

**TUGAS AKHIR**

**KINERJA STRUKTUR GEDUNG BERTINGKAT  
TINGGI TERHADAP GEMPA DENGAN VARIASI  
PENEMPATAN DINDING GESER  
(*PERFORMANCE OF EARTHQUAKE HIGH-RISE  
BUILDING STRUCTURE WITH VARIATIONS OF  
SHEAR WALL PLACEMENT*)  
(Studi Kasus Gedung Tower ITS 2)**

**Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia Yogyakarta Untuk Memenuhi  
Persyaratan Memperoleh Derajat Sarjana Teknik Sipil**



**M Nurdin Izza Halindra**

**18511292**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

**2023**

**TUGAS AKHIR**

**KINERJA STRUKTUR GEDUNG BERTINGKAT  
TINGGI TERHADAP GEMPA DENGAN VARIASI  
PENEMPATAN DINDING GESER  
(PERFORMANCE OF EARTHQUAKE HIGH-RISE  
BUILDING STRUCTURE WITH VARIATIONS OF  
SHEAR WALL PLACEMENT)  
(Studi Kasus Gedung Tower ITS 2)**

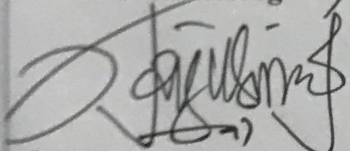


Telah diterima sebagai salah satu persyaratan  
untuk memperoleh derajat Sarjana Teknik Sipil

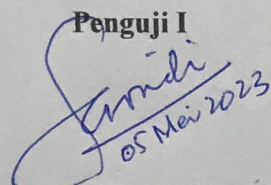
Diuji pada tanggal ~~16~~ April 2023

Oleh Dewan Penguji

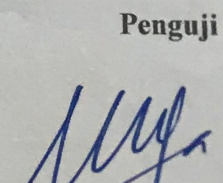
Pembimbing 04/5/23

  
H. Mas Arifudin, S.T., M.T.  
NIP : 185111304

Penguji I

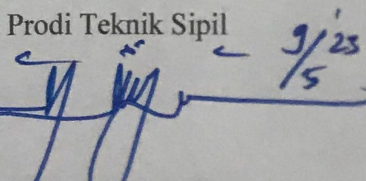
  
Prof. Ir. Sarwidi, MSCE., Ph.D.  
NIP : 845110101

Penguji II

  
Mahk. Mushtofa, S.T., M.Eng.  
NIP : 185111302

Mengesahkan,

Ketua Prodi Teknik Sipil

  
Yunalia Muntafi, S.T., M.T., Ph.D.  
NIP : 095110101



## PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa laporan Tugas Akhir yang saya susun sebagai syarat untuk penyelesaian program Sarjana di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia merupakan hasil karya saya sendiri. Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan laporan Tugas Akhir yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah dituliskan dalam sumbernya secara jelas sesuai norma, kaidah, dan etika penulisan karya ilmiah. Apabila dikemudian hari ditemukan seluruh atau sebagian laporan Tugas Akhir ini bukan hasil karya saya sendiri atau adanya plagiasi dalam bagian-bagian tertentu, saya bersedia menerima sanksi, termasuk pencabutan gelar akademik yang saya sandang sesuai dengan perundang-undangan yang berlaku.

Yogyakarta, 3 Mei 2023

Yang membuat pernyataan,



M Nurdin Izza Halindra

(18511292)

## **DEDIKASI**

*Bismillahirrahmanirrahim*

Dengan rahmat Allah SWT yang Maha Pengasih dan Maha Penyayang karena atas segala Rahmat dan karunia-Nya saya dapat menyelesaikan tugas akhir ini, dengan segala ucapan terima kasih saya persembahkan tugas akhir ini untuk :

1. Abah Mohamad Saefudin dan Ibu Nur Chasanah selaku orang tua yang telah mendukung, memotivasi, memberikan semangat dan mendukung dalam segi materil. Nurdin Irsyadila dan Dicha Salsabila selaku adik saya yang secara tidak langsung memberikan motivasi kepada saya untuk menyelesaikan tugas akhir ini.
2. Seluruh keluarga besar yang tidak dapat saya sebut satu persatu. Terima kasih atas dukungannya.
3. Teman-teman Teknik Sipil 2018 yang telah memberikan waktunya untuk berdiskusi dan memberikan arahan dalam membantu proses pengerjaan tugas akhir.
4. Sasty Puspita Yuda atas semangat yang diberikan untuk menuntaskan tugas akhir ini.

## KATA PENGANTAR

Alhamdulillah puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT, sholawat dan salam dihuduhkan kepada baginda nabi Muhammad SAW, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul *Kinerja Struktur Gedung Bertingkat Tinggi Terhadap Gempa dengan Variasi Penempatan Dinding Geser*. Tugas Akhir ini merupakan salah satu syarat akademik dalam menyelesaikan studi tingkat strata satu di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta

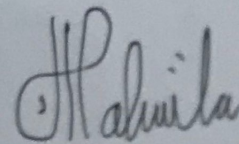
Dalam penyusunan Tugas Akhir ini banyak hambatan yang dihadapi penulis, namun berkat saran, kritik, serta dorongan semangat dari berbagai pihak, alhamdulillah Tugas Akhir ini dapat diselesaikan. Berkaitan dengan ini, penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sedalam-dalamnya kepada :

1. Bapak Anggit Mas Arifudin, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing I
2. Bapak Prof. Ir. Sarwidi, MSCE., Ph.D. selaku Dosen Penguji I
3. Bapak Malik Mushthofa, S.T., M.Eng. selaku Dosen Penguji II
4. Bapak dan Ibu penulis yang telah berkorban begitu banyak baik material maupun spiritual hingga selesainya Tugas Akhir ini.

Akhirnya Penulis berharap agar Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi berbagai pihak yang membacanya.

Yogyakarta, . 3 . Mei 2023

Penulis,



M Nurdin Izza Halindra

(18511292)

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI	iii
DEDIKASI	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN	xvi
ABSTRAK	xviii
ABSTRACT	xix
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Batasan Masalah	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Tinjauan Umum	5
2.2 Penelitian Terdahulu	5
2.3 Perbandingan Penelitian	10
BAB III LANDASAN TEORI	16

3.1 Prinsip Bangunan Tahan Gempa	16
3.2 Pembebanan	16
3.2.1 Beban Mati	17
3.2.2 Beban Hidup	17
3.2.3 Beban Gempa	21
3.3 Pemilihan Jenis Struktur	24
3.3.1 Sistem Rangka Pemikul Momen	24
3.3.2 Dinding Geser	25
3.4 Ketidakberaturan Struktur	27
3.4.1 Ketidakberaturan Horizontal	28
3.4.2 Ketidakberaturan Vertikal	29
3.5 Analisis Gempa Dinamik	30
3.5.1 Analisis Respons Spektrum	30
3.5.2 Parameter Respons Spektral Percepatan Gempa Maksimum	33
3.5.3 Parameter Percepatan Spektral Desain	35
3.5.4 Spektrum Respon Desain	35
3.5.5 Kategori Desain Seismik	37
3.5.6 Geser Dasar Seismik	38
3.5.7 Penentuan Periode Fundamental	39
3.6 Simpangan Antar Tingkat	40
3.7 Efek P-Delta	42
<b>BAB IV METODE PENELITIAN</b>	<b>44</b>
4.1 Umum	44
4.2 Data Penelitian	44
4.2.1 Data Struktur	44

4.2.2 Model Struktur	45
4.3 Tahapan Penelitian	46
<b>BAB V ANALISIS DAN PEMBAHASAN</b>	<b>48</b>
5.1 Pembebanan Struktur	48
5.1.1 Mutu Material	48
5.1.2 Beban Mati	48
5.1.3 Beban Hidup	51
5.1.4 Beban Gempa	51
5.2 Permodelan Struktur	59
5.3 Pengecekan Nilai Gaya Geser Dasar dan <i>Participant Mass Ratio</i>	61
5.3.1 Pengecekan Nilai Gaya Geser Dasar	62
5.3.2 Pengecekan Participant Mass Ratio	64
5.4 Cek Ketidakberaturan Struktur	66
5.4.1 Ketidakberaturan Horizontal	71
5.4.1.1 Ketidakberaturan Torsi	71
5.4.1.2 Ketidakberaturan Sudut Dalam	76
5.4.1.3 Ketidakberaturan Diskontinuitas Diafragma	77
5.4.2 Ketidakberaturan Vertikal	79
5.4.2.1 Ketidakberaturan Kekakuan Tingkat Lunak	79
5.4.2.2 Ketidakberaturan Berat (Massa)	85
5.4.2.3 Ketidakberaturan Geometri Vertikal	87
5.5 Displacement	87
5.6 Simpangan Antar Lantai	90
5.7 P-Delta	93
5.8 Rekapitulasi	102



BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN	104
6.1 Kesimpulan	104
6.2 Saran	104
DAFTAR PUSTAKA	105
LAMPIRAN	107

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Perbandingan Penelitian Terdahulu	11
Tabel 3.1	Beban Hidup Terdistribusi Merata Minimum, $L_0$ dan Beban Hidup Terpusat Minimum	17
Tabel 3.2	Kategori Risiko Bangunan Gedung dan Nongedung untuk Beban Gempa	22
Tabel 3.3	Faktor Keutamaan Gempa	24
Tabel 3.4	Faktor $R$ , $C_d$ dan $\Omega_0$ untuk Sistem Pemikul Gaya Seismik	27
Tabel 3.5	Ketidakteraturan Horizontal pada Struktur	28
Tabel 3.6	Ketidakteraturan Vertikal pada Struktur	29
Tabel 3.7	Koefisien Situs $F_a$	34
Tabel 3.8	Koefisien Situs $F_v$	34
Tabel 3.9	Kategori Desain Seismik Berdasarkan Parameter Respons Percepatan pada Periode Pendek	37
Tabel 3.10	Kategori Desain Seismik Berdasarkan Parameter Respons Percepatan pada Periode 1 Detik	37
Tabel 3.11	Koefisien untuk Batas Atas pada Periode yang Dihitung	39
Tabel 3.12	Koefisien untuk Batas Atas pada Periode yang Dihitung	40
Tabel 3.13	Simpangan Antar Tingkat Izin, $\Delta_a^{a,b}$	41
Tabel 5.1	Berat Balok	51
Tabel 5.2	Berat Seismik Efektif	58
Tabel 5.3	Dimensi Balok dan Sloof	59
Tabel 5.4	Dimensi Kolom	59
Tabel 5.5	Dimensi Baja	60
Tabel 5.6	Nilai Gaya Geser Dasar Arah X	62
Tabel 5.7	Nilai Gaya Geser Dasar Arah Y	62
Tabel 5.8	Nilai Gaya Geser Dasar Baru Arah X	63
Tabel 5.9	Nilai Gaya Geser Dasar Baru Arah Y	63
Tabel 5.10	Pengecekan V Portal	64
Tabel 5.11	Rekapitulasi <i>Participant Mass Ratio</i>	64

Tabel 5.12	Ketidakteraturan Torsi Arah X Model <i>Exsisting</i>	72
Tabel 5.13	Ketidakteraturan Torsi Arah Y Model <i>Exsisting</i>	73
Tabel 5.14	Ketidakteraturan Torsi Arah X Model 1	73
Tabel 5.15	Ketidakteraturan Torsi Arah Y Model 1	74
Tabel 5.16	Ketidakteraturan Torsi Arah X Model 2	74
Tabel 5.17	Ketidakteraturan Torsi Arah Y Model 2	75
Tabel 5.18	Rekapitulasi Torsi Tak Terduga	76
Tabel 5.19	Rekapitulasi Pengecekan Ketidakteraturan Diskontinuitas Diafragma	78
Tabel 5.20	Rekapitulasi Ketidakteraturan Kekakuan Tingkat Lunak 1a Arah X Model <i>Exsisting</i>	79
Tabel 5.21	Rekapitulasi Ketidakteraturan Kekakuan Tingkat Lunak 1a Arah Y Model <i>Exsisting</i>	80
Tabel 5.22	Rekapitulasi Ketidakteraturan Kekakuan Tingkat Lunak 1b Arah X Model <i>Exsisting</i>	80
Tabel 5.23	Rekapitulasi Ketidakteraturan Kekakuan Tingkat Lunak 1b Arah Y Model <i>Exsisting</i>	81
Tabel 5.24	Rekapitulasi Ketidakteraturan Kekakuan Tingkat Lunak 1a Arah X Model 1	81
Tabel 5.25	Rekapitulasi Ketidakteraturan Kekakuan Tingkat Lunak 1a Arah Y Model 1	82
Tabel 5.26	Rekapitulasi Ketidakteraturan Kekakuan Tingkat Lunak 1b Arah X Model 1	82
Tabel 5.27	Rekapitulasi Ketidakteraturan Kekakuan Tingkat Lunak 1b Arah Y Model 1	83
Tabel 5.28	Rekapitulasi Ketidakteraturan Kekakuan Tingkat Lunak 1a Arah X Model 2	83
Tabel 5.29	Rekapitulasi Ketidakteraturan Kekakuan Tingkat Lunak 1a Arah Y Model 2	84
Tabel 5.30	Rekapitulasi Ketidakteraturan Kekakuan Tingkat Lunak 1b Arah X Model 2	84

Tabel 5.31	Rekapitulasi Ketidakteraturan Kekakuan Tingkat Lunak 1b Arah Y Model 2	85
Tabel 5.32	Persentase Ketidakteraturan Massa Model <i>Existing</i>	85
Tabel 5.33	Persentase Ketidakteraturan Massa Model 1	86
Tabel 5.34	Persentase Ketidakteraturan Massa Model 2	86
Tabel 5.35	Rekapitulasi Nilai <i>Displacement</i>	87
Tabel 5.36	Nilai Simpangan Antar Lantai Model <i>Existing</i>	90
Tabel 5.37	Nilai Simpangan Antar Lantai Model 1	91
Tabel 5.38	Nilai Simpangan Antar Lantai Model 2	91
Tabel 5.39	Cek P-Delta Model Existing Arah X	95
Tabel 5.40	Cek P-Delta Model Existing Arah Y	96
Tabel 5.41	Cek P-Delta Model Model 1 Arah X	97
Tabel 5.42	Cek P-Delta Model Model 1 Arah Y	98
Tabel 5.43	Cek P-Delta Model Model 2 Arah X	99
Tabel 5.44	Cek P-Delta Model Model 2 Arah Y	100
Tabel 5.45	Rekapitulasi Hasil	102

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Tanpa Dinding Geser Amalia	6
Gambar 2.2	Dinding Geser model 1 Amalia	6
Gambar 2.3	Dinding Geser model 2 Amalia	6
Gambar 2.4	Dinding Geser model 3 Amalia	7
Gambar 2.5	Variasi Penempatan Dinding Geser Alvin	7
Gambar 2.6	Variasi Tata Letak Dinding Geser Siti	8
Gambar 2.7	Variasi Penempatan Dinding Geser Anas	9
Gambar 3.1	Dinding Geser pada Bangunan	25
Gambar 3.2	Dinding Geser pada Bangunan	26
Gambar 3.3	Parameter Gerak Tanah (Ss)	31
Gambar 3.4	Parameter Gerak Tanah (S1)	32
Gambar 3.5	CRS, Koefisien Resiko Terpetakan, Periode Respon Spektrum 0,2 Detik	32
Gambar 3.6	CR1, Koefisien Resiko Terpetakan, Periode Respon Spektrum 1 Detik	33
Gambar 3.7	Spektrum Respons Desain	36
Gambar 3.8	Peta Transisi Periode Panjang, TL	36
Gambar 3.9	Penentuan Simpangan Antar Tingkat	40
Gambar 3.10	Struktur yang Mengalami Efek P-Delta	42
Gambar 4.1	Denah Bangunan Model Exsisting	45
Gambar 4.2	Denah Bangunan Model 1	45
Gambar 4.3	Denah Bangunan Model 2	46
Gambar 4.4	Tahapan Alur Penelitian	47
Gambar 5.1	Detail Tangga	49
Gambar 5.2	Spektrum Respon Desain Surabaya Sedang	55
Gambar 5.3	Model <i>Existing</i>	60
Gambar 5.4	Model 1	61
Gambar 5.5	Model 2	61
Gambar 5.6	Mode Tampak Depan Model <i>Existing</i>	65

Gambar 5.7	Mode Tampak Atas Model <i>Existing</i>	66
Gambar 5.8	Mode Tampak Depan Model 1	67
Gambar 5.9	Mode Tampak Atas Model 1	68
Gambar 5.10	Mode Tampak Depan Model 2	69
Gambar 5.11	Mode Tampak Atas Model 2	70
Gambar 5.12	Ketidakteraturan 1a dan 1b	72
Gambar 5.13	Ketidakteraturan 2	76
Gambar 5.14	Cek Ketidakteraturan 2 pada Struktur	77
Gambar 5.15	Nilai <i>Displacement</i> Arah X	89
Gambar 5.16	Nilai <i>Displacement</i> Arah Y	89
Gambar 5.17	Grafik Perbandingan <i>Storey Drift</i> Arah X	92
Gambar 5.18	Grafik Perbandingan <i>Storey Drift</i> Arah Y	93
Gambar 5.19	Grafik Perbandingan P-Delta Arah X	101
Gambar 5.20	Grafik Perbandingan P-Delta Arah Y	101

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Perspektif Struktur	108
Lampiran 2 Denah Sloof	109
Lampiran 3 Denah Kolom	111
Lampiran 4 Denah Plat dan Balok	123
Lampiran 5 Pembesian Sloof	139
Lampiran 6 Pembesian Kolom	141
Lampiran 7 Pembesian Balok	143
Lampiran 8 Pembesian Plat	148

## DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

$C_d$	= faktor pembesaran simpangan lateral (defleksi)
$C_R$	= koefisien resiko spesifik situs
$C_{RS}$	= nilai terpeta koefisien resiko spesifik pada periode pendek
$C_{RI}$	= nilai terpeta koefisien resiko spesifik pada periode 1 detik
$C_S$	= koefisien respon seismic
$C_u$	= batasan atas pada periode yang dihitung
D	= pengaruh beban mati
E	= pengaruh beban gempa
$F_a$	= koefisien situs periode pendek
$F_v$	= koefisien situs periode Panjang (1 detik)
$f'c$	= mutu beton
$h_n$	= tinggi struktur (m)
$h_{sx}$	= tinggi tingkat dibawah level x
$I_e$	= faktor keutamaan gempa
L	= pengaruh beban hidup
$L_0$	= pengaruh beban hidup desain tanpa reduksi
R	= koefisien modifikasi respon
$S_a$	= respon spectra percepatan
$S_{DS}$	= parameter percepatan respons spectral pada periode pendek, redaman persen
$S_{DI}$	= parameter percepatan respons spectral pada periode 1 detik, redaman 5 persen
$S_{MS}$	= parameter percepatan respons spectral MCE pada periode pendek yang sudah disesuaikan terhadap pengaruh kelas situs
$S_{MI}$	= parameter percepatan respons spectral MCE pada periode 1 detik yang sudah disesuaikan terhadap pengaruh kelas situs
$S_s$	= parameter percepatan respon spectral MCE dari peta gempa pada periode pendek, redaman 5 persen



- $S_I$  = parameter percepatan respons spectral MCE dari peta gempa pada periode 1 detik, redaman 5 persen
- $T$  = periode fundamental bangunan
- $T_a$  = periode fundamental pendekatan
- $T_L$  = transisi periode panjang
- $\Delta$  = simpangan antar tingkat desain
- $\Delta_a$  = simpangan antar tingkat yang diizinkan
- $W_0$  = faktor kuat lebih

## ABSTRAK

Indonesia merupakan daerah yang sering terjadi gempa, baik itu gempa tektonik maupun gempa vulkanik. Oleh karena kondisi tersebut mengharuskan bangunan dengan kategori bangunan bertingkat tinggi harus dirancang dengan baik dengan perkuatan agar dapat menahan gempa yang terjadi. Seperti halnya sekolah, rumah sakit, tempat ibadah merupakan beberapa contoh bangunan yang harus tetap berfungsi meskipun terjadi gempa. Dinding geser merupakan salah satu sistem perkuatan yang dapat digunakan untuk menambah kekuatan pada struktur.

Penelitian ini bertujuan untuk mencari hasil dari *base shear*, *displacement*, *story drift*, dan *p-delta* yang dimana nantinya akan dibandingkan terhadap 3 model variasi penempatan dinding geser. Metode yang digunakan yaitu metode komparatif dengan analisis menggunakan respon spektrum menggunakan *software* SAP2000.

Hasil dari penelitian menunjukkan struktur model *existing* memiliki nilai *base shear* terbesar yaitu 12237,141 kN. Model 2 memiliki nilai *displacement* terkecil yaitu 40,525mm pada arah X dan 45,027mm pada arah Y. Model 2 memiliki nilai *story drift* terkecil yaitu 18,945mm untuk arah X dan 21,945mm untuk arah Y. Semua model dipastikan aman pada saat pengecekan efek P-Delta, dengan model 2 memiliki nilai terendah untuk arah X dan arah Y.

Kata kunci : Dinding geser, *base shear*, *displacement*, *story drift*, P-Delta.

## ABSTRACT

*Indonesia is an area that often experiences earthquakes, both tectonic and volcanic earthquakes. Because of these conditions, buildings in the category of high-rise buildings must be properly designed with reinforcement so that they can withstand the earthquake that occurs. Like schools, hospitals, places of worship are examples of buildings that must continue to function even when an earthquake occurs. Shear walls are one of the reinforcement systems that can be used to increase the strength of the structure.*

*This study aims to find the results of base shear, displacement, storey drift, and p-delta which will later be compared to the 3 models of variations in the placement of shear walls. The method used is a comparative method with an analysis using a response spectrum software SAP2000.*

*The results of the research show model structure existing have value base shear the largest is 12237,141 kN. Model 2 has value displacement the smallest is 40,525mm in the X direction and 45,027mm in the Y direction. Model 2 has a storey drift the smallest is 18,945mm for the X direction and 21,945mm for the Y direction. All models are confirmed to be safe when checking the P-Delta effect, with model 2 having the lowest values for the X and Y directions.*

*Keywords: Shear wall, base shear, displacement, story drift, P-Delta*

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Indonesia terletak diantara pertemuan tiga lempeng besar, yaitu lempeng Eurasia, lempeng Indo-Australia, dan lempeng Pasifik. Selain itu, Indonesia juga terletak diantara dua pegunungan muda, yaitu pegunungan sirkum Mediterania dan pegunungan sirkum Pasifik yang membuat Indonesia banyak memiliki gunung berapi. Karena kondisi geologis tersebut menyebabkan Indonesia sering mengalami gempa yang diakibatkan oleh pergeseran lempeng bumi dan juga gunung berapi. Dengan keadaan Indonesia yang sering terjadi gempa, maka pembangunan di Indonesia harus didesain sedemikian mungkin untuk bisa dapat menahan bangunan tersebut tetap berdiri meski diguncang gempa.

Merancang bangunan bertingkat tinggi di daerah yang sering terjadi gempa menjadi tantangan tersendiri, yaitu bagaimana suatu bangunan dapat tetap berdiri apabila terjadi gempa. Semakin sedikitnya lahan kosong yang ada, membuat bangunan dengan bentuk yang tinggi menjadi alternatif. Begitupun dalam permasalahan pendidikan, bangunan universitas ataupun pendidikan banyak yang membuat bangunan dengan sistem meninggi keatas karena keterbatasan lahan dan penghematan ruang. Dalam perencanaan bangunan gedung tingkat tinggi, dibutuhkan beberapa kriteria seperti fungsi bangunan, kekuatan bangunan, stabilitas bangunan, kenyamanan, estetika, serta dari segi ekonomis. Selain itu bangunan juga dapat dikategorikan sebagai majunya suatu peradaban. Dengan tingginya suatu bangunan, maka dibutuhkan perkuatan yang dapat menahan bangunan tersebut dari gaya geser dan gaya gempa. Dinding geser merupakan suatu cara yang dapat digunakan dalam pembangunan gedung tingkat tinggi (*High Rise Building*).

Dinding geser merupakan dinding vertikal kontinu yang dibangun dari beton bertulang yang dirancang untuk menahan gaya geser, dan gaya lateral akibat gempa. Dinding geser akan menyerap beban gempa yang ada pada bangunan

tersebut. Selama terjadinya gempa, dinding geser yang didesain dengan baik dapat dipastikan akan meminimalkan kerusakan bagian non struktural bangunan seperti jendela, pintu, langit-langit dan seterusnya. Dinding geser itu sendiri cocok digunakan pada bangunan yang memiliki tingkat ketinggian yang cukup tinggi. Dengan demikian, dinding geser memiliki peran penting dalam menahan gaya-gaya yang diterima oleh bangunan, sehingga memastikan stabilitas dan keamanan bangunan, akan tetapi dinding geser tidak dapat mencegah kerusakan pada struktur akibat gempa. Oleh karena itu, sangat penting untuk mempertimbangkan penggunaan dinding geser dalam perencanaan dan pembuatan suatu bangunan.

Bangunan yang ditinjau memiliki 12 lantai termasuk 1 lantai atap dengan ketinggian bangunan 52,95 meter. Bangunan difungsikan sebagai sarana pendidikan yang termasuk kategori resiko IV menurut SNI 1726-2019, dimana sarana pendidikan merupakan bangunan yang sangat penting dan diharapkan tetap dapat digunakan pada saat kondisi saat atau setelah terjadi gempa.

Penelitian yang akan dilakukan ini yaitu membandingkan beberapa penerapan dan posisi dinding geser pada suatu bangunan guna untuk mengetahui keefektifan dinding geser dalam menahan gaya geser bangunan terhadap gempa. Dan juga untuk mengetahui nilai *base shear*, *displacement*, *storey drift*, dan pengaruh *P-Delta* pada struktur bangunan.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, maka dapat dirumuskan masalah yang ditinjau pada penelitian ini sebagai berikut.

1. Bagaimana pengaruh penempatan dinding geser terhadap *base shear*.
2. Bagaimana pengaruh penempatan dinding geser terhadap nilai *displacement*.
3. Bagaimana pengaruh penempatan dinding geser terhadap nilai *storey drift*.
4. Bagaimana pengaruh penempatan dinding geser terhadap pengecekan *p-delta*.

### 1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian dari rumusan masalah diatas adalah sebagai berikut.

1. Mengetahui pengaruh penempatan dinding geser terhadap *base shear*.
2. Mengetahui pengaruh penempatan dinding geser terhadap nilai *displacement*.
3. Mengetahui pengaruh penempatan dinding geser terhadap nilai *storey drift*.
4. Mengetahui pengaruh penempatan dinding geser terhadap pengecekan nilai *p-delta*.

### 1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang didapat dari penelitian ini sebagai berikut.

1. Memberikan pemahaman dalam permodelan dinding geser.
2. Mengetahui keefektifan letak dinding geser pada gedung bertingkat tinggi dalam menahan gaya gempa.
3. Mengetahui perilaku struktur bangunan terhadap gaya gempa.
4. Mengetahui gaya-gaya yang bekerja pada struktur bangunan portal beton terhadap penambahan dinding geser.
5. Mengetahui kinerja struktur jika terdapat dinding geser terhadap gaya lateral dan gaya geser.

### 1.5 Batasan Masalah

1. Model struktur merupakan bangunan Gedung Tower ITS 2
2. Permodelan struktur dengan menggunakan SAP2000.
3. Peraturan yang digunakan meliputi.
  - a. SNI 1726 2019 untuk Perencanaan Gempa
  - b. SNI 2847 2019 untuk Perencanaan Beton
  - c. SNI 1727 2020 untuk Beban Desain Minimum
4. Tidak memperhitungkan beban angin.
5. Struktur yang digunakan yaitu struktur beton bertulang dengan tambahan baja pada sebagian bangunan.
6. Tetap mempertahankan dimensi dinding geser.
7. Lift tidak dimodelkan.

8. Semua tumpuan diasumsikan jepit.
9. Hanya menganalisis struktur atas.
10. Beban yang diperhitungkan adalah beban hidup, beban mati, beban gempa.
11. Pembebanan gempa menggunakan respon spektrum.
12. Kondisi tanah merupakan tanah sedang.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Tinjauan Umum**

Menurut Jimmy S. Juwana (2005), merancang sistem bangunan tinggi tidak hanya merancang bangunan rendah yang ditumpuk beberapa lantai. Tidak lagi terpaku hanya pada segmen secara arsitek, struktur, mekanikal, elektrik, tetapi harus keseluruhan. Merancang bangunan tinggi intinya adalah merancang denah atau desain dari core (inti bangunan) bangunan. Dengan merancang bangunan tinggi di daerah yang ering terjadi gempa, tentu harus dilakukan perencanaan yang baik agar bangunan dapat tetap berdiri.

Stabilitas dalam bangunan tinggi merupakan hal yang sulit dalam perencanaan struktur. Perlu dilakukan studi literatur untuk mengetahui hubungan antara fungsional gedung dengan sistem struktural yang akan digunakan. Dengan semakin tingginya sebuah gedung, maka dibutuhkan pengaku yang dapat membuat gedung tersebut berdiri dengan baik. Salah satunya yaitu dinding geser. Dinding geser digunakan untuk meningkatkan kinerja struktur bangunan tinggi.

#### **2.2 Penelitian Terdahulu**

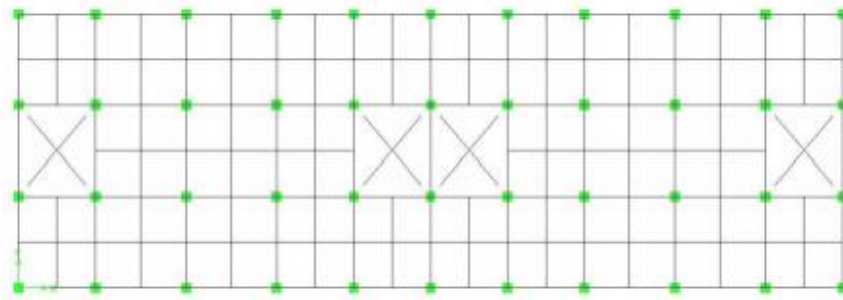
Sebelumnya ada beberapa referensi yang didapat dari penelitian terdahulu. Referensi tersebut dapat dijadikan dasar atau acuan dalam penelitian yang akan dilakukan. Referensi yang dapat digunakan berupa dari tugas akhir, jurnal, ataupun prosiding. Berikut beberapa hasil penelitian yang telah dilakukan oleh beberapa peneliti sebelumnya yang digunakan sebagai acuan.

1. Kajian Perbandingan Respon Struktur Bangunan Bertingkat dengan Variasi Tata Letak Dinding Geser Akibat Beban Gempa Dinamik Respon Spektrum. (Amalia, 2018)

Pada penelitian tersebut menggunakan simulasi permodelan gedung yang terletak di Yogyakarta dengan tinggi 10 tingkat. Tujuan dari penelitian tersebut yaitu mengetahui besar pengaruh pemberian variasi dinding geser terhadap nilai *drift ratio*, *displacement*, dan pola goyangan struktur. Pemberian dinding geser

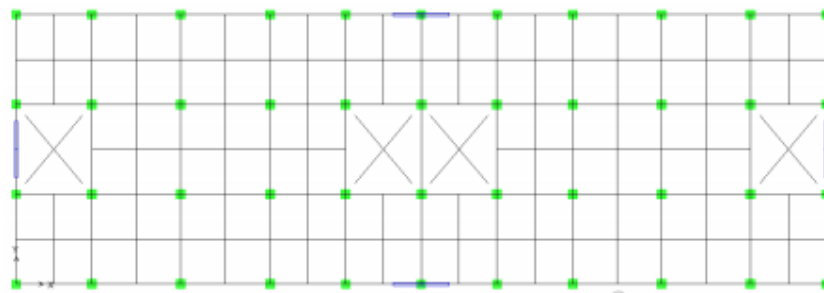


dibagi menjadi 4 model struktur dengan 1 model tanpa dinding geser dan 3 model dengan penempatan dinding geser yang berbeda. Gaya pada bangunan menggunakan metode respon spektrum. Penempatan dinding geser dapat dilihat pada Gambar 2.1 sampai Gambar 2.4.



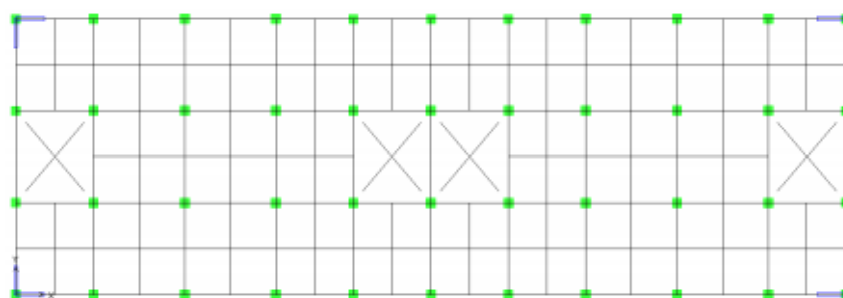
**Gambar 2.1 Tanpa Dinding Geser Amalia**

(Sumber : Amalia Nur Jannah, 2018)



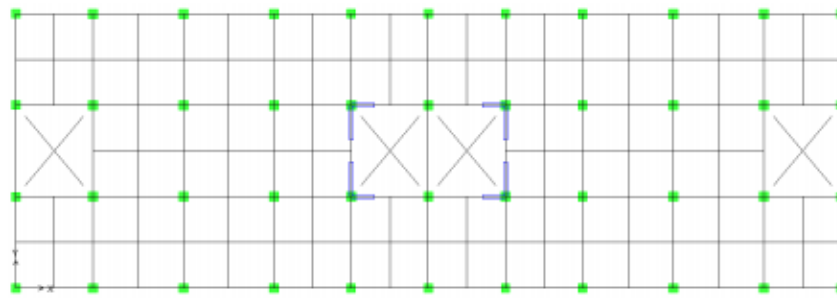
**Gambar 2.2 Dinding Geser model 1 Amalia**

(Sumber : Amalia Nur Jannah, 2018)



**Gambar 2.3 Dinding Geser model 2 Amalia**

(Sumber : Amalia Nur Jannah, 2018)



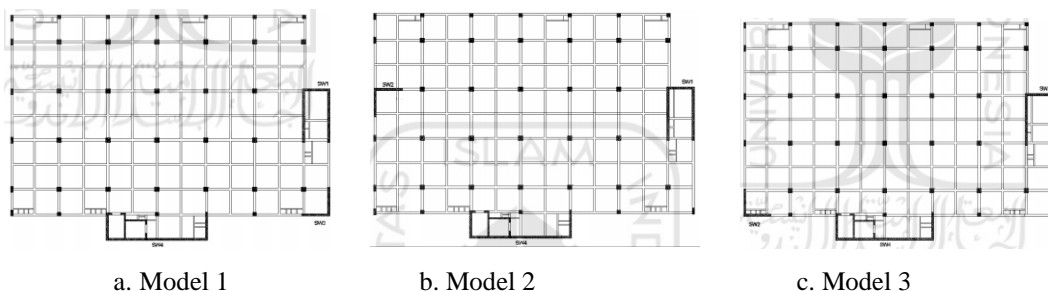
**Gambar 2.4 Dinding Geser model 3 Amalia**

(Sumber : Amalia Nur Jannah, 2018)

Nilai *drift ratio* maksimum arah x sebesar 8,93% dan arah y sebesar 29,5%. Nilai *drift ratio* minimum arah x sebesar -1,587% dan arah y sebesar 6,33%. Pola goyangan tanpa dinding geser merupakan *shear mode* sedangkan dengan dinding geser merupakan pola goyangan kombinasi.

2. Analisis Simpangan dan Nilai Base Shear pada Bangunan 6 Lantai dengan Variasi Peempatan Dinding Geser. (Alvin, 2019)

Objek penelitian tersebut merupakan bangunan Rumah Sakit Panti Rapih blok barat dengan tinggi 6 lantai. Penelitian tersebut bertujuan untuk mengetahui nilai simpangan dan base shear dengan memodifikasi tata letak dinding geser. Penelitian tersebut menggunakan 3 model, dengan 1 model *existing* dan 2 buah model struktur dengan varian penempatan *L-shaped shear wall* (SW2) di setiap sudut bangunan, luas penampang, tebal, penulangan dinding geser, dan *shear wall* selain tipe SW2 sebagai variabel tetap. Penempatan dinding geser dapat dilihat pada Gambar 2.5.



a. Model 1

b. Model 2

c. Model 3

**Gambar 2.5 Variasi Penempatan Dinding Geser Alvin**

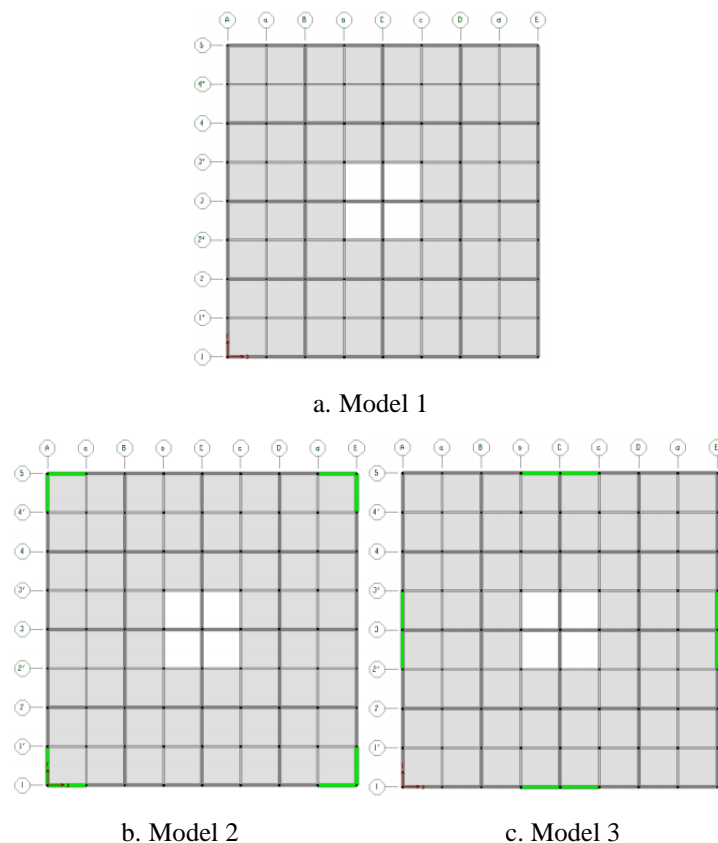
(Sumber : Alvin Eryunisar Pradhana, 2019)

Penelitian tersebut didapat hasil simpangan antar lantai pada model varian 1 pada titik 3 arah y mengalami penurunan paling besar yaitu 48,67% dari model *existing*, sedangkan varian 2 pada titik 3 arah y sebesar 27,89% dari model

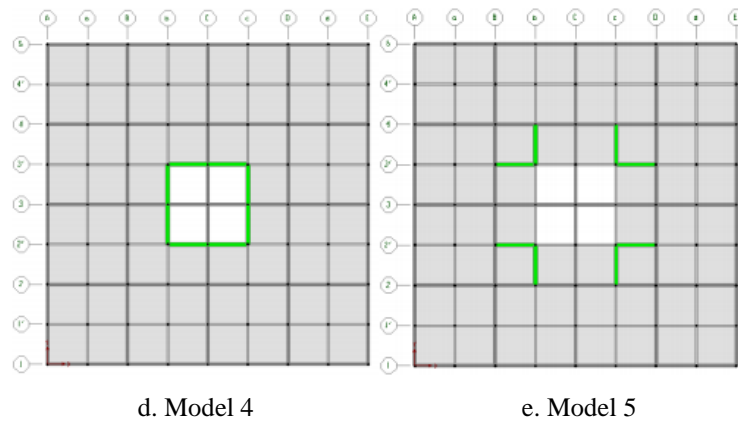
*existing* dan penurunan paling besar pada arah x penurunan terbesar terjadi pada titik 105 dimana varian 1 mengalami penurunan sebesar 30,57% dan varian 2 mengalami penurunan sebesar 10,29% karena pada varian 1 ataupun varian 2 menghasilkan nilai simpangan yang lebih kecil dari model *existing*.

### 3. Analisis Pengaruh Tata Letak Dinding Geser Terhadap Respon Struktur Bangunan Tinggi Beton Bertulang 20 Tingkat. (Siti, 2020)

Objek penelitian tersebut diasumsikan berada di daerah Padang dengan ketinggian bangunan 20 lantai. Tujuan penelitian tersebut adalah untuk melihat pengaruh kekakuan struktur yang terjadi setelah diberi struktur dinding geser dan penggunaan dinding geser yang sesuai dengan SNI 1726-2002 dan SNI 1726-2012 dari beberapa model perletakan dinding geser. Variasi dinding geser terdiri dari 5 model dengan 1 model tanpa dinding geser. Penempatan dinding geser dapat dilihat pada Gambar 2.6.



**Gambar 2.6 Variasi Tata Letak Dinding Geser Siti**  
(Sumber : Siti Maimunah, 2020)



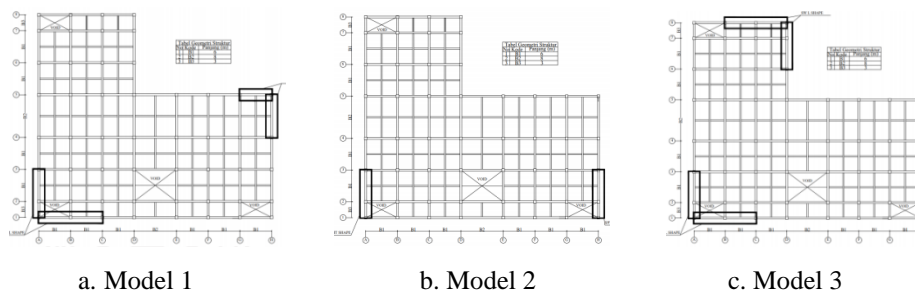
### Lanjutan Gambar 2.6 Variasi Tata Letak Dinding Geser Siti

(Sumber : Siti Maimunah, 2020)

Hasil yang didapat dari penelitian tersebut yaitu antara lain bangunan 20 tingkat simetris (32x32) meter tanpa dinding geser tidak memenuhi syarat simpangan dalam SNI 1726-2012. Dinding geser model 3 paling efektif dalam mengurangi *drift* dan *displacement*.

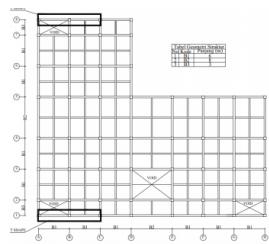
4. Komparasi Respon Dinamik Struktur pada Gedung Bertingkat dengan Variasi Bentuk dan Penempatan Dinding Geser Mengacu SNI 1726-2019. (Anas, 2020)

Pada penelitian tersebut menggunakan bangunan simulasi yang terdiri dari 15 lantai. Penelitian tersebut bertujuan untuk mengetahui pengaruh dari penempatan dinding geser terhadap nilai *base shear*, *displacement*, *drift ratio*, dan pola simpangan pada bangunan gedung. Model yang digunakan dalam penelitian tersebut adalah struktur rangka beton bertulang dengan ketidakberaturan sudut dalam. Dalam penelitian tersebut digunakan 5 model penempatan dinding geser. Variasi penempatan dinding geser dapat dilihat pada Gambar 2.7.

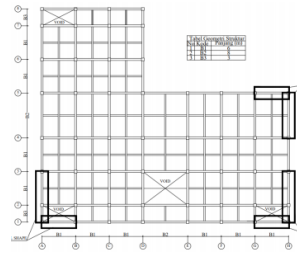


### Gambar 2.7 Variasi Penempatan Dinding Geser Anas

(Sumber : Anas Hoga Prathama, 2020)



d. Model 4



e. Model 5

### Lanjutan Gambar 2.7 Variasi Penempatan Dinding Geser Anas

(Sumber : Anas Hoga Prathama, 2020)

Didapat hasil pada penelitian tersebut yaitu nilai geser dasar terbesar yaitu 40175 kN. Displacement pada arah x didapat sebesar 40 mm dan pada arah y didapat sebesar 42mm. Nilai drift ratio maksimum yaitu sebesar 20,67% dan nilai terefektif yaitu sebesar 22,67%. Nilai simpangan terkecil terdapat pada struktur arah x sebesar 126,5 mm dengan presentase penurunan sebesar 76,29% dan lantai arah y sebesar 227,15 mm dengan presentase penurunan 88,44%.

### 2.3 Perbandingan Penelitian

Berdasarkan dari hasil penelitian yang telah dilakukan, perbandingan hasil penelitian terdahulu dengan penelitian yang akan dilakukan dapat dilihat pada tabel 2.1 berikut.

**Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian Terdahulu**

Nama Peneliti, Tahun	Pebelitian Terdahulu				Penelitian yang Dilakukan
	Amalia, 2018	Alvin, 2019	Anas, 2020	Siti, 2020	
Judul	Kajian Perbandingan Respon Struktur Bangunan Bertingkat dengan Variasi Tata Letak Dinding Geser Akibat Beban Gempa Dinamik Respon Spektrum	Analisis Simpangan dan Nilai Base Shear pada Bangunan 6 Lantai dengan Variasi Peempatan Dinding Geser	Komparasi Respon Dinamik Stuktur pada Gedung Bertingkat dengan Variasi Bentuk dan Penempatan Dinding Geser Mengacu SNI 1726-2019	Analisis Pengaruh Tata Letak Dinding Geser Terhadap Respon Struktur Bangunan Tinggi Beton Bertulang 20 Tingkat	Kinerja Struktur Gedung Bertingkat Tinggi Terhadap Gempa dengan Variasi Penempatan Dinding Geser
Model Struktur	Menggunakan 3 buah model, model 1 dengan dinding geser dibagian tepi kanan, kiri, depan, belakang bangunan. Model 2 dengan dinding geser <i>L shaped</i> di pojok bangunan.	Memodelkan 3 buah dengan 1 bangunan eksisting. 2 model dengan dinding geser <i>L shaped</i> di setiap sudut bangunan.	Terdapat 5 buah model. 3 buah bangunan dengan dinding geser <i>L shaped</i> disudut bangunan. 2 buah bangunan dengan dinding geser <i>I shaped</i>	Terdapat 5 model dengan 1 model bangunan tanpa dinding geser dan 4 model lainnya dengan perletakan dinding geser yang berbeda	Terdapat 3 model dengan 1 model <i>existing</i> dengan perletakan variasi dinding geser mengikuti fungsi bangunan.

Lanjutan Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian Terdahulu

Nama Peneliti, Tahun	Pebelitian Terdahulu				Penelitian yang Dilakukan
	Amalia, 2018	Alvin, 2019	Anas, 2020	Siti, 2020	
Model Struktur	Model 3 dengan dinding geser <i>L shaped</i> di tangan bangunan.				
Metode	Metode Respon Spektrum	Metode Respon Spektrum	<i>Force Based Design</i> (FBD) dengan menggunakan pendekatan Respon Spektrum	Metode Respon Spekturm	Metode Respon Spektrum
Peraturan yang digunakan	SNI 1726-2012 SNI 2847-2013	SNI 1726-2012	SNI 1726-2019 SNI 2847-2019 SNI 1727-2013	SNI 1726-2002 SNI 1726-2012	SNI 1726-2019 SNI 2847-2019 SNI 1727-2020
Parameter yang diuji	<i>Drift ratio, displacement</i> , pola goyangan	<i>Displacement, base shear, drift story</i>	<i>Base shaer, displacement, drfit ratio</i> , pola simpangan	<i>Displacement, story drift</i>	<i>Base shear, displacement, drift story, p-delta</i>

Lanjutan Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian Terdahulu

Nama Peneliti, Tahun	Pebelitian Terdahulu				Penelitian yang Dilakukan
	Amalia, 2018	Alvin, 2019	Anas, 2020	Siti, 2020	
Hasil	<p>1. Perbandingan nilai <i>drift ratio</i> maksimum dan minimum.</p> <p>a. Nilai <i>drift ratio</i> maksimum akibat respon spektrum arah x sebesar 8,39% pada model 1 dan arah y sebesar 29,5% pada model 3.</p> <p>b. Nilai <i>drift ratio</i> minimum akibat respon spektrum arah x sebesar -</p>	<p>1. Nilai base shear dari hasil ETABS pada varian yang dilakukan memiliki perbedaan 1%.</p> <p>2. Variasi 1 dan variasi 2 didapatkan hasil simpangan yang lebih kecil daripada model <i>existing</i> dan nilai kekakuan lebih besar dari model <i>existing</i>.</p> <p>3. Simpangan model 1 pada titik 3 arah y mengalami penurunan paling sebesar 48,67% dari model <i>existing</i>.</p>	<p>1. Nilai geser yang didapat adalah :</p> <p>a. Struktur yang menggunakan dinding geser memiliki nilai geser dasar lebih besar daripada struktur tanpa dinding geser.</p> <p>b. Nilai geser dasar terbesar pada struktur model 5 sebesar 40175 kN.</p> <p>2. Hasil <i>displacement</i> adalah sebagai berikut.</p> <p>a. Model dengan nilai paling efektif pada arah x adalah model 4 dan 5, sedangkan</p>	<p>1. Struktur gedung 20 tingkat dengan bentuk bangunan yang simetris tanpa dinding geser tidak memenuhi syarat simpangan antar tingkat sesuai SNI 1726-2012.</p> <p>2. Struktur dengan dinding geser mengurangi <i>drift</i> dan <i>displacement</i>.</p> <p>3. Penempatan posisi dinding geser berpengaruh terhadap <i>displacement</i> dan <i>drift</i></p> <p>4. Dinding geser model 3 paling efektif dalam mengurangi drift dan</p>	



Lanjutan Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian Terdahulu

Nama Peneliti, Tahun	Pebelitian Terdahulu				Penelitian yang Dilakukan
	Amalia, 2018	Alvin, 2019	Anas, 2020	Siti, 2020	
Hasil	<p>1,587% dan arah y sebesar 6,333%</p> <p>2. Penempatan dinding geser yang direkomendasikan adalah model 1 karena memiliki nilai kekakuan tertinggi dan <i>displacement</i> terkecil.</p> <p>Pola goyangan bangunan tanpa dinding geser adalah pola goyangan <i>shear mode</i>. Sedangkan bangunan dengan dinding geser adalah</p>	<p>Varian 2 pada titik 3 arah y sebesar 27,89% dan model 1 mengalami penurunan pada arah x terbesar terjadi pada titik 105 sebesar 30,57% dan model 2 mengalami penurunan sebesar 10,29%.</p>	<p>pada arah y adalah model 5.</p> <p>b. Model dengan nilai terkecil pada arah x adalah model 4 dan 5 sebesar 40mm, sedangkan pada arah y adalah model 5 sebesar 42mm.</p> <p>3. Nilai drift ratio maksimum pada arah x adalah model 4 sebesar 20,67% dan drift ratio terefektif adalah model 5 sebesar 22,67%.</p> <p>4. Nilai simpangan antar lantai adalah Simpangan terkecil pada model 5 arah x dengan</p>	<p>displacement dalam syarat SNI 1726-2002 dan SNI 1726-2012</p> <p>5. Semua model tidak terjadi torsi, karena bentuk bangunan yang simetris persegi sehingga menghindari putaran sudut.</p>	

**Lanjutan Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian Terdahulu**

Nama Peneliti, Tahun	Pebelitian Terdahulu				Penelitian yang Dilakukan
	Amalia, 2018	Alvin, 2019	Anas, 2020	Siti, 2020	
Hasil	pola goyangan kombinasi.		penurunan sebesar 126,5mm dan persentase penurunan 76,29%.		

## **BAB III**

### **LANDASAN TEORI**

#### **3.1 Prinsip Bangunan Tahan Gempa**

Konstruksi bangunan tahan gempa adalah bangunan yang dapat merespon gempa, dengan sikap bertahan dari keruntuhan dan bersifat fleksibel untuk meredam getaran gempa. Bangunan tahan gempa merupakan bangunan yang dirancang dan diperhitungkan secara analisis, baik kombinasi beban, penggunaan material, dan penempatan massa strukturnya. Konsep kolom kuat balok lemah merupakan salah satu cara untuk mengatasi bangunan agar tetap berdiri ketika terjadi gempa. Prinsip bangunan tahan gempa harus memperhatikan sistem struktur dan kualitas material bangunan yang digunakan.

Hoedajanto dan Imran (2009) menyatakan, ada beberapa prinsip perencanaan bangunan tahangempa yang harus diperhatikan :

1. Sistem struktur yang digunakan harus sesuai dengan tingkat kerawanan (resiko gempa) dimana bangunan tersebut akan didirikan
2. Pendetailan penulangan, sambungan-sambungan, unsur-unsur bangunan harus terikat secara efektif menjadi satu kesatuan
3. Material beton dan baja harus memenuhi syarat bangunan tahan gempa
4. Unsur-unsur arsitektural yang memiliki massa yang besar harus terikat dengan kuat pada sistem portal utama
5. Karakteristik bangunan sangat berpengaruh terhadap gaya gempa yang akan diterima bangunan. Bentuk denah bangunan yang simetris dan tidak terlalu panjang dapat memngurangi beban gempa yang diterima bangunan, selain itu massa bangunan sebisa mungkin dibuat seringan mungkin.

#### **3.2 Pembebanan**

Pembebanan yang digunakan untuk menganalisis gedung yaitu beban mati, beban hidup, dan beban gempa. Berikut penjelasan tentang beban yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

### 3.2.1 Beban Mati

Beban mati adalah beban yang dihasilkan oleh berat sendiri struktur atau elemen struktur yang dikenakan pada struktur tanpa adanya beban tambahan dari luar. Beban mati terdiri dari berat sendiri material bangunan seperti beton, baja, kayu dan material lainnya yang digunakan dalam konstruksi, serta beban tetap seperti peralatan, instalasi, atau perlengkapan permanen lainnya yang terpasang pada struktur.

Saat menentukan beban mati untuk perancangan, maka harus digunakan berat bahan dan konstruksi yang sebenarnya dengan ketentuan jika tidak ada informasi yang jelas, nilai yang harus digunakan adalah nilai yang disetujui oleh pihak yang berwenang.

### 3.2.2 Beban Hidup

Beban yang berasal dari kegiatan manusia atau aktivitas yang terjadi pada atau di sekitar struktur. Beban hidup dapat bervariasi tergantung pada jenis struktur dan penggunaannya, seperti jumlah yang menggunakan Gedung, beban peralatan atau mesin yang digunakan di dalam Gedung, dan sebagainya. Beban hidup bersifat statis atau dinamis dan dapat dihitung menggunakan berbagai standar dan kode perencanaan yang berbeda, tergantung pada jenis dan lokasinya. Penting untuk memperhitungkan beban hidup dalam perencanaan struktur untuk memastikan bahwa struktur aman dan dapat menahan beban hidup yang dikenakan padanya dengan aman dan efektif. Beban minimum yang digunakan dalam perencanaan dapat dilihat pada tabel 3.1 berikut.

**Tabel 3.1 Beban Hidup Terdistribusi Merata Minimum, Lo dan Beban Hidup Terpusat Minimum**

Hunian atau penggunaan	Merata, Lo psf (kN/m <sup>2</sup> )	Terpusat lb (kN)
<b>Apartemen (lihat rumah tinggal)</b>		
<b>Sistem lantai akses</b>		
Ruang kantor	50 (2,4)	2.000 (8,9)
Ruang komputer	100 (4,79)	2.000 (8,9)
<b>Gudang persenjataan dan ruang latihan</b>	150 (7,18)	
<b>Ruang pertemuan</b>		
Kursi tetap (terikat di lantai)	60 (2,87)	
Lobi	100 (4,79)	

**Lanjutan Tabel 3.1 Beban Hidup Terdistribusi Merata Minimum, *Lo* dan  
Beban Hidup Terpusat Minimum**

<b>Hunian atau penggunaan</b>	<b>Merata, <i>Lo</i> psf (kN/m<sup>2</sup>)</b>	<b>Terpusat <i>Ib</i> (kN)</b>
Kursi dapat dipindahkan	100 (4,79)	
Panggung pertemuan	100 (4,79)	
Lantai podium	150 (7,18)	
Tribun penonton Stadion dan arena dengan kursi tetap (terikat di lantai)	100 (4,79)	
Ruang pertemuan lainnya	60 (2,87)	
<b>Balkon dan dek</b>	100 (4,79)	
	1,5 kali beban hidup untuk daerah yang dilayani. Tidak perlu melebihi 100 psf (4,79 kN/m <sup>2</sup> )	
<b>Jalur untuk akses pemeliharaan</b>	40 (1,92)	300 (1,33)
<b>Koridor</b>		
Lantai pertama	100 (4,79)	
Lantai lain	Sama seperti pelayanan hunian kecuali disebutkan lain	
<b>Ruang makan dan restoran</b>	100 (4,79)	
<b>Hunian (lihat rumah tinggal)</b>		
<b>Dudukan mesin elevator</b>		
(pada area 2 in.x 2 in. [50 mm x 50 mm])		300 (1,33)
(pada area 1 in.x 1 in. [25 mm x 25 mm])		200 (0,89)
<b>Balkon dan dek</b>		
	1,5 kali beban hidup untuk daerah yang dilayani. Tidak perlu melebihi 100 psf (4,79 kN/m <sup>2</sup> )	
<b>Jalur untuk akses pemeliharaan</b>	40 (1,92)	300 (1,33)
<b>Koridor</b>		
Lantai pertama	100 (4,79)	
Lantai lain	Sama seperti pelayanan hunian kecuali disebutkan lain	
<b>Jalur penyelamatan saat kebakaran</b>	100 (4,79)	
Hunian satu keluarga saja	40 (1,92)	
<b>Tangga permanen</b>		Lihat Pasal 4.5.4

**Lanjutan Tabel 3.1 Beban Hidup Terdistribusi Merata Minimum,  $L_0$  dan Beban Hidup Terpusat Minimum**

<b>Garasi/Parkir (Lihat Pasal 4.10)</b> Mobil penumpang saja	40 (1,92)	Lihat Pasal 4.10.1
Truk dan bus	Lihat Pasal 4.10.2	Lihat Pasal 4.10.2
<b>Pegangan tangga dan pagar pengaman</b> Batang pegangan	Lihat 4.5.1	Lihat 4.5.1 Lihat 4.5.2
<b>Helipad (Lihat Pasal 4.11)</b> Helikopter dengan berat lepas landas sebesar 3000 lb (13,35 kN) atau kurang Helikopter dengan berat lepas landas lebih dari 3000 lb (13,35 kN)	40 (1,92) 60 (2,87)	Lihat Pasal 4.11.2 Lihat Pasal 4.11.2
<b>Rumah sakit</b> Ruang operasi, laboratorium Ruang pasien Koridor diatas lantai pertama	60 (2,87) 40 (1,92) 80 (3,38)	1.000 (4,45) 1.000 (4,45) 1.000 (4,45)
<b>Hotel (lihat rumah tinggal)</b>		
<b>Perpustakaan</b>		
Ruang baca	60 (2,87)	1.000 (4,45)
Ruang penyimpanan	150 (7,18)	1.000 (4,45)
Koridor diatas lantai pertama	80 (3,38)	1.000 (4,45)
<b>Pabrik</b>		
Ringan	125 (6,00)	2.000 (8,9)
Berat	250 (11,97)	3.000 (13,35)
<b>Gedung perkantoran</b>		
Ruang arsip dan komputer harus dirancang untuk beban yang lebih berat berdasarkan pada perkiraan hunian		
Lobi dan koridor lantai pertama	100 (4,79)	2.000 (8,90)
kantor	50 (2,40)	2.000 (8,90)
Koridor diatas lantai pertama	80 (3,83)	2.000 (8,90)
<b>Lembaga hukum</b>		
Blok sel	40 (1,92)	
Koridor	100 (4,79)	
<b>Tempat rekreasi</b>		
Tempat bowling, billiard, dan penggunaan sejenis	75 (3,59)	
Ruang dansa dan ballroom	100 (4,79)	
Gimnasium	100 (4,79)	
<b>Rumah tinggal</b>		
Hunian satu dan dua keluarga		
Loteng yang tidak dapat dihuni tanpa gudang	10 (0,48)	
Loteng yang tidak dapat dihuni dengan gudang	20 (0,96)	
Loteng yang dapat dihuni dan ruang tidur	30 (1,44)	
Semua ruang kecuali tangga	40 (1,92)	
Semua hunian rumah tinggal lainnya		
Ruang pribadi dan koridornya	40 (1,92)	
Ruang publik	100 (4,79)	

**Lanjutan Tabel 3.1 Beban Hidup Terdistribusi Merata Minimum,  $L_o$  dan  
Beban Hidup Terpusat Minimum**

<b>Hunian atau penggunaan</b>	<b>Merata, <math>L_o</math> psf (kN/m<sup>2</sup>)</b>	<b>Terpusat <math>l_b</math> (kN)</b>
Koridor ruang publik	100 (4,79)	
<b>Atap</b>		
Atap datar, berbung, dan lengkung	20 (0,96)	
Atap yang dapat digunakan penghuni	Sama dengan penggunaan yang dilayani	
Atap untuk tempat berkumpul	100 (4,70)	
Atap vegetatif dan atan lanskap		
Atap bukan untuk hunian	20 (0,96)	
Atap untuk tempat berkumpul	100 (4,79)	
Atap untuk penggunaan lainnya	Sama dengan penggunaan yang dilayani	
Awning dan kanopi		
Atap konstruksi fabric yang didukung oleh struktur rangka kaku ringan	5 (0,24)	
Rangka penumpu layar tertutup	5 (0,24) Berdasarkan area tributari dari atap yang didukung oleh komponen struktur rangka	
Semua konstruksi lainnya	20 (0,96)	
Komponen struktur atap utama, yang terhubung langsung dengan pekerjaan lantai tempat bekerja		2000 (8,90)
Titik panel tunggal dari kord bawah rangka batang atap atau suatu titik sepanjang komponen struktur utama pendukung atap diatas pabrik, gudang penyimpanan dan pekerjanya, dan garasi bengkel		300 (1,33)
Semua komponen struktur atap utama lainnya		300 (1,33)
Semua permukaan atasp dengan beban pekerja pemeliharaan		
<b>Sekolah</b>		
Ruang kelas	40 (1,92)	1.000 (4,45)
Koridor di atas lantai pertama	80 (3,83)	1.000 (4,45)
Koridor lantai pertama	100 (4,79)	1.000 (4,45)
<b>Scuttles, rusuk untuk atap kaca dan langit-langit yang dapat diakses</b>		200 (0,89)
<b>Jalan dipinggir untuk pejalan kaki, jalan lintas kendaraan, dan lahan/jalan untuk truk-truk</b>	250 (11,97)	8.000 (35,60)

**Lanjutan Tabel 3.1 Beban Hidup Terdistribusi Merata Minimum, *Lo* dan  
Beban Hidup Terpusat Minimum**

Hunian atau penggunaan	Merata, <i>Lo</i> psf (kN/m <sup>2</sup> )	Terpusat <i>lb</i> (kN)
<b>Tangga dan jalan keluar</b>	100 (4,79)	300 (1,33)
Rumah tinggal untuk satu dan dua keluarga saja	40 (1,92)	300 (1,33)
<b>Gudang diatas langit-langit</b>	20 (0,96)	
<b>Gudang penyimpanan dan pekerja</b> (harus dirancang untuk beban lebih berat jika diperlukan)		
Ringan	125 (6,00)	
Berat	150 (11,97)	
<b>Toko</b>		
Eceran		
Lantai pertama	100 (4,79)	1.000 (4,45)
Lantai diatasnya	75 (3,59)	1.000 (4,45)
Grosir, di semua lantai	125 (6,00)	1.000 (4,45)
<b>Penghalan kendaraan</b>		Lihat Pasal 4.5.3
<b>Susunan jalan dan panggung yang ditinggikan</b> (selain jalan keluar)	60 (2,87)	
Pekarangan dan teras, jalur pejalan kaki	100 (4,79)	

(Sumber : SNI 1727-2020)

### 3.2.3 Beban Gempa

Beban gempa adalah beban yang dihasilkan oleh getaran atau guncangan yang akibat gempa bumi. Beban gempa dapat menyebabkan gaya inersia dan gaya gesekan pada struktur yang dapat merusak atau bahkan menghancurkan struktur jika tidak dirancang untuk menahan beban gempa. Berdasarkan SNI 1726-2019 perencanaan gempa rencana ditetapkan sebagai gempa dengan kemungkinan terlampaui besarnya selama umur struktur bangunan 50 tahun adalah sebesar 2 %.

Kategori resiko struktur bangunan gedung dan nongedung pada Tabel 3.2 pengaruh gempa rencana harus dikalikan dengan faktor keutamaan gempa pada Tabel 3.3.



**Tabel 3.2 Kategori Risiko Bangunan Gedung dan Nongedung untuk Beban Gempa**

Jenis pemanfaatan	Kategori risiko
<p>Gedung dan nongedung yang memiliki risiko rendah terhadap jiwa manusia pada saat terjadi kegagalan, termasuk, tapi tidak dibatasi untuk, antara lain:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Fasilitas pertanian, perkebunan, perternakan, dan perikanan</li> <li>- Fasilitas sementara</li> <li>- Gudang penyimpanan</li> <li>- Rumah jaga dan struktur kecil lainnya</li> </ul>	I
<p>Semua gedung dan struktur lain, kecuali yang termasuk dalam kategori risiko I,III,IV, termasuk, tapi tidak dibatasi untuk:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Perumahan</li> <li>- Rumah toko dan rumah kantor</li> <li>- Pasar</li> <li>- Gedung perkantoran</li> <li>- Gedung apartemen/ rumah susun</li> <li>- Pusat perbelanjaan/ mall</li> <li>- Bangunan industri</li> <li>- Fasilitas manufaktur</li> <li>- Pabrik</li> </ul>	II
<p>Gedung dan nongedung yang memiliki risiko tinggi terhadap jiwa manusia pada saat terjadi kegagalan, termasuk, tapi tidak dibatasi untuk:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Bioskop</li> <li>- Gedung pertemuan</li> <li>- Stadion</li> <li>- Fasilitas kesehatan yang tidak memiliki unit bedah dan unit gawat darurat</li> <li>- Fasilitas penitipan anak</li> <li>- Penjara</li> <li>- Bangunan untuk orang jompo</li> </ul> <p>Gedung dan nongedung, tidak termasuk kedalam kategori risiko IV, yang memiliki potensi untuk menyebabkan dampak ekonomi yang besar dan/atau gangguan massal terhadap kehidupan masyarakat sehari-hari bila terjadi kegagalan, termasuk, tapi tidak dibatasi untuk:</p>	III

(Sumber : SNI 1726-2019)

**Lanjutan Tabel 3.2 Kategori Risiko Bangunan Gedung dan Nongedung  
untuk Beban Gempa**

Jenis pemanfaatan	Kategori risiko
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pusat pembangkit listrik biasa</li> <li>- Fasilitas penanganan air</li> <li>- Fasilitas penanganan limbah</li> <li>- Pusat telekomunikasi</li> </ul> <p>Gedung dan nongedung yang tidak termasuk dalam kategori risiko IV, (termasuk, tetapi tidak dibatasi untuk fasilitas manufaktur, proses, penanganan, penyimpanan, penggunaan atau tempat pembuangan bahan bakar berbahaya, bahan kimia berbahaya, limbah berbahaya, atau bahan yang mudah meledak) yang mengandung bahan beracun atau peledak di mana jumlah kandungan bahannya melebihi nilai batas yang disyaratkan oleh instansi yang berwenang dan cukup menimbulkan bahaya bagi masyarakat jika terjadi kebocoran.</p>	III
<p>Gedung dan nongedung yang dikategorikan sebagai fasilitas yang penting, termasuk, tetapi tidak dibatasi untuk:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Bangunan-bangunan monumental</li> <li>- Gedung sekolah dan fasilitas pendidikan</li> <li>- Rumah ibadah</li> <li>- Rumah sakit dan fasilitas kesehatan lainnya yang memiliki fasilitas bedah dan unit gawat darurat</li> <li>- Fasilitas pemadam kebakaran, ambulans, dan kantor polisi, serta garasi kendaraan darurat</li> <li>- Tempat perlindungan terhadap gempa bumi, tsunami, angin badai, dan tempat perlindungan darurat lainnya</li> <li>- Fasilitas kesiapan darurat, komunikasi, pusat operasi dan fasilitas lainnya untuk tanggap darurat</li> <li>- Pusat pembangkit energi dan fasilitas publik lainnya yang dibutuhkan pada saat keadaan darurat</li> <li>- Struktur tambahan (termasuk menara telekomunikasi, tangki penyimpanan bahan bakar, menara pendingin, struktur stasiun listrik, tangki air pemadam kebakaran atau struktur rumah atau struktur pendukung air atau material atau peralatan pemadam kebakaran) yang disyaratkan untuk beroperasi pada saat keadaan darurat</li> </ul> <p>Gedung dan nongedung yang dibutuhkan untuk mempertahankan fungsi struktur bangunan lain yang masuk ke dalam kategori risiko IV.</p>	IV

(Sumber : SNI 1726-2019)

Berikut merupakan faktor keutamaan gempa dapat dilihat pada Tabel 3.3 berikut.

**Tabel 3.3 Faktor Keutamaan Gempa**

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

(Sumber : SNI 1726-2019)

### 3.3 Pemilihan Jenis Struktur

Berdasarkan SNI 1726-2019 telah ditentukan beberapa sistem rangka yang dapat digunakan dalam struktur gedung. Pada penelitian ini peneliti menggunakan sistem rangka pemikul momen.

#### 3.3.1 Sistem Rangka Pemikul Momen

Menurut SNI 1726-2019 Sistem Rangka Pemikul Momen yaitu sistem rangka yang elemen-elemen struktur dan sambungannya menahan beban-beban lateral melalui mekanisme lentur. Sistem rangka ini terbagi menjadi 3, yaitu Sistem Rangka Pemikul Momen Biasa (SRPMB), Sistem Rangka Pemikul Momen Menengah (SRPMM), dan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK). Berikut merupakan penjelasan dari 3 sistem rangka tersebut.

##### 1. Sistem Rangka Pemikul Momen Biasa

Sistem ini memiliki daktilitas yang terbatas atau kecil tetapi memiliki kekuatan yang besar dan cocok untuk digunakan di daerah yang memiliki resiko gempa yang kecil. Sistem ini dapat mengabaikan syarat SCWB (*Strong Column Weak Beam*) karena SCWB sendiri digunakan pada saat mendesain bangunan yang memiliki daktilitas tinggi. Kelebihan dari sistem rangka ini yaitu biaya yang murah tetapi sangat beresiko jika terjadi gempa yang cukup besar.

##### 2. Sistem Rangka Pemikul Momen Menengah

Sistem ini memiliki daktilitas sedang dan cocok digunakan untuk daerah dengan resiko gempa sedang. Sistem struktur ini memfokuskan terhadap

kegagalan struktur yang diakibatkan oleh gaya geser. Kelebihannya adalah tidak memerlukan banyak perkuatan.

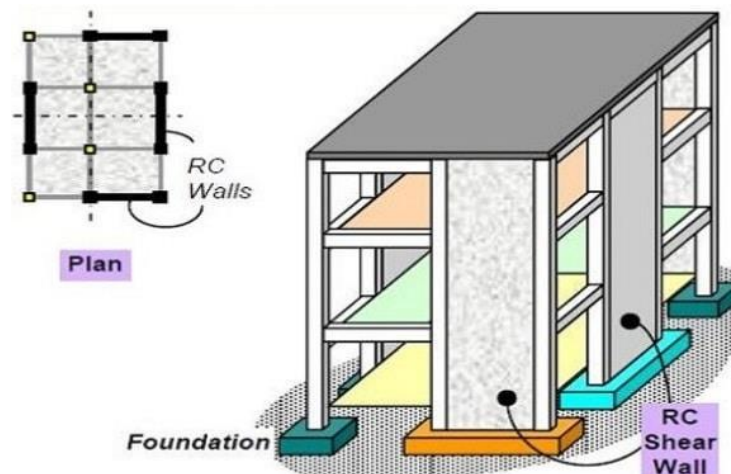
### 3. Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus

Sistem ini memiliki daktilitas yang tinggi sehingga cocok digunakan di daerah yang memiliki tingkat resiko gempa yang tinggi. Sistem ini menerapkan *Strong Column Weak Beam*. Dimana sistem ini harus tahan terhadap gaya geser dan memiliki pendetailan yang kompleks.

Dalam memilih sistem yang digunakan dapat didasarkan pada Kategori Desain Saismik (KDS) dimana menurut SNI 1729-2019 yaitu untuk SRPMB (KDS A-B), SRPMM (KDS B-C), dan SRPMK (KDS D-E-F).

#### 3.3.2 Dinding Geser

Dinding geser merupakan struktur dinding vertikal yang dirancang agar dapat menahan gaya lateral akibat beban gempa dan beban angin. Gaya lateral dan gaya geser yang bekerja pada struktur konstruksi gedung seperti gaya-gaya yang disebabkan oleh beban angin ataupun beban gempa, memiliki kekuatan yang besar dengan arah yang tidak dapat diprediksi. Gempa ataupun beban angin yang diterima dapat menyebabkan struktur mengalami simpangan horisontal (*drift*). Salah satu metode yang dapat dilakukan untuk mengurangi simpangan horisontal tersebut yaitu dengan pemasangan dinding geser (*dinding geser*).



**Gambar 3.1 Dinding Geser pada Bangunan**  
(Sumber : Murty, 2008)

Terdapat berbagai jenis dinding geser yang dapat digunakan sesuai kebutuhan. Menurut letak dan fungsinya, dinding geser dibagi menjadi 3 jenis.

1. *Bearing Walls*

Dinding geser yang mendukung mayoritas beban gravitasi. Tembok tersebut juga memakai dinding pembatas antar partemen yang dekat.

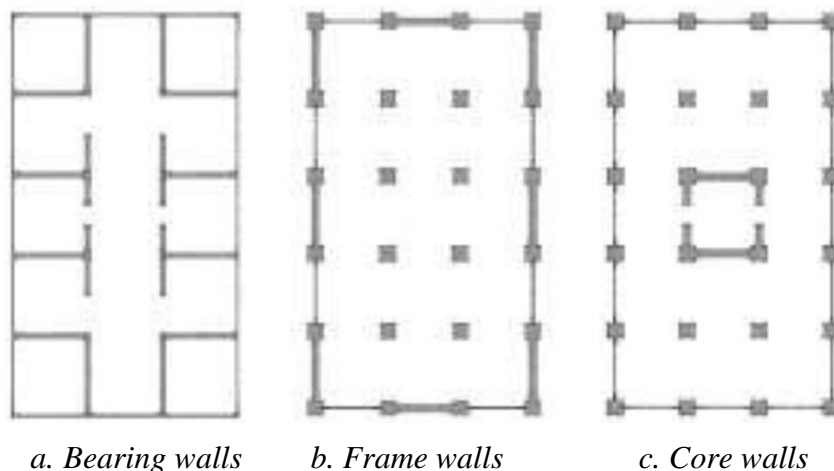
2. *Frame Walls*

Dinding geser yang berguna dalam menahan beban lateral dan beban gravitasi yang berasal dari frame beton bertulangan. Tembok tersebut dapat dibangun di antara baris maupun kolom pada bagian dalam.

3. *Core Walls*

Dinding tersebut merupakan dinding geser yang berada di dalam wilayah inti di pusat dalam bangunan seperti, gedung dan poros lift.

Contoh gambar dari masing-masing jenis dinding geser dapat dilihat pada Gambar 3.2 berikut.



**Gambar 3.2 Dinding Geser pada Bangunan**

(Sumber : Braien, 2015)

**Tabel 3.4 Faktor R, Cd dan  $\Omega_0$  untuk Sistem Pemikul Gaya Seismik**

Sistem pemikul gaya seismik		R	$\Omega_0$	Cd	Batasan sistem struktur dan batasan tinggi struktur, hn (m)d				
					Kategori desain seismik				
					B	C	D	E	F
Sistem dinding penumpu	Dinding geser beton bertulang khusus	5	2 <sup>1/2</sup>	5	TB	TB	48	48	30
	Dinding geser beton bertulang biasa	4	2 <sup>1/2</sup>	4	TB	TB	TI	TI	TI
Sistem rangka bangunan	Dinding geser beton bertulang khusus	6	2 <sup>1/2</sup>	5	TB	TB	48	48	30
	Dinding geser beton bertulang biasa	5	2 <sup>1/2</sup>	4 <sup>1/2</sup>	TB	TB	TI	TI	TI
Sistem rangka pemikul momen	Rangka beton bertulang pemikul momen khusus	8	3	5 <sup>1/2</sup>	TB	TB	TB	TB	TB
	Rangka beton bertulang pemikul momen menengah	5	3	4 <sup>1/2</sup>	TB	TB	TI	TI	TI
	Rangka beton bertulang pemikul momen biasa	3	3	2 <sup>1/2</sup>	TB	TI	TI	TI	TI
Sistem ganda dengan rangka pemikul momen khusus yang mampu menahan paling sedikit 25 % gaya seismik yang ditetapkan	Dinding geser beton bertulang khusus	7	2 <sup>1/2</sup>	5 <sup>1/2</sup>	TB	TB	TB	TB	TB
	Dinding geser beton bertulang biasa	6	2 <sup>1/2</sup>	5 <sup>1/2</sup>	TB	TB	TI	TI	TI
Sistem ganda dengan rangka pemikul momen menengah mampu menahan paling sedikit 25 % gaya seismik yang ditetapkan	Dinding geser beton bertulang khusus	6 <sup>1/2</sup>	2 <sup>1/2</sup>	5	TB	TB	48	30	30
	Dinding geser beton bertulang biasa	5 <sup>1/2</sup>	2 <sup>1/2</sup>	4 <sup>1/2</sup>	TB	T B	TI	TI	TI

(Sumber : SNI 1726-2019)

### 3.4 Ketidakberaturan Struktur

Berdasarkan SNI 1726-2019 struktur harus diklasifikasikan beraturan atau tidak beraturan berdasarkan pada kriteria dalam ketidakberaturan struktur.

Klasifikasi tersebut harus didasarkan pada konfigurasi horizontal dan vertikal dari struktur.

#### 3.4.1 Ketidakberaturan Horizontal

Menurut SNI 1726-2019 struktur yang mempunyai satu atau lebih tipe ketidakberaturan harus dinyatakan mempunyai ketidakberaturan struktur horizontal. Struktur-struktur yang didesain untuk kategori desain seismik seperti yang terdapat pada Tabel 3.5 dibawah ini yang harus memenuhi persyaratan dalam pasal-pasal yang dirujuk dalam tabel tersebut.

**Tabel 3.5 Ketidakberaturan Horizontal pada Struktur**

	<b>Tipe dan penjelasan ketidakberaturan</b>	<b>Pasar refrensi</b>	<b>Penerapan kategori desain seismik</b>
1a.	Ketidakberaturan torsi didefinisikan ada jika simpangan antar tingkat maksimum, yang dihitung termasuk torsi tak terduga dengan $A_x = 1,0$ , di salah satu ujung struktur melintang terhadap suatu sumbu adalah lebih dari 1,2 kali simpangan antar tingkat rata-rata di kedua ujung struktur. Persyaratan ketidakberaturan torsi dalam pasal-pasal referensi berlaku hanya untuk struktur di mana diafragma kaku atau setengah kaku.	0 0 0 0 Tabel 16 0	D, E, dan F B, C, D, E, dan F F C, D, E, dan F C, D, E, dan F D, E, dan F B, C, D, E, dan F F
1b.	Ketidakberaturan torsi berlebihan didefinisikan ada jika simpangan antar tingkat maksimum yang dihitung termasuk akibat torsi tak terduga dengan $A_x = 1,0$ , di salah satu ujung struktur melintang terhadap suatu sumbu adalah lebih dari 1,4 kali simpangan antar tingkat rata-rata di kedua ujung struktur. Persyaratan ketidakberaturan torsi berlebihan dalam pasal-pasal referensi berlaku hanya untuk struktur di mana diafragma kaku atau setengah kaku.	0 0 0 0 0 0 Tabel 16 0	E dan F D B, C, dan D C dan D C dan D D B, C, dan D
2.	Ketidakberaturan sudut dalam didefinisikan ada jika kedua dimensi proyeksi denah struktur dari lokasi sudut dalam lebih besar dari 15 % dimensi denah struktur dalam arah yang ditinjau.	0 Tabel 16	D, E, dan F D, E, dan F
3.	Ketidakberaturan diskontinuitas diafragma didefinisikan ada jika terdapat suatu diafragma yang memiliki diskontinuitas atau variasi kekakuan mendadak, termasuk yang mempunyai daerah terpotong atau terbuka lebih besar dari 50 % daerah diafragma bruto yang tertutup, atau perubahan kekakuan diafragma efektif lebih dari 50 % dari suatu tingkat ke tingkat selanjutnya.	0 Tabel 16	D, E, dan F D, E, dan F

**Lanjutan Tabel 3.5. Ketidakberaturan Horizontal pada Struktur**

	<b>Tipe dan penjelasan ketidakberaturan</b>	<b>Pasar referensi</b>	<b>Penerapan kategori desain seismik</b>
4.	Ketidakberaturan akibat pergeseran tegak lurus terhadap bidang didefinisikan ada jika terdapat diskontinuitas dalam lintasan tahanan gaya lateral, seperti pergeseran tegak lurus terhadap bidang pada setidaknya satu elemen vertikal pemikul gaya lateral.	0 0 0 Tabel 16	B, C, D, E, dan F D, E, dan F B, C, D, E, dan F D, E, dan F B, C, D, E dan F
5.	Ketidakberaturan sistem nonparalel didefinisikan ada jika elemen vertikal pemikul gaya lateral tidak paralel terhadap sumbu utama sistem pemikul gaya seismik.	0 0 Tabel 16 0	C, D, E, dan F B, C, D, E, dan F D, E, dan F B, C, D, E, dan F

(Sumber : SNI 1726-2019)

**3.4.2 Ketidakberaturan Vertikal**

Menurut SNI 1726-2019 struktur yang mempunyai satu atau lebih tipe ketidakberaturan harus dinyatakan mempunyai ketidakberaturan vertikal. Struktur-struktur yang didesain untuk kategori desain seismik sebagaimana yang terdapat dalam Tabel 3.6 harus memenuhi persyaratan dalam pasal-pasal yang dirujuk dalam tabel tersebut.

**Tabel 3.6 Ketidakberaturan Vertikal pada Struktur**

	<b>Tipe dan penjelasan ketidakberaturan</b>	<b>Pasal referensi</b>	<b>Penerapan kategori desain seismik</b>
1a.	Ketidakberaturan Kekakuan Tingkat Lunak didefinisikan ada jika terdapat suatu tingkat yang kekakuan lateralnya kurang dari 70 % kekakuan lateral tingkat di atasnya atau kurang dari 80 % kekakuan rata-rata tiga tingkat di atasnya.	Tabel 16	D, E, dan F
1b.	Ketidakberaturan Kekakuan Tingkat Lunak Berlebihan didefinisikan ada jika terdapat suatu tingkat yang kekakuan lateralnya kurang dari 60 % kekakuan lateral tingkat di atasnya atau kurang dari 70 % kekakuan rata-rata tiga tingkat di atasnya.	0 Tabel 16	E dan F D, E, dan F



**Lanjutan Tabel 3.6. Ketidakberaturan Vertikal pada Struktur**

	<b>Tipe dan penjelasan ketidakberaturan</b>	<b>Pasal referensi</b>	<b>Penerapan kategori desain seismik</b>
2.	Ketidakberaturan Berat (Massa) didefinisikan ada jika massa efektif di sebarang tingkat lebih dari 150 % massa efektif tingkat di dekatnya. Atap yang lebih ringan dari lantai di bawahnya tidak perlu ditinjau.	Tabel 16	D, E, dan F
3.	Ketidakberaturan Geometri Vertikal didefinisikan ada jika dimensi horizontal sistem pemikul gaya seismik di sebarang tingkat lebih dari 130 % dimensi horizontal sistem pemikul gaya seismik tingkat didekatnya.	Tabel 16	D, E, dan F
4.	Ketidakberaturan Akibat Diskontinuitas Bidang pada Elemen Vertikal Pemikul Gaya Lateral didefinisikan ada jika pergeseran arah bidang elemen pemikul gaya lateral lebih besar dari panjang elemen itu atau terdapat reduksi kekakuan elemen pemikul di tingkat di bawahnya.	0 0 Tabel 16	B, C, D, E, dan F D, E, dan F D, E, dan F
5a.	Ketidakberaturan Tingkat Lemah Akibat Diskontinuitas pada Kekuatan Lateral Tingkat didefinisikan ada jika kekuatan lateral suatu tingkat kurang dari 80 % kekuatan lateral tingkat di atasnya. Kekuatan lateral tingkat adalah kekuatan total semua elemen pemikul seismik yang berbagi geser tingkat pada arah yang ditinjau.	0 Tabel 16	E dan F D, E, dan F
5b.	Ketidakberaturan Tingkat Lemah Berlebihan Akibat Diskontinuitas pada Kekuatan Lateral Tingkat didefinisikan ada jika kekuatan lateral suatu tingkat	0 0	D, E, dan F B dan C
5b.	kurang dari 65 % kekuatan lateral tingkat di atasnya. Kekuatan lateral tingkat adalah kekuatan total semua elemen pemikul seismik yang berbagi geser tingkat pada arah yang ditinjau.	Tabel 16	D, E, dan F

(Sumber : SNI 1726-2019)

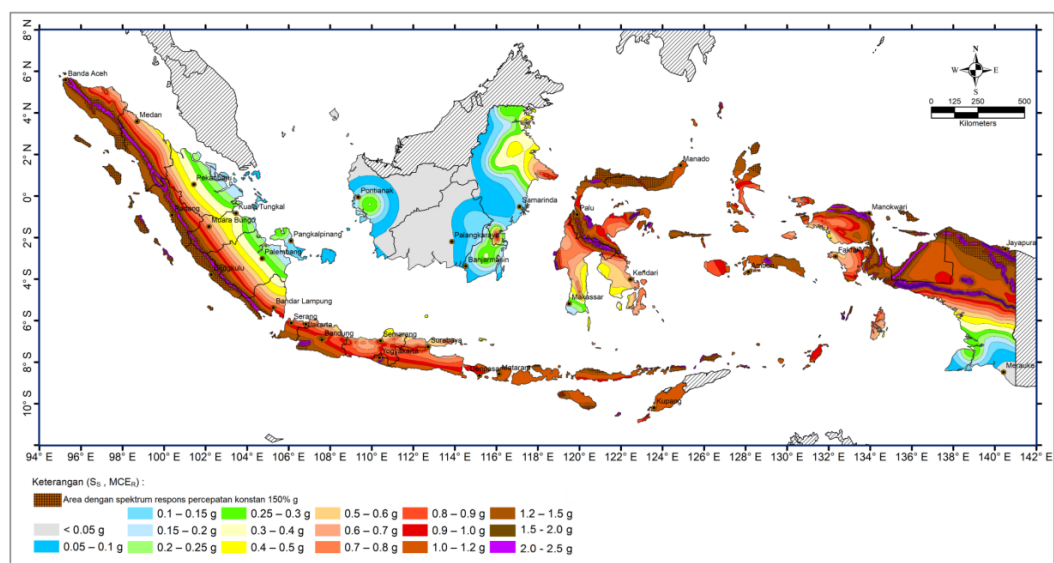
### 3.5 Analisis Gempa Dinamik

#### 3.5.1 Analisis Respons Spektrum

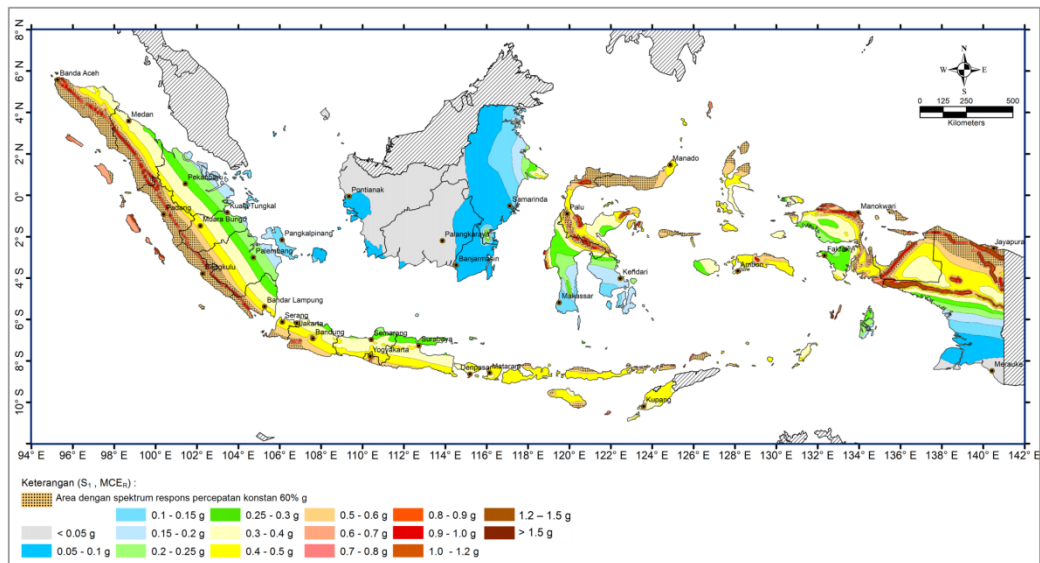
Analisis respon spektrum adalah metode analisis struktur bangunan dengan menggunakan spektrum gempa yang digambarkan dalam bentuk kurva hubungan antara periode struktur bangunan ( $T$ ) dengan nilai percepatan bangunan ( $S_a$ ) itu sendiri ketika terkena beban gempa.

Parameter  $S_s$  (percepatan batuan dasar pada periode pendek) dan  $S_1$  (percepatan batuan dasar pada periode 1 detik) harus ditetapkan masing-masing

dari respons spektral percepatan 0,2 detik dan 1 detik dalam peta gerak tanah seismik pada pasal 0 dengan kemungkinan 2 % terlampaui dalam 50 tahun (MCER, 2 % dalam 50 tahun), dan dinyatakan dalam bilangan desimal terhadap percepatan gravitasi. Bila  $S_1 < 0,04g$  dan  $S_s < 0,15g$ , maka struktur bangunan boleh dimasukkan ke dalam kategori desain seismik A, dan cukup memenuhi persyaratan dalam kategori desain seismik A. Nilai parameter  $S_s$  dan  $S_1$  dapat ditentukan sesuai letak daerah sesuai dengan Gambar 3.3 dan Gambar 3.4 berikut.

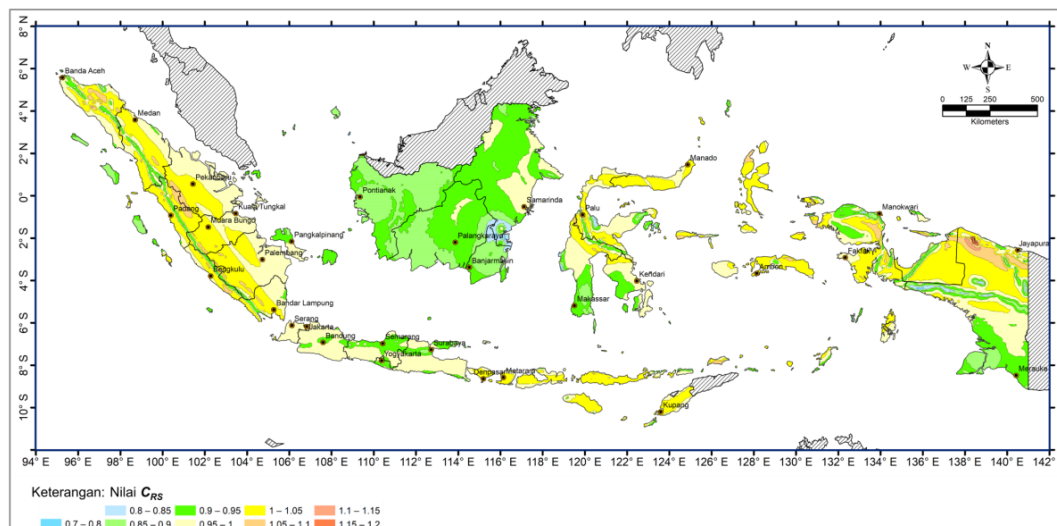


**Gambar 3.3 Parameter Gerak Tanah ( $S_s$ )**  
(Sumber : SNI 1726-2019)

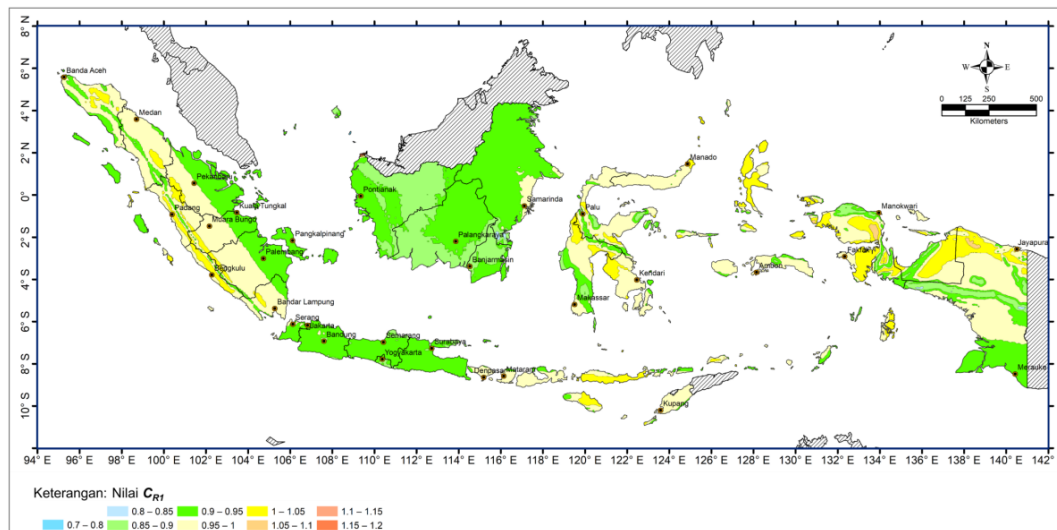


**Gambar 3.4 Parameter Gerak Tanah (S1)**  
(Sumber : SNI 1726-2019)

Nilai koefisien  $C_r$  harus ditentukan menggunakan nilai-nilai  $C_{RS}$  dan  $C_{R1}$ .  $C_{RS}$  adalah nilai terpeta koefisien resiko spesifik situs pada periode pendek. Sedangkan  $C_{R1}$  adalah nilai terpeta koefisien resiko spesifik situs pada periode 1 detik. Nilai  $C_{RS}$  dan  $C_{R1}$  dapat dilihat pada Gambar 3.5 dan Gambar 3.6 berikut.



**Gambar 3.5 CRS, Koefisien Resiko Terpetakan, Periode Respon Spektrum 0,2 Detik**  
(Sumber : SNI 1726-2019)



**Gambar 3.6 CR1, Koefisien Resiko Terpetakan, Periode Respon Spektrum 1 Detik**

(Sumber : SNI 1726-2019)

### 3.5.2 Parameter Respons Spektral Percepatan Gempa Maksimum

Untuk penentuan respons spektral percepatan gempa  $MCE_R$  di permukaan tanah, diperlukan suatu faktor amplifikasi seismik pada periode 0,2 detik dan periode 1 detik. Faktor amplifikasi meliputi faktor amplifikasi getaran terkait percepatan pada getaran periode pendek ( $F_a$ ) dan faktor amplifikasi terkait percepatan yang mewakili getaran periode 1 detik ( $F_v$ ). Parameter respons spektral percepatan pada periode pendek ( $S_{MS}$ ) dan periode 1 detik ( $S_{M1}$ ) yang disesuaikan dengan pengaruh klasifikasi situs, dan ditentukan dengan persamaan berikut ini:

$$S_{MS} = F_a \cdot S_s \quad (3.1)$$

$$S_{M1} = F_v \cdot S_1$$

(3.2)

Keterangan :

$S_s$  = parameter respons spektral percepatan gempa  $MCE_R$  terpetakan untuk periode pendek.

$S_1$  = parameter respons spektral percepatan gempa  $MCE_R$  terpetakan untuk periode 1,0 detik.

$F_a$  = faktor amplifikasi getaran terkait percepatan pada getaran periode pendek.

$F_v$  = faktor amplifikasi getaran terkait percepatan pada getaran periode 1 detik.

Koefisien nilai situs Fa dan Fv dapat dilihat pada Tabel 3.7 dan Tabel 3.8 berikut.

**Tabel 3.7 Koefisien Situs Fa**

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

(Sumber : SNI 1726-2019)

Catatan :

- Untuk nilai diantara  $S_s$  dapat dilakukan interpolasi linier
- SS = situs yang memerlukan investigasi geoteknik spesifik dan analisis respons situs-spesifik

**Tabel 3.8 Koefisien Situs Fv**

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

(Sumber : SNI 1726-2019)

Catatan :

- Untuk nilai diantara  $S_1$  dapat dilakukan interpolasi linier

- b) SS = situs yang memerlukan investigasi geoteknik spesifik dan analisis respons situs-spesifik

### 3.5.3 Parameter Percepatan Spektral Desain

Parameter percepatan spektral desain untuk periode pendek, SDS dan pada periode 1 detik, SD1, harus ditentukan melalui perumusan berikut ini:

$$S_{DS} = \frac{2}{3} S_{MS} \quad (3.3)$$

$$S_{D1} = \frac{2}{3} S_{M1} \quad (3.4)$$

### 3.5.4 Spektrum Respon Desain

Bila spektrum respons desain diperlukan oleh tata cara ini dan prosedur gerak tanah dari spesifik-situs tidak digunakan, maka kurva spektrum respons desain harus dikembangkan dengan mengacu Gambar 3.7 dan mengikuti ketentuan di bawah ini :

1. Untuk periode yang lebih kecil dari  $T_0$ , spektrum respons percepatan desain,  $S_a$ , harus diambil dari persamaan :

$$S_a = S_{DS} \left( 0,4 + 0,6 \frac{T}{T_0} \right) \quad (3.5)$$

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

$$S_a = \left( \frac{S_{D1}}{T} \right) \quad (3.6)$$

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

$$S_a = \left( \frac{S_{D1} T_L}{T^2} \right) \quad (3.7)$$

Keterangan:

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

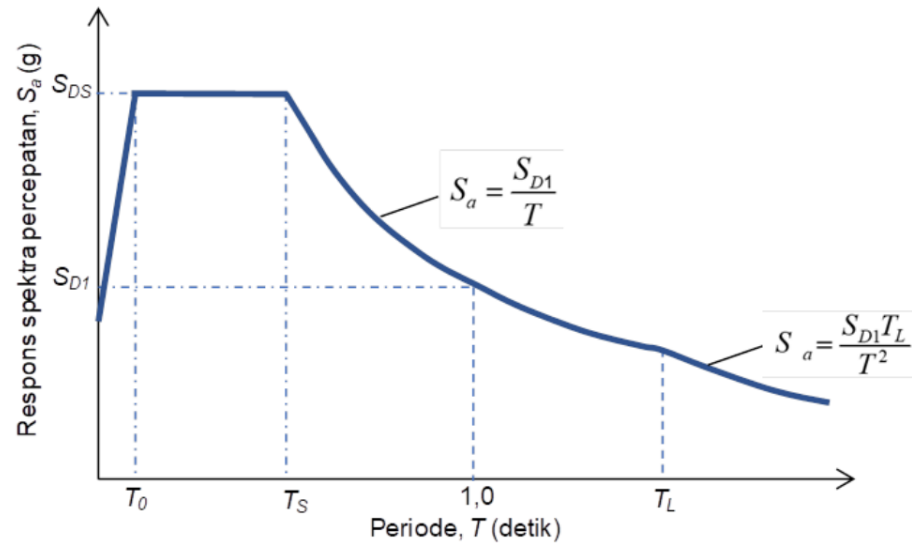
$S_{D1}$  = parameter respons spektral percepatan desain pada periode 1 detik

$T$  = periode getar fundamental struktur

$$T_0 = 0,2 \frac{S_{D1}}{S_{DS}} \quad (3.8)$$

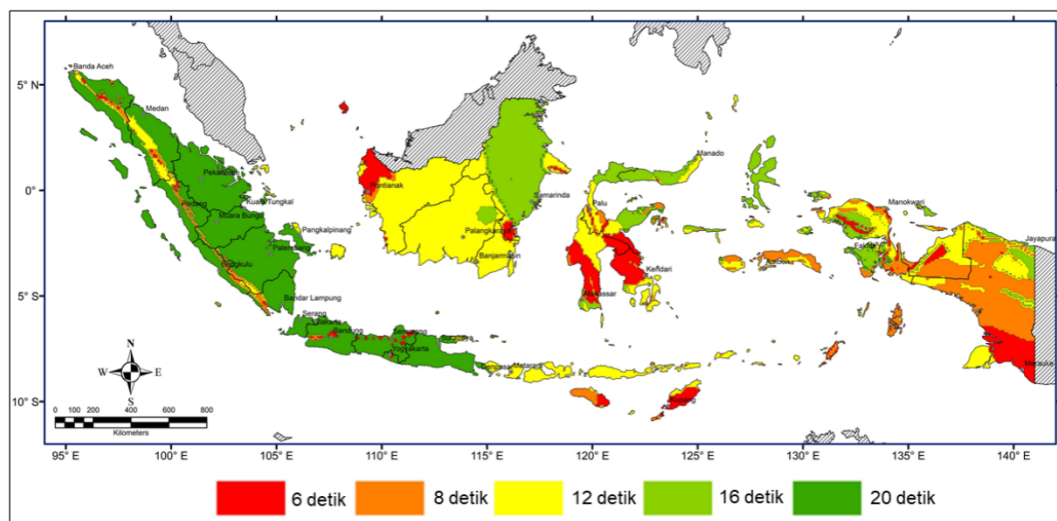
$$T_s = \frac{S_{D1}}{S_{DS}} \quad (3.9)$$

$T_L$  = Peta transisi periode panjang, dimana nilainya diambil dari Gambar 3.8



**Gambar 3.7 Spektrum Respons Desain**

(Sumber : SNI 1726-2019)



**Gambar 3.8 Peta Transisi Periode Panjang,  $T_L$**

(Sumber : SNI 1726-2019)

### 3.5.5 Kategori Desain Seismik

Struktur ditetapkan harus memiliki suatu kategori desain seismik dengan kategori resiko I, II, atau III yang berlokasi di mana parameter respons spektral percepatan terpetakan pada periode 1 detik,  $S_1$ , lebih besar dari atau sama dengan 0,75 harus ditetapkan sebagai struktur dengan kategori desain seismik E. Struktur yang berkategori risiko IV yang berlokasi di mana parameter respons spektral percepatan terpetakan pada periode 1 detik,  $S_1$ , lebih besar dari atau sama dengan 0,75, harus ditetapkan sebagai struktur dengan kategori desain seismik F. Semua struktur lainnya harus ditetapkan kategori desain seismiknya berdasarkan kategori risikonya dan parameter respons spektral percepatan desainnya. Nilai dari arameter respons percepatan periode pendek (SDS) ataupun periode 1 detik ( $SD_1$ ) dapat dilihat pada Tabel 3.9 dan Tabel 3.10 berikut.

**Tabel 3.9 Kategori Desain Seismik Berdasarkan Parameter Respons 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

(Sumber : SNI 1726-2019)

**Tabel 3.10 Kategori Desain Seismik Berdasarkan Parameter Respons 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

(Sumber : SNI 1726-2019)



### 3.5.6 Geser Dasar Seismik

Gaya geser dasar seismik,  $V$ , dalam arah yang ditetapkan ditentukan dengan persamaan berikut :

$$V = C_s \cdot W \quad (3.10)$$

Keterangan :

$C_s$  = koefisien respon seismik yang ditentukan pada persamaan 3.11

$W$  = berat seismik efektif

Koefisien respon seismik ( $C_s$ ) harus ditentukan dengan persamaan berikut :

$$C_s = \frac{S_{DS}}{\left(\frac{R}{I_e}\right)} \quad (3.11)$$

Keterangan :

$S_{DS}$  = parameter percepatan respon spektral desain rentang periode pendek

$R$  = koefisien modifikasi respon sesuai Tabel 3.4

$I_e$  = faktor keutamaan gempa sesuai Tabel 3.3

Nilai  $C_s$  yang dihitung sesuai persamaan 3.11 tidak perlu melebihi berikut ini :

Untuk  $T \leq T_L$

$$C_s = \frac{S_{D1}}{T \left(\frac{R}{I_e}\right)} \quad (3.12)$$

Untuk  $T > T_L$

$$C_s = \frac{S_{D1} T_L}{T^2 \left(\frac{R}{I_e}\right)} \quad (3.13)$$

$C_s$  harus tidak kurang dari

$$C_s = 0,044 S_{D1} I_e \geq 0,01 \quad (3.14)$$

Struktur yang berlokasi di daerah dimana nilai  $S_1$  sama dengan atau lebih dari 0,6g, maka  $C_s$  harus tidak kurang dari :

$$C_s = \frac{0,5S_1}{\left(\frac{R}{I_e}\right)} \quad (3.15)$$

Keterangan :

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

$T$  = periode fundamental struktur

$S_1$  = parameter percepatan respons spektral maksimum

### 3.5.7 Penentuan Periode Fundamental

Periode fundamental struktur ( $T$ ) tidak boleh melebihi hasil perkalian koefisien untuk batasan atas pada periode yang dihitung ( $C_u$ ) dari Tabel 3.11 dan periode fundamental pendekatan ( $T_a$ ). Sebagai alternatif dalam melakukan analisis untuk menentukan periode fundamental struktur ( $T$ ), diizinkan secara langsung menggunakan periode bangunan pendekatan ( $T_a$ ).

**Tabel 3.11 Koefisien untuk Batas Atas pada Periode yang Dihitung**

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

(Sumber : SNI 1726-2019)

Periode fundamental pendekatan ( $T_a$ ) dalam detik ditentukan dengan rumus persamaan berikut :

$$T_a = C_t h_n^x \quad (3.16)$$

Keterangan :

$h_n$  = tinggi total struktur bangunan (m)

$C_t$  dan  $x$  ditentukan dari Tabel 3.12 berikut.

**Tabel 3.12 Koefisien untuk Batas Atas pada Periode yang Dihitung**

Tipe struktur	$C_t$	$x$
Sistem rangka pemikul momen dimana rangka memikul 100% gaya seismik yang disyaratkan dan tidak dilingkupi atau dihubungkan dengan komponen yang lebih kaku dan akan mencegah rangka dari defleksi jika dikenai gaya seismik : <ul style="list-style-type: none"> <li>● Rangka baja pemikul momen</li> <li>● Rangka beton pemikul momen</li> </ul>	0,0724 0,0466	0,8 0,9
Rangka baja dengan bresing eksentris	0,0731	0,75
Rangka baja dengan bresing terkekang terhadap tekuk	0,0731	0,75
Semua sistem struktur lainnya	0,0488	0,75

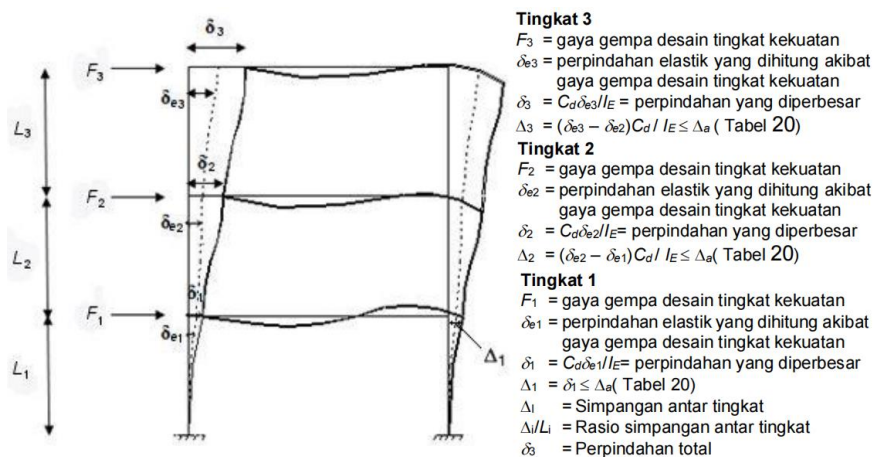
(Sumber : SNI 1726-2019)

Perhitungan  $T_{a \max}$  dapat dilakukan dengan menggunakan persamaan 3.17 berikut :

$$T_{a \max} = C_u T_a \quad (3.17)$$

### 3.6 Simpangan Antar Tingkat

Simpangan (drift) adalah perpindahan lateral antara dua tingkat bangunan yang berdekatan. Simpangan disebut juga dengan *displacement*. Menurut SNI 1729-2019, dalam menentukan simpangan antar tingkat ( $\Delta$ ) harus dihitung perbedaan simpangan pusat massa antara tingkat yang ditinjau dibagian atas dan bawah tingkat.

**Gambar 3.9 Penentuan Simpangan Antar Tingkat**

(Sumber : SNI 1726-2019)

Simpangan pusat massa di tingkat x harus dihitung dengan persamaan berikut:

$$\delta_x = \frac{C_d \delta_{xe}}{I_e} \quad (3.18)$$

Keterangan :

$C_d$  = faktor pembesaran simpangan

$\delta_{xe}$  = simpangan di tingkat yang disyaratkan

$I_e$  = faktor keutamaan gempa

Simpangan antar tingkat desain ( $\Delta$ ) tidak diperbolehkan melebihi simpangan antar tingkat izin ( $\Delta_a$ ) seperti didapatkan dari Tabel 3.13 berikut.

**Tabel 3.13 Simpangan Antar Tingkat Izin,  $\Delta_a^{a,b}$**

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

(Sumber : SNI 1726-2019)

Catatan

<sup>a</sup>  $h_{sx}$  adalah tinggi tingkat di bawah tingkat-x.

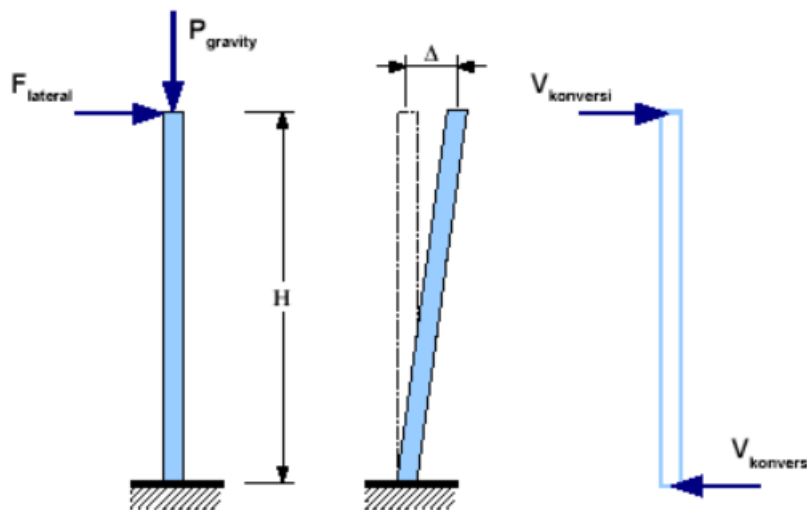
<sup>b</sup> Untuk sistem pemikul gaya seismik yang terdiri dari hanya rangka momen dalam kategori desain seismik D, E, dan F, simpangan antar tingkat izin harus sesuai dengan persyaratan

<sup>c</sup> Tidak boleh ada batasan simpangan antar tingkat untuk struktur satu tingkat dengan dinding interior, partisi, langit-langit, dan sistem dinding eksterior yang telah didesain untuk mengakomodasi simpangan antar tingkat.

<sup>d</sup> Struktur di mana sistem struktur dasar terdiri dari dinding geser batu bata yang didesain sebagai elemen vertikal kantilever dari dasar atau pendukung fondasinya yang dikonstruksikan sedemikian agar penyaluran momen di antara dinding geser (kopel) dapat diabaikan

### 3.7 Efek P-Delta

Efek dari P-Delta adalah berupa geser dan momen pada elemen struktur. Penyebab efek P-Delta adalah pengaruh dari beban aksial terhadap perpindahan horizontal yang diakibatkan oleh gaya lateral. Penjelasan mengenai efek P-Delta dapat dilihat pada Gambar 3.10 berikut.



**Gambar 3.10 Struktur yang Mengalami Efek P-Delta**

(Sumber : Suyono, 2007)

Pengaruh P-delta pada geser tingkat dan momen, gaya dan momen elemen struktur yang dihasilkan, dan simpangan antar tingkat yang diakibatkannya tidak perlu diperhitungkan bila koefisien stabilitas ( $\theta$ ) seperti ditentukan oleh persamaan berikut sama dengan atau kurang dari 0,10:

$$\theta = \frac{P_x \Delta_e}{V_x h_{sx} C_d} \quad (3.19)$$

Keterangan :

$P_x$  = beban desain vertikal total pada dan di atas tingkat- $x$ , (kN)

$\Delta$  = simpangan antar tingkat desain seperti didefinisikan dalam 0

- $I_e$  = faktor keutamaan gempa  
 $V_x$  = gaya geser seismik  
 $h_{sx}$  = tinggi tingkat di bawah tingkat (mm);  
 $C_d$  = faktor pembesaran defleksi

Koefisien stabilitas ( $\theta$ ) tidak boleh melebihi  $\theta_{\max}$  yang ditentukan sebagai berikut:

$$\theta_{\max} = \frac{0,5}{\beta C_d} \leq 0,25 \quad (3.20)$$

Dimana  $\beta$  adalah rasio kebutuhan geser terhadap kapasitas geser untuk tingkat antara tingkat dan  $x - 1$ . Rasio ini diizinkan secara konservatif diambil sebesar 1,0. Jika pengaruh P-delta disertakan dalam analisis otomatis, persamaan (3.20) tetap harus dipenuhi, akan tetapi, nilai  $\theta$  yang dihitung dari persamaan (3.19) menggunakan hasil analisis P-delta diizinkan dibagi dengan  $(1 + \theta)$  sebelum diperiksa dengan persamaan (3.20)

## **BAB IV METODE PENELITIAN**

### **4.1 Umum**

Penelitian ini merupakan penelitian yang bersifat kualitatif. Penelitian kualitatif merupakan penelitian yang bersifat subjektif atas data yang ada dan menggunakan analisis dengan pendekatan induktif. Sedangkan metode dalam penelitian ini adalah studi komparatif, yaitu penelitian yang bersifat membandingkan guna untuk menemukan persamaan ataupun perbedaan suatu objek. Pada penelitian ini yaitu membandingkan kinerja struktur dinding geser dengan variasi perletakan dinding geser.

Penelitian ini mengacu pada peraturan-peraturan yang terbaru dan sesuai dengan standar perencanaan yang telah dikeluarkan oleh Badan Standarisasi Nasional dengan peraturan yang dipakai sebagai berikut.

1. SNI 1726-2019 “Tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan non gedung”
2. SNI 1727-2020 “Beban desain minimum dan kriteria terkait untuk bangunan gedung dan struktur lain”
3. SNI 2874-2019 “Persyaratan beton struktural untuk bangunan gedung dan penjelasan”

### **4.2 Data Penelitian**

Data-data yang dipakai dalam penelitian ini antara lain sebagai berikut.

#### **4.2.1 Data Struktur**

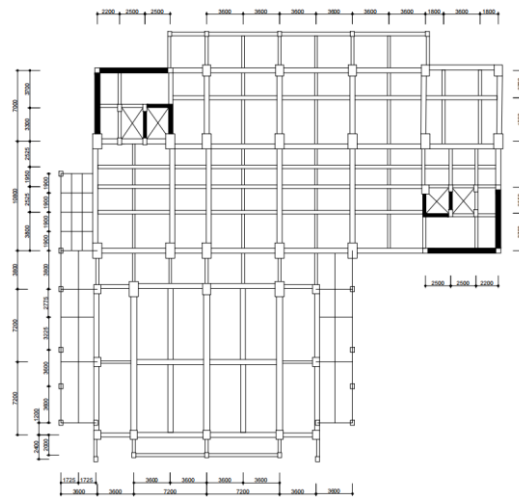
Data struktur yang digunakan sesuai dengan DED struktural atau arsitektural pembangunan Gedung Tower 2 ITS. Mutu beton yang digunakan adalah.

1. K-400 untuk lantai 1-4
2. K-350 untuk lantai 5-8
3. K-300 untuk lantai 9-11

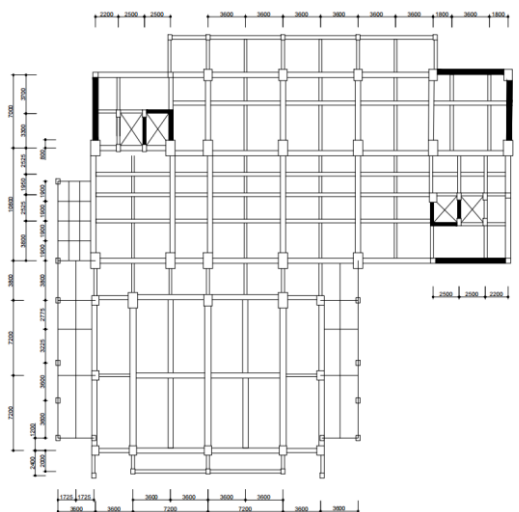
4. Mutu baja tulangan  $\leq \text{Ø}12$  BJTP 390 dan  $\geq \text{Ø}13$  BJTD 420.
5. IWF SS400 Fy 245

#### 4.2.2 Model Struktur

Struktur gedung yang akan dianalisis memiliki ketinggian 52,95 meter dan dibagi menjadi 11 lantai dan 1 lantai atap dengan tinggi antar tingkat yang berbeda. Fungsi dari bangunan ini yaitu sebagai sekolah atau universitas yang berlokasi di Surabaya dengan jenis tanah sedang. Permodelan ini digunakan 3 variasi model struktur dengan 1 model *existing* dan 2 perletakan dinding geser tiap-tiap variasi yang berbeda.

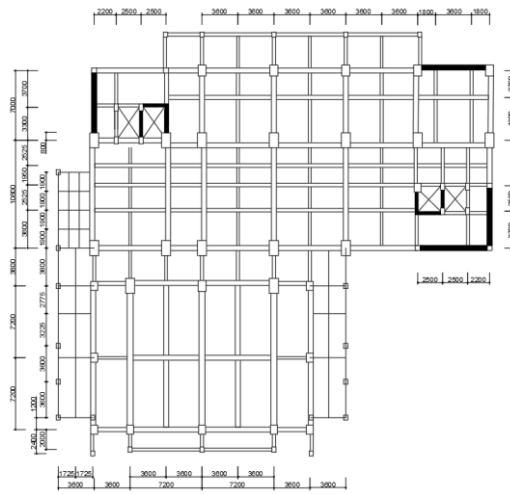


**Gambar 4.1 Denah Bangunan Model Existing**



**Gambar 4.2 Denah Bangunan Model 1**



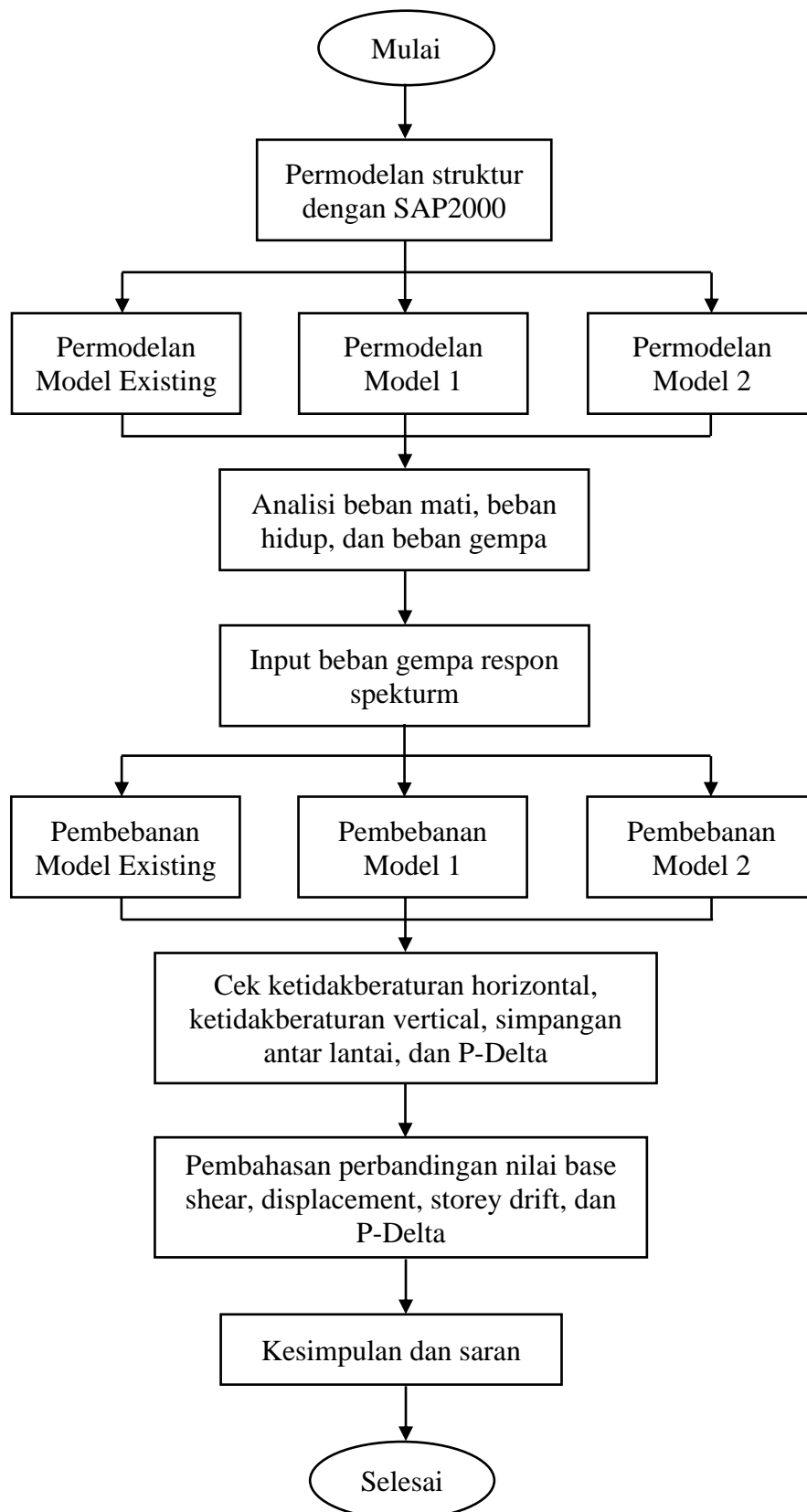


**Gambar 4.3 Denah Bangunan Model 2**

### **4.3 Tahapan Penelitian**

Pada penelitian ini menggunakan metode Analisis Dinamik Respon Spektrum yang sesuai dengan SNI 1726-2019. Tahapan awal pada penelitian ini adalah membuat model struktur dengan variasi penempatan dinding geser yang sesuai dengan desain awal. Kemudian memasukkan beban mati, beban hidup, dan beban gempa sesuai ketetapan. Kemudian membandingkan hasil kinerja struktur dari masing-masing variasi. Setelah itu hasil dari masing-masing model dibahas dan ditarik kesimpulan serta saran.

Langkah-langkah dalam penyelesaian penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 4.4 berikut



**Gambar 4.4 Tahapan Alur Penelitian**

## **BAB V**

### **ANALISIS DAN PEMBAHASAN**

#### **5.1 Pembebanan Struktur**

Perhitungan beban-beban yang digunakan pada analisis struktur adalah beban mati, beban mati tambahan, beban hidup dan beban gempa.

##### **5.1.1 Mutu Material**

Mutu material yang digunakan dalam analisis struktur ini yaitu menggunakan:

1. Beton  $f'c$  35 MPa untuk lantai 1-4
2. Beton  $f'c$  30 MPa untuk lantai 5-8
3. Beton  $f'c$  25 MPa untuk lantai 9-11
4. Mutu besi beton  $\leq \text{Ø}12$  BJTP Fy 390
5. Mutu besi beton  $\geq \text{D}13$  BJTD Fy 420
6. IWF SS400 Fy 245

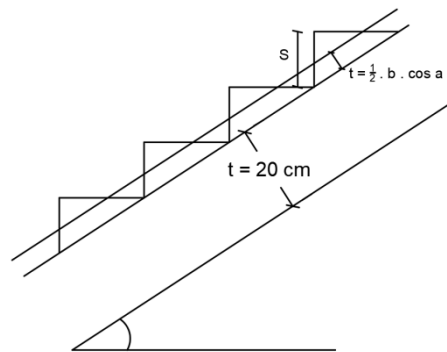
##### **5.1.2 Beban Mati**

Beban mati yang dihitung merupakan beban mati tambahan, karena pada aplikasi sudah menghitung beban mati struktur sendiri.

1. Beban mati pelat lantai
  - a. Plafond Jayaboard = 0,054 kN/m<sup>2</sup>
  - b. Mortar spesi = 0,630 kN/m<sup>2</sup>
  - c. Saluran mekanikal = 0,2 kN/m<sup>2</sup>
  - d. Elektrikal = 0,05 kN/m<sup>2</sup>
  - e. Sistem sprinkel = 0,3 kN/m<sup>2</sup>
  - f. Rangka Plafond = 0,05 kN/m<sup>2</sup>
  - g. Pasir = 0,6 kN/m<sup>2</sup>
  - h. Keramik lantai = 0,156 kN/m<sup>2</sup>
  - i. Partisi = 0,48 kN/m<sup>2</sup>
  - j. Pelat lantai 135mm = 3,17844 kN/m<sup>2</sup>

2. Beban mati pelat atap
- Plafond Jayaboard = 0,054 kN/m<sup>2</sup>
  - Mortar spesi = 0,630 kN/m<sup>2</sup>
  - Saluran mekanikal = 0,2 kN/m<sup>2</sup>
  - Elektrikal = 0,05 kN/m<sup>2</sup>
  - Sistem sprinkel = 0,3 kN/m<sup>2</sup>
  - Rangka Plafond = 0,05 kN/m<sup>2</sup>
  - Waterproofing = 0,049 kN/m<sup>2</sup>
  - Pasir = 0,6 kN/m<sup>2</sup>
  - Finishing beton = 0,4 kN/m<sup>2</sup>
  - Pelat lantai 120mm = 2,82528 kN/m<sup>2</sup>
3. Beban mati pada tangga

Tangga diasumsikan sebagai balok dan untuk anak tangga dimasukkan kedalam beban mati tambahan. Berikut perhitungannya :



**Gambar 5.1 Detail Tangga**

**Optrade = 180 mm**

**Antrade = 300 mm**

$$\begin{aligned}
 t1 &= \frac{1}{2} S \cdot \cos \sigma \\
 &= \frac{1}{2} 180 \cos(\tan^{-1} \frac{\text{optrade}}{\text{antrade}}) \\
 &= \frac{1}{2} 180 \cos(\tan^{-1} \frac{180}{300}) \\
 &= 77,174 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 q_{DL} &= 1,85 \times (t_1/1000) \times 24 \\
 &= 1,85 \times (77,174/1000) \times 24 \\
 &= 3,426 \text{ kN/m}
 \end{aligned}$$

Maka beban mati tambahan yang diasumsikan sebagai anak tangga dimasukkan kedalam balok tangga yang sudah dimodelkan.

#### 4. Dinding

Dinding dimodelkan sebagai dinding perimeter dan diasumsikan sebagai beban mati tambahan. Dinding diasumsikan menggunakan bukaan 30% dan terbuat dari hebel dengan tebal 15 cm. Berikut salah satu contoh perhitungan dinding pada balok B3.

##### a. Balok B3 (500 x 800)

$$\begin{aligned}
 \text{Volume dinding} &= (650/1000) \times 9,81 \\
 &= 6,3765 \text{ kN/m}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Berat dinding} &= 70\% \times \text{BV dinding} \times (\text{tinggi kolom-h balok}) \times \\
 &\quad \text{tebal dinding} \\
 &= 70\% \times 6,3765 \times (4 - 0,8) \times 0,15 \\
 &= 2,1425 \text{ kN/m}
 \end{aligned}$$

##### b. Plesteran (1,5 cm)

$$\begin{aligned}
 \text{Plesteran} &= (\text{tinggi kolom - h balok}) \times 2 \times 1,5 \times 21 \times 70\% \times \\
 &\quad 0,00980665 \\
 &= 1,3839 \text{ kN/m}
 \end{aligned}$$

##### c. Total dinding

$$\begin{aligned}
 \text{Total} &= \text{Berat dinding} + \text{plesteran} \\
 &= 2,1425 + 1,3839 \\
 &= 3,5264 \text{ kN/m}
 \end{aligned}$$

Berikut rekap balok yang dibebani dinding

**Tabel 5.1 Berat Balok**

Balok	Berat (kN/m)
B2 4m	3,306017295
B3 4m	3,526418448
B2 6m	5,510028825
B3 6m	5,730429978
B4 4m	3,636619025
B6 4m	3,967220754
S3 5,05m	4,903925654
S4 5,05m	4,959025943

### 5.1.3 Beban Hidup

Beban hidup yang digunakan berdasarkan SNI 1727-2020

Koridor lantai pertama = 4,790 kN/m<sup>2</sup>

Koridor diatas lantai pertama = 3,83 kN/m<sup>2</sup>

Kelas = 1,920 kN/m<sup>2</sup>

Auditorium = 4,790 kN/m<sup>2</sup>

Lobi = 4,790 kN/m<sup>2</sup>

Laboratorium = 2,870 kN/m<sup>2</sup>

Ruang kantor = 2,400 kN/m<sup>2</sup>

Rooftop = 0,96 kN/m<sup>2</sup>

Pembebanan beban hidup sesuai dengan fungsi ruang yang sudah ada pada DED.

### 5.1.4 Beban Gempa

Pada perhitungan beban gempa mengacu pada SNI 1726-2019. Data yang diperlukan sebagai berikut.

1. Lokasi gedung yaitu terletak di Surabaya
2. Fungsi bangunan sebagai sekolah
3. Jenis tanah merupakan tanah sedang (SD)

4. Memiliki kategori resiko IV yang sesuai dengan Tabel 3.9 dan 3.10 dimana jika memiliki kategori resiko berbeda maka diambil yang memiliki kategori resiko tertinggi.
5. Tinggi bangunan yaitu 52,95 m.
6. Nilai  $S_s$ ,  $S_1$  dan  $T_L$  di dapat dari SNI 1726-2019 pada Gambar 3.3 dan Gambar 3.4 dan untuk nilai  $T_L$  ada pada Gambar 3.8, juga ada di web [rsa.ciptakarya.pu.go.id](http://rsa.ciptakarya.pu.go.id) yaitu sebesar.
  - a)  $S_s = 0,6785$
  - b)  $S_1 = 0,3037$
  - c)  $T_L = 20$  detik
7. Parameter respons spektral percepatan periode pendek  $T$  0,2 detik dan periode 1 detik untuk  $F_a$  dan  $F_v$  dapat dilihat pada Tabel 3.7 dan Tabel 3.8 sebagai berikut.
  - a)  $F_a = 1,260$
  - b)  $F_v = 2,025$
8. Mencari parameter respons spektral untuk percepatan periode pendek ( $S_{MS}$ ) dan periode 1 detik ( $S_{M1}$ ) sesuai dengan SNI 1726-2019 dan ada pada persamaan 3.1 dan persamaan 3.2.
  - a)  $S_{MS} = F_a \cdot S_s$   
 $= 1,260 \times 0,6785$   
 $= 0,855$
  - b)  $S_{M1} = F_v \cdot S_1$   
 $= 2,025 \times 0,3037$   
 $= 0,615$
9. Parameter percepatan spektral desain untuk periode pendek ( $SD_s$ ) dan untuk periode 1 detik ( $SD_1$ ) dihitung menggunakan persamaan 3.3 dan persamaan 3.4 sebagai berikut.
  - a)  $SD_s = \frac{2}{3} S_{MS}$   
 $= \frac{2}{3} 0,855$

$$= 0,57$$

$$\begin{aligned} \text{b) } SD1 &= \frac{2}{3} S_{M1} \\ &= \frac{2}{3} 0,615 \\ &= 0,41 \end{aligned}$$

10. Mencari nilai  $C_{RS}$  dan  $C_{R1}$  sesuai SNI 1726-2019 yang ada pada Gambar 3.5 dan Gambar 3.6 didapatkan nilai  $C_{RS}$  sebesar 0,9 dan nilai  $C_{R1}$  sebesar 0,9.
11. Menentukan periode getar fundamental menggunakan persamaan 3.8 dan persamaan 3.9. Nilai TL diambil dari Gambar 3.8. Berikut perhitungannya.

$$\begin{aligned} \text{a) } T_0 &= 0,2 \frac{S_{D1}}{S_{DS}} \\ &= 0,2 \frac{0,41}{0,57} \\ &= 0,1438 \text{ detik} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{b) } T_s &= \frac{S_{D1}}{S_{DS}} \\ &= \frac{0,41}{0,57} \\ &= 0,719 \text{ detik} \end{aligned}$$

$$\text{c) } TL = 20 \text{ detik}$$

12. Menentukan periode fundamental pendekatan ( $T_a$ ) menggunakan persamaan 3.16 sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \text{a) } T_a &= C_t h_n^x \\ &= 0,0488 \times 52,95^{0,75} \\ &= 0,9578 \text{ detik} \end{aligned}$$

Dimana nilai  $C_t$  dan  $x$  diambil dari Tabel 3.12 dan  $h_n$  sebagai total tinggi bangunan yaitu sebesar 52,95 meter.



Kemudian untuk mencari nilai  $CuTa$  maka dibutuhkan nilai  $Cu$  yang dimana nilai  $Cu$  didapatkan berdasarkan hasil nilai  $S_{D1}$  yang dapat dilihat pada Tabel 3.11 dan didapat nilai  $Cu$  sebesar 1,4. Berikut perhitungan nilai  $CuTa$ .

$$\begin{aligned} \text{b) } CuTa &= Cu \cdot Ta \\ &= 1,4 \times 0,9578 \\ &= 1,34105 \end{aligned}$$

Kemudian di cari nilai  $Tc$  dari SAP2000 yang didapatkan hasil untuk nilai  $Tc$  pada masing-masing model adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned} Tc \text{ Exsisting} &= 1,394 \text{ detik} \\ Tc \text{ model 1} &= 1,099 \text{ detik} \\ Tc \text{ model 2} &= 1,097 \text{ detik} \end{aligned}$$

Nilai  $T$  pakai didapatkan dengan persyaratan sebagai berikut.

- 1) Jika  $Ta < Tc$  dan  $Tc < CuTa$ , maka digunakan nilai  $Tc$
- 2) Jika  $Tc < Ta$  dan  $Ta < CuTa$ , maka digunakan nilai  $Ta$
- 3) Jika  $Ta < CuTa$  dan  $CuTa < Tc$ , maka digunakan nilai  $CuTa$

Maka nilai  $T$  pakai untuk masing-masing model berdasarkan persyaratan diatas adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned} T_{\text{pakai Exsisting}} &= CuTa = 1,341 \text{ detik} \\ T_{\text{pakai model 1}} &= Tc = 1,099 \text{ detik} \\ T_{\text{pakai model 2}} &= Tc = 1,097 \text{ detik} \end{aligned}$$

### 13. Spektrum respon percepatan desain

- a) Untuk nilai periode lebih kecil dari  $T_0$  dihitung menggunakan persamaan 3.5 dimana sebagai berikut.

$$\begin{aligned} S_a &= S_{DS} \left( 0,4 + 0,6 \frac{T}{T_0} \right) \\ &= 0,57 \left( 0,4 + 0,6 \frac{0}{0,1438} \right) \\ &= 0,228 \end{aligned}$$

- b) Untuk periode lebih besar atau sama dengan  $T_0$  dan lebih kecil dari  $T_s$ , nilai  $S_a$  sama dengan  $S_{DS}$  yaitu sebesar 0,57.

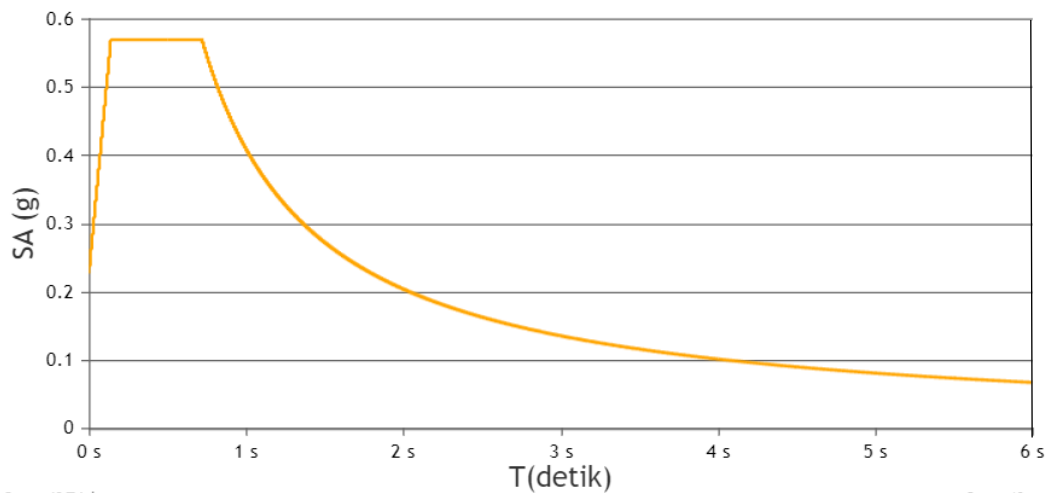
- c) Untuk periode lebih besar dari  $T_s$  tetapi lebih kecil atau sama dengan  $T_L$ , nilai  $S_a$  dihitung dengan persamaan 3.6 sebagai berikut.

$$\begin{aligned} S_a &= \frac{S_{D1}}{T} \\ &= \frac{0,41}{0,73} \\ &= 0,5616 \end{aligned}$$

- d) Dimana periode lebih besar dari  $T_L$ , nilai  $S_a$  dihitung menggunakan persamaan (3.7) sebagai berikut.

$$\begin{aligned} S_a &= \frac{S_{D1}T_L}{T^2} \\ &= \frac{0,41 \times 20}{21^2} \\ &= 0,018594 \end{aligned}$$

Bentuk dari grafik respon spektrum desain dapat dilihat pada Gambar 5.2 dibawah ini.



**Gambar 5.2 Spektrum Respon Desain Surabaya Sedang**

14. Sistem pemikul gaya seismik yang digunakan pada model *existing*, model 1, dan model 2 adalah dinding geser beton bertulang khusus SRPMK yang mampu menahan paling sedikit 25% gaya seismik yang ditetapkan dengan nilai  $R$  adalah 7, nilai  $\Omega$  2,5, dan nilai  $C_d$  5,5.

## 15. Koefisien respon seismik

Perhitungan koefisien respon seismik didapat berdasarkan persamaan 3.11 sampai dengan persamaan 3.15 sebagai berikut.

a) Model *Exsisting*

$$\begin{aligned} C_s &= \frac{S_{DS}}{\left(\frac{R}{I_e}\right)} \\ &= \frac{0,513}{\left(\frac{7}{1,5}\right)} \\ &= 0,1099 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C_s \text{ T}<\text{TL} &= \frac{S_{D1}}{T\left(\frac{R}{I_e}\right)} \\ &= \frac{0,369}{0,9578\left(\frac{7}{1,5}\right)} \\ &= 0,0825 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C_s \text{ min} &= 0,044S_{DS}I_e \geq 0,01 \\ &= 0,044 \times 0,513 \times 1,5 \\ &= 0,0338 \geq 0,01 \end{aligned}$$

Maka  $C_s$  pakai pada model *exsisting* adalah 0,0825

## b) Dinding Geser Model 1

$$\begin{aligned} C_s &= \frac{S_{DS}}{\left(\frac{R}{I_e}\right)} \\ &= \frac{0,513}{\left(\frac{7}{1,5}\right)} \\ &= 0,1099 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 C_s T < TL &= \frac{S_{D1}}{T\left(\frac{R}{I_e}\right)} \\
 &= \frac{0,369}{0,9578\left(\frac{7}{1,5}\right)} \\
 &= 0,0825
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 C_s \text{ min} &= 0,044S_{DS}I_e \geq 0,01 \\
 &= 0,044 \times 0,513 \times 1,5 \\
 &= 0,0338 \geq 0,01
 \end{aligned}$$

Maka  $C_s$  pakai pada model 1 adalah 0,0825

c) Dinding Geser Model 2

$$\begin{aligned}
 C_s &= \frac{S_{DS}}{\left(\frac{R}{I_e}\right)} \\
 &= \frac{0,513}{\left(\frac{7}{1,5}\right)} \\
 &= 0,1099
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 C_s T < TL &= \frac{S_{D1}}{T\left(\frac{R}{I_e}\right)} \\
 &= \frac{0,369}{0,9578\left(\frac{7}{1,5}\right)} \\
 &= 0,0825
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 C_s \text{ min} &= 0,044S_{DS}I_e \geq 0,01 \\
 &= 0,044 \times 0,513 \times 1,5 \\
 &= 0,0338 \geq 0,01
 \end{aligned}$$

Maka  $C_s$  pakai pada model 2 adalah 0,0825

#### 16. Berat Seismik Efektif

Berat seismik efektif didapatkan dari perhitungan SAP2000 dimana masing-masing struktur memiliki berat yang berbeda-beda berdasarkan perletakan dinding geser dan lebar dinding geser tersebut. Berat masing-masing model dapat dilihat pada Tabel 5.2 berikut.

**Tabel 5.2 Berat Seismik Efektif**

<b>Berat Bangunan (kN)</b>		
<i>Exsisting</i>	<b>Model 1</b>	<b>Model 2</b>
148244,874	148216,090	148025,139

Pada masing-masing model mengalami penurunan terhadap model *exsisting* yang ada. Penurunan berat seismik pada model 1 sebesar 0,01942%, dan model 2 sebesar 0,14822%.

#### 17. Geser Dasar Seismik

Perhitungan geser dasar seismik berdasarkan persamaan 3.10 sebagai berikut.

##### a) Model *Exsisting*

$$\begin{aligned} V &= C_s \cdot W \\ &= 0,0825 \times 148244,874 \\ &= 12237,141 \text{ kN} \end{aligned}$$

##### b) Model 1

$$\begin{aligned} V &= C_s \cdot W \\ &= 0,0825 \times 148216,090 \\ &= 12234,765 \text{ kN} \end{aligned}$$

##### c) Model 2

$$\begin{aligned} V &= C_s \cdot W \\ &= 0,0825 \times 148025,139 \\ &= 12219,003 \text{ kN} \end{aligned}$$

## 5.2 Permodelan Struktur

Pemodelan struktur dilakukan dengan menggunakan *software* aplikasi SAP2000. Data-data dimensi kebutuhan struktur sesuai dengan DED yang ada. Berikut data-data struktural bangunan.

**Tabel 5.3 Dimensi Balok dan Sloof**

<b>BALOK</b>	<b>Dimensi (b/h)</b>	<b>BALOK</b>	<b>Dimensi (b/h)</b>
B1	600x1200	BA	300x600
B2	500x1000	S1	600x1000
B3	500x800	S2	400x700
B4	400x700	S3	400x600
B5	350x500	S4	350x550
B6	300x400	S5	300x450
B7	250x400	S6	150x300

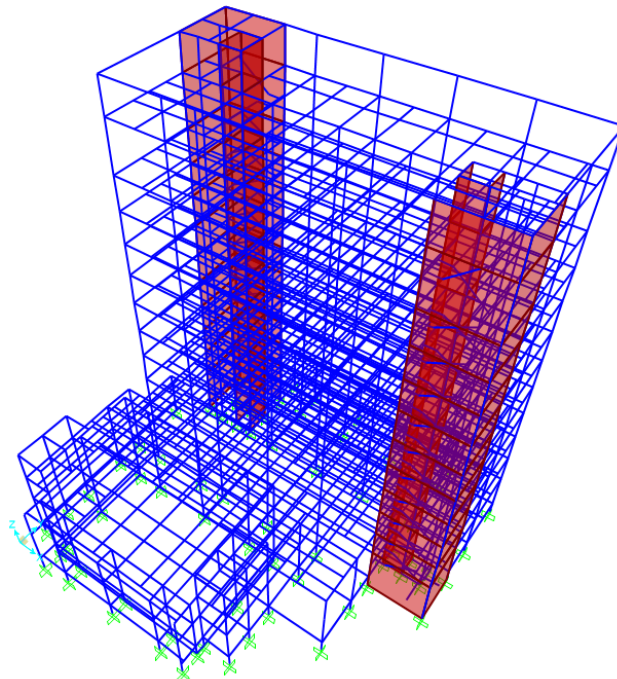
**Tabel 5.4 Dimensi Kolom**

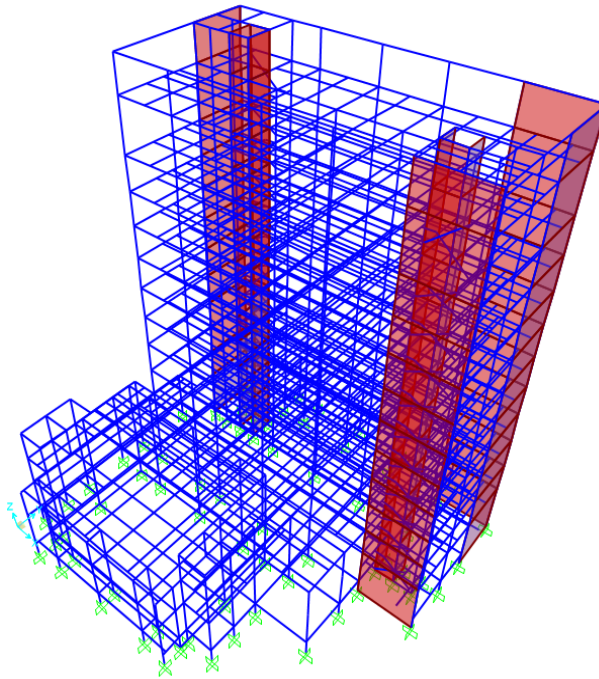
<b>KOLOM</b>	<b>Dimensi (b/h)</b>
K1	900x1500
K2	800x1100
K3	700x900
K4	400x500
K5	500x500
K6	400x700
KA	500x500

Tabel 5.5 Dimensi Baja

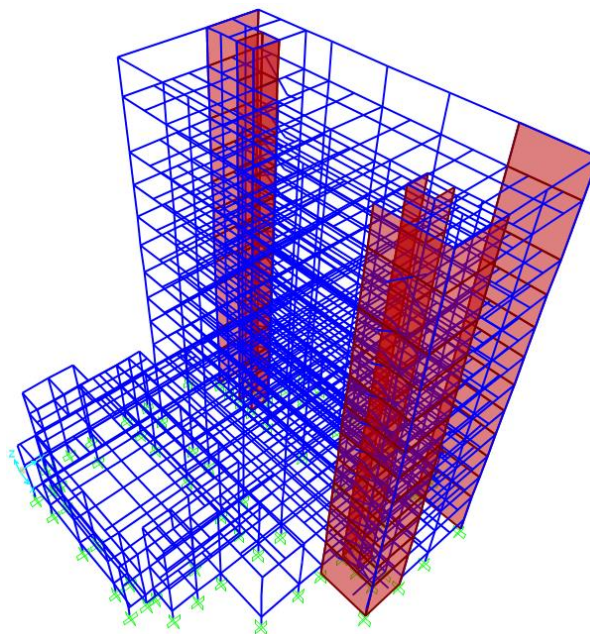
BAJA WF	Dimesni (mm)
HWF	300x300x10x15
WF1	150x75x5x7
WF2	200x100x5x8
WF3	250x125x6x9
WF4	300x150x5.5x8
WF K7	300x150x5x8

Struktur baja digunakan pada bagian bangunan yang bukan merupakan bangunan utama. Untuk tebal pelat lantai memiliki ketebalan yang bervariasi, mulai dari 100mm, 120mm, 130mm, 150mm, dan 200mm. Sedangkan untuk dinding geser yang terletak pada daerah lift memiliki tebal 150mm dan untuk dinding geser yang terletak di bagian terluar bangunan memiliki tebal 250mm. Hasil dari pemodelan struktur pada SAP2000 dapat dilihat pada Gambar 5.3 sampai Gambar 5.5 berikut.

Gambar 5.3 Model *Existing*



**Gambar 5.4 Model 1**



**Gambar 5.5 Model 2**

### **5.3 Pengecekan Nilai Gaya Geser Dasar dan *Participant Mass Ratio***

Struktur bangunan yang sudah di modelkan pada SAP2000 perlu dilakukan pengecekan terhadap gaya geser dan partisipasi massa struktur.



### 5.3.1 Pengecekan Nilai Gaya Geser Dasar

Apabila kombinasi respon untuk gaya geser dasar hasil dari analisis ragam ( $V_t$ ) kurang dari 100% dari gaya geser ( $V$ ), maka gaya harus dikalikan dengan  $V/V_t$ . Nilai gaya  $V$  dan  $V_t$  dapat dilihat pada Tabel 5.6 dan Tabel 5.7 berikut.

**Tabel 5.6 Nilai Gaya Geser Dasar Arah X**

Variasi	V Statik	V Dinamik	V Dinamik / V Statik	Kontrol (100%)
Exsisting	12237,141	5522,491	45%	Belum OK
Model 1	12234,765	6907,474	56%	Belum OK
Model 2	12219,003	7535,702	62%	Belum OK

**Tabel 5.7 Nilai Gaya Geser Dasar Arah Y**

Variasi	V Statik	V Dinamik	V Dinamik / V Statik	Kontrol (100%)
Exsisting	12237,141	5070,775	41%	Belum OK
Model 1	12234,765	6752,994	55%	Belum OK
Model 2	12219,003	7274,883	60%	Belum OK

Berdasarkan nilai gaya geser yang didapatkan dari hasil analisis. Didapatkan semua variasi baik arah X maupun arah Y memiliki nilai  $V$  dinamik kurang dari 100% nilai  $V$  statik. Maka harus dilakukan perhitungan hingga didapat faktor skala baru. Berikut contoh perhitungann pada model *Existing* arah X.

$$V \text{ statik} = 12237,141$$

$$V \text{ dinamik} = 5522,491$$

$$\text{Skala awal} = \frac{I_e}{R} \times 9,81$$

$$= \frac{1,5}{7} \times 9,81$$

$$= 2,1021$$

$$\begin{aligned}
 \text{Skala baru} &= \frac{V_{\text{statik}}}{V_{\text{dinamik}}} \times \text{skala awal} \\
 &= \frac{12237,141}{5522,491} \times 2,1021 \\
 &= 4,658
 \end{aligned}$$

Setelah didapatkan skala baru, hasil penskalaan baru diinput di SAP2000 menggantikan skala awal dan kemudian dilakukan analisis ulang. Rekap hasil nilai gaya geser setelah dimasukkan skala baru dapat dilihat pada Tabel 5.8 dan 5.9 berikut.

**Tabel 5.8 Nilai Gaya Geser Dasar Baru Arah X**

Variasi	V Statik	V Dinamik	V Dinamik / V Statik	Kontrol (100%)
Exsisting	12237,141	12237,142	100%	OK
Model 1	12234,765	12234,766	100%	OK
Model 2	12219,003	12219,016	100%	OK

**Tabel 5.9 Nilai Gaya Geser Dasar Baru Arah Y**

Variasi	V Statik	V Dinamik	V Dinamik / V Statik	Kontrol (100%)
Exsisting	12237,141	12237,142	100%	OK
Model 1	12234,765	12234,766	100%	OK
Model 2	12219,003	12219,003	100%	OK

Hasil dari analisis menggunakan perhitungan skala baru menunjukkan V dinamik sudah 100% daripada V statik. Maka pengecekan untuk nilai gaya geser dasar atau *Base Shear* sudah sesuai dengan persyaratan yang ada. Dari hasil analisis pada SAP2000 didapat bahwa model *existing* memiliki nilai *base shear* terbesar dengan nilai 12237,141 kN.

Struktur menggunakan SRPMK yang mampu menahan paling sedikit 25% gaya seismik maka dilakukan pengecekan pada portal dengan hasil yang didapat dari software sebagai berikut.

**Tabel 5.10 Pengecekan V Portal**

<b>Model</b>	<b>Arah</b>	<b>SAP</b>	<b>V Min Portal (25% SAP)</b>	<b>V Portal</b>	<b>V Portal &gt; V Min Portal</b>
Existing	X	12237,142	3059,286	12241,78	OK
	Y	12237,142	3059,286	9021,248	OK
Model 1	X	12234,766	3058,692	12281,664	OK
	Y	12234,766	3058,692	8230,389	OK
Model 2	X	12219,016	3054,754	12211,868	OK
	Y	12219,003	3054,751	9441,966	OK

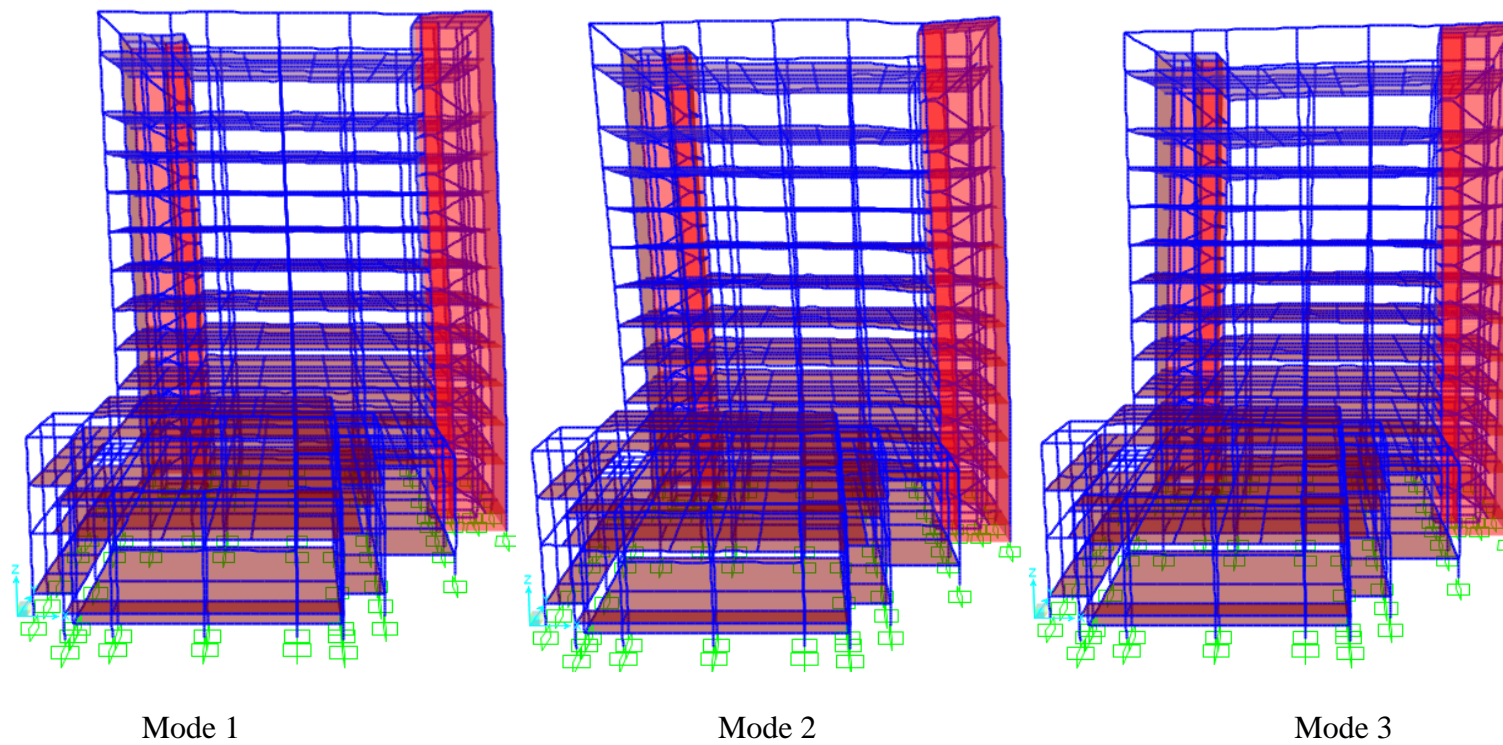
### 5.3.2 Pengecekan Participant Mass Ratio

Berdasarkan SNI 1726-2019 analisis harus menyertakan jumlah ragam untk mendapatkan partisipasi massa sebesar 100% dari massa struktur. Berikut hasil rekapitulasi partisipasi masa pada tiap-tiap model.

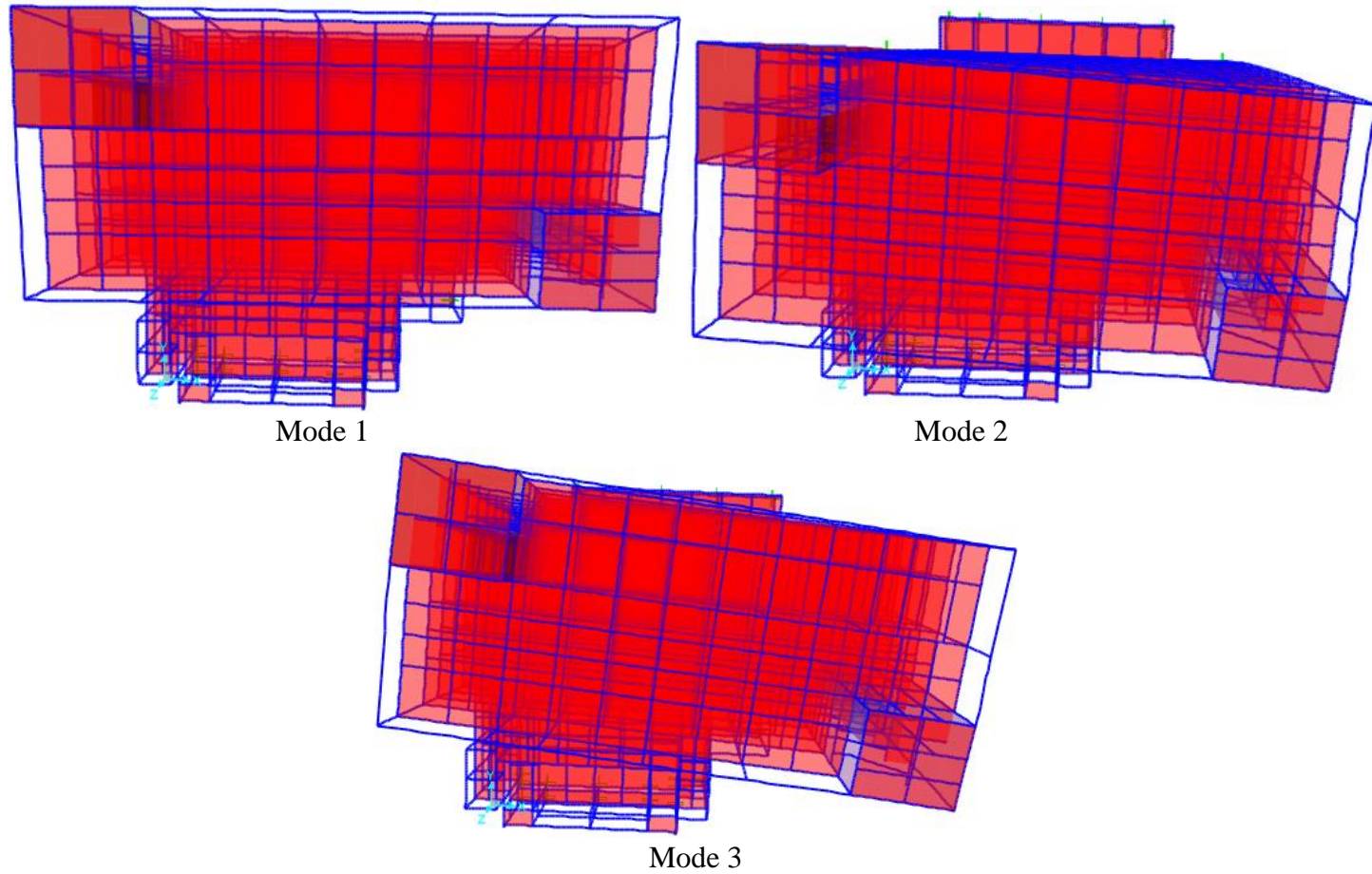
**Tabel 5.11 Rekapitulasi Participant Mass Ratio**

<b>Model</b>	<b>Arah</b>	<b>100% Mode</b>
<i>Existing</i>	SumUX	114
	SumUY	115
Model 1	SumUX	97
	SumUY	96
Model 2	SumUX	93
	SumUY	92

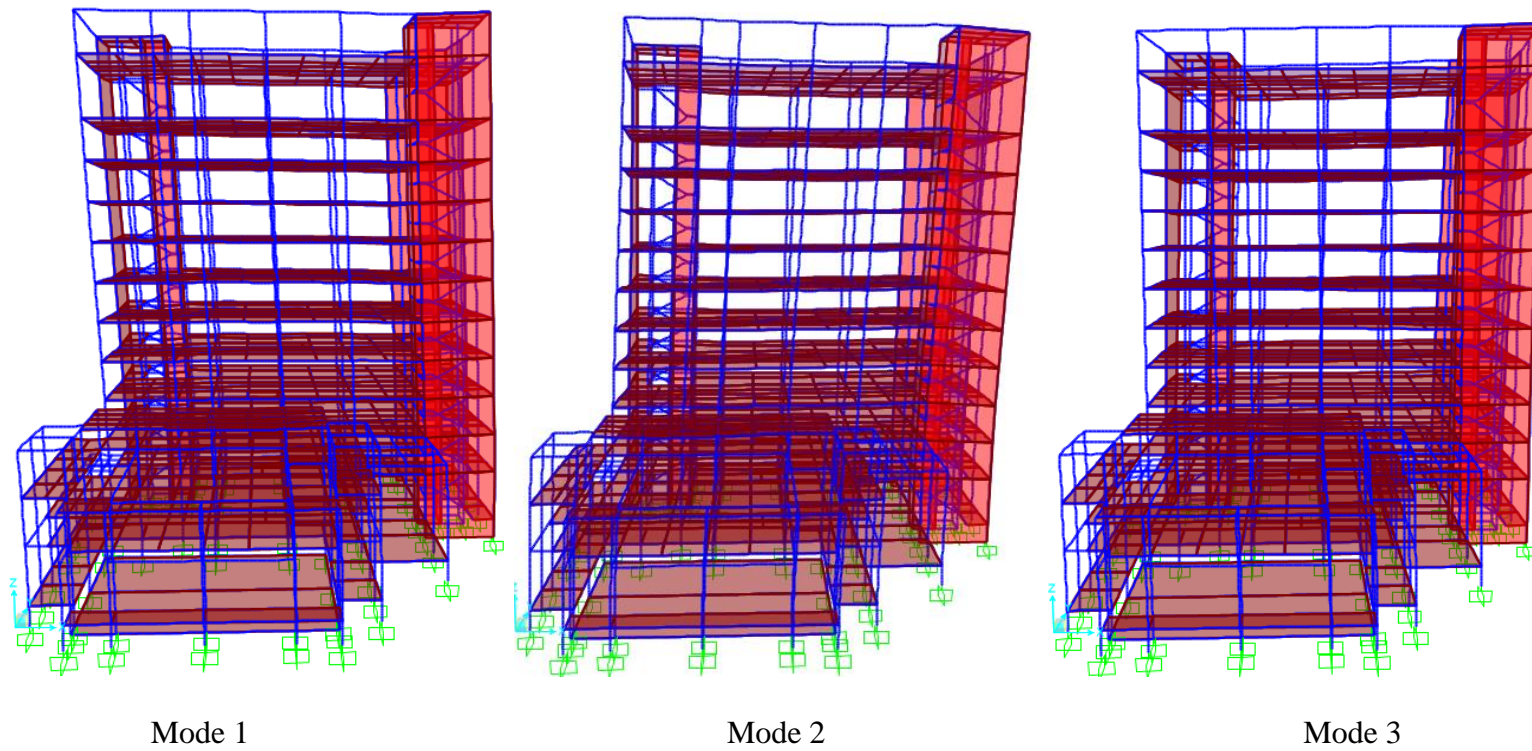
Pada hasil analisis partisipasi masa pada SAP2000 didapatkan model *existing* mencapai 100% partisipasi massa pada mode 115, model 1 pada mode 97, model 2 pada mode ke 93. Bentuk mode pada tiap-tiap variasi dapat dilihat pada Gambar 5.6 sampai dengan 5.11 berikut.



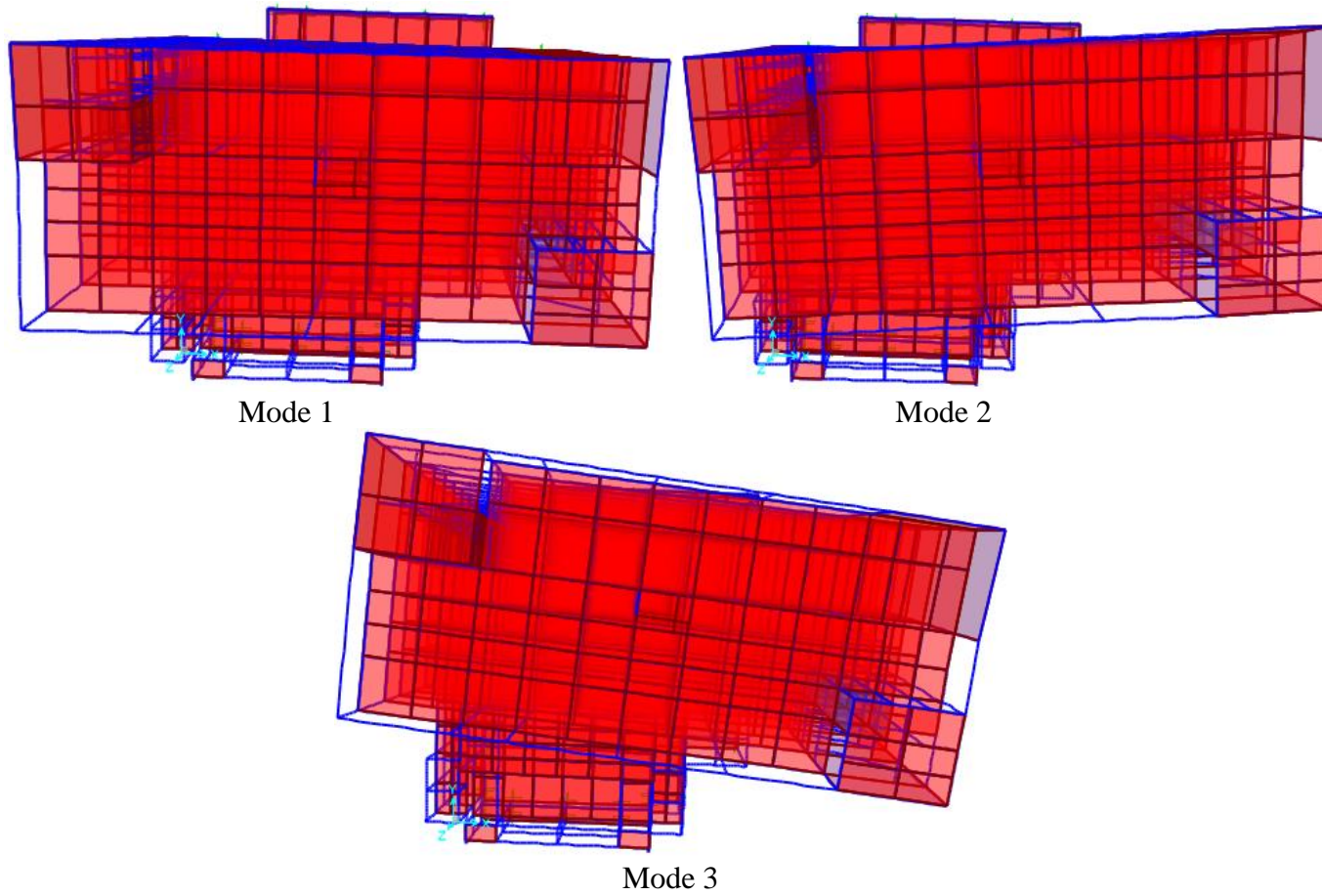
**Gambar 5.6 Mode Tampak Depan Model *Existing***



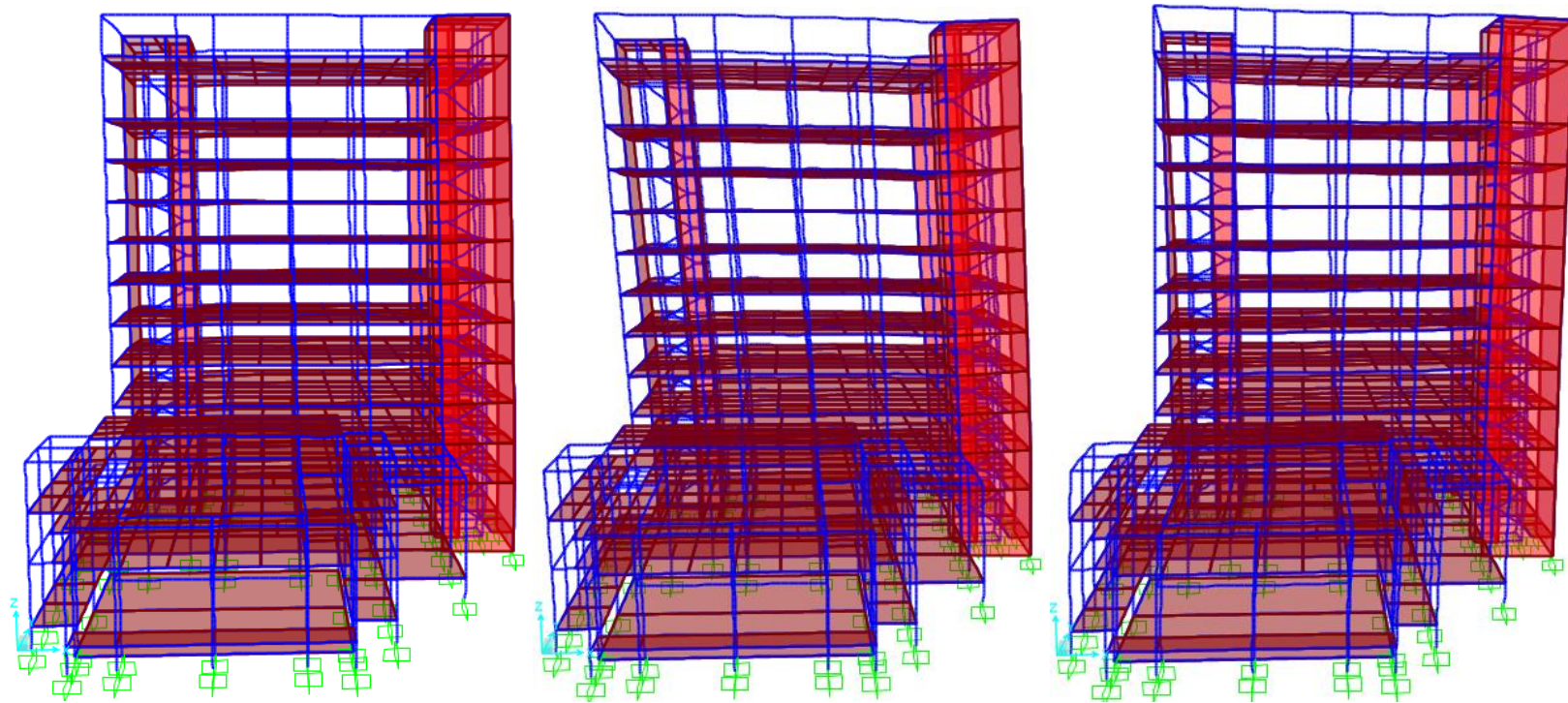
**Gambar 5.7 Mode Tampak Atas Model *Existing***



**Gambar 5.8 Mode Tampak Depan Model 1**



**Gambar 5.9 Mode Tampak Atas Model 1**



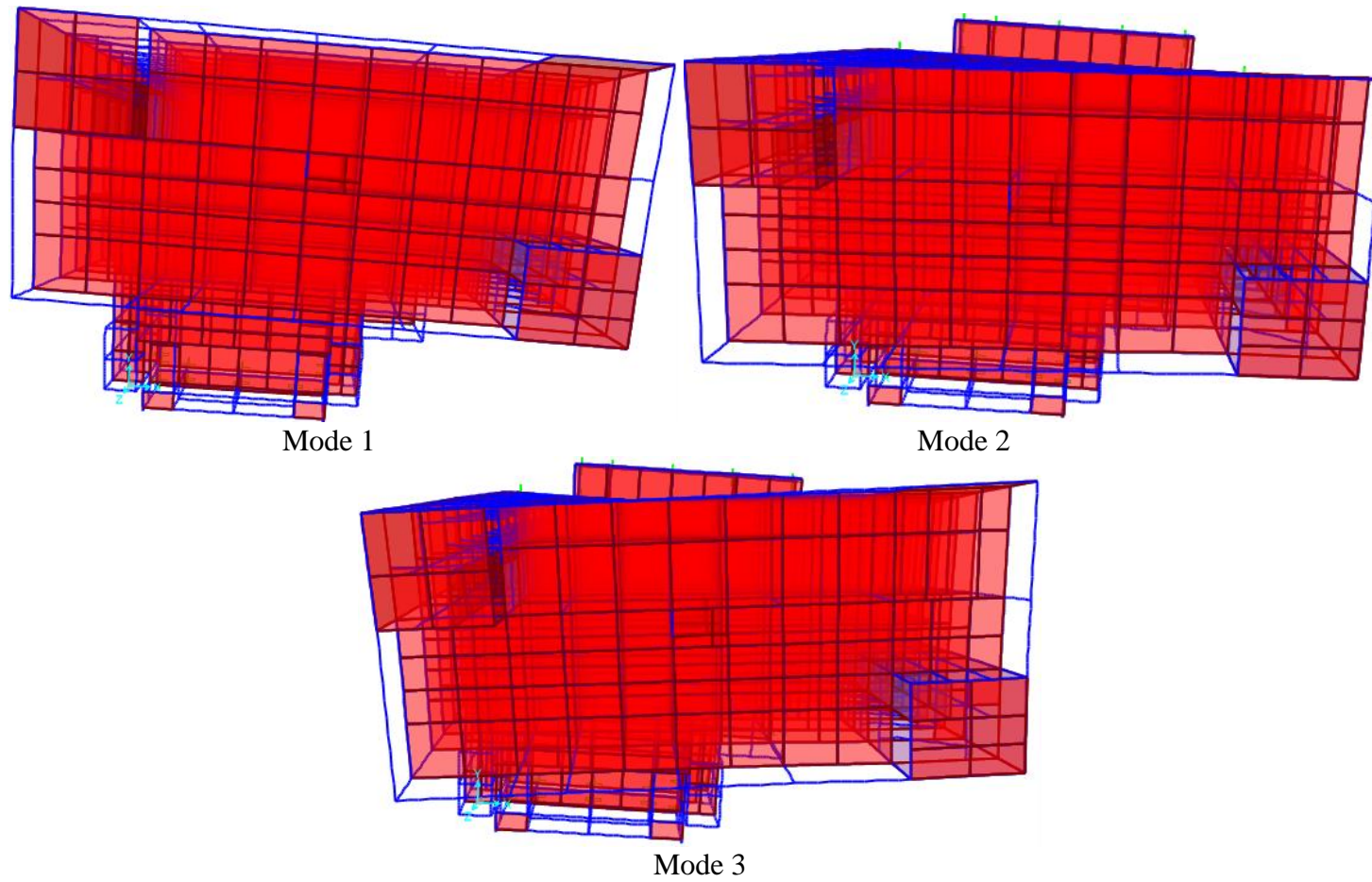
Mode 1

Mode 2

Mode 3

**Gambar 5.10 Mode Tampak Depan Model 2**





**Gambar 5.11 Mode Tampak Atas Model 2**

Pada mode 1 mengacu pada bentuk getaran yang paling dominan dan stabil pada struktur. Mode 1 biasanya merupakan getaran utama yang dapat terjadi pada struktur, dan memiliki frekuensi paling rendah dibandingkan dengan mode lainnya. Mode 1 dapat dianggap sebagai mode fundamental atau mode dasar pada struktur.

Struktur dapat mengalami rotasi saat terkena beban atau gaya yang menghasilkan momen atau torsi. Saat terjadi gempa, struktur akan menerima gaya-gaya dinamis yang dapat menghasilkan momen pada elemen struktur. Pemodelan struktur dikatakan sesuai dengan persyaratan dikarenakan pada mode 1 dan mode 2 struktur mengalami pergerakan geser melintang atau pegeseran horizontal dan pada mode ke 3 sudah mengalami gerak rotasi. Hal itu dapat dilihat pada saat melakukan *start animation* pada *software* SAP2000.

#### 5.4 Cek Ketidakberaturan Struktur

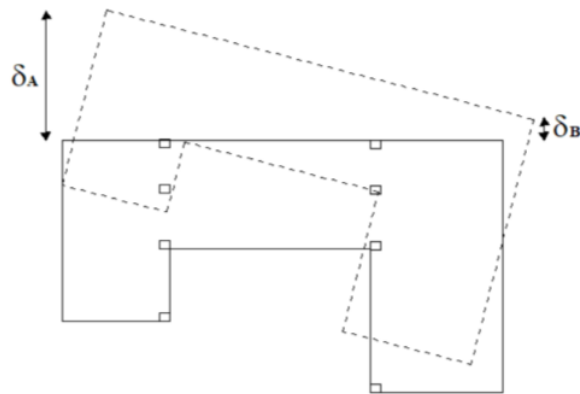
Sebuah struktur harus diklasifikasikan sebagai struktur yang beraturan atau tidak beraturan didasarkan pada konfigurasi horizontal dan vertikal dari struktur.

##### 5.4.1 Ketidakberaturan Horizontal

###### 5.4.1.1 Ketidakberaturan Torsi

Ketidakberaturan torsi didefinisikan jika ada simpangan antar tingkat maksimum yang dihitung termasuk torsi tak terduga dengan  $A_x=1$  di salah satu ujung struktur melintang terhadap suatu sumbu adalah lebih dari 1,2 kali simpangan antar tingkat rata-rata di kedua ujung struktur. Sedangkan untuk ketidakberaturan torsi berlebih yaitu apabila simpangan antar tingkat maksimum di salah satu ujung struktur melintang terhadap sumbu lebih dari 1,4 kali simpangan antar tingkat rata-rata di kedua ujung struktur. Persyaratkan ketidakberaturan torsi maupun torsi berlebih berlaku hanya untuk struktur dimana menggunakan diafragma kaku atau setengah kaku. Sebuah struktur memiliki ketidakberaturan torsi (1a) dan ketidakberaturan torsi berlebih (1b) jika sesuai dengan klasifikasi berikut.

- |  |                                    |
|--|------------------------------------|
| a) $\delta_{\max} < 1,2 \delta_{\text{avg}}$                           | = Tidak ada ketidakberaturan torsi |
| b) $1,2 \delta_{\text{avg}} < \delta_{\max} < 1,4 \delta_{\text{avg}}$ | = Ketidakberaturan torsi 1a        |
| c) $\delta_{\max} > 1,4 \delta_{\text{avg}}$                           | = Ketidakberaturan torsi 1b        |



**Gambar 5.12 Ketidakberaturan 1a dan 1b**

(Sumber : SNI 1726-2019)

Berikut merupakan rekapitulasi hasil pengecekan ketidakberaturan torsi yang dapat dilihat pada Tabel 5.12 sampai dengan Tabel 5.17 dibawah ini.

**Tabel 5.12 Ketidakberaturan Torsi Arah X Model *Existing***

Lantai	$\delta A$	$\delta B$	$\delta Max$	$\delta Avg$	$\delta Max / \delta Avg$	Cek
12	0,003235	0,002742	0,003235	0,0029885	1,082482851	Tidak ada
11	0,004956	0,004222	0,004956	0,004589	1,079973851	Tidak ada
10	0,003479	0,002981	0,003479	0,00323	1,077089783	Tidak ada
9	0,003674	0,003173	0,003674	0,0034235	1,073170732	Tidak ada
8	0,003826	0,003331	0,003826	0,0035785	1,069163057	Tidak ada
7	0,003885	0,003406	0,003885	0,0036455	1,065697435	Tidak ada
6	0,0039	0,003449	0,0039	0,0036745	1,061368894	Tidak ada
5	0,003812	0,003402	0,003812	0,003607	1,056833934	Tidak ada
4	0,003576	0,003228	0,003576	0,003402	1,051146384	Tidak ada
3	0,003108	0,002869	0,003108	0,0029885	1,039986615	Tidak ada
2	0,002591	0,002458	0,002591	0,0025245	1,02634185	Tidak ada
1	0,00259	0,002448	0,00259	0,002519	1,028185788	Tidak ada

**Tabel 5.13 Ketidakberaturan Torsi Arah Y Model Existing**

Lantai	$\delta C$	$\delta D$	$\delta Max$	$\delta Avg$	$\delta Max / \delta Avg$	Cek
12	0,003896	0,003212	0,003896	0,003554	1,0962296	Tidak ada
11	0,005919	0,004856	0,005919	0,0053875	1,098654292	Tidak ada
10	0,004188	0,00338	0,004188	0003784	1,106765328	Tidak ada
9	0,004429	0,003501	0,004429	0,003965	1,11702396	Tidak ada
8	0,004631	0,003582	0,004631	0,0041065	1,127724339	Tidak ada
7	0,004731	0,003584	0,004731	0,0041575	1,137943476	Tidak ada
6	0,004773	0,003536	0,004773	0,0041545	1,148874714	Tidak ada
5	0,004689	0,003394	0,004689	0,0040415	1,160212792	Tidak ada
4	0,004424	0,003122	0,004424	0,003773	1,172541744	Tidak ada
3	0,003928	0,002657	0,003928	0,0032925	1,193014427	Tidak ada
2	0,003269	0,002118	0,003269	0,0026935	1,213662521	1a
1	0,003065	0,001981	0,003065	0,002523	1,214823623	1a

**Tabel 5.14 Ketidakberaturan Torsi Arah X Model 1**

Lantai	$\delta A$	$\delta B$	$\delta Max$	$\delta Avg$	$\delta Max / \delta Avg$	Cek
12	0,004602	0,004378	0,004602	0,00449	1,024944321	Tidak ada
11	0,007156	0,006787	0,007156	0,0069715	1,026464893	Tidak ada
10	0,005093	0,004803	0,005093	0,004948	1,02930477	Tidak ada
9	0,005453	0,005112	0,005453	0,0052825	1,032276384	Tidak ada
8	0,005758	0,005362	0,005758	0,00556	1,035611511	Tidak ada
7	0,00591	0,00547	0,00591	0,00569	1,038664323	Tidak ada
6	0,005972	0,005503	0,005972	0,0057375	1,04087146	Tidak ada
5	0,005849	0,005375	0,005849	0,005612	1,042230934	Tidak ada
4	0,005469	0,005023	0,005469	0,005246	1,042508578	Tidak ada
3	0,004722	0,00437	0,004722	0,004546	1,038715354	Tidak ada
2	0,003864	0,003641	0,003864	0,0037525	1,029713524	Tidak ada
1	0,003686	0,003522	0,003686	0,003604	1,022752497	Tidak ada

**Tabel 5.15 Ketidakberaturan Torsi Arah Y Model 1**

Lantai	$\delta C$	$\delta D$	$\delta Max$	$\delta Avg$	$\delta Max / \delta Avg$	Cek
12	0,004675	0,005716	0,005716	0,0051955	1,100182851	Tidak ada
11	0,007182	0,008582	0,008582	0,007882	1,088809947	Tidak ada
10	0,005033	0,005934	0,005934	0,0054835	1,082155558	Tidak ada
9	0,00527	0,006119	0,006119	0,0056945	1,074545614	Tidak ada
8	0,005446	0,006247	0,006247	0,0058465	1,068502523	Tidak ada
7	0,005484	0,006236	0,006236	0,00586	1,064163823	Tidak ada
6	0,005446	0,006122	0,006122	0,005784	1,058437068	Tidak ada
5	0,005257	0,005829	0,005829	0,005543	1,051596608	Tidak ada
4	0,004859	0,005296	0,005296	0,0050775	1,043032989	Tidak ada
3	0,004191	0,004448	0,004448	0,0043195	1,029748814	Tidak ada
2	0,003408	0,003492	0,003492	0,00345	1,012173913	Tidak ada
1	0,003258	0,003071	0,003258	0,0031645	1,029546532	Tidak ada

**Tabel 5.16 Ketidakberaturan Torsi Arah X Model 2**

Lantai	$\delta A$	$\delta B$	$\delta Max$	$\delta Avg$	$\delta Max / \delta Avg$	Cek
12	0,003073	0,003685	0,003685	0,003379	1,090559337	Tidak ada
11	0,00471	0,005663	0,005663	0,0051865	1,091873132	Tidak ada
10	0,003283	0,003951	0,003951	0,003617	1,09234172	Tidak ada
9	0,00345	0,004154	0,004154	0,003802	1,092582851	Tidak ada
8	0,003576	0,004315	0,004315	0,0039455	1,093650995	Tidak ada
7	0,003614	0,004375	0,004375	0,0039945	1,095255977	Tidak ada
6	0,003617	0,004386	0,004386	0,0040015	1,096088967	Tidak ada
5	0,003524	0,004283	0,004283	0,0039035	1,097220443	Tidak ada
4	0,003298	0,004023	0,004023	0,0036605	1,099030187	Tidak ada
3	0,00287	0,003544	0,003544	0,003207	1,105082632	Tidak ada
2	0,002405	0,002977	0,002977	0,002691	1,106280193	Tidak ada
1	0,0024	0,002864	0,002864	0,002632	1,088145897	Tidak ada

**Tabel 5.17 Ketidakberaturan Torsi Arah Y Model 2**

Lantai	$\delta C$	$\delta D$	$\delta Max$	$\delta Avg$	$\delta Max / \delta Avg$	Cek
12	0,003263	0,004819	0,004819	0,004041	1,192526602	Tidak ada
11	0,004923	0,007233	0,007233	0,006078	1,190029615	Tidak ada
10	0,003477	0,004984	0,004984	0,0042305	1,178111334	Tidak ada
9	0,003669	0,005123	0,005123	0,004396	1,165377616	Tidak ada
8	0,003831	0,005208	0,005208	0,0045195	1,152339861	Tidak ada
7	0,00391	0,005187	0,005187	0,0045485	1,140375948	Tidak ada
6	0,003943	0,005082	0,005082	0,0045125	1,126204986	Tidak ada
5	0,003876	0,004839	0,004839	0,0043575	1,110499139	Tidak ada
4	0,00366	0,004403	0,004403	0,0040315	1,092149324	Tidak ada
3	0,003254	0,003707	0,003707	0,0034805	1,065076857	Tidak ada
2	0,002726	0,002894	0,002894	0,00281	1,029893238	Tidak ada
1	0,002571	0,002582	0,002582	0,0025765	1,002134679	Tidak ada

Berdasarkan hasil analisis, didapatkan pada bahwa model *existing* arah Y, mengalami ketidakberaturan torsi. Maka harus menyertakan torsi tak terduga (5%) dan diperbesar dengan faktor Ax menggunakan rumus berikut.

$$Ax = \left( \frac{\delta_{max}}{1,2\delta_{avg}} \right)^2$$

Berikut merupakan contoh perhitungan untuk model *existing* lantai 1 arah Y

$$Ax = \left( \frac{0,003065}{0,0030276} \right)^2$$

$$= 1,0248$$

Kemudian hasil dari Ax tersebut dikalikan dengan torsi tak terduga sebesar 5%, maka didapatkan 5% Ax sebesar 0,05124.

Berikut merupakan hasil rekapitulasi torsi tak terduga.

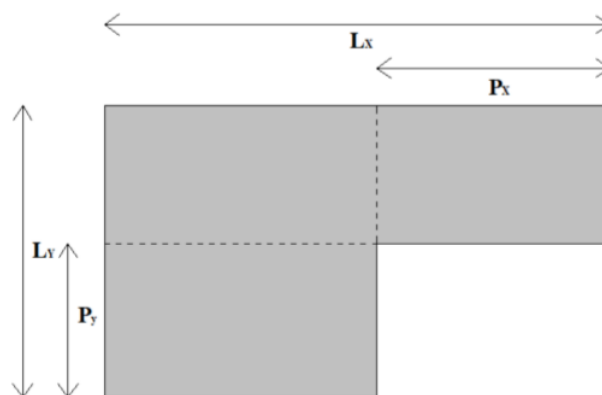
**Tabel 5.18 Rekapitulasi Torsi Tak Terduga**

Lantai	Exsisting	
	Arah X	Arah Y
12	0,05	0,05
11	0,05	0,05
10	0,05	0,05
9	0,05	0,05
8	0,05	0,05
7	0,05	0,05
6	0,05	0,05
5	0,05	0,05
4	0,05	0,05
3	0,05	0,050502687
2	0,05	0,051192367
1	0,05	0,051242932

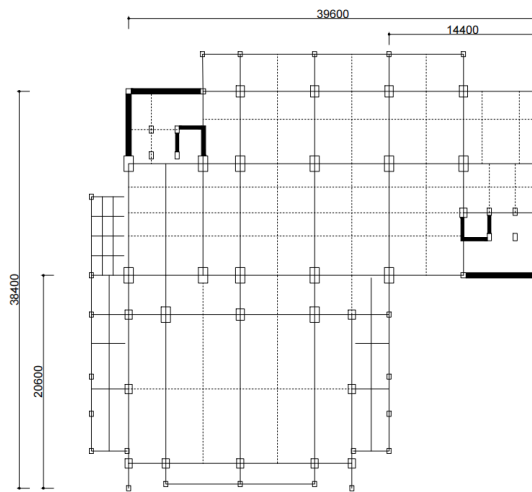
Setelah itu, torsi tak terduga diinput ke SAP2000 sesuai dengan arah gaya gempa dan dilakukan analisis lebih lanjut.

#### 5.4.1.2 Ketidakberaturan Sudut Dalam

Ketidakberaturan sudut dalam terjadi ketika kedua dimensi proyeksi bidang struktural dari lokasi sudut dalam lebih besar dari 15% dimensi bidang struktural pada arah yang ditinjau.

**Gambar 5.13 Ketidakberaturan 2**

(Sumber : SNI 1726-2019)



**Gambar 5.14 Cek Ketidakberaturan 2 pada Struktur**

Lantai struktur yang digunakan untuk pengecekan ketidakberaturan sudut dalam adalah lantai 1 sampai dengan lantai 3. dikarenakan lantai 4 sampai dengan lantai atap struktur berbentuk simetris. Ketidakberaturan sudut didalam terjadi apabila :

$$P_x > 15\%L_x \text{ atau}$$

$$P_y > 15\% L_y$$

Dari gambar diatas dapat diketahui bahwa panjang bentang  $L_x$  39,6 m dan  $P_x$  14,4 m. Panjang bentang  $L_y$  38,4 m dan  $P_y$  20,6 m. Maka berikut perhitungan mengenai ketidakberaturan sudut dalam pada struktur.

a.  $14,4 > 15\% \times 39,6$

$$14,4 > 5,94 \text{ OK}$$

b.  $20,6 > 15\% \times 38,4$

$$20,6 > 5,76 \text{ OK}$$

Dari hasil perhitungan diatas dapat disimpulkan bahwa struktur tidak memiliki ketidakberaturan sudut dalam dikarenakan kedua dimensi proyeksi bidang struktural dari lokasi sudut dalam lebih kecil dari 15%.

#### 5.4.1.3 Ketidakberaturan Diskontinuitas Diafragma

Ketidakberaturan diskontinuitas diafragma didefinisikan jika terdapat suatu diafragma yang memiliki area terbuka lebih besar dari 50% dari total area tertutup. Pada perhitungan ketidakberaturan diskontinuitas diafragma, lantai 3 dijadikan sebagai acuan perhitungan karena memiliki area terbuka yang paling



banyak dibandingkan dengan lantai-lantai yang lainnya. Dilakukan kontrol perhitungan ketidakberaturan diskontinuitas diafragma sebagai berikut.

$$\frac{\text{Luas Bukaannya}}{\text{Luas Bruto}} \times 100\% < 50\%$$

$$\frac{457,65}{1334,41} \times 100\% < 50\%$$

$$34,302\% < 50\%$$

Berdasarkan kontrol perhitungan diatas, didapat rasio luas bukaan terhadap luas bruto sebesar 34,302% sehingga dapat dikatakan bahwa struktur tidak memiliki ketidakberaturan diskontinuitas diafragma. Berikut merupakan hasil rekapitulasi perhitungan rasio perbandingan luas bukaan terhadap luas bruto pada tiap lantai disajikan pada Tabel 5.19 berikut.

**Tabel 5.19 Rekapitulasi Pengecekan Ketidakberaturan Diskontinuitas Diafragma**

Lantai	A Bukaan (m <sup>2</sup> )	A Bruto (m <sup>2</sup> )	Rasio	Kontrol
1	376,29	1424,88	26,409%	Tidak ada
2	143,28	1388,88	10,297%	Tidak ada
3	457,65	1334,41	34,302%	Tidak ada
4	117,09	912,24	12,835%	Tidak ada
5	65,25	704,88	9,257%	Tidak ada
6	65,25	704,88	9,257%	Tidak ada
7	65,25	704,88	9,257%	Tidak ada
8	65,25	704,88	9,257%	Tidak ada
9	65,25	704,88	9,257%	Tidak ada
10	65,25	704,88	9,257%	Tidak ada
11	65,25	704,88	9,257%	Tidak ada
12	65,25	704,88	9,257%	Tidak ada

## 5.4.2 Ketidakberaturan Vertikal

### 5.4.2.1 Ketidakberaturan Kekakuan Tingkat Lunak

Ketidakberaturan kekakuan tingkat lunak didefinisikan ada jika terdapat tingkat dengan kekakuan lateral kurang dari 70% tingkat di atasnya atau kurang dari 80% kekakuan rata-rata 3 tingkat di atasnya. Sedangkan untuk kekakuan tingkat lunak berlebih adalah jika ada tingkat yang nilai kekakuan lateral kurang dari 60% kekakuan tingkat di atasnya atau kurang dari 70% kekakuan rata-rata tiga tingkat di atasnya. Nilai tiap model pada ketidakberaturan kekakuan tingkat lunak dapat dilihat di Tabel 5.20 sampai dengan 5.31 berikut.

**Tabel 5.20 Rekapitulasi Ketidakberaturan Kekakuan Tingkat Lunak 1a  
Arah X Model *Exsisting***

Lantai	K	0.7K	Status	0.8*(AvgK1+K2+K3)	Status
12	0,004549246	0,00000	Tidak ada		
11	0,00492323	0,00318	Tidak ada		
10	0,005638356	0,00345	Tidak ada		
9	0,006281578	0,00395	Tidak ada	0,004029555	Tidak ada
8	0,007143197	0,00440	Tidak ada	0,00449151	Tidak ada
7	0,008333912	0,00500	Tidak ada	0,005083502	Tidak ada
6	0,010027475	0,00583	Tidak ada	0,005802317	Tidak ada
5	0,012584896	0,00702	Tidak ada	0,006801223	Tidak ada
4	0,016731735	0,00881	Tidak ada	0,008252342	Tidak ada
3	0,024133021	0,01171	Tidak ada	0,010491761	Tidak ada
2	0,038983315	0,01689	Tidak ada	0,01425324	Tidak ada
1	0,078959836	0,02729	Tidak ada	0,021292819	Tidak ada
0	0	0,05527		0,037886979	

**Tabel 5.21 Rekapitulasi Ketidakberaturan Kekakuan Tingkat Lunak 1a  
Arah Y Model *Exsisting***

Lantai	K	0.7K	Status	0.8*(AvgK1+K2+K3)	Status
12	0,003748262	0,00000	Tidak ada		
11	0,004060556	0,00262	Tidak ada		
10	0,004650399	0,00284	Tidak ada		
9	0,005182564	0,00326	Tidak ada	0,003322458	Tidak ada
8	0,005894257	0,00363	Tidak ada	0,003704939	Tidak ada
7	0,006878194	0,00413	Tidak ada	0,004193925	Tidak ada
6	0,008282031	0,00481	Tidak ada	0,004788004	Tidak ada
5	0,010407452	0,00580	Tidak ada	0,005614528	Tidak ada
4	0,013865843	0,00729	Tidak ada	0,006818047	Tidak ada
3	0,020069709	0,00971	Tidak ada	0,00868142	Tidak ada
2	0,032850792	0,01405	Tidak ada	0,011824801	Tidak ada
1	0,068301346	0,02300	Tidak ada	0,017809692	Tidak ada
0	0	0,04781		0,032325826	

**Tabel 5.22 Rekapitulasi Ketidakberaturan Kekakuan Tingkat Lunak 1b  
Arah X Model *Exsisting***

Lantai	K	0.6K	Status	0.7*(Avg K1+K2+k3)	Status
12	0,004549246	0,00000	Tidak ada		
11	0,00492323	0,00273	Tidak ada		
10	0,005638356	0,00295	Tidak ada		
9	0,006281578	0,00338	Tidak ada	0,003525861	Tidak ada
8	0,007143197	0,00377	Tidak ada	0,003930072	Tidak ada
7	0,008333912	0,00429	Tidak ada	0,004448064	Tidak ada
6	0,010027475	0,00500	Tidak ada	0,005077027	Tidak ada
5	0,012584896	0,00602	Tidak ada	0,00595107	Tidak ada
4	0,016731735	0,00755	Tidak ada	0,007220799	Tidak ada
3	0,024133021	0,01004	Tidak ada	0,009180291	Tidak ada
2	0,038983315	0,01448	Tidak ada	0,012471585	Tidak ada
1	0,078959836	0,02339	Tidak ada	0,018631217	Tidak ada
0	0	0,04738		0,033151107	

**Tabel 5.23 Rekapitulasi Ketidakberaturan Kekakuan Tingkat Lunak 1b  
Arah Y Model *Exsisting***

Lantai	K	0.6K	Status	0.7*(Avg K1+K2+k3)	Status
12	0,003748262	0,00000	Tidak ada		
11	0,004060556	0,00225	Tidak ada		
10	0,004650399	0,00244	Tidak ada		
9	0,005182564	0,00279	Tidak ada	0,002907151	Tidak ada
8	0,005894257	0,00311	Tidak ada	0,003241821	Tidak ada
7	0,006878194	0,00354	Tidak ada	0,003669685	Tidak ada
6	0,008282031	0,00413	Tidak ada	0,004189504	Tidak ada
5	0,010407452	0,00497	Tidak ada	0,004912712	Tidak ada
4	0,013865843	0,00624	Tidak ada	0,005965791	Tidak ada
3	0,020069709	0,00832	Tidak ada	0,007596243	Tidak ada
2	0,032850792	0,01204	Tidak ada	0,010346701	Tidak ada
1	0,068301346	0,01971	Tidak ada	0,01558348	Tidak ada
0	0	0,04098		0,028285097	

**Tabel 5.24 Rekapitulasi Ketidakberaturan Kekakuan Tingkat Lunak 1a  
Arah X Model 1**

Lantai	K	0.7K	Status	0.8*(Avg K1+K2+k3)	Status
12	0,004292619	0,00000	Tidak ada		
11	0,00462783	0,00300	Tidak ada		
10	0,005267446	0,00324	Tidak ada		
9	0,005842111	0,00369	Tidak ada	0,003783439	Tidak ada
8	0,006614777	0,00409	Tidak ada	0,004196636	Tidak ada
7	0,007688523	0,00463	Tidak ada	0,004726489	Tidak ada
6	0,009225603	0,00538	Tidak ada	0,00537211	Tidak ada
5	0,011561139	0,00646	Tidak ada	0,006274374	Tidak ada
4	0,015372711	0,00809	Tidak ada	0,007593404	Tidak ada
3	0,022223539	0,01076	Tidak ada	0,009642521	Tidak ada
2	0,036122818	0,01556	Tidak ada	0,013108637	Tidak ada
1	0,073990036	0,02529	Tidak ada	0,019658418	Tidak ada
0	0	0,05179		0,035289705	

**Tabel 5.25 Rekapitulasi Ketidakberaturan Kekakuan Tingkat Lunak 1a  
Arah Y Model 1**

Lantai	K	0.7K	Status	0.8*(Avg K1+K2+k3)	Status
12	0,004582958	0,00000	Tidak ada		
11	0,004973689	0,00321	Tidak ada		
10	0,005723312	0,00348	Tidak ada		
9	0,006399195	0,00401	Tidak ada	0,004074656	Tidak ada
8	0,007302131	0,00448	Tidak ada	0,004558986	Tidak ada
7	0,00854864	0,00511	Tidak ada	0,005179903	Tidak ada
6	0,010323149	0,00598	Tidak ada	0,005933324	Tidak ada
5	0,013003732	0,00723	Tidak ada	0,006979712	Tidak ada
4	0,017353479	0,00910	Tidak ada	0,008500139	Tidak ada
3	0,025119948	0,01215	Tidak ada	0,010848096	Tidak ada
2	0,040913182	0,01758	Tidak ada	0,014793909	Tidak ada
1	0,083710028	0,02864	Tidak ada	0,022236429	Tidak ada
0	0	0,05860		0,039931509	

**Tabel 5.26 Rekapitulasi Ketidakberaturan Kekakuan Tingkat Lunak 1b  
Arah X Model 1**

Lantai	K	0.6K	Status	0.7*(Avg K1+K2+k3)	Status
12	0,004292619	0,00000	Tidak ada		
11	0,00462783	0,00258	Tidak ada		
10	0,005267446	0,00278	Tidak ada		
9	0,005842111	0,00316	Tidak ada	0,003310509	Tidak ada
8	0,006614777	0,00351	Tidak ada	0,003672057	Tidak ada
7	0,007688523	0,00397	Tidak ada	0,004135678	Tidak ada
6	0,009225603	0,00461	Tidak ada	0,004700596	Tidak ada
5	0,011561139	0,00554	Tidak ada	0,005490077	Tidak ada
4	0,015372711	0,00694	Tidak ada	0,006644228	Tidak ada
3	0,022223539	0,00922	Tidak ada	0,008437206	Tidak ada
2	0,036122818	0,01333	Tidak ada	0,011470058	Tidak ada
1	0,073990036	0,02167	Tidak ada	0,017201116	Tidak ada
0	0	0,04439		0,030878492	

**Tabel 5.27 Rekapitulasi Ketidakberaturan Kekakuan Tingkat Lunak 1b  
Arah Y Model 1**

Lantai	K	0.6K	Status	0.7*(Avg K1+K2+k3)	Status
12	0,004582958	0,00000	Tidak ada		
11	0,004973689	0,00275	Tidak ada		
10	0,005723312	0,00298	Tidak ada		
9	0,006399195	0,00343	Tidak ada	0,003565324	Tidak ada
8	0,007302131	0,00384	Tidak ada	0,003989112	Tidak ada
7	0,00854864	0,00438	Tidak ada	0,004532415	Tidak ada
6	0,010323149	0,00513	Tidak ada	0,005191659	Tidak ada
5	0,013003732	0,00619	Tidak ada	0,006107248	Tidak ada
4	0,017353479	0,00780	Tidak ada	0,007437622	Tidak ada
3	0,025119948	0,01041	Tidak ada	0,009492084	Tidak ada
2	0,040913182	0,01507	Tidak ada	0,01294467	Tidak ada
1	0,083710028	0,02455	Tidak ada	0,019456875	Tidak ada
0	0	0,05023		0,03494007	

**Tabel 5.28 Rekapitulasi Ketidakberaturan Kekakuan Tingkat Lunak 1a  
Arah X Model 2**

Lantai	K	0.7K	Status	0.8*(Avg K1+K2+k3)	Status
12	0004951116	0,00000	Tidak ada		
11	0,005351791	0,00347	Tidak ada		
10	0,00611894	0,00375	Tidak ada		
9	0,00680814	0,00428	Tidak ada	0,004379159	Tidak ada
8	0,00773168	0,00477	Tidak ada	0,004874366	Tidak ada
7	0,00900744	0,00541	Tidak ada	0,005509003	Tidak ada
6	0,010819505	0,00631	Tidak ada	0,006279269	Tidak ada
5	0,013550992	0,00757	Tidak ada	0,007348967	Tidak ada
4	0,017968591	0,00949	Tidak ada	0,008900783	Tidak ada
3	0,025819111	0,01258	Tidak ada	0,011290424	Tidak ada
2	0,041498368	0,01807	Tidak ada	0,015290319	Tidak ada
1	0,083581757	0,02905	Tidak ada	0,022742952	Tidak ada
0	0	0,05851		0,040239796	

**Tabel 5.29 Rekapitulasi Ketidakberaturan Kekakuan Tingkat Lunak 1a  
Arah Y Model 2**

Lantai	K	0.7K	Status	0.8*(Avg K1+K2+k3)	Status
12	0,003898164	0,00000	Tidak ada		
11	0,004228264	000273	Tidak ada		
10	0,004847537	0,00296	Tidak ada		
9	0,005405571	0,00339	Tidak ada	0,003459724	Tidak ada
8	0,006151096	0,00378	Tidak ada	0,003861699	Tidak ada
7	0,007180435	0,00431	Tidak ada	0,004374454	Tidak ada
6	0,008647302	0,00503	Tidak ada	0,00499656	Tidak ada
5	0,010864763	0,00605	Tidak ada	0,005861022	Tidak ada
4	0,014467523	0,00761	Tidak ada	0,007118	Tidak ada
3	0,020914668	0,01013	Tidak ada	0,009061223	Tidak ada
2	0,034137849	0,01464	Tidak ada	0,012332521	Tidak ada
1	0,070654734	0,02390	Tidak ada	0,018538677	Tidak ada
0	0	0,04946		0,033521934	

**Tabel 5.30 Rekapitulasi Ketidakberaturan Kekakuan Tingkat Lunak 1b  
Arah X Model 2**

Lantai	K	0.6K	Status	0.7*(Avg K1+K2+k3)	Status
12	0,004951116	0,00000	Tidak ada		
11	0,005351791	0,00297	Tidak ada		
10	0,00611894	0,00321	Tidak ada		
9	0,00680814	0,00367	Tidak ada	0,003831764	Tidak ada
8	0,00773168	0,00408	Tidak ada	0,00426507	Tidak ada
7	0,00900744	0,00464	Tidak ada	0,004820377	Tidak ada
6	0,010819505	0,00540	Tidak ada	0,005494361	Tidak ada
5	0,013550992	0,00649	Tidak ada	0,006430346	Tidak ada
4	0,017968591	0,00813	Tidak ada	0,007788186	Tidak ada
3	0,025819111	0,01078	Tidak ada	0,009879121	Tidak ada
2	0,041498368	0,01549	Tidak ada	0,013379029	Tidak ada
1	0,083581757	0,02490	Tidak ada	0,019900083	Tidak ada
0	0	0,05015		0,035209822	

**Tabel 5.31 Rekapitulasi Ketidakberaturan Kekakuan Tingkat Lunak 1b  
Arah Y Model 2**

Lantai	K	0.6K	Status	0.7*(Avg K1+K2+k3)	Status
12	0,003898164	0,00000	Tidak ada		
11	0,004228264	0,00234	Tidak ada		
10	0,004847537	0,00254	Tidak ada		
9	0,005405571	0,00291	Tidak ada	0,003027259	Tidak ada
8	0,006151096	0,00324	Tidak ada	0,003378987	Tidak ada
7	0,007180435	0,00369	Tidak ada	0,003827647	Tidak ada
6	0,008647302	0,00431	Tidak ada	0,00437199	Tidak ada
5	0,010864763	0,00519	Tidak ada	0,005128394	Tidak ada
4	0,014467523	0,00652	Tidak ada	0,00622825	Tidak ada
3	0,020914668	0,00868	Tidak ada	0,007928571	Tidak ada
2	0,034137849	0,01255	Tidak ada	0,010790956	Tidak ada
1	0,070654734	0,02048	Tidak ada	0,016221343	Tidak ada
0	0	0,04239		0,029331692	

#### 5.4.2.2 Ketidakberaturan Berat (Massa)

Ketidakberaturan berat diartikan jika berat efektifnya lebih besar dari 150% berat efektif tingkat yang berdekatan. Hasil persentase ketidakberaturan berat dapat dilihat pada Tabel 5.32 sampai dengan Tabel 5.34 berikut.

**Tabel 5.32 Persentase Ketidaberaturan Massa Model *Exsisting***

Lantai	W	Persentase di atas (%)	Persentase di bawah (%)
12	2277,517		22%
11	10164,631		106%
10	9551,483	94%	103%
9	9283,409	97%	100%
8	9283,41	100%	100%
7	9283,409	100%	100%
6	9283,409	100%	100%
5	9283,41	100%	100%
4	9283,409	100%	77%



**Lanjutan Tabel 5.33 Persentase Ketidaberaturan Massa Model *Exsisting***

3	12058,877	130%	79%
2	15359,531	127%	88%
1	17438,516	114%	68%
0	25693,863	147%	

**Tabel 5.34 Persentase Ketidaberaturan Massa Model 1**

Lantai	W	Persentase di atas (%)	Persentase di bawah (%)
12	2299,876		23%
11	10189,226		107%
10	9564,899	94%	103%
9	9296,825	97%	100%
8	9296,824	100%	100%
7	9296,825	100%	100%
6	9296,825	100%	100%
5	9296,825	100%	100%
4	9296,825	100%	79%
3	11742,292	126%	82%
2	14343,61	122%	80%
1	17930,158	125%	68%
0	26365,08	147%	

**Tabel 5.35 Persentase Ketidaberaturan Massa Model 2**

Lantai	W	Persentase di atas (%)	Persentase di bawah (%)
12	2272.913		22%
11	10124.115		106%
10	9543.078	94%	103%
9	9275.005	97%	100%
8	9275.006	100%	100%
7	9275.005	100%	100%
6	9275.005	100%	100%
5	9275.006	100%	100%

**Lanjutan Tabel 5.36 Persentase Ketidaberaturan Massa Model 2**

4	9275.005	100%	79%
3	11683.77	126%	79%
2	14745.501	126%	82%
1	17990.745	122%	69%
0	26014.985	145%	

Dari tabel diatas dapat dilihat bahwa nilai persentase pada tiap-tiap model tidak ada yang melebihi dari 150%. Maka dapat disimpulkan bahwa struktur tidak memiliki ketidakberaturan massa.

#### 5.4.2.3 Ketidakberaturan Geometri Vertikal

Ketidakteraturan geometri vertikal didefinisikan ada ketika dimensi horizontal sistem pemikul beban-beban seismik pada setiap lantai lebih dari 130% dimensi horizontal sistem pemikul beban seismik lantai yang berdekatan. Pada struktur bangunan, kolom di desain sesuai dengan gambar DED dimana tidak terdapat kolom yang mengalami perubahan dimensi. Dimensi kolom pada struktur gedung meliputi kolom K1 = 900x1500, K2 = 800x1100, K3 = 700x900, K4 = 400x500, K5 = 500x500, K6 = 400x700, dan KA = 500x500. Pada permodelan dinding geser, penampang juga tidak mengalami perubahan atau pengecilan.

### 5.5 Displacement

Berikut merupakan hasil dari rekapitulasi nilai displacement pada struktur bangunan yang dapat dilihat pada Tabel 5.35 berikut.

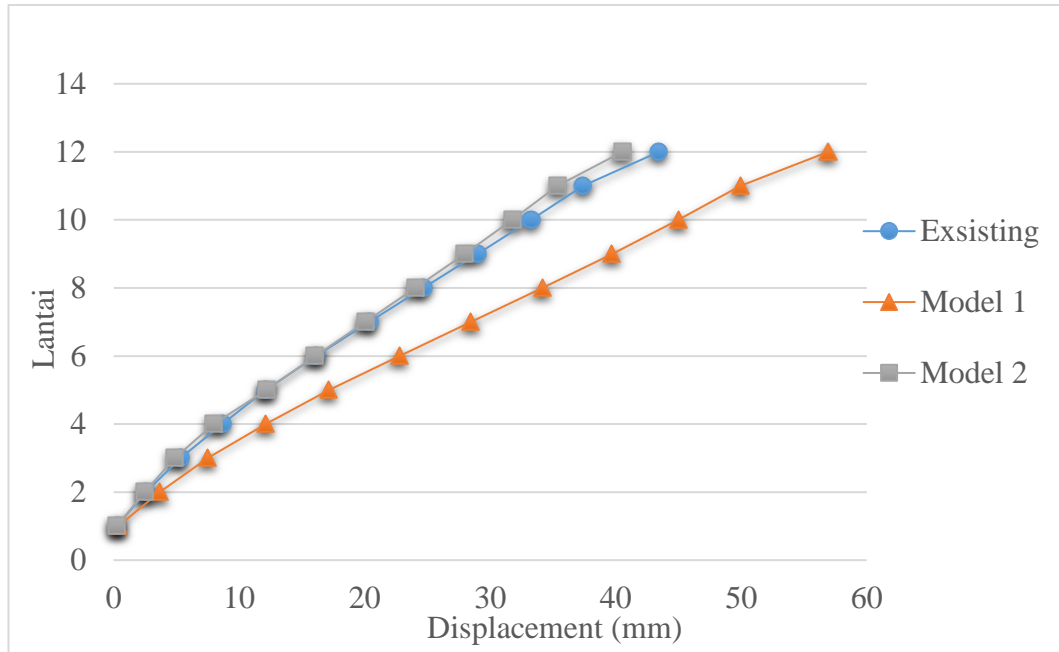
**Tabel 5.37 Rekapitulasi Nilai Displacement**

Lantai	Model Existing (mm)		Model 1 (mm)		Model 2 (mm)	
	Arah X	Arah Y	Arah X	Arah Y	Arah X	Arah Y
1	0,252	0,224	0,358	0,309	0,258	0,259
2	2,561	2,385	3,66	3,145	2,464	2,564
3	5,349	5,231	7,514	6,61	4,891	5,367

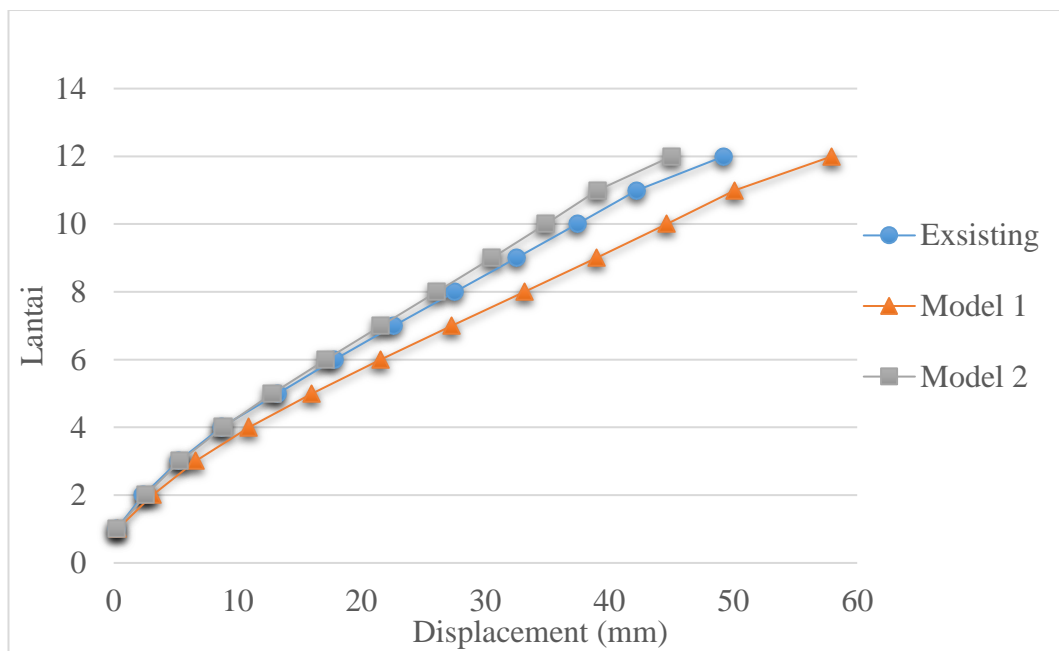
**Lanjutan Tabel 5.38 Rekapitulasi Nilai Displacement**

<b>Lantai</b>	<b>Model Exsisting (mm)</b>		<b>Model 1 (mm)</b>		<b>Model 2 (mm)</b>	
	<b>Arah X</b>	<b>Arah Y</b>	<b>Arah X</b>	<b>Arah Y</b>	<b>Arah X</b>	<b>Arah Y</b>
4	8,652	8,695	12,133	10,945	7,974	8,854
5	12,092	13,246	17,137	16,001	12,166	12,797
6	16,14	17,821	22,746	21,531	16,06	17,109
7	20,365	22,625	28,48	27,301	20,05	21,572
8	24,666	27,541	34,167	33,146	24,033	26,067
9	28,992	32,501	39,724	38,975	27,966	30,531
10	33,253	37,413	45,004	44,652	31,754	34,87
11	37,4	42,223	49,95	50,116	35,358	39,042
12	43,436	49,241	56,919	57,966	40,525	45,027

Berikut merupakan grafik berbandingan nilai *displacement* pada tiap-tiap model.



**Gambar 5.15 Nilai *Displacement* Arah X**



**Gambar 5.16 Nilai *Displacement* Arah Y**

Nilai *displacement* yang diambil dari analisis pada software SAP2000 diatas menunjukkan bahwa struktur model 1 mengalami penambahan nilai

*displacement* sebesar 31% dari model *existing* dari 43,436 mm menjadi 56,919 mm pada arah X dan penambahan sebesar 18% dari 49,241 mm menjadi 57,966 mm pada arah Y. Untuk model 2 arah X mengalami pengurangan sebesar -7% menjadi 40,525 mm dan pada arah Y mengalami pengurangan sebesar -9% menjadi 45,027 mm.

Kenaikan dan penurunan nilai *displacement* tersebut terjadi karena penempatan letak dinding geser yang di letakkan di masing-masing variasi secara berbeda. Model 2 memiliki nilai *displacement* terendah untuk arah X dan arah Y.

### 5.6 Simpangan Antar Lantai

Dalam menentukan simpangan antar lantai, nilai simpangan antar lantai tersebut harus tidak melebihi nilai dari simpangan antar tingkat ijin yang dimana telah diatur pada SNI 1726-2019. Karena struktur tidak memenuhi persyaratan yang terdapat pada SNI 1726-2019 pasal 7.3.4.1 maka faktor redundansi digunakan sebesar 1,3. Untuk nilai simpangan antar tingkat ijin didapatkan sebesar  $0.010h_{sx}$  karena struktur masuk dalam kategori resiko IV sesuai pada Tabel 3.13. Berikut merupakan rekapitulasi simpangan antar lantai pada masing-masing model dapat dilihat pada Tabel 5.36 sampai dengan Tabel 5.38.

**Tabel 5.39 Nilai Simpangan Antar Lantai Model *Existing***

Lantai	$\Delta$ Arah X	$\Delta$ Arah Y	$\Delta$ Ijin	$\Delta X < \Delta$ Ijin	$\Delta Y < \Delta$ Ijin
1	0,924	0,821333333	53,07692308	OK	OK
2	8,466333333	7,923666667	30,76923077	OK	OK
3	10,222666667	10,435333333	30,76923077	OK	OK
4	12,111	12,701333333	30,76923077	OK	OK
5	12,613333333	16,687	30,76923077	OK	OK
6	14,842666667	16,775	30,76923077	OK	OK
7	15,491666667	17,614666667	30,76923077	OK	OK
8	15,770333333	18,025333333	30,76923077	OK	OK
9	15,862	18,186666667	30,76923077	OK	OK

**Lanjutan Tabel 5.36 Nilai Simpangan Antar Lantai Model Existing**

Lantai	$\Delta$ Arah X	$\Delta$ Arah Y	$\Delta$ Ijin	$\Delta X < \Delta$ Ijin	$\Delta Y < \Delta$ Ijin
10	15,62366667	18,01066667	30,76923077	OK	OK
11	15,20566667	17,63666667	46,15384615	OK	OK
12	22,132	25,73266667	30,76923077	OK	OK

**Tabel 5.40 Nilai Simpangan Antar Lantai Model 1**

Lantai	$\Delta$ Arah X	$\Delta$ Arah Y	$\Delta$ Ijin	$\Delta X < \Delta$ Ijin	$\Delta Y < \Delta$ Ijin
1	1,312666667	1,133	53,07692308	OK	OK
2	12,10733333	10,39866667	30,76923077	OK	OK
3	14,13133333	12,705	30,76923077	OK	OK
4	16,93633333	15,895	30,76923077	OK	OK
5	18,348	18,53866667	30,76923077	OK	OK
6	20,56633333	20,27666667	30,76923077	OK	OK
7	21,02466667	21,15666667	30,76923077	OK	OK
8	20,85233333	21,43166667	30,76923077	OK	OK
9	20,37566667	21,373	30,76923077	OK	OK
10	19,36	20,81566667	30,76923077	OK	OK
11	18,13533333	20,03466667	46,15384615	OK	OK
12	25,553	28,78333333	30,76923077	OK	OK

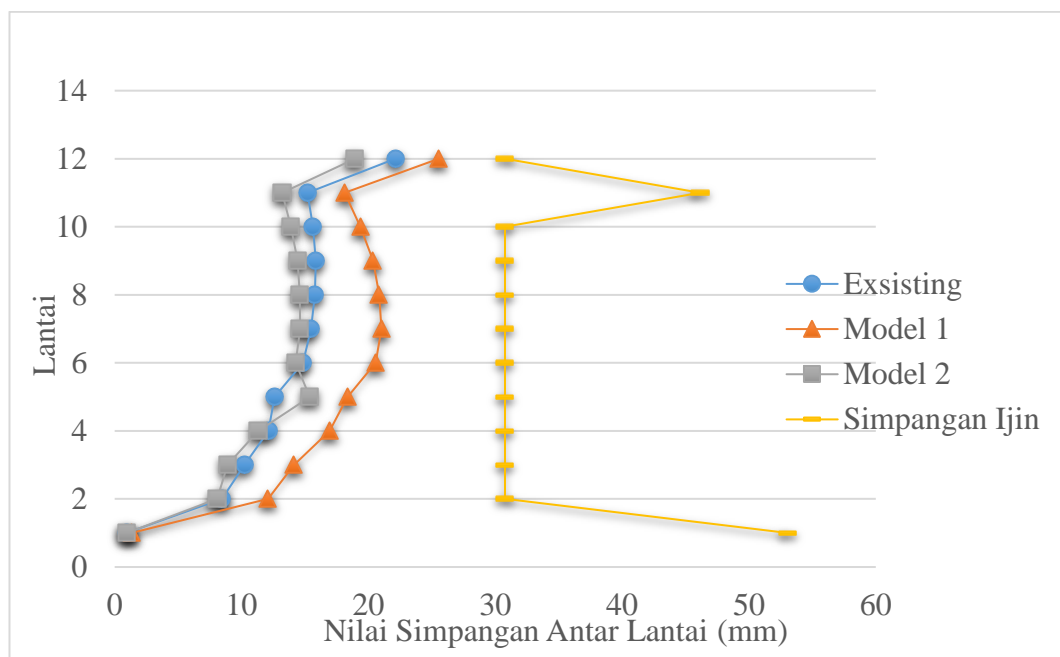
**Tabel 5.41 Nilai Simpangan Antar Lantai Model 2**

Lantai	$\Delta$ Arah X	$\Delta$ Arah Y	$\Delta$ Ijin	$\Delta X < \Delta$ Ijin	$\Delta Y < \Delta$ Ijin
1	0,946	0,949666667	53,07692308	OK	OK
2	8,088666667	8,451666667	30,76923077	OK	OK
3	8,899	10,27766667	30,76923077	OK	OK
4	11,30433333	12,78566667	30,76923077	OK	OK
5	15,37066667	14,45766667	30,76923077	OK	OK

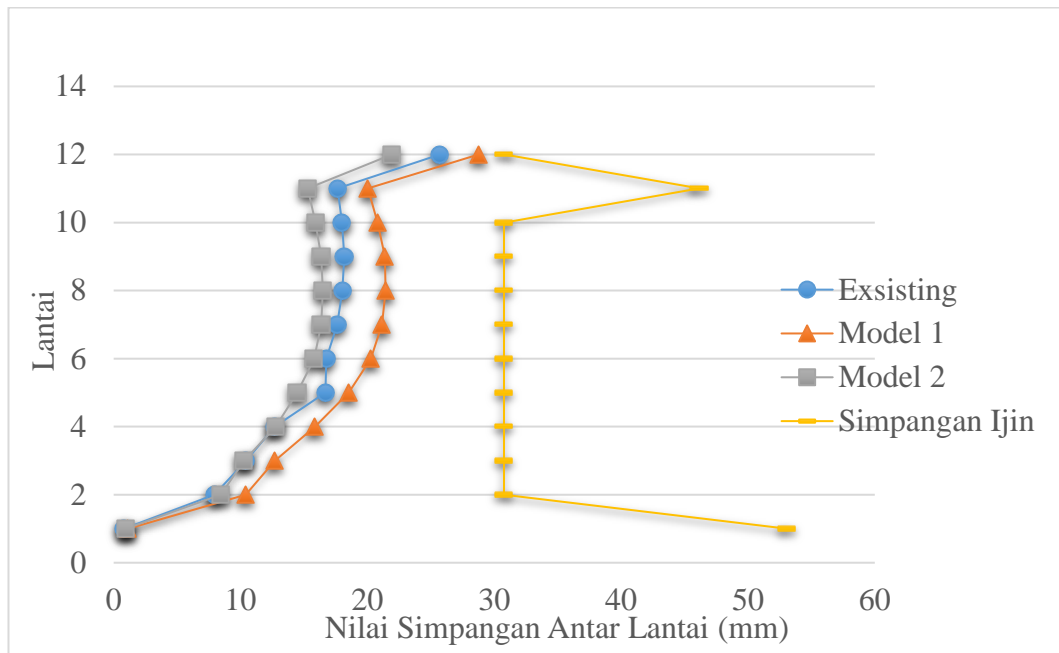
**Lanjutan Tabel 5.38 Nilai Simpangan Antar Lantai Model 2**

Lantai	$\Delta$ Arah X	$\Delta$ Arah Y	$\Delta$ Ijin	$\Delta X < \Delta$ Ijin	$\Delta Y < \Delta$ Ijin
6	14,278	15,81066667	30,76923077	OK	OK
7	14,63	16,36433333	30,76923077	OK	OK
8	14,60433333	16,48166667	30,76923077	OK	OK
9	14,421	16,368	30,76923077	OK	OK
10	13,88933333	15,90966667	30,76923077	OK	OK
11	13,21466667	15,29733333	46,15384615	OK	OK
12	18,94566667	21,945	30,76923077	OK	OK

Dari hasil rekapitulasi diatas, maka perbandingan simpangan antar lantai dapat dilihat pada Gambar 5.17 dan Gambar 5.18 dibawah ini.



**Gambar 5.17 Grafik Perbanding Storey Drift Arah X**



**Gambar 5.18 Grafik Perbandingan Storey Drift Arah Y**

Berdasarkan hasil rekapitulasi simpangan antar lantai, didapatkan bahwa simpangan antar lantai pada model 1 mengalami kenaikan rata-rata simpangan antar lantai sebesar 34% pada arah X dan 20% pada arah Y. Untuk model 2 mengalami penurunan rata-rata sebesar -5% pada arah X dan -5% pada arah Y.

Untuk mengatasi struktur yang memiliki nilai simpangan antar lantai melebihi nilai simpangan ijin, maka struktur harus diberi penambahan dinding geser dan atau memperbesar ukuran dimensi kolom agar struktur tersebut dapat memenuhi kriteria desain yang sesuai.

### 5.7 P-Delta

Pengaruh P-delta pada geser tingkat dan momen, gaya dan momen elemen struktur yang dihasilkan, dan simpangan antar tingkat yang diakibatkannya tidak perlu diperhitungkan bila koefisien stabilitas ( $\theta$ ). Dimana untuk nilai koefisien stabilitas tidak diperbolehkan untuk melebihi dari  $\theta_{max}$ . Berikut merupakan contoh perhitungan pada lantai 1 arah X model *existing* sesuai dengan persamaan 3.19.

$$P_x = 152429,4 \text{ kN}$$

$$\Delta = 0,924 \text{ mm}$$



$$I_e = 1,5$$

$$V_x = 14089,006 \text{ kN}$$

$$h_{sx} = 6900 \text{ mm}$$

$$C_d = 5,5$$

$$\theta = \frac{P_x \Delta I_e}{V_x h_{sx} C_d}$$

$$\theta = \frac{152429,4 \times 0,924 \times 1,5}{14089,006 \times 6900 \times 5,5}$$

$$\theta = 0,00039513$$

Dimana nilai koefisien stabilitas ( $\theta$ ) tersebut dibatasi oleh nilai koefisien maksimum ( $\theta_{\max}$ ) sesuai persamaan 3.20 sebagai berikut.

$$\theta_{\max} = \frac{0,5}{\beta C_d} \leq 0,25$$

Nilai  $\beta$  yaitu 1 sesuai pasal 7.8.7

$$\theta_{\max} = \frac{0,5}{1 \times 5,5} \leq 0,25$$

$$\theta_{\max} = 0,090909 \leq 0,25$$

$$\theta_{\max} = 0,090909$$

Dari perhitungan diatas, didapatkan nilai koefisien stabilitas pada lantai 1 arah X model *existing* sebesar 0,00039513 dan nilai koefisien maksimum sebesar 0,090909. Dikarenakan nilai koefisien stabilitas tidak melebihi nilai dari koefisien maksimum, maka pengaruh P-Delta dapat diabaikan. Berikut merupakan tabel hasil rekapitulasi pada tiap-tiap model yang dapat dilihat pada Tabel 5.39 sampai dengan Tabel 5.44 berikut ini.

Tabel 5.42 Cek P-Delta Model *Existing* Arah X

Lantai	Px (kN)	Vx (kN)	Cd	Ie	hsx (mm)	$\Delta$ (mm)	$\theta$	$\theta_{max}$	Status
1	152429,4	14089,006	5,5	1,5	6900	0,924	0,00039513	0,090909091	OK
2	119341,508	13773,892	5,5	1,5	4000	8,466333333	0,005001483	0,090909091	OK
3	104493,802	13298,101	5,5	1,5	4000	10,22266667	0,005476886	0,090909091	OK
4	91874,246	12698,539	5,5	1,5	4000	12,111	0,005974322	0,090909091	OK
5	80858,785	11970,442	5,5	1,5	4000	12,61333333	0,005809189	0,090909091	OK
6	69843,325	11037,423	5,5	1,5	4000	14,84266667	0,0064038	0,090909091	OK
7	58827,865	9888,723	5,5	1,5	4000	15,49166667	0,006283615	0,090909091	OK
8	47812,404	8514,754	5,5	1,5	4000	15,77033333	0,006037789	0,090909091	OK
9	36684,128	6890,327	5,5	1,5	4000	15,862	0,00575791	0,090909091	OK
10	25641,645	5035,934	5,5	1,5	4000	15,62366667	0,005423971	0,090909091	OK
11	14157,465	2698,731	5,5	1,5	6000	15,20566667	0,00362584	0,090909091	OK
12	2829,397	505,474	5,5	1,5	4000	22,132	0,008446646	0,090909091	OK

**Tabel 5.43 Cek P-Delta Model Existing Arah Y**

<b>Lantai</b>	<b>Px (kN)</b>	<b>Vx (kN)</b>	<b>Cd</b>	<b>Ie</b>	<b>hsx (mm)</b>	<b>Δ (mm)</b>	<b>θ</b>	<b>θmax</b>	<b>Status</b>
1	152429,4	4246,734	5,5	1,5	6900	0,821333333	0,001165233	0,090909091	OK
2	119341,508	4132,167	5,5	1,5	4000	7,923666667	0,015603012	0,090909091	OK
3	104493,802	3989,43	5,5	1,5	4000	10,435333333	0,018636081	0,090909091	OK
4	91874,246	3809,562	5,5	1,5	4000	12,701333333	0,020885104	0,090909091	OK
5	80858,785	3591,133	5,5	1,5	4000	16,687	0,025617843	0,090909091	OK
6	69843,325	3311,227	5,5	1,5	4000	16,775	0,024124985	0,090909091	OK
7	58827,865	2966,617	5,5	1,5	4000	17,614666667	0,023815769	0,090909091	OK
8	47812,404	2554,426	5,5	1,5	4000	18,025333333	0,023003776	0,090909091	OK
9	36684,128	2067,098	5,5	1,5	4000	18,186666667	0,022005884	0,090909091	OK
10	25641,645	1510,78	5,5	1,5	4000	18,010666667	0,020842174	0,090909091	OK
11	14157,465	809,619	5,5	1,5	6000	17,636666667	0,014018406	0,090909091	OK
12	2829,397	151,642	5,5	1,5	4000	25,732666667	0,032736162	0,090909091	OK

**Tabel 5.44 Cek P-Delta Model Model 1 Arah X**

<b>Lantai</b>	<b>Px (kN)</b>	<b>Vx (kN)</b>	<b>Cd</b>	<b>Ie</b>	<b>hsx (mm)</b>	<b>Δ (mm)</b>	<b>θ</b>	<b>θmax</b>	<b>Status</b>
1	153732,599	13987,677	5,5	1,5	6900	1,312666667	0,000570236	0,090909091	OK
2	119464,302	13592,29	5,5	1,5	4000	12,107333333	0,007255421	0,090909091	OK
3	104607,846	13127,184	5,5	1,5	4000	14,131333333	0,007677935	0,090909091	OK
4	91979,539	12539,559	5,5	1,5	4000	16,936333333	0,008470264	0,090909091	OK
5	80955,328	11824,541	5,5	1,5	4000	18,348	0,008564824	0,090909091	OK
6	69931,117	10906,873	5,5	1,5	4000	20,566333333	0,008990745	0,090909091	OK
7	58906,906	9775,618	5,5	1,5	4000	21,024666667	0,008638129	0,090909091	OK
8	47882,695	8421,014	5,5	1,5	4000	20,852333333	0,008084207	0,090909091	OK
9	36745,668	6817,935	5,5	1,5	4000	20,375666667	0,007487446	0,090909091	OK
10	25694,434	4986,311	5,5	1,5	4000	19,36	0,006801953	0,090909091	OK
11	14204,419	2675,674	5,5	1,5	6000	18,135333333	0,004376159	0,090909091	OK
12	2851,756	502,871	5,5	1,5	4000	25,553	0,009880212	0,090909091	OK

**Tabel 5.45 Cek P-Delta Model Model 1 Arah Y**

<b>Lantai</b>	<b>Px (kN)</b>	<b>Vx (kN)</b>	<b>Cd</b>	<b>Ie</b>	<b>hsx (mm)</b>	<b>Δ (mm)</b>	<b>θ</b>	<b>θmax</b>	<b>Status</b>
1	153732,599	4196,303	5,5	1,5	6900	1,133	0,001640622	0,090909091	OK
2	119464,302	4077,687	5,5	1,5	4000	10,39866667	0,020771626	0,090909091	OK
3	104607,846	3938,155	5,5	1,5	4000	12,705	0,023009898	0,090909091	OK
4	91979,539	3761,868	5,5	1,5	4000	15,895	0,026498225	0,090909091	OK
5	80955,328	3547,362	5,5	1,5	4000	18,53866667	0,028846093	0,090909091	OK
6	69931,117	3272,062	5,5	1,5	4000	20,27666667	0,029547047	0,090909091	OK
7	58906,906	2932,685	5,5	1,5	4000	21,15666667	0,028974544	0,090909091	OK
8	47882,695	2526,304	5,5	1,5	4000	21,43166667	0,027696029	0,090909091	OK
9	36745,668	2045,38	5,5	1,5	4000	21,373	0,026179793	0,090909091	OK
10	25694,434	1495,893	5,5	1,5	4000	20,81566667	0,024377964	0,090909091	OK
11	14204,419	802,702	5,5	1,5	6000	20,03466667	0,016114935	0,090909091	OK
12	2851,756	150,861	5,5	1,5	4000	28,78333333	0,037097534	0,090909091	OK

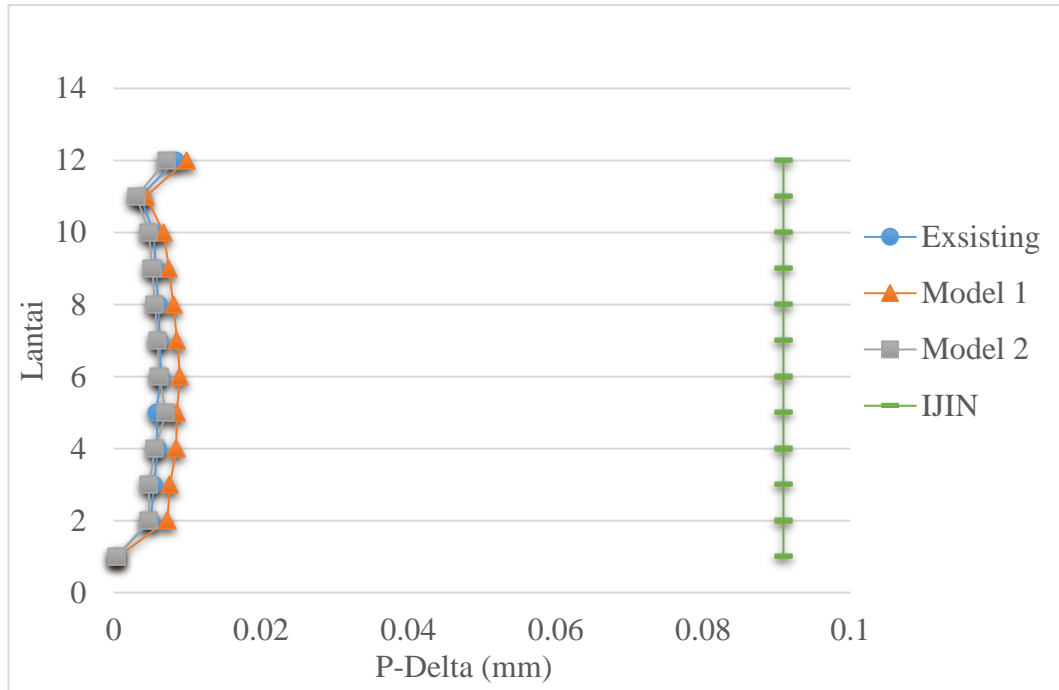
**Tabel 5.46 Cek P-Delta Model Model 2 Arah X**

<b>Lantai</b>	<b>Px (kN)</b>	<b>Vx (kN)</b>	<b>Cd</b>	<b>Ie</b>	<b>hsx (mm)</b>	<b>Δ (mm)</b>	<b>θ</b>	<b>θmax</b>	<b>Status</b>
1	152532,603	13981,061	5,5	1,5	6900	0,946	0,000407937	0,090909091	OK
2	118385	13574,925	5,5	1,5	4000	8,088666667	0,004809553	0,090909091	OK
3	103605,458	13109,018	5,5	1,5	4000	8,899	0,004795372	0,090909091	OK
4	91054,065	12518,461	5,5	1,5	4000	11,304333333	0,005606114	0,090909091	OK
5	80106,768	11803,575	5,5	1,5	4000	15,370666667	0,007112412	0,090909091	OK
6	69159,47	10884,913	5,5	1,5	4000	14,278	0,006185327	0,090909091	OK
7	58212173	9754,154	5,5	1,5	4000	14,63	0,005953017	0,090909091	OK
8	47264,876	8399,283	5,5	1,5	4000	14,604333333	0,005603335	0,090909091	OK
9	36204,763	6798,379	5,5	1,5	4000	14,421	0,005236297	0,090909091	OK
10	25230,443	4964,924	5,5	1,5	4000	13,889333333	0,004812406	0,090909091	OK
11	13791,716	2665,431	5,5	1,5	6000	13,214666667	0,003108024	0,090909091	OK
12	2655,231	479,083	5,5	1,5	4000	18,945666667	0,007159291	0,090909091	OK

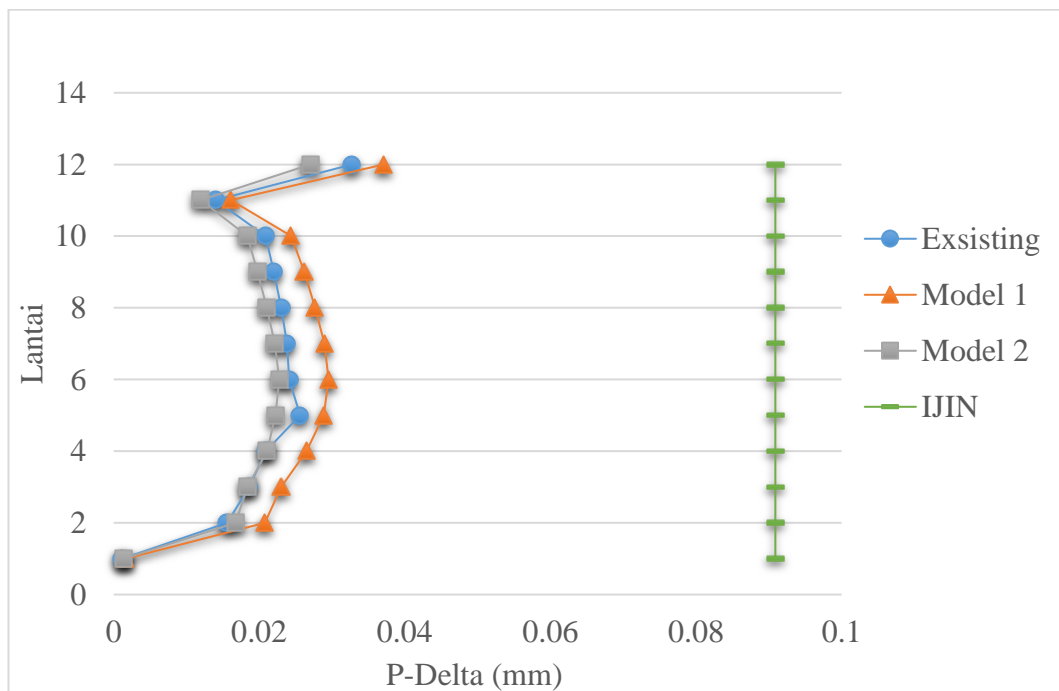
**Tabel 5.47 Cek P-Delta Model Model 2 Arah Y**

<b>Lantai</b>	<b>Px (kN)</b>	<b>Vx (kN)</b>	<b>Cd</b>	<b>Ie</b>	<b>hsx (mm)</b>	<b>Δ (mm)</b>	<b>θ</b>	<b>θmax</b>	<b>Status</b>
1	152532,603	4195,235	5,5	1,5	6900	0,949666667	0,001364762	0,090909091	OK
2	118385	4079,527	5,5	1,5	4000	8,451666667	0,016722369	0,090909091	OK
3	103605,458	3941,565	5,5	1,5	4000	10,277666667	0,018419467	0,090909091	OK
4	91054,065	3764,585	5,5	1,5	4000	12,785666667	0,021085028	0,090909091	OK
5	80106,768	3549,889	5,5	1,5	4000	14,457666667	0,022244427	0,090909091	OK
6	69159,47	3273,424	5,5	1,5	4000	15,810666667	0,022775512	0,090909091	OK
7	58212173	2933,393	5,5	1,5	4000	16,364333333	0,022141674	0,090909091	OK
8	47264,876	2524,537	5,5	1,5	4000	16,481666667	0,021039068	0,090909091	OK
9	36204,763	2043,007	5,5	1,5	4000	16,368	0,019776983	0,090909091	OK
10	25230,443	1491,211	5,5	1,5	4000	15,909666667	0,018353354	0,090909091	OK
11	13791,716	800,179	5,5	1,5	6000	15,297333333	0,011984618	0,090909091	OK
12	2655,231	146,962	5,5	1,5	4000	21,945	0,027033447	0,090909091	OK

Perbandingan simpangan antar lantai dapat dilihat pada Gambar 5.19 dan 5.20 berikut.



**Gambar 5.19 Grafik Perbandingan P-Delta Arah X**



**Gambar 5.20 Grafik Perbandingan P-Delta Arah Y**



Berdasarkan hasil perhitungan diatas, didapatkan bahwa semua model tidak memiliki nilai koefisien stabilitas ( $\theta$ ) yang tidak melebihi dari nilai koefisien maksimum ( $\theta_{max}$ ) baik pada arah X maupun arah Y. Maka dapat disimpulkan bahwa semua model yang dianalisis tidak mengalami pengaruh P-Delta pada gaya geser dan momen pada elemen struktur. Efek P-Delta dapat menyebabkan bangunan menjadi lebih fleksibel dan rentan terhadap kerusakan. Oleh karena itu, sangat penting untuk mempertimbangkan efek ini saat merencanakan dan membangun suatu bangunan atau struktur. Penanganan efek P-Delta dapat dilakukan dengan menggunakan material dan desain yang kuat dan tahan terhadap pergeseran, atau dengan menambahkan sistem *bracing* atau pendukung pada bangunan lainnya, salah satunya dengan dinding geser.

### 5.8 Rekapitulasi

Dari permodelan analisis struktur yang sudah dilakukan berdasarkan dari tujuan penelitian yang meliputi dari nilai *base shear*, *displacement*, *drift story*, dan nilai *P-Delta*. Maka dapat ditarik kesimpulan seperti pada Tabel 5.45 sebagai berikut.

**Tabel 5.48 Rekapitulasi Hasil**

	<i>Exsisting</i>	<b>Model 1</b>	<b>Model 2</b>
<b><i>Base shear</i></b>	12237,141 kN	12234,765 kN	12219,003 kN
<b><i>Displacement</i></b>	<i>Displacement</i> arah X sebesar 43,436mm dan arah Y sebesar 49,241mm	<i>Displacement</i> arah X sebesar 56,919mm dan arah Y sebesar 57,966mm	<i>Displacement</i> arah X sebesar 40,525mm dan arah Y sebesar 45,027mm
<b><i>Storey Drift</i></b>	Pada arah X didapat <i>storey dirft</i> terbesar yaitu 22,132mm dan arah Y sebesar 25,732mm.	Pada arah X didapat <i>storey dirft</i> terbesar yaitu 25,553mm dan arah Y sebesar 28,783mm.	Pada arah X didapat <i>storey dirft</i> terbesar yaitu 18,945mm dan arah Y sebesar 21,945mm.

Lanjutan Tabel 5.45 Rekapitulasi Hasil

	<i>Exsisting</i>	<b>Model 1</b>	<b>Model 2</b>
<b>P-Delta</b>	Pada arah X nilai P-Delta terbesar yaitu 0,00844 dan pada arah Y sebesar 0,0327	Pada arah X nilai P-Delta terbesar yaitu 0,00988 dan pada arah Y sebesar 0,0370	Pada arah X nilai P-Delta terbesar yaitu 0,007159 dan pada arah Y sebesar 0,0270

Berdasarkan hasil rekapitulasi dari semua permodelan yang diambil dari tujuan penelitian yang dimana menitikberatkan pada *base shear*, *displacement*, *stodry drift* dan P-Delta. Hasil analisis didapatkan bahwa nilai base shear tertinggi yaitu pada model *existing* dengan nilai 12237,141 kN. Model 2 memiliki nilai *displacement* terkecil sebesar 40,525mm arah X dan 45,027mm arah Y. Pada *storey drift*, model 2 juga memiliki nilai terkecil sebesar 18,945mm arah X dan 21,945mm arah Y. Serta pada P-Delta hasil dari analisis juga menunjukkan model 2 memiliki nilai terkecil sebesar 0,007159 arah X dan 0,0270 arah Y.

## **BAB VI**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **6.1 Kesimpulan**

Kesimpulan yang dapat diambil dari beberapa analisis terhadap variasi penempatan dinding geser adalah sebagai berikut.

1. Hasil yang didapat dari analisis struktur terhadap *base shear* adalah model *exsisting* memiliki nilai *base shear* terbesar yaitu 12237,141 kN.
2. Hasil yang didapat dari analisis struktur terhadap *displacement* adalah model terefektif didapat pada model 2 dikarenakan didapat nilai *displacement* terkecil dibandingkan dengan model lain.
3. Hasil *drift story* yang dihasilkan pada analisis setiap model adalah model 2 memiliki nilai *drift story* terkecil pada arah X dan arah Y.
4. Semua model pada pengecekan efek P-Delta dipastikan aman dikarenakan nilai koefisien stabilitas tidak ada yang melebihi nilai koefisien maksimum.
5. Model 2 memiliki perletakan dinding geser paling efektif dibandingkan dengan model yang lain.

#### **6.2 Saran**

Dari hasil penelitian yang sudah dilakukan, beberapa saran yang dapat dilakukan untuk lebih mengembangkan penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut.

1. Melakukan analisis dengan *time history* sesuai dengan peraturan yang terbaru.
2. Melakukan *pushover analysis* untuk mendapatkan kinerja struktur.
3. Melakukan analisis pada struktur gedung dengan bentuk yang tidak simetris.
4. Menggunakan sistem penahan gaya yang lain, misal dengan penggunaan *bracing*.

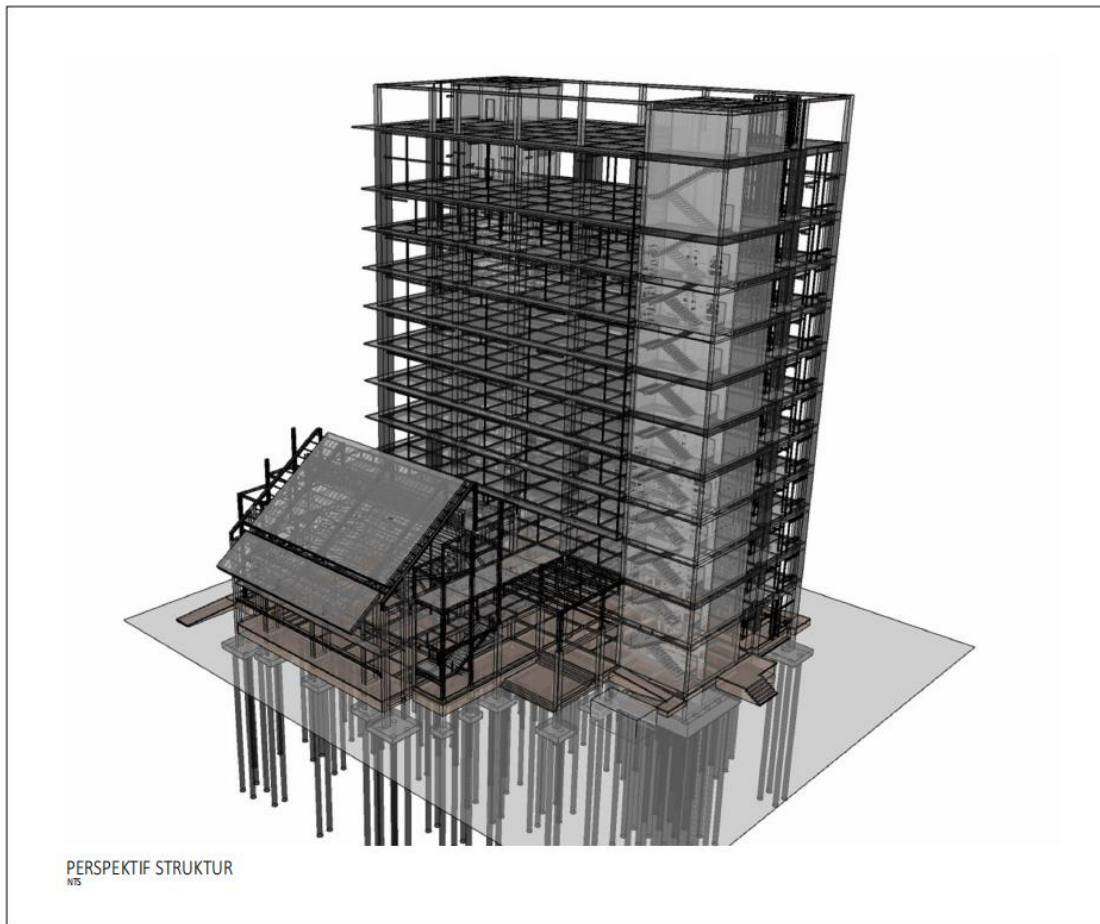
## DAFTAR PUSTAKA

- Alwani, A., dan Adianto, C. F. (2021). Bangunan Tinggi Di Indonesia Yang Dirancang Tahan Gempa. *Journal of Economic, Business and Engineering (JEBE)*, 3(1), 105–112, Universitas Sains Al-Qur'an, Wonosobo.
- Badan Standardisasi Nasional (BSN). (2019). SNI 2847:2019 Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung dan Penjelasan. *Standar Nasional Indonesia (SNI)*, 8, 720, Jakarta.
- Badan Standardisasi Nasional, S. 1727:2020. (2020). Beban desain minimum dan Kriteria terkait untuk bangunan gedung dan struktur lain. *BSN, Jakarta*,
- Harahap, M. F., dan Fauzan, M. (2019). Perilaku Dinamik pada Struktur Apartemen Metro Galaxy Park terhadap Beban Gempa. *Jurnal Teknik Sipil Dan Lingkungan*, 04(03), 195–206, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Heru Nurcahyo, Reni Suryanita, dan Alex Kurniawandy. (2016). Kajian Posisi Shear Wall Pada Gedung Tidak Beraturan dengan Analisis Riwayat Waktu Beban Gempa. *Jom FTEKNIK*, 3(1), 1–13, Universitas Riau, Pekanbaru.
- Hoedajanto, D. dan Imran, I. (2009). *Permasalahan Detailing Pada Bangunan Sederhana Tahan Gempa*. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- Jannah, A. N. (2018). *Kajian Perbandingan Respon Struktur Bangunan Bertingkat dengan Variasi Tata Letak Dinding Geser Akibat Beban Gempa Dinamik Respon Spektrum*. 183, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
- Juwana, Jimmy S., dan Hilarius Wibi (2005). *Panduan Sistem Bangunan Tinggi : untuk Arsitek dan Praktisi Bangunan*. Erlangga, Jakarta.
- Nasional, B. S. (1989). SNI 03-1727-1989 Pedoman Perencanaan Pembebanan Untuk Rumah dan Gedung. *Jakarta: Badan Standarisasi Nasional*, 1–17, Jakarta.
- Pratama, A. H. (2020). *Komparasi Respon Dinamik Struktur Pada Gedung Bertingkat Dengan Variasi Bentuk Dan Penempatan Dinding Geser Mengacu SNI 1726-2019*. 2(1), 41–49, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
- Prischila Litha, J., Aditya, C., dan Irawan, D. (2022). Perbandingan Respons Struktur Pada Portal Bertingkat Berdasarkan Sni 1726-2012 Dengan Variasi Penempatan Dinding Geser. *BOUWPLANK Jurnal Ilmiah Teknik Sipil Dan Lingkungan*, 1(2), 1–10, Universitas Widyagama, Malang.
- Purnomo, E., Purwanto, E., dan Supriyadi, A. (2014). Analisis dinamik respon spektrum menggunakan software Etabs (studi kasus: bangunan hotel di Semarang). *Matriks Teknik Sipil*, 2(4), 569–576, Universitas Sebelas Maret, Surakarta.

- Shany, S. A., Erfan, M., dan Santosa, A. A. (2020). Analisa Perbandingan Simpangan Pada Sistem Rangka Pemikul Momen Dan Sistem Ganda. *Prosiding SEMSINA*, Institut Teknologi Nasional Malang, 15-16 April:225-232.
- Siddiq, S. (2008). Bangunan Tahan Gempa Berbasis Standar Nasional Indonesia. *Jurnal Standardisasi*, 8(2), 80, Jakarta.
- SNI 8900 : 2020. (2020). *SNI 8900:2020 Panduan Desain Sederhana untuk Bangunann Beton Bertulang*. 1–294, Jakarta.
- Soelarso, S., dan Baehaki, B. (2016). Analisis Perbandingan Simpangan Horisontal ( Drift ) Pada Struktur Gedung Tahan Gempa Dengan 3 Menggunakan Pengaku Lateral (Bracing ) Berdasarkan Sni 03-1726-2002 Dan Sni 03-1726-2012. *Fondasi : Jurnal Teknik Sipil*, 5(1), Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, Banten.
- Syarif, H. A., Djauhari, Z., & Ridwan. (2020). Pengaruh P-Delta Pada Struktur Sistem Flat Slab-Drop. *Seminar Nasional Riset Teknologi Terapan*, Pekanbaru.

# LAMPIRAN

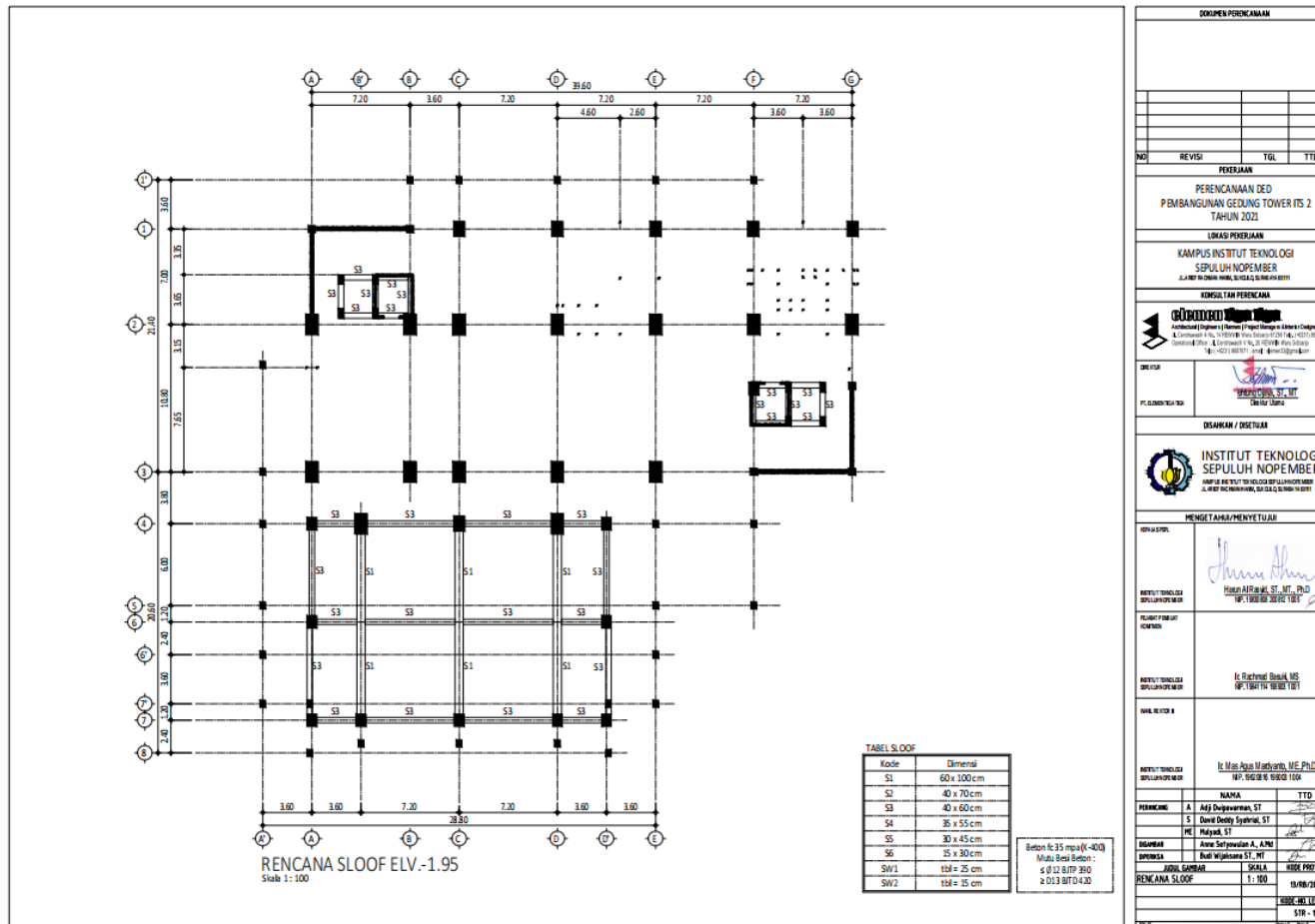
# Lampiran 1 Perspektif Struktur



Gambar L-1.1 Struktur Gedung

DOKUMEN PERENCANAAN			
NO	REVISI	TGL	TTD
PERENCANAAN DEO PMBANGUNAN GEDUNG TOWER ITS 2 TAHUN 2021			
LOKASI PERENCANAAN			
KAMPUS INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER J.L. ALP. RAJAPALING, KULON KAGUNG, SUKSES			
KONSULTAN PERENCANAAN			
 PT. BINA KAWAN J. L. KH. SUDIRMAN, SUKSES, SUKSES			
DESAIN / DIBUAT OLEH			
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER J. L. ALP. RAJAPALING, KULON KAGUNG, SUKSES			
MENGETAHUI/MENYETUJUI			
KEPALA PERENCANAAN  Husein Al-Ramal, ST., MT., PhD NIP. 1963082019901001			
PENYETUJUAN PERENCANAAN I. Rizkiyah Rizkiyah, MS NIP. 198403199401001			
MANAJER PROJEK I. Mas Agus Mulyandito, M.Eng., Ph.D NIP. 196812195801001			
	NAMA	TTD	
PERENCANAAN	A. Adh Dhanawati, ST		
	S. David Dedy Saputra, ST		
	ME. Hidayat, ST		
DESAIN	Anne Setyawan A., A.Md		
REVISI	Rudi Wahdani, ST., MT		
JUDUL GAMBAR	STRUKTUR	SKALA	1:100
PERSPEKTIF STRUKTUR	NTS	NO. PROJEK	
18/08/2021			
RENCANA LINGKUP			
STR - 01			
TGL: 18/08/2021			

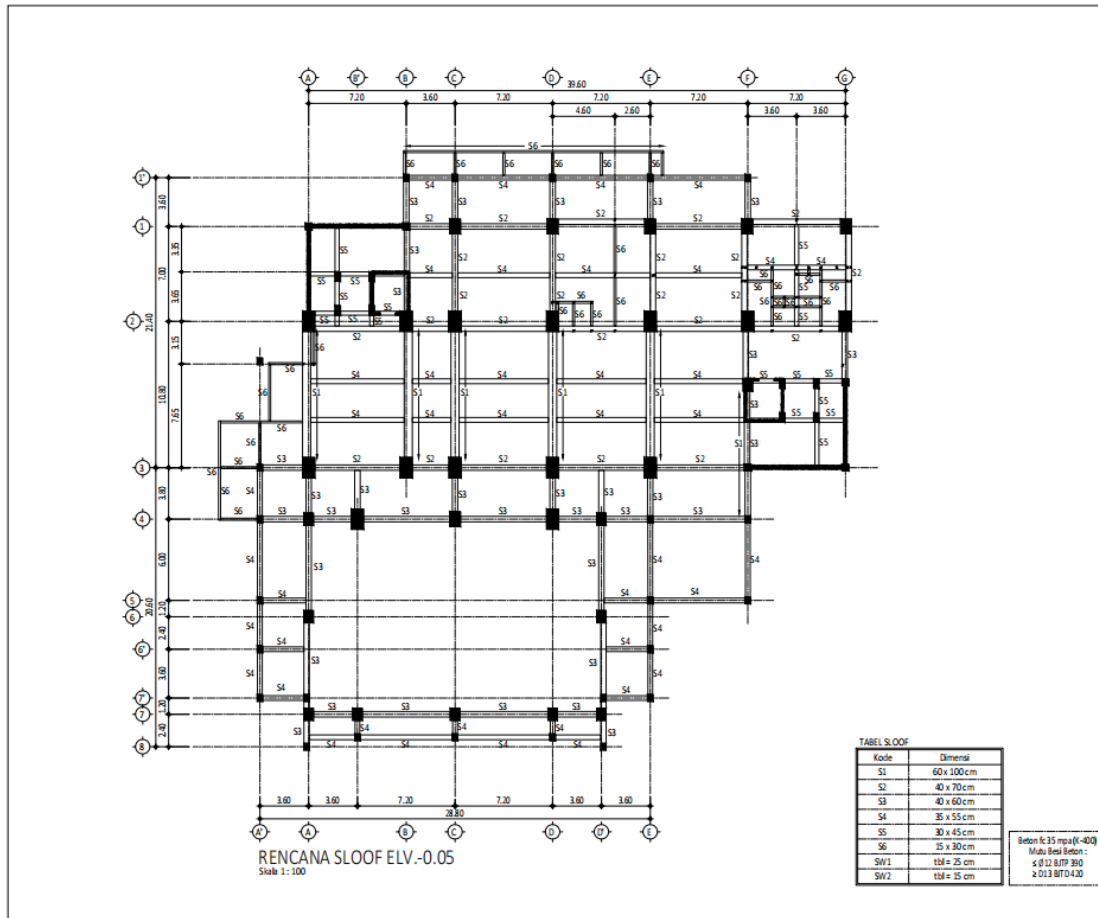
## Lampiran 2 Denah Sloof



Gambar L-2.1 Denah Sloof Elevasi -1,95

DOKUMEN PERENCANAAN			
NO	REVISI	TGL	TTD
PEKERJAAN			
PERENCANAAN DED PMBANGUNAN GEDUNG TOWER 2 TAHUN 2021			
LOKASI PEKERJAAN			
KAMPUS INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER JL. KEMENTERIAN PERENCANAAN, SURABAYA 60115			
KEMAHAN PERENCANAAN			
DIREKTOR 			
PELOMBAK/PEKERJA 			
DESAINKER / DESAITER			
MENGERTAHU/MENYETUJUI			
DIREKTOR INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER			
PELOMBAK/PEKERJA SCHEMATA	Ir. Rachmad Ghoni, MS NIP. 196101101010101010		
DIREKTOR INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER	Ir. Mas Agus Wardiyanto, MSc, PhD NIP. 195201010101010101		
PERENCANA A	Aji Daryanto, ST	NAMA TTD	
S	David Dedy Syahrial, ST	NAMA TTD	
DESAINKER M	Mas Supriyanto, A, A/MS NIP. 196101101010101010	NAMA TTD	
DESAINKER B	Pauli Wijayanto, ST, MT	NAMA TTD	
JUDUL GAMBAR RENCANA SLOOF	SKALA 1:100	RIDE PROYEK 15/08/2021	
TGL 15/08/2021	STR - 05	SUDUC-HI LUMBAK	
TGL 15/08/2021	NYI / TSI		

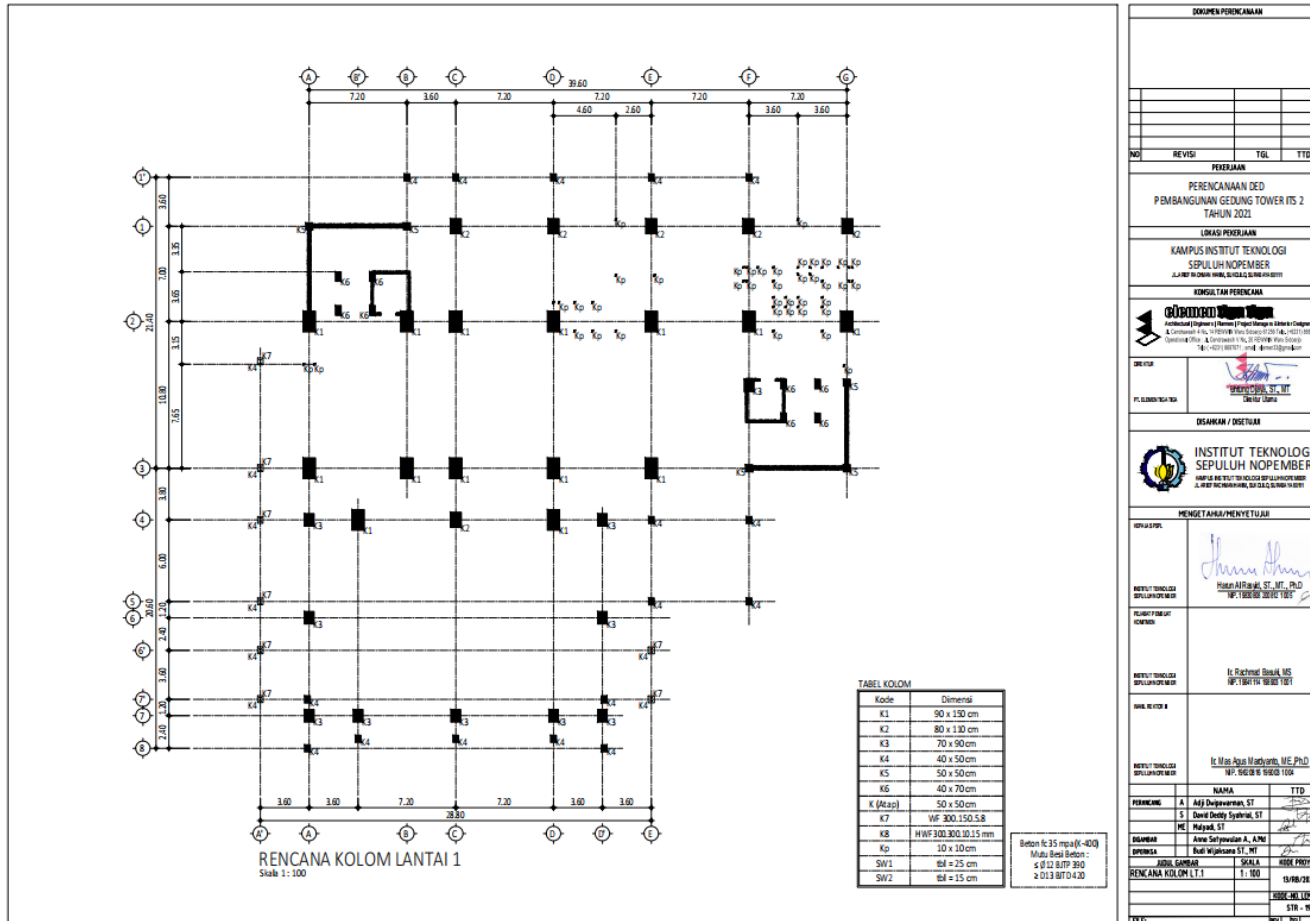




**Gambar L-2.2 Denah Sloof Elevasi -0,05**

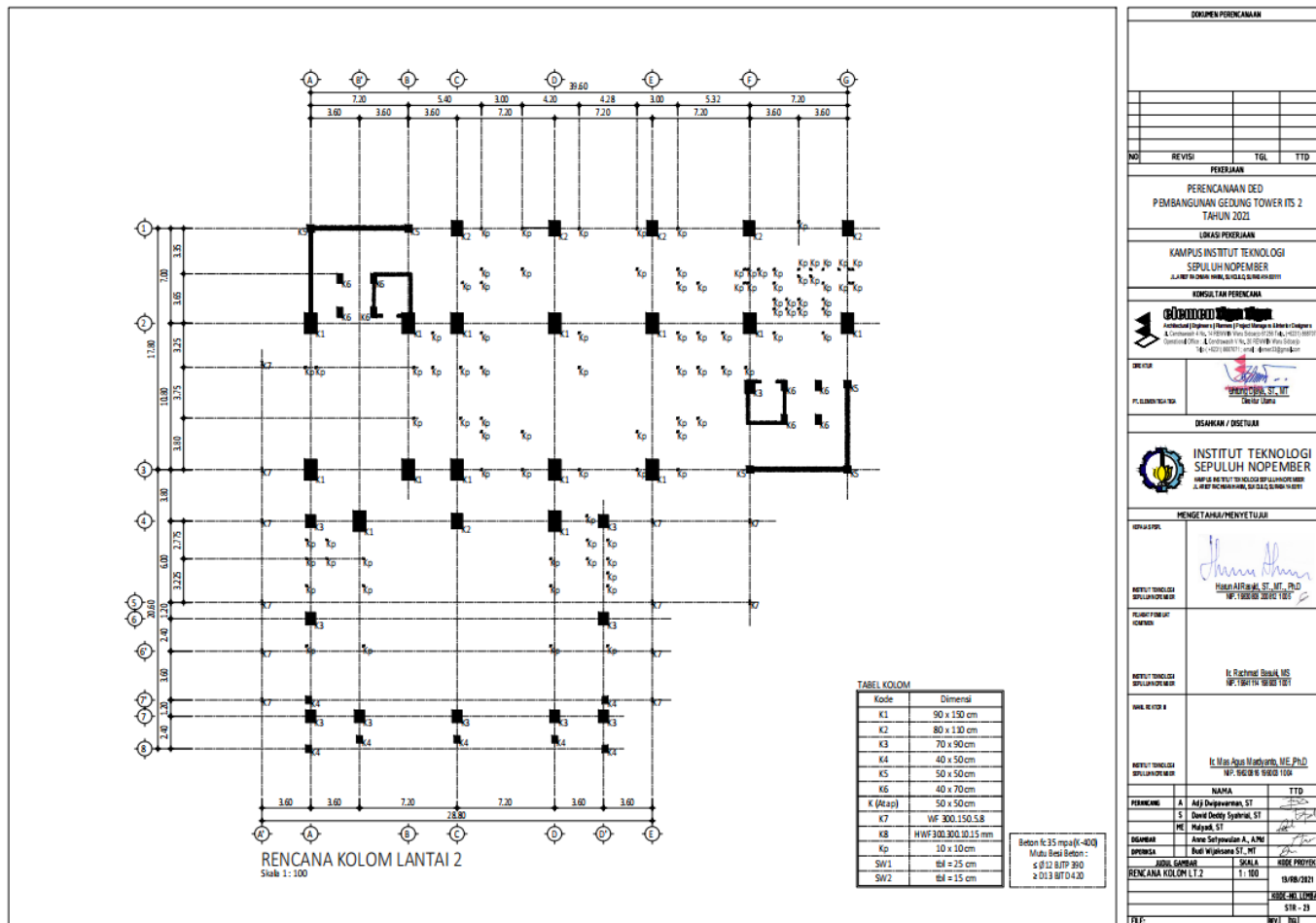
DOKUMEN PERENCANAAN																											
NO	REVISI	TGL	TTD																								
PEKERJAAN																											
PERENCANAAN DED PMBANGUNAN GEDUNG TOWER ITS 2 TAHUN 2021																											
LOKASI PEKERJAAN																											
KAMPUS INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER <small>JL. WIPACI DAIRI, KARAS, SURABAYA 60115</small>																											
KONSULTAN PERENCANAAN																											
<b>PT. RANGKAIAN TEKNOLOGI</b> <small>Architect (Sipar) &amp; Planner (Sipar) &amp; Engineer (Sipar) &amp; Designer (Sipar) &amp; Consultant (Sipar) &amp; Contractor (Sipar) &amp; Designer (Sipar) &amp; Designer (Sipar) &amp; Designer (Sipar)</small>																											
DESAIN																											
<b>MUHAMMAD ALIFRAH, ST., MT</b> <small>Desain Lantai</small>																											
DESAINAN / DISEKUI																											
<b>INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER</b> <small>INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER JL. WIPACI DAIRI, KARAS, SURABAYA 60115</small>																											
MENGETAHUI/MENYETUJAI																											
DIREKTUR	<b>MUHAMMAD ALIFRAH, ST., MT, Ph.D</b> <small>INSTRUKSI MANAJEMEN</small>																										
DIREKTUR TEKNOLOGI SIPULUH NOPEMBER	<b>Iqbal Firdaus MS</b> <small>INSTRUKSI MANAJEMEN</small>																										
DIREKTUR PERENCANAAN KONSTRUKSI	<b>Iqbal Firdaus MS</b> <small>INSTRUKSI MANAJEMEN</small>																										
DIREKTUR TEKNOLOGI SIPULUH NOPEMBER	<b>Iqbal Firdaus MS</b> <small>INSTRUKSI MANAJEMEN</small>																										
DIREKTUR TEKNOLOGI SIPULUH NOPEMBER	<b>Iqbal Firdaus MS</b> <small>INSTRUKSI MANAJEMEN</small>																										
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="3" style="text-align: center;">NAMA</th> <th style="text-align: center;">TTD</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="width: 10%;">PERENCANAAN</td> <td style="width: 10%;">A</td> <td style="width: 10%;">Ajij Daryawan, ST</td> <td style="width: 10%; text-align: center;"></td> </tr> <tr> <td></td> <td>S</td> <td>Dendi Dedy Syahmi, ST</td> <td style="text-align: center;"></td> </tr> <tr> <td></td> <td>ME</td> <td>Muhammad ST</td> <td style="text-align: center;"></td> </tr> <tr> <td>DESAIN</td> <td></td> <td>Anas Setyawan A., AM</td> <td style="text-align: center;"></td> </tr> <tr> <td>PEKERJAAN</td> <td></td> <td>Budi Wijaksana ST, MT</td> <td style="text-align: center;"></td> </tr> </tbody> </table>				NAMA			TTD	PERENCANAAN	A	Ajij Daryawan, ST			S	Dendi Dedy Syahmi, ST			ME	Muhammad ST		DESAIN		Anas Setyawan A., AM		PEKERJAAN		Budi Wijaksana ST, MT	
NAMA			TTD																								
PERENCANAAN	A	Ajij Daryawan, ST																									
	S	Dendi Dedy Syahmi, ST																									
	ME	Muhammad ST																									
DESAIN		Anas Setyawan A., AM																									
PEKERJAAN		Budi Wijaksana ST, MT																									
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;">JURUSAN</th> <th style="width: 10%;">SKALA</th> <th style="width: 10%;">KORREKSI</th> <th style="width: 10%;">REVISI</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>JURUSAN SLOOF ELEV. -0,05</td> <td>1:100</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>				JURUSAN	SKALA	KORREKSI	REVISI	JURUSAN SLOOF ELEV. -0,05	1:100																		
JURUSAN	SKALA	KORREKSI	REVISI																								
JURUSAN SLOOF ELEV. -0,05	1:100																										
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;">REVISI</th> <th style="width: 10%;">NO</th> <th style="width: 10%;">TGL</th> <th style="width: 10%;">TTD</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>				REVISI	NO	TGL	TTD																				
REVISI	NO	TGL	TTD																								
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;">NO</th> <th style="width: 10%;">REVISI</th> <th style="width: 10%;">TGL</th> <th style="width: 10%;">TTD</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>				NO	REVISI	TGL	TTD																				
NO	REVISI	TGL	TTD																								
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;">NO</th> <th style="width: 10%;">REVISI</th> <th style="width: 10%;">TGL</th> <th style="width: 10%;">TTD</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>				NO	REVISI	TGL	TTD																				
NO	REVISI	TGL	TTD																								
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;">NO</th> <th style="width: 10%;">REVISI</th> <th style="width: 10%;">TGL</th> <th style="width: 10%;">TTD</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>				NO	REVISI	TGL	TTD																				
NO	REVISI	TGL	TTD																								

### Lampiran 3 Denah Kolom

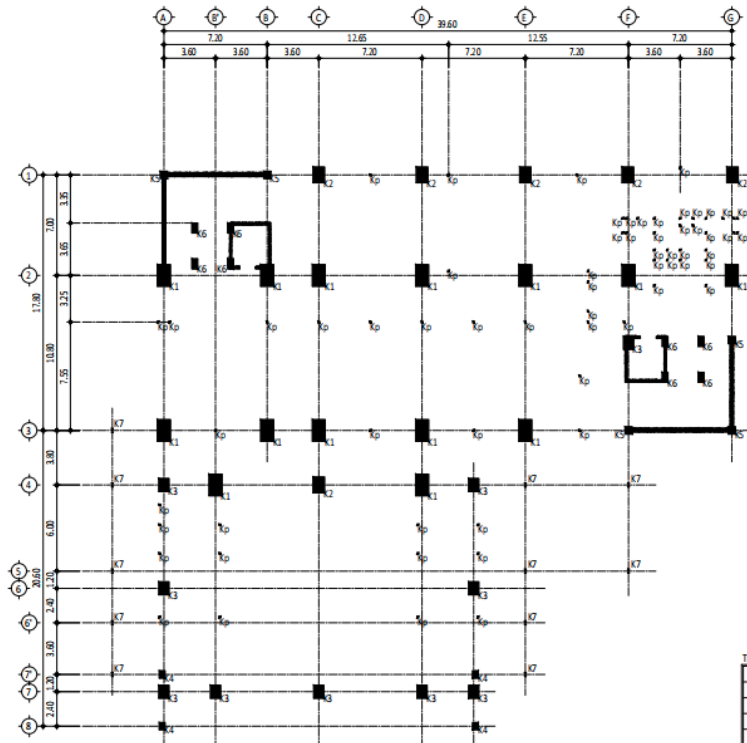


Gambar L-3.1 Denah Kolom Lantai 1

DOKUMEN PERENCANAAN			
NO	REVISI	TGL	TTD
PEKERJAAN			
PERENCANAAN DED			
PMBANGUNAN GEDUNG TOWER 2			
TAHUN 2021			
LOKASI PEKERJAAN			
KAMPUS INSTITUT TEKNOLOGI			
SEPULUH NOPEMBER			
J.L. RIFAT RI-DIMAS HARAH, S.P., S.T., S.E., S.H., M.HUM			
KONSULTAN PERENCANAAN			
 <b>PT. BANGUNAN ST. IT</b> Gedung 10, Jl. Sepuluh Nopember No. 10, Surabaya 60132			
DESAIN / OSESIUM			
 <b>INSTITUT TEKNOLOGI</b> <b>SEPULUH NOPEMBER</b> Gedung 10, Jl. Sepuluh Nopember No. 10, Surabaya 60132			
MENGETAHU/MENYETUJUI			
REVISI/REVISI	 HANA ARIANI, ST., MT., Ph.D. NIP. 197808100120080001		
REVISI/REVISI	Ir. Ruchmat Sidiq, MS NIP. 195703100120080001		
REVISI/REVISI	Ir. Mas Agus Mahardianto, M.E., Ph.D. NIP. 196208100120080001		
PERINGKAT	A	NAMA	TTD
	A	Adj Daryuswanto, ST	
	S	David Denny Syahrial, ST	
	ME	Mulya, ST	
DIREKTOR		Anas Setiawan A., A.Md	
DIREKTOR		Budi Wipriana ST., MT	
JURUSAN		SKALA	SIKAP PROJEK
RENCANA KOLOM L1.1		1:100	15/08/2021
DISKUSI/REVISI			15/08/2021
TTD:			15/08/2021



**Gambar L-3.2 Denah Kolom Lantai 2**



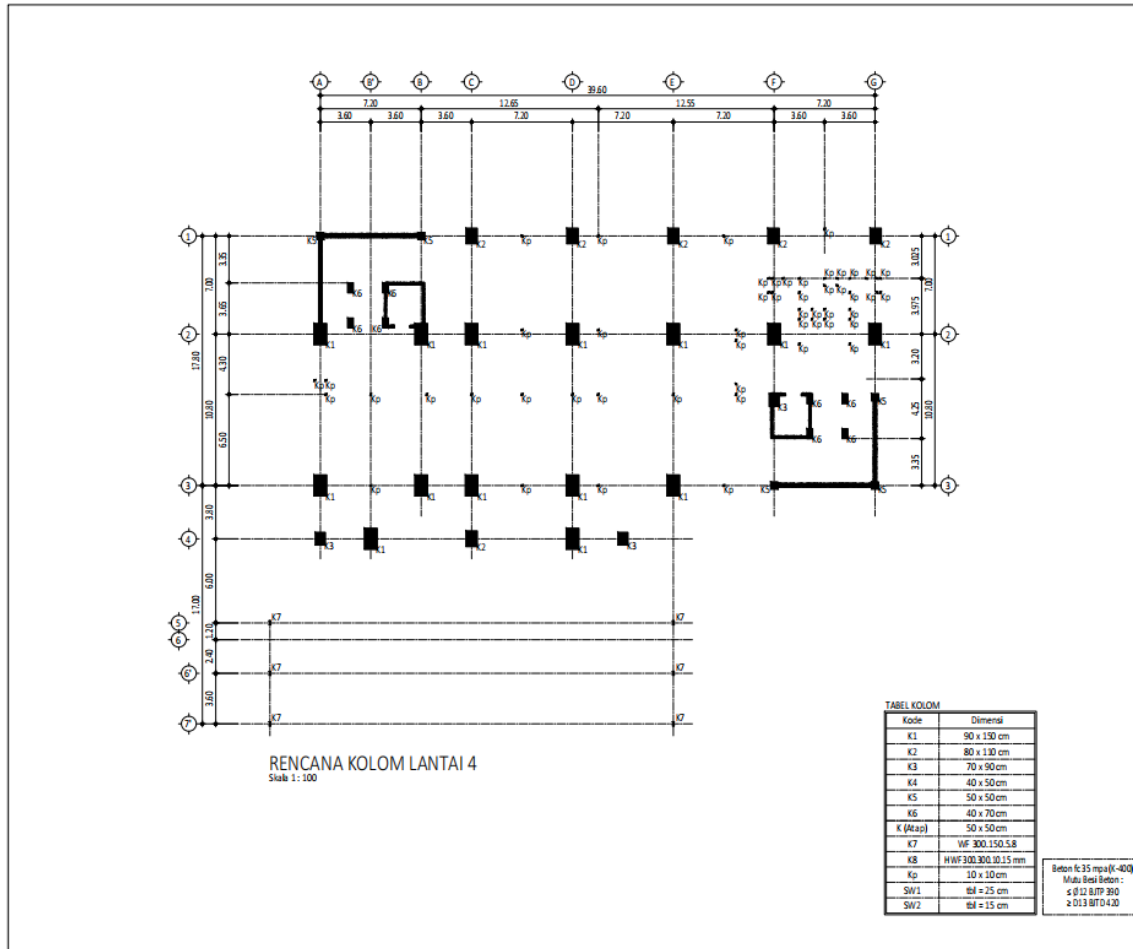
**RENCANA KOLOM LANTAI 3**  
 Skala 1 : 100

Kode	Dimensi
K1	90 x 150 cm
K2	80 x 130 cm
K3	70 x 90 cm
K4	40 x 50 cm
K5	50 x 50 cm
K6	40 x 70 cm
K (M&ap)	50 x 50 cm
K7	WF 300.150.5.8
K8	HWF 300.300.10.15 mm
Kp	10 x 10 cm
SW1	t <sub>bal</sub> = 25 cm
SW2	t <sub>bal</sub> = 15 cm

Beton f<sub>c</sub> 25 mpai (f<sub>c</sub> 40)  
 Mutu Baja Besi :  
 s 012 B/TP 390  
 s 013 B/TP 420

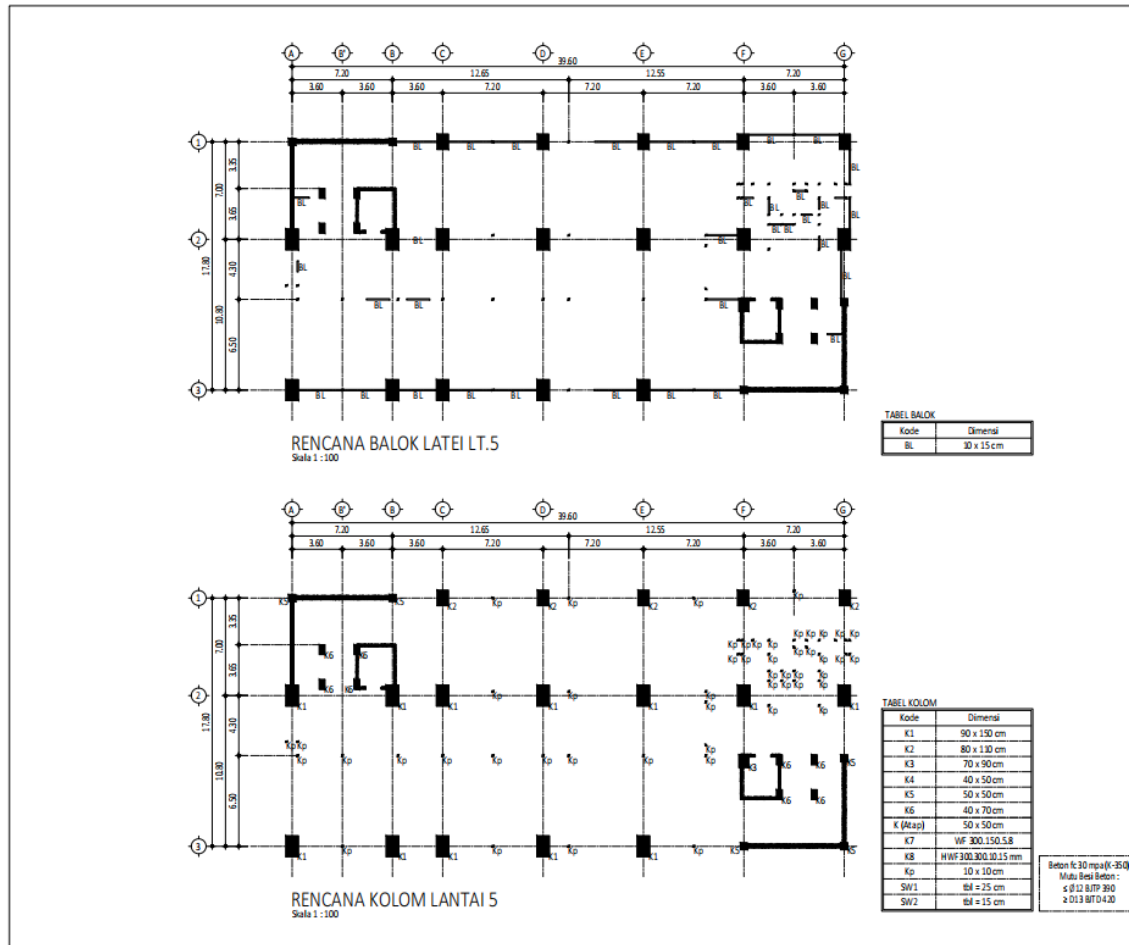
DOKUMEN PERENCANAAN														
NO	REVISI	TGL												
<b>PEKERJAAN</b>														
PERENCANAAN DED PEMBANGUNAN GEDUNG TOWER ITS 2 TAHUN 2021														
<b>LOKASI PEKERJAAN</b>														
KAMPUS INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER <small>JL. BOGOR NO. 1, KAMPUS ITS, SURABAYA 60115</small>														
<b>KONSULTAN PERENCANAAN</b>														
 <small>Arsitektur (Gedung) &amp; Planing (Papan Dinding &amp; Benda &amp; Gedung) &amp; Consulting (N.C., S.P.T.P.M.) &amp; S.P.T.P.M. (S.P.T.P.M.)  <small>Consulting &amp; Consulting (N.C., S.P.T.P.M.) &amp; S.P.T.P.M. (S.P.T.P.M.)  <small>Tel: +62 31 8051711 Fax: +62 31 8051712</small></small> </small>														
<table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 20%;">DIREKTOR</td> <td style="text-align: right;"></td> </tr> <tr> <td>PJ. LINDING/TKA</td> <td style="text-align: right;"> INDRANILUS ST., MT. Dit. for LDK</td> </tr> </table>			DIREKTOR		PJ. LINDING/TKA	 INDRANILUS ST., MT. Dit. for LDK								
DIREKTOR														
PJ. LINDING/TKA	 INDRANILUS ST., MT. Dit. for LDK													
<b>DISEKAN / DISETIAP</b>														
<b>INSTITUT TEKNOLOGI    SEPULUH NOPEMBER</b> <small>JALAN BOGOR NO. 1, KAMPUS ITS, SURABAYA 60115</small>														
<b>MENGETAHUI/MENYETUJAI</b>														
DIREKTOR														
MENGUNTOLOKASI SEKSI/DEKORASI	Hidayat Alrifan, ST., MT., Ph.D. NIP. 197508110010001													
REVISI/REKAMAT KEMUKH	Ic. Richmud Simula, MS NIP. 197601130010001													
MENGUNTOLOKASI SEKSI/DEKORASI	Ic. Man Agus Mardiyanto, ME, Ph.D. NIP. 19620806198011004													
MENGUNTOLOKASI SEKSI/DEKORASI														
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>PERENCANA</th> <th>NAMA</th> <th>TTD</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>Arij Desjapriyana, ST</td> <td></td> </tr> <tr> <td>S</td> <td>David Desly Systina, ST</td> <td></td> </tr> <tr> <td>M</td> <td>Muhammad ST</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			PERENCANA	NAMA	TTD	A	Arij Desjapriyana, ST		S	David Desly Systina, ST		M	Muhammad ST	
PERENCANA	NAMA	TTD												
A	Arij Desjapriyana, ST													
S	David Desly Systina, ST													
M	Muhammad ST													
<table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 20%;">DIREKTOR</td> <td style="text-align: right;"></td> </tr> <tr> <td>DIREKTOR</td> <td style="text-align: right;">Ansa Setyawan A., AMO Budi Wijaksana ST., MT</td> </tr> </table>			DIREKTOR		DIREKTOR	Ansa Setyawan A., AMO Budi Wijaksana ST., MT								
DIREKTOR														
DIREKTOR	Ansa Setyawan A., AMO Budi Wijaksana ST., MT													
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>JUDUL GAMBAR</th> <th>SKALA</th> <th>KODE PROYEK</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RENCANA KOLOM L.T.3</td> <td>1 : 100</td> <td>01/RS/2021</td> </tr> <tr> <td colspan="3" style="text-align: center;"><b>SUBJEK/NO. LEMBAR</b></td> </tr> <tr> <td colspan="3" style="text-align: center;">STR - 21</td> </tr> </tbody> </table>			JUDUL GAMBAR	SKALA	KODE PROYEK	RENCANA KOLOM L.T.3	1 : 100	01/RS/2021	<b>SUBJEK/NO. LEMBAR</b>			STR - 21		
JUDUL GAMBAR	SKALA	KODE PROYEK												
RENCANA KOLOM L.T.3	1 : 100	01/RS/2021												
<b>SUBJEK/NO. LEMBAR</b>														
STR - 21														
<b>FILE:</b> <b>NYI_TN1</b>														

**Gambar L-3.3 Denah Kolom Lantai 3**



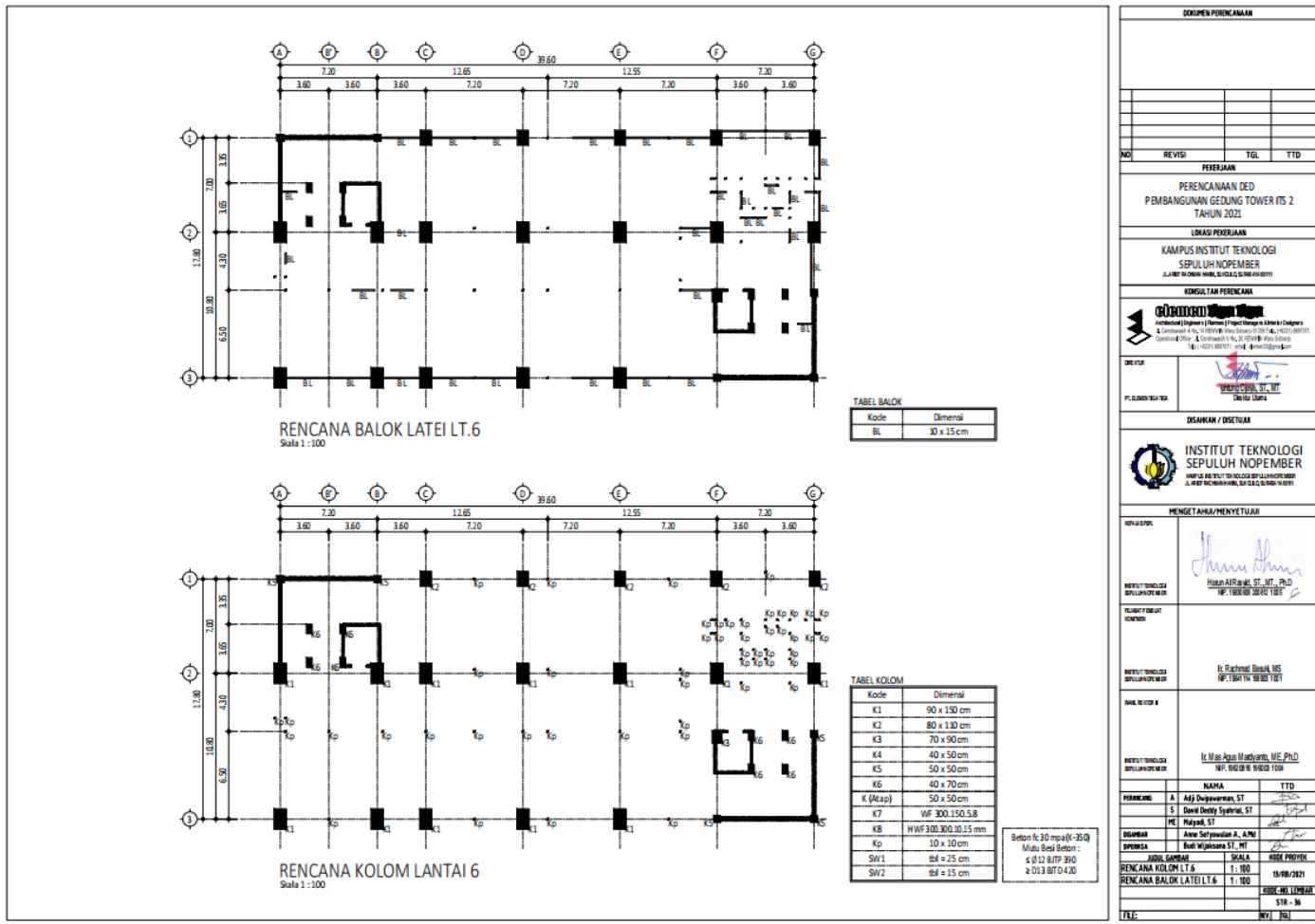
DOKUMEN PERENCANAAN		
NO	REVISI	TGL
	PEREKSIAN	TTD
PERENCANAAN DEO PMBANGUNAN GEDUNG TOWER ITS 2 TAHUN 2022		
LOKASI PEREKSIAN KAMPUS INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER J.L. KH. YUSUF KAHAR, SURABAYA 60132		
KONSULTAN PERENCANAAN <b>GERBODIPRA</b> Perencana (Pekerja) / Konsultan / Pengembang & Pemilik Gedung & Konsultan / P. L. KH. YUSUF KAHAR, SURABAYA 60132 Gedung (Pekerja) / Konsultan / Pengembang & Pemilik Gedung No. 10221/00001/2022/000000000000		
DESAINER P. ILIYUS/2022	<b>INSITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER</b> HIMPUNAN REKAYASA TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN J. KH. YUSUF KAHAR, SURABAYA 60132	
DISAHKAN / DISetujui		
MENGETAHUI/MENYETUJAI		
REVISI/REVISI KORREKSI	 Ir. Richmid Dwikil MS NIP. 198211121991001	
REVISI/REVISI KORREKSI	 Ir. Man Aqua Mardiyanto, M.E. PhD NIP. 1969080619801001	
PERENCANAAN	NAMA	TTD
	A. Ajij Dewarwanan, ST	
	S. David Dedy Setiawan, ST	
	ME. Razaqul, ST	
DISAHKAN	Ava Setyawan A. ANI	TTD
	Budi Wijaksana ST, MT	
JENIS GAMBAR	SKALA	SIB/PROY/
RENCANA KOLOM L.T. 4	1: 100	15/06/2022
SIB/CH/UM/2022		
SIB - 19		
FILE: RVI / 101		

**Gambar L-3.4 Denah Kolom Lantai 4**

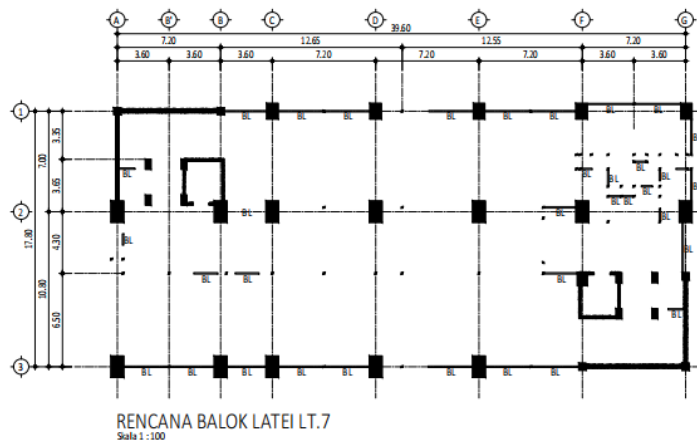


Gambar L-3.5 Denah Kolom Lantai 5

DOKUMEN PERENCANAAN			
NO	REVISI	TGL	TTD
PERENCANAAN DEK PEMBANGUNAN GEOLUNG TOWER ITS 2 TAHUN 2022			
LOKASI PERENCANAAN			
KAMPUS INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER J.L. WAT. PURNAMA, SURABAYA 60115			
KONSULTAN PERENCANAAN			
DESKRIPSI / BAHAN / BAHAN			
MENGETAHUI/MENYETUJUI			
REVISI			
REVISI 1			
REVISI 2			
REVISI 3			
REVISI 4			
REVISI 5			
REVISI 6			
REVISI 7			
REVISI 8			
REVISI 9			
REVISI 10			
REVISI 11			
REVISI 12			
REVISI 13			
REVISI 14			
REVISI 15			
REVISI 16			
REVISI 17			
REVISI 18			
REVISI 19			
REVISI 20			
REVISI 21			
REVISI 22			
REVISI 23			
REVISI 24			
REVISI 25			
REVISI 26			
REVISI 27			
REVISI 28			
REVISI 29			
REVISI 30			
REVISI 31			
REVISI 32			
REVISI 33			
REVISI 34			
REVISI 35			
REVISI 36			
REVISI 37			
REVISI 38			
REVISI 39			
REVISI 40			
REVISI 41			
REVISI 42			
REVISI 43			
REVISI 44			
REVISI 45			
REVISI 46			
REVISI 47			
REVISI 48			
REVISI 49			
REVISI 50			
REVISI 51			
REVISI 52			
REVISI 53			
REVISI 54			
REVISI 55			
REVISI 56			
REVISI 57			
REVISI 58			
REVISI 59			
REVISI 60			
REVISI 61			
REVISI 62			
REVISI 63			
REVISI 64			
REVISI 65			
REVISI 66			
REVISI 67			
REVISI 68			
REVISI 69			
REVISI 70			
REVISI 71			
REVISI 72			
REVISI 73			
REVISI 74			
REVISI 75			
REVISI 76			
REVISI 77			
REVISI 78			
REVISI 79			
REVISI 80			
REVISI 81			
REVISI 82			
REVISI 83			
REVISI 84			
REVISI 85			
REVISI 86			
REVISI 87			
REVISI 88			
REVISI 89			
REVISI 90			
REVISI 91			
REVISI 92			
REVISI 93			
REVISI 94			
REVISI 95			
REVISI 96			
REVISI 97			
REVISI 98			
REVISI 99			
REVISI 100			



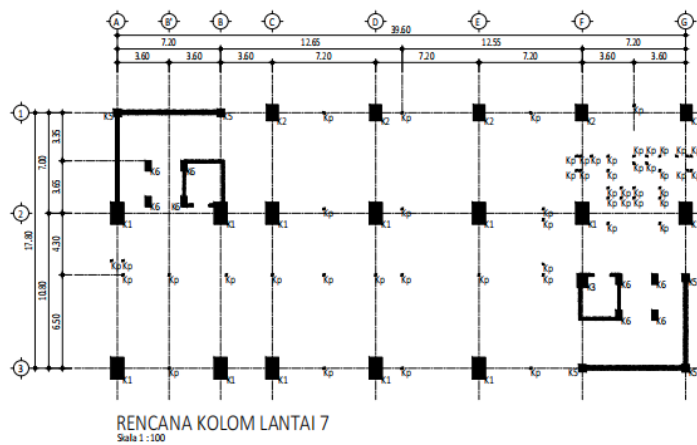
**Gambar L-3.6 Denah Kolom Lantai 6**



RENCANA BALOK LATEI LT.7  
Skala 1:100

TABEL BALOK

Kode	Dimensi
BL	30 x 15 cm



RENCANA KOLOM LANTAI 7  
Skala 1:100

TABEL KOLOM

Kode	Dimensi
K1	90 x 150 cm
K2	80 x 120 cm
K3	70 x 90 cm
K4	40 x 50 cm
K5	50 x 50 cm
K6	40 x 70 cm
K (Atap)	50 x 50 cm
K7	WF 300.150.5.8
K8	HWF 300.300.10.15 mm

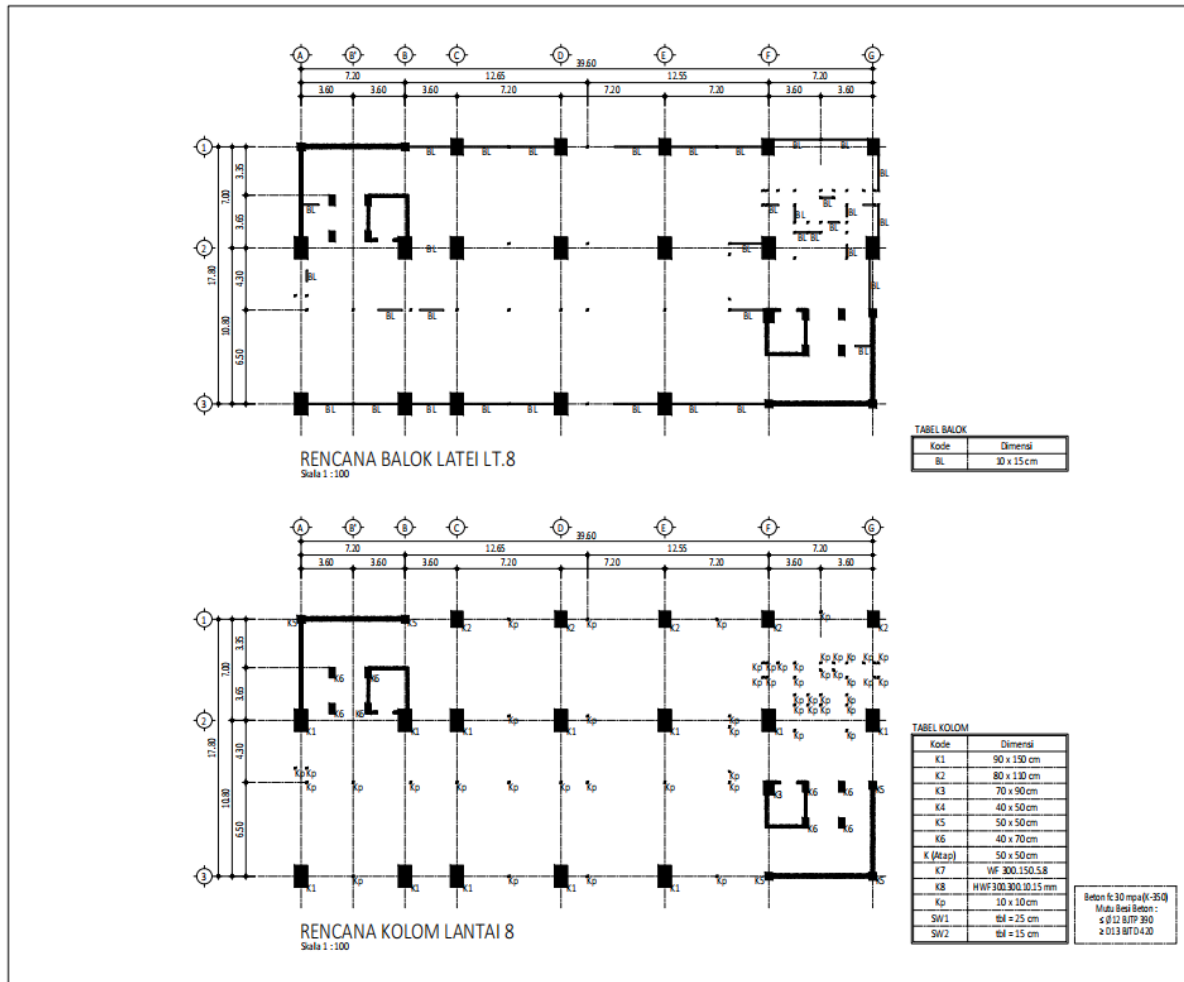
Kp: 10 x 10 cm  
 SW1: tfl = 25 cm  
 SW2: tfl = 15 cm

Beton f'c 30 mpa (K-30)  
 Mutu besi beton : s Ø 12 BJTIP 390  
 ≥ Ø 13 BITD 430


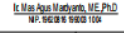

GRUPEN PERENCANAAN			
NO	REVISI	TGL	TTD
PERENCANAAN			
PERENCANAAN DED PEMBANGUNAN GEDUNG TOWER ITS 2 TAHUN 2021			
LOKASI PERENCANAAN			
KAMPUS INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER J.L. RIFAT RAHMAT, SUKSES, SURABAYA 60115			
KONSULTAN PERENCANAAN			
 GIBROR Engineering Group Architectural   Engineer   Planner   Project Manager   Interior & Exterior Designer Jember Street, 4-6 Darmasari, No. 26, PERUM. Pura Satria Telp: +62 (0)31 8071111   Email: gibror@gibror.com			
DIS. OLEH	 N. Satrio Nugro Director Utama		
PL. KONTAK/TELEPON			
DISAHKAN / DISETUI			
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER J.L. RIFAT RAHMAT, SUKSES, SURABAYA 60115			
MENGETAHUI/MENYETUJUI			
REVISI/SPEL	 Husein Alifrahmi, ST., MT., Ph.D. REKTOR UNIVERSITAS ITS		
MENYETUJUI/DISPENSASI KEBERSAMAAN	 Iqbal Rachmad Ridwan, MS. NIP. 198207010230001		
MENYETUJUI/DISPENSASI KEBERSAMAAN	 M. Mas Agus Mardiyanto, ME, Ph.D. NIP. 195808010230001004		
PERANGKAP		NAMA	TTD
A	Adj. Dasjaprawarna, ST		
S	David Dedy Syahmal, ST		
ME	Murad, ST		
DISAHKAN		Anes Sriwijayan, A. PM	
DIPERIKSA		Budi Wijaksana, ST., MT	
JUDUL GAMBAR		SKALA	RISE PROJEK
RENCANA KOLOM LANTAI 7		1:100	10/08/2021
RENCANA BALOK LATEI LT.7		1:100	
		SURUT/L. LUMBUK	
FILE:		NETI	HSI

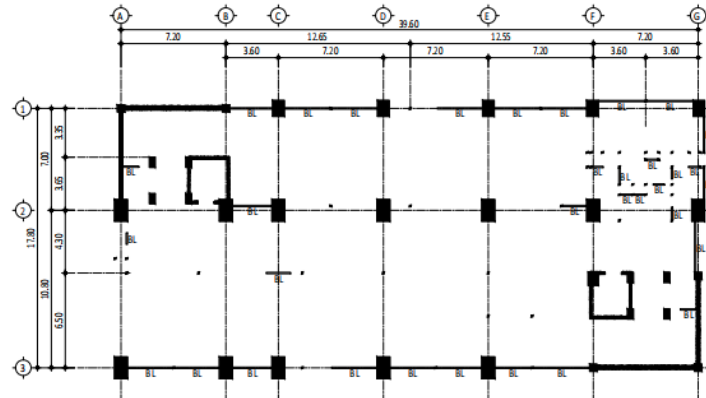
Gambar L-3.7 Denah Kolom Lantai 7





Gambar L-3.8 Denah Kolom Lantai 8

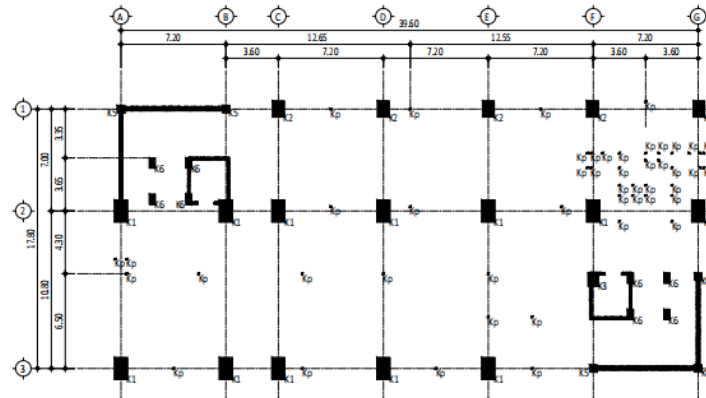
DOKUMEN PERENCANAAN			
NO	REVISI	TGL	TTD
<b>PEREKARJAAAN</b> PERENCANAAN DED PEMBANGUNAN GEDUNG TOWER ITS 2 TAHUN 2021			
<b>LOKASI PEREKARJAAAN</b> KAMPUS INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER <small>J.L. MERDEKA KARAH, SURABAYA 60119</small>			
<b>KONSULTAN PERENCANAAN</b>  <small>Architectural Engineer &amp; Planner of High-Rise Building &amp; Complex            &amp; Consultant of All Services in the Field of Civil Engineering            Jember Raya, &amp; Jember Raya, Jember, Jawa Timur            Telp. (+62) 361 831111 - 11111 - 4111111111</small>			
<b>DIREKTUR</b> PT. GEDUNG TEKNIK SIPIL	 <b>R. R. Satrio, ST., MT.</b> <small>Direktur Utama</small>		
<b>DESAINWAN / DESAIDWAN</b>  <b>INSTITUT TEKNOLOGI            SEPULUH NOPEMBER</b> <small>WALIKAMPUS ITS, SURABAYA 60115            J.L. MERDEKA KARAH, SURABAYA 60119</small>			
<b>MENGETAHUI/MENYETUJUI</b>			
<b>KEPALA STAF</b> REKAYASA TANGGAH STRUKTUR	 <b>H. Rachmad Dhanik, MS</b> <small>SP.STRUKTUR 00103/2007</small>		
<b>KEPALA STAF</b> REKAYASA TANGGAH MEKANIKA	 <b>H. Mas Agus Mardiyanto, ME, PhD</b> <small>SP.STRUKTUR 00103/2004</small>		
<b>PERENCANAAN</b>	<b>NAMA</b>	<b>TTD</b>	
A	Adi Daryanto, ST		
S	David Dedy Syahrial, ST		
ME	Mulya, ST		
<b>DISAINWAN</b>	<b>NAMA</b>	<b>TTD</b>	
A	Anna Setyaningsih A., APM		
<b>DISAINWAN</b>	<b>NAMA</b>	<b>TTD</b>	
A	Rudi Wigatiawan, ST., MT		
<b>JUDUL GAMBAR</b>			
<b>RENCANA KOLOM L.T. 8</b>		<b>SKALA</b>	<b>NOPE PROJEK</b>
<b>RENCANA BALOK LATEI L.T. 8</b>		<b>1 : 100</b>	<b>13/08/2021</b>
<b>REVISI</b>			
<b>NO</b>		<b>REVISI</b>	<b>NOPE</b>
<b>1</b>		<b>1</b>	<b>1</b>



RENCANA BALOK LATEI LT.9  
Skala 1 : 100

TABEL BALOK

Kode	Dimensi
BL	30 x 15 cm



RENCANA KOLOM LANTAI 9  
Skala 1 : 100

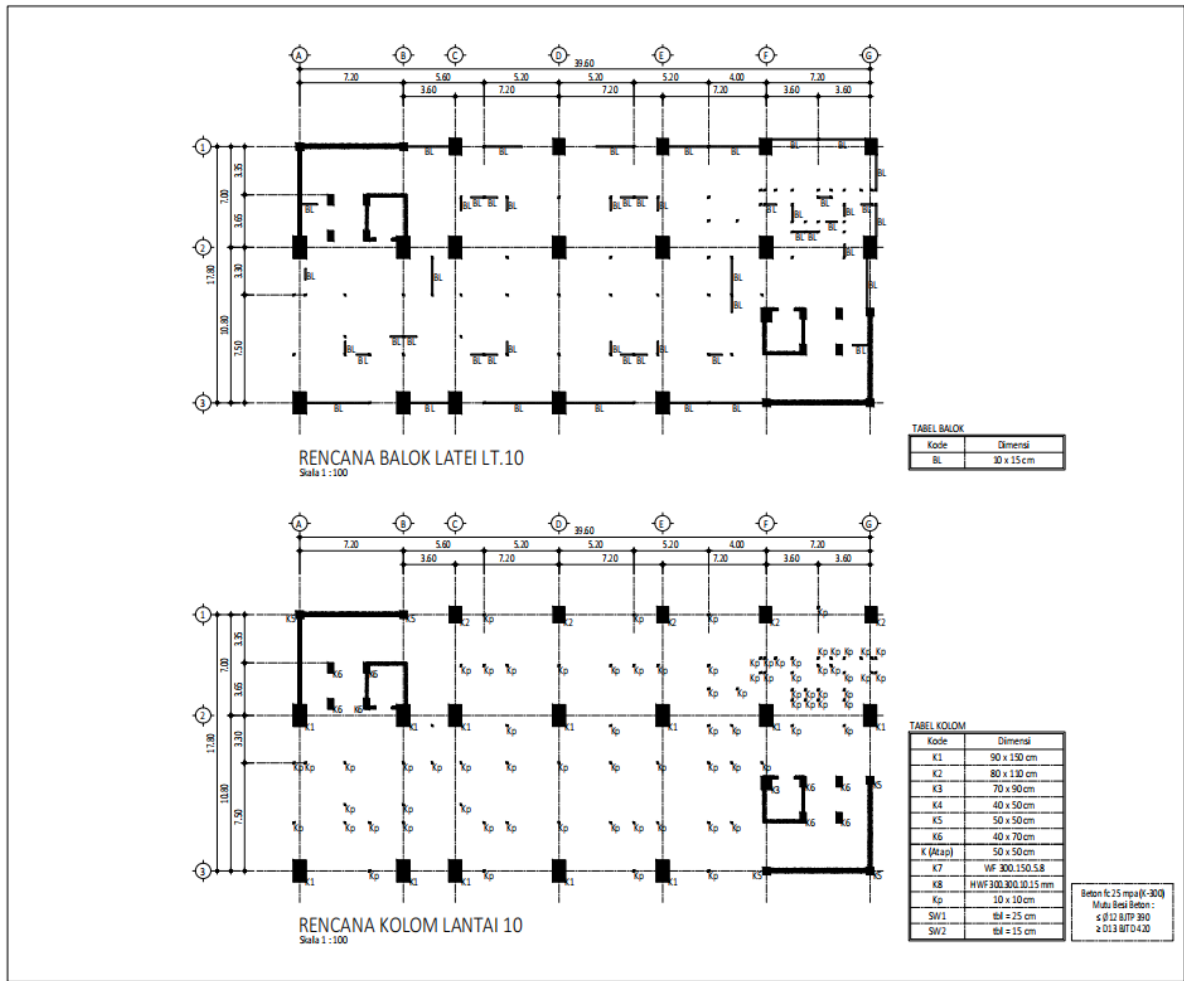
TABEL KOLOM

Kode	Dimensi
K1	90 x 130 cm
K2	80 x 130 cm
K3	70 x 90 cm
K4	40 x 50 cm
K5	50 x 50 cm
K6	40 x 70 cm
K (Atap)	50 x 50 cm
K7	WF 300.150.5.8
K8	HWF 300.300.10.15 mm
Kp	10 x 10 cm
SW1	Ø1 = 25 cm
SW2	Ø1 = 15 cm

Beton f'c: 25 mpa (f'c=300)  
Muti. Besi Beton :  
s Ø 12 B/TP 390  
s Ø 13 B/TP 420

DOKUMEN PERENCANAAN			
NO	REVISI	TGL	TTD
<b>PERENCANAAN</b> PERENCANAAN DED PEMBANGUNAN GEDUNG TOWER ITS 2 TAHUN 2021 LOKASI PEKERJAAN KAMPUS INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER J.L. APT. SOEMAR HARI, SICAL, SICAL, SICAL			
<b>SINGKATAN PERENCANA</b> 			
DIREKTOR			
PELOMBAK/REVISI			
<b>DISAHKAN / DITETAPKAN</b> 			
<b>MENGETAHUI/MENYETUJUI</b>			
KEPALA PPL			
REVISI/REVISI			
REVISI/REVISI			
REVISI/REVISI			
PERENCANA	A	Adji Duganman, ST	TTD
S	S	David Dedy Syahrial, ST	
ME	ME	Masyah, ST	
DISAHKAN			
DISAHKAN			
JUMLAH GAMBAR	SAL. A	SHEK PROTEK	
RENCANA KOLOM LT.9	1: 100	13/08/2021	
RENCANA BALOK LATEI LT.9	1: 100	SIR - 42	
TITLE	REV. 101		

Gambar L-3.9 Denah Kolom Lantai 9



TABEL BALOK

Kode	Dimensi
BL	30 x 15 cm

TABEL KOLOM

Kode	Dimensi
K1	90 x 150 cm
K2	80 x 130 cm
K3	70 x 90 cm
K4	40 x 50 cm
K5	50 x 50 cm
K6	40 x 70 cm
K (Atap)	50 x 50 cm
K7	WF 300.150.5.8
K8	HWF 300.300.10.15 mm
K9	10 x 10 cm
SW1	t <sub>bal</sub> = 25 cm
SW2	t <sub>bal</sub> = 15 cm

Beton f'c = 25 mpa (K-300)  
Maks. Jarak Selingan :  
≤ 0,12 (1/12) 300  
≥ 0,13 (1/7,5) 4,00

**DOKUMEN PERENCANAAN**

NO	REVISI	TGL	TTD

**PEKERJAAN**  
PERENCANAAN DED  
PMBANGUNAN GEDUNG TOWER ITS 2  
TAHUN 2021

**LOKASI PEKERJAAN**  
KAMPUS INSTITUT TEKNOLOGI  
SEPULUH NOPEMBER  
J.LANUT 40136 Jember, Jawa Timur

**KONSULTAN PERENCANAAN**  

 GEDUNG RUMAH KUNCI  
 Arsitektural, Sipil dan Teknik (Engineering & Architecture)  
 & Consultant s.d. 10/10/1988, Pius Salasari 120114, 4211108017  
 Central Office: 4, Cendrawasih 1, 20121008 Jember Kota  
 Telp: +62 31 833171 - email: gk@gedungrumahkunci.com

**DESAIN / DISEWAJIR**  

 INSTITUT TEKNOLOGI  
 SEPULUH NOPEMBER  
 HIMPUNAN TEKNIK BANGUNAN SIPIL DAN TEKNIK SURVEI  
 J.LANUT 40136 Jember, Jawa Timur

**MENGETAHUI/MENYETUJUI**

REVISI 1  
 NAMA: *(Signature)*  
 FOKUS AIRAHMAN, ST., MT., Ph.D  
 NIP. 1962081010201001

REVISI 2  
 NAMA: *(Signature)*  
 IC Richard Sima, MS  
 NIP. 196107101010201001

REVISI 3  
 NAMA: *(Signature)*  
 IC Mar Anas Mardiyanto, M.E, Ph.D  
 NIP. 1952081010201001

PERANGKIP	NAMA	TTD
A	Adj Daryawan, ST	<i>(Signature)</i>
S	Daniel Dedy Sulatri, ST	<i>(Signature)</i>
ME	Mulyadi, ST	<i>(Signature)</i>

**DISAHKAN**  
 Agus Setiawan, A., TNi  
 Budi Wijaksana, ST., MT

**PROJEKSI**  
 BUDI WIJANSA, ST., MT

**JUDUL GAMBAR**  
 RENCANA KOLOM LT.10  
 RENCANA BALOK LATEI LT.10

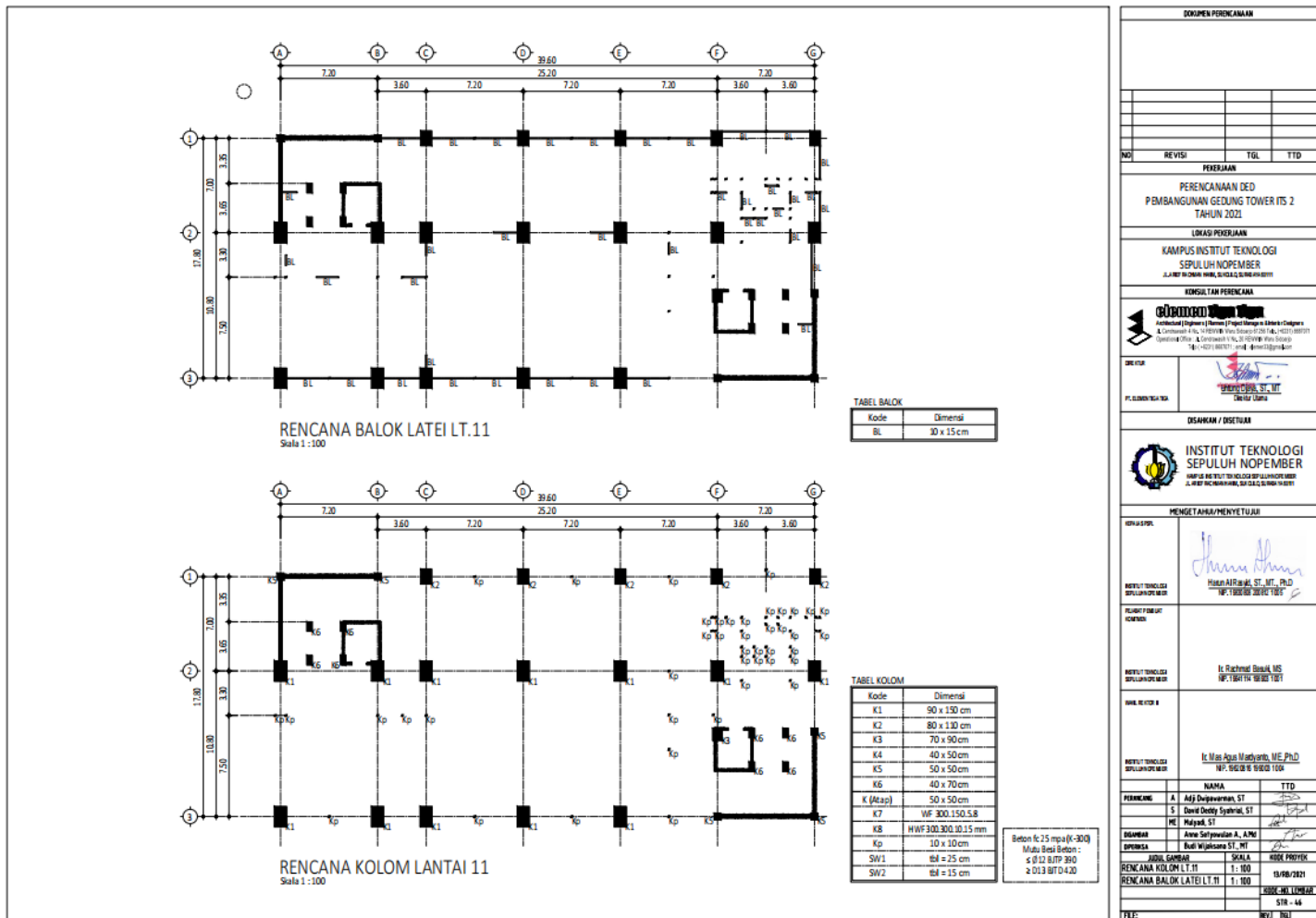
**SKALA**  
 1 : 100  
 1 : 100

**RISE PROJEK**  
 04/08/2021  
 04/08/2021

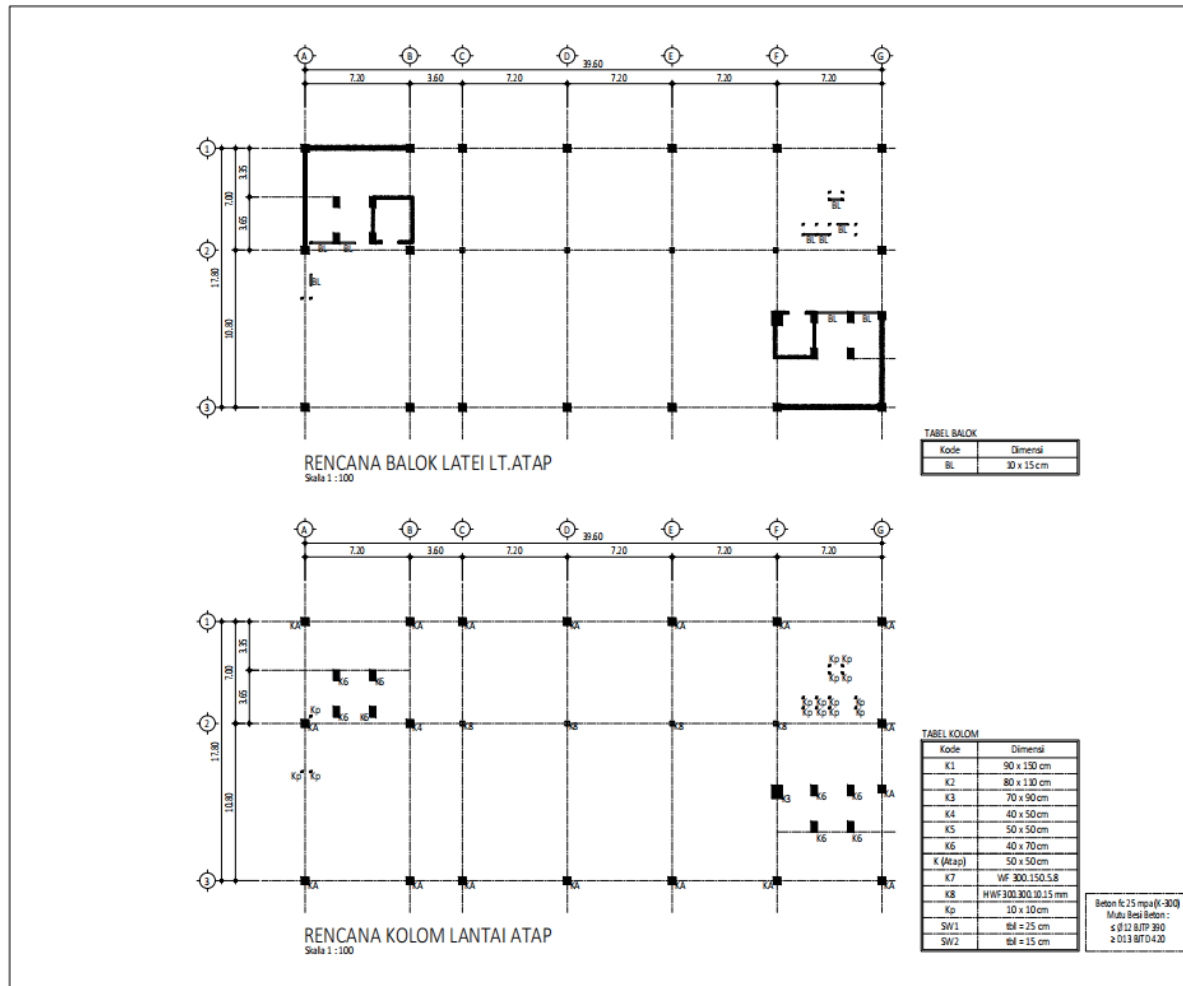
**REVISI LUBANG**  
 STR - 44

**FILE**  
 RVI | RUI

Gambar L-3.10 Denah Kolom Lantai 10



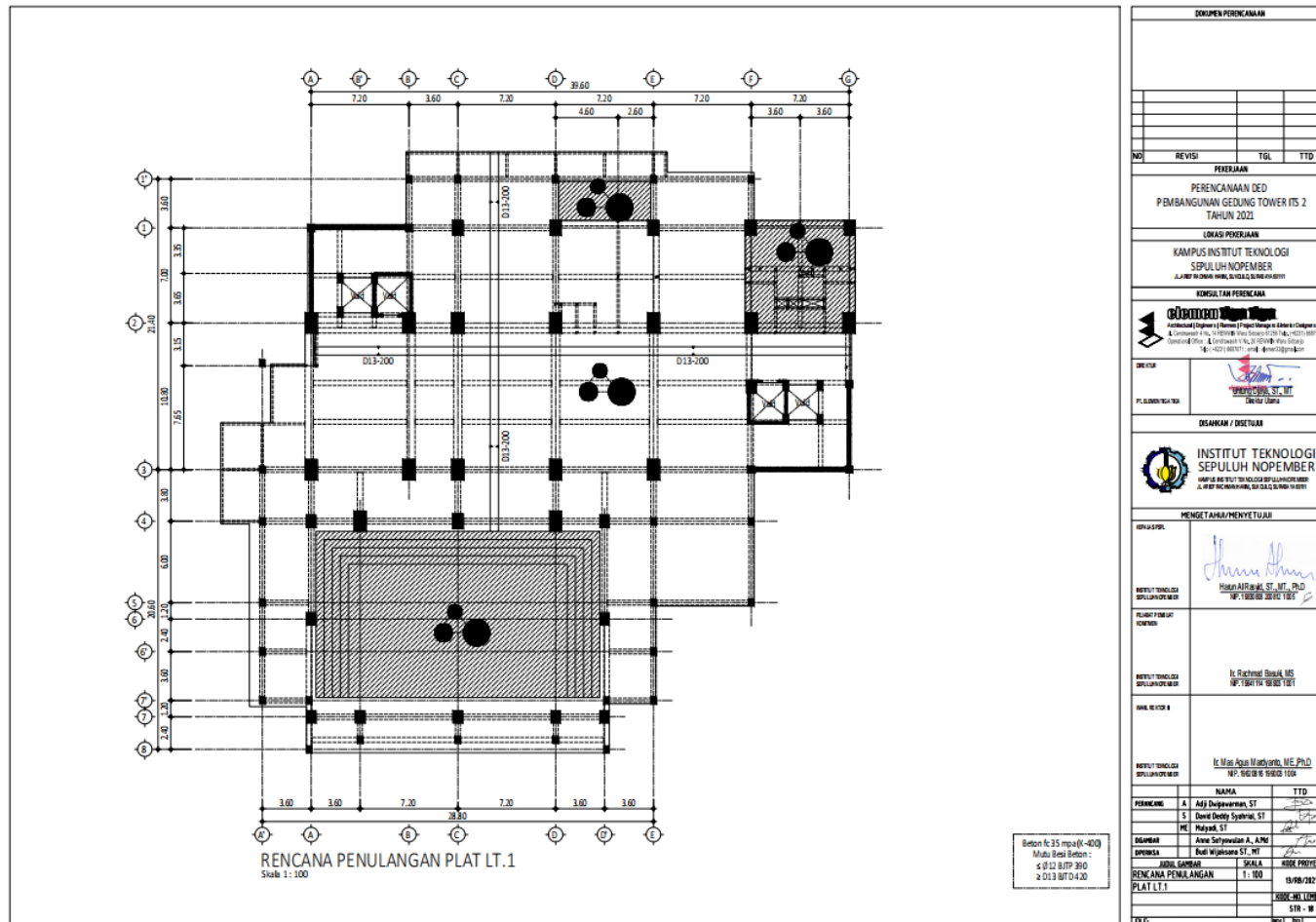
Gambar L-3.11 Denah Kolom Lantai 11



Gambar L-3.12 Denah Kolom Lantai Atap

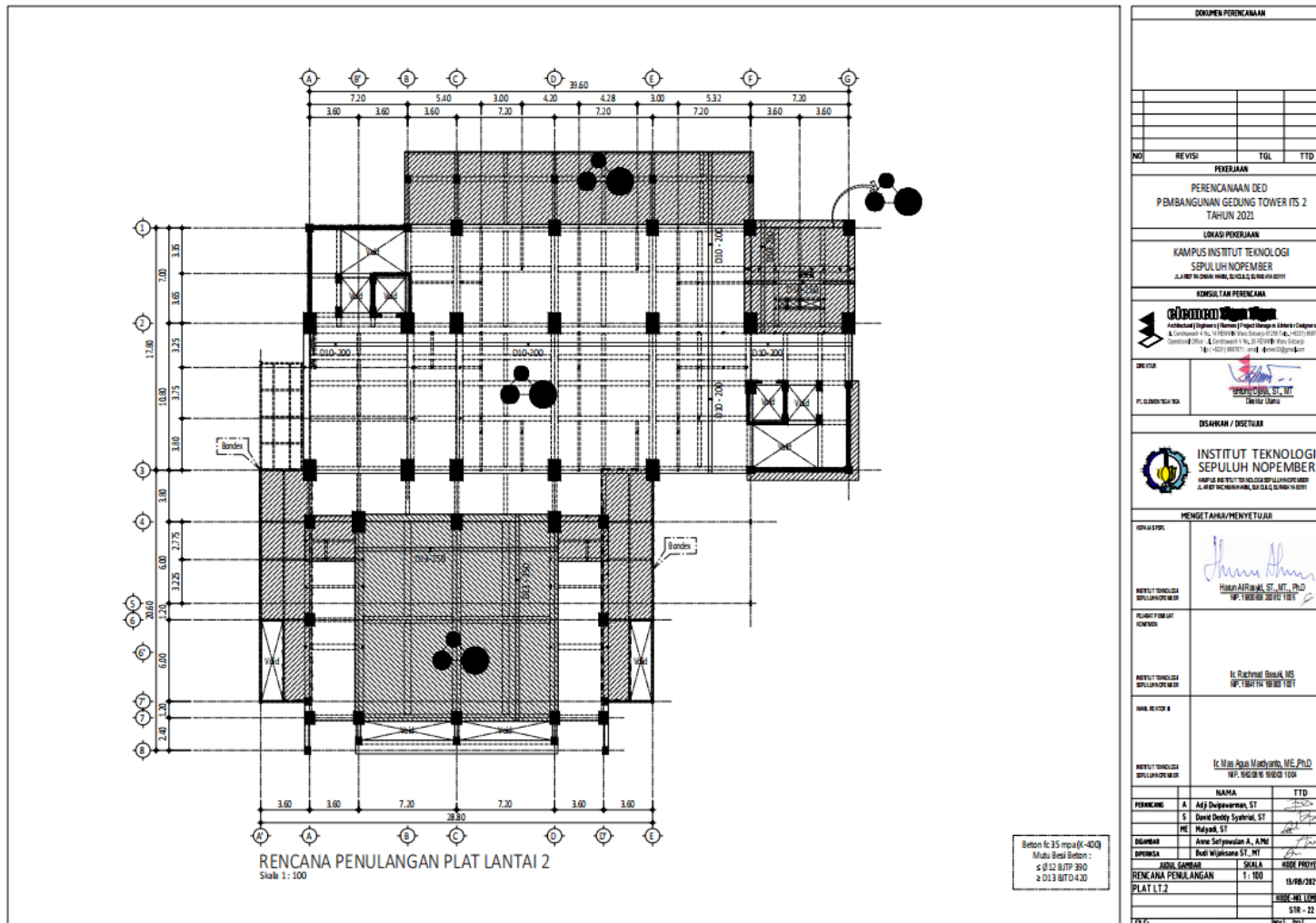
DOKUMEN PERENCANAAN																			
NO	REVISI	TGL	TTD																
<b>PEREKORAN</b> PERENCANAAN DED PEMBANGUNAN GEDUNG TOWER ITS 2 TAHUN 2021																			
<b>LOKASI PEREKORAN</b> KAMPUS INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER J.L. POKDOROWO, SURABAYA 60115																			
<b>KONSULTAN PERENCANAAN</b> 																			
<b>DESAIN</b> 		<b>PERUBAHAN/REVISI</b> 																	
<b>DISAHKAN / DISETUIJAI</b> 																			
<b>MENGETAHUI/MENYETUJAI</b>																			
<b>REVISI/REVISI</b> Ir. Rachmat Braha, MS NIP. 196207020010001	<b>REVISI/REVISI</b> Ir. Mas Agus Mulyarto, ME, Ph.D. NIP. 196207020010001																		
<table border="1"> <thead> <tr> <th>PERENCANA</th> <th>NAMA</th> <th>TTD</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>Ajij Dwi Gunawan, ST</td> <td></td> </tr> <tr> <td>S</td> <td>Dani Setyo Syarif, ST</td> <td></td> </tr> <tr> <td>ME</td> <td>Muzak, ST</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>				PERENCANA	NAMA	TTD	A	Ajij Dwi Gunawan, ST		S	Dani Setyo Syarif, ST		ME	Muzak, ST					
PERENCANA	NAMA	TTD																	
A	Ajij Dwi Gunawan, ST																		
S	Dani Setyo Syarif, ST																		
ME	Muzak, ST																		
<table border="1"> <thead> <tr> <th>DISAHKAN</th> <th>DISAHKAN</th> <th>SKALA</th> <th>REVISI/REVISI</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Ajij Dwi Gunawan, ST</td> <td>Anne Setyaningsih A., AME</td> <td>1:100</td> <td>15/08/2021</td> </tr> <tr> <td>Dani Setyo Syarif, ST</td> <td>Rudi Wijaksana ST, MT</td> <td>1:100</td> <td>15/08/2021</td> </tr> <tr> <td>Muzak, ST</td> <td></td> <td>1:100</td> <td>15/08/2021</td> </tr> </tbody> </table>				DISAHKAN	DISAHKAN	SKALA	REVISI/REVISI	Ajij Dwi Gunawan, ST	Anne Setyaningsih A., AME	1:100	15/08/2021	Dani Setyo Syarif, ST	Rudi Wijaksana ST, MT	1:100	15/08/2021	Muzak, ST		1:100	15/08/2021
DISAHKAN	DISAHKAN	SKALA	REVISI/REVISI																
Ajij Dwi Gunawan, ST	Anne Setyaningsih A., AME	1:100	15/08/2021																
Dani Setyo Syarif, ST	Rudi Wijaksana ST, MT	1:100	15/08/2021																
Muzak, ST		1:100	15/08/2021																
<b>TITLE:</b> RENCANA KOLOM LANTAI ATAP 518 - 48 RVI TEL																			

## Lampiran 4 Denah Plat dan Balok



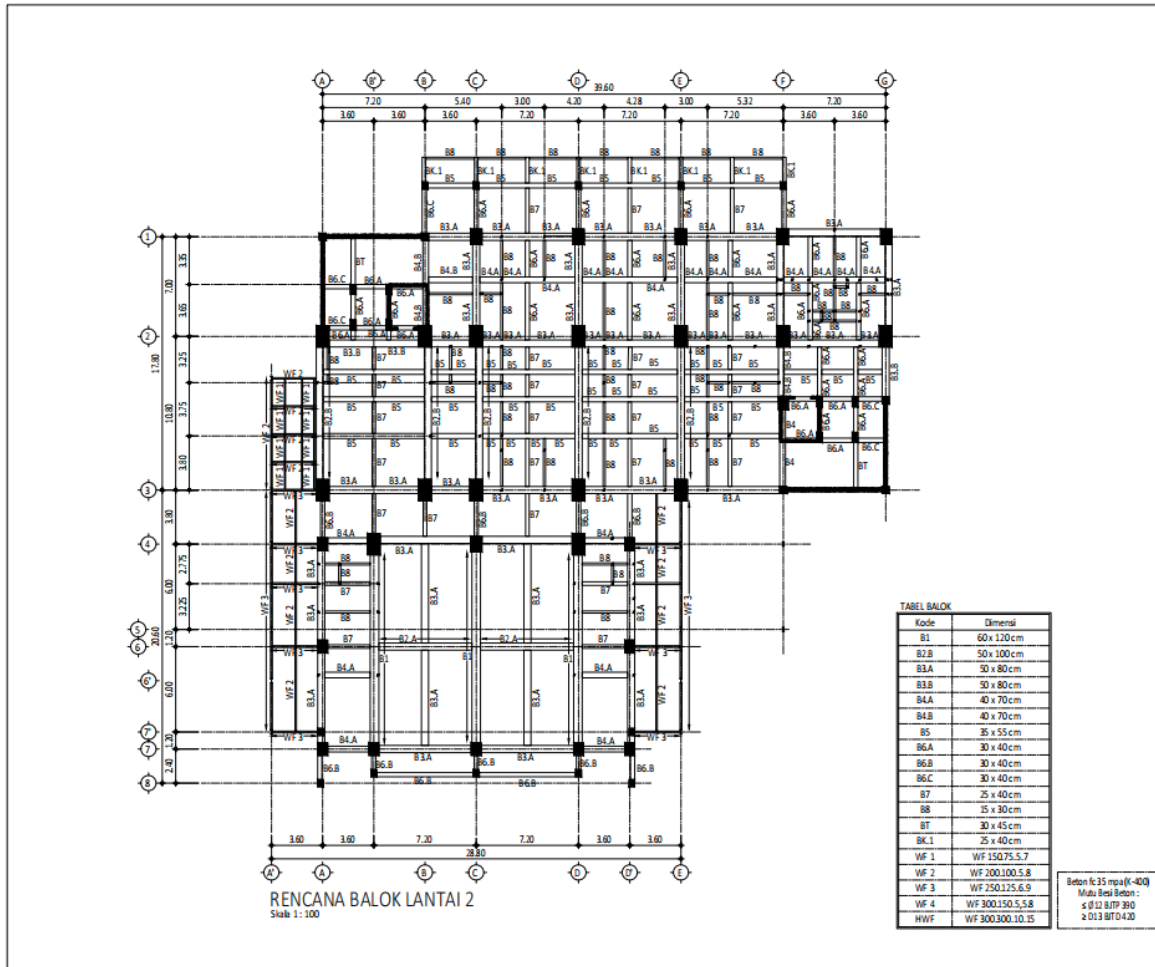
Gambar L-4.1 Denah Plat Lantai 1

DOKUMEN PERENCANAAN			
NO	REVISI	TGL	TTD
PEKERJAAN			
PERENCANAAN DED PMBANGUNAN GEOLUNG TOWER ITS 2 TAHUN 2021			
LOKASI PEKERJAAN			
KAMPUS INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER J. LAMPUNG TENGAH, INDONESIA			
KONSULTAN PERENCANAAN			
DIREKTUR			
PELAKSANA USA			
DEKLAN / DESETUAI			
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER J. LAMPUNG TENGAH, INDONESIA			
MENGETAHUI/MENYETUAI			
DIREKTUR			
REVISI TANGGAL DIPERUBAH	NIKHAI RAHMAN, ST., MT., Ph.D. IPI: 150301001001001		
REVISI TANGGAL DIPERUBAH	Ir. Ruchmal Diah MS IPI: 150301001001001		
DIREKTUR	Ir. Mas Agus Mardiyanto, M.E. Ph.D. IPI: 150301001001001		
REVISI TANGGAL DIPERUBAH	NAMA TTD		
PERENCANA	A	Adi Dwiapriyanto, ST	
S	David Dedy Syahrial, ST		
ME	Muzakki, ST		
DIBANGUN	Ari Setyawan A., A.Md		
DIPERIKSA	Rach Wijayanto, ST		
JUDUL GAMBAR	SKALA	KODE PROYEK	
RENCANA PENYANGKAPAN	1:100	15/08/2021	
PLAT LT.1	SUDUT/LOKASI		STR - II
TGL:	REV / TGL		



**Gambar L-4.2 Denah Plat Lantai 2**

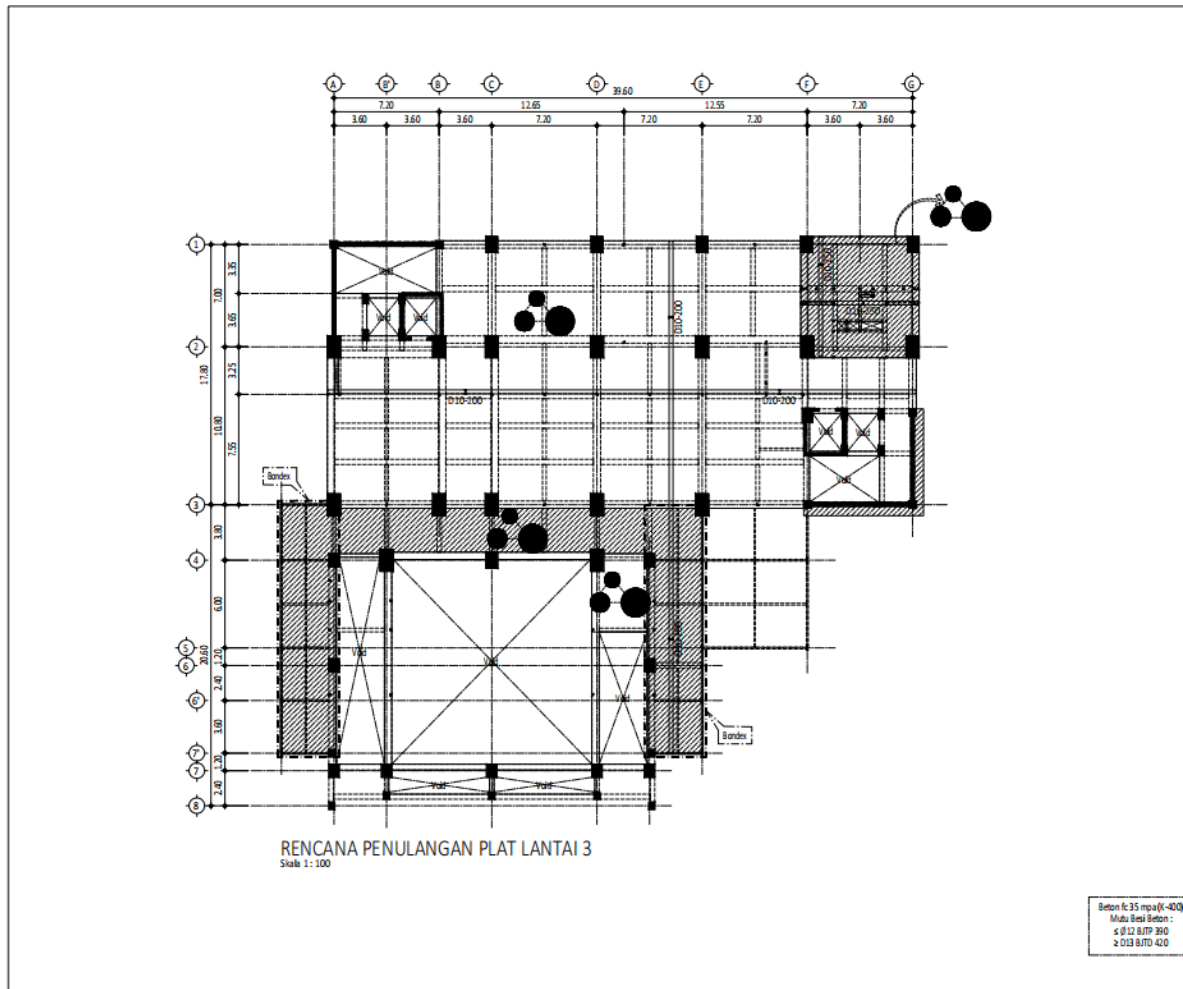
DOKUMEN PERENCANAAN			
NO	REVISI	TGL	TTD
PEKERJAAN			
PERENCANAAN DED PMBANGUNAN GEDUNG TOWER ITS 2 TAHUN 2021			
LOKASI PEKERJAAN			
KAMPUS INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER JALAN BOJONEgara, SURABAYA 60115			
KONSULTAN PERENCANA			
<b>GRIHINDO WIRAJAYA</b> <small>Architectural Engineer   Interior Project Manager   Interior Designer          &amp; Consultant   P.O. BOX 10000   Jember Street 101   TEL: 031-8233331          Gedung 4 Office   Gedung 11, No. 31   P.O. BOX 10000          Telp: 031-8233331   Email: gwi@grihindo.com</small>			
DIREKTUR	 <b>PT. SINDO PRAKTIK</b> <small>Desain &amp; Konstruksi</small>		
DISAHKAN / DISETUJUI			
 <b>INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER</b> <small>INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER          JALAN BOJONEgara, SURABAYA 60115</small>			
MENGETAHUI/MENYETUJUI			
DOKUMEN PERENCANA	 <b>Husein Alifurrahman, ST, MT, Ph.D.</b> <small>IP: 1986081986081986081</small>		
REVISI / TINDAKSALAH	<b>Ic. Rachmad Basuki, MS</b> <small>IP: 1981041981041981041</small>		
REVISI / TINDAKSALAH	<b>Ic. Mas Agus Mulyanto, ME, Ph.D.</b> <small>IP: 1962091962091962091</small>		
REVISI / TINDAKSALAH	NAMA	TTD	
REVISI / TINDAKSALAH	A. Ady Daryusman, ST	[Signature]	
REVISI / TINDAKSALAH	S. David Dedy Syahrial, ST	[Signature]	
REVISI / TINDAKSALAH	ME. Mulyadi, ST	[Signature]	
REVISI / TINDAKSALAH	Anisa Setyaningsih, A., Almu	[Signature]	
REVISI / TINDAKSALAH	Budi Wijayanto, ST, MT	[Signature]	
REVISI / TINDAKSALAH	JUDUL GAMBAR	SKALA	RISE PROYEK
REVISI / TINDAKSALAH	RENCANA PENULANGAN	1:100	19/06/2021
REVISI / TINDAKSALAH	PLAT L.T.2	RUCUN, RUCUN LUBANG	SIN - 22
REVISI / TINDAKSALAH	FILE:	RVI	RVI



**Gambar L-4.3 Denah Balok Lantai 2**

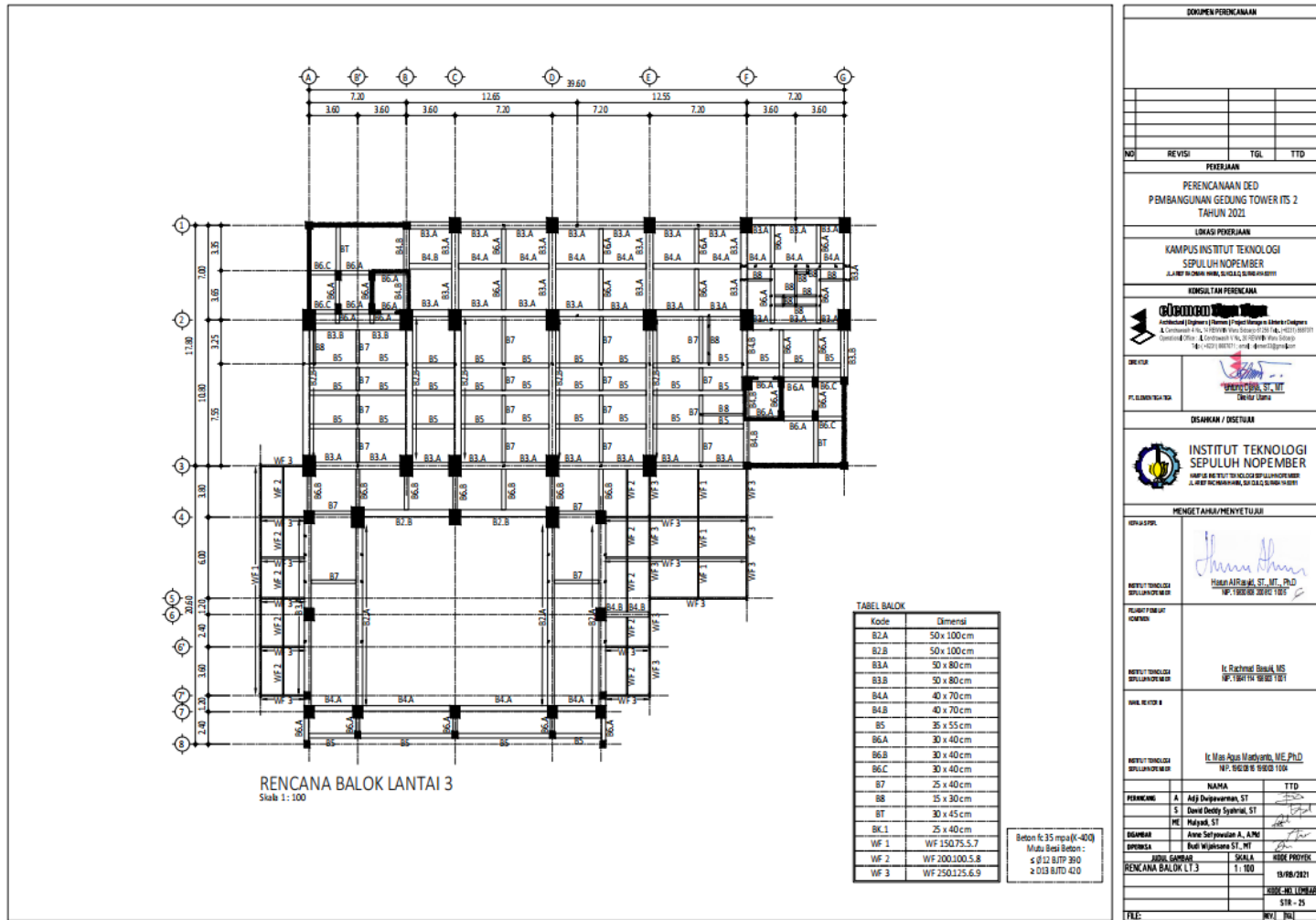
DOKUMEN PERENCANAAN			
NO	REVISI	TGL	TTD
PEREKSIAN			
PERENCANAAN DED PMBANGUNAN GEDUNG TOWER ITS 2 TAHUN 2021			
LOKASI PEKERJAAN			
KAMPUS INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER Jl. Arief Rahman Hakim, ITS, Salsabihan, Surabaya			
KONSULTAN PERENCANAAN			
 <small>Architectural Engineer &amp; Interior Design &amp; Consultant for Building, Civil, Electrical, Mechanical Construction, &amp; Environment, P. 031 83588888, P. 031 83588888 Telp: +62 31 83588888, Email: info@konsultanperencanaan.com</small>			
 <small>INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER Jl. Arief Rahman Hakim, ITS, Salsabihan, Surabaya</small>			
MENGETAHAI/MENYETUJAI			
REVISI 01/01			
REVISI 02/01			
REVISI 03/01			
REVISI 04/01			
REVISI 05/01			
REVISI 06/01			
REVISI 07/01			
REVISI 08/01			
REVISI 09/01			
REVISI 10/01			
REVISI 11/01			
REVISI 12/01			
REVISI 13/01			
REVISI 14/01			
REVISI 15/01			
REVISI 16/01			
REVISI 17/01			
REVISI 18/01			
REVISI 19/01			
REVISI 20/01			
REVISI 21/01			
REVISI 22/01			
REVISI 23/01			
REVISI 24/01			
REVISI 25/01			
REVISI 26/01			
REVISI 27/01			
REVISI 28/01			
REVISI 29/01			
REVISI 30/01			
REVISI 31/01			
REVISI 32/01			
REVISI 33/01			
REVISI 34/01			
REVISI 35/01			
REVISI 36/01			
REVISI 37/01			
REVISI 38/01			
REVISI 39/01			
REVISI 40/01			
REVISI 41/01			
REVISI 42/01			
REVISI 43/01			
REVISI 44/01			
REVISI 45/01			
REVISI 46/01			
REVISI 47/01			
REVISI 48/01			
REVISI 49/01			
REVISI 50/01			
REVISI 51/01			
REVISI 52/01			
REVISI 53/01			
REVISI 54/01			
REVISI 55/01			
REVISI 56/01			
REVISI 57/01			
REVISI 58/01			
REVISI 59/01			
REVISI 60/01			
REVISI 61/01			
REVISI 62/01			
REVISI 63/01			
REVISI 64/01			
REVISI 65/01			
REVISI 66/01			
REVISI 67/01			
REVISI 68/01			
REVISI 69/01			
REVISI 70/01			
REVISI 71/01			
REVISI 72/01			
REVISI 73/01			
REVISI 74/01			
REVISI 75/01			
REVISI 76/01			
REVISI 77/01			
REVISI 78/01			
REVISI 79/01			
REVISI 80/01			
REVISI 81/01			
REVISI 82/01			
REVISI 83/01			
REVISI 84/01			
REVISI 85/01			
REVISI 86/01			
REVISI 87/01			
REVISI 88/01			
REVISI 89/01			
REVISI 90/01			
REVISI 91/01			
REVISI 92/01			
REVISI 93/01			
REVISI 94/01			
REVISI 95/01			
REVISI 96/01			
REVISI 97/01			
REVISI 98/01			
REVISI 99/01			
REVISI 100/01			



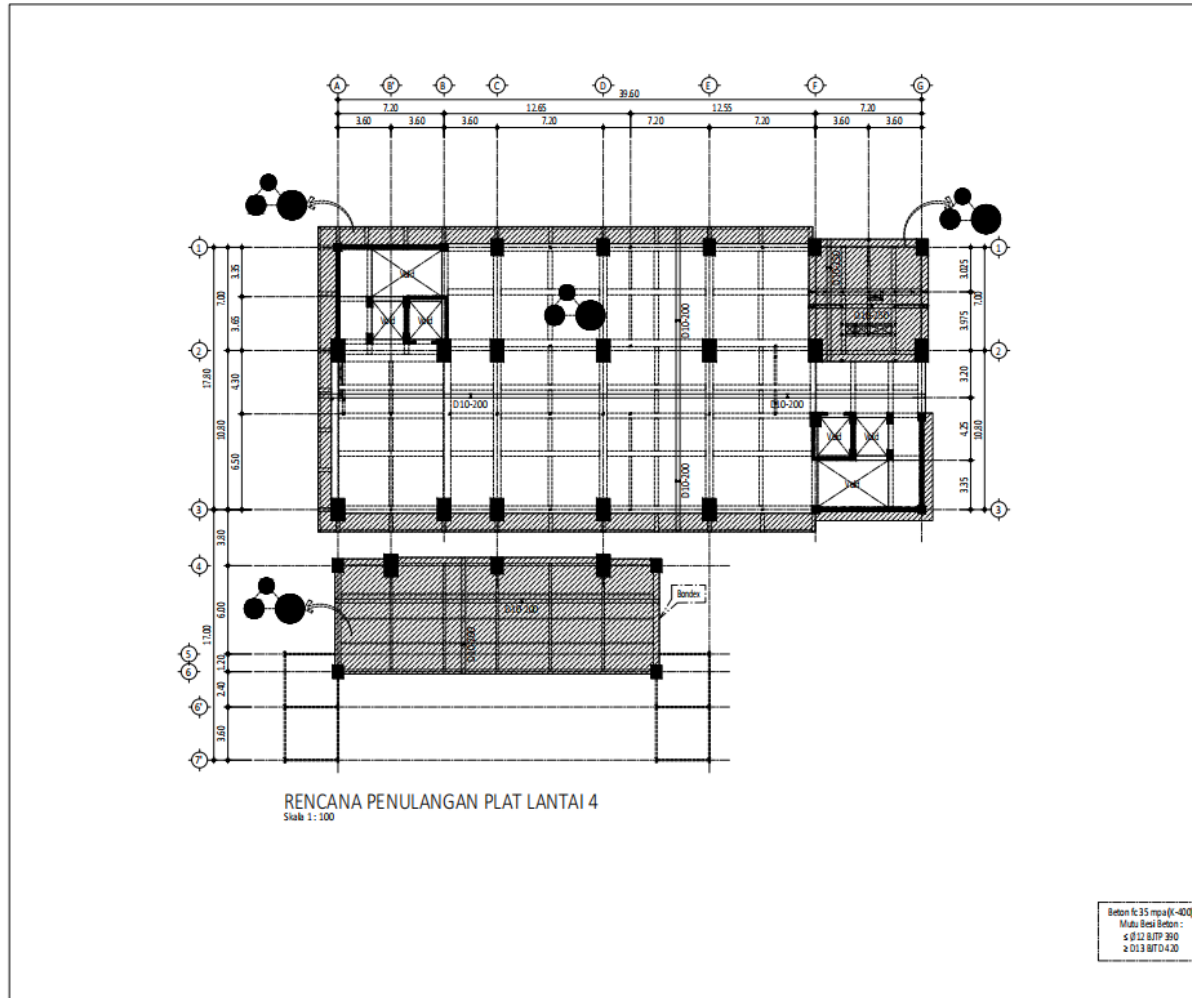


**Gambar L-4.4 Denah Plat Lantai 3**

DOKUMEN PERENCANAAN											
NO	REVISI	TGL	YTD								
<b>PEKERJAAN</b>											
PERENCANAAN DED PMBANGUNAN GEDUNG TOWER ITS 2 TAHUN 2021											
<b>LOKASI PEKERJAAN</b>											
KAMPUS INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER J.L. ARIEF RAHMAT MAREL, SURABAYA 60115											
<b>KONSULTAN PERENCANA</b>											
<b>GIBRIL ENGINEERING</b> <small>Architectural Engineering   Interior   Project Management   Urban &amp; Regional Planning          &amp; Construction   No. 14 PONDOK PONDOK, SURABAYA 60115   0812-4121-0887          Gedung 0101   Gedung 0101, No. 14 PONDOK PONDOK          No. 14121-0887   Email: gibril@gibril.com</small>											
DIREKTUR	 <b>P. Satrio Nugroho, ST, MT</b> <small>Direktur Utama</small>										
<b>DISAHKAN / DISETUIJAI</b>											
<b>INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER</b> <small>KAMPUS BESITUTU TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER J.L. ARIEF RAHMAT MAREL, SURABAYA 60115</small>											
<b>MENGETAHUI/MENYETUIJAI</b>											
REKTOR	 <b>Hanan A. Rahmat, ST, MT, PhD</b> <small>NP. 130000 1000 1001</small>										
REKTOR TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER	<b>Ir. Rachmiel Rusli, MS</b> <small>NP. 130000 1000 1001</small>										
DEKAN FAKULTAS TEKNIK	<b>Ir. Man Agus Mulyanto, M.Eng, Ph.D</b> <small>NP. 130000 1000 1004</small>										
DEKAN FAKULTAS TEKNIK	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;">NAMA</th> <th style="width: 10%;">TTD</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>PERENCANA A. Ajij Daryusman, ST</td> <td style="text-align: center;"></td> </tr> <tr> <td>S David Octavio Syahrial, ST</td> <td style="text-align: center;"></td> </tr> <tr> <td>ME Mulyand, ST</td> <td style="text-align: center;"></td> </tr> </tbody> </table>			NAMA	TTD	PERENCANA A. Ajij Daryusman, ST		S David Octavio Syahrial, ST		ME Mulyand, ST	
NAMA	TTD										
PERENCANA A. Ajij Daryusman, ST											
S David Octavio Syahrial, ST											
ME Mulyand, ST											
DISAHKAN	<b>Ir.cep Setyawan A. A.Mg</b> <small>NP. 130000 1000 1001</small>										
DISERVISI	<b>Budi Wijaksana ST, MT</b> <small>NP. 130000 1000 1001</small>										
JUDUL GAMBAR	SKALA	RISE PRODUK									
RENCANA PENULANGAN	1: 100	18/08/2021									
PLAT L3		RISC-03-100000									
FILE:	REV.	REJ.									



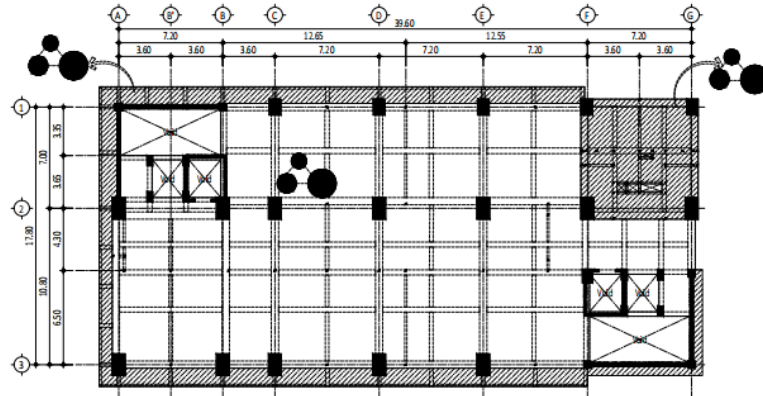
**Gambar L-4.5 Denah Balok Lantai 3**



Gambar L-4.6 Denah Plat Lantai 4

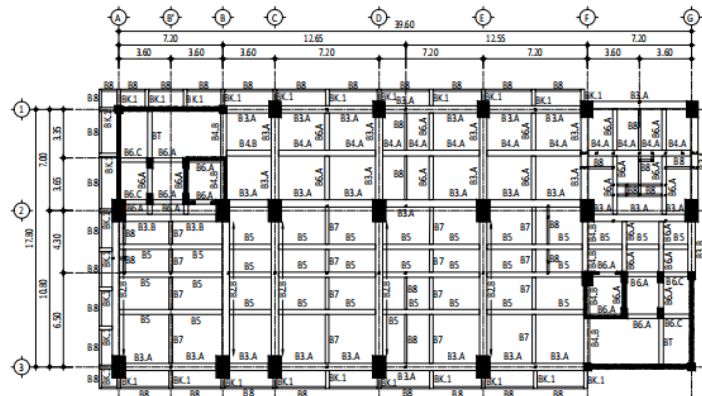
DOKUMEN PERENCANAAN	
NO	REVISI
TGL	TTD
PEREKAM	
PERENCANAAN DED PEMBANGUNAN GEDUNG TOWER ITS 2 TAHUN 2021	
LOKASI PEKERJAAN	
KAMPUS INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER Jl. Widyadarmasurabaya, Sukoharjo, Sukoharjo	
KONSULTAN PERENCANAAN	
 <b>Gedung Teknik Sipil</b> Architectural (Desain) / Planning / Project Manager in House & Company & Consultant in the Field of Civil Engineering, Surveying, and Environmental General Office : Jember, Indonesia No. 10 Jember No. 4233380333 and 4233380334	
DIREKTUR  R. RENDI TEGUH Dosen Tetap	
DISAINKAN / DISUSUN	
 <b>INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER</b> Jember	
MENGETAHUI/MENYETUJUI	
KEMAS SUDJANA	 Hidayatullah, ST., MT., Ph.D. M.P. (STRUKTUR) S.T.P.T.
DIREKTUR FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN	Ic. Richard Simanungkalit, MS M.P. (STRUKTUR) S.T.P.T.
SAHAIBU HARAH	Ic. Man Agus Manjaryanto, ME, Ph.D. M.P. (STRUKTUR) S.T.P.T.
KEMAS SUDJANA	
PERENCANA	A Add Daryusman, ST
S	David Dedy Satrio, ST
ME	Majudi, ST
DISAIN	Anne Setyawan A., AMI
DISAIN	Dudi Wijaksana ST., MT
REVISI	
RENCANA PENULANGAN	SKALA : 1 : 100
PLAT L.T. 4	18/06/2021
	REVISI / LEMBAR
	1/0 - 1/1
T.L.C.	M.T. / M.L.





RENCANA PENULANGAN PLAT LANTAI 5  
Skala 1:100

Beton f<sub>c</sub> 30 mpa (K-350)  
Mutu Besi Beton :  
s Ø 12 B7P 350  
≥ Ø 13 B7D 420



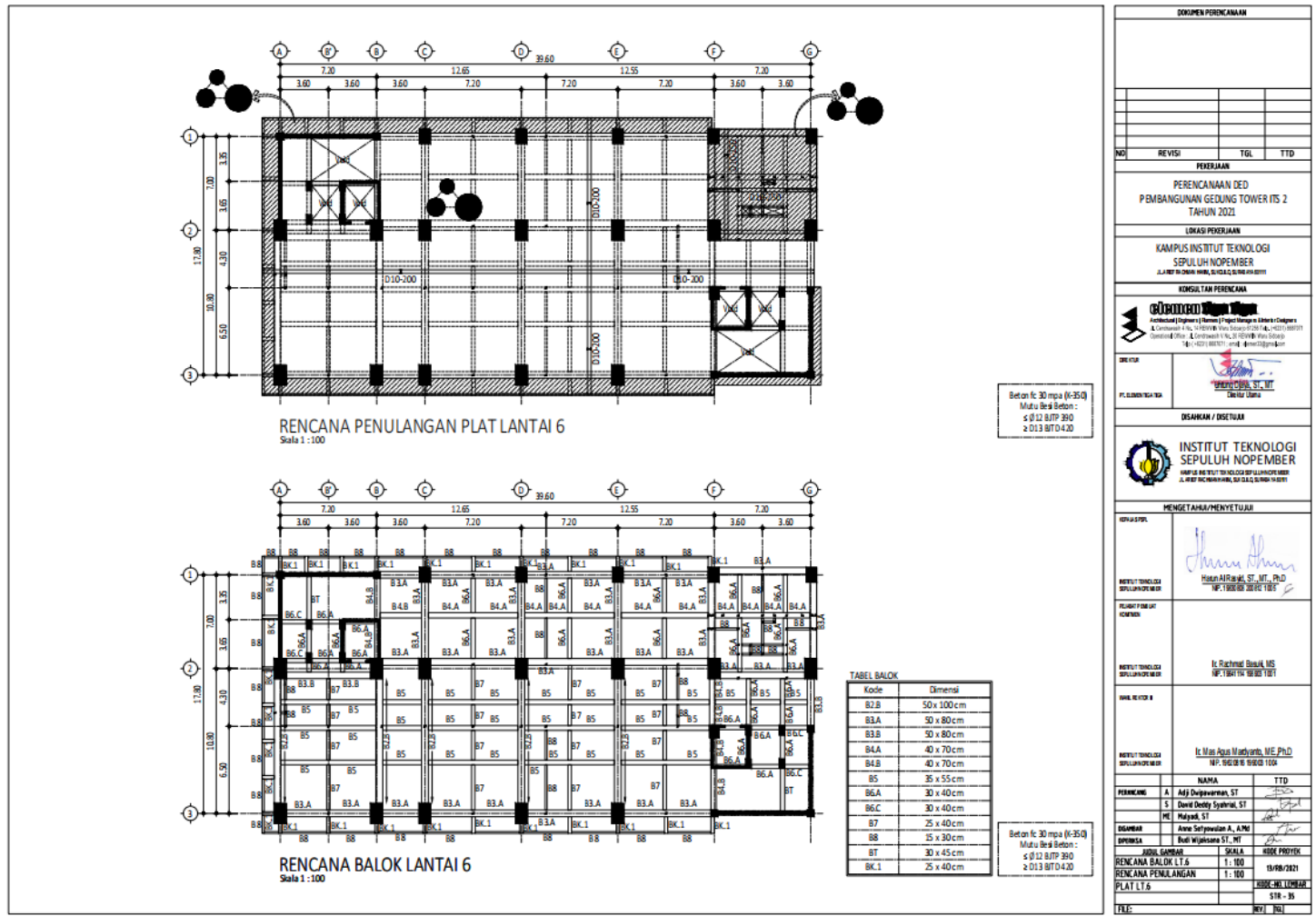
RENCANA BALOK LANTAI 5  
Skala 1:100

Kode	Dimensi
B2.B	50 x 100cm
B3.A	50 x 80cm
B3.B	50 x 80cm
B4.A	40 x 70cm
B4.B	40 x 70cm
B5	35 x 55cm
B6.A	30 x 40cm
B6.C	30 x 40cm
B7	25 x 40cm
B8	15 x 30cm
B9	30 x 45cm
BK.1	25 x 40cm

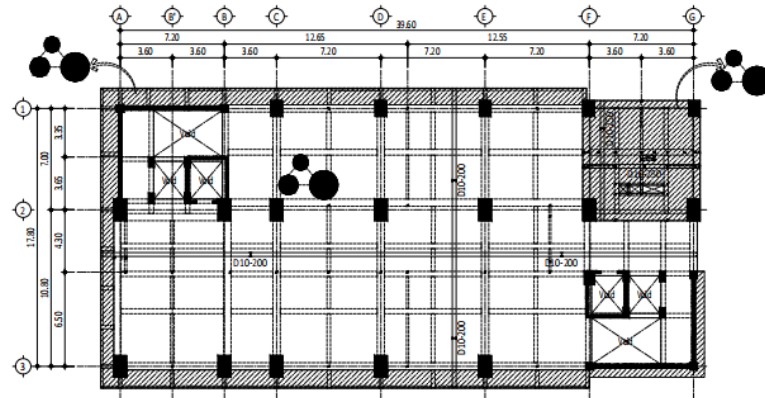
Beton f<sub>c</sub> 30 mpa (K-350)  
Mutu Besi Beton :  
s Ø 12 B7P 350  
≥ Ø 13 B7D 420

DOKUMEN PERENCANAAN			
NO.	REVISI	TGL	TTD
PEKERJAAN			
PERENCANAAN DED PMBANGUNAN GEDUNG TOWER ITS 2 TAHUN 2021			
LOKASI PEKERJAAN			
KAMPUS INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER Jl. Sepuluh Nopember, Gedung 10, Surabaya 60115			
KONSULTAN PERENCANAAN			
 GRIHINDO Engineering & Planning (P)te. Tbk. (Perseroan Terbuka) A. Cendekia No. 24 FEBRUARIS Blok Satrio 1201 Tel. (021) 8897971 Gedung 10, Jl. Sepuluh Nopember No. 10, Surabaya Telp: (021) 8897971, (021) 8897972, (021) 8897973			
DESAINER	 HANI ARIYANTO, ST., MT., Ph.D. NIP. 19610621960010001		
PELAKSANA/TEKNIK	 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER KAMPUS UTARA, TERBOLO, SURABAYA 60115 Jl. Sepuluh Nopember, Gedung 10, Surabaya 60115		
DESAINAN / DESAIFIKSI			
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER KAMPUS UTARA, TERBOLO, SURABAYA 60115 Jl. Sepuluh Nopember, Gedung 10, Surabaya 60115			
MENGETAHUI/MENYETUJUI			
DESAINER	 HANI ARIYANTO, ST., MT., Ph.D. NIP. 19610621960010001		
REVISI/TEKNIK DITOLONG/REVISI			
REVISI/TEKNIK DITOLONG/REVISI	Ir. Dediandri Bani, MS NIP. 19610621960010001		
REVISI/TEKNIK DITOLONG/REVISI	Ir. Mas Supriyadinata, MS, Ph.D. NIP. 19510621960010001		
PERENCANA	NAMA	TTD	
A	Adi Dugawartha, ST		
S	David Dedy Syahrial, ST		
ME	Mulyadi, ST		
DESAINAN	Ariyo Setyaningrum, A, APM		
DISAINAN	Rudi Wigianto, ST, MT		
JUDUL GAMBAR	SKALA	ANGKA PROYEK	
RENCANA BALOK L.T.5	1:100	18/08/2021	
RENCANA PENALANGAN PLAT L.T.5	1:100	18/08/2021	
FILE:	NPI 104		

Gambar L-4.8 Denah Plat dan Balok Lantai 5

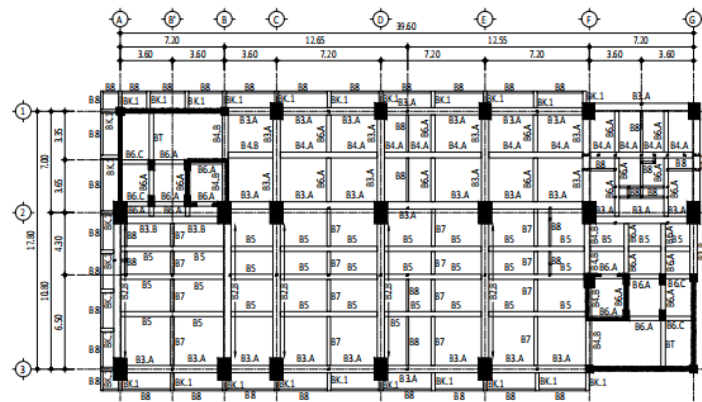


Gambar L-4.9 Denah Plat dan Balok Lantai 6



RENCANA PENULANGAN PLAT LANTAI 7  
Skala 1 : 100

Beton f'c 30 mpa (K-35.0)  
Mutu Besi Beton :  
s Ø 12 B/T/P 390  
≥ Ø 13 B/T/D 4.20



RENCANA BALOK LANTAI 7  
Skala 1 : 100

TABEL BALOK

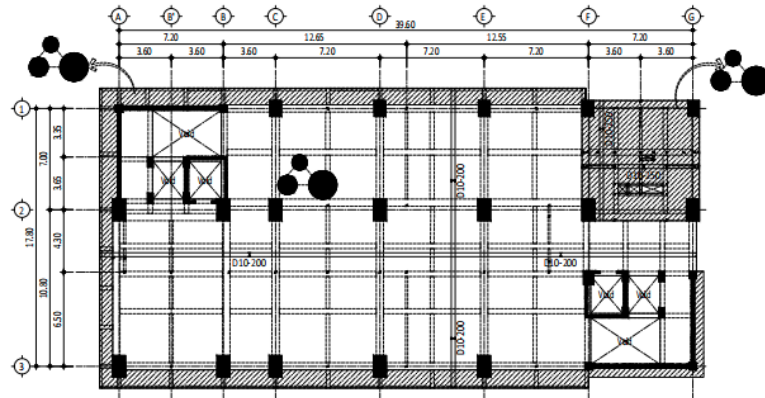
Kode	Dimensi
B2.B	50 x 100 cm
B3.A	50 x 80 cm
B3.B	50 x 80 cm
B4.A	40 x 70 cm
B4.B	40 x 70 cm
B5	35 x 55 cm
B6.A	30 x 40 cm
B6.C	30 x 40 cm
B7	25 x 40 cm
B8	15 x 30 cm
BT	30 x 45 cm
BK.1	25 x 40 cm

Beton f'c 30 mpa (K-35.0)  
Mutu Besi Beton :  
s Ø 12 B/T/P 390  
≥ Ø 13 B/T/D 4.20

**DOKUMEN PERENCANAAN**

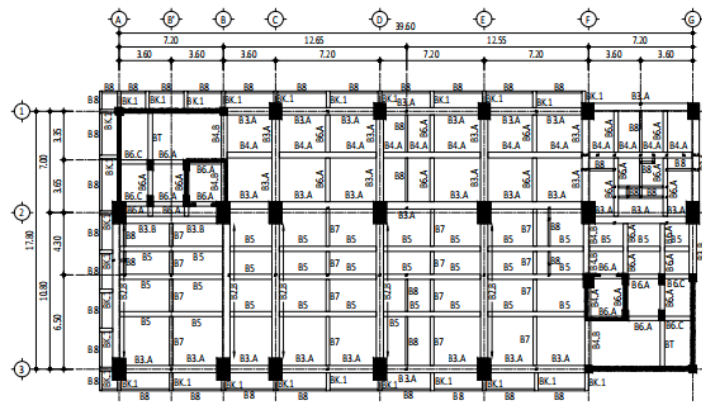
NO.	REVISI	TGL	TTD
PEREKSIAN			
PERENCANAAN DED PEMBANGUNAN GEDUNG TOWER ITS 2 TAHUN 2021			
LOKASI PEREKSIAN			
KAMPUS INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER J.L. REJOSURABAYA, SURABAYA 60115			
KONSULTAN PERENCANA			
GRS ENGINEERING CONSULTING Gedung: Gedung 1 (Dusun 1) Jalan Sepuluh Nopember 10, Surabaya 60115 Gedung: Gedung 2 (Dusun 2) Jalan Sepuluh Nopember 10, Surabaya 60115 Telp: 031-82517111, 031-82517112			
DIREKTUR			
PELAKSANA TEKNIK			
DISAHKAN / OSEKSIAN			
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER JALAN SEPULUH NOPEMBER, SURABAYA 60115			
MENGETAHUI/MENYETUJAI			
REVISI / TINGKATAN			
REVISI / TINGKATAN			
REVISI / TINGKATAN			
REVISI / TINGKATAN			
PERENCANA	A	Adi Daryanto, ST	TTD
	S	Dani Dedy System, ST	
	ME	Mulyadi, ST	
DIREKTUR		Arno Setyoawan A., A.Md	
PERENCANA		Rudi Wigianto, ST, MT	
JURUSAN		SAJAH SAMBER	1. SKALA
RENCANA BALOK L.T.7			1 : 100
RENCANA PENALANGAN			1 : 100
PLAT L.T.7			1 : 100
TGL:			15/08/2021
			118 - 31
FILE:			B71 TEL

Gambar L-4.10 Denah Plat dan Balok Lantai 7



RENCANA PENULANGAN PLAT LANTAI 8  
Skala 1 : 100

Beton f<sub>c</sub> 30 mpa (K-35.0)  
Mutu Baja Beton :  
s Ø 12 BTP 390  
s Ø 13 BTD 420



RENCANA BALOK LANTAI 8  
Skala 1 : 100

TABEL BALOK

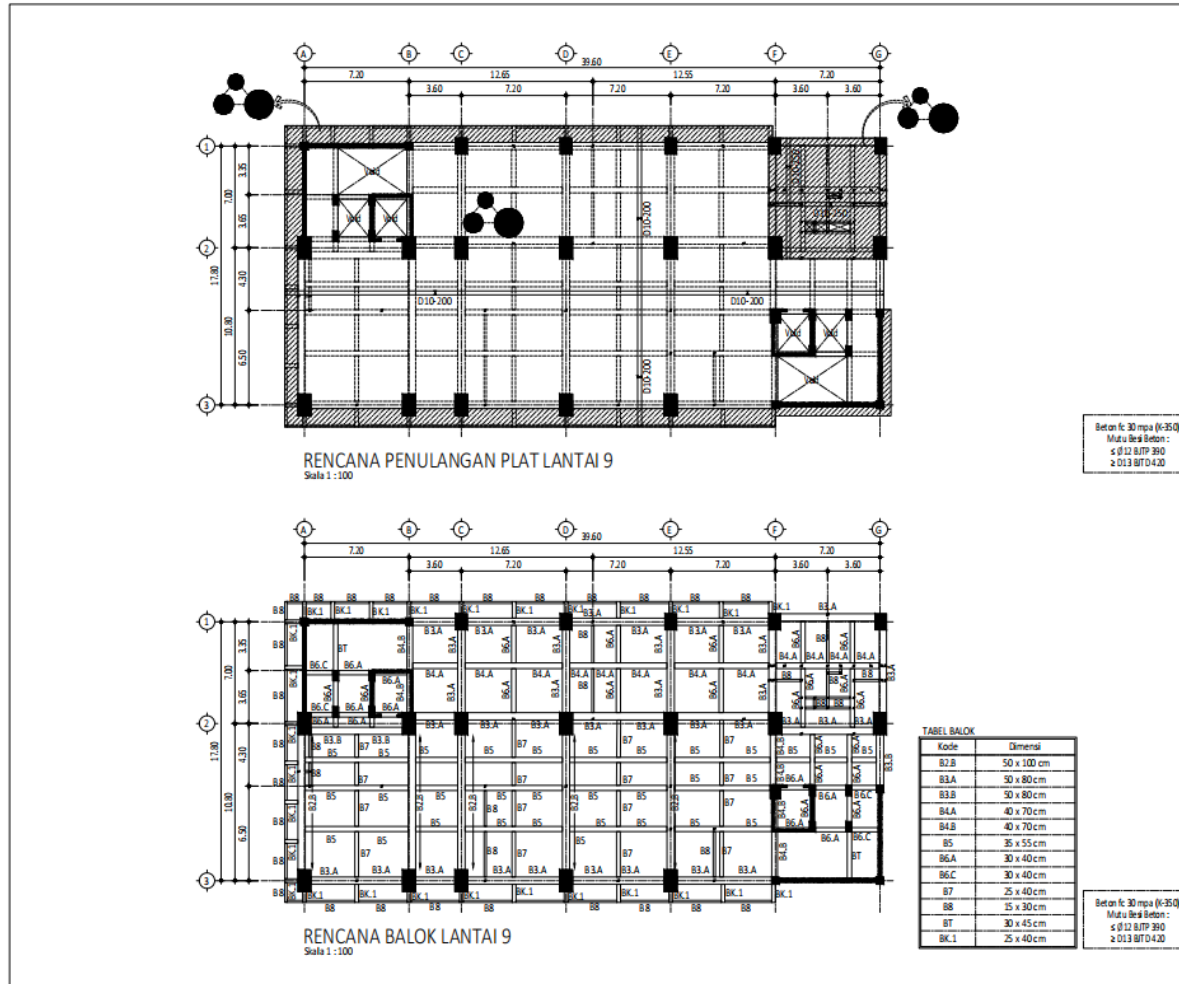
Kode	Dimensi
B2.B	50 x 100 cm
B3.A	50 x 80 cm
B3.B	50 x 80 cm
B4.A	40 x 70 cm
B4.B	40 x 70 cm
B5	35 x 55 cm
B6.A	30 x 40 cm
B6.C	30 x 40 cm
B7	25 x 40 cm
B8	15 x 30 cm
B7	30 x 45 cm
BK.1	25 x 40 cm

Beton f<sub>c</sub> 30 mpa (K-35.0)  
Mutu Baja Beton :  
s Ø 12 BTP 390  
s Ø 13 BTD 420

DOKUMEN PERENCANAAN			
NO	REVISI	TGL	TTD
PEREKSIAN			
PERENCANAAN DED			
PMBANGUNAN GEDUNG TOWER ITS 2			
TAHUN 2021			
LOKASI PEREKSIAN			
KAMPUS INSTITUT TEKNOLOGI			
SEPULUH NOPEMBER			
J.L. REJIC DANAN, SURABAYA, INDONESIA			
KONSULTAN PERENCANAAN			
 GUNDEKED ENGINEERING & CONSULTING Gedung 1, Jl. Raya ITS, Sepuluh Nopember, Surabaya Telp: (031) 8321111, (031) 8321112, (031) 8321113			
DESAIN	 Hani Afrizal, ST, MT, Ph.D. NPT. 12628/2012/PT		
PERALIHAN KELOLA	 H. Rofiqul Hakim, MS SPT, S.T.P.		
DISAHKAN / DISERTUJUKAN			
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER JALAN METRO ITS NOPEMBER 60115 SURABAYA			
MENGETAHUI/MENYETUJUI			
KEPALA BOP	 Hani Afrizal, ST, MT, Ph.D. NPT. 12628/2012/PT		
REVISI/ TINGKATAN	H. Rofiqul Hakim, MS SPT, S.T.P.		
PERALIHAN KELOLA	H. Rofiqul Hakim, MS SPT, S.T.P.		
REVISI/ TINGKATAN	H. Rofiqul Hakim, MS SPT, S.T.P.		
REVISI/ TINGKATAN	H. Rofiqul Hakim, MS SPT, S.T.P.		
PERENCANAAN	A	Adi Dwi Pratomo, ST	TTD
	S	Dani Dedy Satrio, ST	
	ME	Mulyadi, ST	
DISAHKAN	Ane Setyaningsih A., APM NPT. 12628/2012/PT		
DISERTUJUKAN	Budi Wipriyanto, ST, MT NPT. 12628/2012/PT		
	JURUSAN	SAKIP	1. SKALA
			1:100
			13/09/2021
	RENCANA BALOK L.T.8		1:100
	RENCANA PENALANGAN		1:100
	PLAT L.T.8		1:100
			118 - 119
			118 - 119

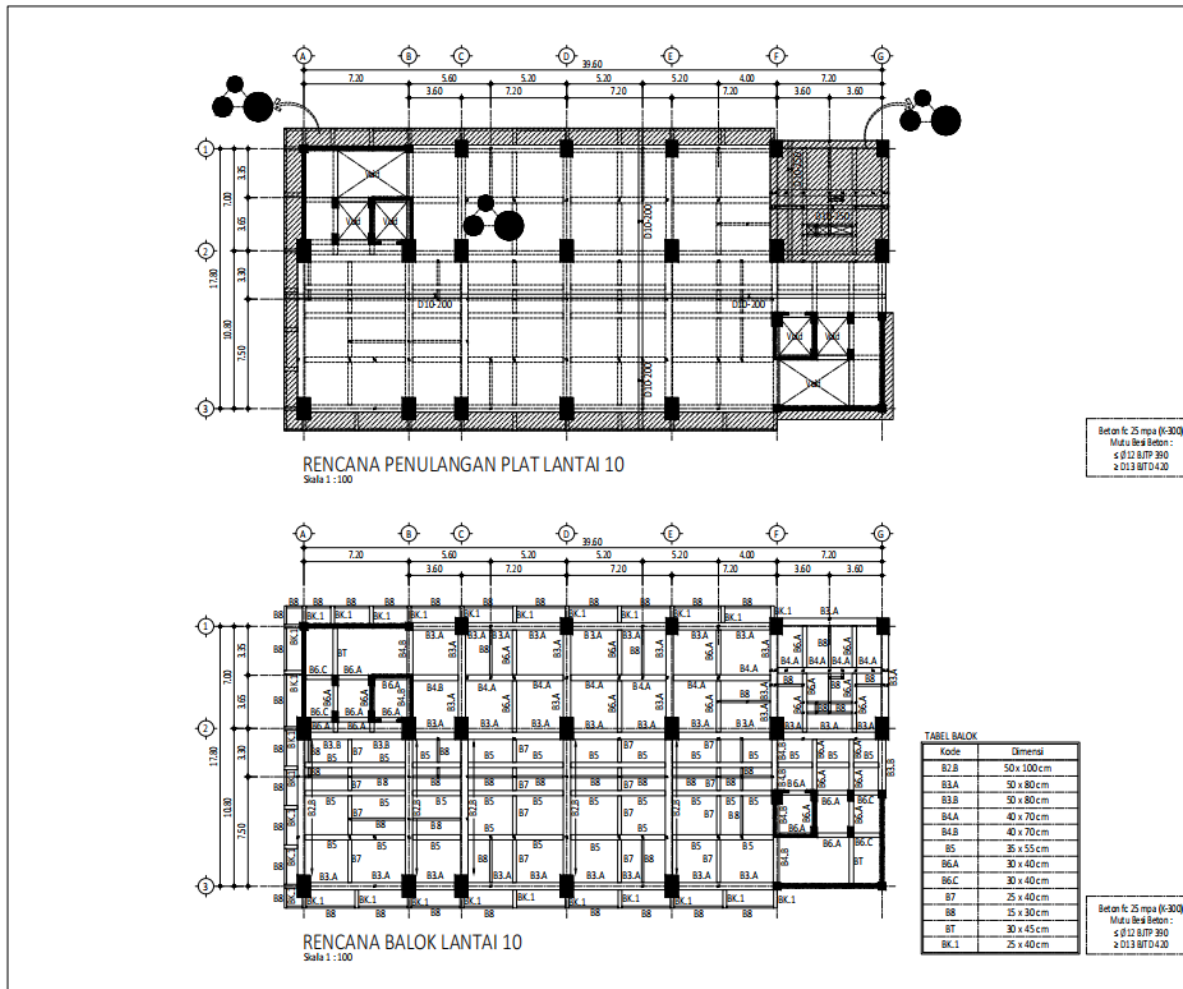
Gambar L-4.11 Denah Plat dan Balok Lantai 8





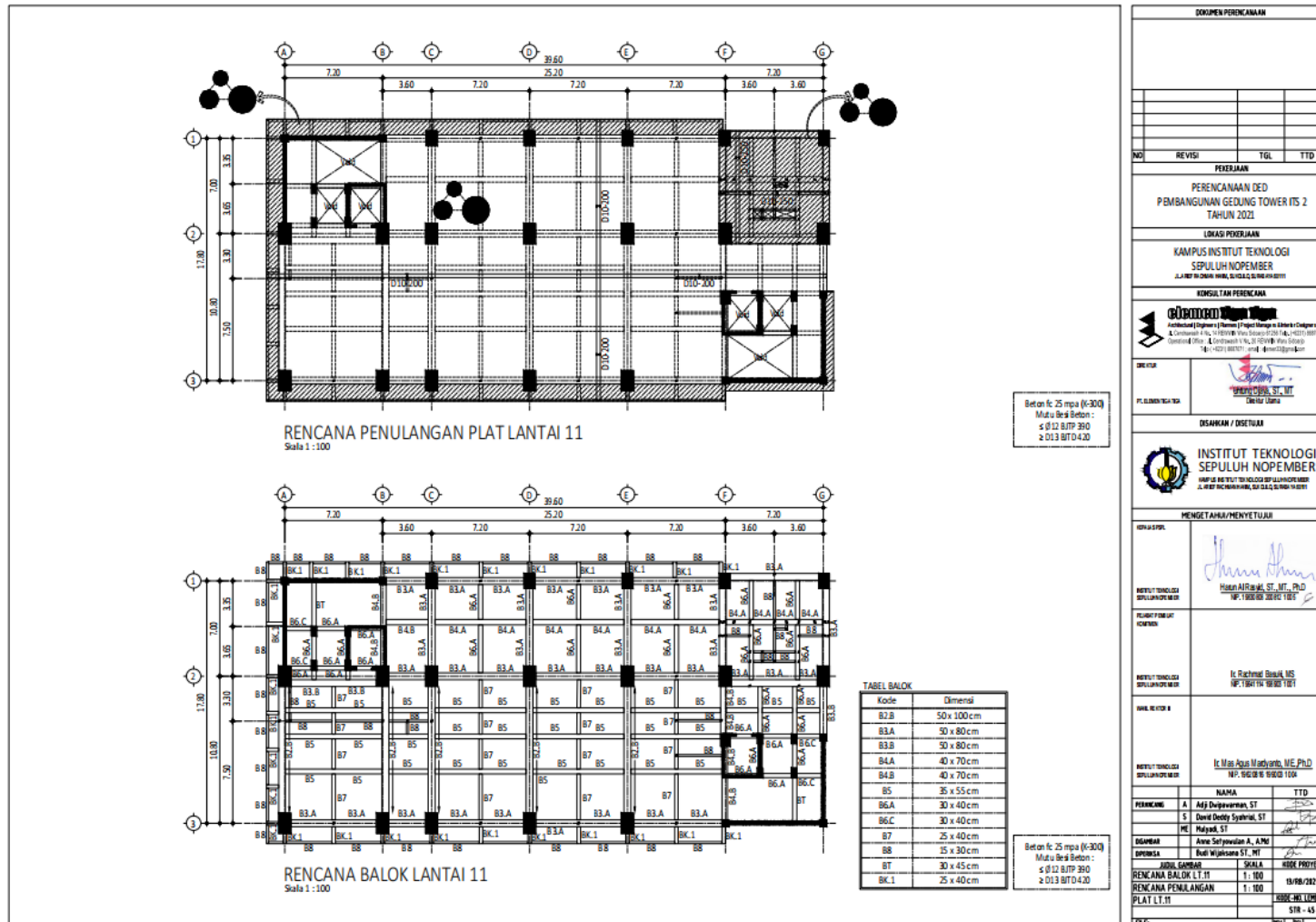
**Gambar L-4.12 Denah Plat dan Balok Lantai 9**

DOKUMEN PERENCANAAN			
NO	REVISI	TGL	TTD
<b>PERENCANAAN DED</b>			
<b>PMBANGUNAN GEDUNG TOWER ITS 2</b>			
<b>TAHUN 2021</b>			
<b>LOKASI PERENCANAAN</b>			
<b>KAMPUS INSTITUT TEKNOLOGI</b>			
<b>SEPULUH NOPEMBER</b>			
<small>J.L. RING ROAD, HILIR, SURABAYA 60119</small>			
<b>KONSULTAN PERENCANAAN</b>			
<b>GORONTALO ENGINEERING CONSULTING</b> <small>Perencanaan Teknik Sipil dan Struktur</small> <small>Jl. Cendekia No. 11, Gedung Vira, Blok D, D11, Lt. 4, 40132, Gorontalo</small> <small>Desain dan Konstruksi</small> <small>Telp: +62 431 883731, email: gorneng@gneng.com</small>			
DESAIN	 <b>Husein Alif Rival, ST., MT., Ph.D</b> <small>NP. 190160 2002 1001</small>		
PERENCANAAN STRUKTUR	 <b>INSTITUT TEKNOLOGI</b> <b>SEPULUH NOPEMBER</b> <small>RAMPAK BANGUNAN TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER</small> <small>J.L. RING ROAD, HILIR, SURABAYA 60119</small>		
<b>DISAHKAN / DITETAP</b>			
<b>MENGETAHUI/MENYETUJUI</b>			
KEPALA DPT	 <b>Husein Alif Rival, ST., MT., Ph.D</b> <small>NP. 190160 2002 1001</small>		
REKTOR INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER	 <b>Ir. Rachmad Basuki, BS</b> <small>NP. 190160 2002 1001</small>		
DEKAN FAKULTAS TEKNIK	 <b>Ir. Agus Mulyanto, ME, Ph.D</b> <small>NP. 190160 2002 1001</small>		
DEKAN FAKULTAS TEKNIK	 <b>Ir. Agus Mulyanto, ME, Ph.D</b> <small>NP. 190160 2002 1001</small>		
	NAMA	TTD	
PERENCANAAN	A. Ajij Durganman, ST		
	S. I. Gani Dedy System, ST		
	ME. Mulyanto, ST		
DESAIN	Anne Setyanegara A., APM		
DISERVISI	Budi Wijaksana ST., MT		
JUMLAH GAMBAR	SALAH A	DIKIRI	PROYEK
RENCANAAN BALOK L.T. 9	1 : 100	1	1
RENCANA PENULANGAN	1 : 100	13/09/2021	
PLAT L.T. 9		1000/00/100000	
		519 - 41	
		REVI	





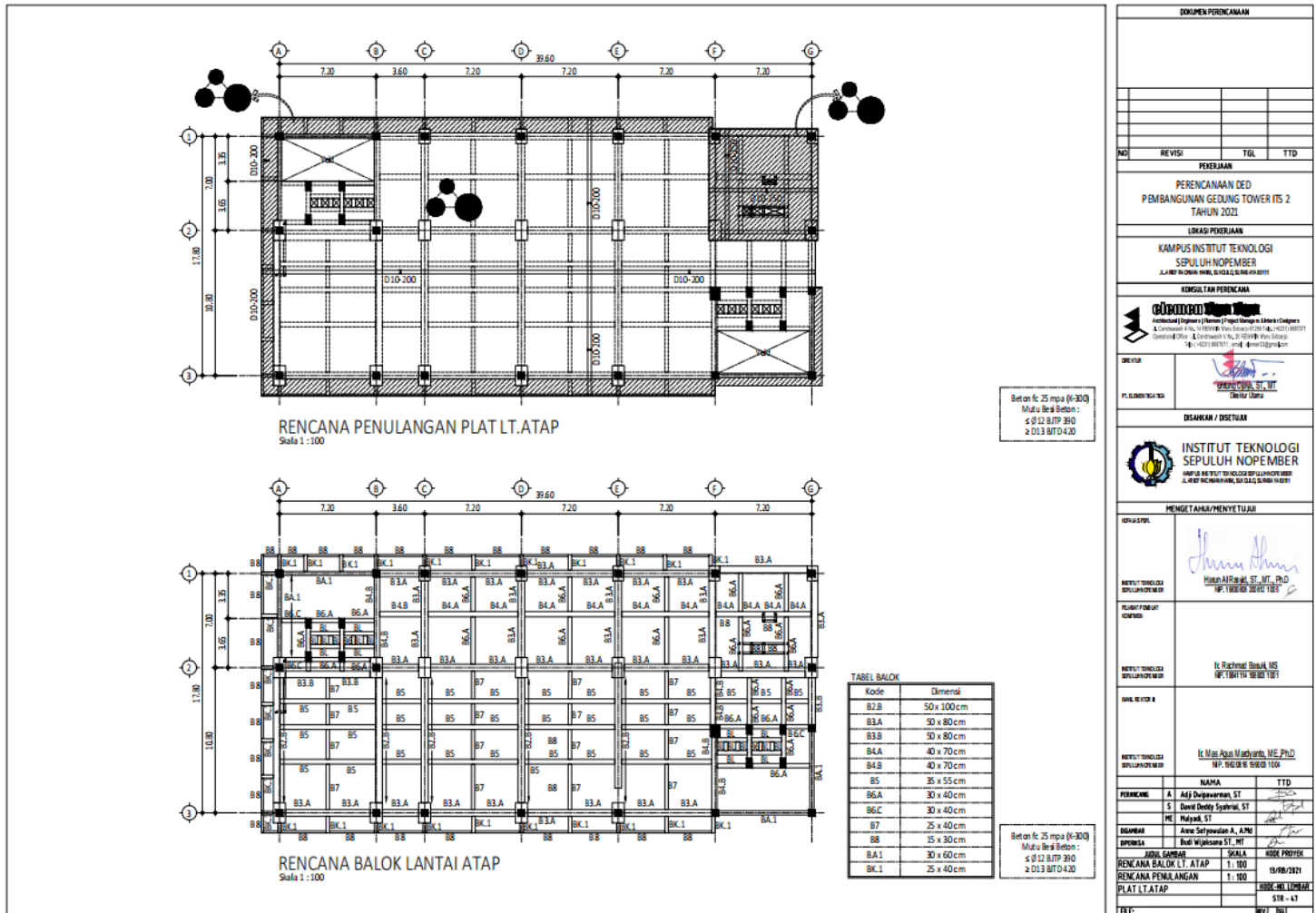
DOKUMEN PERENCANAAN			
NO.	REVISI	TGL	TTD
<b>PEREKORAN</b>			
PERENCANAAN DED PMBANGUNAN GEDUNG TOWER ITS 2 TAHUN 2021			
<b>LOKASI PEREKORAN</b>			
KAMPUS INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER J.L. KEMENTERIAN HIMPUNAN BINA BANGUNAN			
<b>KONSULTAN PERENCANAAN</b>			
<b>DESAINER</b>  P. L. DESAIN PERENCANAAN			
<b>DISAHKAN / DITETAP</b>			
<b>MENGETAHUI/MENYETUJUI</b>			
KEPALA STAF	 HAN AFRIAL, ST., MT., PhD NIP. 19630320011981001		
REKTOR INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER	I. Rachmi Basuki, MS NIP. 1961114 1980011001		
DEKAN FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN	I. Mas Agus Mulyanto, ME, PhD NIP. 1962080 1980011001		
DEKAN FAKULTAS TEKNIK	I. Mas Agus Mulyanto, ME, PhD NIP. 1962080 1980011001		
PERENCANAAN	A	Adj. Daryusman, ST	TTD
	S	David Dedy Syahrial, ST	
		M. Niyasa, ST	
DESAIN		Ana Sulistyawati A., A.M	
DUPLOKASI		Rudi Wijaksana ST., MT	
JUDUL GAMBAR	SKALA	REVISI	PROYEKSI
RENCANA BALOK L.T. 10	1 : 100		13/08/2021
RENCANA PENULANGAN	1 : 100		
PLAT L.T. 10			
FILE:			

**Gambar L-4.13 Denah Plat dan Balok Lantai 10**

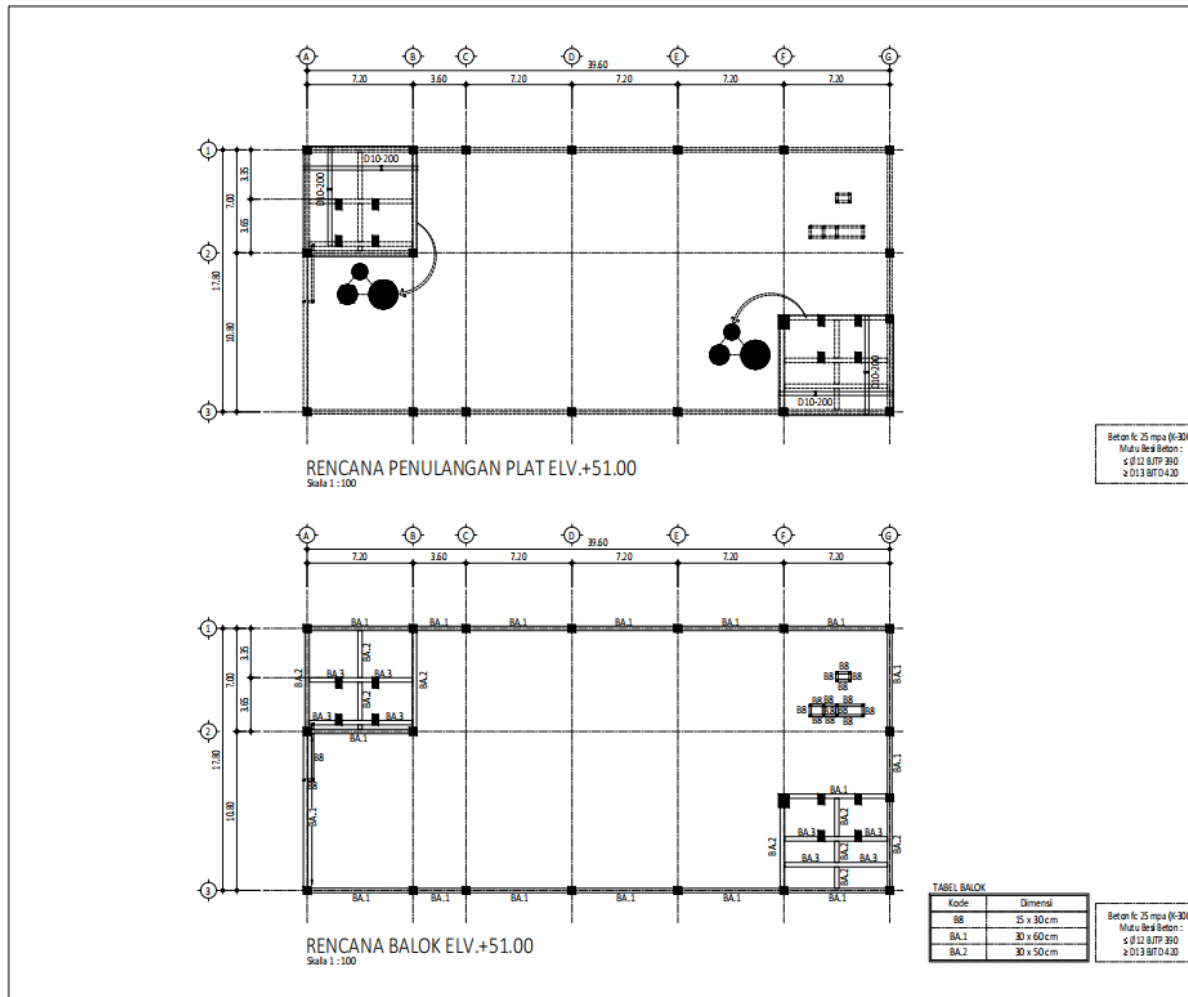


Gambar L-4.14 Denah Plat dan Balok Lantai 11

DOKUMEN PERENCANAAN			
NO	REVISI	TGL	TTD
PEKERJAAN			
PERENCANAAN DED PEMBANGUNAN GEWANG TOWER ITS 2 TAHUN 2021			
LOKASI PEKERJAAN			
KAMPUS INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER JL. HIMPAN SAMA, MAL, 60155, SURABAYA			
KONSULTAN PERENCANA			
 PT. RANGKAPENYUSAN TEKNOLOGI A Professional Engineer & Planner / Project Management & Design & Contracting & Construction / Civil & Structural / Mechanical / Electrical / Sanitary / Environmental / IT Jember Office : J. Condorah 1 No. 31, GEDUNG RINA, Jember Telp : +62 31 822771 - 71 and 4100222@gmail.com			
DESAINER	 H. RACHMAD BAHU, ST., MT., Ph.D. NIP. 19600100119811001		
PELAKSANAAN	 I. Mas Agus Mardiyanto, ME, Ph.D. NIP. 66010100119811004		
DESAINAN / DISEKUI			
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER JALAN HIMPAN SAMA, MAL, 60155 SURABAYA			
MENGETAHUI/MENYETUJUI			
KEPALA STAF	 H. RACHMAD BAHU, ST., MT., Ph.D. NIP. 19600100119811001		
REKTOR/DEKAN/DEKAN FAKULTAS	I. Rachmad Bahuh, MS NIP. 19610100119811001		
REKTOR/DEKAN/DEKAN FAKULTAS	I. Mas Agus Mardiyanto, ME, Ph.D. NIP. 66010100119811004		
PERINGKAT	NAMA	TTD	
A	Adj Dwi Nugroho, ST		
S	David Dedy Syahrul, ST		
ME	Malay, ST		
DESAINER	Anne Setyaningsih A., A.Md		
DESAINER	Budi Wijayanto ST, MT		
JUDUL GAMBAR	SKALA	NOOR PROFESY	
RENCANA BALOK, L.T. 11	1 : 100	19/06/2021	
RENCANA PENULANGAN PLAT L.T. 11	1 : 100	19/06/2021	
FILE:		378 - 45	
		HWI	HWI



Gambar L-4.15 Denah Plat dan Balok Lantai Atap

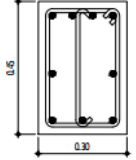
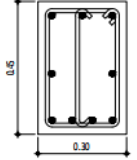
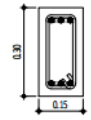
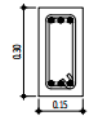


DOKUMEN PERENCANAAN			
NO	REVISI	TGL	TTD
<b>PEREKAMAN</b> PERENCANAAN DED PEMBANGUNAN GEDUNG TOWER ITS 2 TAHUN 2021			
<b>LOKASI PEKERJAAN</b> KAMPUS INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER <small>J.L. WILKES TOWER HUB, SURABAYA 60115</small>			
<b>KONSULTAN PERENCANAAN</b>  <small>Architectural (Desain) / Interior / Project Manager / Survey &amp; Costing /            &amp; Consulting / P.A. / 191019 / Peta Jalan / 2018 / 191019 /            General Office / Gedung 1 No. 11 Sepuluh Nopember            Telp. +62 31 807771 and 807772</small>			
DESIGNER	 P. SIKS (SIKSI)		
PL. TEKNIK/TAHUN	PT. SIKS (SIKSI)		
<b>DISAHKAN / DIBETUI</b>			
 <b>INSTITUT TEKNOLOGI            SEPULUH NOPEMBER</b> <small>JALAN PABEYUTAN LOGO SEPULUH NOPEMBER            SURABAYA 60115</small>			
<b>MENGETAHUI/MENYETUJUI</b>			
REVISI/STAF	 H. Alif Hidayat, ST., MT., PhD NIP. 196301011981001		
REVISI/STAF TEKNIK	Ir. Rachmat Dwiastu, MS NIP. 196101011981001		
REVISI/STAF TEKNIK/PEKERJA	Ir. Mar Anas Marwantha, M.E. PhD NIP. 196201011981001		
REVISI/STAF TEKNIK/PEKERJA	Ir. Mar Anas Marwantha, M.E. PhD NIP. 196201011981001		
NAMA		TTD	
PERENCANA	A. Adji Dwiastu, ST		
S	David Dedy Syahrial, ST		
PE	Mayank, ST		
DISAHKAN	Anas Setyawan A., AMI		
DISAHKAN	Rachmat Dwiastu, ST., MT., PhD		
DISAHKAN	Mar Anas Marwantha, M.E. PhD		
RENCANA BALOK ELV. +51.00	1 : 100	13/08/2021	
RENCANA PENULANGAN	1 : 100		
PLAT LT. +51.00			
FILE	REV.1		

**Gambar L-4.16 Denah Plat dan Balok Lantai Elevasi +51**



**TABEL PEMBESIAN SLOOF**

KODE SLOOF	S6 (30 x 48)		S6 (18 x 30)	
	TUMPUAN	LAPANGAN	TUMPUAN	LAPANGAN
F <sub>c</sub> 25 MPA				
TULANGAN ATAS	4 D19	3 D19	3 Ø12	3 Ø12
TULANGAN TENGAH	2 D13	2 D13	-	-
TULANGAN BAWAH	3 D19	4 D19	3 Ø12	3 Ø12
SENGKANG/BEGEL	D13 - 150	D13 - 200	Ø40 - 150	Ø40 - 200

**Gambar L-5.2 Pembesian Sloof (2)**

<b>DOKUMEN PERENCANAAN</b>		
NO	REVISI	TGL
PEKERJAAN		
PERENCANAAN DED PEMBANGUNAN GEDUNG TOWER ITS 2 TAHUN 2021		
LOKASI PEKERJAAN		
KAMPUS INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER JL. SEPULUH NOPEMBER, SURABAYA 60115		
KONSULTAN PERENCANAAN		
		
DOK. NO		
P. GEDUNG BERBANGUN		
DISAHKAN / DISETUIJAI		
REVISI NO		
REVISI		
REVISI		
REVISI	NAMA	TTD
PERENCANA	A. Ajij Dugaywanan, ST	
S	Daniel Dedy Saputra, ST	
ME	Mulyadi, ST	
DIGUBAH	Anna Setyowati A., A.Md	
DIPERIKSA	Budi Wijaksana ST, MT	
JUDUL GAMBAR	SALA	SIK/PROFES
TABEL PEMBESIAN SLOOF	NTS	13/08/2021
SIK/NO. LOMBAK		STR - SA
TGL		NYI / NRI

## Lampiran 6 Pembesian Kolom

TABEL PEMBESIAN KOLOM						
KODE KOLOM	K1 (90 x 150)		K2 (80 x 110)		K3 (40 x 70)	
	TUMPUAN	LAPANGAN	TUMPUAN	LAPANGAN	TUMPUAN	LAPANGAN
F <sub>c</sub> 35 MPA (Lantai 1-4)						
	TULANGAN ATAS 22 D32	22 D32	20 D32	20 D32	18 D22	18 D22
	SENGKANG/BEGEL D13 - 100	D13 - 150	D13 - 100	D13 - 150	D13 - 150	D13 - 150
F <sub>c</sub> 30 MPA (Lantai 5-8) & F <sub>c</sub> 25 MPA (Lantai 9-11)						
	TULANGAN ATAS 16 D32	16 D32	14 D32	14 D32	18 D22	18 D22
	SENGKANG/BEGEL D13 - 100	D13 - 150	D13 - 100	D13 - 150	D13 - 150	D13 - 150

Gambar L-6.1 Pembesian Kolom (1)

DOKUMEN PERENCANAAN		
NO.	REVISI	TGL
PEREKAM		
PERENCANAAN DED PEMBANGUNAN GEDUNG TOWER ITS 2 TAHUN 2021		
LOKASI PEREKAM		
KAMPUS INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER JL. WISATA BRAWIJAYA, KEMUNING, SURABAYA 60155		
KONSULTAN PERENCANA		
 <b>PT. SANGGAR TEKNIK</b> Gedung 1, Jl. Widyadarmasari, Surabaya 60132 Telp. (031) 8517111, 8517112, 8517113, 8517114, 8517115, 8517116, 8517117, 8517118, 8517119, 8517120, 8517121, 8517122, 8517123, 8517124, 8517125, 8517126, 8517127, 8517128, 8517129, 8517130, 8517131, 8517132, 8517133, 8517134, 8517135, 8517136, 8517137, 8517138, 8517139, 8517140, 8517141, 8517142, 8517143, 8517144, 8517145, 8517146, 8517147, 8517148, 8517149, 8517150, 8517151, 8517152, 8517153, 8517154, 8517155, 8517156, 8517157, 8517158, 8517159, 8517160, 8517161, 8517162, 8517163, 8517164, 8517165, 8517166, 8517167, 8517168, 8517169, 8517170, 8517171, 8517172, 8517173, 8517174, 8517175, 8517176, 8517177, 8517178, 8517179, 8517180, 8517181, 8517182, 8517183, 8517184, 8517185, 8517186, 8517187, 8517188, 8517189, 8517190, 8517191, 8517192, 8517193, 8517194, 8517195, 8517196, 8517197, 8517198, 8517199, 8517200		
DESAIN	 Ir. Richend Binuh MS NIP. 19670101198010101	
DISAHKAN / DISETUI	 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER Jl. Widyadarmasari, Surabaya 60132	
MENGETAHUI/MENYETUJUI		
KELOMPOK	 Ir. Mas Agus Marwan, M.E. PhD NIP. 19620801198010101	
REVISI TEKNOLOGI SIPIL/STRUKTUR		
REVISI TEKNOLOGI SIPIL/STRUKTUR		
DAFTAR REVISI		
REVISI TEKNOLOGI SIPIL/STRUKTUR		
PERENCANA	NAMA	TTD
A	Adi Darmawan, ST	
S	David Dedy Syahrial, ST	
ME	Mulya, ST	
DISAHKAN	Arie Setyawan A, ANI	
DISAHKAN	Budi Setyawan, ST, MT	
JUDUL GAMBAR	SKALA	SIKAP PROJEK
TABEL PEMBESIAN KOLOM	NTS	15/08/2021
		SIKAP LOKASI
		S18 - 55
TEK:		NY / TGI



**TABEL PEMBESIAN KOLOM**

KODE KOLOM	K3 (70 x 90)		K4 (40 x 90)	
	TUMPUAN	LAPANGAN	TUMPUAN	LAPANGAN
Fc 35 MPA				
	TULANGAN ATAS 10 D32	10 D32	8 D22	8 D22
SENGKANG/BEGEL	D13 - 100 & ( HBK D13 - 200)	D13 - 150	D13 - 100	D13 - 150
	HBK D13 - 200		HBK D13 - 200	

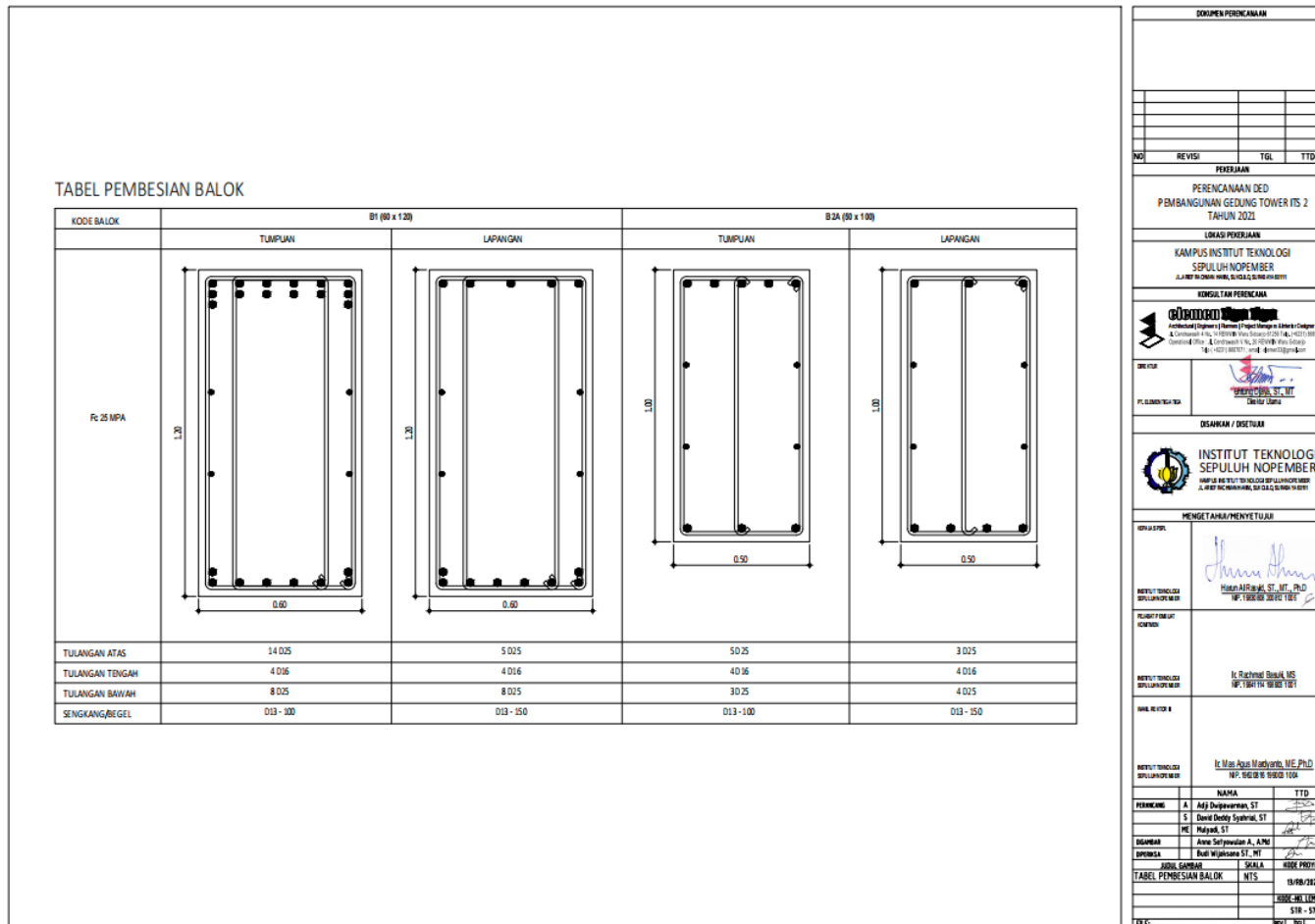
  

KODE KOLOM	K5 (80 x 80)		KODE KOLOM	K6 (A-TA-P) (80 x 80)	
	TUMPUAN	LAPANGAN		TUMPUAN	LAPANGAN
Fc 35 MPA			Fc 25 MPA		
	TULANGAN ATAS 12 D22	12 D22		TULANGAN ATAS 8 D22	8 D22
SENGKANG/BEGEL	D13 - 100	D13 - 150	D13 - 100	D13 - 150	
	HBK D13 - 200		HBK D13 - 200		

<b>DOKUMEN PERENCANAAN</b>															
NO.	REVISI	TGL	TTD												
<b>PEREKONJARAN</b> PERENCANAAN DED PEMBANGUNAN GEDUNG TOWER ITS 2 TAHUN 2021															
<b>LOKASI PEREKONJARAN</b> KAMPUS INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER <small>JL. WISATA BRANDELA, GUNUNG SAHAYU, SURABAYA 60115</small>															
<b>KONSULTAN PERENCANAAN</b>  <small>Architectural Engineering   Planning   Space Design &amp; Interior Design          &amp; Construction   No. 11 BUNDAWIS VISION SQUARE 60114, SURABAYA          Gedung 1001 - Gedung 1002   No. 11 BUNDAWIS VISION SQUARE          Gedung 1001 - Gedung 1002   No. 11 BUNDAWIS VISION SQUARE</small>															
 <small>H. RACHMEL BAHU, S.T., MT., Ph.D.          NIP. 196301011980001</small>															
<b>DISAHKAN / DISETUIJAI</b>  <b>INSTITUT TEKNOLOGI          SEPULUH NOPEMBER</b> <small>PANGSA BEKTI TO KOLONG SEPULUH NOPEMBER          JL. WISATA BRANDELA, GUNUNG SAHAYU, SURABAYA 60115</small>															
<b>MENGETAHUI/MENYETUIJAI</b>															
MENYETUIJAI KEPALA BAHU	 <small>H. RACHMEL BAHU, S.T., MT., Ph.D.          NIP. 196301011980001</small>														
MENYETUIJAI KEPALA BAHU	 <small>H. M. ANAS M. HADYANTO, M.E., Ph.D.          NIP. 196208011980001</small>														
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th></th> <th>NAMA</th> <th>TTD</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>PERENCANA</td> <td>A. Ajij Dimpudharman, ST</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>S. David Dedy Syahrial, ST</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>ME. Hidayat, ST</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>					NAMA	TTD	PERENCANA	A. Ajij Dimpudharman, ST			S. David Dedy Syahrial, ST			ME. Hidayat, ST	
	NAMA	TTD													
PERENCANA	A. Ajij Dimpudharman, ST														
	S. David Dedy Syahrial, ST														
	ME. Hidayat, ST														
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th></th> <th>NAMA</th> <th>SKALA</th> <th>RISE PROJEK</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>DISAHKAN</td> <td>Alvin Setiawan A., A.M.</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>DIPERIKSA</td> <td>Rudi Wijayanto, ST, MT</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>					NAMA	SKALA	RISE PROJEK	DISAHKAN	Alvin Setiawan A., A.M.			DIPERIKSA	Rudi Wijayanto, ST, MT		
	NAMA	SKALA	RISE PROJEK												
DISAHKAN	Alvin Setiawan A., A.M.														
DIPERIKSA	Rudi Wijayanto, ST, MT														
JUDUL GAMBAR: TABEL PEMBESIAN KOLOM NTS: 13/08/2021 S18 - 54															
RVI: RVI															



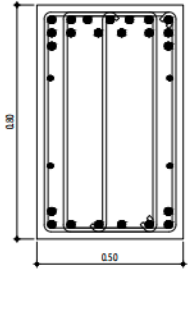
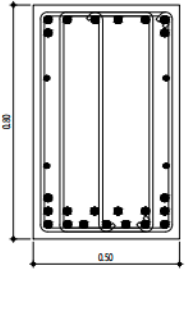
**Gambar L-6.2 Pembesian Kolom (2)**

## Lampiran 7 Pembesian Balok

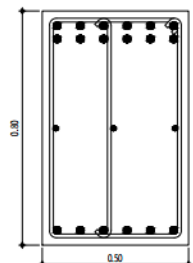
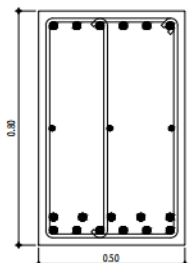
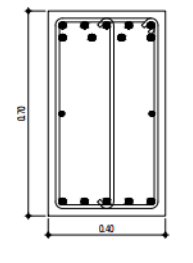
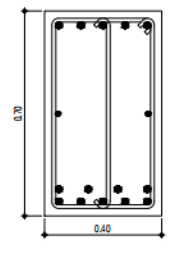


**Gambar L-7.1 Pembesian Balok (1)**

TABEL PEMBESIAN BALOK

KODE BALOK	B2B (80 x 100)		B3A (80 x 80)	
	TUMPUAN	LAPANGAN	TUMPUAN	LAPANGAN
Fc 25 MPA				
TULANGAN ATAS	13 025	3 025	15 025	8 025
TULANGAN TENGAH	3 016	3 016	3 016	3 016
TULANGAN BAWAH	7 025	5 025	8 025	15 025
SENGKANG/BEGEL	D13 - 100	D13 - 150	D13 - 100	D13 - 150

KODE BALOK	B3B (80 x 80)		B4A (80 x 70)	
	TUMPUAN	LAPANGAN	TUMPUAN	LAPANGAN
Fc 25 MPA				
TULANGAN ATAS	12 025	6 025	9 022	5 022
TULANGAN TENGAH	3 016	3 016	2 016	2 016
TULANGAN BAWAH	6 025	11 025	5 022	9 022
SENGKANG/BEGEL	D13 - 100	D13 - 150	D13 - 100	D13 - 150

Gambar L-7.2 Pembesian Balok (2)

DOKUMEN PERENCANAAN			
NO	REVISI	TGL	TTD
PEKERJAAN			
PERENCANAAN DED PMBANGUNAN GEDUNG TOWER ITS 2 TAHUN 2021			
LOKASI PEKERJAAN			
KAMPUS INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER J.LINDEK BUNDAH, SURABAYA 60115			
KONSULTAN PERENCANA			
 GURUBEBER Engineering & Consulting Gedung 10, Jl. Raya Gubek No. 10, Gubek, Kabupaten Gubek, Jawa Barat 40132 Telp. +62 21 887371, +62 812 2222 2222			
DESAINER	 HANI ATRIHANI, ST., MT., Ph.D. NIP. 1963011981981001		
PEREKAM/TEKNIK	 PT. GURUBEBER		
DISAHKAN / DIBETUI			
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER JALAN SEPULUH NOPEMBER, SURABAYA 60115			
MENGETAHUI/MENYETUJUI			
KEPALA BOP	 HANI ATRIHANI, ST., MT., Ph.D. NIP. 1963011981981001		
REVISI/TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER	I. Rachmi Basuki, MS NIP. 1981011981981001		
REVISI/TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER	I. Mas Agus Mulyanto, M.E., Ph.D. NIP. 1963011981981001		
PERENCANA	NAMA	TTD	
A	Ajij Dugayman, ST		
S	David Dedy Syahrial, ST		
REVISI	Mulyana, ST		
DISAHKAN	Anci Setyawan A. A.M		
DIPERIKSA	Budi Wijaksana ST., MT		
JUDUL GAMBAR	SKALA	RISIKO PROJEK	
TABEL PEMBESIAN BALOK	NTS	10/08/2021	
		100% - 100%	
		SIR - 58	
FILE:		REV. / TGL	

TABEL PEMBESIAN BALOK

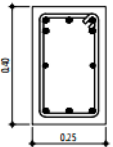
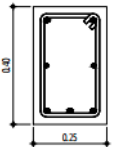
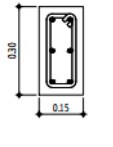
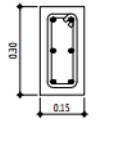

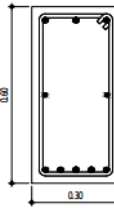
KODE BALOK	B4B (40 x 70)		B5 (35 x 65)	
	TUMPUAN	LAPANGAN	TUMPUAN	LAPANGAN
$F_c$ 25 MPA				
TULANGAN ATAS	10 D22	5 D22	6 D22	2 D22
TULANGAN TENGAH	4 D16	4 D16	2 D13	2 D13
TULANGAN BAWAH	5 D22	9 D22	3 D22	3 D22
SENGKANG/BEGEL	D13 - 100	D13 - 150	D13 - 150	D13 - 200




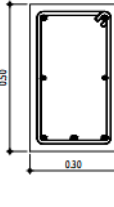
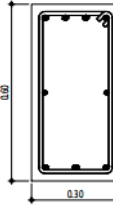
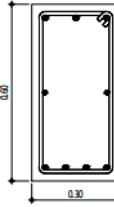
KODE BALOK	B8A (30 x 40)		B8B (30 x 40)		B8C (30 x 40)	
	TUMPUAN	LAPANGAN	TUMPUAN	LAPANGAN	TUMPUAN	LAPANGAN
$F_c$ 25 MPA						
TULANGAN ATAS	5 D16	3 D16	5 D16	2 D16	9 D16	5 D16
TULANGAN TENGAH	2 D13	2 D13	2 D13	2 D13	2 D13	2 D13
TULANGAN BAWAH	3 D16	5 D16	3 D16	4 D16	5 D16	8 D16
SENGKANG/BEGEL	D13 - 150	D13 - 200	D13 - 150	D13 - 200	D13 - 150	D13 - 200

DOKUMEN PERENCANAAN			
NO.	REVISI	TGL	TTD
PEREKAMAN PERENCANAAN DED PEMBANGUNAN GEDUNG TOWER ITS 2 TAHUN 2021			
LOKASI PEREKAMAN KAMPUS INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER J.L. RING ROAD KARAS, SURABAYA 60115			
KONSULTAN PERENCANAAN PT. SUDIRMAN CONSULTING ENGINEERS & ARCHITECTS Gedung 4, Jl. Kertanegara No. 25, Surabaya 60115 Telp. (031) 8377777 - 8377777			
DESA/DAerah PT. SUDIRMAN CONSULTING ENGINEERS & ARCHITECTS DESA/DAerah SURABAYA, ST., MT Desainer Utama			
DESA/DAerah / DESEKSI INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER KAMPUS BEKUTU TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER J. RING ROAD KARAS, SURABAYA 60115			
MENGETAHUI/MENYETUJUI DESA/DAerah  Husein Al-Ramal, ST., MT., PhD NIP. 19630910011981001			
DESA/DAerah / DESA/DAerah I. Rachmi Banih, MS NIP. 19811110011981001			
DESA/DAerah / DESA/DAerah I. Mas Agus Mulyanto, ME, PhD NIP. 19630910011981001			
	NAMA	TTD	
PERENCANA	A. Ajij Duppawman, ST		
	S. David Dedy Syahrial, ST		
	ME. Mulya, ST		
DIREKTOR	Karna Setyawan A., A.Md		
DIREKSI	Budi Wijaksana ST., MT		
JUDUL GAMBAR	SKALA	REVISI PROJEKSI	
TABEL PEMBESIAN BALOK	NTS	15/08/2021	
		REVISI/REVISI	
		518 - 99	
FILE:	REV1	DJL	

Gambar L-7.3 Pembesian Balok (3)

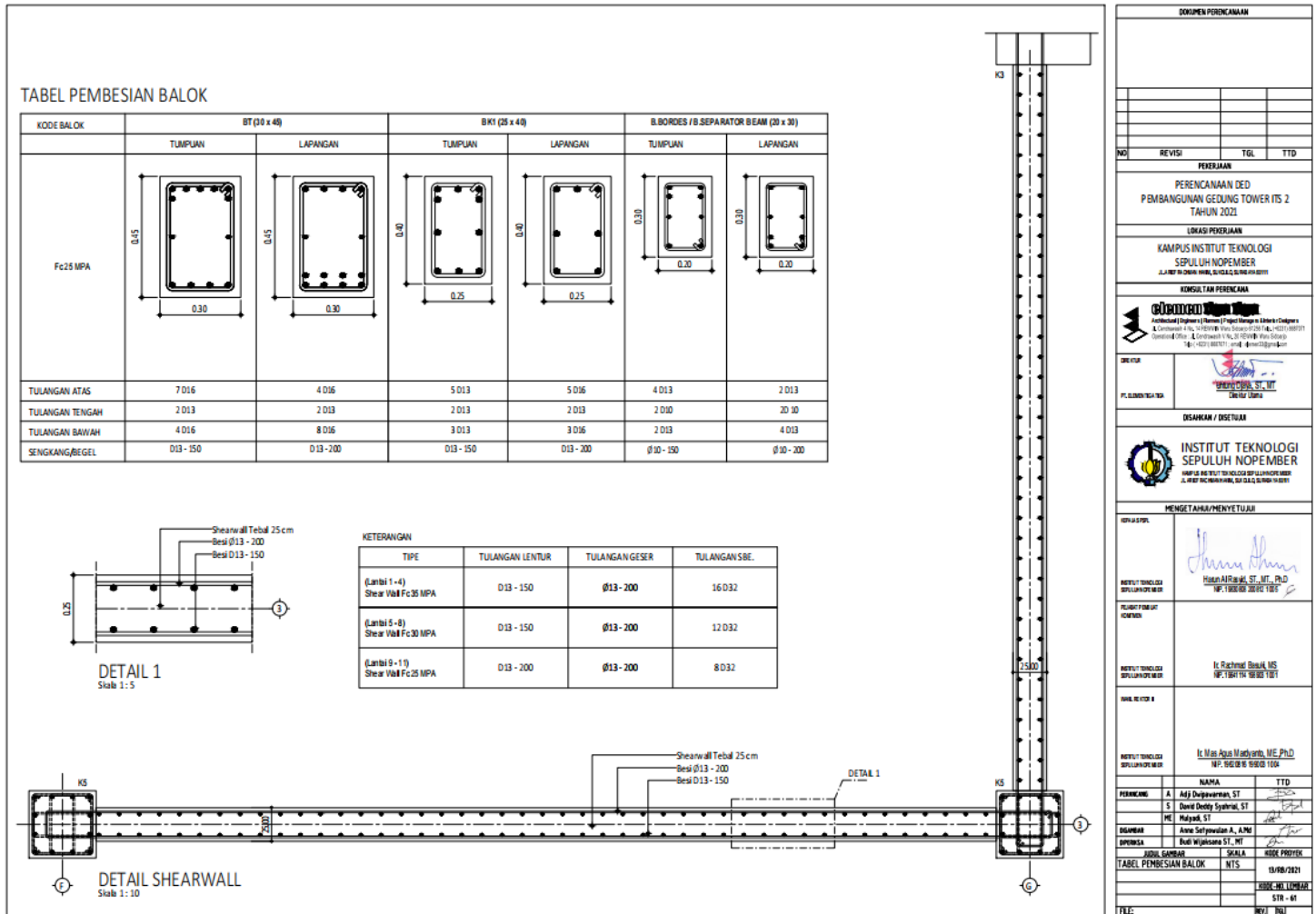
TABEL PEMBESIAN BALOK

KODE BALOK	B7 (25 x 40)		B8 (19 x 30)		BA1 (30 x 60)	
	TUMPUAN	LAPANGAN	TUMPUAN	LAPANGAN	TUMPUAN	LAPANGAN
Fc 25 MPA						
TULANGAN ATAS	5 D16	2 D16	2 D13	2 D13	7 D16	3 D16
TULANGAN TENGAH	2 D13	2 D13	2 D13	2 D13	2 D13	2 D13
TULANGAN BAWAH	3 D16	3 D16	2 D13	2 D13	4 D16	5 D16
SENGKANG/BEGEL	D13 - 150	D13 - 200	D13 - 200	D13 - 200	D13 - 150	D13 - 200

KODE BALOK	BA2 (30 x 60)		BA3 (30 x 60)		BL (30 x 60)	
	TUMPUAN	LAPANGAN	TUMPUAN	LAPANGAN	TUMPUAN	LAPANGAN
Fc 25 MPA						
TULANGAN ATAS	6 D16	3 D16	3 D16	2 D16	4 D16	3 D16
TULANGAN TENGAH	2 D13	2 D13	2 D13	2 D13	2 D13	2 D13
TULANGAN BAWAH	3 D16	4 D16	2 D16	3 D16	3 D16	4 D16
SENGKANG/BEGEL	D13 - 150	D13 - 200	D13 - 150	D13 - 200	D13 - 150	D13 - 200

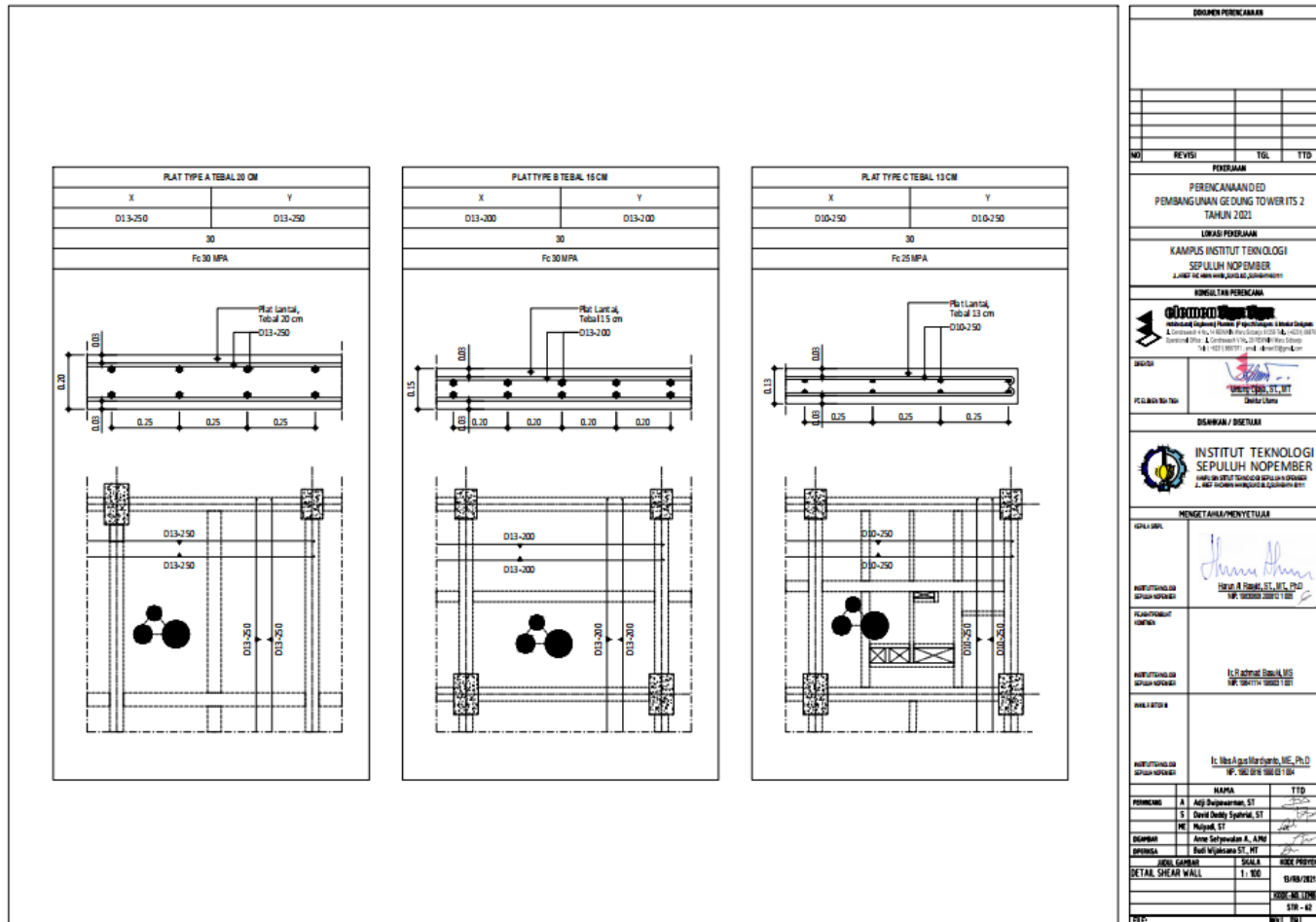
Gambar L-7.4 Pembesian Balok (4)

DOKUMEN PERENCANAAN			
NO	REVISI	TGL	TTD
PERENCANAAN DED PEMBANGUNAN GEDUNG TOWER ITS 2 TAHUN 2021			
LOKAS PERKERJAAN KAMPUS INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER J.L.10773-10000, HANGKONG, SURABAYA 60111			
KONSULTAN PERENCANAAN  PT. SIKRETEK Jl. Seleni Raya No. 10 Surabaya, Jawa Timur 60111			
DESA/DAK / BSE/TAJUK INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER J.L.10773-10000, HANGKONG, SURABAYA 60111			
MENGETAHUI/MENYETUJUI DIREKTUR  Hutan Alfaridzi, ST., Ph.D. NIP. 19630101198001001			
KEPALA BAHAS Ir. Rachmad Dhanu, MS NIP. 19620101198001001			
KEPALA BAHAS II Ir. Mas Agus Mahardani, M.E. Ph.D. NIP. 19580101198001001			
NAMA TTD			
PERENCANA	A	Adi Dwi Purwaningrum, ST	
STRUKTUR	S	David Dedy Satrio, ST	
MEKANIKA	ME	Majapahit, ST	
DISAIN		Anne Setyawan A., AMI	
REVISI		Dwi Wigatama, ST., MT.	
TABEL PEMBESIAN BALOK		SKALA	1:100
		NO. PROJEK	13/RSB/2021
		REVISI	01
		NO. TITIK	100
		NO. TITIK	100

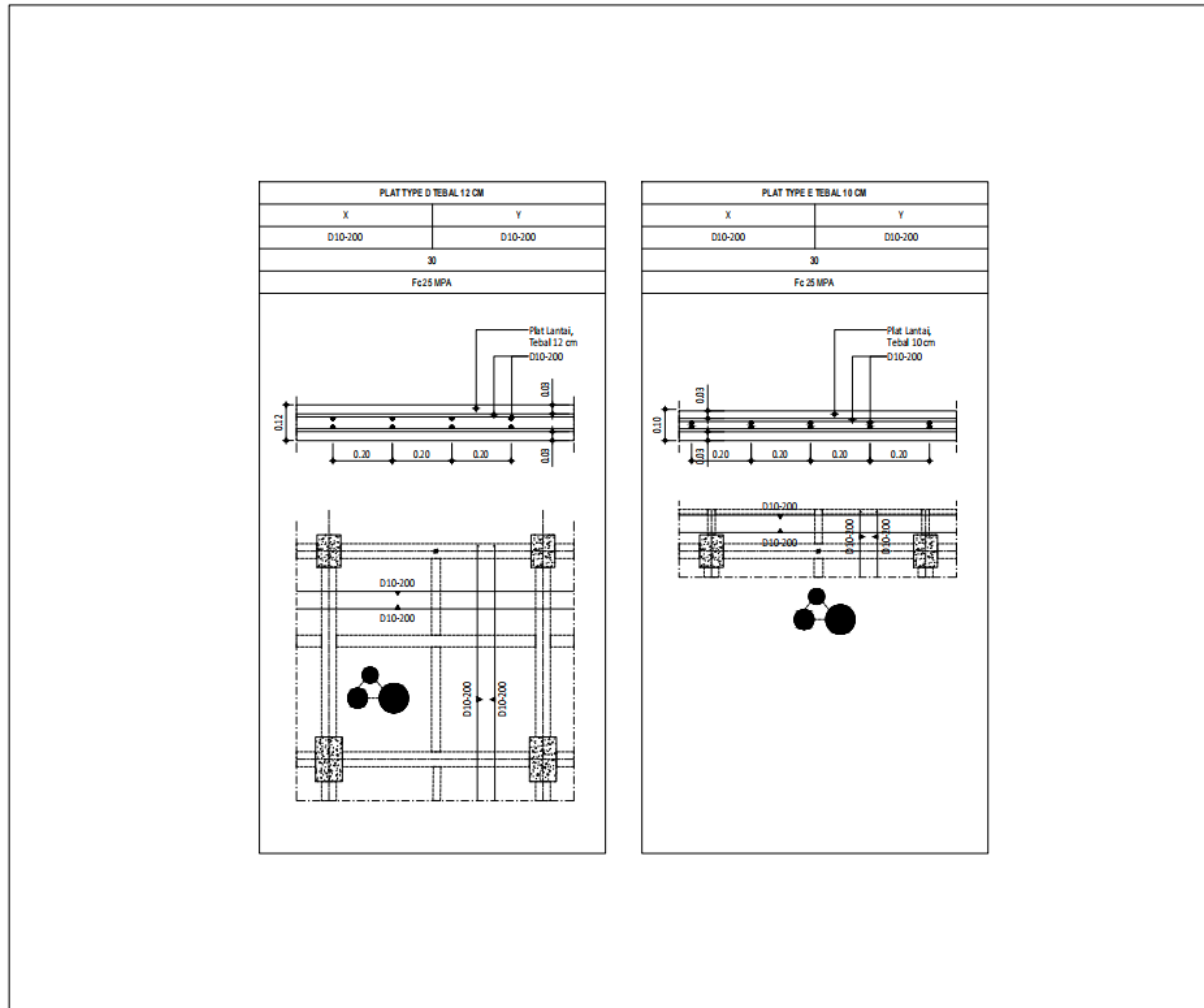


Gambar L-7.5 Pembesian Balok (5)

## Lampiran 8 Pembesian Plat



Gambar L-8.1 Pembesian Plat (1)



Gambar L-8.2 Pembesian Plat (2)

DOKUMEN PERENCANAAN			
NO	REVISI	TGL	TTD
PEKERJAAN			
PERENCANAAN DED PMBANGUNAN GEDUNG TOWER ITS 2 TAHUN 2021			
LOKASI PEKERJAAN			
KAMPUS INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER JL. WAT. POJOKREJO, KARAS, SURABAYA 60132			
KONSULTAN PERENCANAAN			
 GORINDO Engineering & Consulting Jl. GORINDO No. 100, Surabaya 60132 Telp. (031) 8321111, Fax. (031) 8321112 Email: info@gorindo.co.id, www.gorindo.co.id			
DESAINER	 P. Satrio Nugro		
DESAINAN / DISKUSI	 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER Jl. Raya ITS, Sepuluh Nopember, Surabaya 60132		
MENGETAHUI/MENYETUJUI			
REVISI 1	 Hani Afrizal, ST., MT., PhD NIP. 196301101980001		
REVISI 2	 R. Richeal Baniq, MS NIP. 196701101980001		
REVISI 3	 M. Agus Mulyanto, ME, PhD NIP. 195501101980001		
PERENCANA	NAMA	TTD	
A	Adi Dwiyantra, ST		
S	Dani Dedy Syamal, ST		
ME	Mahak, ST		
DESAINER	Ana Setyaningrum A., AM		
DISKUSI	Budi Wijaksana ST., MT		
JUDUL GAMBAR	SKALA	RISER PROFEK	
DETAIL SHEAR WALL	1 : 100	13/08/2021	
		SUDUT LUMAH	
		SIR - 02	
FILE:	REV 1/01		