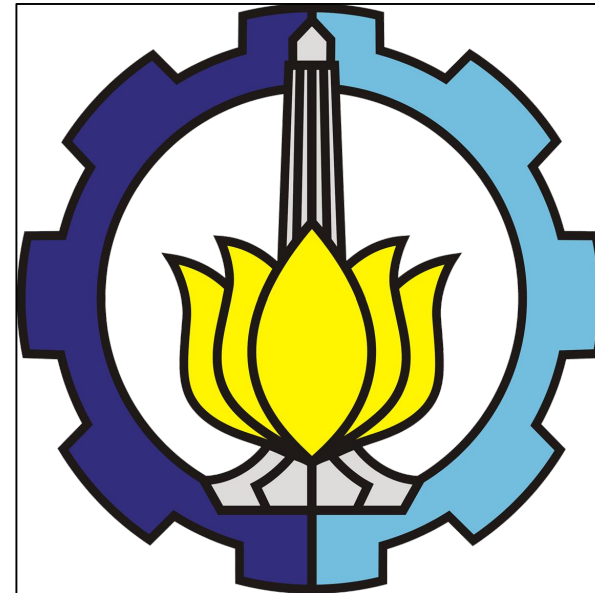
DRILLING LOG																						
Project No. : 1		Project : JI. Undan Kalon no.17-19		Type of Drilling : Rotary		Cat.:																
Bore Hole No. : 1		Lokasi : Jl. Undan Kalon no.17-19		Date : 18-Sep-15																		
Water Table : 3M (dari Muka Tanah Setempat)		Elevation : ± 0.0 ( muka tanah setempat )		Driller : Dooki																		
Sudut in m Elevation	Depth in m	Thickness in m	Legend	Description & Colour	Relative Density or Consistency	UD - SPT Depth in m	Standard Penetration Test						Physical Properties				Atterberg Limit		Oedometer Test		Strength Test	
							Sample No. (Rumus 20)	0-15 cm	15-30 cm	30-45 cm	45-60 cm	N-Value	T <sub>200</sub>	W <sub>c</sub>	S <sub>r</sub>	e	G <sub>s</sub>	LL	PL	PI	Cc	SP
0	0.00																					
1	1.00																					
2	2.00																					
3	3.00																					
4	4.00																					
5	5.00																					
6	6.00																					
7	7.00																					
8	8.00																					
9	9.00																					
10	10.00																					
11	11.00																					
12	12.00																					
13	13.00																					
14	14.00	14.00																				
15	15.00																					
16	16.00																					
17	17.00																					
18	18.00	4.00																				
19	19.00																					
20	20.00																					
21	21.00	3.00																				
22	22.00																					
23	23.00																					
24	24.00																					
25	25.00																					
26	26.00																					
27	27.00																					
28	28.00																					
29	29.00																					
30	30.00																					
31	31.00																					
32	32.00																					
33	33.00																					
34	34.00																					
35	35.00																					
36	36.00																					
37	37.00																					
38	38.00																					
39	39.00																					
40	40.00	0.00																				
41	41.00																					
42	42.00																					

Legenda : 
 = Lempung 
 = Pasir 
 = Batu 
 = Undisturbed Sample 
 = Muka air Tanah 
 = Kerikil 
 = SPT Test

Remarks : 
 \* = Not Tested 
 NP = Non Plastics 
 W = Water content 
 NS = No Sample/SPT > 50 
 γ = Unit weight 
 W<sub>c</sub> = Water content 
 Sp = Degree of Saturation 
 # = Void Ratio 
 G<sub>s</sub> = Specific Grv 
 PL = Plastic limit 
 PI = Plastic Index 
 LL = Liquid limit 
 Q<sub>u</sub> = Strength Test

# TUGAS AKHIR TERAPAN VC180609

"DESAIN STRUKTUR BANGUNAN GEDUNG DPRD KOTA SURABAYA DENGAN SISTEM RANGKA PEMIKUL MOMEN KHUSUS DAN METODA PELAKSANAAN PELAT-PELAT LANTAI DAN ATAP"



Nama Mahasiswa :

1. Armand Rizaldy (10111600000046)
2. Taufan Fairus Majid (10111600000080)

Dosen Pembimbing :

Dr. Ir. DICKY IMAM WAHYUDI, M.S.

NIP. 19590209 198603 1 002

PROGRAM STUDI DIPLOMA III TEKNIK SIPIL

FAKULTAS VOKASI

INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

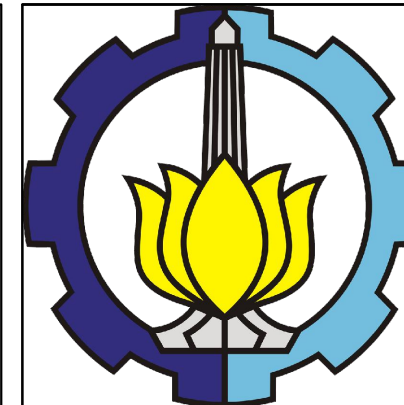
SURABAYA

2020



# Daftar Isi

Nama	Keterangan	Skala	Nama	Keterangan	Skala
ARS - 01	TAMPAK DEPAN	1 : 150	STR - 21	DENAH PELAT LT.4 GD DPRD	1 : 150
ARS - 02	TAMPAK BELAKANG	1 : 150	STR - 22	DENAH PELAT LT.5 GD DPRD	1 : 150
ARS - 03	TAMPAK SAMPING KIRI	1 : 150	STR - 23	DENAH PELAT LT.6 GD DPRD	1 : 150
ARS - 04	TAMPAK SAMPING KANAN	1 : 150	STR - 24	DENAH PELAT LT.7 GD DPRD	1 : 150
STR - 01	POTONGAN BANGUNAN A-A	1 : 150	STR - 25	DENAH PELAT LT.ATAP GD DPRD	1 : 150
STR - 02	POTONGAN BANGUNAN B-B	1 : 150	STR - 26	DENAH KONSEP PELAT A	1 : 150
STR - 03	DENAH LT.1 GD DPRD	1 : 150	STR - 27	DETAIL PENULANGAN PELAT A	1 : 150
STR - 04	DENAH LT.2 GD DPRD	1 : 150	STR - 28	PORTAL ARAH MELINTANG	1 : 200
STR - 05	DENAH LT.3 GD DPRD	1 : 150	STR - 29	PORTAL ARAH MEMANJANG	1 : 200
STR - 06	DENAH LT.4 GD DPRD	1 : 150	DTA - 03	DETAIL TULANGAN BALOK MELINTANG	1 : 50
STR - 07	DENAH LT.5 GD DPRD	1 : 150	DTA - 04	DETAIL TULANGAN BALOK MEMANJANG	1 : 50
STR - 08	DENAH LT.6 GD DPRD	1 : 150	DTA - 05	DETAIL TULANGAN KOLOM K1	1 : 50
STR - 09	DENAH LT.7 GD DPRD	1 : 150	DTA - 06	DETAIL TULANGAN KOLOM K2	1 : 50
DTA - 01	DENAH & POTONGAN A-A TANGGA	1 : 100	DTA - 07	HUBUNGAN BALOK KOLOM K1	1 : 50
DTA - 02	DENAH & POTONGAN B-B TANGGA	1 : 100	DTA - 08	HUBUNGAN BALOK KOLOM K2	1 : 50
STR - 10	DENAH BALOK LT.1 GD DPRD	1 : 150	DTA - 09	HUBUNGAN KOLOM K1-K2	1 : 50
STR - 11	DENAH BALOK LT.2 GD DPRD	1 : 150	DTA - 10	DETAIL PORTAL ARAH MELINTANG	1 : 50
STR - 12	DENAH BALOK LT.3 GD DPRD	1 : 150	DTA - 11	DETAIL PORTAL ARAH MEMANJANG	1 : 50
STR - 13	DENAH BALOK LT.4 GD DPRD	1 : 150	STR - 30	DENAH PONDASI PILE CAP	1 : 150
STR - 14	DENAH BALOK LT.5 GD DPRD	1 : 150	STR - 31	PENULANGAN & POTONGAN PONDASI P1	1 : 50
STR - 15	DENAH BALOK LT.6 GD DPRD	1 : 150	STR - 32	PENULANGAN & POTONGAN PONDASI P2	1 : 50
STR - 16	DENAH BALOK LT.7 GD DPRD	1 : 150	STR - 33	PENULANGAN & POTONGAN PONDASI P3	1 : 50
STR - 17	DENAH BALOK LT.ATAP GD DPRD	1 : 150			
STR - 18	DENAH PELAT LT.1 GD DPRD	1 : 150			
STR - 19	DENAH PELAT LT.2 GD DPRD	1 : 150			
STR - 20	DENAH PELAT LT.3 GD DPRD	1 : 150			



PROGRAM STUDI DIPLOMA III  
 DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
 FAKULTAS VOKASI  
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
 SURABAYA  
 2020

### TUGAS AKHIR

JUDUL  
 DESAIN STRUKTUR BANGUNAN GEDUNG DPRD KOTA SURABAYA BERDASARKAN  
 SISTEM RANGKA PEMIKUL MOMEN KHUSUS (SRPMK) DAN METODE  
 PELAKSANAAN PLAT-PLAT LANTAI DAN ATAP

NAMA PEKERJAAN  
 PEMBANGUNAN GEDUNG DPRD KOTA SURABAYA

LOKASI PEKERJAAN  
 Jalan Yos Sudarso No 18-22, Embong  
 Kaliasin, Surabaya, Jawa Timur

GAMBAR	SKALA
TAMPAK DEPAN	1 : 150

### KETERANGAN

Panjang Melintang (lx) = 26 m  
 Panjang Menanjang (ly) = 30.824 m  
 Tinggi Bangunan = 28 m  
 Tinggi Per-Lantai = 4 m  
 $F_c' = 35 \text{ Mpa}$

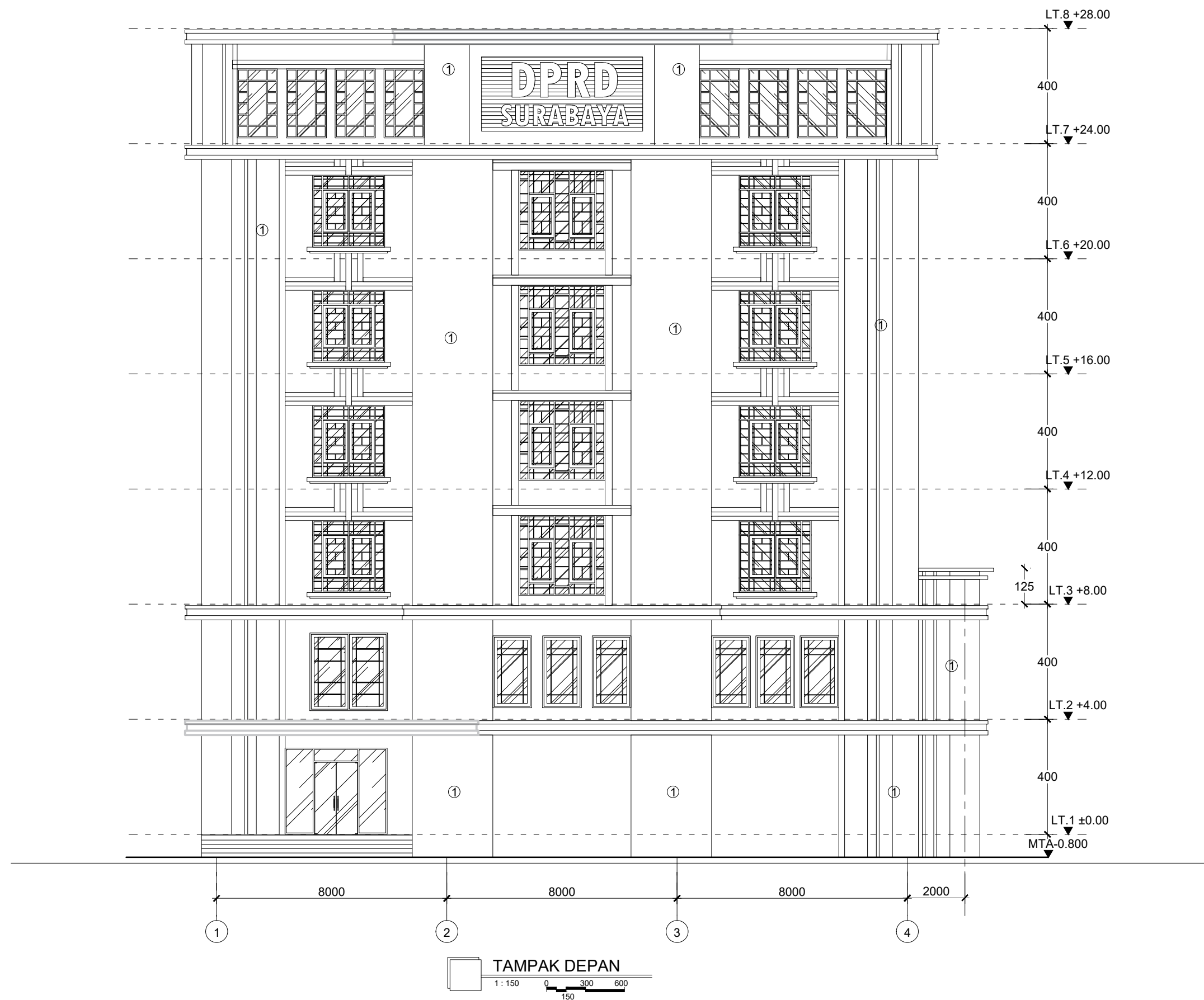
### DOSEN PEMBIMBING

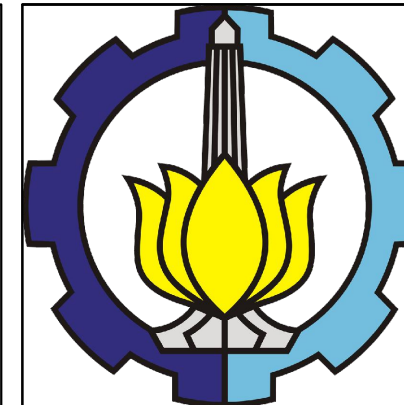
Dr. Ir. Dicky Imam Wahyudi, M.S.  
 NIP: 195902091986031002

### NAMA MAHASISWA

ARMAND RIZALDY  
 1011160000046  
 TAUHAN FAIRUS MAJID  
 1011160000080

NAMA	NO. LEMBAR	JUMLAH LEMBAR
ARS - 01	1	48





PROGRAM STUDI DIPLOMA III  
 DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
 FAKULTAS VOKASI  
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
 SURABAYA  
 2020

### TUGAS AKHIR

JUDUL  
 DESAIN STRUKTUR BANGUNAN GEDUNG DPRD KOTA SURABAYA BERDASARKAN  
 SISTEM RANGKA PEMIKUL MOMEN KHUSUS (SRPMK) DAN METODE  
 PELAKSANAAN PLAT-PLAT LANTAI DAN ATAP

NAMA PEKERJAAN

PEMBANGUNAN GEDUNG DPRD KOTA SURABAYA

LOKASI PEKERJAAN

Jalan Yos Sudarso No 18-22, Embong  
 Kaliasin, Surabaya, Jawa Timur

GAMBAR

TAMPAK BELAKANG

SKALA

1 : 150

### KETERANGAN

Panjang Melintang (lx) = 26 m  
 Panjang Menanjang (ly) = 30.824 m  
 Tinggi Bangunan = 28 m  
 Tinggi Per-Lantai = 4 m  
 Fc' = 35 Mpa

### DOSEN PEMBIMBING

Dr. Ir. Dicky Imam Wahyudi, M.S.  
 NIP: 195902091986031002

### NAMA MAHASISWA

ARMAND RIZALDY  
 1011160000046

TAUFAN FAIRUS MAJID  
 1011160000080

NAMA

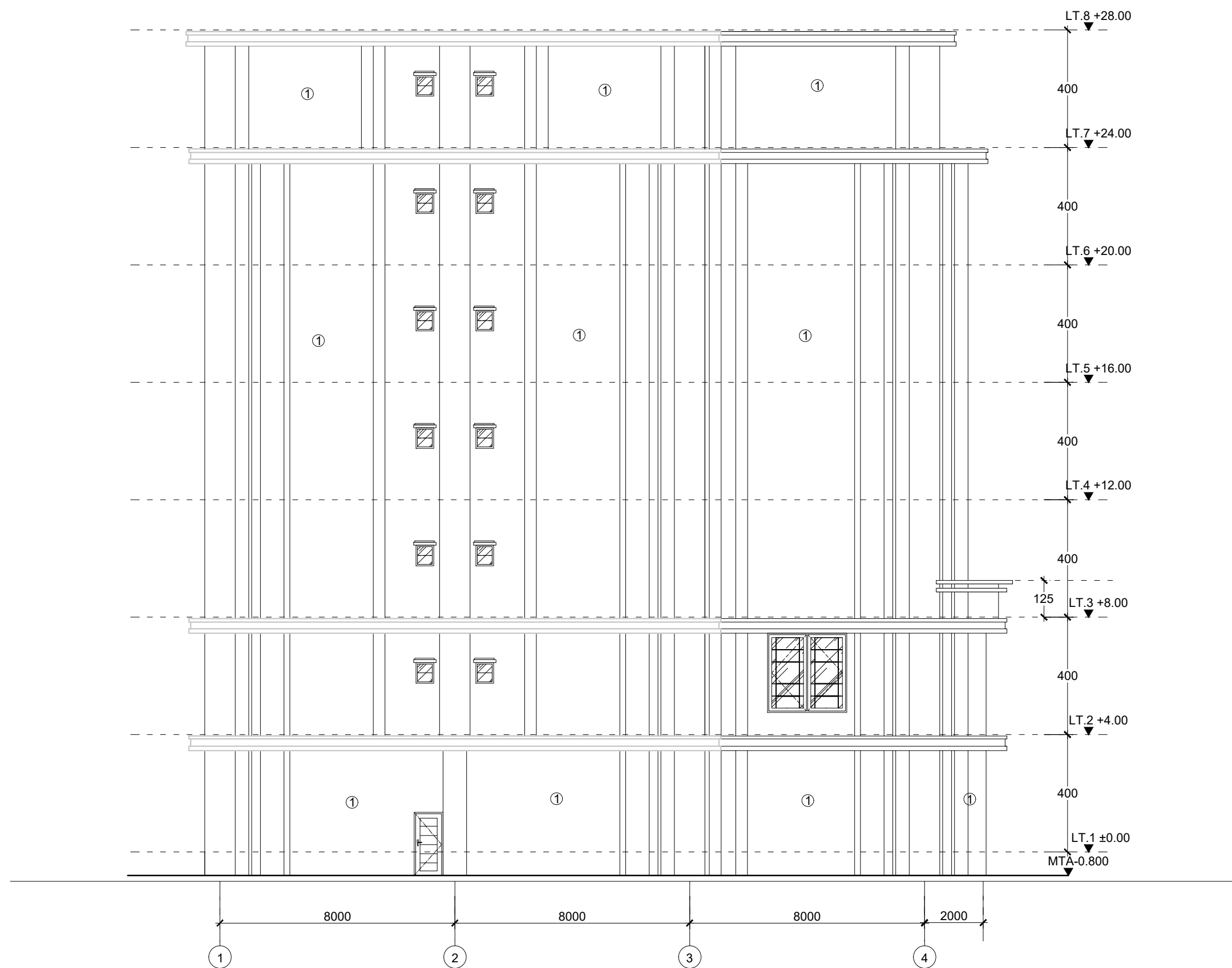
ARS - 02

NO. LEMBAR

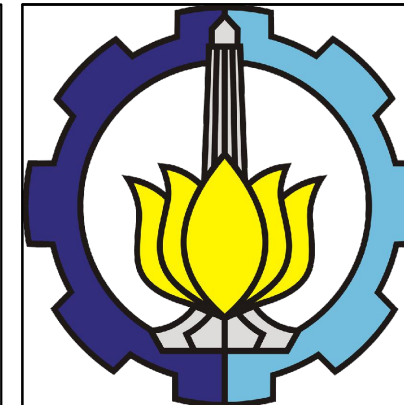
2

JUMLAH LEMBAR

48



TAMPAK BELAKANG  
 1 : 150



PROGRAM STUDI DIPLOMA III  
 DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
 FAKULTAS VOKASI  
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
 SURABAYA  
 2020

### TUGAS AKHIR

JUDUL  
 DESAIN STRUKTUR BANGUNAN GEDUNG DPRD KOTA SURABAYA BERDASARKAN  
 SISTEM RANGKA PEMIKUL MOMEN KHUSUS (SRPMK) DAN METODE  
 PELAKSANAAN PLAT-PLAT LANTAI DAN ATAP

NAMA PEKERJAAN  
 PEMBANGUNAN GEDUNG DPRD KOTA SURABAYA

LOKASI PEKERJAAN  
 Jalan Yos Sudarso No 18-22, Embong  
 Kaliasin, Surabaya, Jawa Timur

GAMBAR	SKALA
TAMPAK SAMPIG KIRI	1 : 150

### KETERANGAN

Panjang Melintang (lx) = 26 m  
 Panjang Menanjang (ly) = 30.824 m  
 Tinggi Bangunan = 28 m  
 Tinggi Per-Lantai = 4 m  
 $F_c' = 35 \text{ Mpa}$

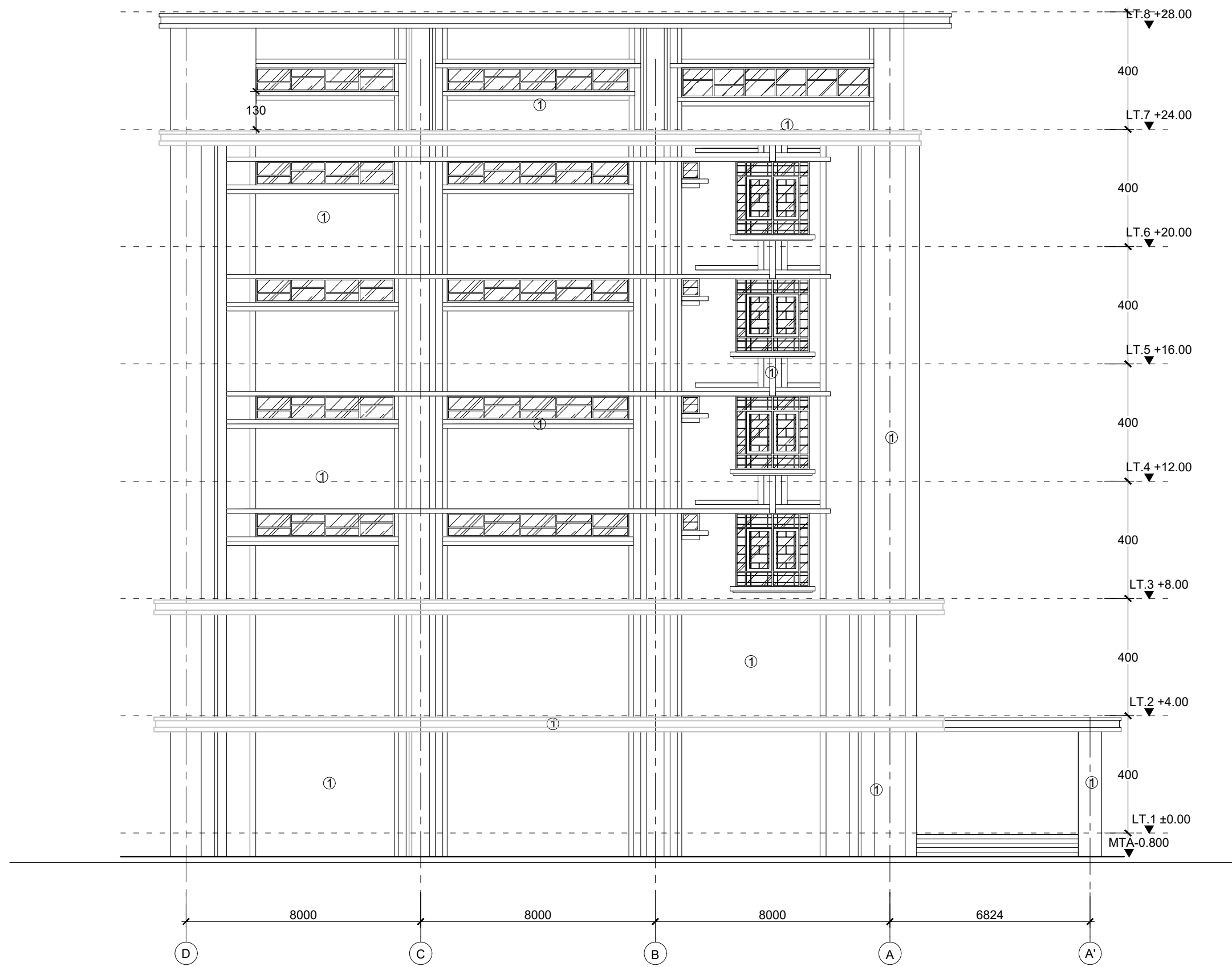
### DOSEN PEMBIMBING

Dr. Ir. Dicky Imam Wahyudi, M.S.  
 NIP: 195902091986031002

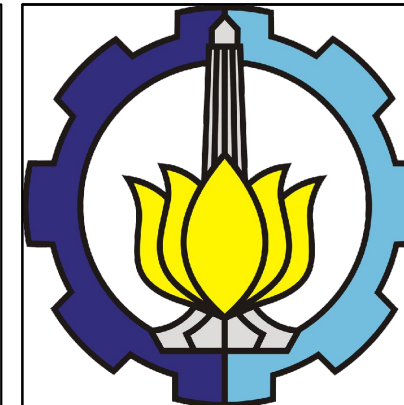
### NAMA MAHASISWA

ARMAND RIZALDY  
 1011160000046  
 TAUFAN FAIRUS MAJID  
 1011160000080

NAMA	NO. LEMBAR	JUMLAH LEMBAR
ARS - 03	3	48



TAMPAK SAMPIG KIRI  
 1 : 150



PROGRAM STUDI DIPLOMA III  
 DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
 FAKULTAS VOKASI  
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
 SURABAYA  
 2020

### TUGAS AKHIR

JUDUL  
 DESAIN STRUKTUR BANGUNAN GEDUNG DPRD KOTA SURABAYA BERDASARKAN  
 SISTEM RANGKA PEMIKUL MOMEN KHUSUS (SRPMK) DAN METODE  
 PELAKSANAAN PLAT-PLAT LANTAI DAN ATAP

NAMA PEKERJAAN

PEMBANGUNAN GEDUNG DPRD KOTA SURABAYA

LOKASI PEKERJAAN

Jalan Yos Sudarso No 18-22, Embong  
 Kaliasin, Surabaya, Jawa Timur

GAMBAR

SKALA

TAMPAK SAMPING KANAN

1 : 150

### KETERANGAN

Panjang Melintang (lx) = 26 m  
 Panjang Menanjang (ly) = 30.824 m  
 Tinggi Bangunan = 28 m  
 Tinggi Per-Lantai = 4 m  
 $F_c' = 35 \text{ Mpa}$

### DOSEN PEMBIMBING

Dr. Ir. Dicky Imam Wahyudi, M.S.  
 NIP: 195902091986031002

### NAMA MAHASISWA

ARMAND RIZALDY  
 1011160000046

TAUFAN FAIRUS MAJID  
 1011160000080

NAMA

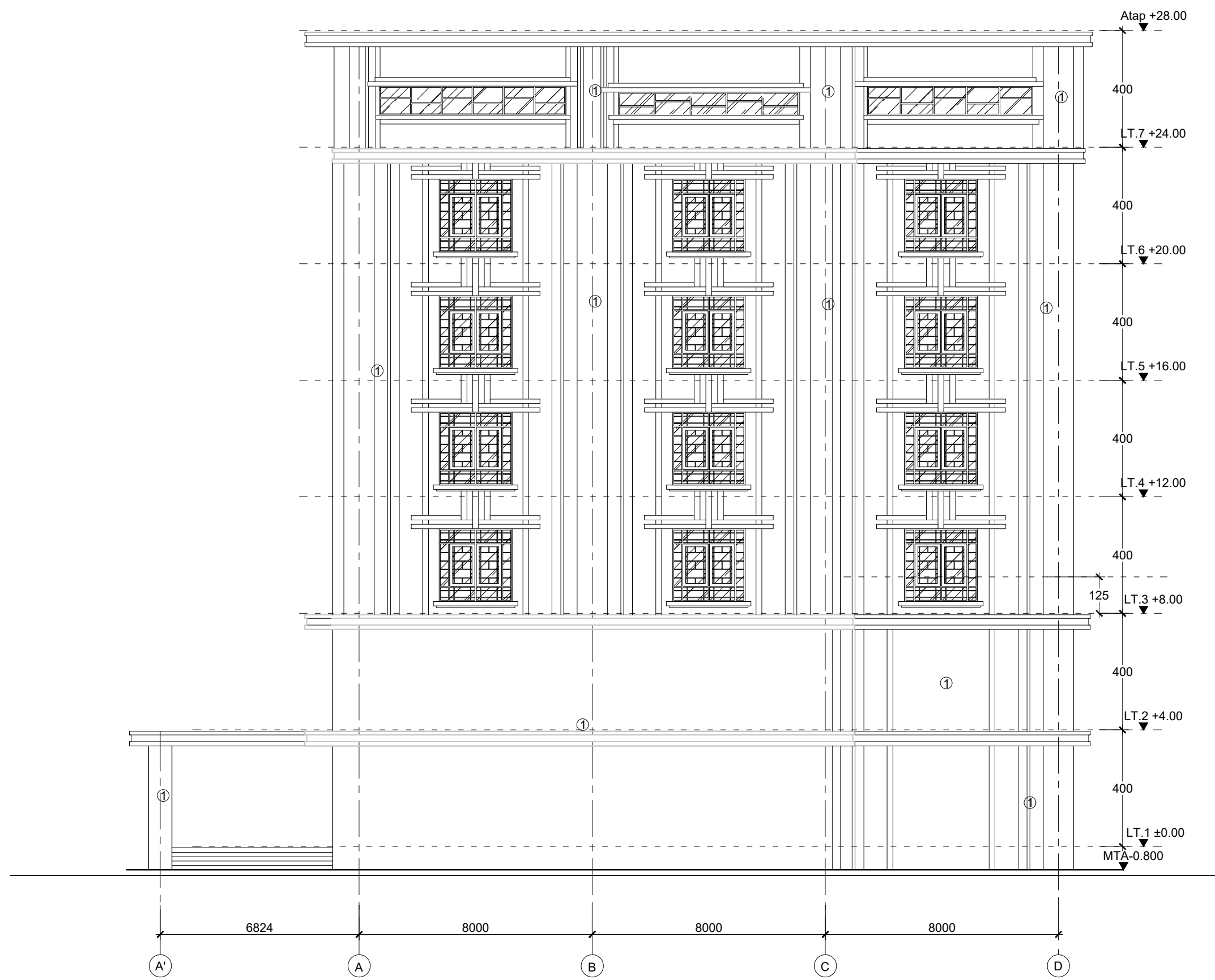
NO. LEMBAR

JUMLAH  
 LEMBAR

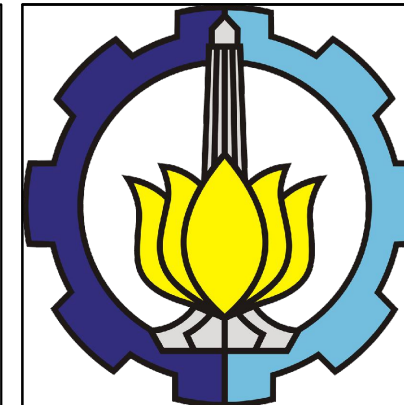
ARS - 04

4

48



TAMPAK SAMPING KANAN  
 1 : 150



PROGRAM STUDI DIPLOMA III  
 DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
 FAKULTAS VOKASI  
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
 SURABAYA  
 2020

### TUGAS AKHIR

JUDUL  
 DESAIN STRUKTUR BANGUNAN GEDUNG DPRD KOTA SURABAYA BERDASARKAN  
 SISTEM RANGKA PEMIKUL MOMEN KHUSUS (SRPMK) DAN METODE  
 PELAKSANAAN PLAT-PLAT LANTAI DAN ATAP

NAMA PEKERJAAN

PEMBANGUNAN GEDUNG DPRD KOTA SURABAYA

LOKASI PEKERJAAN

Jalan Yos Sudarso No 18-22, Embong  
 Kaliasin, Surabaya, Jawa Timur

GAMBAR

Potongan A-A

SKALA

1 : 150

### KETERANGAN

Panjang Melintang (lx) = 26 m  
 Panjang Menanjang (ly) = 30.824 m  
 Tinggi Bangunan = 28 m  
 Tinggi Per-Lantai = 4 m  
 Fc' = 35 Mpa

### DOSEN PEMBIMBING

Dr. Ir. Dicky Imam Wahyudi, M.S.  
 NIP: 195902091986031002

### NAMA MAHASISWA

ARMAND RIZALDY  
 1011160000046

TAUFAN FAIRUS MAJID  
 1011160000080

NAMA

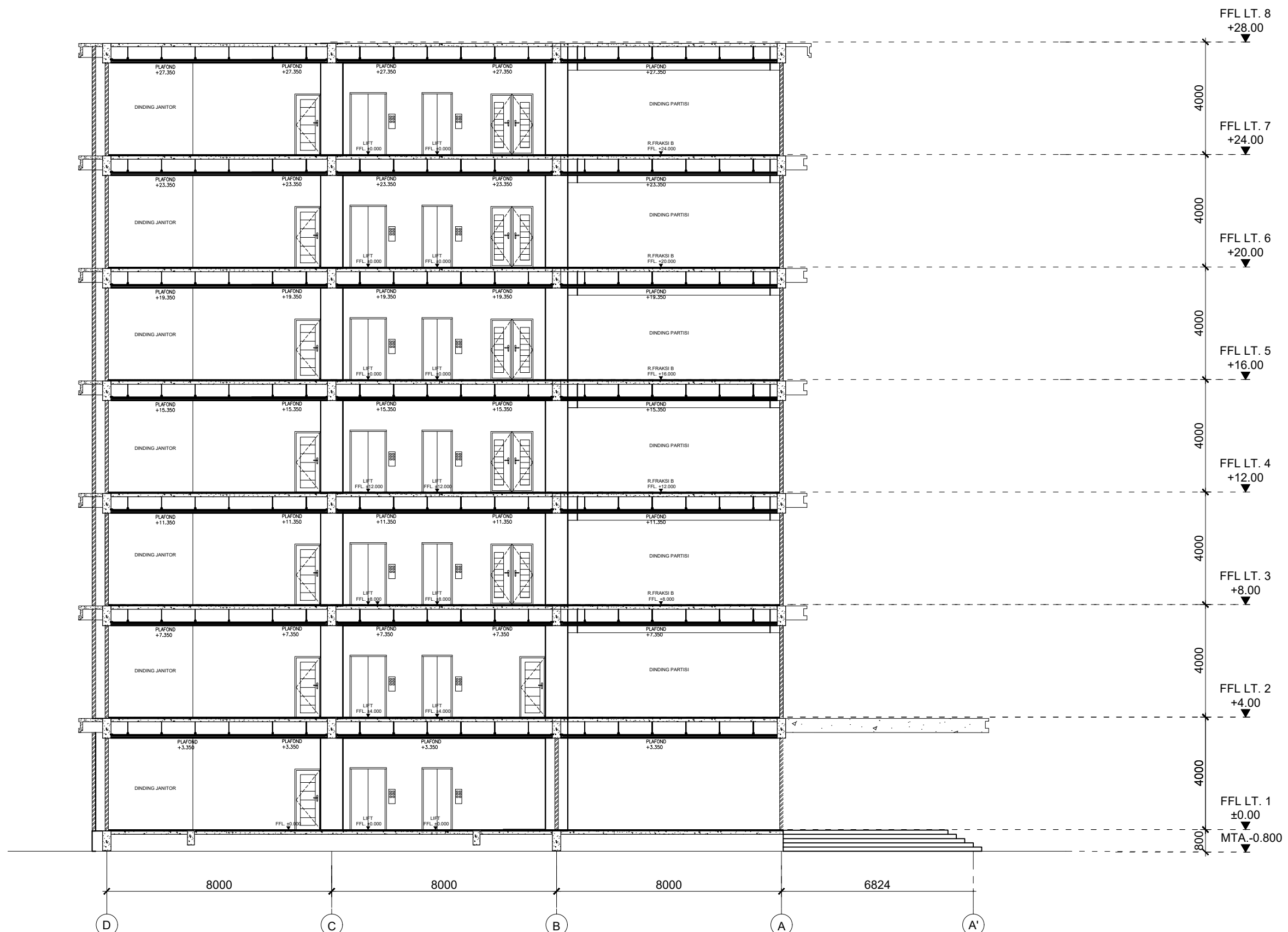
STR - 01

NO. LEMBAR

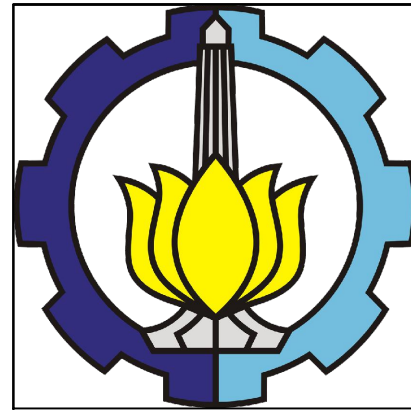
5

JUMLAH LEMBAR

48



POTONGAN A-A  
 1 : 150  
 0 300 600  
 150



PROGRAM STUDI DIPLOMA III  
 DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
 FAKULTAS VOKASI  
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
 SURABAYA  
 2020

### TUGAS AKHIR

JUDUL  
 DESAIN STRUKTUR BANGUNAN GEDUNG DPRD KOTA SURABAYA BERDASARKAN  
 SISTEM RANGKA PEMIKUL MOMEN KHUSUS (SRPMK) DAN METODE  
 PELAKSANAAN PLAT-PLAT LANTAI DAN ATAP

NAMA PEKERJAAN  
 PEMBANGUNAN GEDUNG DPRD KOTA SURABAYA

LOKASI PEKERJAAN  
 Jalan Yos Sudarso No 18-22, Embong  
 Kaliasin, Surabaya, Jawa Timur

GAMBAR	SKALA
Potongan B-B	1 : 150

### KETERANGAN

Panjang Melintang (lx) = 26 m  
 Panjang Menanjang (ly) = 30.824 m  
 Tinggi Bangunan = 28 m  
 Tinggi Per-Lantai = 4 m  
 $F_c' = 35 \text{ Mpa}$

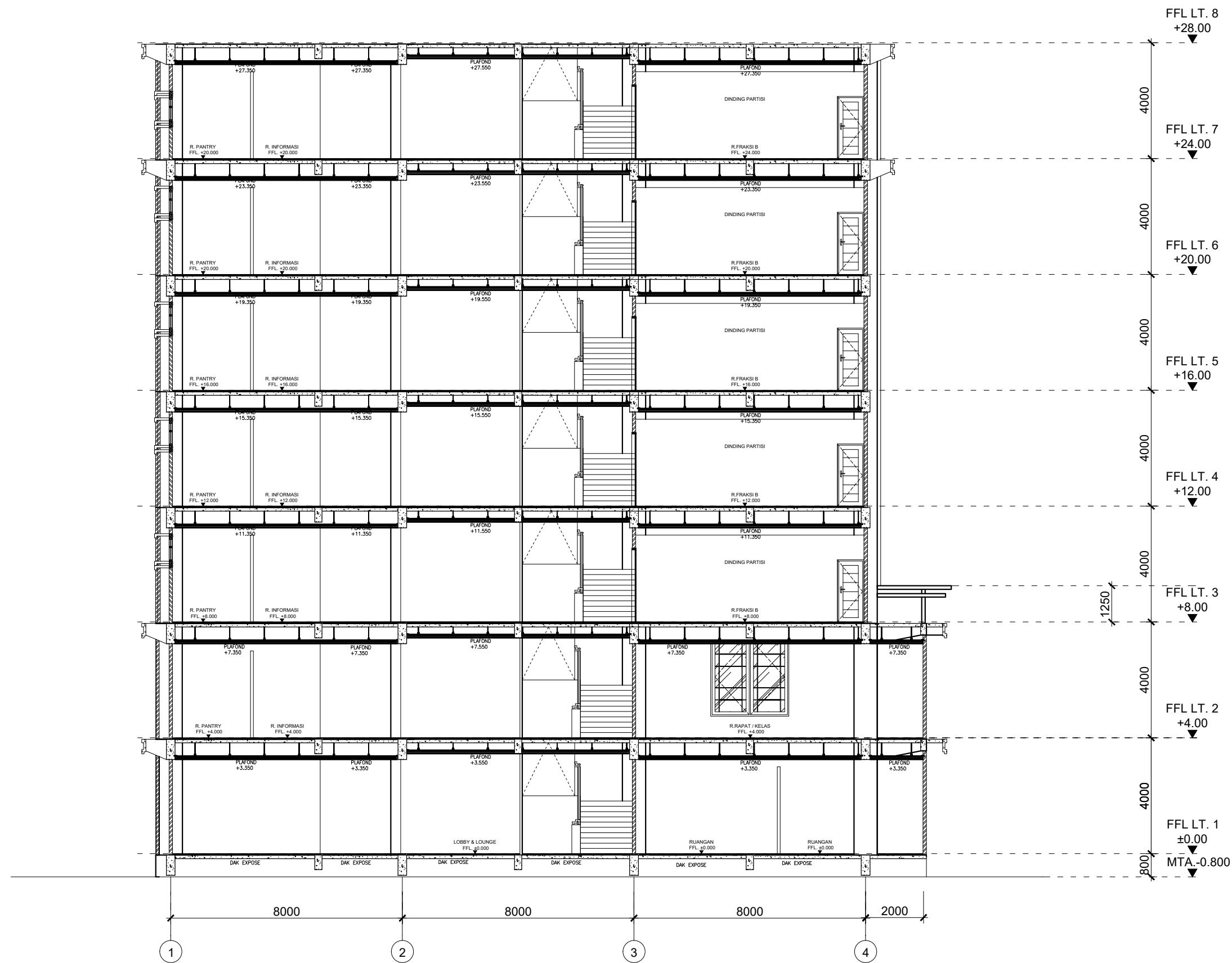
### DOSEN PEMBIMBING

Dr. Ir. Dicky Imam Wahyudi, M.S.  
 NIP: 195902091986031002

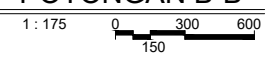
### NAMA MAHASISWA

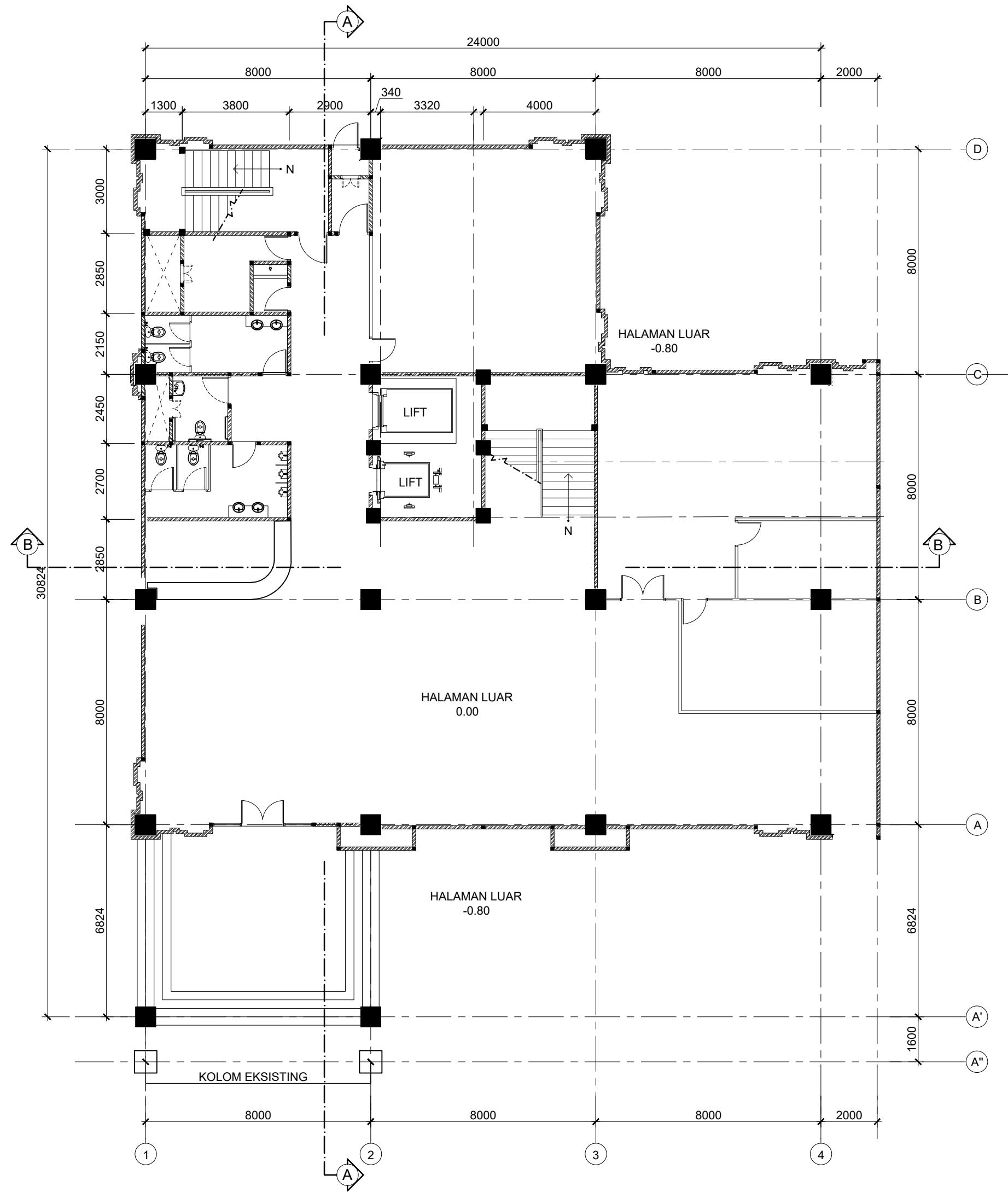
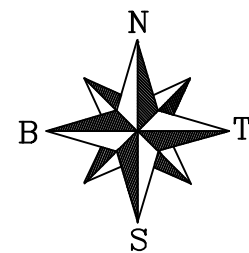
ARMAND RIZALDY  
 1011160000046  
 TAUFAN FAIRUS MAJID  
 1011160000080

NAMA	NO. LEMBAR	JUMLAH LEMBAR
STR - 02	6	48

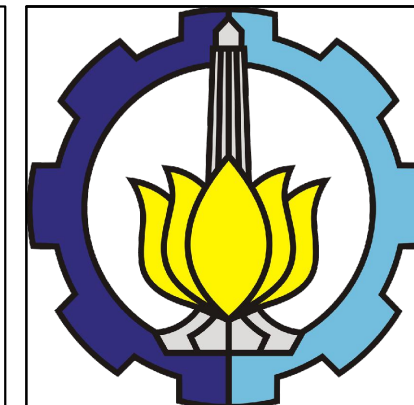


**POTONGAN B-B**  
 1 : 175





DENAH LT.1 GD DPRD  
1 : 150



PROGRAM STUDI DIPLOMA III  
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
FAKULTAS VOKASI  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA  
2020

**TUGAS AKHIR**

JUDUL  
DESAIN STRUKTUR BANGUNAN GEDUNG DPRD KOTA SURABAYA BERDASARKAN  
SISTEM RANGKA PEMIKUL MOMEN KHUSUS (SRPMK) DAN METODE  
PELAKSANAAN PLAT-PLAT LANTAI DAN ATAP  
NAMA PEKERJAAN  
PEMBANGUNAN GEDUNG DPRD KOTA SURABAYA  
LOKASI PEKERJAAN  
Jalan Yos Sudarso No 18-22, Embong  
Kaliasin, Surabaya, Jawa Timur

GAMBAR	SKALA
Denah Lt. 1	1 : 150

**KETERANGAN**

Panjang Melintang (lx) = 26 m  
Panjang Menanjang (ly) = 30.824 m  
F<sub>c</sub>' = 35 Mpa  
KOLOM 1 (K1) = 70 x 70 cm

**DOSEN PEMBIMBING**

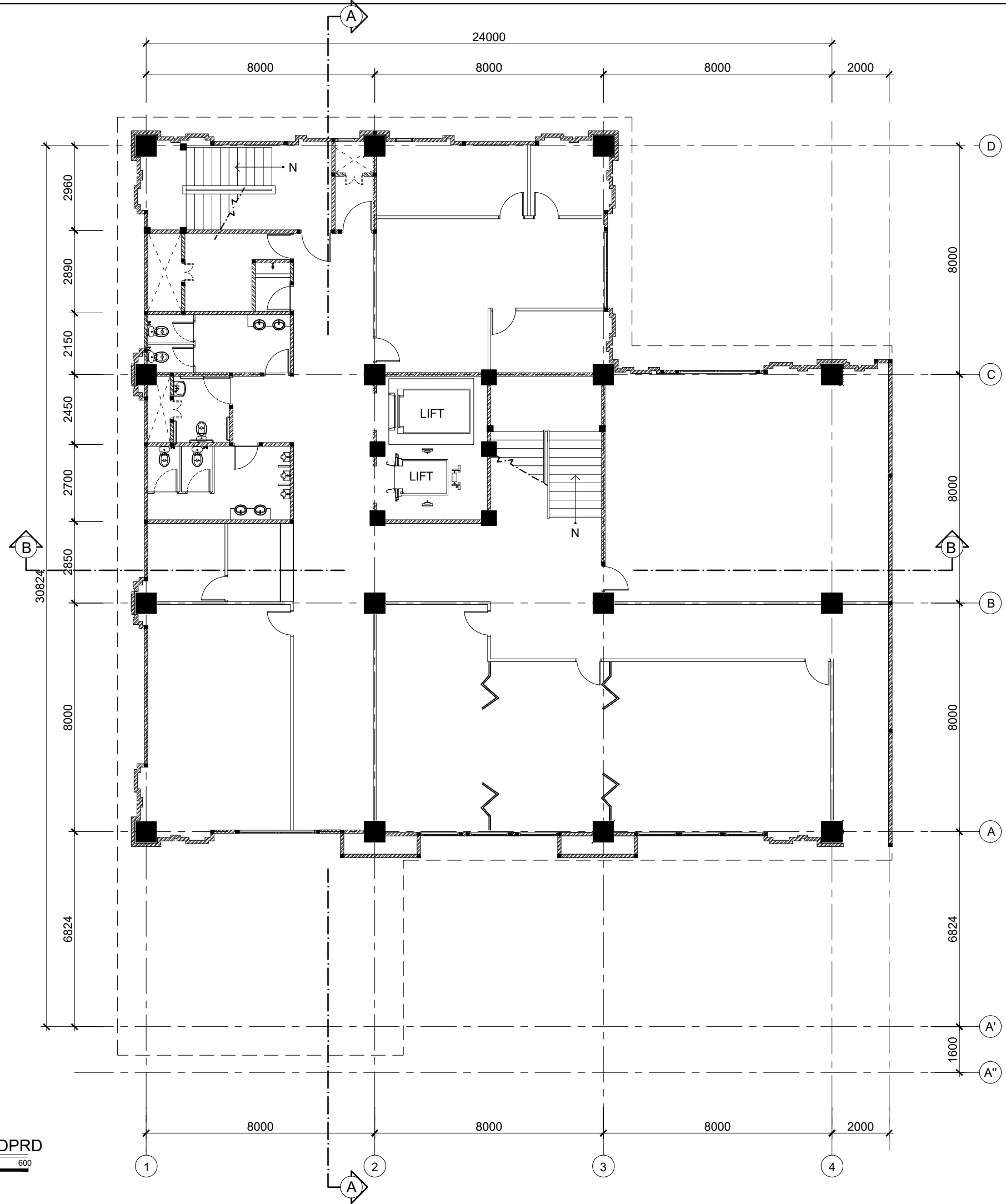
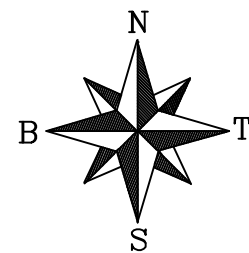
Dr. Ir. Dicky Imam Wahyudi, M.S.  
NIP: 195902091986031002

**NAMA MAHASISWA**

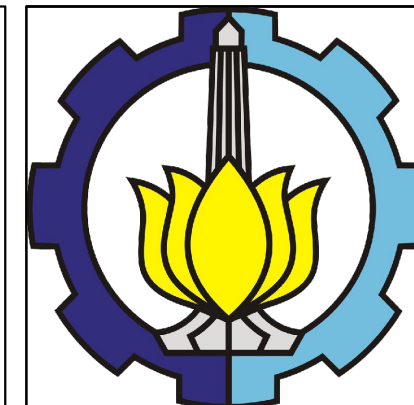
ARMAND RIZALDY  
1011160000046  
TAUFAN FAIRUS MAJID  
1011160000080

NAMA	NO. LEMBAR	JUMLAH LEMBAR
STR - 03	7	48





**DENAH LT.2 GD DPRD**  
 1 : 150



PROGRAM STUDI DIPLOMA III  
 DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
 FAKULTAS VOKASI  
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
 SURABAYA  
 2020

**TUGAS AKHIR**

JUDUL  
 DESAIN STRUKTUR BANGUNAN GEDUNG DPRD KOTA SURABAYA BERDASARKAN  
 SISTEM RANGKA PEMIKUL MOMEN KHUSUS (SRPMK) DAN METODE  
 PELAKSANAAN PLAT-PLAT LANTAI DAN ATAP

NAMA PEKERJAAN  
 PEMBANGUNAN GEDUNG DPRD KOTA SURABAYA

LOKASI PEKERJAAN  
 Jalan Yos Sudarso No 18-22, Embong  
 Kaliasin, Surabaya, Jawa Timur

GAMBAR	SKALA
Denah Lt. 2	1 : 150

**KETERANGAN**

Panjang Melintang (lx) = 26 m  
 Panjang Menanjang (ly) = 30.824 m  
 Fc' = 35 Mpa  
 KOLOM 1 (K1) = 70 x 70 cm

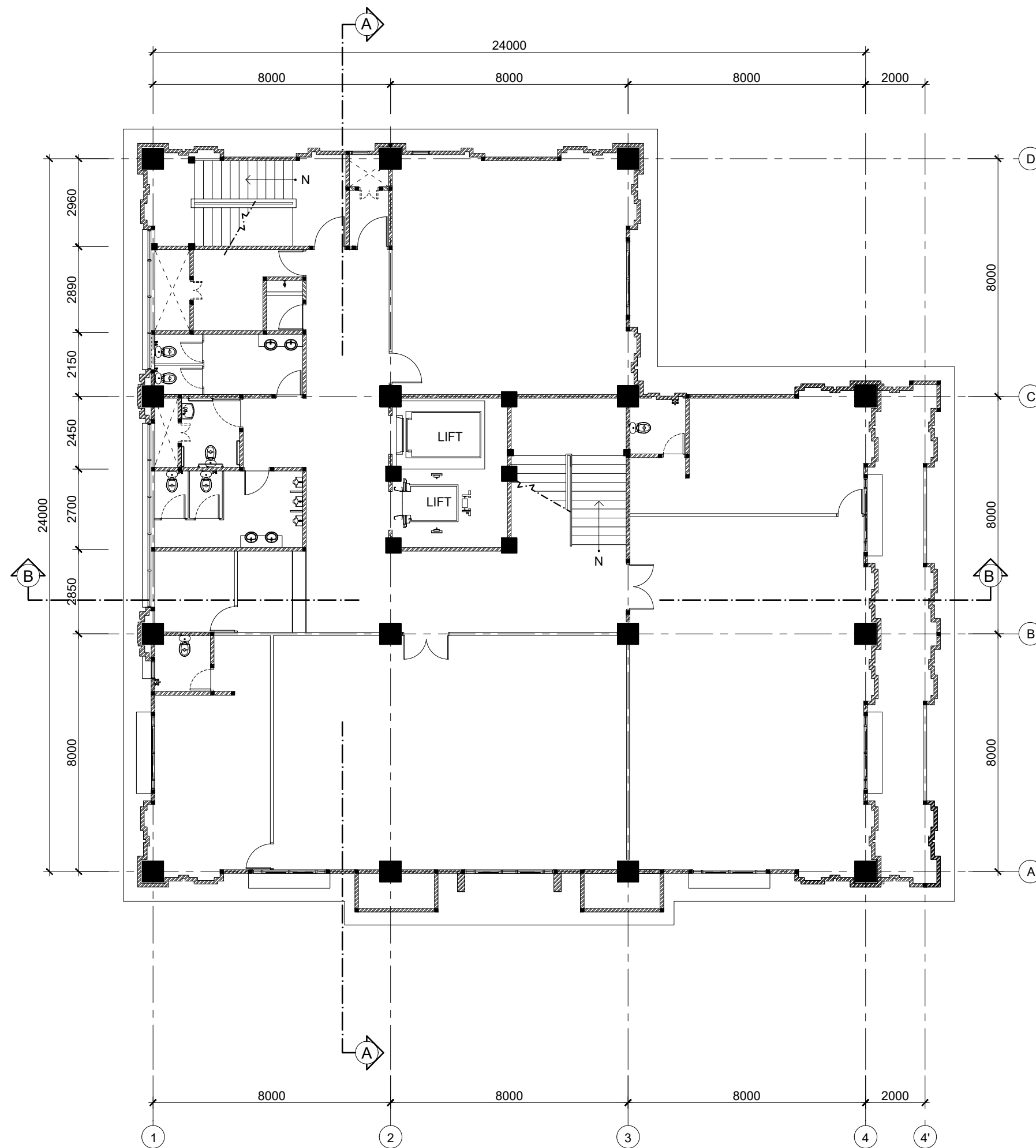
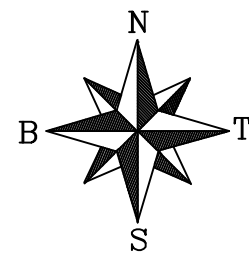
**DOSEN PEMBIMBING**

Dr. Ir. Dicky Imam Wahyudi, M.S.  
 NIP: 195902091986031002

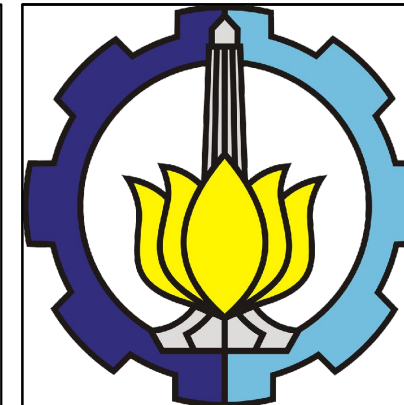
**NAMA MAHASISWA**

ARMAND RIZALDY  
 1011160000046  
 TAUFAN FAIRUS MAJID  
 1011160000080

NAMA	NO. LEMBAR	JUMLAH LEMBAR
STR - 04	8	48



DENAH LT.3 GD DPRD  
1 : 150



PROGRAM STUDI DIPLOMA III  
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
FAKULTAS VOKASI  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA  
2020

### TUGAS AKHIR

JUDUL  
DESAIN STRUKTUR BANGUNAN GEDUNG DPRD KOTA SURABAYA BERDASARKAN  
SISTEM RANGKA PEMIKUL MOMEN KHUSUS (SRPMK) DAN METODE  
PELAKSANAAN PLAT-PLAT LANTAI DAN ATAP

NAMA PEKERJAAN  
PEMBANGUNAN GEDUNG DPRD KOTA SURABAYA

LOKASI PEKERJAAN  
Jalan Yos Sudarso No 18-22, Embong  
Kaliasin, Surabaya, Jawa Timur

GAMBAR	SKALA
Denah Lt. 3	1 : 150

### KETERANGAN

Panjang Melintang (lx) = 26 m  
Panjang Menanjang (ly) = 30.824 m  
F<sub>c</sub>' = 35 Mpa  
KOLOM 1 (K1) = 70 x 70 cm

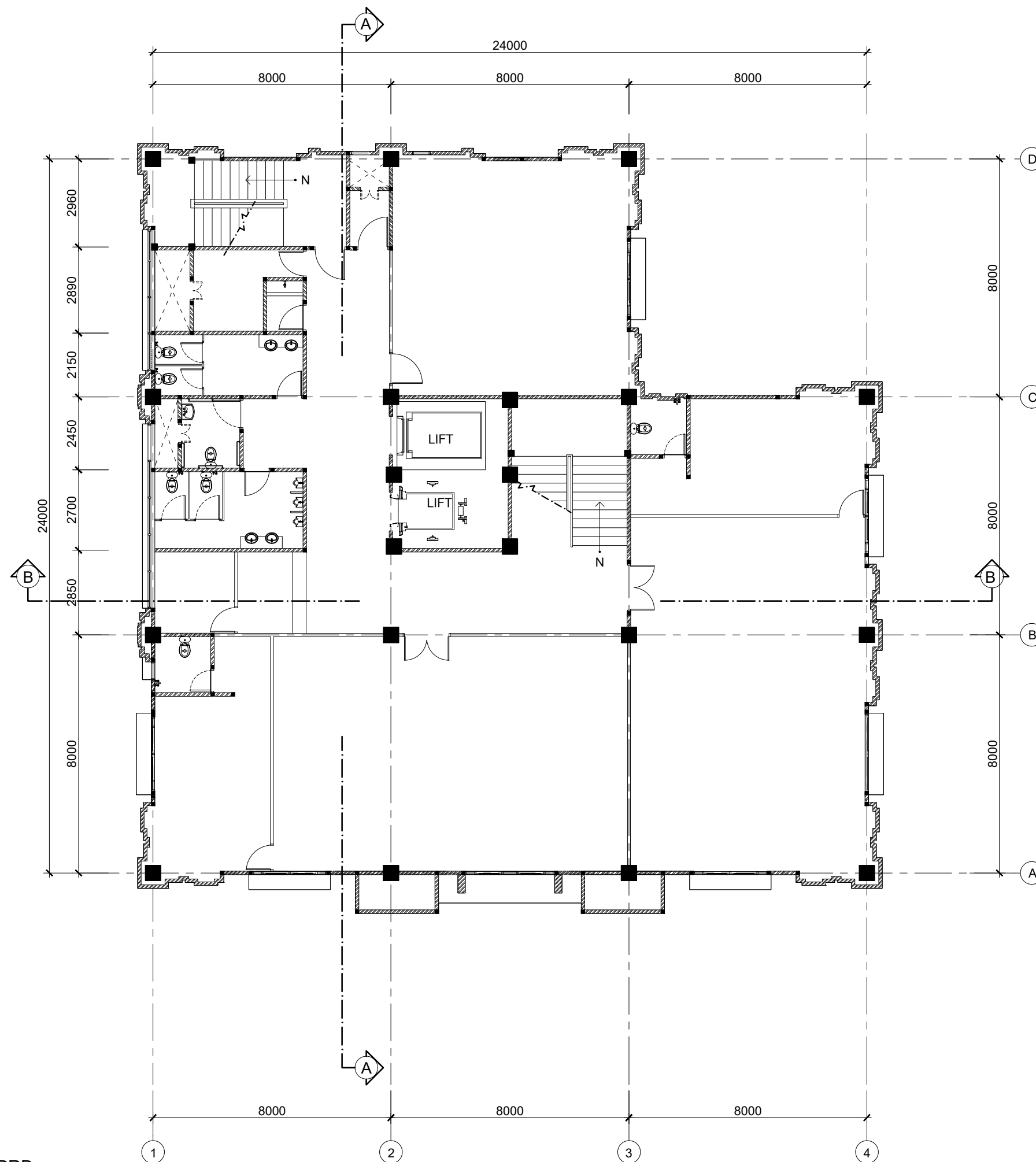
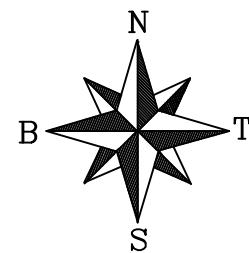
### DOSEN PEMBIMBING

Dr. Ir. Dicky Imam Wahyudi, M.S.  
NIP: 195902091986031002

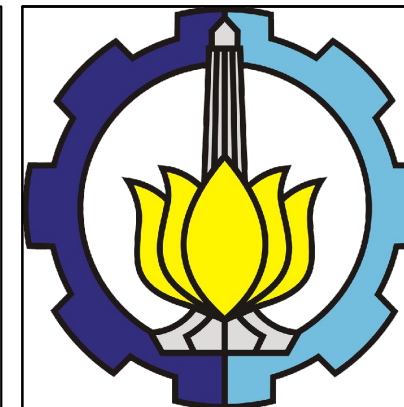
### NAMA MAHASISWA

ARMAND RIZALDY  
1011160000046  
TAUFAN FAIRUS MAJID  
1011160000080

NAMA	NO. LEMBAR	JUMLAH LEMBAR
STR - 05	9	48



DENAH LT.4 GD DPRD  
1 : 150



PROGRAM STUDI DIPLOMA III  
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
FAKULTAS VOKASI  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA  
2020

### TUGAS AKHIR

JUDUL  
DESAIN STRUKTUR BANGUNAN GEDUNG DPRD KOTA SURABAYA BERDASARKAN  
SISTEM RANGKA PEMIKUL MOMEN KHUSUS (SRPMK) DAN METODE  
PELAKSANAAN PLAT-PLAT LANTAI DAN ATAP

NAMA PEKERJAAN  
PEMBANGUNAN GEDUNG DPRD KOTA SURABAYA

LOKASI PEKERJAAN  
Jalan Yos Sudarso No 18-22, Embong  
Kaliasin, Surabaya, Jawa Timur

GAMBAR	SKALA
Denah Lt. 4	1 : 150

### KETERANGAN

Panjang Melintang (lx) = 26 m  
Panjang Menanjang (ly) = 30.824 m  
F<sub>c</sub>' = 35 Mpa  
KOLOM 1 (K1) = 70 x 70 cm

### DOSEN PEMBIMBING

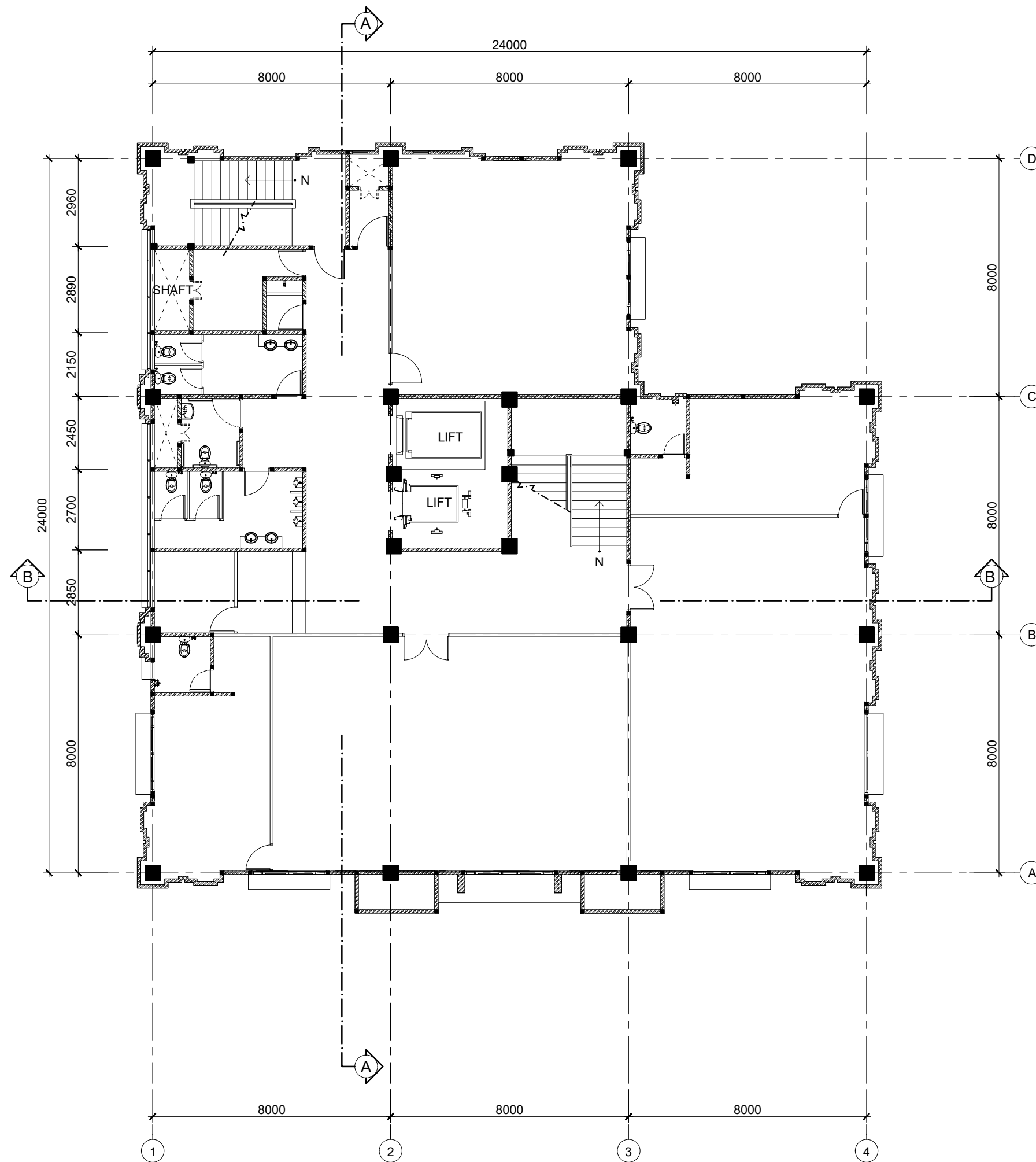
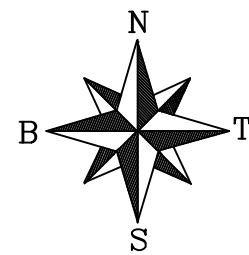
Dr. Ir. Dicky Imam Wahyudi, M.S.  
NIP: 195902091986031002

### NAMA MAHASISWA

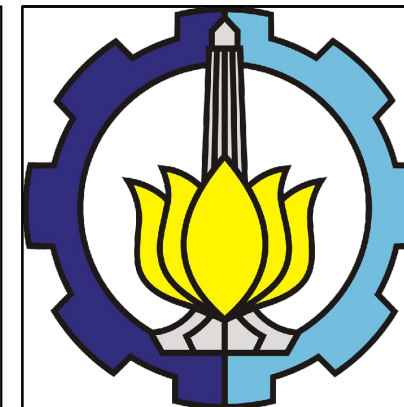
ARMAND RIZALDY  
1011160000046

TAUFAN FAIRUS MAJID  
1011160000080

NAMA	NO. LEMBAR	JUMLAH LEMBAR
STR - 06	10	48



DENAH LT.5 GD DPRD  
1 : 150



PROGRAM STUDI DIPLOMA III  
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
FAKULTAS VOKASI  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA  
2020

### TUGAS AKHIR

JUDUL  
DESAIN STRUKTUR BANGUNAN GEDUNG DPRD KOTA SURABAYA BERDASARKAN  
SISTEM RANGKA PEMIKUL MOMEN KHUSUS (SRPMK) DAN METODE  
PELAKSANAAN PLAT-PLAT LANTAI DAN ATAP

NAMA PEKERJAAN  
PEMBANGUNAN GEDUNG DPRD KOTA SURABAYA

LOKASI PEKERJAAN  
Jalan Yos Sudarso No 18-22, Embong  
Kaliasin, Surabaya, Jawa Timur

GAMBAR	SKALA
Denah Lt. 5	1 : 150

### KETERANGAN

Panjang Melintang (lx) = 26 m  
Panjang Menanjang (ly) = 30.824 m  
F<sub>c</sub>' = 35 Mpa  
KOLOM 2 (K2) = 50 x 50 cm

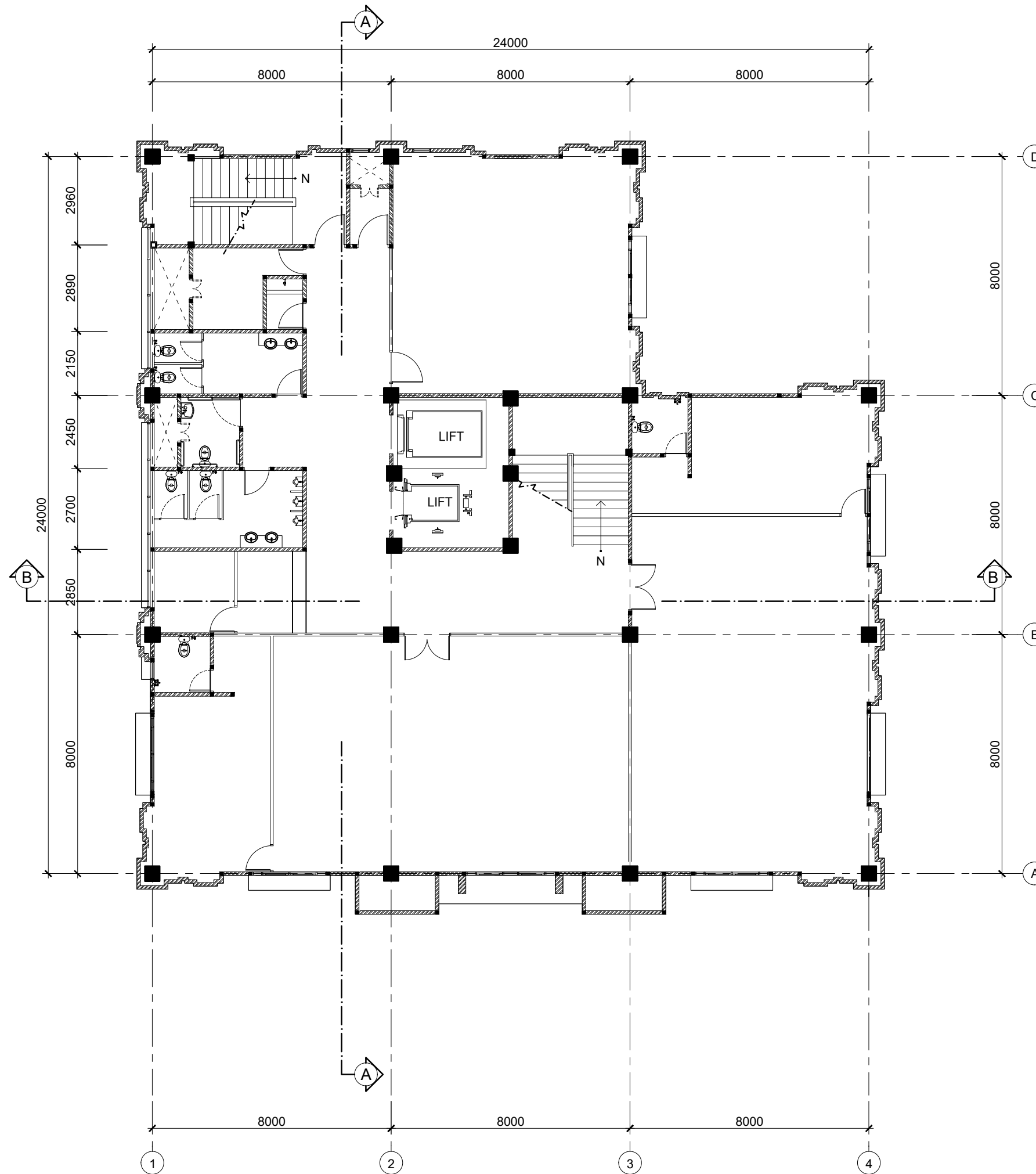
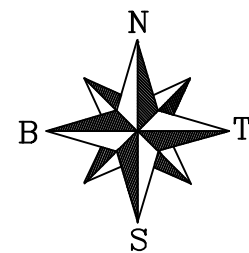
### DOSEN PEMBIMBING

Dr. Ir. Dicky Imam Wahyudi, M.S.  
NIP: 195902091986031002

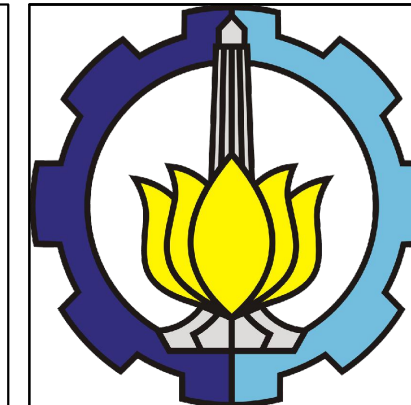
### NAMA MAHASISWA

ARMAND RIZALDY  
1011160000046  
TAUFAN FAIRUS MAJID  
1011160000080

NAMA	NO. LEMBAR	JUMLAH LEMBAR
STR - 07	11	48



DENAH LT.6 GD DPRD  
1 : 150



PROGRAM STUDI DIPLOMA III  
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
FAKULTAS VOKASI  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA  
2020

### TUGAS AKHIR

JUDUL  
DESAIN STRUKTUR BANGUNAN GEDUNG DPRD KOTA SURABAYA BERDASARKAN  
SISTEM RANGKA PEMIKUL MOMEN KHUSUS (SRPMK) DAN METODE  
PELAKSANAAN PLAT-PLAT LANTAI DAN ATAP

NAMA PEKERJAAN  
PEMBANGUNAN GEDUNG DPRD KOTA SURABAYA

LOKASI PEKERJAAN  
Jalan Yos Sudarso No 18-22, Embong  
Kaliasin, Surabaya, Jawa Timur

GAMBAR	SKALA
Denah Lt. 6	1 : 150

### KETERANGAN

Panjang Melintang (lx) = 26 m  
Panjang Menanjang (ly) = 30.824 m  
F<sub>c</sub>' = 35 Mpa  
KOLOM 2 (K2) = 50 x 50 cm

### DOSEN PEMBIMBING

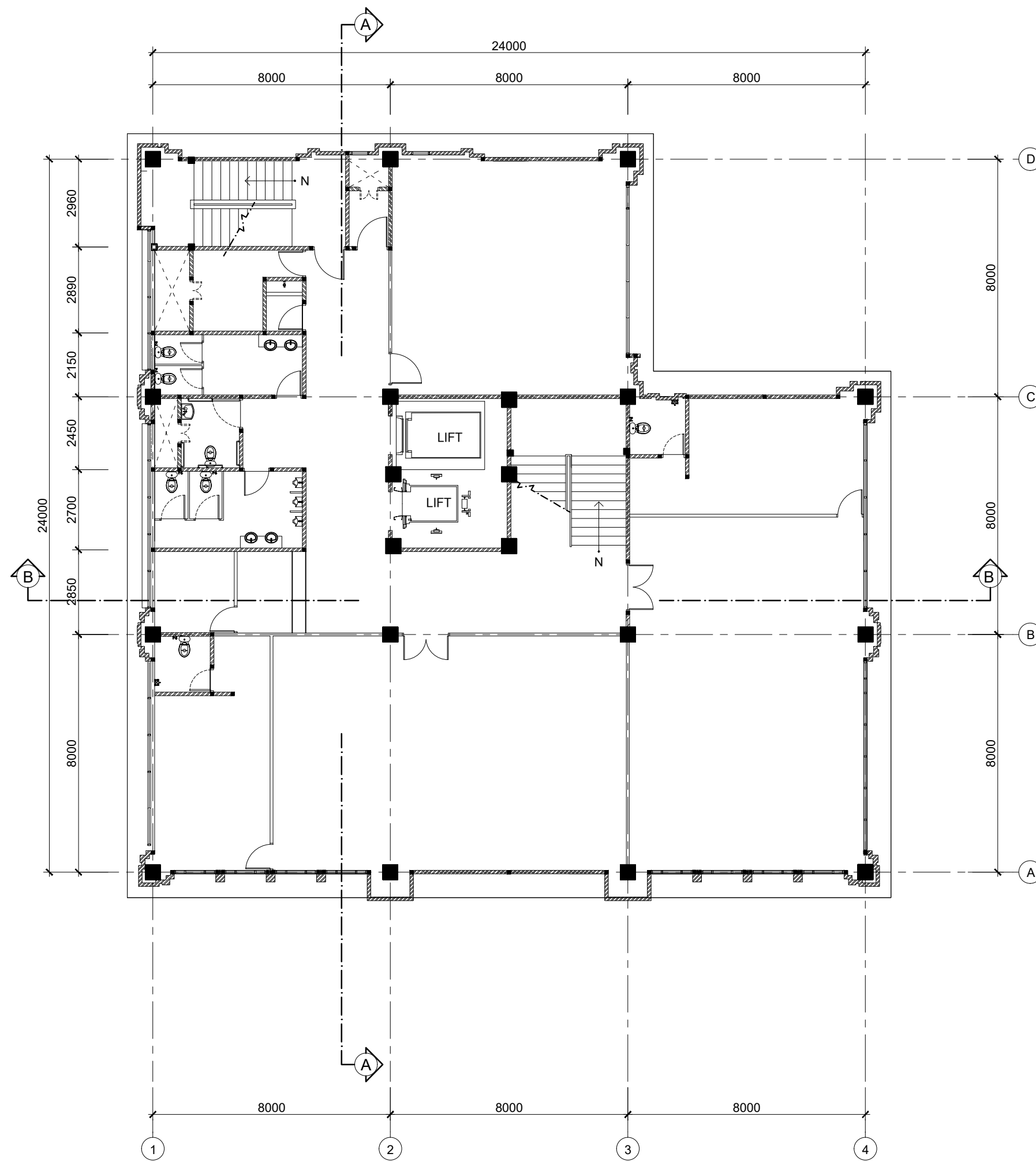
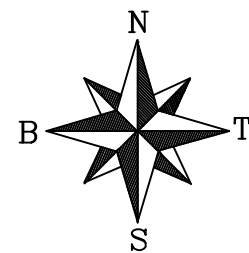
Dr. Ir. Dicky Imam Wahyudi, M.S.  
NIP: 195902091986031002

### NAMA MAHASISWA

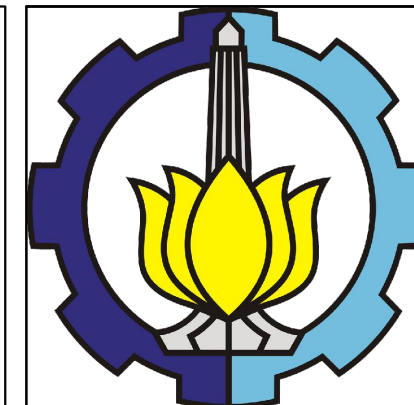
ARMAND RIZALDY  
1011160000046

TAUFAN FAIRUS MAJID  
1011160000080

NAMA	NO. LEMBAR	JUMLAH LEMBAR
STR - 08	12	48



DENAH LT.7 GD DPRD  
1 : 150



PROGRAM STUDI DIPLOMA III  
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
FAKULTAS VOKASI  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA  
2020

**TUGAS AKHIR**

JUDUL  
DESAIN STRUKTUR BANGUNAN GEDUNG DPRD KOTA SURABAYA BERDASARKAN  
SISTEM RANGKA PEMIKUL MOMEN KHUSUS (SRPMK) DAN METODE  
PELAKSANAAN PLAT-PLAT LANTAI DAN ATAP

NAMA PEKERJAAN  
PEMBANGUNAN GEDUNG DPRD KOTA SURABAYA

LOKASI PEKERJAAN  
Jalan Yos Sudarso No 18-22, Embong  
Kaliasin, Surabaya, Jawa Timur

GAMBAR	SKALA
Denah Lt. 7	1 : 150

**KETERANGAN**

Panjang Melintang (lx) = 26 m  
Panjang Menanjang (ly) = 30.824 m  
F<sub>c</sub>' = 35 Mpa  
KOLOM 2 (K2) = 50 x 50 cm

**DOSEN PEMBIMBING**

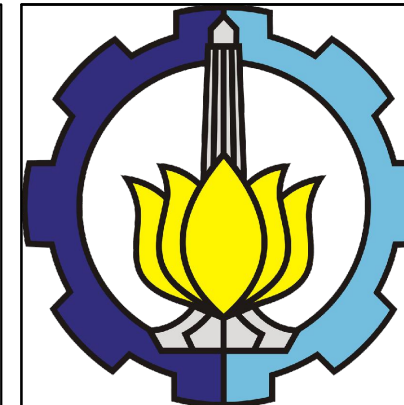
Dr. Ir. Dicky Imam Wahyudi, M.S.  
NIP: 195902091986031002

**NAMA MAHASISWA**

ARMAND RIZALDY  
1011160000046

TAUFAN FAIRUS MAJID  
1011160000080

NAMA	NO. LEMBAR	JUMLAH LEMBAR
STR - 09	13	48



PROGRAM STUDI DIPLOMA III  
 DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
 FAKULTAS VOKASI  
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
 SURABAYA  
 2020

**TUGAS AKHIR**

JUDUL  
 DESAIN STRUKTUR BANGUNAN GEDUNG DPRD KOTA SURABAYA  
 BERDASARKAN SISTEM RANGKA PEMIKUL MOMEN KHUSUS (SRPMK)  
 DAN METODE PELAKSANAAN PLAT-PLAT LANTAI DAN ATAP  
 NAMA PEKERJAAN

PEMBANGUNAN GEDUNG DPRD KOTA SURABAYA

LOKASI PEKERJAAN

Jalan Yos Sudarso No 18-22, Embong  
 Kaliasin, Surabaya, Jawa Timur

GAMBAR	SKALA
Pot. Tangga A-A	1 : 40

**KETERANGAN**

- Tebal plat = 14 cm
- Lebar injakan (i) = 30 cm
- Tinggi tanjakan (t) = 18,2 cm
- Tinggi tangga = 4 m = 400 cm
- Tinggi Bordes = 2 m = 200cm
- Panjang datar tangga = 316,5 cm

**DOSEN PEMBIMBING**

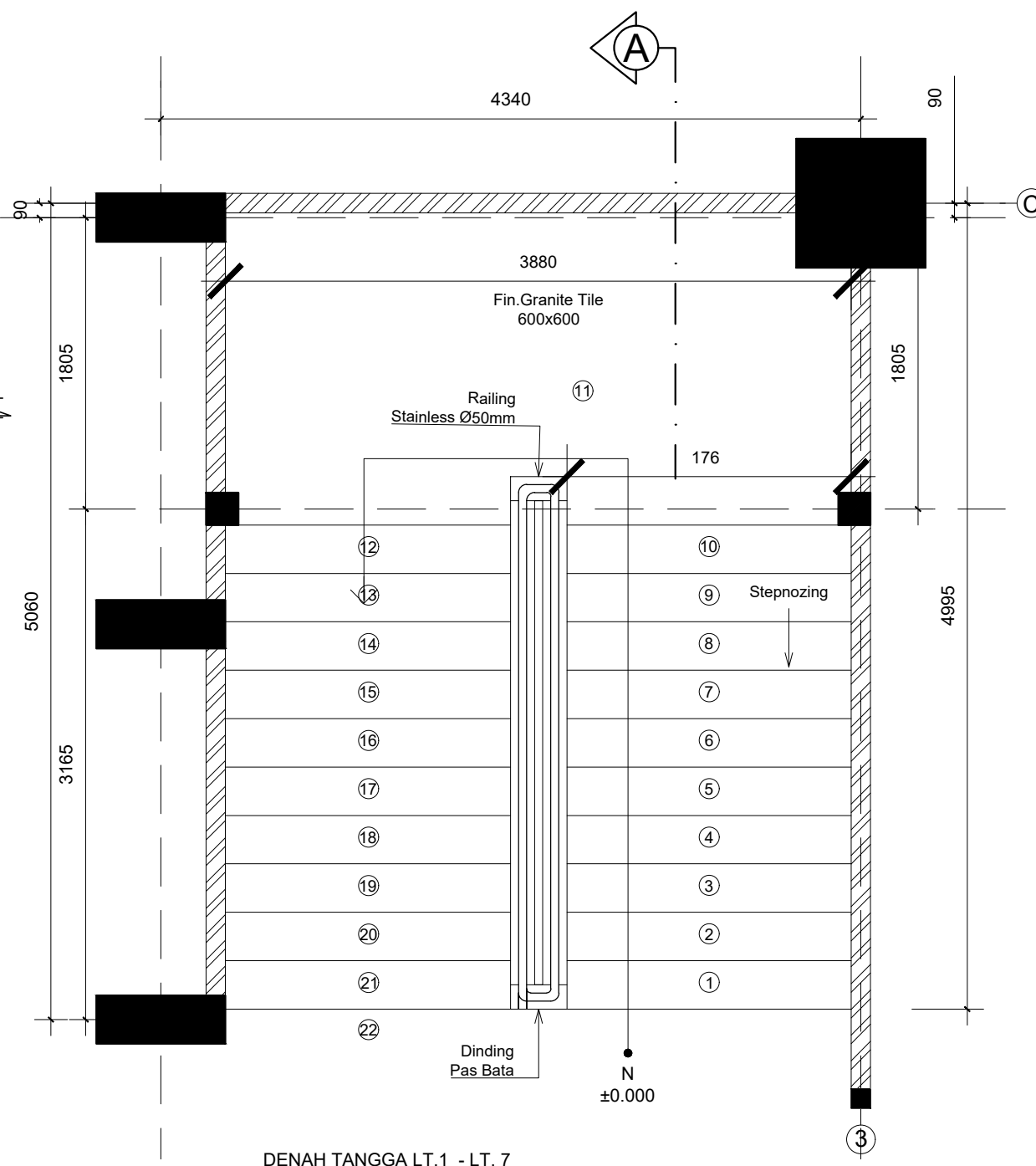
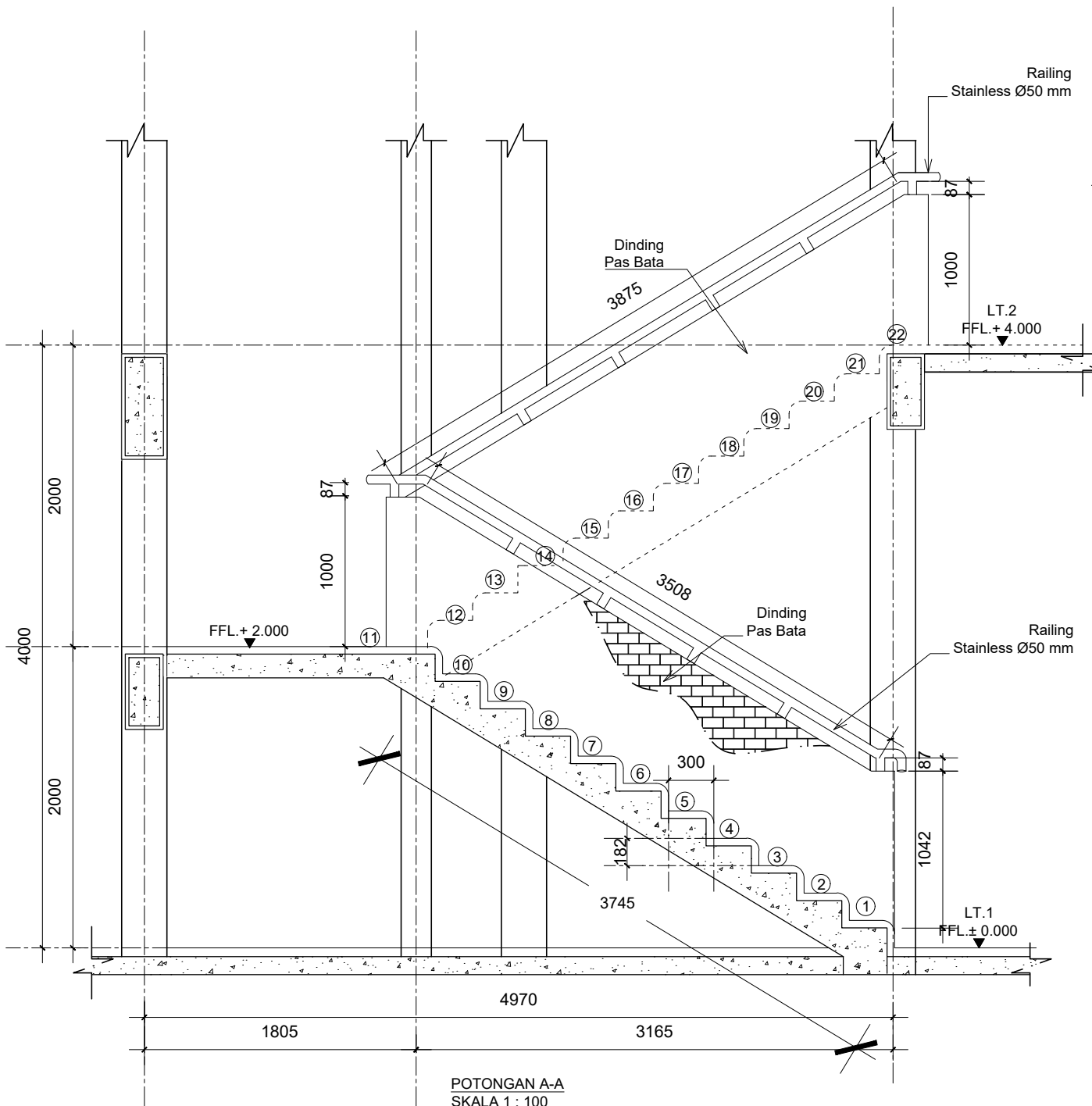
Dr. Ir. Dicky Imam Wahyudi, M.S.  
 NIP: 195902091986031002

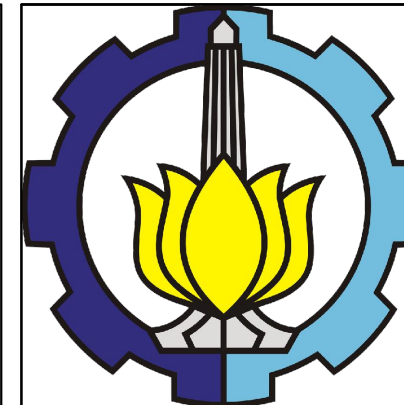
**NAMA MAHASISWA**

ARMAND RIZALDY  
 10111600000046

TAUFAN FAIRUS MAJID  
 10111600000080

NAMA	NO. LEMBAR	JUMLAH LEMBAR
DTA - 01	14	48





PROGRAM STUDI DIPLOMA III  
 DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
 FAKULTAS VOKASI  
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
 SURABAYA  
 2020

### TUGAS AKHIR

JUDUL  
 DESAIN STRUKTUR BANGUNAN GEDUNG DPRD KOTA SURABAYA  
 BERDASARKAN SISTEM RANGKA PEMUKUL MOMEN KHUSUS (SRPMK)  
 DAN METODE PELAKSANAAN PLAT-PLAT LANTAI DAN ATAP  
 NAMA PEKERJAAN

PEMBANGUNAN GEDUNG DPRD KOTA SURABAYA

LOKASI PEKERJAAN

Jalan Yos Sudarso No 18-22, Embong  
 Kaliasin, Surabaya, Jawa Timur

GAMBAR	SKALA
Pot. Tangga B-B	1 : 100

### KETERANGAN

Tebal plat	= 14 cm
Lebar injakan (i)	= 30 cm
Tinggi tanjakan (t)	= 18,2 cm
Tinggi tangga	= 4 m = 400 cm
Tinggi Bordes	= 2 m = 200cm
Panjang datar tangga	= 316,5 cm

### DOSEN PEMBIMBING

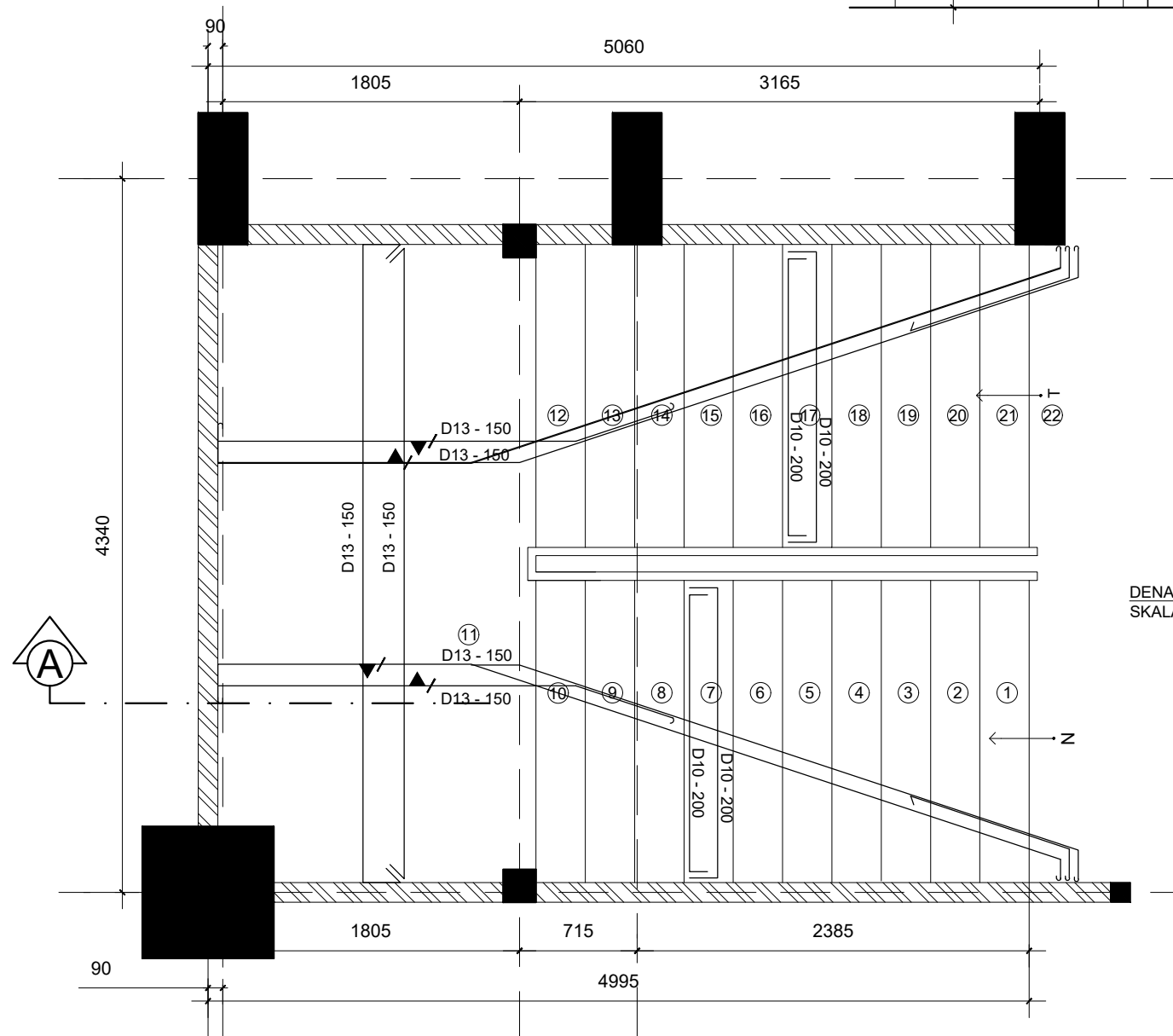
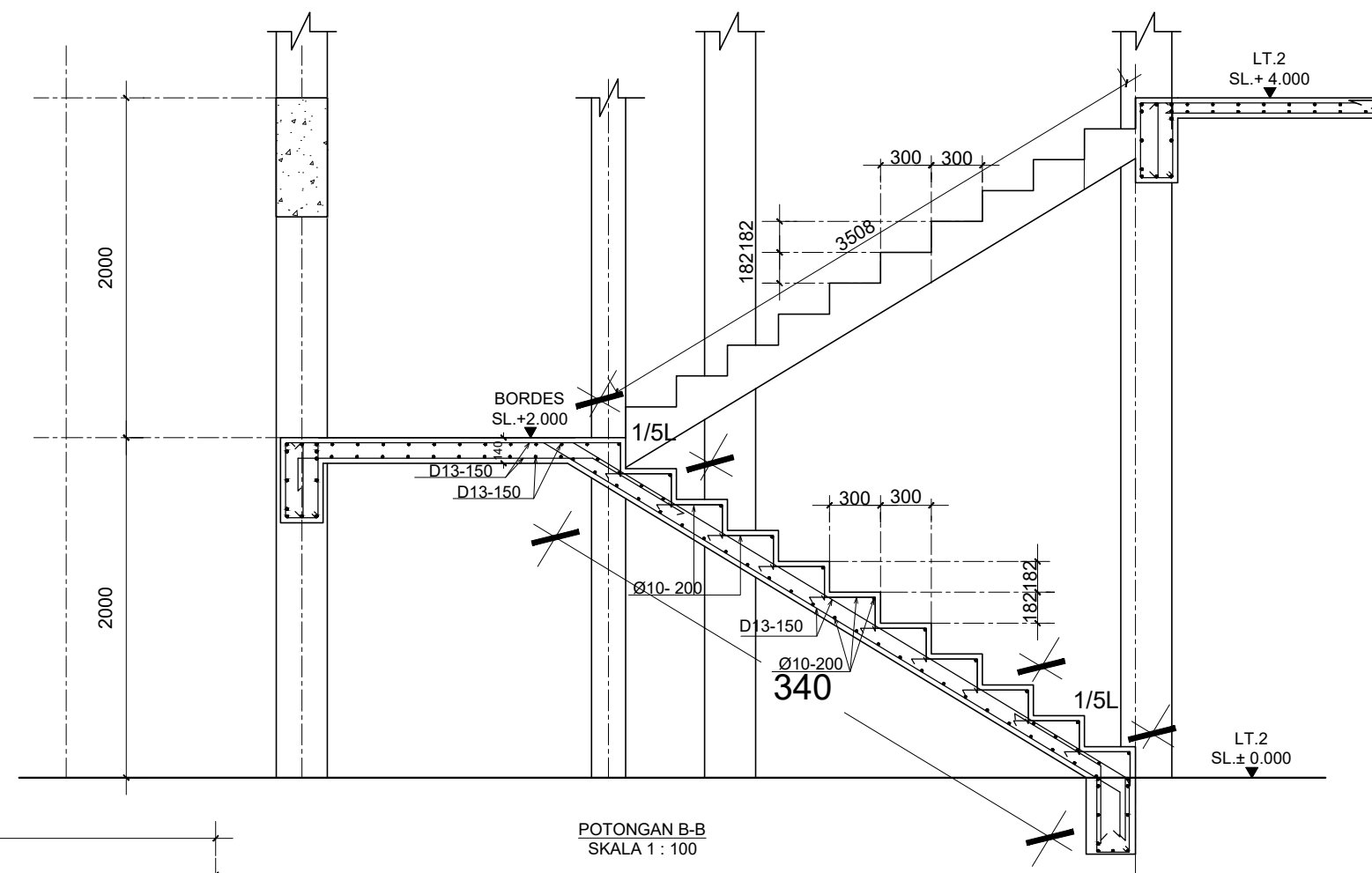
Dr. Ir. Dicky Imam Wahyudi, M.S.  
 NIP: 195902091986031002

### NAMA MAHASISWA

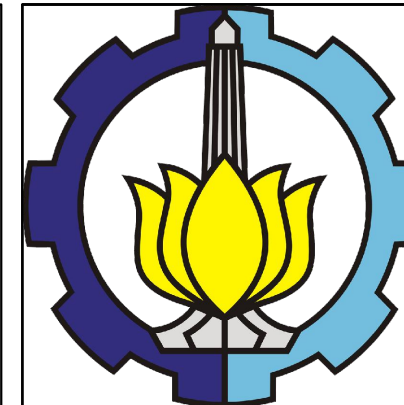
ARMAND RIZALDY  
 10111600000046

TAUFAN FAIRUS MAJID  
 10111600000080

NAMA	NO. LEMBAR	JUMLAH LEMBAR
DTA - 02	15	48







PROGRAM STUDI DIPLOMA III  
 DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
 FAKULTAS VOKASI  
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
 SURABAYA  
 2020

### TUGAS AKHIR

JUDUL  
 DESAIN STRUKTUR BANGUNAN GEDUNG DPRD KOTA SURABAYA BERDASARKAN  
 SISTEM RANGKA PEMIKUL MOMEN KHUSUS (SRPMK) DAN METODE  
 PELAKSANAAN PLAT-PLAT LANTAI DAN ATAP

NAMA PEKERJAAN  
 PEMBANGUNAN GEDUNG DPRD KOTA SURABAYA

LOKASI PEKERJAAN  
 Jalan Yos Sudarso No 18-22, Embong  
 Kaliasin, Surabaya, Jawa Timur

GAMBAR	SKALA
DENAH PEMBALOKAN LT. 1	1 : 150

### KETERANGAN

KET	DIMENSION
B1	400 x 600
B2	300 x 400
B3	350 x 500
BK	150 x 250

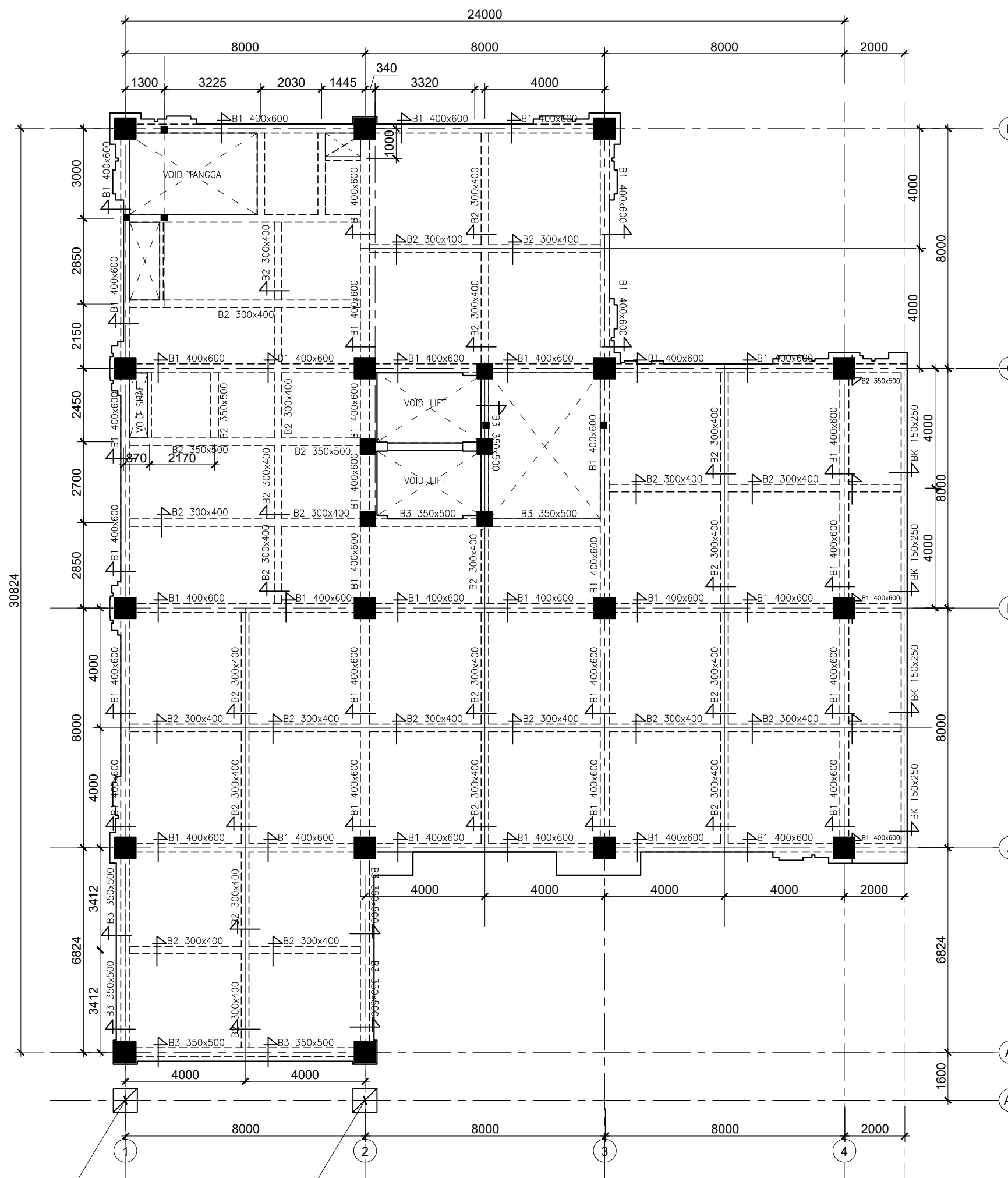
### DOSEN PEMBIMBING

Dr. Ir. Dicky Imam Wahyudi, M.S.  
 NIP: 195902091986031002

### NAMA MAHASISWA

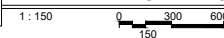
ARMAND RIZALDY  
 1011160000046  
 TAUHAN FAIRUS MAJID  
 1011160000080

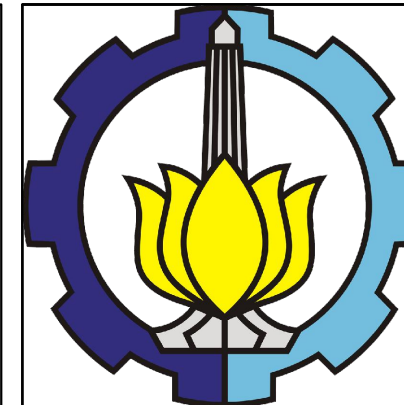
NAMA	NO. LEMBAR	JUMLAH LEMBAR
STR - 10	16	48



KOLOM EKSTING

DENAH BALOK LT. 01 GD. DPRD (SSL -0.05 DAN -0.80)





PROGRAM STUDI DIPLOMA III  
 DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
 FAKULTAS VOKASI  
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
 SURABAYA  
 2020

### TUGAS AKHIR

JUDUL  
 DESAIN STRUKTUR BANGUNAN GEDUNG DPRD KOTA SURABAYA BERDASARKAN  
 SISTEM RANGKA PEMIKUL MOMEN KHUSUS (SRPMK) DAN METODE  
 PELAKSANAAN PLAT-PLAT LANTAI DAN ATAP

NAMA PEKERJAAN  
 PEMBANGUNAN GEDUNG DPRD KOTA SURABAYA

LOKASI PEKERJAAN  
 Jalan Yos Sudarso No 18-22, Embong  
 Kaliasin, Surabaya, Jawa Timur

GAMBAR	SKALA
DENAH PEMBALOKAN LT. 2	1 : 150

### KETERANGAN

KET	DIMENSION
B1	400 x 600
B2	300 x 400
B3	350 x 500
BK	150 x 250

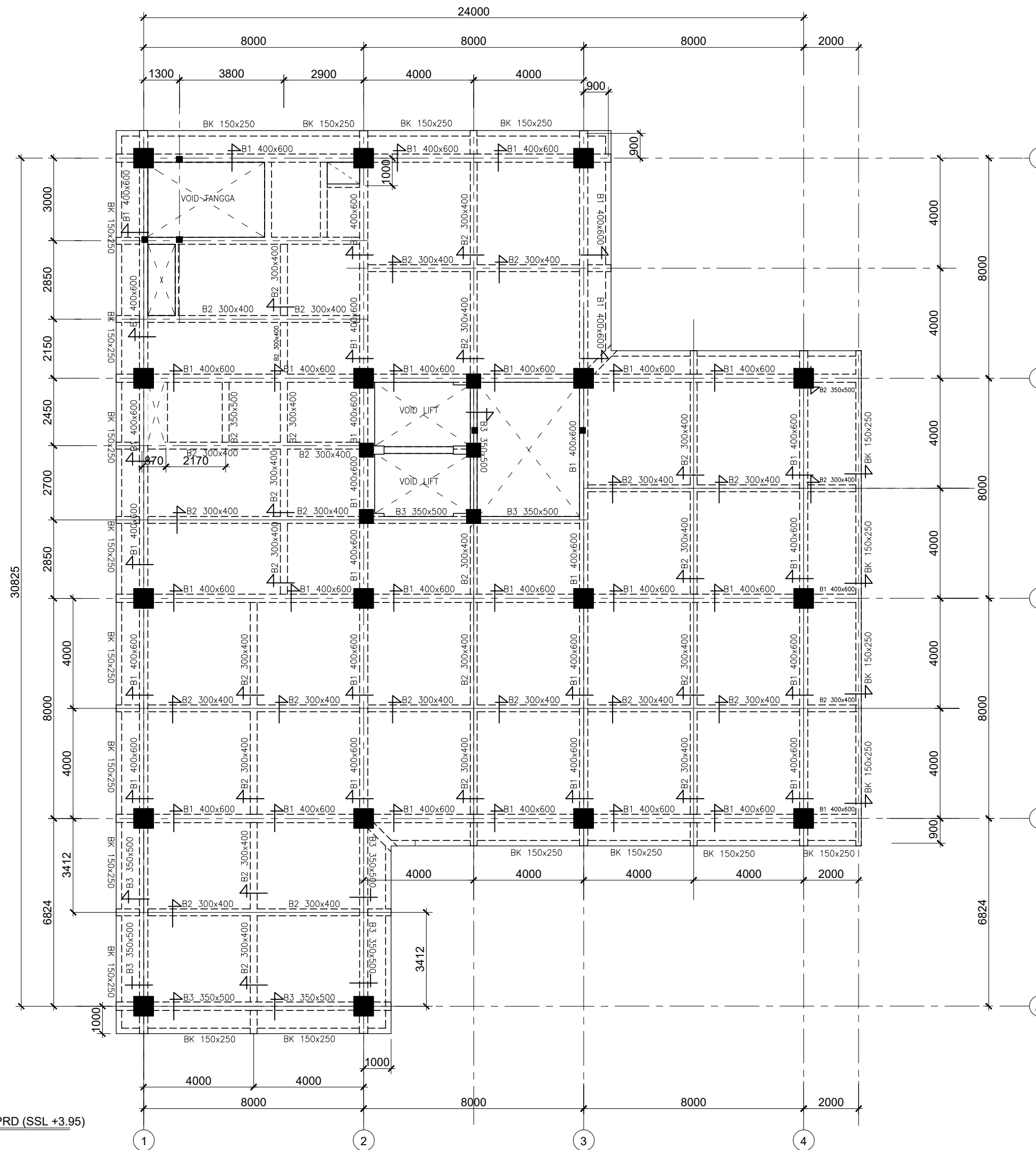
### DOSEN PEMBIMBING

Dr. Ir. Dicky Imam Wahyudi, M.S.  
 NIP: 195902091986031002

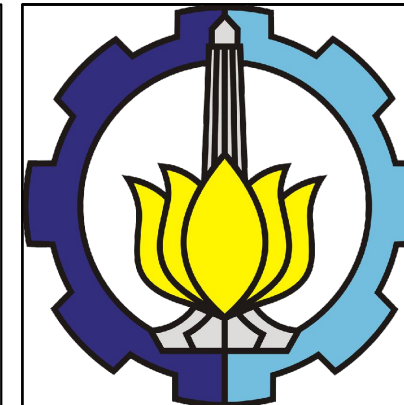
### NAMA MAHASISWA

ARMAND RIZALDY  
 1011160000046  
 TAUFAN FAIRUS MAJID  
 1011160000080

NAMA	NO. LEMBAR	JUMLAH LEMBAR
STR - 11	17	48



DENAH BALOK LT. 02 GD. DPRD (SSL +3.95)  
 1:150



PROGRAM STUDI DIPLOMA III  
 DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
 FAKULTAS VOKASI  
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
 SURABAYA  
 2020

### TUGAS AKHIR

JUDUL  
 DESAIN STRUKTUR BANGUNAN GEDUNG DPRD KOTA SURABAYA BERDASARKAN  
 SISTEM RANGKA PEMIKUL MOMEN KHUSUS (SRPMK) DAN METODE  
 PELAKSANAAN PLAT-PLAT LANTAI DAN ATAP

NAMA PEKERJAAN  
 PEMBANGUNAN GEDUNG DPRD KOTA SURABAYA

LOKASI PEKERJAAN  
 Jalan Yos Sudarso No 18-22, Embong  
 Kaliasin, Surabaya, Jawa Timur

GAMBAR	SKALA
DENAH PEMBALOKAN LT. 3	1 : 150

### KETERANGAN

KET	DIMENSION
B1	400 x 600
B2	300 x 400
B3	350 x 500
BK	150 x 250

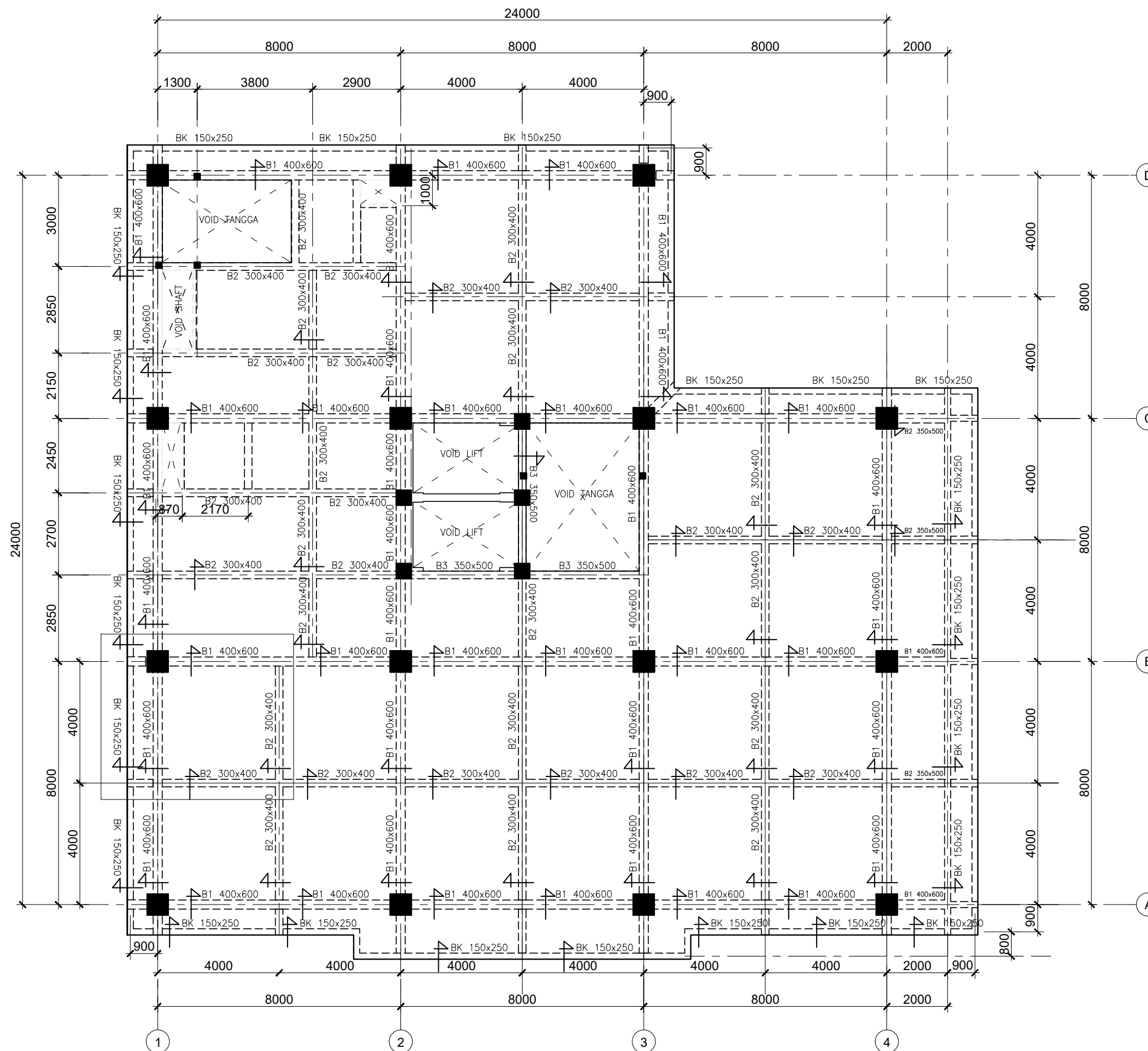
### DOSEN PEMBIMBING

Dr. Ir. Dicky Imam Wahyudi, M.S.  
 NIP: 195902091986031002

### NAMA MAHASISWA

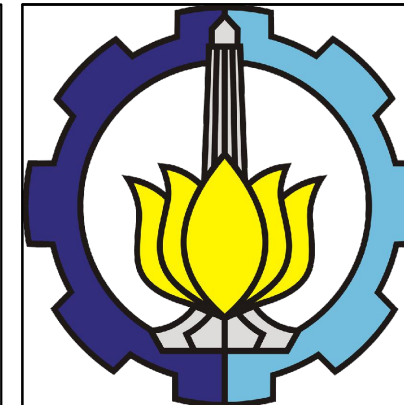
ARMAND RIZALDY  
 1011160000046  
 TAUFAN FAIRUS MAJID  
 1011160000080

NAMA	NO. LEMBAR	JUMLAH LEMBAR
STR - 12	18	48



DENAH BALOK LT. 03 GD. DPRD (SSL +7.95)

1 : 150



PROGRAM STUDI DIPLOMA III  
 DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
 FAKULTAS VOKASI  
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
 SURABAYA  
 2020

### TUGAS AKHIR

JUDUL  
 DESAIN STRUKTUR BANGUNAN GEDUNG DPRD KOTA SURABAYA BERDASARKAN  
 SISTEM RANGKA PEMIKUL MOMEN KHUSUS (SRPMK) DAN METODE  
 PELAKSANAAN PLAT-PLAT LANTAI DAN ATAP

NAMA PEKERJAAN  
 PEMBANGUNAN GEDUNG DPRD KOTA SURABAYA

LOKASI PEKERJAAN  
 Jalan Yos Sudarso No 18-22, Embong  
 Kaliasin, Surabaya, Jawa Timur

GAMBAR	SKALA
DENAH PEMBALOKAN LT. 4	1 : 150

### KETERANGAN

KET	DIMENSION
B1	400 x 600
B2	300 x 400
B3	350 x 500
BK	150 x 250

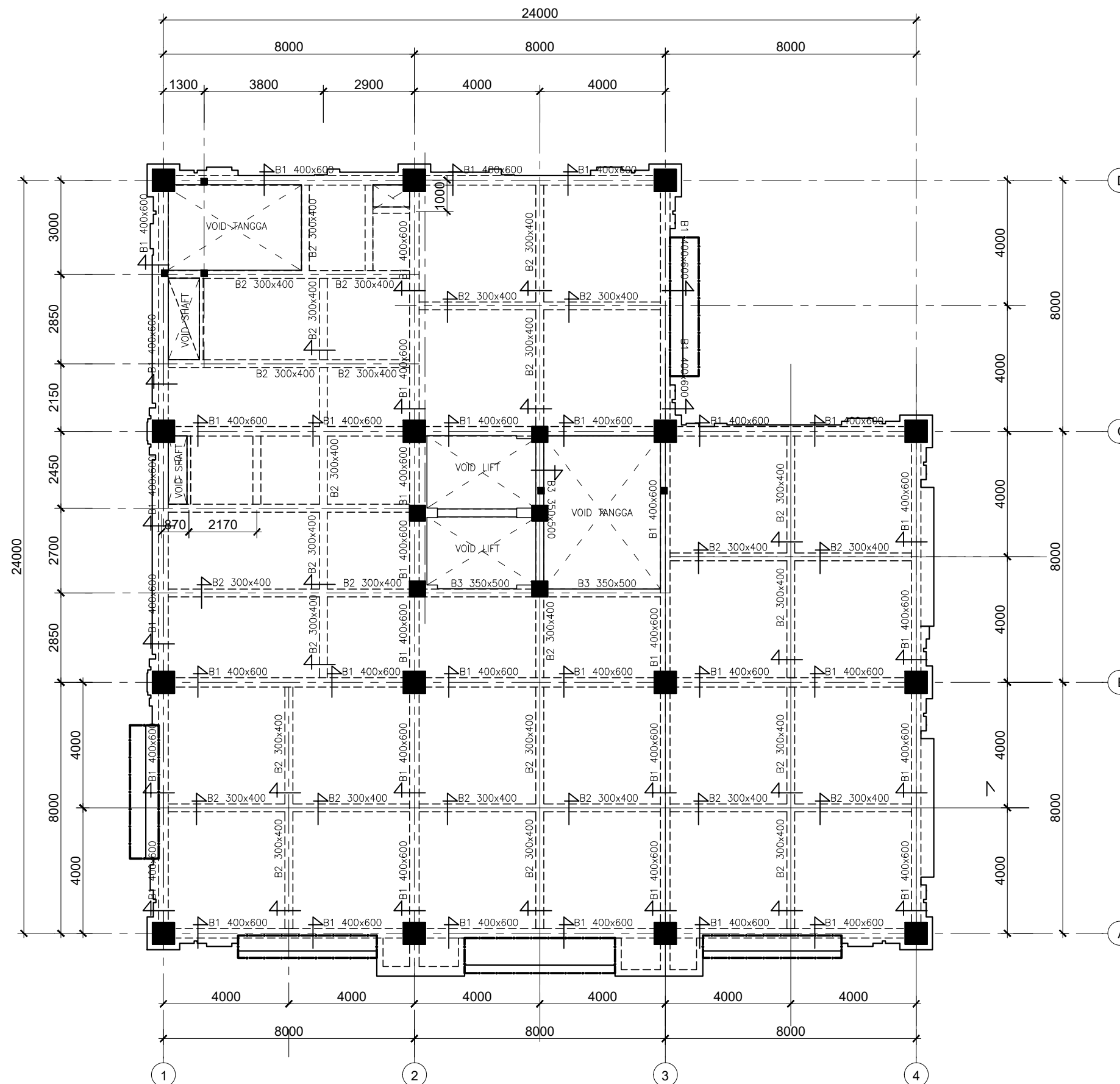
### DOSEN PEMBIMBING

Dr. Ir. Dicky Imam Wahyudi, M.S.  
 NIP: 195902091986031002

### NAMA MAHASISWA

ARMAND RIZALDY  
 1011160000046  
 TAUFAN FAIRUS MAJID  
 1011160000080

NAMA	NO. LEMBAR	JUMLAH LEMBAR
STR - 13	19	48



DENAH BALOK LT. 04 GD. DPRD (SSL +11.95)  
 1 : 150



PROGRAM STUDI DIPLOMA III  
 DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
 FAKULTAS VOKASI  
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
 SURABAYA  
 2020

### TUGAS AKHIR

JUDUL  
 DESAIN STRUKTUR BANGUNAN GEDUNG DPRD KOTA SURABAYA BERDASARKAN  
 SISTEM RANGKA PEMIKUL MOMEN KHUSUS (SRPMK) DAN METODE  
 PELAKSANAAN PLAT-PLAT LANTAI DAN ATAP

NAMA PEKERJAAN  
 PEMBANGUNAN GEDUNG DPRD KOTA SURABAYA

LOKASI PEKERJAAN  
 Jalan Yos Sudarso No 18-22, Embong  
 Kaliasin, Surabaya, Jawa Timur

GAMBAR	SKALA
DENAH PEMBALOKAN LT. 5	1 : 150

### KETERANGAN

KET	DIMENSION
B1	400 x 600
B2	300 x 400
B3	350 x 500
BK	150 x 250

### DOSEN PEMBIMBING

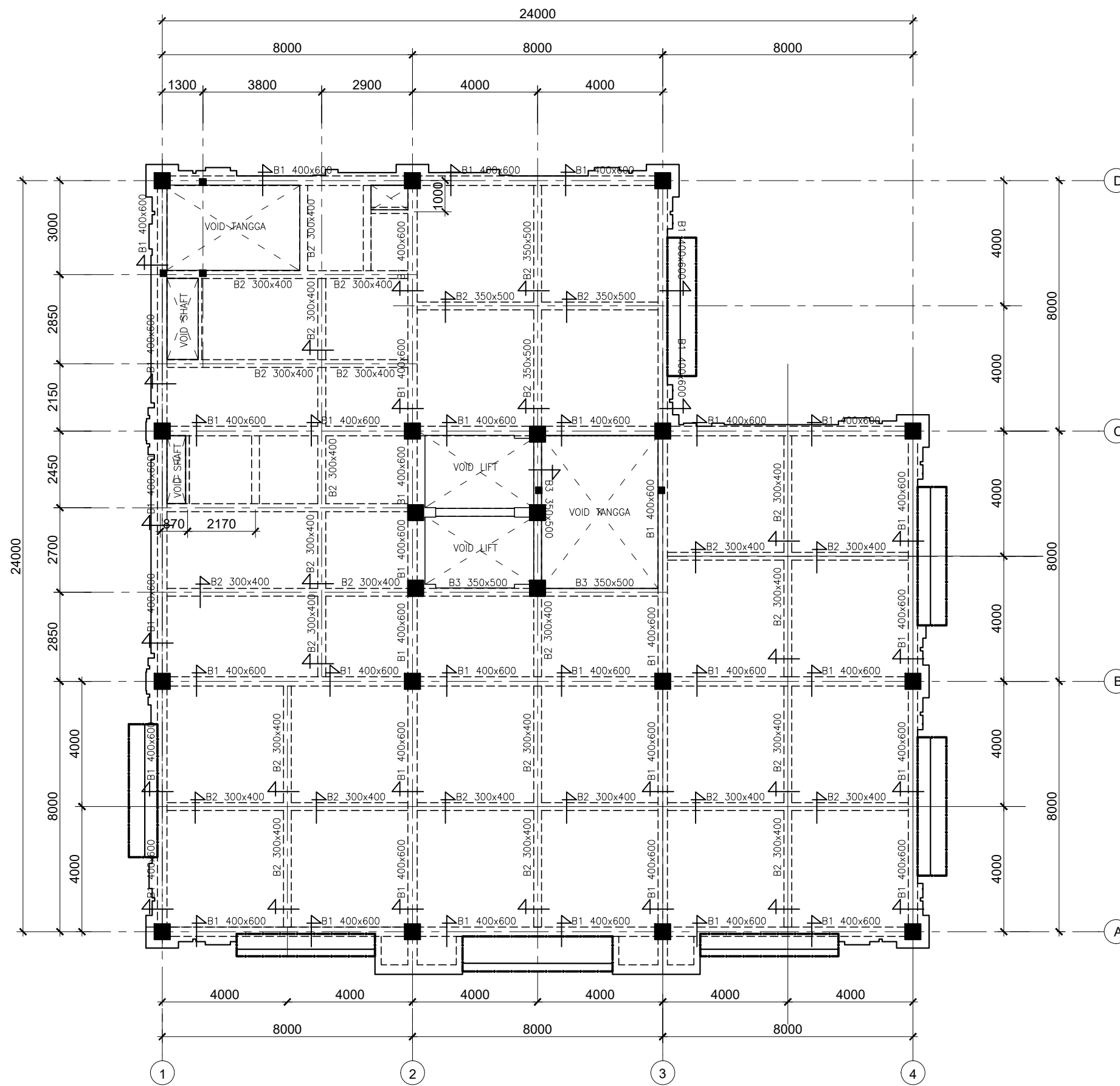
Dr. Ir. Dicky Imam Wahyudi, M.S.  
 NIP: 195902091986031002

### NAMA MAHASISWA

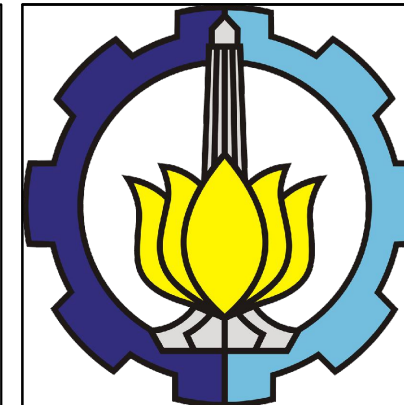
ARMAND RIZALDY  
 1011160000046

TAUFAN FAIRUS MAJID  
 1011160000080

NAMA	NO. LEMBAR	JUMLAH LEMBAR
STR - 14	20	48



DENAH BALOK LT. 05 GD. DPRD (SSL +15.95)  
 1 : 150



PROGRAM STUDI DIPLOMA III  
 DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
 FAKULTAS VOKASI  
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
 SURABAYA  
 2020

### TUGAS AKHIR

JUDUL  
 DESAIN STRUKTUR BANGUNAN GEDUNG DPRD KOTA SURABAYA BERDASARKAN  
 SISTEM RANGKA PEMIKUL MOMEN KHUSUS (SRPMK) DAN METODE  
 PELAKSANAAN PLAT-PLAT LANTAI DAN ATAP

NAMA PEKERJAAN  
 PEMBANGUNAN GEDUNG DPRD KOTA SURABAYA

LOKASI PEKERJAAN  
 Jalan Yos Sudarso No 18-22, Embong  
 Kaliasin, Surabaya, Jawa Timur

GAMBAR	SKALA
DENAH PEMBALOKAN LT. 6	1 : 150

### KETERANGAN

KET	DIMENSION
B1	400 x 600
B2	300 x 400
B3	350 x 500
BK	150 x 250

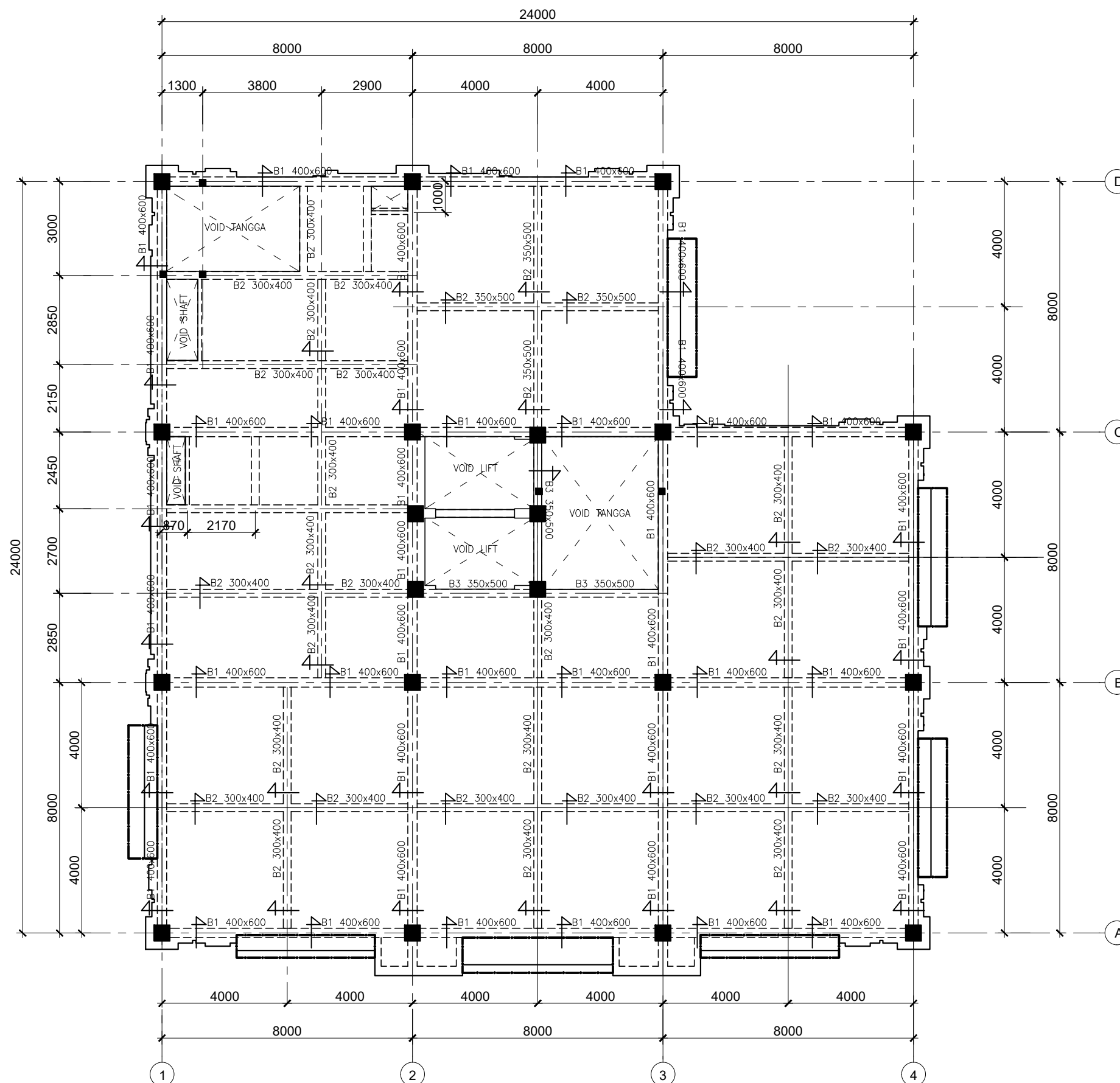
### DOSEN PEMBIMBING

Dr. Ir. Dicky Imam Wahyudi, M.S.  
 NIP: 195902091986031002

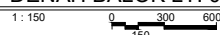
### NAMA MAHASISWA

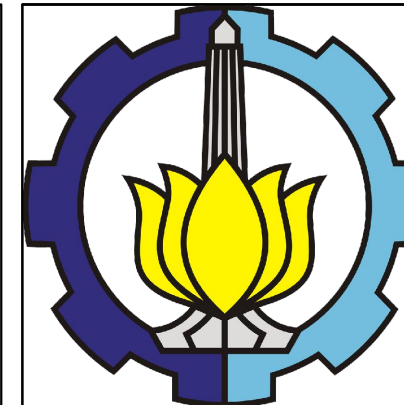
ARMAND RIZALDY  
 1011160000046  
 TAUFAN FAIRUS MAJID  
 1011160000080

NAMA	NO. LEMBAR	JUMLAH LEMBAR
STR - 15	21	48



DENAH BALOK LT. 06 GD. DPRD (SSL +19.95)





PROGRAM STUDI DIPLOMA III  
 DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
 FAKULTAS VOKASI  
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
 SURABAYA  
 2020

### TUGAS AKHIR

JUDUL  
 DESAIN STRUKTUR BANGUNAN GEDUNG DPRD KOTA SURABAYA BERDASARKAN  
 SISTEM RANGKA PEMIKUL MOMEN KHUSUS (SRPMK) DAN METODE  
 PELAKSANAAN PLAT-PLAT LANTAI DAN ATAP

NAMA PEKERJAAN  
 PEMBANGUNAN GEDUNG DPRD KOTA SURABAYA

LOKASI PEKERJAAN  
 Jalan Yos Sudarso No 18-22, Embong  
 Kaliasin, Surabaya, Jawa Timur

GAMBAR	SKALA
DENAH PEMBALOKAN LT. 7	1 : 150

### KETERANGAN

KET	DIMENSION
B1	400 x 600
B2	300 x 400
B3	350 x 500
BK	150 x 250

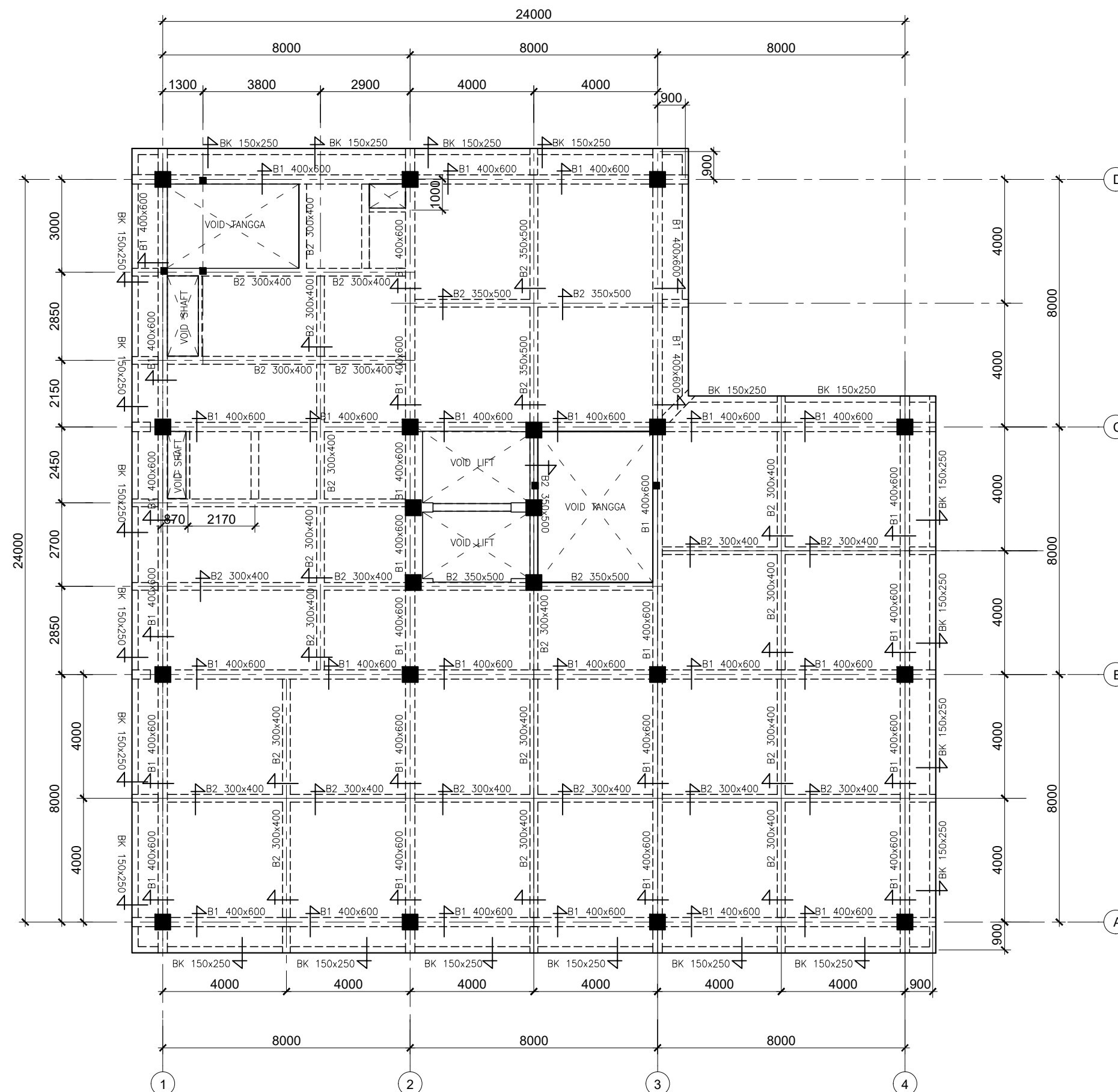
### DOSEN PEMBIMBING

Dr. Ir. Dicky Imam Wahyudi, M.S.  
 NIP: 195902091986031002

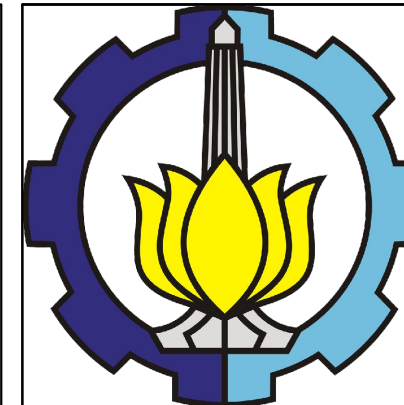
### NAMA MAHASISWA

ARMAND RIZALDY  
 1011160000046  
 TAUFAN FAIRUS MAJID  
 1011160000080

NAMA	NO. LEMBAR	JUMLAH LEMBAR
STR - 16	22	48



DENAH BALOK LT. 07 GD. DPRD (SSL +23.95)  
 1 : 150



PROGRAM STUDI DIPLOMA III  
 DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
 FAKULTAS VOKASI  
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
 SURABAYA  
 2020

### TUGAS AKHIR

JUDUL  
 DESAIN STRUKTUR BANGUNAN GEDUNG DPRD KOTA SURABAYA BERDASARKAN  
 SISTEM RANGKA PEMIKUL MOMEN KHUSUS (SRPMK) DAN METODE  
 PELAKSANAAN PLAT-PLAT LANTAI DAN ATAP

NAMA PEKERJAAN  
 PEMBANGUNAN GEDUNG DPRD KOTA SURABAYA

LOKASI PEKERJAAN  
 Jalan Yos Sudarso No 18-22, Embong  
 Kaliasin, Surabaya, Jawa Timur

GAMBAR	SKALA
DENAH PEMBALOKAN ATAP	1 : 150

### KETERANGAN

KET	DIMENSION
B1	400 x 600
B2	300 x 400
B3	350 x 500
BK	150 x 250

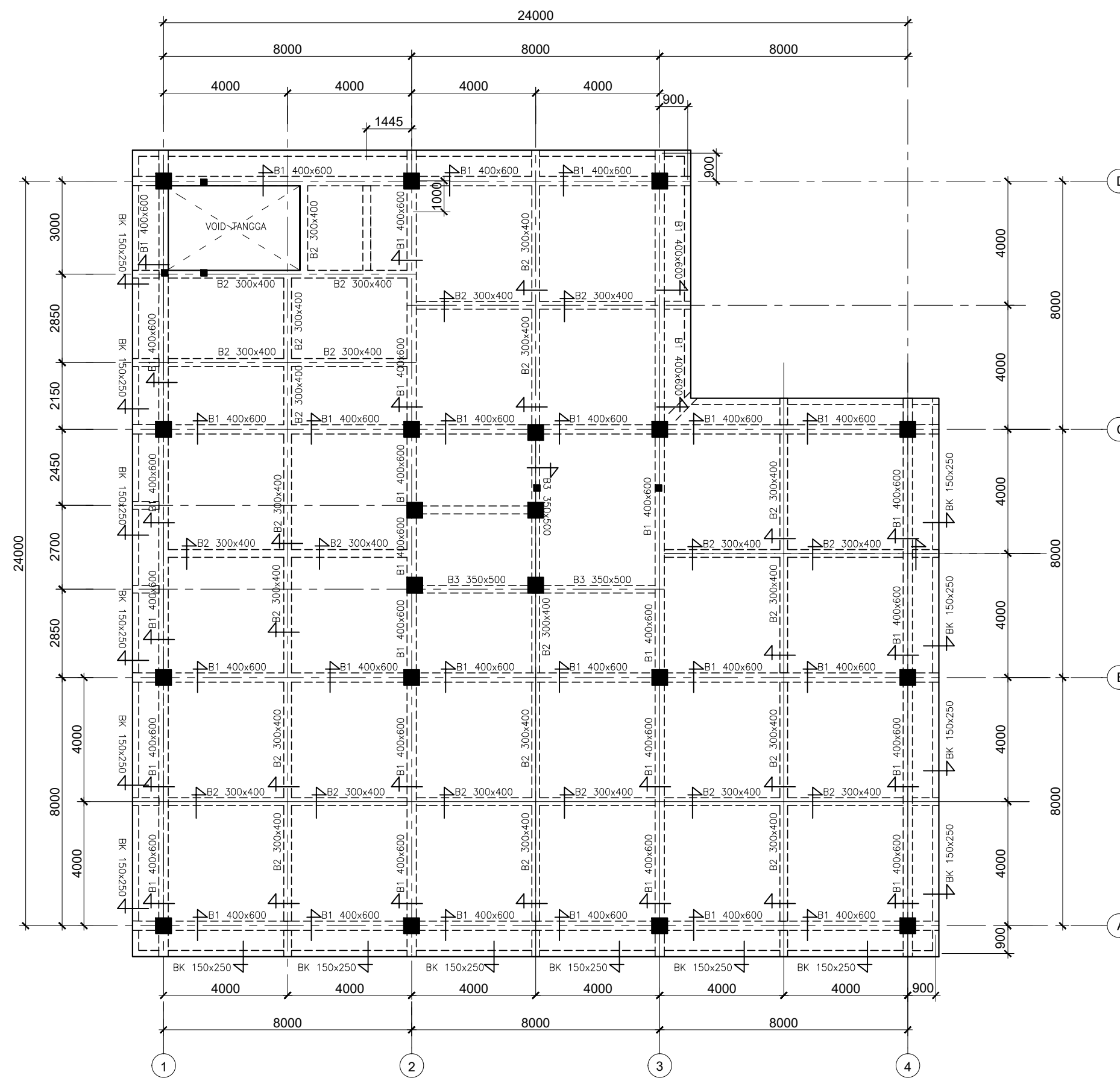
### DOSEN PEMBIMBING

Dr. Ir. Dicky Imam Wahyudi, M.S.  
 NIP: 195902091986031002

### NAMA MAHASISWA

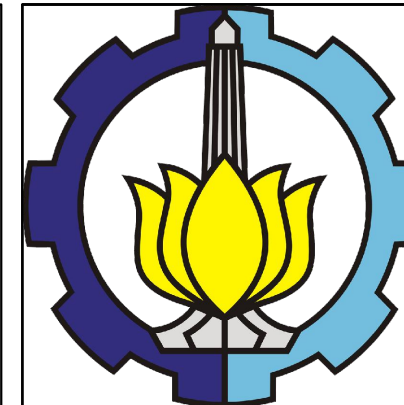
ARMAND RIZALDY  
 1011160000046  
 TAUFAN FAIRUS MAJID  
 1011160000080

NAMA	NO. LEMBAR	JUMLAH LEMBAR
STR - 17	23	48



DENAH BALOK ATAP GD. DPRD (SSL +28.00)  
 1 : 150





PROGRAM STUDI DIPLOMA III  
 DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
 FAKULTAS VOKASI  
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
 SURABAYA  
 2020

### TUGAS AKHIR

JUDUL  
 DESAIN STRUKTUR BANGUNAN GEDUNG DPRD KOTA SURABAYA BERDASARKAN  
 SISTEM RANGKA PEMIKUL MOMEN KHUSUS (SRPMK) DAN METODE  
 PELAKSANAAN PLAT-PLAT LANTAI DAN ATAP

NAMA PEKERJAAN  
 PEMBANGUNAN GEDUNG DPRD KOTA SURABAYA

LOKASI PEKERJAAN  
 Jalan Yos Sudarso No 18-22, Embong  
 Kaliasin, Surabaya, Jawa Timur

GAMBAR	SKALA
DENAH PLAT LT. 1	1 : 150

### KETERANGAN

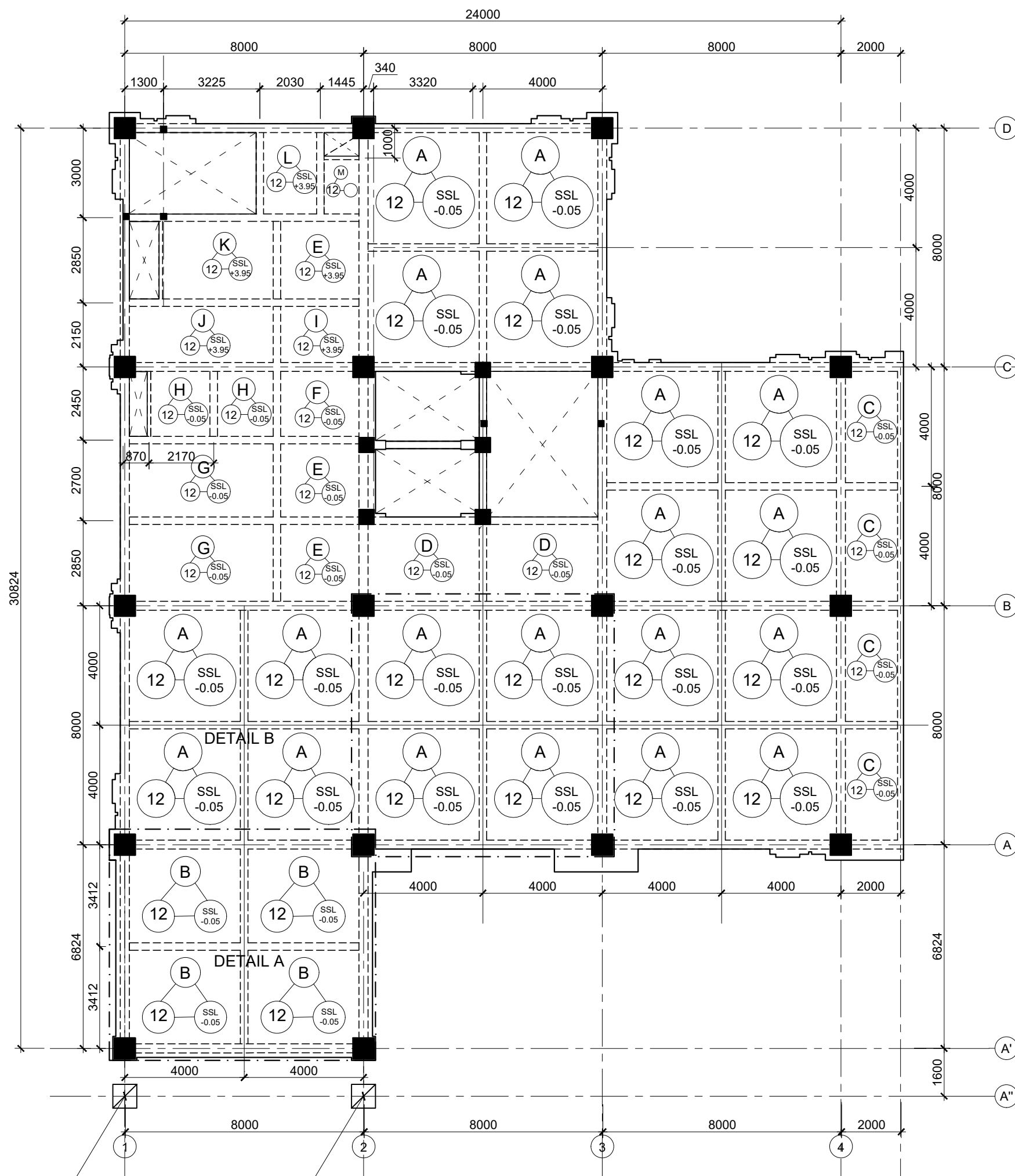
### DOSEN PEMBIMBING

Dr. Ir. Dicky Imam Wahyudi, M.S.  
 NIP: 195902091986031002

### NAMA MAHASISWA

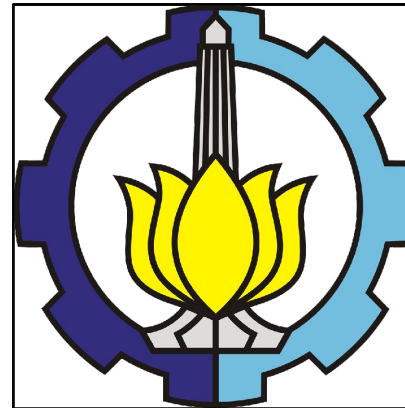
ARMAND RIZALDY  
 1011160000046  
 TAUHAN FAIRUS MAJID  
 1011160000080

NAMA	NO. LEMBAR	JUMLAH LEMBAR
STR - 18	24	48



KOLOM EKSTING

DENAH PLAT LT. 01 GD. DPRD (SSL -0.05 DAN -0.80)  
 1 : 150



PROGRAM STUDI DIPLOMA III  
 DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
 FAKULTAS VOKASI  
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
 SURABAYA  
 2020

### TUGAS AKHIR

JUDUL  
 DESAIN STRUKTUR BANGUNAN GEDUNG DPRD KOTA SURABAYA BERDASARKAN  
 SISTEM RANGKA PEMIKUL MOMEN KHUSUS (SRPMK) DAN METODE  
 PELAKSANAAN PLAT-PLAT LANTAI DAN ATAP

NAMA PEKERJAAN  
 PEMBANGUNAN GEDUNG DPRD KOTA SURABAYA

LOKASI PEKERJAAN  
 Jalan Yos Sudarso No 18-22, Embong  
 Kaliasin, Surabaya, Jawa Timur

GAMBAR	SKALA
DENAH PLAT LT. 2	1 : 150

### KETERANGAN

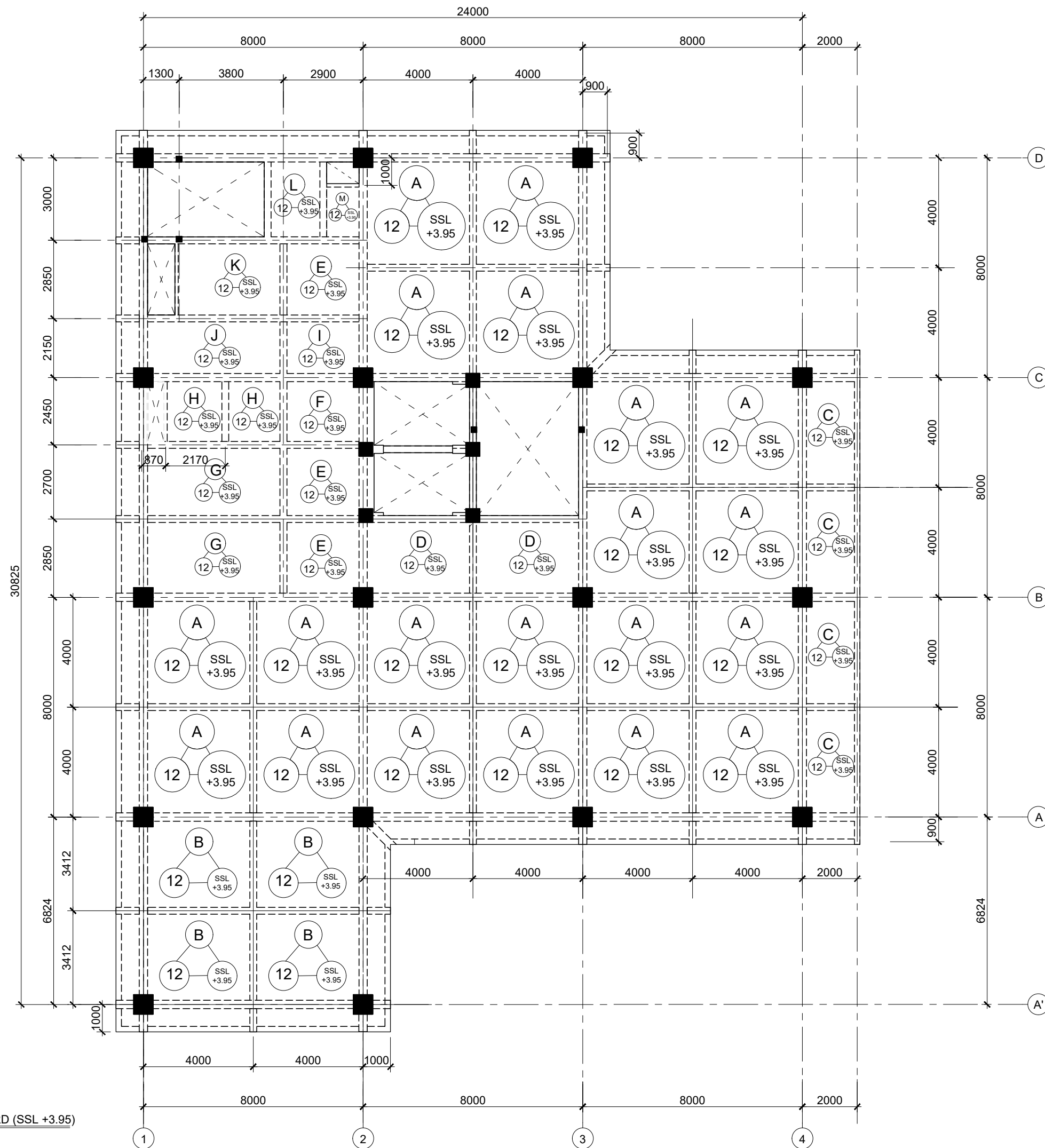
### DOSEN PEMBIMBING

Dr. Ir. Dicky Imam Wahyudi, M.S.  
 NIP: 195902091986031002

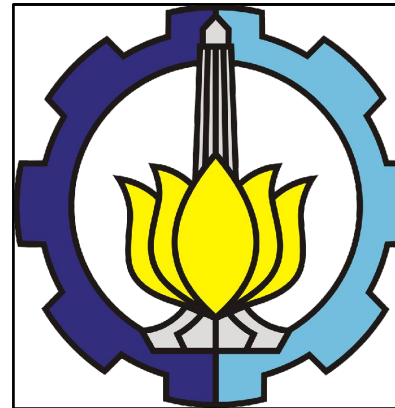
### NAMA MAHASISWA

ARMAND RIZALDY  
 1011160000046  
 TAUFAN FAIRUS MAJID  
 1011160000080

NAMA	NO. LEMBAR	JUMLAH LEMBAR
STR - 19	25	48



DENAH PLAT LT. 02 GD. DPRD (SSL +3.95)  
 1:150



PROGRAM STUDI DIPLOMA III  
 DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
 FAKULTAS VOKASI  
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
 SURABAYA  
 2020

### TUGAS AKHIR

JUDUL  
 DESAIN STRUKTUR BANGUNAN GEDUNG DPRD KOTA SURABAYA BERDASARKAN  
 SISTEM RANGKA PEMIKUL MOMEN KHUSUS (SRPMK) DAN METODE  
 PELAKSANAAN PLAT-PLAT LANTAI DAN ATAP

NAMA PEKERJAAN  
 PEMBANGUNAN GEDUNG DPRD KOTA SURABAYA

LOKASI PEKERJAAN  
 Jalan Yos Sudarso No 18-22, Embong  
 Kaliasin, Surabaya, Jawa Timur

GAMBAR	SKALA
DENAH PLAT LT. 3	1 : 150

### KETERANGAN

--

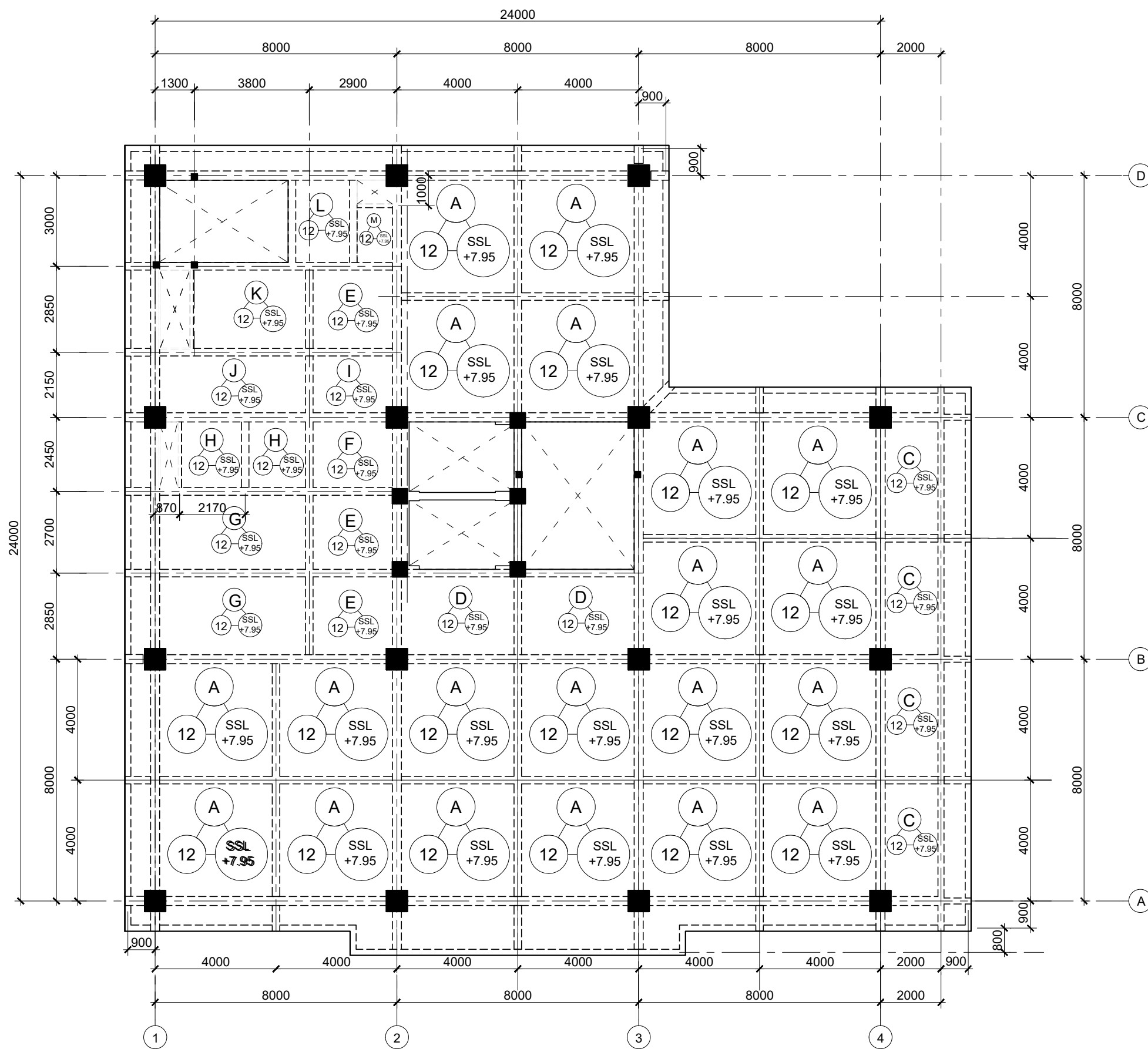
### DOSEN PEMBIMBING

Dr. Ir. Dicky Imam Wahyudi, M.S.  
 NIP: 195902091986031002

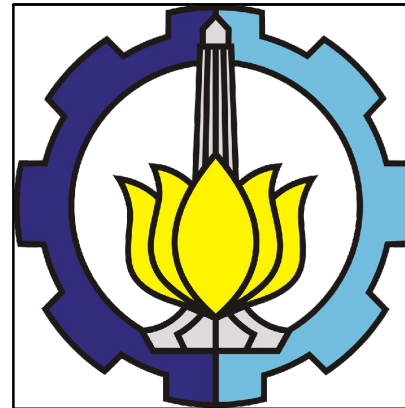
### NAMA MAHASISWA

ARMAND RIZALDY  
 1011160000046  
 TAUFAN FAIRUS MAJID  
 1011160000080

NAMA	NO. LEMBAR	JUMLAH LEMBAR
STR - 20	26	48



DENAH PLAT LT. 03 GD. DPRD (SSL +7.95)  
 1 : 150



PROGRAM STUDI DIPLOMA III  
 DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
 FAKULTAS VOKASI  
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
 SURABAYA  
 2020

### TUGAS AKHIR

JUDUL  
 DESAIN STRUKTUR BANGUNAN GEDUNG DPRD KOTA SURABAYA BERDASARKAN  
 SISTEM RANGKA PEMIKUL MOMEN KHUSUS (SRPMK) DAN METODE  
 PELAKSANAAN PLAT-PLAT LANTAI DAN ATAP

NAMA PEKERJAAN  
 PEMBANGUNAN GEDUNG DPRD KOTA SURABAYA

LOKASI PEKERJAAN  
 Jalan Yos Sudarso No 18-22, Embong  
 Kaliasin, Surabaya, Jawa Timur

GAMBAR	SKALA
DENAH PLAT LT. 4	1 : 150

### KETERANGAN

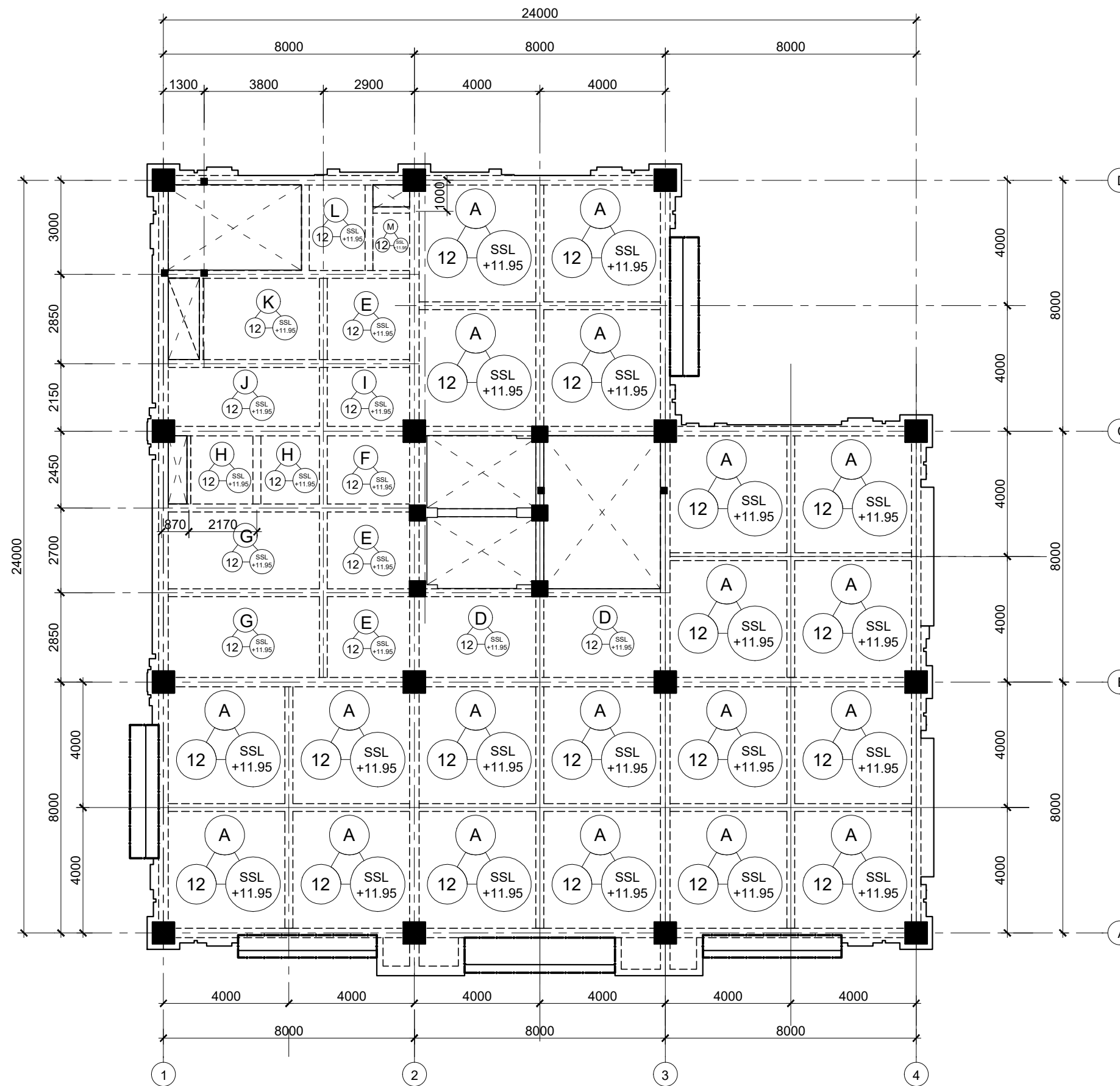
### DOSEN PEMBIMBING

Dr. Ir. Dicky Imam Wahyudi, M.S.  
 NIP: 195902091986031002

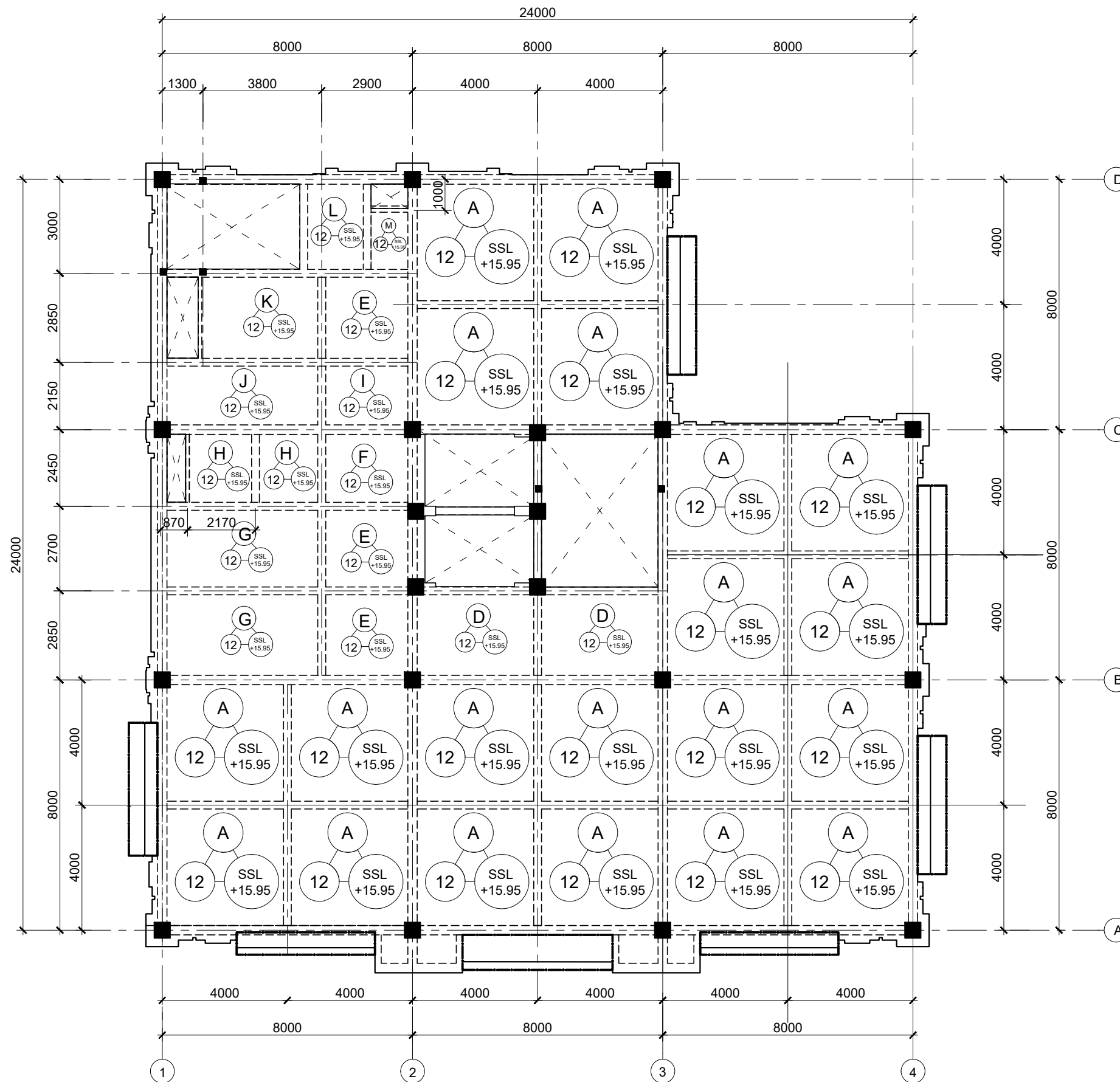
### NAMA MAHASISWA

ARMAND RIZALDY  
 1011160000046  
 TAUFAN FAIRUS MAJID  
 1011160000080

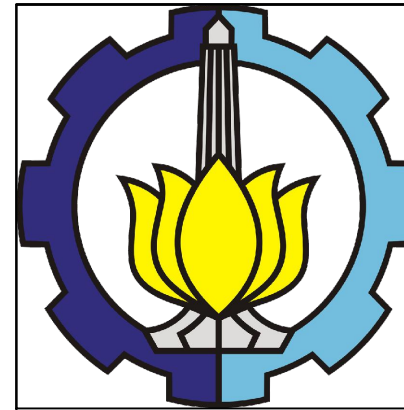
NAMA	NO. LEMBAR	JUMLAH LEMBAR
STR - 21	27	48



DENAH PLAT LT. 04 GD. DPRD (SSL +11.95)  
 1 : 150



DENAH BALOK LT. 05 GD. DPRD (SSL +15.95)



PROGRAM STUDI DIPLOMA III  
 DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
 FAKULTAS VOKASI  
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
 SURABAYA  
 2020

### TUGAS AKHIR

JUDUL  
 DESAIN STRUKTUR BANGUNAN GEDUNG DPRD KOTA SURABAYA BERDASARKAN  
 SISTEM RANGKA PEMIKUL MOMEN KHUSUS (SRPMK) DAN METODE  
 PELAKSANAAN PLAT-PLAT LANTAI DAN ATAP

NAMA PEKERJAAN  
 PEMBANGUNAN GEDUNG DPRD KOTA SURABAYA

LOKASI PEKERJAAN  
 Jalan Yos Sudarso No 18-22, Embong  
 Kaliasin, Surabaya, Jawa Timur

GAMBAR	SKALA
DENAH PLAT LT. 5	1 : 150

### KETERANGAN

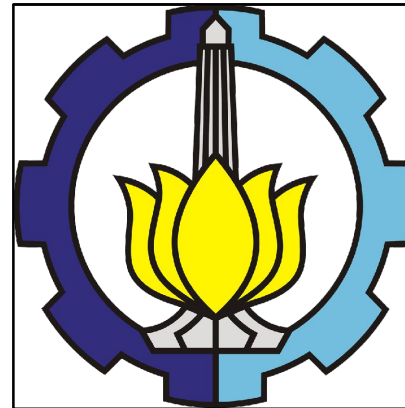
### DOSEN PEMBIMBING

Dr. Ir. Dicky Imam Wahyudi, M.S.  
 NIP: 195902091986031002

### NAMA MAHASISWA

ARMAND RIZALDY  
 1011160000046  
 TAUFAN FAIRUS MAJID  
 1011160000080

NAMA	NO. LEMBAR	JUMLAH LEMBAR
STR - 22	28	48



PROGRAM STUDI DIPLOMA III  
 DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
 FAKULTAS VOKASI  
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
 SURABAYA  
 2020

### TUGAS AKHIR

JUDUL  
 DESAIN STRUKTUR BANGUNAN GEDUNG DPRD KOTA SURABAYA BERDASARKAN  
 SISTEM RANGKA PEMIKUL MOMEN KHUSUS (SRPMK) DAN METODE  
 PELAKSANAAN PLAT-PLAT LANTAI DAN ATAP

NAMA PEKERJAAN  
 PEMBANGUNAN GEDUNG DPRD KOTA SURABAYA

LOKASI PEKERJAAN  
 Jalan Yos Sudarso No 18-22, Embong  
 Kaliasin, Surabaya, Jawa Timur

GAMBAR	SKALA
DENAH PLAT LT. 6	1 : 150

### KETERANGAN

### DOSEN PEMBIMBING

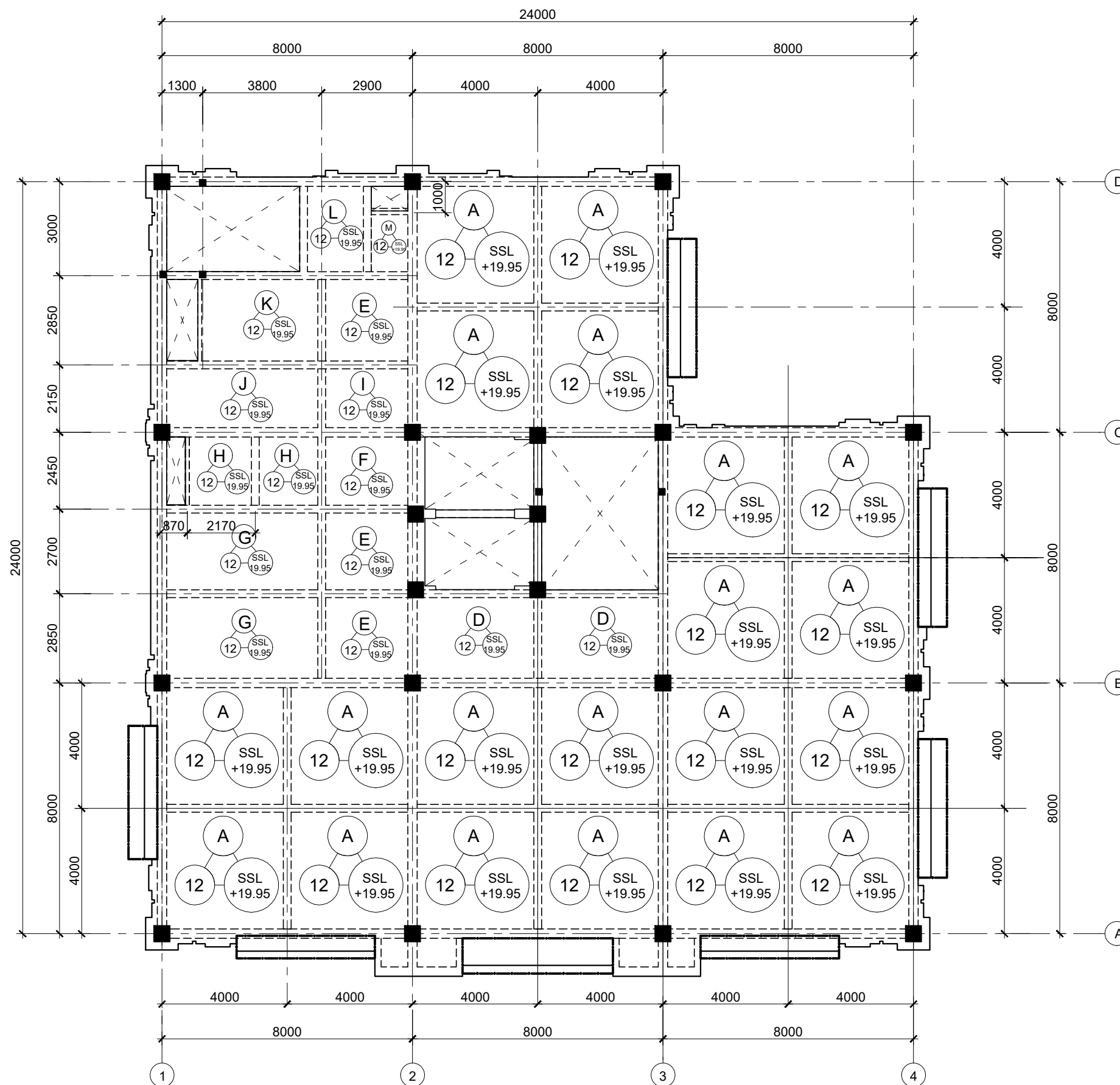
Dr. Ir. Dicky Imam Wahyudi, M.S.  
 NIP: 195902091986031002

### NAMA MAHASISWA

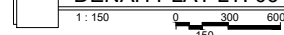
ARMAND RIZALDY  
 1011160000046

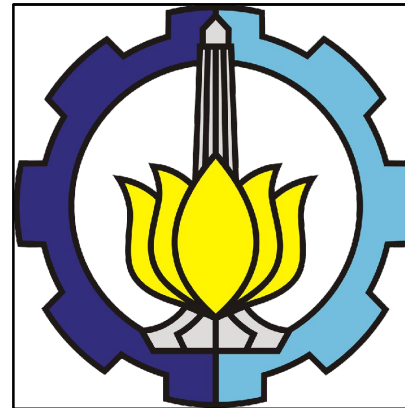
TAUFAN FAIRUS MAJID  
 1011160000080

NAMA	NO. LEMBAR	JUMLAH LEMBAR
STR - 23	29	48



DENAH PLAT LT. 06 GD. DPRD (SSL +19.95)





PROGRAM STUDI DIPLOMA III  
 DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
 FAKULTAS VOKASI  
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
 SURABAYA  
 2020

### TUGAS AKHIR

JUDUL  
 DESAIN STRUKTUR BANGUNAN GEDUNG DPRD KOTA SURABAYA BERDASARKAN  
 SISTEM RANGKA PEMIKUL MOMEN KHUSUS (SRPMK) DAN METODE  
 PELAKSANAAN PLAT-PLAT LANTAI DAN ATAP

NAMA PEKERJAAN  
 PEMBANGUNAN GEDUNG DPRD KOTA SURABAYA

LOKASI PEKERJAAN  
 Jalan Yos Sudarso No 18-22, Embong  
 Kaliasin, Surabaya, Jawa Timur

GAMBAR	SKALA
DENAH PLAT LT. 7	1 : 150

### KETERANGAN

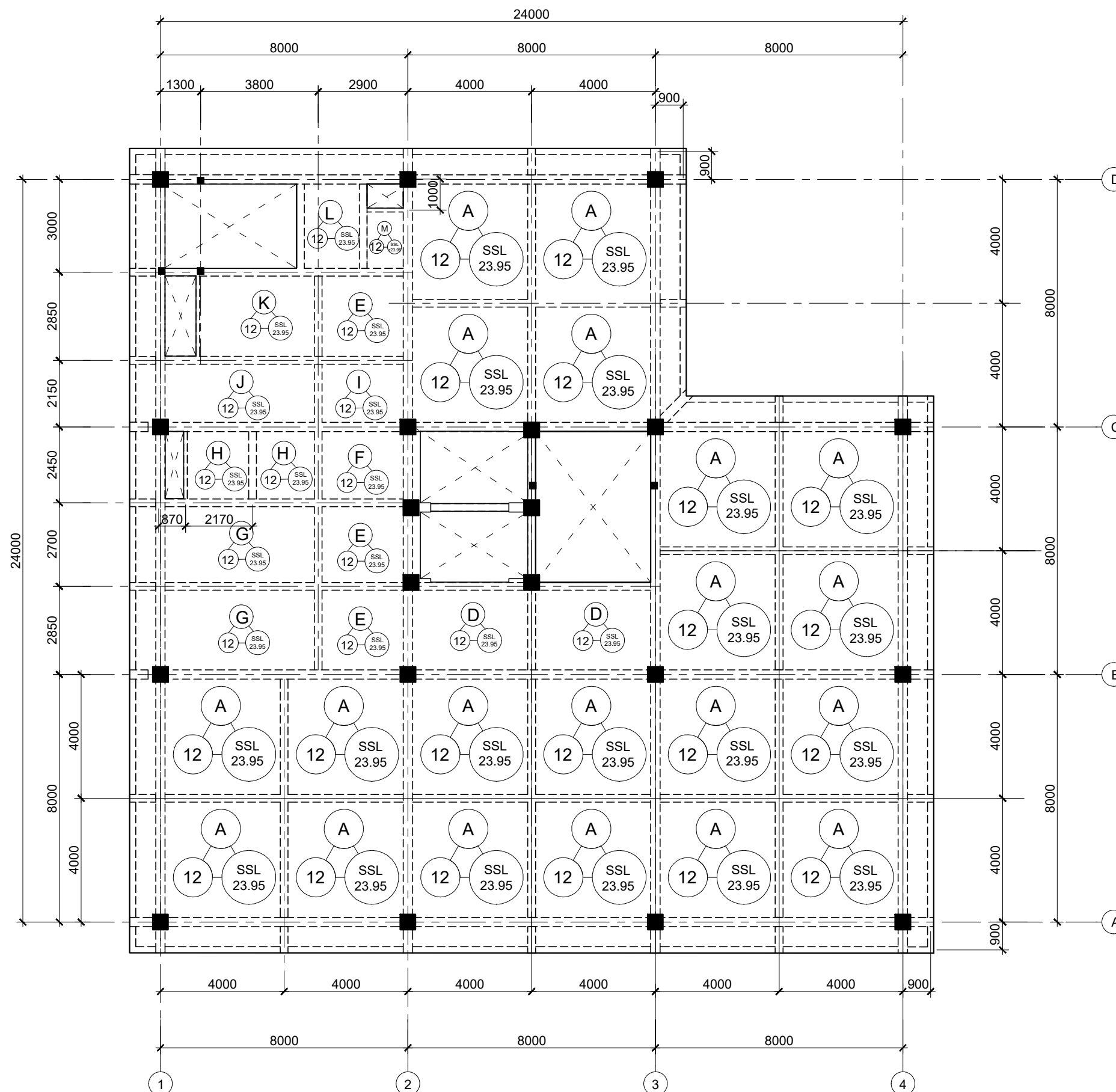
### DOSEN PEMBIMBING

Dr. Ir. Dicky Imam Wahyudi, M.S.  
 NIP: 195902091986031002

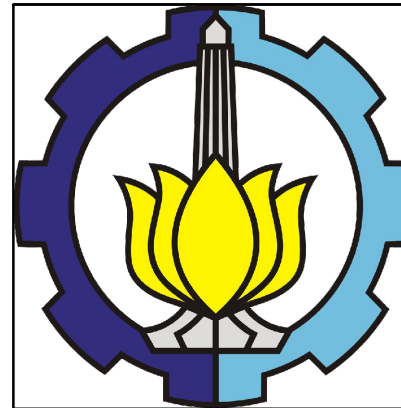
### NAMA MAHASISWA

ARMAND RIZALDY  
 1011160000046  
 TAUFAN FAIRUS MAJID  
 1011160000080

NAMA	NO. LEMBAR	JUMLAH LEMBAR
STR - 24	30	48



DENAH PLAT LT. 07 GD. DPRD (SSL +23.95)  
 1 : 150



PROGRAM STUDI DIPLOMA III  
 DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
 FAKULTAS VOKASI  
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
 SURABAYA  
 2020

### TUGAS AKHIR

JUDUL  
 DESAIN STRUKTUR BANGUNAN GEDUNG DPRD KOTA SURABAYA BERDASARKAN  
 SISTEM RANGKA PEMIKUL MOMEN KHUSUS (SRPMK) DAN METODE  
 PELAKSANAAN PLAT-PLAT LANTAI DAN ATAP

NAMA PEKERJAAN  
 PEMBANGUNAN GEDUNG DPRD KOTA SURABAYA

LOKASI PEKERJAAN  
 Jalan Yos Sudarso No 18-22, Embong  
 Kaliasin, Surabaya, Jawa Timur

GAMBAR	SKALA
DENAH PLAT ATAP	1 : 150

### KETERANGAN

### DOSEN PEMBIMBING

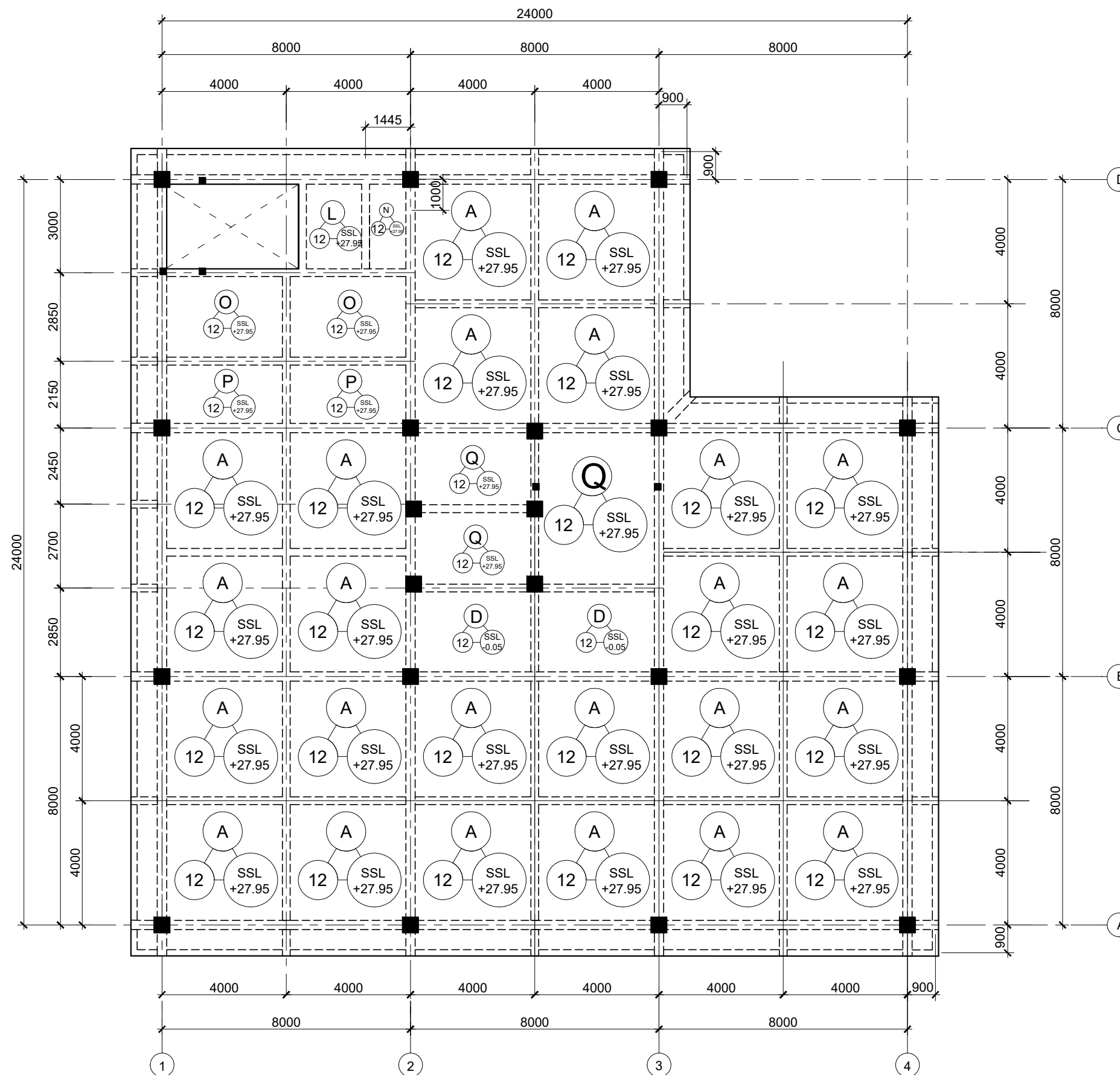
Dr. Ir. Dicky Imam Wahyudi, M.S.  
 NIP: 195902091986031002

### NAMA MAHASISWA

ARMAND RIZALDY  
 1011160000046

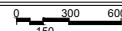
TAUFAN FAIRUS MAJID  
 1011160000080

NAMA	NO. LEMBAR	JUMLAH LEMBAR
STR - 25	31	48

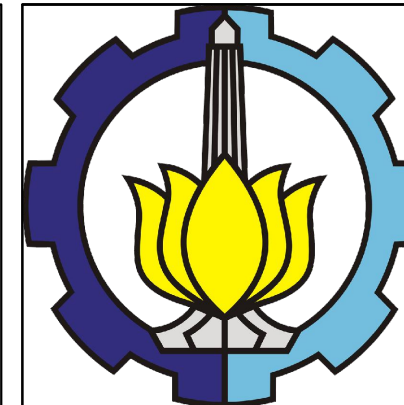


DENAH PLAT ATAP GD. DPRD (SSL +27.95)

1 : 150







PROGRAM STUDI DIPLOMA III  
 DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
 FAKULTAS VOKASI  
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
 SURABAYA  
 2020

### TUGAS AKHIR

JUDUL  
 DESAIN STRUKTUR BANGUNAN GEDUNG DPRD KOTA SURABAYA BERDASARKAN  
 SISTEM RANGKA PEMIKUL MOMEN KHUSUS (SRPMK) DAN METODE  
 PELAKSANAAN PLAT-PLAT LANTAI DAN ATAP

NAMA PEKERJAAN

PEMBANGUNAN GEDUNG DPRD KOTA SURABAYA

LOKASI PEKERJAAN

Jalan Yos Sudarso No 18-22, Embong  
 Kaliasin, Surabaya, Jawa Timur

GAMBAR

Detail Penulangan Plat A

SKALA

1 : 200

### KETERANGAN

Mutu Beton : 35 Mpa  
 Mutu Baja : 400 Mpa ( $\varnothing > 12\text{mm}$ )  
 240 Mpa ( $\varnothing < 12\text{mm}$ )  
 Plat Wiremesh :  
 $F_y$  : 500 Mpa ; U50  
 Tipe : Lionmesh Kari  
 Rumus  $\varnothing$  Tul. Wiremesh :  
 Luas Tul. Lentur normal x (Mutu Tul.  
 Normal/Mutu Tul wiremesh)

### DOSEN PEMBIMBING

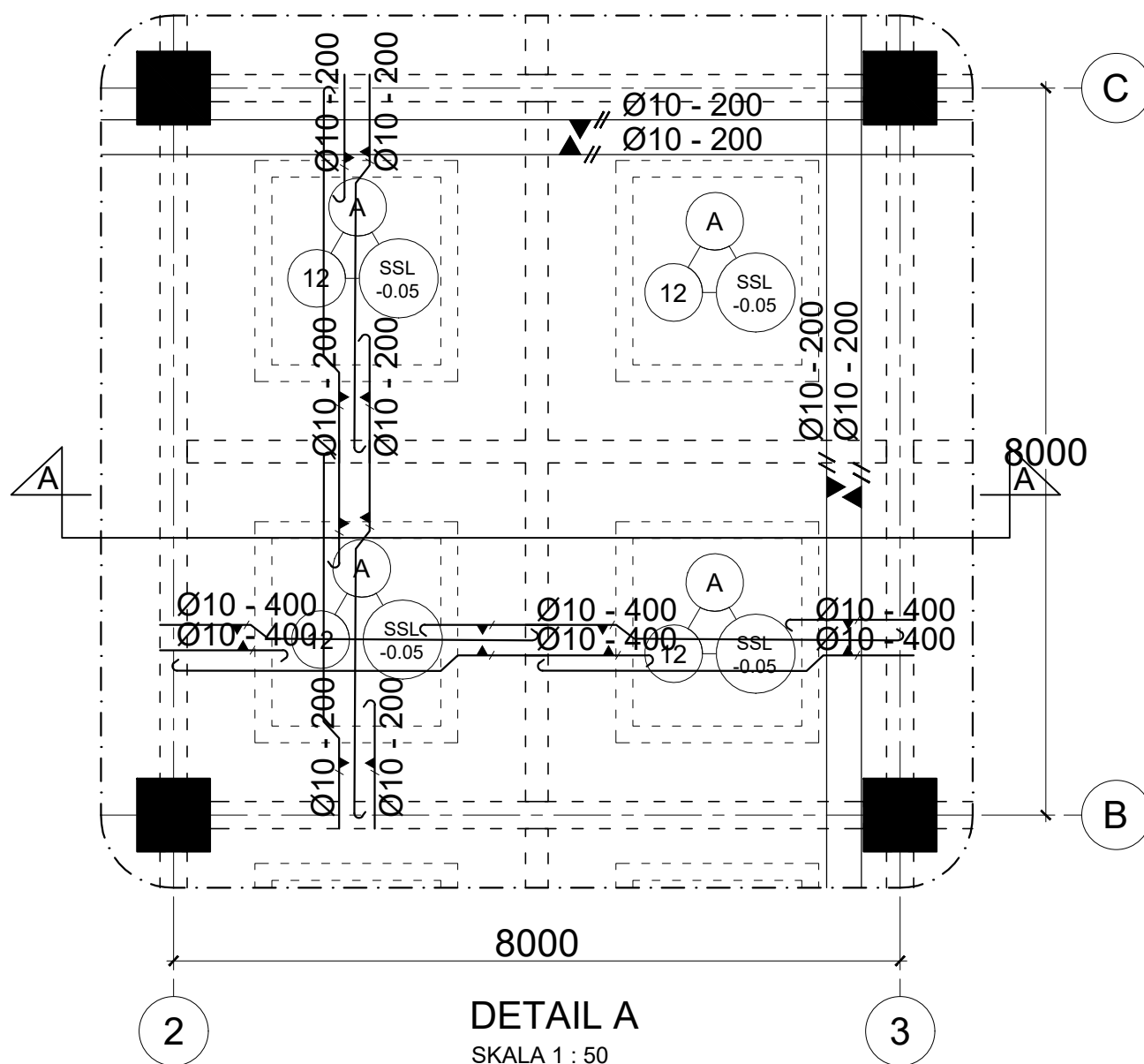
Dr. Ir. Dicky Imam Wahyudi, M.S.  
 NIP: 195902091986031002

### NAMA MAHASISWA

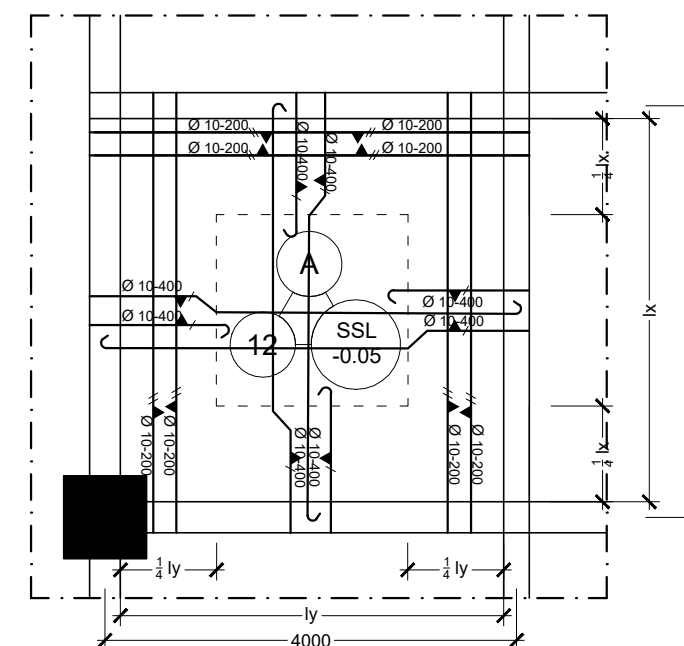
ARMAND RIZALDY  
 10111600000046

TAUFAN FAIRUS MAJID  
 10111600000080

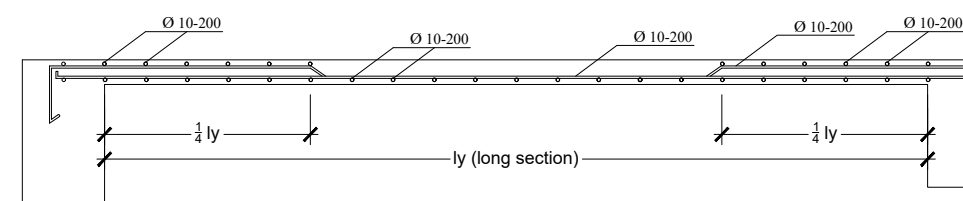
NAMA	NO. LEMBAR	JUMLAH LEMBAR
STR - 26	32	48

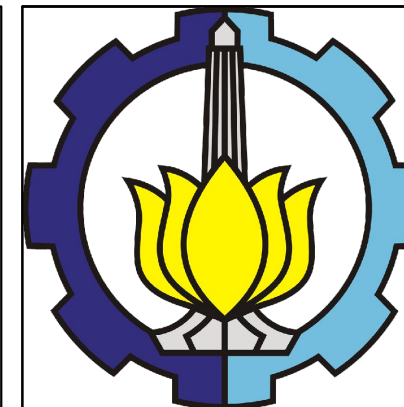


**DETAIL A**  
 SKALA 1 : 50



**Potongan A-A**  
 SKALA 1 : 25





PROGRAM STUDI DIPLOMA III  
 DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
 FAKULTAS VOKASI  
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
 SURABAYA  
 2020

### TUGAS AKHIR

JUDUL  
 DESAIN STRUKTUR BANGUNAN GEDUNG DPRD KOTA SURABAYA BERDASARKAN  
 SISTEM RANGKA PEMIKUL MOMEN KHUSUS (SRPMK) DAN METODE  
 PELAKSANAAN PLAT-PLAT LANTAI DAN ATAP

NAMA PEKERJAAN

PEMBANGUNAN GEDUNG DPRD KOTA SURABAYA

LOKASI PEKERJAAN

Jalan Yos Sudarso No 18-22, Embong  
 Kaliasin, Surabaya, Jawa Timur

GAMBAR

Denah Konsep Plat A

SKALA

1 : 150

### KETERANGAN

Mutu Beton : 35 Mpa  
 Mutu Baja : 400 Mpa ( $\phi > 12\text{mm}$ )  
 240 Mpa ( $\phi < 12\text{mm}$ )  
 Plat Wiremesh :  
 $F_y$  : 500 Mpa ; U50  
 Tipe : Lionmesh Kari  
 Rumus  $\phi$  Tul. Wiremesh :  
 Luas Tul. Lentur normal x (Mutu Tul.  
 Normal/Mutu Tul wiremesh)

### DOSEN PEMBIMBING

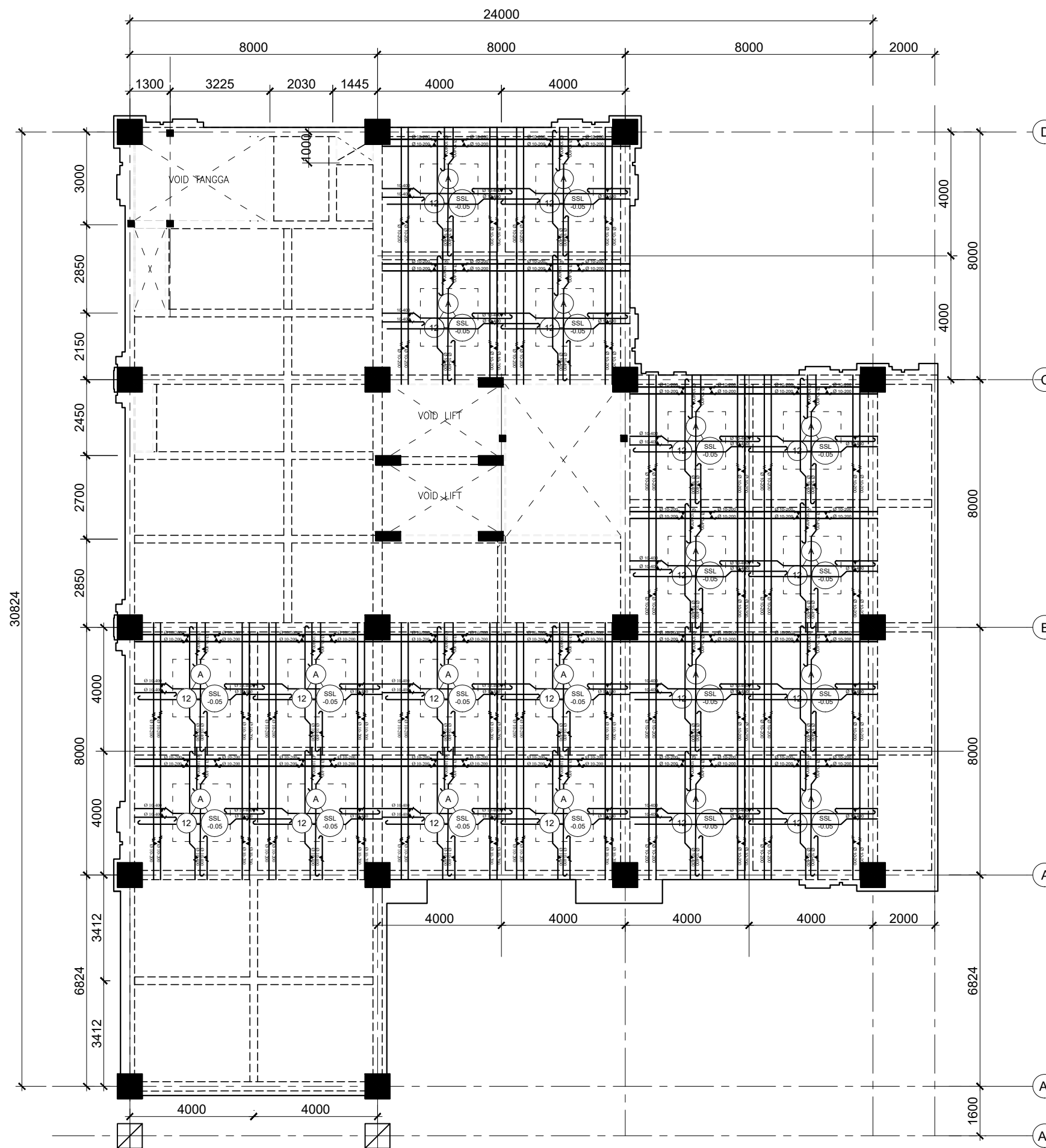
Dr. Ir. Dicky Imam Wahyudi, M.S.  
 NIP: 195902091986031002

### NAMA MAHASISWA

ARMAND RIZALDY  
 1011160000046

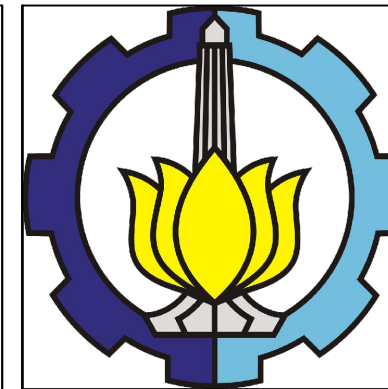
TAUFAN FAIRUS MAJID  
 1011160000080

NAMA	NO. LEMBAR	JUMLAH LEMBAR
STR - 27	33	48



### DENAH KONSEP PLAT TIPE A

SKALA 1 : 150



PROGRAM STUDI DIPLOMA III  
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
FAKULTAS VOKASI  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA  
2020

### TUGAS AKHIR

JUDUL  
DESAIN STRUKTUR BANGUNAN GEDUNG DPRD KOTA SURABAYA BERDASARKAN  
SISTEM RANGKA PEMIKUL MOMEN KHUSUS (SRPMK) DAN METODE PELAKSANAAN  
PLAT-PLAT LANTAI DAN ATAP

NAMA PEKERJAAN  
PEMBANGUNAN GEDUNG DPRD KOTA SURABAYA

LOKASI PEKERJAAN  
Jalan Yos Sudarso No 18-22, Embong  
Kaliasin, Surabaya, Jawa Timur

GAMBAR	SKALA
PORTAL ARAH MELINTANG	1 : 200

### KETERANGAN

FUNGSI BANGUNAN : GEDUNG DPRD  
KOTA SURABAYA  
KONDISI TANAH : TANAH LUNAK  
MUTU BETON : 35 MPA  
MUTU BAJA : 400 Mpa  
t poer : 1m  
Kedalaman Tiang Pancang : 20m

### DOSEN PEMBIMBING

Dr. Ir. Dicky Imam Wahyudi, M.S.  
NIP: 195902091986031002

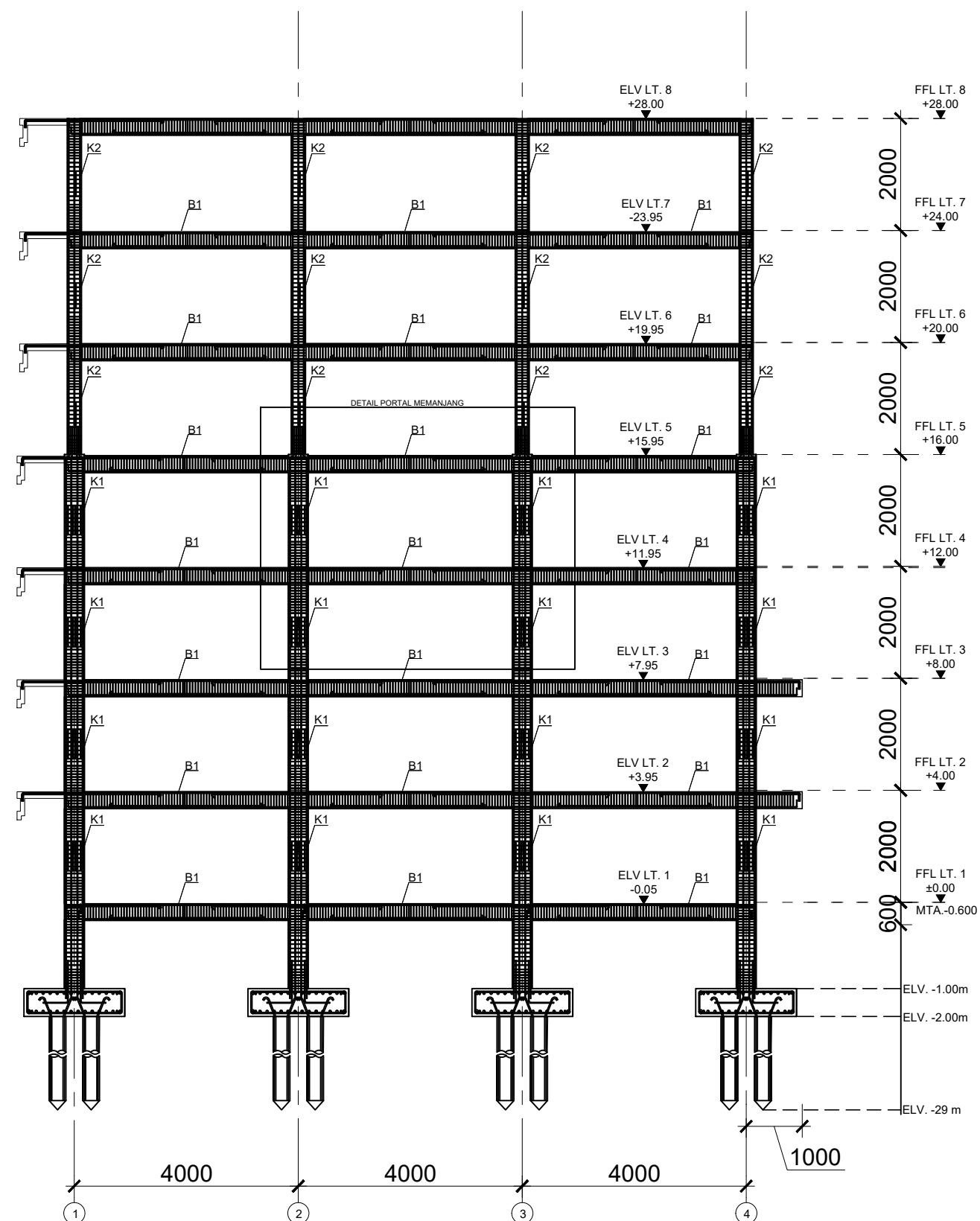
### NAMA MAHASISWA

ARMAND RIZALDY  
10111600000046

TAUFAN FAIRUS MAJID  
10111600000080

NAMA	NO. LEMBAR	JUMLAH LEMBAR
------	------------	---------------

STR - 28 34 48



PORTAL ARAH MELINTANG  
1 : 200  
0 300 600  
150



PROGRAM STUDI DIPLOMA III  
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
FAKULTAS VOKASI  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA  
2020

### TUGAS AKHIR

JUDUL  
DESAIN STRUKTUR BANGUNAN GEDUNG DPRD KOTA SURABAYA BERDASARKAN  
SISTEM RANGKA PEMIKUL MOMEN KHUSUS (SRPMK) DAN METODE PELAKSANAAN  
PLAT-PLAT LANTAI DAN ATAP

NAMA PEKERJAAN  
PEMBANGUNAN GEDUNG DPRD KOTA SURABAYA

LOKASI PEKERJAAN  
Jalan Yos Sudarso No 18-22, Embong  
Kaliasin, Surabaya, Jawa Timur

GAMBAR	SKALA
PORTAL ARAH MEMANJANG	1 : 200

### KETERANGAN

FUNGSI BANGUNAN : GEDUNG DPRD  
KOTA SURABAYA  
KONDISI TANAH : TANAH LUNAK  
MUTU BETON : 35 MPA  
MUTU BAJA : 400 Mpa  
t poer : 1m  
Kedalaman Tiang Pancang : 20m

### DOSEN PEMBIMBING

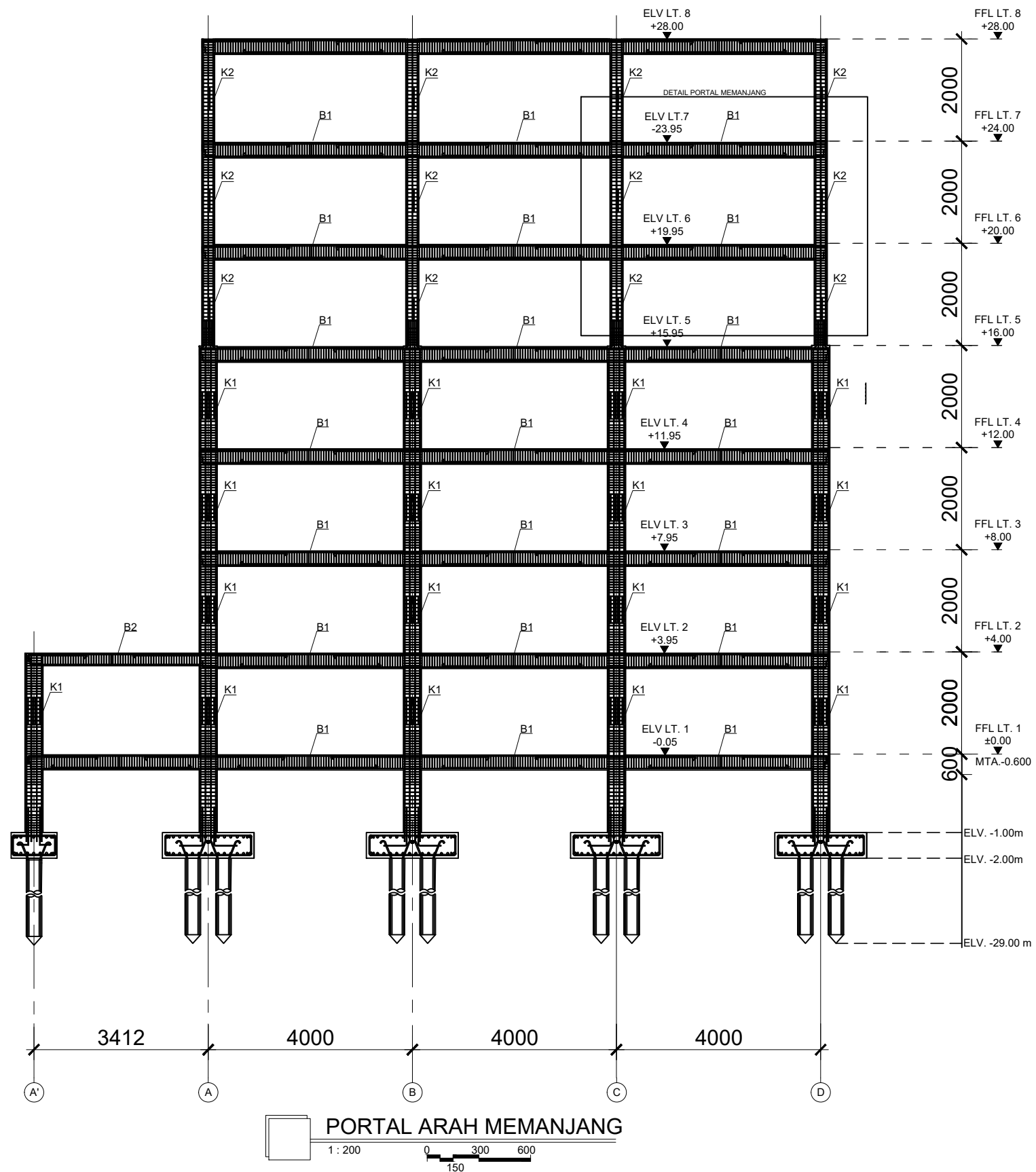
Dr. Ir. Dicky Imam Wahyudi, M.S.  
NIP: 195902091986031002

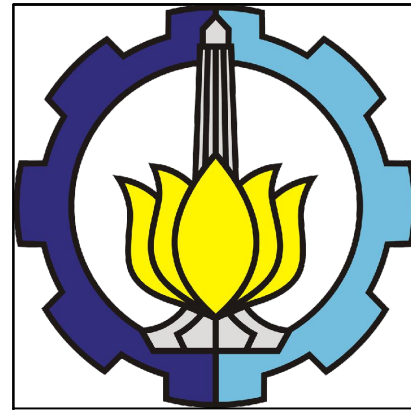
### NAMA MAHASISWA

ARMAND RIZALDY  
10111600000046

TAUFAN FAIRUS MAJID  
10111600000080

NAMA	NO. LEMBAR	JUMLAH LEMBAR
STR - 29	35	48





PROGRAM STUDI DIPLOMA III  
 DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
 FAKULTAS VOKASI  
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
 SURABAYA  
 2020

### TUGAS AKHIR

JUDUL  
 DESAIN STRUKTUR BANGUNAN GEDUNG DPRD KOTA SURABAYA BERDASARKAN  
 SISTEM RANGKA PEMIKUL MOMEN KHUSUS (SRPMK) DAN METODE  
 PELAKSANAAN PLAT-PLAT LANTAI DAN ATAP

NAMA PEKERJAAN  
 PEMBANGUNAN GEDUNG DPRD KOTA SURABAYA

LOKASI PEKERJAAN  
 Jalan Yos Sudarso No 18-22, Embong  
 Kaliasin, Surabaya, Jawa Timur

GAMBAR	SKALA
Detail Penulangan Balok Melintang	1 : 50

### KETERANGAN

Mutu Beton : 35 Mpa  
 Mutu Baja : 400 Mpa ( $\varnothing > 12\text{mm}$ )  
 240 Mpa ( $\varnothing < 12\text{mm}$ )  
 Fungsi Bangunan : Perkantoran  
 B/H Balok : 40/60cm

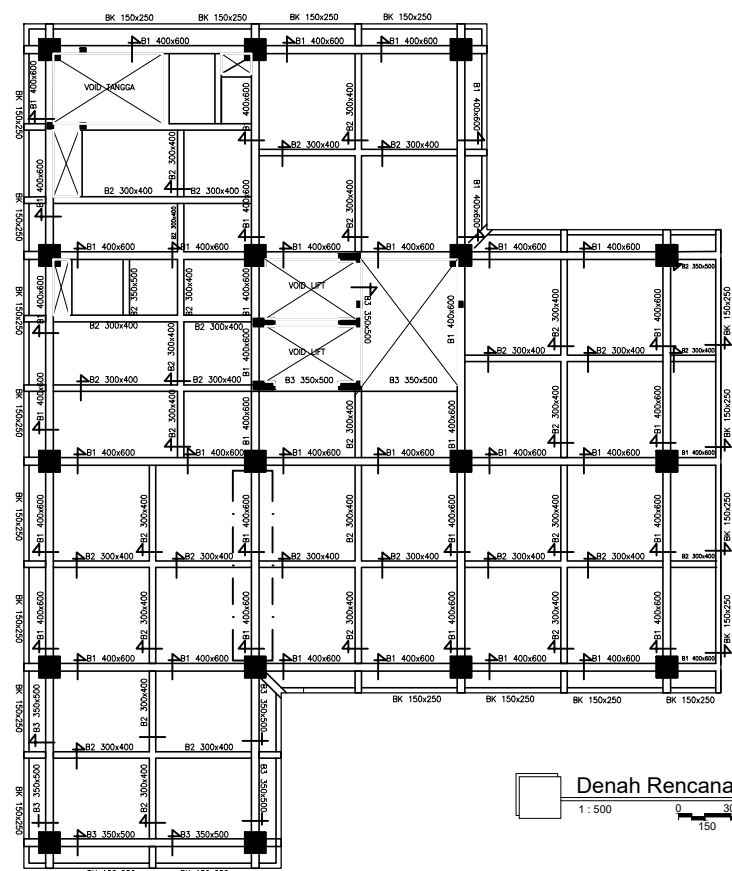
### DOSEN PEMBIMBING

Dr. Ir. Dicky Imam Wahyudi, M.S.  
 NIP: 195902091986031002

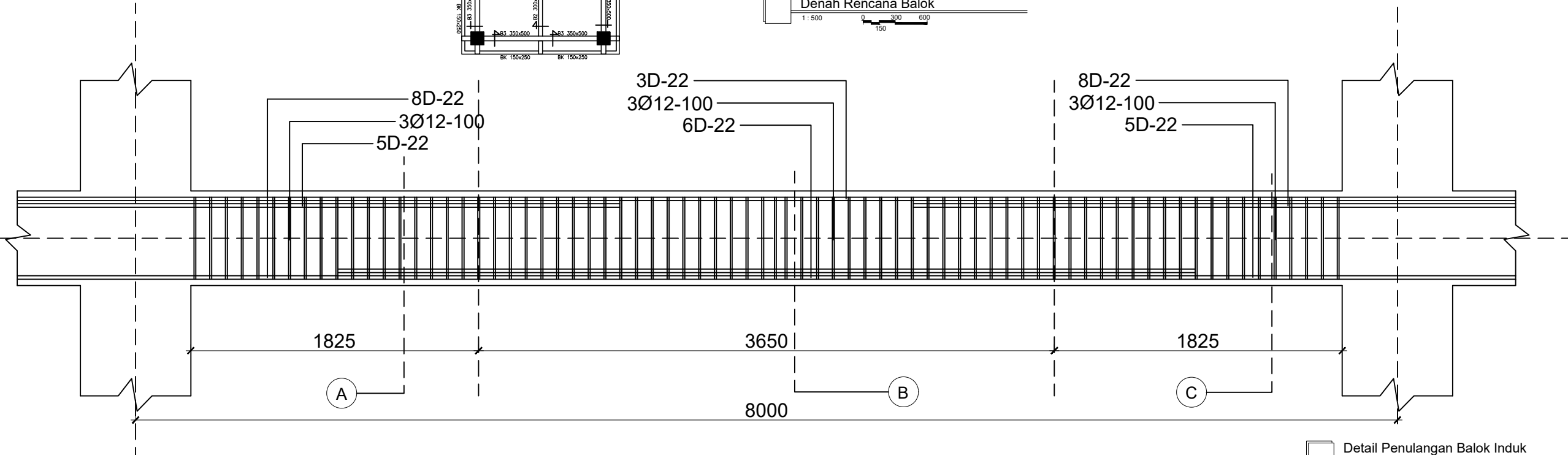
### NAMA MAHASISWA

ARMAND RIZALDY  
 1011160000046  
 TAUHAN FAIRUS MAJID  
 1011160000080

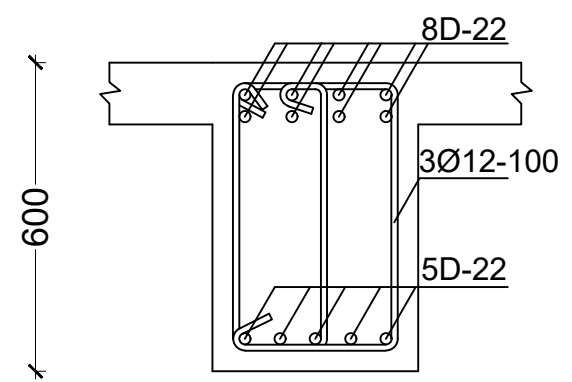
NAMA	NO. LEMBAR	JUMLAH LEMBAR
DTA - 03	36	48



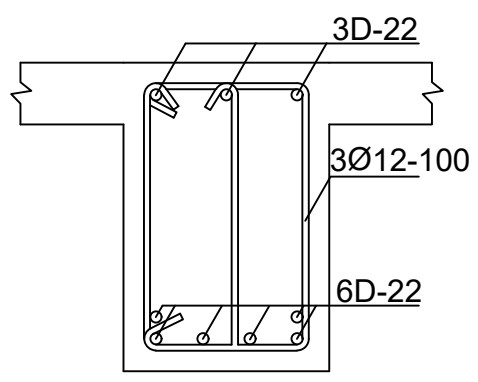
Denah Rencana Balok  
 1 : 500



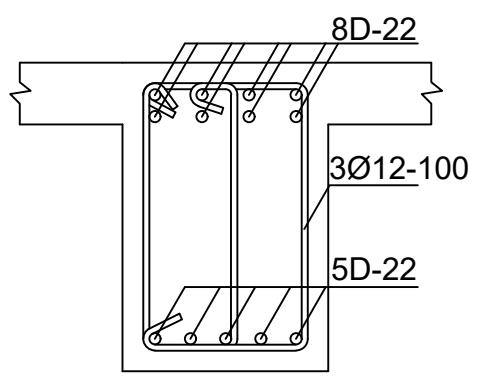
Detail Penulangan Balok Induk  
 1 : 50



Potongan A-A'  
 1 : 10



Potongan B-B'  
 1 : 10

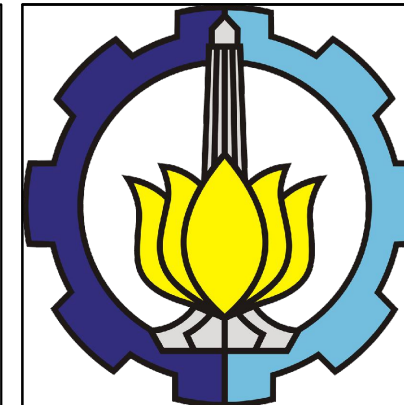


Potongan C-C'  
 1 : 10

Tumpuan Kiri

Lapangan

Tumpuan Kanan



PROGRAM STUDI DIPLOMA III  
 DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
 FAKULTAS VOKASI  
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
 SURABAYA  
 2020

### TUGAS AKHIR

JUDUL  
 DESAIN STRUKTUR BANGUNAN GEDUNG DPRD KOTA SURABAYA BERDASARKAN  
 SISTEM RANGKA PEMIKUL MOMEN KHUSUS (SRPMK) DAN METODE  
 PELAKSANAAN PLAT-PLAT LANTAI DAN ATAP

NAMA PEKERJAAN

PEMBANGUNAN GEDUNG DPRD KOTA SURABAYA

LOKASI PEKERJAAN

Jalan Yos Sudarso No 18-22, Embong  
 Kaliasin, Surabaya, Jawa Timur

GAMBAR

Detail Penulangan Balok  
 Memanjang

SKALA

1 : 50

### KETERANGAN

Mutu Beton : 35 Mpa  
 Mutu Baja : 400 Mpa ( $\varnothing > 12\text{mm}$ )  
 240 Mpa ( $\varnothing < 12\text{mm}$ )  
 Fungsi Bangunan : Perkantoran  
 B/H Balok : 40/60cm

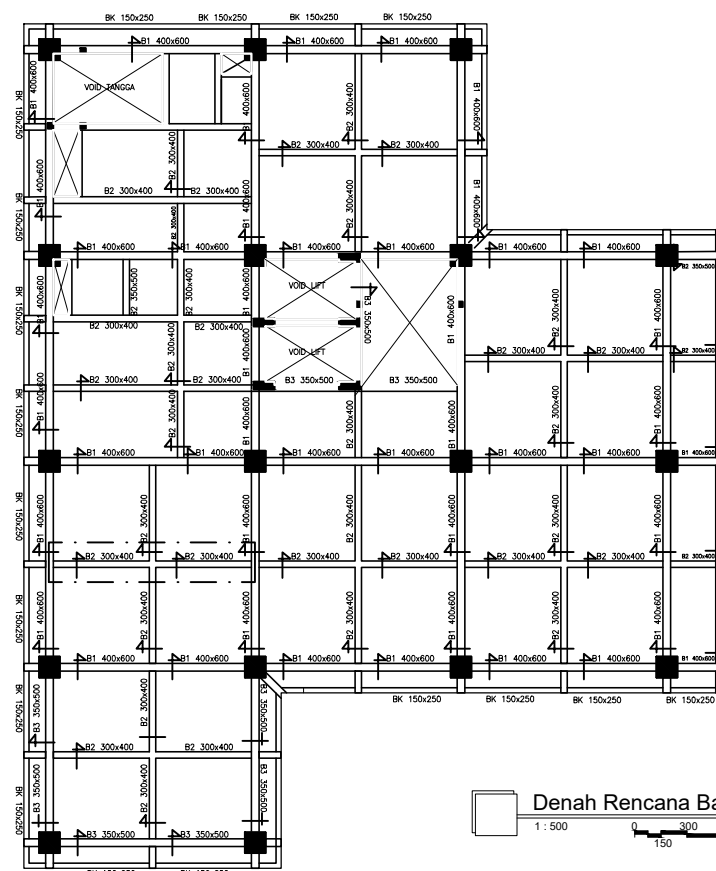
### DOSEN PEMBIMBING

Dr. Ir. Dicky Imam Wahyudi, M.S.  
 NIP: 195902091986031002

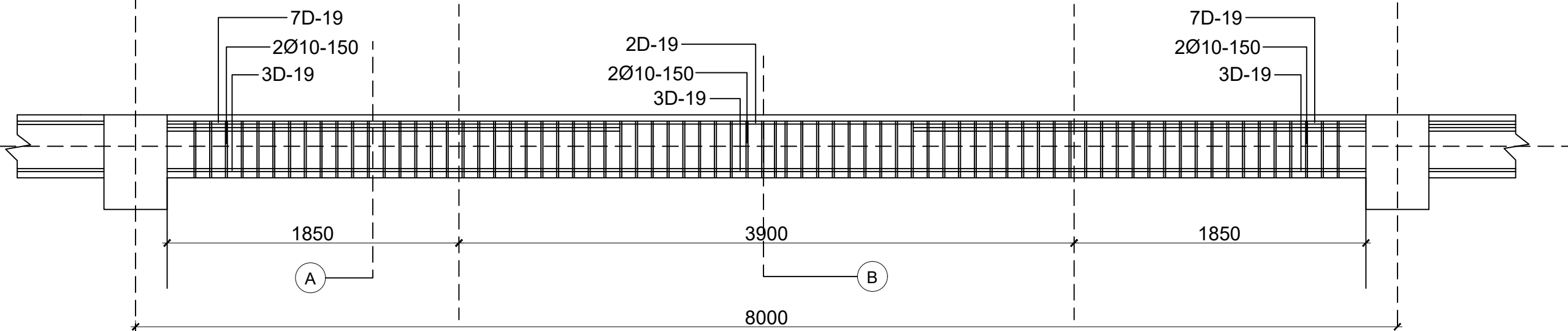
### NAMA MAHASISWA

ARMAND RIZALDY  
 1011160000046  
 TAUFAN FAIRUS MAJID  
 1011160000080

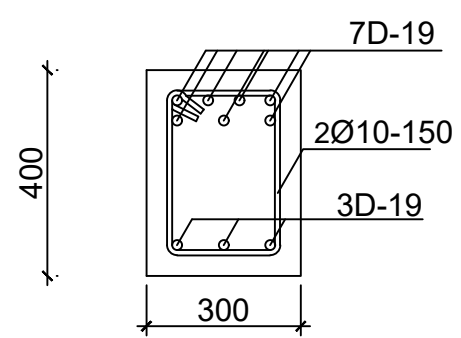
NAMA	NO. LEMBAR	JUMLAH LEMBAR
DTA - 04	37	48



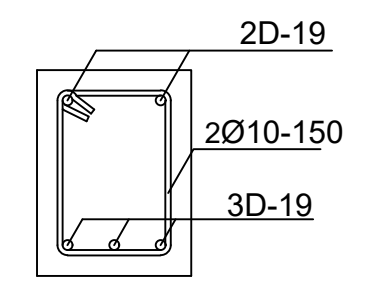
Denah Rencana Balok  
 1 : 50



Detail Penulangan Balok Anak  
 1 : 50



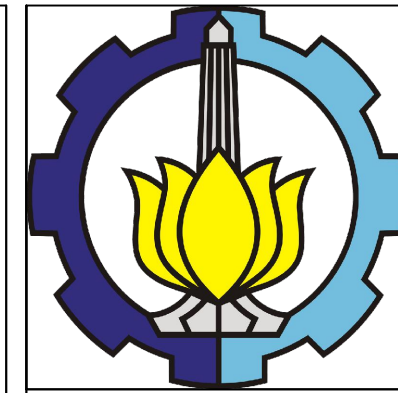
Potongan A-A'  
 1 : 10



Potongan B-B'  
 1 : 10

Potongan A-A'  
 1 : 10

Potongan B-B'  
 1 : 10



PROGRAM STUDI DIPLOMA III  
 DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
 FAKULTAS VOKASI  
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
 SURABAYA  
 2020

**TUGAS AKHIR**

JUDUL  
 DESAIN STRUKTUR BANGUNAN GEDUNG DPRD KOTA SURABAYA BERDASARKAN  
 SISTEM RANGKA PEMIKUL MOMEN KHUSUS (SRPMK) DAN METODE PELAKSANAAN  
 PLAT-PLAT LANTAI DAN ATAP

NAMA PEKERJAAN  
 PEMBANGUNAN GEDUNG DPRD KOTA SURABAYA

LOKASI PEKERJAAN  
 Jalan Yos Sudarso No 18-22, Embong  
 Kaliasin, Surabaya, Jawa Timur

GAMBAR	SKALA
DETAIL TULANGAN KOLOM K1 (700 x 700)mm	

**KETERANGAN**

FUNGSI BANGUNAN : GEDUNG DPRD KOTA  
 SURABAYA  
 KONDISI TANAH : TANAH LUNAK  
 MUTU BETON : 35 MPA  
 MUTU BAJA : 400 Mpa  
 JUMLAH TULANGAN LONGITUDINAL : 12-D25

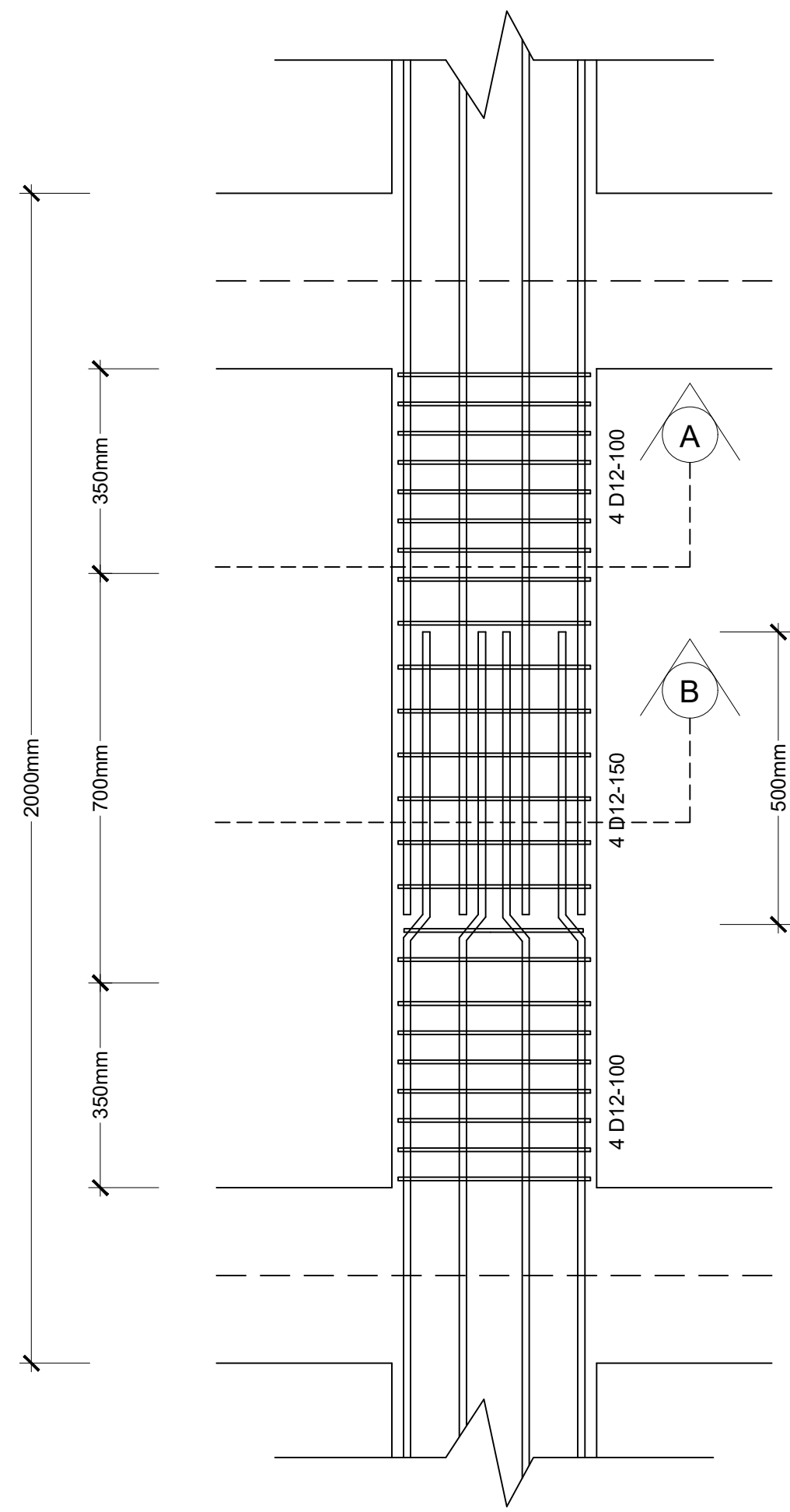
**DOSEN PEMBIMBING**

Dr. Ir. Dicky Imam Wahyudi, M.S.  
 NIP: 195902091986031002

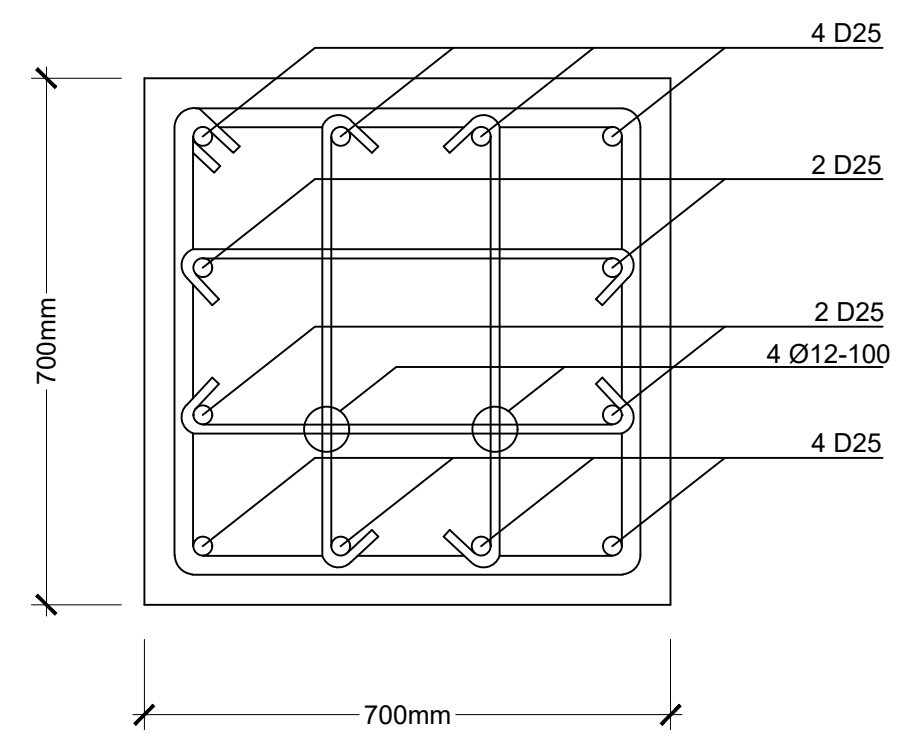
**NAMA MAHASISWA**

ARMAND RIZALDY  
 10111600000046  
 TAUFAN FAIRUS MAJID  
 10111600000080

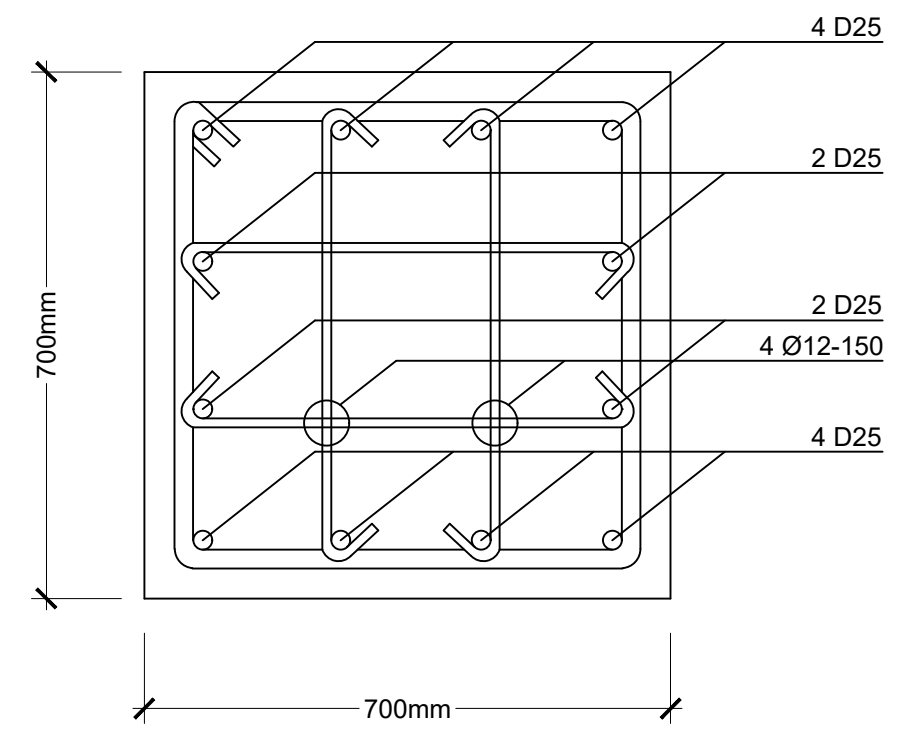
NAMA	NO. LEMBAR	JUMLAH LEMBAR
DTA - 05	38	48



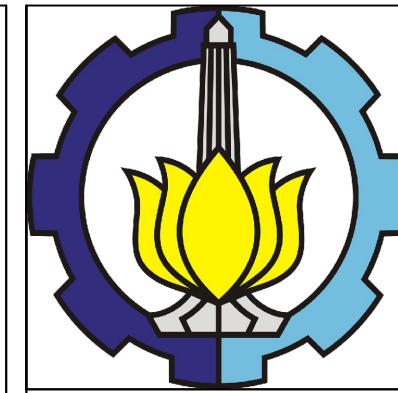
**PENULANGAN KOLOM K1 (700mm x 700mm)**  
 1 : 50  
 0 150 300 600



**Potongan A-A**  
 1 : 10  
 0 150 300 600



**Potongan B-B**  
 1 : 10  
 0 150 300 600



PROGRAM STUDI DIPLOMA III  
 DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
 FAKULTAS VOKASI  
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
 SURABAYA  
 2020

**TUGAS AKHIR**

JUDUL  
 DESAIN STRUKTUR BANGUNAN GEDUNG DPRD KOTA SURABAYA BERDASARKAN  
 SISTEM RANGKA PEMIKUL MOMEN KHUSUS (SRPMK) DAN METODE PELAKSANAAN  
 PLAT-PLAT LANTAI DAN ATAP

NAMA PEKERJAAN  
 PEMBANGUNAN GEDUNG DPRD KOTA SURABAYA

LOKASI PEKERJAAN  
 Jalan Yos Sudarso No 18-22, Embong  
 Kaliasin, Surabaya, Jawa Timur

GAMBAR	SKALA
DETAIL TULANGAN KOLOM K1 (700 x 700)mm	

**KETERANGAN**

FUNGSI BANGUNAN : GEDUNG DPRD KOTA  
 SURABAYA  
 KONDISI TANAH : TANAH LUNAK  
 MUTU BETON : 35 MPA  
 MUTU BAJA : 400 Mpa  
 JUMLAH TULANGAN LONGITUDINAL : 8-D22

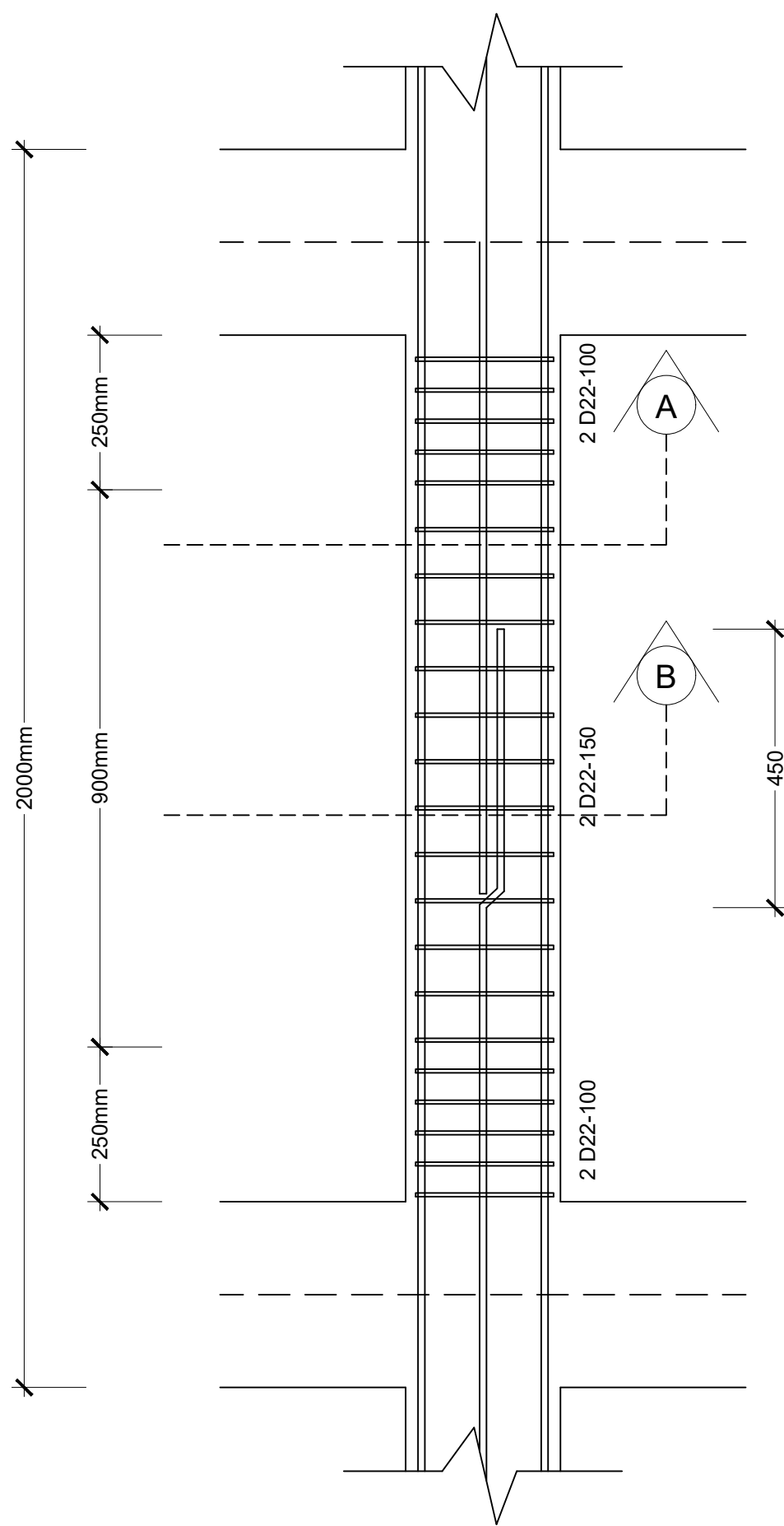
**DOSEN PEMBIMBING**

Dr. Ir. Dicky Imam Wahyudi, M.S.  
 NIP: 195902091986031002

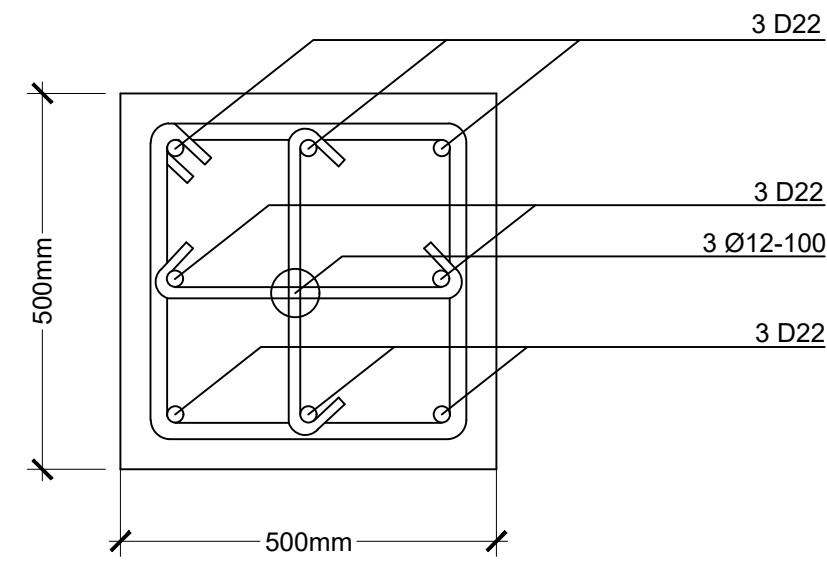
**NAMA MAHASISWA**

ARMAND RIZALDY  
 10111600000046  
 TAUFAN FAIRUS MAJID  
 10111600000080

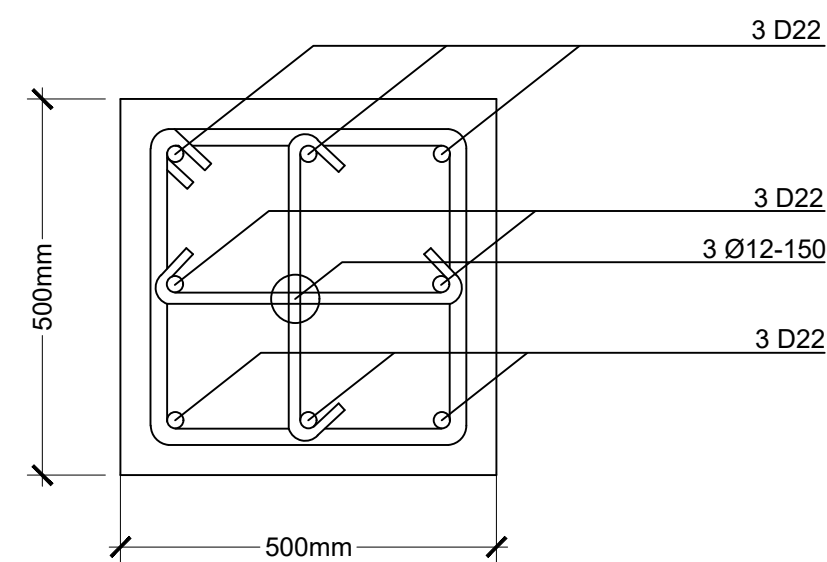
NAMA	NO. LEMBAR	JUMLAH LEMBAR
DTA - 06	39	48



**PENULANGAN KOLOM K2 (500mm x 500mm)**  
 1 : 50

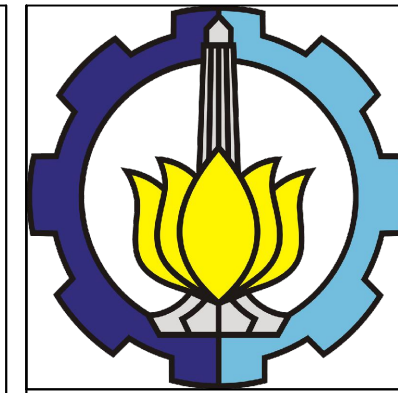


**Potongan A-A**  
 1 : 10



**Potongan B-B**  
 1 : 10





PROGRAM STUDI DIPLOMA III  
 DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
 FAKULTAS VOKASI  
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
 SURABAYA  
 2020

**TUGAS AKHIR**

JUDUL  
 DESAIN STRUKTUR BANGUNAN GEDUNG DPRD KOTA SURABAYA BERDASARKAN  
 SISTEM RANGKA PENKUL MOMEN KHUSUS (SRPMK) DAN METODE PELAKSANAAN  
 PLAT-PLAT LANTAI DAN ATAP

NAMA PEKERJAAN  
 PEMBANGUNAN GEDUNG DPRD KOTA SURABAYA

LOKASI PEKERJAAN  
 Jalan Yos Sudarso No 18-22, Embong  
 Kaliasin, Surabaya, Jawa Timur

GAMBAR	SKALA
DETAIL TULANGAN KOLOM K1 (700 x 700)mm	

**KETERANGAN**

FUNGSI BANGUNAN : GEDUNG DPRD KOTA  
 SURABAYA  
 KONDISI TANAH : TANAH LUNAK  
 MUTU BETON : 35 MPA  
 MUTU BAJA : 400 Mpa  
 JUMLAH TULANGAN LONGITUDINAL : 12-D25

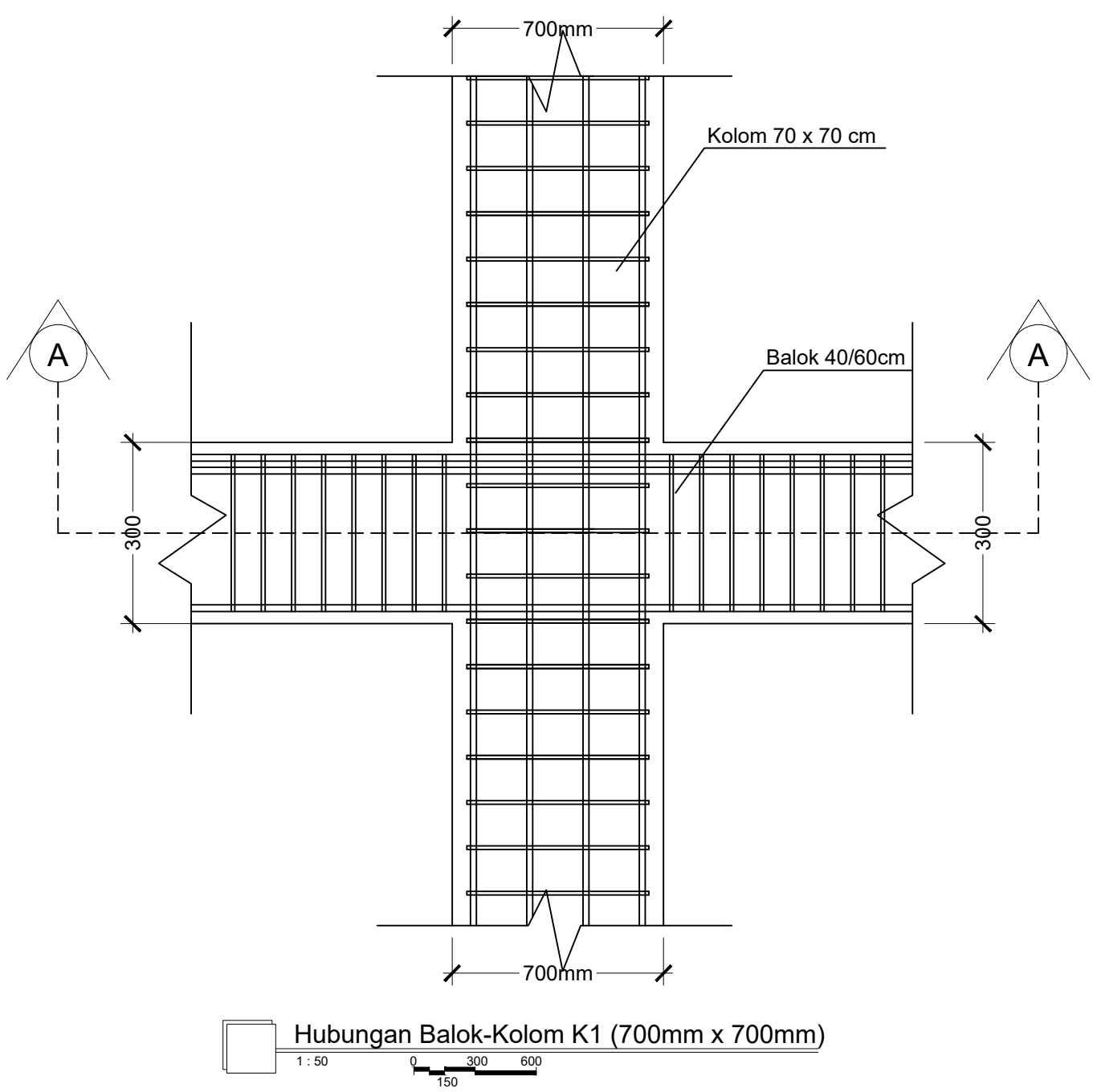
**DOSEN PEMBIMBING**

Dr. Ir. Dicky Imam Wahyudi, M.S.  
 NIP: 195902091986031002

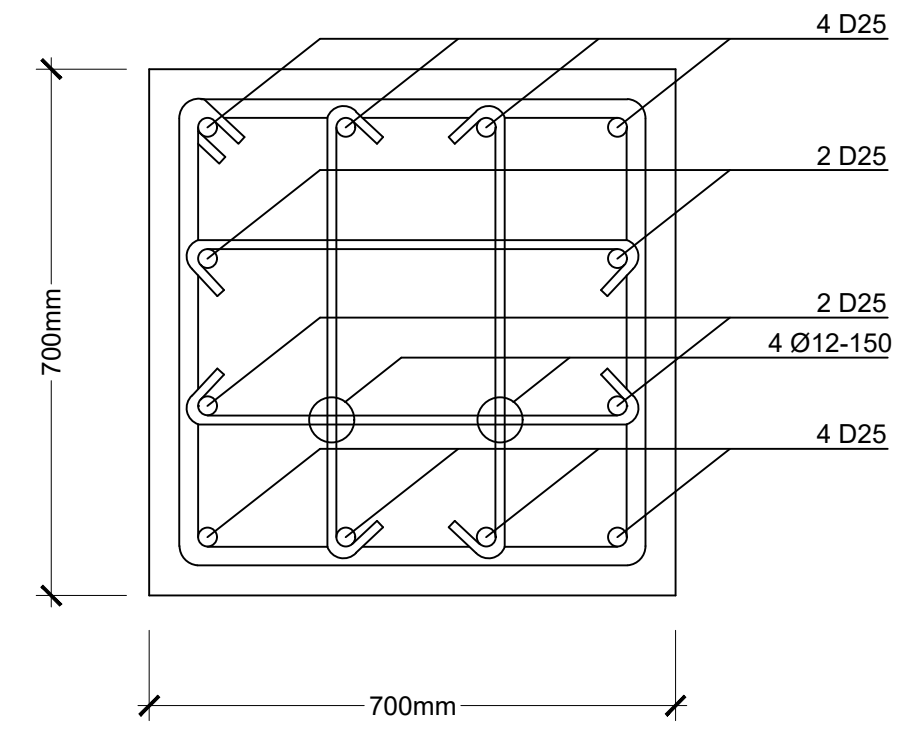
**NAMA MAHASISWA**

ARMAND RIZALDY  
 10111600000046  
 TAUFAN FAIRUS MAJID  
 10111600000080

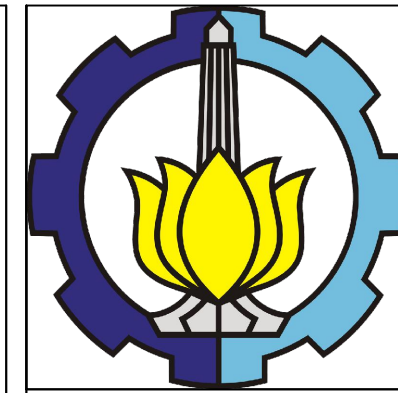
NAMA	NO. LEMBAR	JUMLAH LEMBAR
DTA - 07	40	48



Hubungan Balok-Kolom K1 (700mm x 700mm)  
 1 : 50



Detail Hubungan Balok-Kolom K1 (700mm x 700mm)  
 1 : 10



PROGRAM STUDI DIPLOMA III  
 DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
 FAKULTAS VOKASI  
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
 SURABAYA  
 2020

**TUGAS AKHIR**

JUDUL  
 DESAIN STRUKTUR BANGUNAN GEDUNG DPRD KOTA SURABAYA BERDASARKAN  
 SISTEM RANGKA PEMIKUL MOMEN KHUSUS (SRPMK) DAN METODE PELAKSANAAN  
 PLAT-PLAT LANTAI DAN ATAP

NAMA PEKERJAAN  
 PEMBANGUNAN GEDUNG DPRD KOTA SURABAYA

LOKASI PEKERJAAN  
 Jalan Yos Sudarso No 18-22, Embong  
 Kaliasin, Surabaya, Jawa Timur

GAMBAR	SKALA
DETAIL TULANGAN KOLOM K2 (500 x 500)mm	

**KETERANGAN**

FUNGSI BANGUNAN : GEDUNG DPRD KOTA  
 SURABAYA  
 KONDISI TANAH : TANAH LUNAK  
 MUTU BETON : 35 MPA  
 MUTU BAJA : 400 Mpa  
 JUMLAH TULANGAN LONGITUDINAL : 8-D22

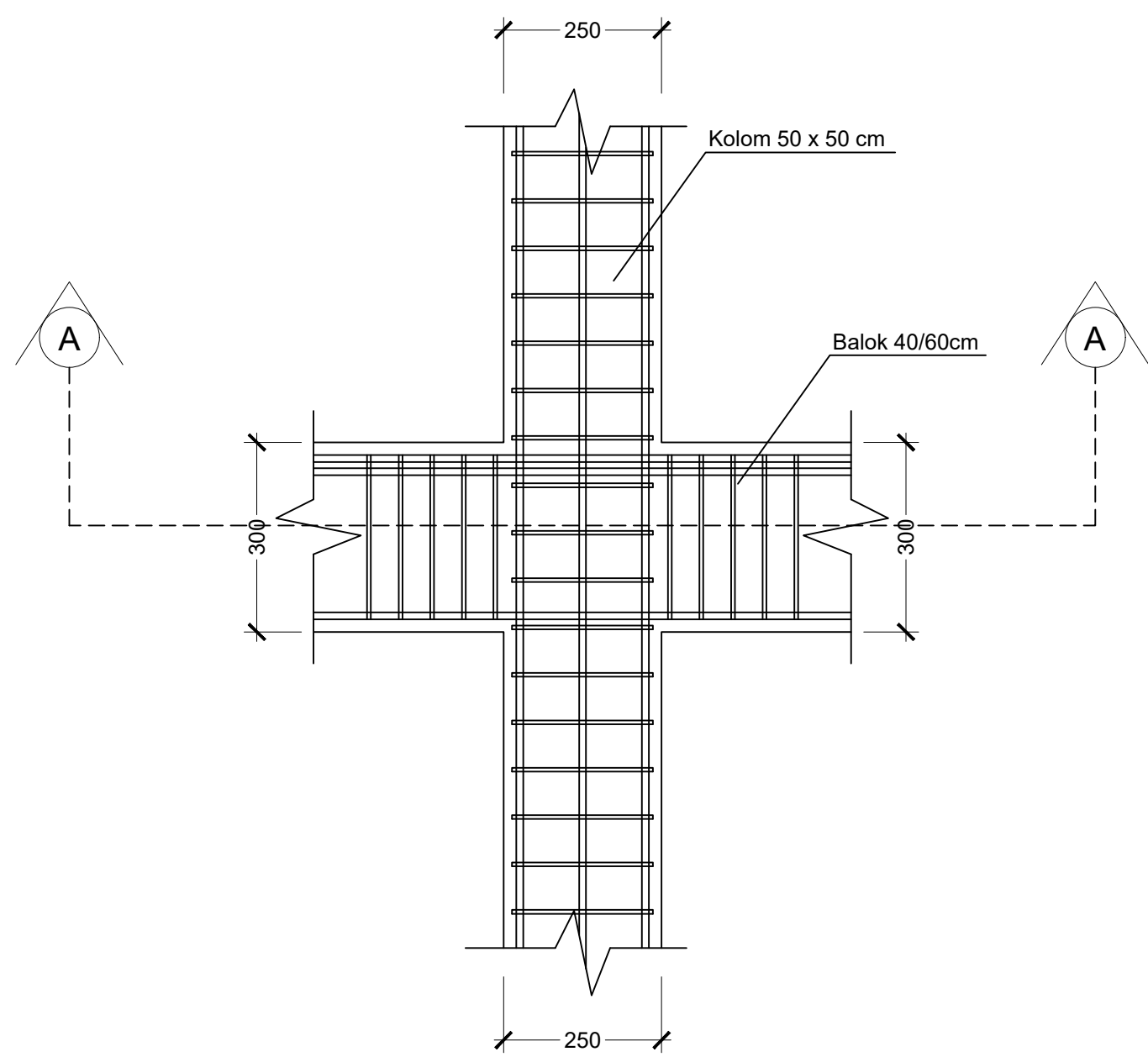
**DOSEN PEMBIMBING**

Dr. Ir. Dicky Imam Wahyudi, M.S.  
 NIP: 195902091986031002

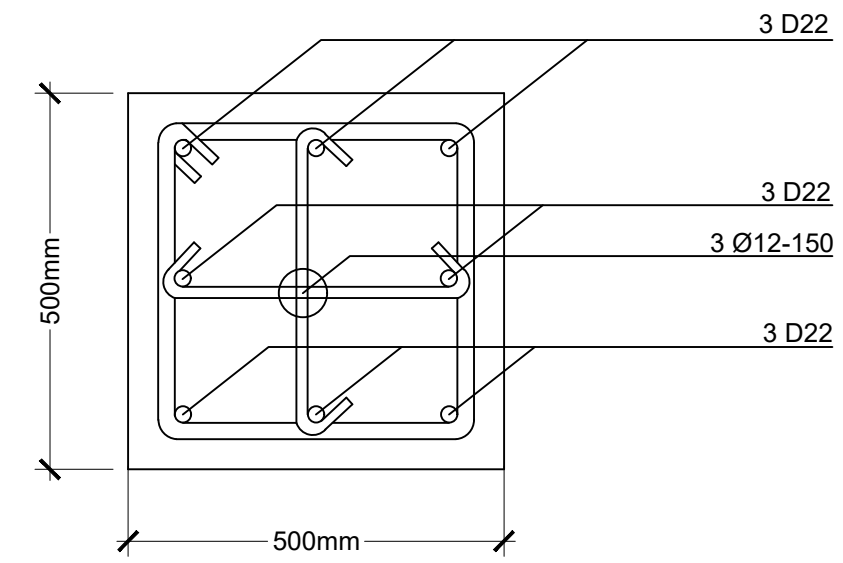
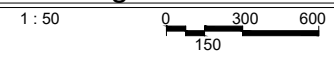
**NAMA MAHASISWA**

ARMAND RIZALDY  
 10111600000046  
 TAUFAN FAIRUS MAJID  
 10111600000080

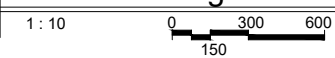
NAMA	NO. LEMBAR	JUMLAH LEMBAR
DTA - 08	41	48



Hubungan Balok-Kolom K2 (500mm x 500mm)  
 1 : 50



Detail Hubungan Balok-Kolom K2 (500mm x 500mm)  
 1 : 10





PROGRAM STUDI DIPLOMA III  
 DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
 FAKULTAS VOKASI  
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
 SURABAYA  
 2020

**TUGAS AKHIR**

JUDUL  
 DESAIN STRUKTUR BANGUNAN GEDUNG DPRD KOTA SURABAYA BERDASARKAN  
 SISTEM RANGKA PEMUL MOMEN KHUSUS (SRPMK) DAN METODE PELAKSANAAN  
 PLAT-PLAT LANTAI DAN ATAP

NAMA PEKERJAAN  
 PEMBANGUNAN GEDUNG DPRD KOTA SURABAYA

LOKASI PEKERJAAN  
 Jalan Yos Sudarso No 18-22, Embong  
 Kaliasin, Surabaya, Jawa Timur

GAMBAR	SKALA
DETAIL SAMBUNGAN LEWATAN HUBUNGAN BALOK KOLOM K1-K2	

**KETERANGAN**

FUNGSI BANGUNAN : GEDUNG DPRD  
 KOTA SURABAYA  
 KONDISI TANAH : TANAH LUNAK  
 MUTU BETON : 35 MPA  
 MUTU BAJA : 400 Mpa  
 SAMBUNGAN LEWATAN : 1000mm

**DOSEN PEMBIMBING**

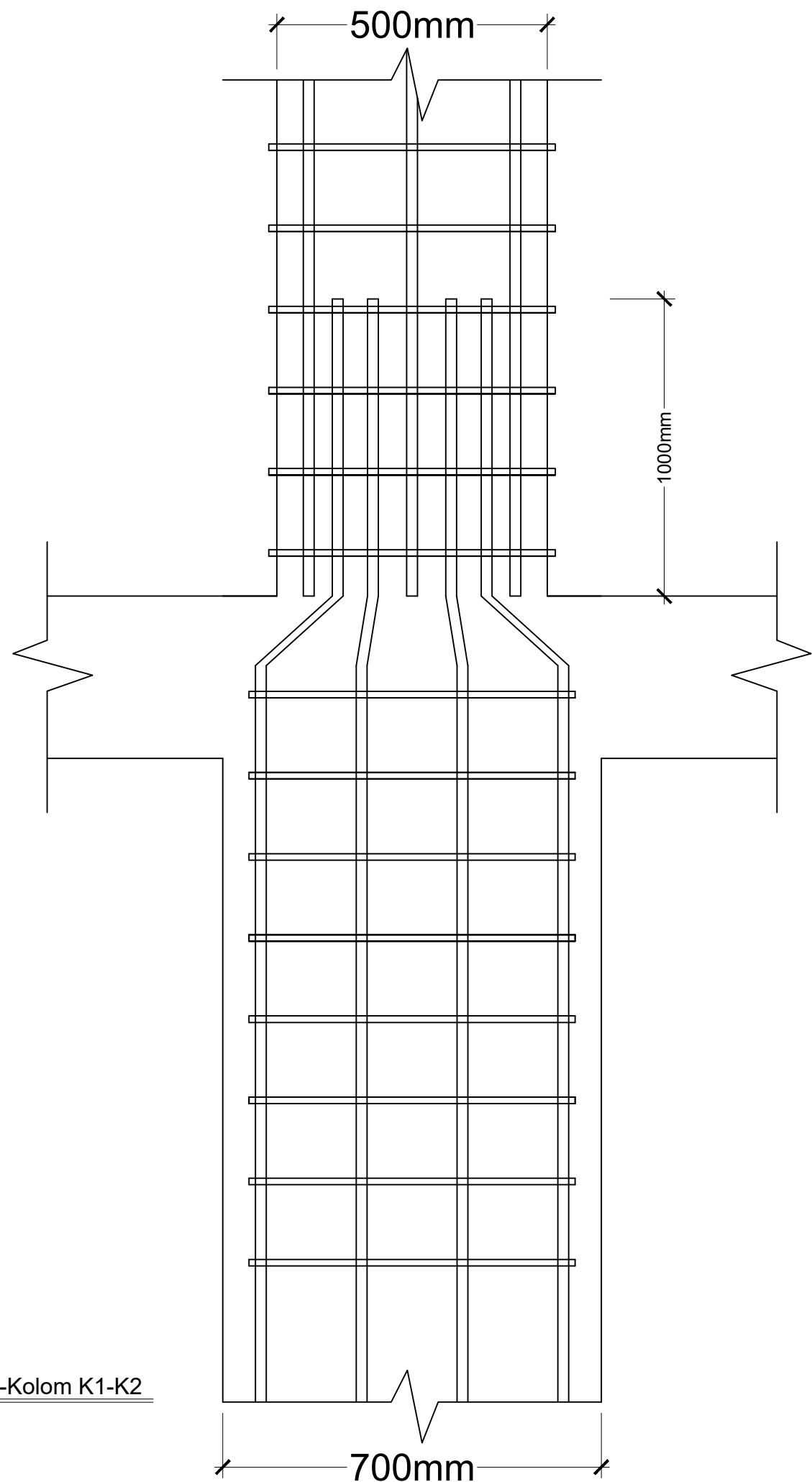
Dr. Ir. Dicky Imam Wahyudi, M.S.  
 NIP: 195902091986031002

**NAMA MAHASISWA**

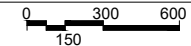
ARMAND RIZALDY  
 10111600000046  
 TAUFAN FAIRUS MAJID  
 10111600000080

NAMA	NO. LEMBAR	JUMLAH LEMBAR
------	------------	---------------

DTA - 09 42 48



Detail Hubungan Balok-Kolom K1-K2  
 1 : 50





PROGRAM STUDI DIPLOMA III  
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
FAKULTAS VOKASI  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA  
2020

**TUGAS AKHIR**

JUDUL  
DESAIN STRUKTUR BANGUNAN GEDUNG DPRD KOTA SURABAYA BERDASARKAN  
SISTEM RANGKA PEMIKUL MOMEN KHUSUS (SRPMK) DAN METODE PELAKSANAAN  
PLAT-PLAT LANTAI DAN ATAP

NAMA PEKERJAAN  
PEMBANGUNAN GEDUNG DPRD KOTA SURABAYA

LOKASI PEKERJAAN  
Jalan Yos Sudarso No 18-22, Embong  
Kaliasin, Surabaya, Jawa Timur

GAMBAR	SKALA
DETAIL PORTAL ARAH MEMANJANG	1 : 50

**KETERANGAN**

FUNGSI BANGUNAN : GEDUNG DPRD  
KOTA SURABAYA  
KONDISI TANAH : TANAH LUNAK  
MUTU BETON : 35 MPA  
MUTU BAJA : 400 Mpa

**DOSEN PEMBIMBING**

Dr. Ir. Dicky Imam Wahyudi, M.S.  
NIP: 195902091986031002

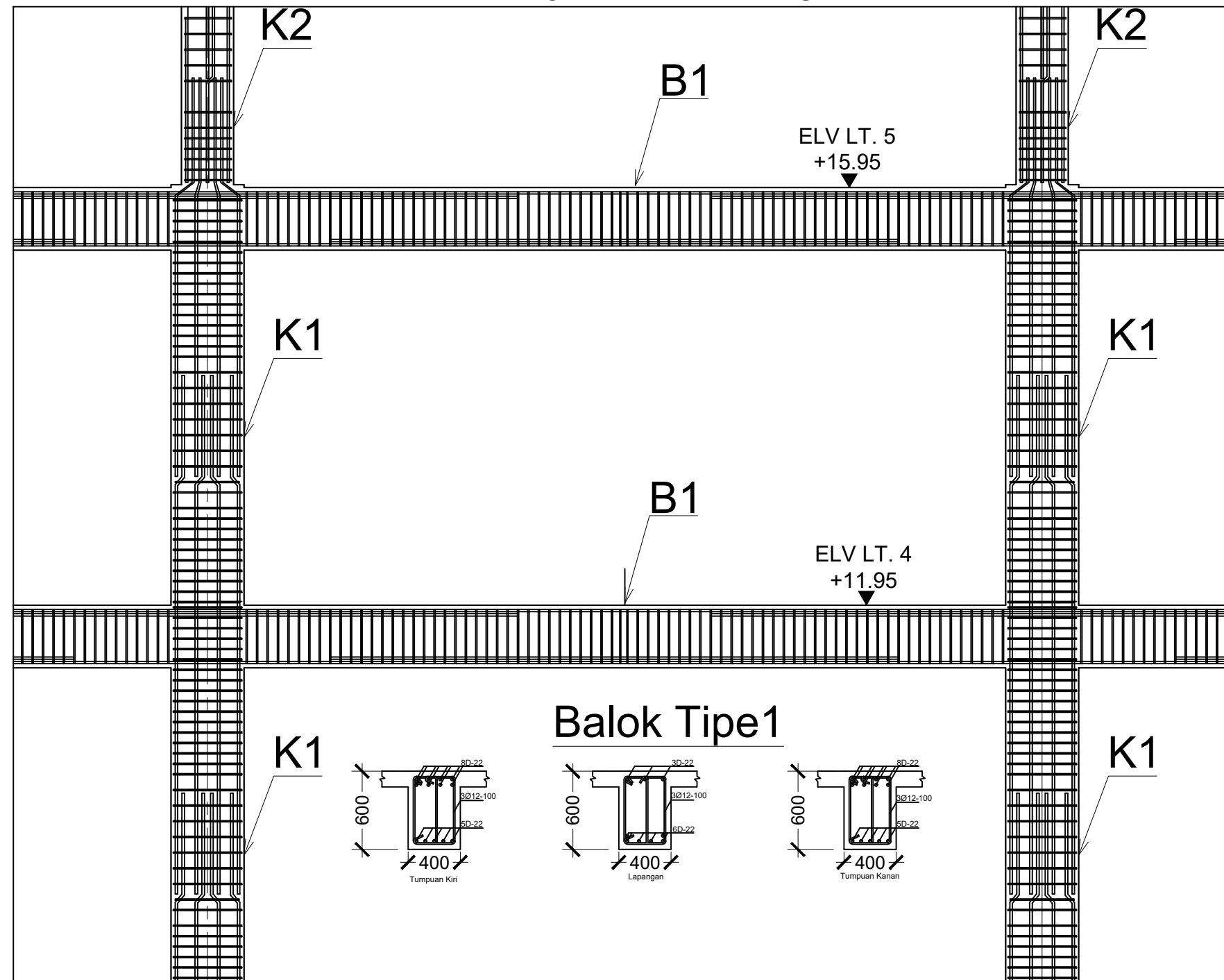
**NAMA MAHASISWA**

ARMAND RIZALDY  
10111600000046

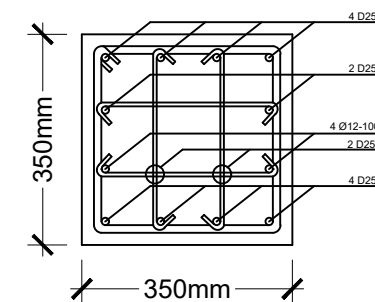
TAUFAN FAIRUS MAJID  
10111600000080

NAMA	NO. LEMBAR	JUMLAH LEMBAR
DTA - 10	43	48

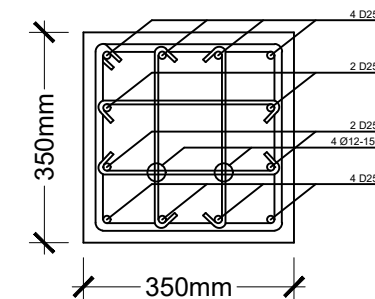
**DETAIL PORTAL MELINTANG**



**Kolom Tipe 2  
(K1)**

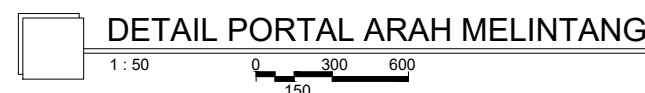
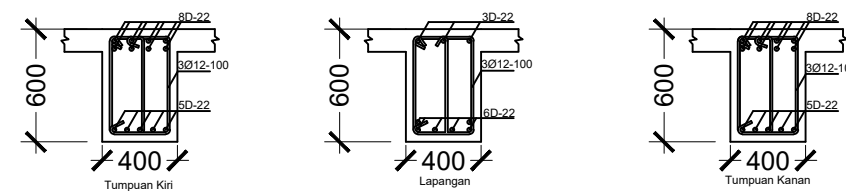


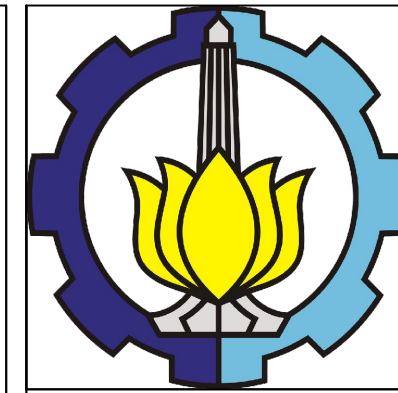
**TUMPUAN**



**LAPANGAN**

**Balok Tipe 1**





PROGRAM STUDI DIPLOMA III  
 DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
 FAKULTAS VOKASI  
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
 SURABAYA  
 2020

**TUGAS AKHIR**

JUDUL  
 DESAIN STRUKTUR BANGUNAN GEDUNG DPRD KOTA SURABAYA BERDASARKAN  
 SISTEM RANGKA PEMULU MOMEN KHUSUS (SRPMK) DAN METODE PELAKSANAAN  
 PLAT-PLAT LANTAI DAN ATAP

NAMA PEKERJAAN  
 PEMBANGUNAN GEDUNG DPRD KOTA SURABAYA

LOKASI PEKERJAAN

Jalan Yos Sudarso No 18-22, Embong  
 Kaliasin, Surabaya, Jawa Timur

GAMBAR SKALA

DETAIL PORTAL ARAH  
 MEMANJANG 1 : 50

**KETERANGAN**

FUNGSI BANGUNAN : GEDUNG DPRD  
 KOTA SURABAYA  
 KONDISI TANAH : TANAH LUNAK  
 MUTU BETON : 35 MPA  
 MUTU BAJA : 400 Mpa

**DOSEN PEMBIMBING**

Dr. Ir. Dicky Imam Wahyudi, M.S.  
 NIP: 195902091986031002

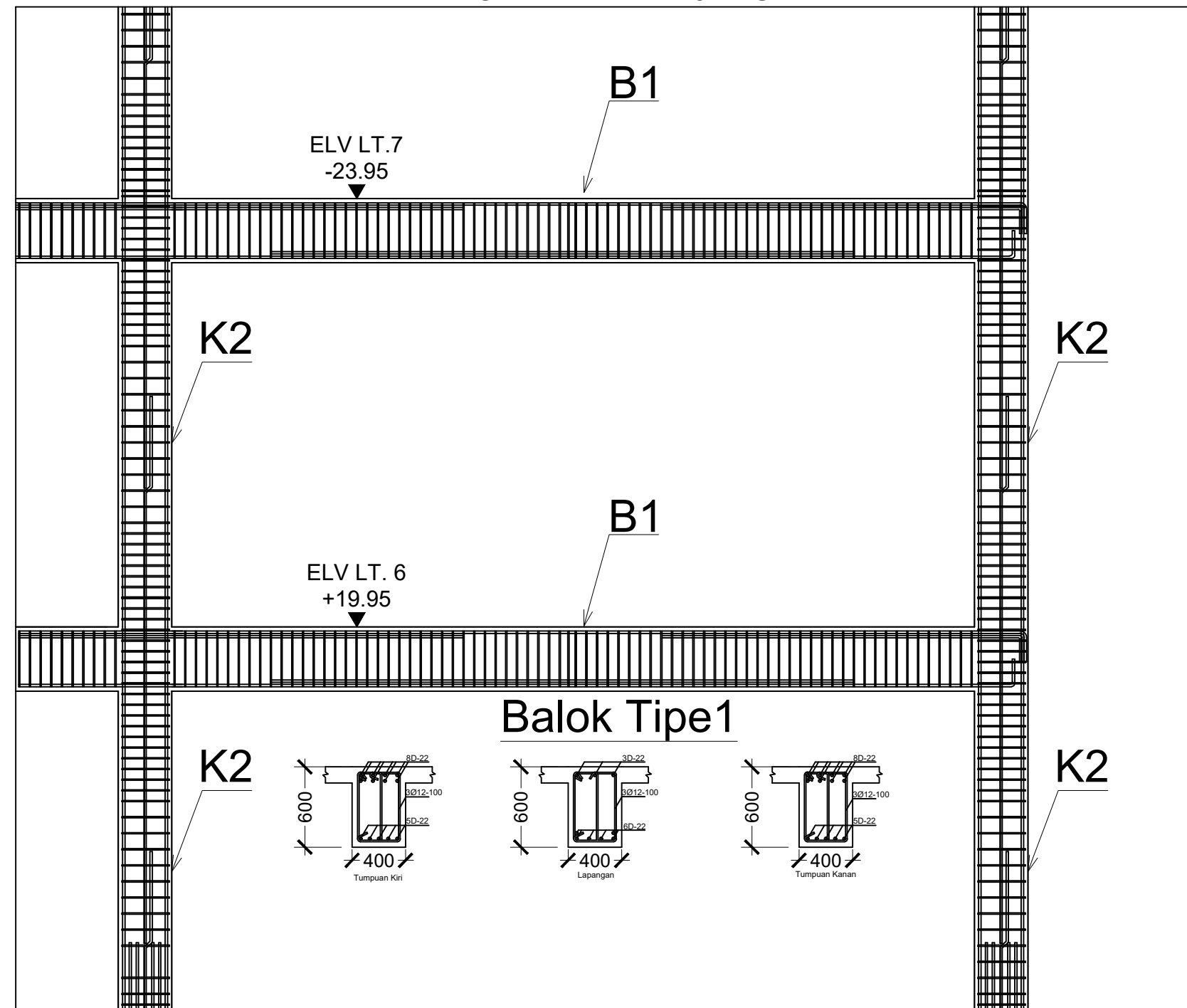
**NAMA MAHASISWA**

ARMAND RIZALDY  
 10111600000046

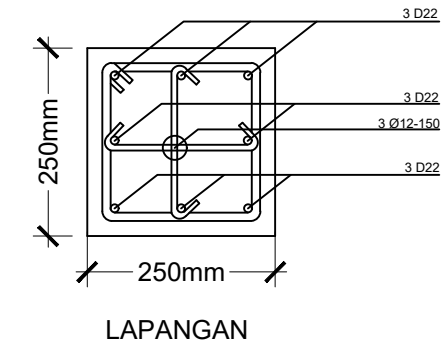
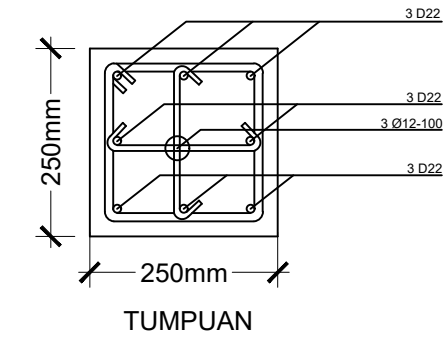
TAUFAN FAIRUS MAJID  
 10111600000080

NAMA	NO. LEMBAR	JUMLAH LEMBAR
DTA - 11	44	48

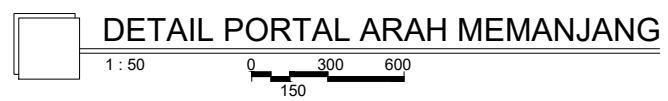
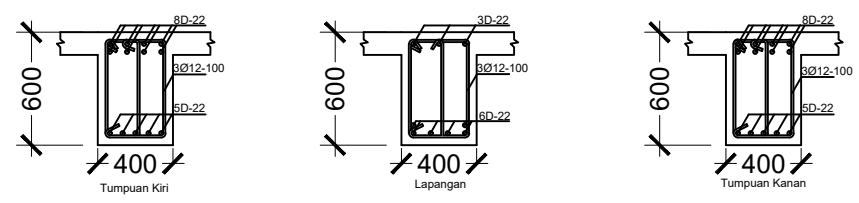
**DETAIL PORTAL MEMANJANG**



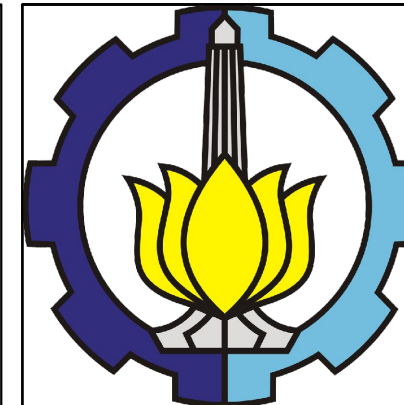
**Kolom Tipe 2  
(K2)**



**Balok Tipe 1**



**DETAIL PORTAL ARAH MEMANJANG**



PROGRAM STUDI DIPLOMA III  
 DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
 FAKULTAS VOKASI  
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
 SURABAYA  
 2020

### TUGAS AKHIR

JUDUL  
 DESAIN STRUKTUR BANGUNAN GEDUNG DPRD KOTA SURABAYA BERDASARKAN  
 SISTEM RANGKA PEMIKUL MOMEN KHUSUS (SRPMK) DAN METODE  
 PELAKSANAAN PLAT-PLAT LANTAI DAN ATAP

NAMA PEKERJAAN  
 PEMBANGUNAN GEDUNG DPRD KOTA SURABAYA

LOKASI PEKERJAAN  
 Jalan Yos Sudarso No 18-22, Embong  
 Kaliasin, Surabaya, Jawa Timur

GAMBAR	SKALA
DENAH PONDASI	1 : 150

### KETERANGAN

KET	DIMENSION
P1	300cm x 150cm
P2	300cm x 300cm
P3	150cm x 150cm

### DOSEN PEMBIMBING

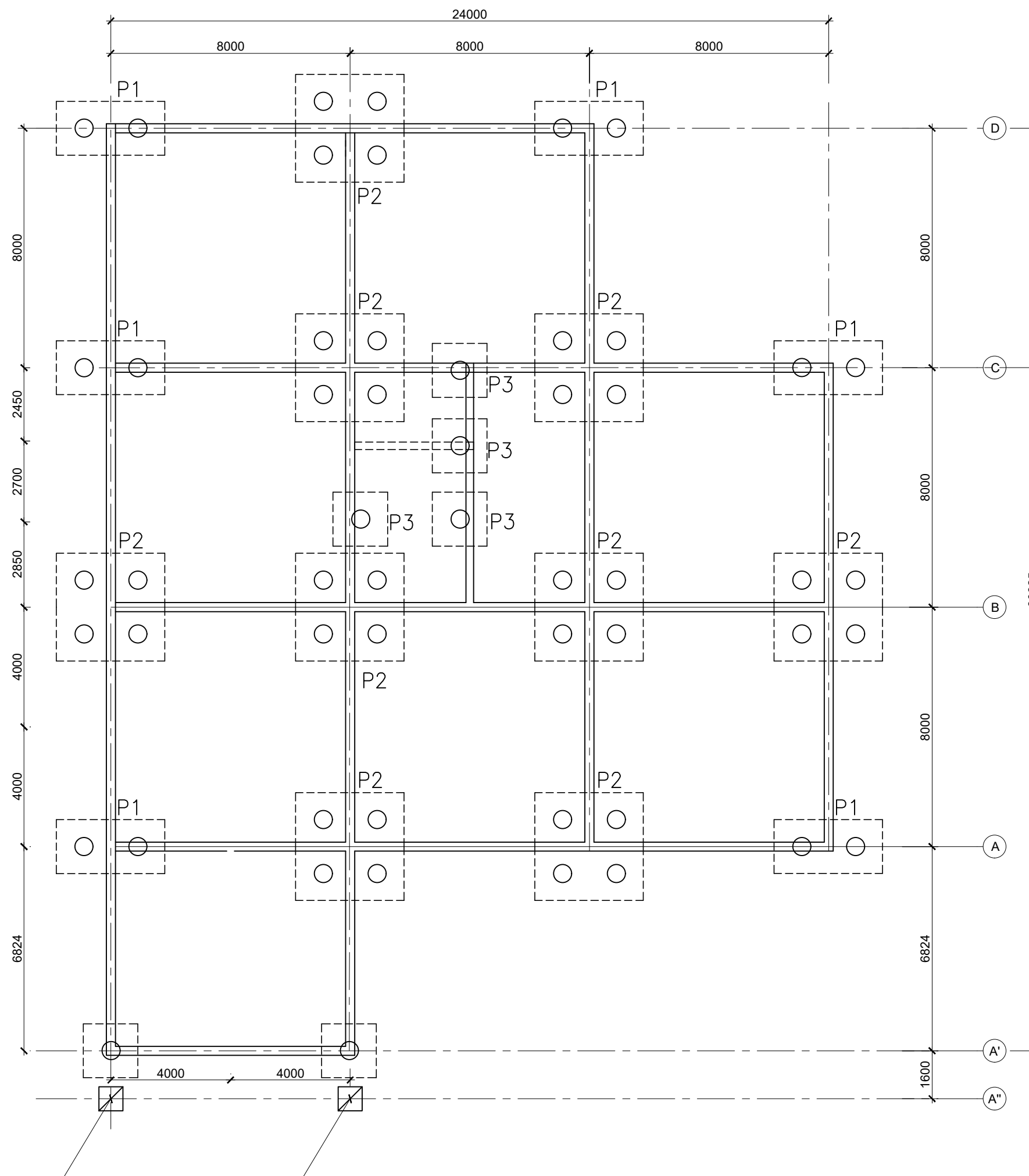
Dr. Ir. Dicky Imam Wahyudi, M.S.  
 NIP: 195902091986031002

### NAMA MAHASISWA

ARMAND RIZALDY  
 10111600000046

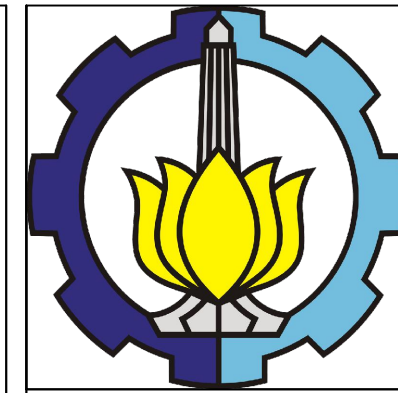
TAUFAN FAIRUS MAJID  
 10111600000080

NAMA	NO. LEMBAR	JUMLAH LEMBAR
STR - 30	45	48



KOLOM EKSISTING

DENAH PONDASI PILE CAP  
 1 : 150



PROGRAM STUDI DIPLOMA III  
 DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
 FAKULTAS VOKASI  
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
 SURABAYA  
 2020

**TUGAS AKHIR**

JUDUL  
 DESAIN STRUKTUR BANGUNAN GEDUNG DPRD KOTA SURABAYA BERDASARKAN  
 SISTEM RANGKA PEMUL MOMEN KHUSUS (SRPMK) DAN METODE PELAKSANAAN  
 PLAT-PLAT LANTAI DAN ATAP

NAMA PEKERJAAN  
 PEMBANGUNAN GEDUNG DPRD KOTA SURABAYA

LOKASI PEKERJAAN  
 Jalan Yos Sudarso No 18-22, Embong  
 Kaliasin, Surabaya, Jawa Timur

GAMBAR	SKALA
DETAIL PONDASI P1 (3,6m x 1,8m)	

**KETERANGAN**

FUNGSI BANGUNAN : GEDUNG DPRD  
 KOTA SURABAYA  
 KONDISI TANAH : TANAH LUNAK  
 MUTU BETON : 35 MPA  
 MUTU BAJA : 400 Mpa  
 t poer : 1m  
 Kedalaman Tiang Pancang : 29m

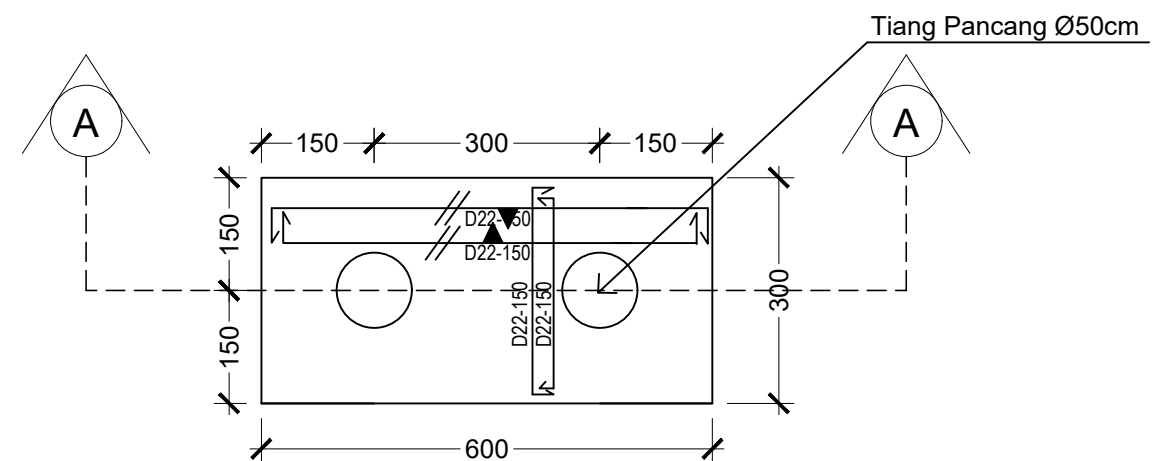
**DOSEN PEMBIMBING**

Dr. Ir. Dicky Imam Wahyudi, M.S.  
 NIP: 195902091986031002

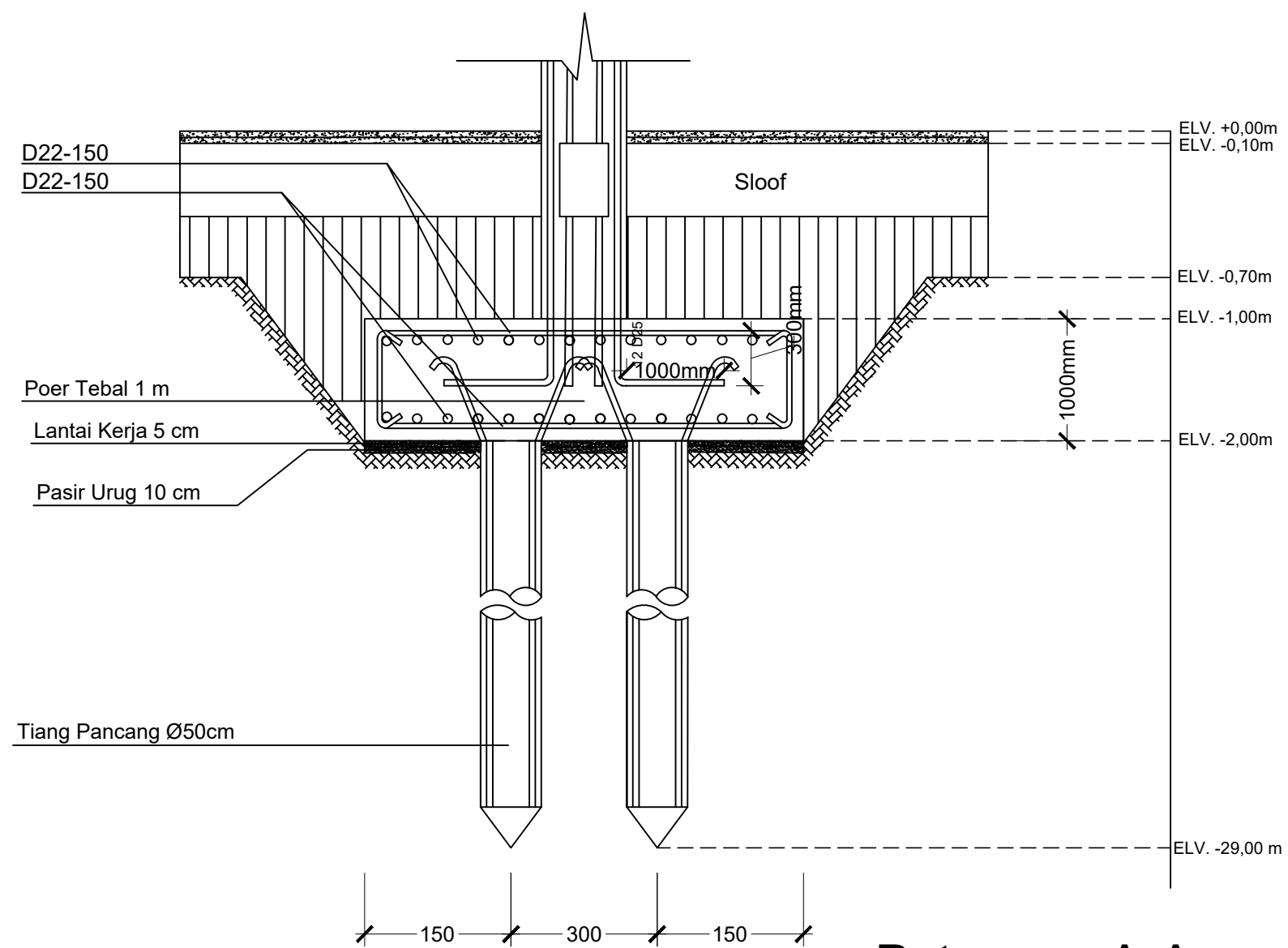
**NAMA MAHASISWA**

ARMAND RIZALDY  
 10111600000046  
 TAUFAN FAIRUS MAJID  
 10111600000080

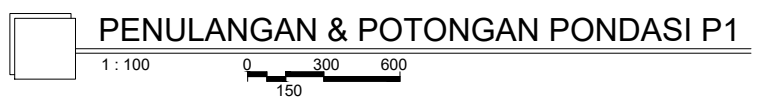
NAMA	NO. LEMBAR	JUMLAH LEMBAR
STR - 31	46	48



**Penulangan Pondasi P1**  
 SKALA 1 : 50



**Potongan A-A**  
 SKALA 1 : 50



**PENULANGAN & POTONGAN PONDASI P1**



PROGRAM STUDI DIPLOMA III  
 DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
 FAKULTAS VOKASI  
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
 SURABAYA  
 2020

**TUGAS AKHIR**

JUDUL  
 DESAIN STRUKTUR BANGUNAN GEDUNG DPRD KOTA SURABAYA BERDASARKAN  
 SISTEM RANGKA PEMIKUL MOMEN KHUSUS (SRPMK) DAN METODE PELAKSANAAN  
 PLAT-PLAT LANTAI DAN ATAP

NAMA PEKERJAAN  
 PEMBANGUNAN GEDUNG DPRD KOTA SURABAYA

LOKASI PEKERJAAN  
 Jalan Yos Sudarso No 18-22, Embong  
 Kaliasin, Surabaya, Jawa Timur

GAMBAR	SKALA
DETAIL PONDASI P2 (3,6m x 3,6m)	

**KETERANGAN**

FUNGSI BANGUNAN : GEDUNG DPRD  
 KOTA SURABAYA  
 KONDISI TANAH : TANAH LUNAK  
 MUTU BETON : 35 MPA  
 MUTU BAJA : 400 Mpa  
 t poer : 1m  
 Kedalaman Tiang Pancang : 29m

**DOSEN PEMBIMBING**

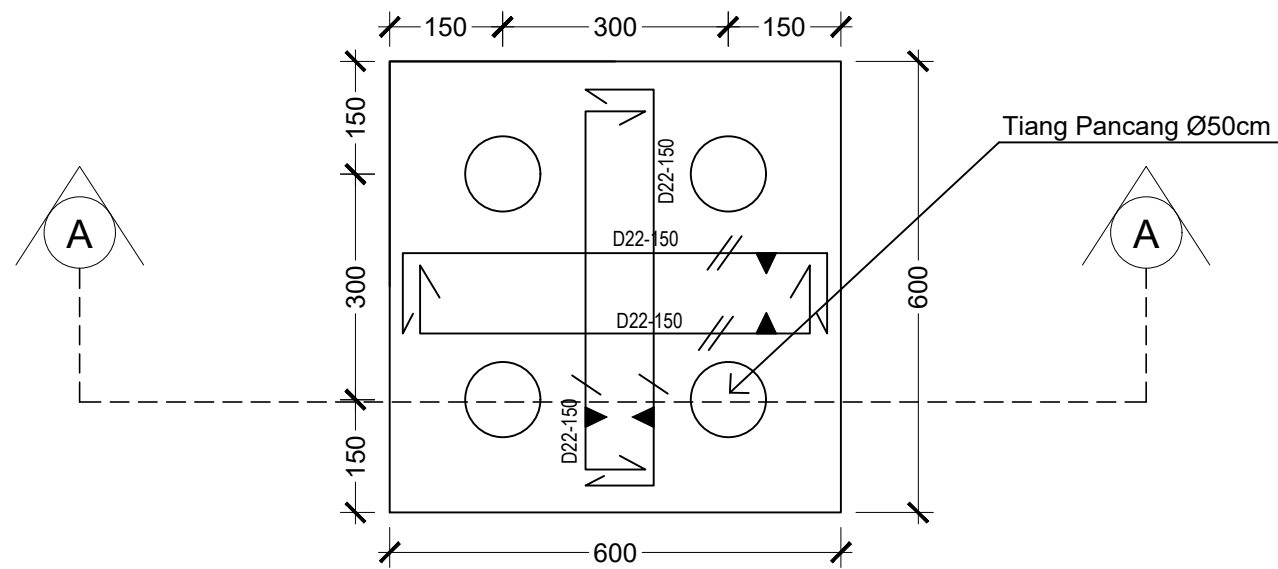
Dr. Ir. Dicky Imam Wahyudi, M.S.  
 NIP: 195902091986031002

**NAMA MAHASISWA**

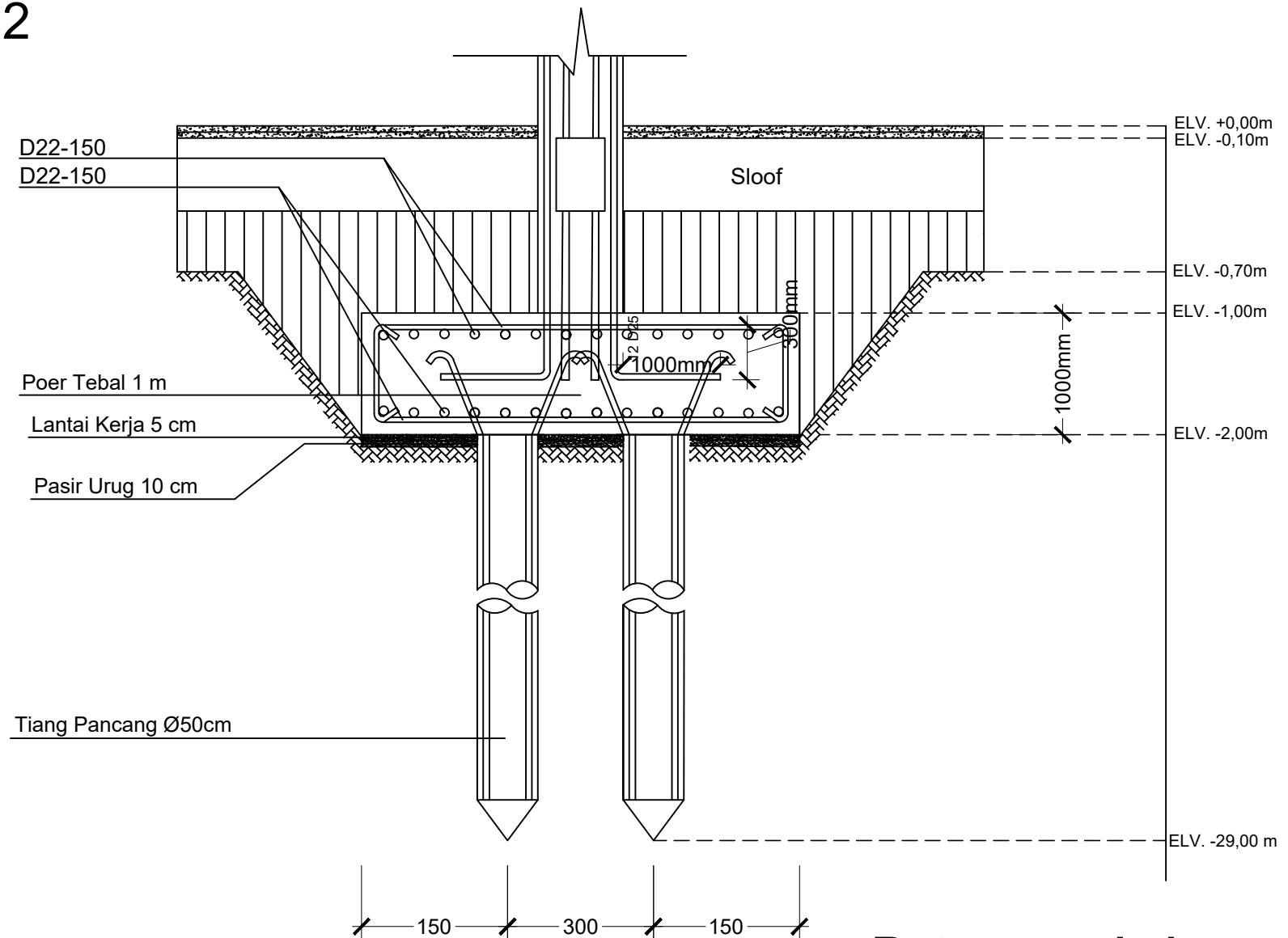
ARMAND RIZALDY  
 10111600000046

TAUFAN FAIRUS MAJID  
 10111600000080

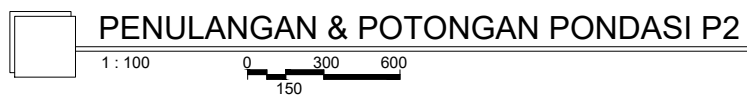
NAMA	NO. LEMBAR	JUMLAH LEMBAR
STR - 32	47	48



**Penulangan Pondasi P2**  
 SKALA 1 : 50

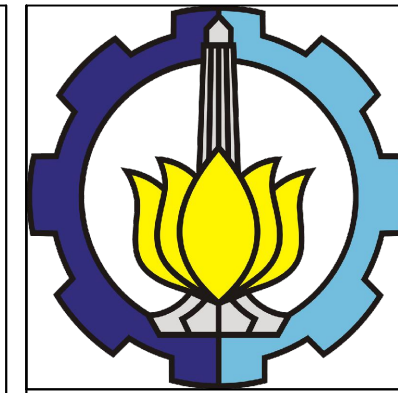


**Potongan A-A**  
 SKALA 1 : 50



**PENULANGAN & POTONGAN PONDASI P2**





PROGRAM STUDI DIPLOMA III  
 DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
 FAKULTAS VOKASI  
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
 SURABAYA  
 2020

**TUGAS AKHIR**

JUDUL  
 DESAIN STRUKTUR BANGUNAN GEDUNG DPRD KOTA SURABAYA BERDASARKAN  
 SISTEM RANGKA PEMIKUL MOMEN KHUSUS (SRPMK) DAN METODE PELAKSANAAN  
 PLAT-PLAT LANTAI DAN ATAP

NAMA PEKERJAAN  
 PEMBANGUNAN GEDUNG DPRD KOTA SURABAYA

LOKASI PEKERJAAN  
 Jalan Yos Sudarso No 18-22, Embong  
 Kaliasin, Surabaya, Jawa Timur

GAMBAR	SKALA
DETAIL PONDASI P3 (1,8m x 1,8m)	

**KETERANGAN**

FUNGSI BANGUNAN : GEDUNG DPRD  
 KOTA SURABAYA  
 KONDISI TANAH : TANAH LUNAK  
 MUTU BETON : 35 MPA  
 MUTU BAJA : 400 Mpa  
 t poer : 1m  
 Kedalaman Tiang Pancang : 29m

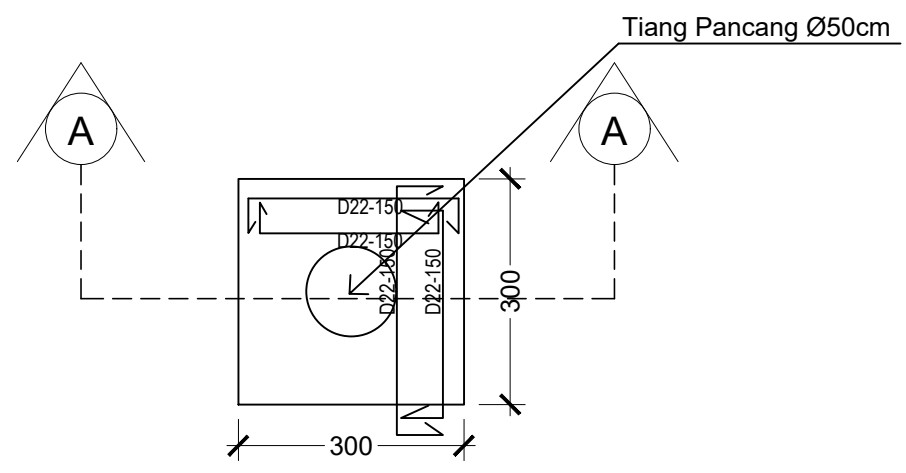
**DOSEN PEMBIMBING**

Dr. Ir. Dicky Imam Wahyudi, M.S.  
 NIP: 195902091986031002

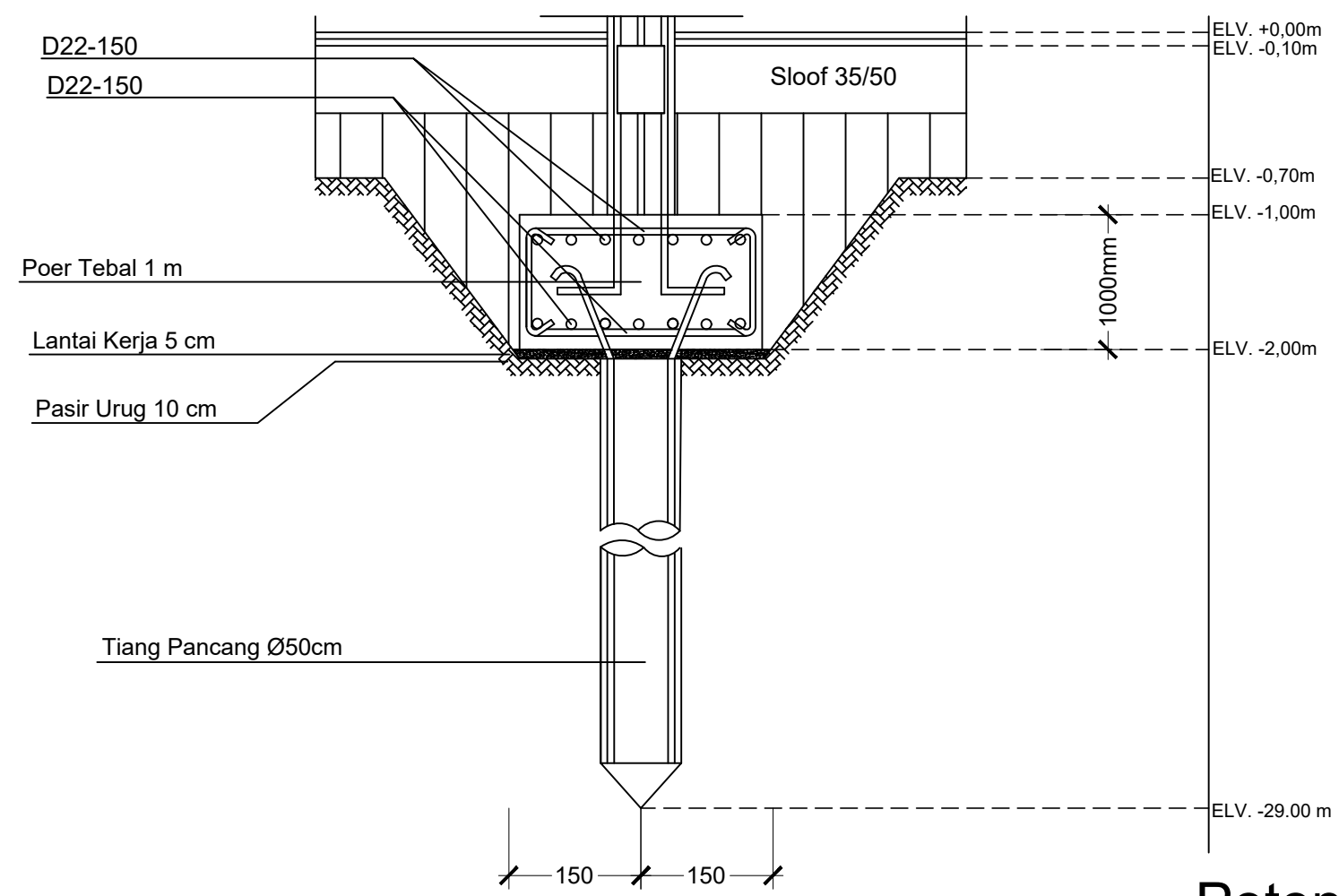
**NAMA MAHASISWA**

ARMAND RIZALDY  
 10111600000046  
 TAUFAN FAIRUS MAJID  
 10111600000080

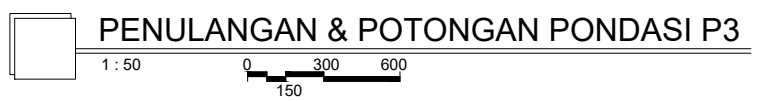
NAMA	NO. LEMBAR	JUMLAH LEMBAR
STR - 33	48	48



**Penulangan Pondasi P3**  
 SKALA 1 : 50



**Potongan A-A**  
 SKALA 1 : 50



**PENULANGAN & POTONGAN PONDASI P3**