

BAB V PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan, dapat disimpulkan beberapa hal berikut:

1. Pengaruh kemiringan tanah fondasi dan tinggi bangunan terhadap perilaku struktur beton bertulang ditinjau berdasarkan nilai waktu getar alami, torsi dan simpangan:

- a. Waktu getar alami

Didapatkan nilai waktu getar alami yang terbesar terjadi pada kemiringan tanah fondasi 0° ketinggian 44 m yaitu $T_{cx} = 2,965$ dan $T_{cy} = 3,049$. Hal ini menunjukkan bahwa semakin besar kemiringan tanah fondasi semakin kecil nilai waktu getar alami yang dihasilkan. Sedangkan semakin tinggi bangunan maka semakin tinggi pula nilai waktu getar alami yang dihasilkan.

- b. Torsi

Pada analisis ketidakberaturan torsi didapatkan nilai torsi arah x tidak melebihi batas yang sudah ditentukan, namun pada kemiringan 20° dan ketinggian 36 m, 40 m serta 44 m pada lantai 1 ketidakberaturan horizontal dikategorikan pada H.1b. Begitu pula dengan arah y, nilai torsi arah y tidak melebihi batas yang sudah diisyaratkan, namun pada kemiringan 20° dan ketinggian 36 m, 40 m serta 44 m pada lantai 1 serta kemiringan 10° ketinggian 40 mm dan 44 m pada lantai 1 ketidakberaturan horizontal dikategorikan pada kategori H.1b.

- c. Simpangan

Pada analisis simpangan didapatkan nilai simpangan arah x dan arah y pada ketinggian 36 m lebih kecil dari pada ketinggian 40 m dan 44 m. Selain itu, semakin miring tanah fondasi maka semakin kecil nilai simpangan yang didapatkan. Hal ini menunjukkan bahwa semakin berkurang tinggi bangunan dan semakin miring tanah fondasi maka semakin kecil nilai simpangan yang dihasilkan. Dalam hal ini nilai

simpangan terbesar yang didapatkan adalah 48,642 mm untuk arah x dan 64,471 mm untuk arah y.

2. Pada analisis gaya dalam didapatkan nilai gaya aksial dan momen paling besar berada pada kemiringan 0° dan ketinggian 44 m yaitu 2288,9531 kN untuk gaya aksial dan 1334,9309 kNm untuk momen. Hal ini menunjukkan bahwa semakin miring bangunan dan semakin pendek bangunan maka semakin kecil nilai gaya aksial dan momen yang didapatkan. Hal ini dikarenakan adanya perpanjangan dan perpendekan kolom akibat kemiringan tanah serta massa dan beban yang bekerja pada bangunan berkurang.
3. Nilai simpangan untuk semua model bangunan dengan variasi 0° , 10° , 20° serta ketinggian 36 m, 40 m dan 44 m tidak melebihi nilai *drift limit* yaitu 80 mm, 51,788 mm dan 21,764 mm.

5.2. Saran

Berdasarkan penjelasan dan analisis yang telah dilakukan, penulis memberikan saran sebagai bahan untuk melakukan penelitian selanjutnya:

1. Untuk penelitian selanjutnya, disarankan untuk menganalisis level kinerja struktur untuk mengetahui tingkat kerusakan.
2. Penelitian selanjutnya dapat menambah variasi kemiringan fondasi dan ketinggian bangunan yang digunakan.
3. Penelitian selanjutnya dapat menggunakan model bangunan yang berbeda namun tetap mengacu pada lokasi lereng atau kondisi tanah fondasi yang tidak rata.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, (2018), *Machine – Room – Less Elevators*, ([Machine-Room-Less Elevators | Elevator Basics | TOSHIBA ELEVATOR AND BUILDING SYSTEMS CORPORATION \(toshiba-elevator.co.jp\)](https://www.toshiba-elevator.co.jp)), diakses pada 10 Juni 2023 pukul 20.00.
- Asroni, (2010), *Balok Pelat Beton Bertulang*, Surakarta: Graha Ilmu.
- Badan Standarisasi Nasional, (2019), *Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung, SNI 1726:2019*, Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Badan Standarisasi Nasional, (2019), *Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung Dan Penjelasan, SNI 2847:2019*, Jakarta: Indonesia.
- Badan Standarisasi Nasional, (2017), *Beban Minimum Untuk Perancangan Bangunan Gedung Dan Struktur Lain, SNI 1727:2017*, Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Badan Standarisasi Nasional, (1989), *Pedoman Perencanaan Pembebanan untuk Rumah dan Gedung, SNI 03-1727-1999*, Jakarta, Indonesia.
- Fatimutuzzahrah, Didik, Bahtiar, (2020), *Analisis Periodisitas Gempa Bumi di Wilayah Kabupaten Lombok Barat Dengan Menggunakan Metode Statistik dan Transformasi Wavelet*, JURNAL FISIKA DAN APLIKASINYA: Volume 16, Nomor 1, 2020.
- Fransisca, (2021), *Inilah 5 Destinasi Pariwisata Super Prioritas Indonesia*, ([Inilah 5 Destinasi Pariwisata Super Prioritas Indonesia \(goodnewsfromindonesia.id\)](https://www.goodnewsfromindonesia.id)), diakses pada 13 Juni 2023 pukul 00.20.
- Lashari, (2011), *Memilih Lokasi Untuk Bangunan Pada Lereng Perbukitan Aman Longsor (Studi Kasus di Sekaran Semarang)*, TEKNIK SIPIL & PERENCANAAN: Nomor 1 Volume 13 -Januari 2011, hal: 1-8.

Putra, A. U, (2022), *Pengaruh Kemiringan Tanah Fondasi Terhadap Perilaku Struktur Beton Bertulang Pada Bangunan Tinggi Seragam Akibat Beban Gempa*, Mataram: Universitas Muhammadiyah Mataram.

Pujianto, Muslih, Surjandri, (2017), *Analisis Pengaruh Beban Gempa Terhadap Stabilitas Lereng di Desa Sendangmulyo, Tirtomoto, Wonogiri*, eJurnalMATRIKS: TEKNIK SIPIL/Maret 2017/206.



Lampiran 1
Pembebanan Model 0 Derajat
Ketinggian 36 M

I. PERHITUNGAN PEMBEBANAN

1.1 Beban Gravitasi

Beban gravitasi yang digunakan adalah berdasarkan SNI 1727: 2020, yaitu Beban minimum untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lain. Beban gravitasi dalam perencanaan meliputi :

- Beban mati berat sendiri (*dead load*)
- Beban mati tambahan, SIDL (*super imposed dead load*)
- Beban hidup, LL (*live load*), dan
- Beban hidup atap, La

1.1.1 Beban Mati Akibat Berat Sendiri (DL)

Beban mati (dead load) adalah berat seluruh komponen elemen struktural bangunan yang terdiri atas pelat, balok, kolom, dan dinding geser. Beban mati akan dihitung secara otomatis oleh peranti lunak ETABS dengan menggunakan berat jenis material beton 24 kN/m³ dan berat jenis tulangan 78,50 kN/m³.

Tabel 1.1 Daftar Berat Sendiri Material

Material	Berat Volume	
	kN/m ³	kg/m ³
Beton (tidak bertulang)	22	2200
Beton bertulang	24 -25	2400 - 2500
Baja	78,5	7850
Mata merah	17	1700
Adukan semen	20 - 21	2000 - 2100
Air	10	1000
Tanah (umum)	17 - 18	1700 - 1800
Pasir kering	16	1600
Pasir jenuh	18	1800
Kayu (klas I)	10	1000
Aspal	14	1400

1.1.2 Beban Mati Tambahan (SIDL)

Tabel 1.2 Daftar Beban Mati Sebagai Beban Mati Tambahan

Material	Berat Volume	
	kN/m ³	kg/m ³
Atap :		
Genteng keramik (reng + kasau)	0,5	50
Atap metal 1mm (reng + kasau)	0,1	10
Dek Beton (screed)		
Plafon, ceiling, langit-langit	0,18	18
Finising lantai :		
Keramik (+ screed/adukan semen)	1,5	150
Raised floor (+ carpet)	0,2	20
Dinding :		
Pasangan bata merah satu batu	4,5	450
Pasangan bata merah setengah batu	2,5	250
Batako berlubang, t 10 cm	1,2	120
Batako berlubang, t 20 cm	2	200
Batako tanpa lubang, t 15 cm	3	300
Batako berlubang, t 10 cm	2	200
Hebel 10 cm + render	1	100
Hebel 12.5 cm + render	1,2	120
Celcon 10 cm + render	1,5	150
Celcon 12.5 cm + render	1,7	170

Beban mati tambahan lantai

- Keramik (+ screed/adukan semen)	=	1,50	kN/m ²
- Berat plafond + penggantung	=	0,18	kN/m ²
- Berat Instalasi ME	=	0,20	kN/m ²
Total beban mati tambahan q_{DL}	=	1,88	kN/m²
dipakai q_{DL}	=	1,88	kN/m²

Beban mati tambahan dinding bata lantai 2 ke lantai 7

-Pasangan dinding 1/2 bata	=	2,50	kN/m ²
-Tinggi dinding	=	4,00	m
Total beban mati tambahan q_{DL}	=	10,00	kN/m ²
dipakai q_{DL}	=	10,00	kN/m ²

Beban mati tambahan dinding bata pada sisi tangga

-Pasangan dinding 1/2 bata	=	2,50	kN/m ²
-Tinggi dinding	=	2,00	m
Total beban mati tambahan q_{DL}	=	5,00	kN/m ²
dipakai q_{DL}	=	5,00	kN/m ²

Beban mati tambahan dak atap

-Berat plapond + penggantung	=	0,18	kN/m ²
-Berat Instalasi ME	=	0,20	kN/m ²
Total beban mati tambahan q_{DL}	=	0,38	kN/m ²
dipakai q_{DL}	=	0,38	kN/m ²

Beban mati tambahan lift

-Pu Berat Lift	=	2000	
-Berat beban Lift	=	1000	
-Berat mesin	=	258	
Total beban mati tambahan q_{DL}	=	3258	Kg
dipakai q_{DL}	=	32,58	kN

► Specifications of passenger elevator without machine room

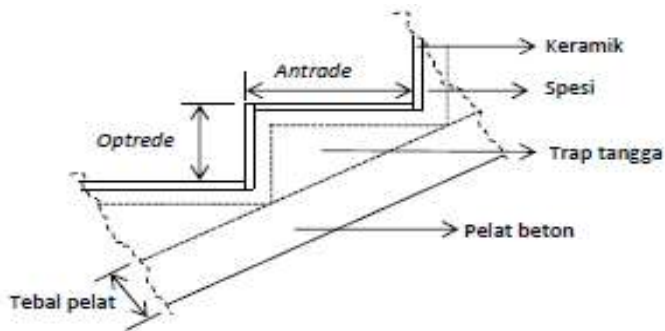
Note: Standard first floor height 4m, other floors 3m

KG Load	m/s Speed	Car size mm			Opening size mm		Hoistway size mm				Highest floors	Highest rise height m
		CW	CD	CH	OP	OPH	HW	HD	K	S		
630	1	1100	1400	2380	700	2100	1750	1800	4150	1400	15	50
	1.5				800	4300	1500		24	80		
	1.75				800	4400	1550		24	80		
800	1	1400	1400	2380	800	2100	2050	1800	4150	1400	15	50
	1.5								4300	1500	24	80
	1.75								4400	1550	24	80
1000	1	1600	1400	2380	900	2100	2250	1800	4150	1400	15	50
	1.5								4300	1500	24	80
	1.75								4400	1550	24	80
1150	1	1600	1600	2500	900	2100	2400	2000	4250	1550	15	50
	1.5								4400	1700	24	80
	1.75								4500	1700	32	95
1350	1	2000	1500	2500	1100	2100	3000	2100	4550	1700	15	50
	1.5								4650	1750	24	80
	1.75								4700	1800	32	95
1600	1	2000	1700	2500	1100	2100	3000	2200	4550	1700	15	50
	1.5								4650	1750	24	80
	1.75								4700	1800	32	95

Note: The drawings and specifications are only for your reference, final order please confirm with LARSSON

Beban mati tambahan Tangga

Beban pada tangga meliputi beban mati berupa antrede, optrede, dan finising berupa pasangan keramik. Data teknis tangga dalam perencanaan sebagai berikut



Keterangan :

Langkah datar (<i>antrade</i>)	=	300	mm
Langkah naik (<i>Optrede</i>)	=	200	mm
Jumlah total	=	12	bh

1. Beban mati tambahan pada plat tangga

Berat finising lantai (spesi + keramik) tebal 5 cm

Spesi + Keramik	=	22	kN/m ²
Tebal	=	0,05	m
Total Berat finising lantai qDL	=	1,1	kN/m ²

Beban mati trap beton

0,07 x 0,2 x 24	=	0,336	kN/m ²
-----------------	---	-------	-------------------

Berat dinding pegangan (handrill)

1,2 x 2,5 / 2	=	1,5	kN/m ²
Total beban mati tambahan pada plat tangga qDL	=	2,936	kN/m ²

2. Beban mati tambahan pada Plat Bordes

Berat finising lantai (spesi + keramik) tebal 5 cm

Spesi + Keramik	=	22	kN/m ²
Tebal	=	0,05	m
Total beban mati tambahan pada plat bordes	=	1,1	kN/m ²

Berat dinding pegangan (handrill)

1,2 x 2,5 / 2	=	1,5	kN/m ²
qDL	=	2,6	kN/m ²

1.2 Beban Hidup (*Load Live*)

Beban hidup atau live load adalah beban yang terjadi akibat penghunian atau penggunaan gedung yang berasal dari barang atau orang yang dapat berpindah tempat sehingga mengakibatkan perubahan dalam pembebanan lantai dan atap. Berdasarkan SNI 1727 : 2020 untuk beban hidup gedung, beban hidup dapat di reduksi, yakni faktor elemen diambil 3 karena masuk golongan kolom-kolom tepi dengan plat kantilever. Misalnya area tributari kolom terbesar berapa sebagai acuan reduksi beban hidup.

$$L = L_o \left(0,25 + \frac{4,57}{\sqrt{K_{LL} A_T}} \right)$$

dimana :

L = beban hidup rencana reduksi per m² dari luasan yang didukung oleh komponen struktur

L_o = beban hidup rencana tanpa reduksi per m² dari luasan yang didukung oleh komponen struktur

K_{LL} = faktor luas tributari m² A_T = luas tributari m²

Syarat :

L tidak boleh kurang dari 0.5 L_o untuk komponen struktur yang mendukung satu lantai dan L tidak boleh kurang dari 0.4 L_o untuk komponen struktur yang mendukung dua lantai atau lebih dari dua lantai

Tabel 1.3 Faktor Elemen Beban Hidup, K_{LL}

Elemen	K _{LL} ^a
Kolom interior	4
Kolom eksterior tanpa slab kantilever	4
Kolom tepi dengan slab kantilever	3
Kolom sudut dengan slab kantilever	2
Balok tepi tanpa slab kantilever	2
Balok interior	2
Semua komponen struktur yang tidak disebut diatas:	
Balok tepi dengan slab kantilever	
Balok kantilever	
Slab satu arah	1
Slab dua arah	
Komponen struktur tanpa ketentuan-ketentuan untuk penyaluran geser menerus tegak lurus terhadap bentangnya	

^a Selain nilai di atas, K_{LL} diizinkan dihitung tersendiri.

Tabel 1.4 Rekapitulasi beban hidup (*Load Live*)

Beban sesuai fungsi ruang	Berat per luasan	
	kN/m ³	kg/m ³
Beban hidup ruang kantor	2,4	2400
Beban hidup ruang komputer	4,79	4790
Koridor di atas lantai pertama	3,83	3830
Koridor lantai pertama	4,79	4790
Beban hidup ruang operasi, Laboratorium	2,87	2870
Beban hidup ruang pasien	1,92	1920
Helipad, Helikopter dengan berat lepas landas lebih dari 3000 lb (13.35 kN)	2,87	2870
Beban hidup koridor di atas lantai pertama	3,83	3830
Ruang penyimpanan	7,18	7180
Beban hidup tangga sebesar	4,79	4790
Beban hidup dak sebesar	0,96	960
Beban hidup ruang pertemuan sebesar	4,79	4790
Beban hidup lantai parkir sebesar	1,92	1920
Beban hidup lantai parkir terpusat sebesar	13,35	13350
Beban hidup ruang mesin lift	7,18	7180
Semua ruang kecuali tangga (Apartemen)	1,92	1920

1.3 Beban Gempa

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

1.3.1 Tahapan analisa gempa pada bangunan gedung

1. Menentukan kategori resiko bangunan gedung (I-IV)

SNI 1276 : 2019, Tabel 3- Kategori risiko bangunan gedung dan non gedung untuk beban Gempa

Jenis pemanfaatan:

Gedung apartemen / Rumah Susun

2. Menentukan faktor keutamaan gempa

SNI 1726:2019, Tabel 4 - Faktor keutamaan gempa

Kategori risiko :

II

Faktor keutamaan Gempa, Ie :

1

3. Menentukan parameter percepatan tanah (S_s , S_1)

SNI 1726:2019, Gambar 15-Parameter gerak tanah S_s , gempa maksimum yang dipertimbangkan risiko-tertarget (MCER) wilayah Indonesia untuk spektrum respon 0,2 detik (redaman kritis 5%)

Berdasarkan Peta di atas Pulau Lombok mempunyai Parameter gerak tanah S_s , gempa maksimum yang dipertimbangkan risiko-tertarget (MCER) wilayah Indonesia untuk spektrum respon 0,2 detik

(redaman kritis 5%) adalah : $S_s = 1.0 - 1.20 g$

1,105700

Berdasarkan Peta di atas Pulau Lombok mempunyai Parameter gerak tanah S_1 , gempa maksimum yang dipertimbangkan risiko-tertarget (MCER) wilayah Indonesia untuk spektrum respon 1,0 detik

(redaman kritis 5%) adalah : $S_1 = 0.40 - 0.50 g$

0,438500

4. Menentukan klasifikasi situs (SA - SF)

Klasifikasi situs ditetapkan sebagai SA (batuan keras), SB (batuan), SC (tanah keras), SD (tanah sedang), SE (tanah lunak) dan SF (tanah khusus). Apabila untuk tebal lapisan setebal maksimum 30 m paling atas dipenuhi syarat-syarat yang tercantum dalam standar peraturan gempa.

Lihat SNI 1276 : 2019, Tabel 5- Klasifikasi Situs

SE (Tanah Lunak)

5. Menentukan Koefisien Situs (F_a , F_v)

Lihat di SNI 1276 : 2019, Tabel 6 - Koefisien Situs, F_a

1,015440

S_s	F_a	INTERPOLASI F_a
1	1,1	
1,25	0,9	
1,1057	1,01544	

Lihat di SNI 1276 : 2019, Tabel 7 - Koefisien Situs, F_v

2,323

S_1	F_v	INTERPOLASI F_v
0,4	2,4	
0,5	2,2	
0,4385	2,323	

6. Menghitung Parameter Percepatan desain (Sds, Sd1)

Parameter Respon Spektral Percepatan Periode Pendek

$$SMS = F_a * S_s \quad SMS = 1,122772008$$

Parameter Respon Spektral Percepatan Periode 1 sec

$$SM1 = F_v * S1 \quad SM1 = 1,0186355$$

Parameter Respon Spektral Percepatan Desain Periode Pendek

$$SDS = (2/3) * SMS \quad SDS = 0,748514672$$

Parameter Respon Spektral Percepatan Desain Periode 1 sec

$$SD1 = (2/3) * SM1 \quad SD1 = 0,679090333$$

Dalam mendapatkan data gempa dalam perencanaan ini bangunan ini seperti urutan langkah-langkah di atas, menggunakan software Puskim-PusGeN-ESRC, 2019-2020 dengan menginput data koordinat pada lokasi proyek

Aplikasi Spektrum Respons Desain Indonesia 2021
© 2021 PusGeN, DBTTP, Ditjen Cipta Karya, Kementerian PUPR
Requirement : Windows 8/10, VGA Screen 800x600

Tim Pengarah Aplikasi:

Ir. Dian Irawati, M.T. (Direktur Bina Teknik Permukiman dan Perumahan, KEMENTERIAN PUPR)
Prof. Masyhur Irsyam, MSE, Ph.D (HATTI, ITB, AIPi)
Prof. Indra Djati Sidi (ITB)
Prof. Wayan Sengara MSCE Ph.D (AARGI, ITB)
Ir. Lutfi Faizal (DBTTP – Kementerian PUPR)
Dr. M. Asrurifak (HATTI, ISTN)
Dr. Ir. Windu Partono, MSc. (UNDIP)

Dr. Ir. Mohammad Ridwan (DBTTP – Kementerian PUPR)

Tim Pengembangan Aplikasi :

Dr. Ir. Nathan Madutujuh, M.Sc.
James Asrah Immanuel, S.Kom
I Ketut Adi Wicaksana, S.Kom

Tim IT:

Junjun Muhammad Junjuna, ST. (DBTTP – Kementerian PUPR)
Anindwiyani Dian Panduwijaya, A.Md. (DBTTP – Kementerian PUPR)

Aplikasi ini mengacu pada Peta Sumber dan Bahaya Gempa Indonesia Tahun 2017 yang disusun oleh Tim Pusat Studi Gempa

Keterangan :

- Nilai Spektrum Respons Desain Indonesia pada aplikasi ini khusus untuk perhitungan pada bangunan saja sesuai SNI 1726:2019.
- Untuk nilai Spektrum Respons Desain di area dengan spektrum respon percepatan konstan sampai yang berdekatan dengan sesar aktif, harus dilakukan pengecekan.
 - Seluruh akibat dari penggunaan hasil aplikasi ini adalah tanggung jawab penuh dari pengguna masing-masing.
- Link website rsapuskim2019.litbang.pu.go.id mengenai Desain Respon Spektra direvisi menjadi link rsa.ciptakarya.pu.go.id

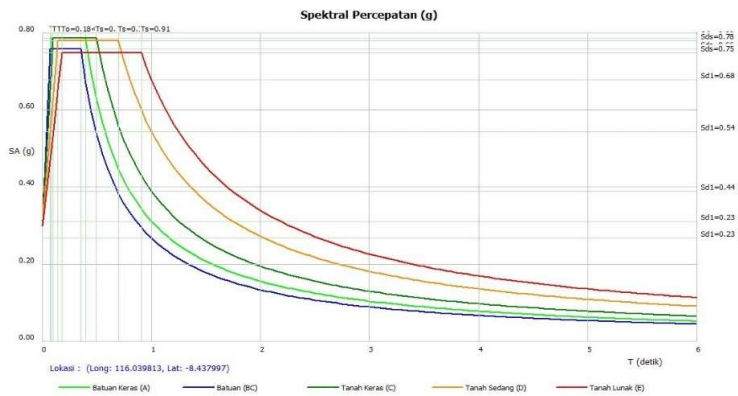
7. Parameter percepatan respon gempa

Untuk berbagai variabel respon gempa, harus disesuaikan dengan lokasi bangunan yang ditinjau, adapun parameter yang didapat dari Desain Spektara Indonesia untuk lokasi kegiatan pembangunan adalah sebagai berikut :

Area lokasi Gedung

Latitude : -8,437997

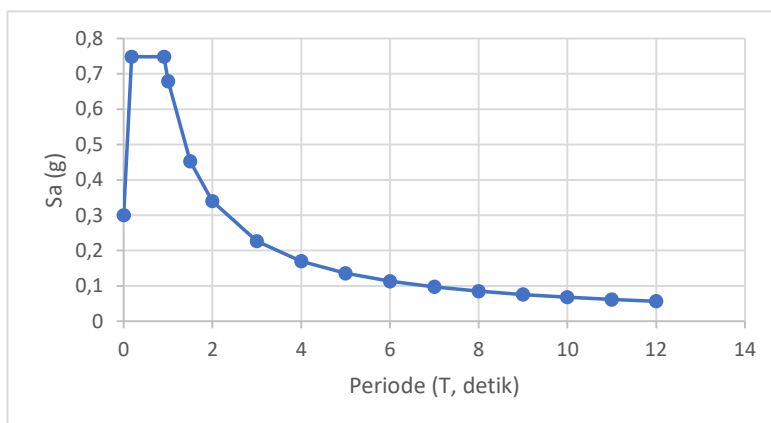
Longitude : 116,03982



Gambar 1.1 . Spektrum Respon Desain dari Situs Sesuai Koordinat Lokasi
 Dari data grafik, dipakai acuan respon desain "Tanah Lunak"

Tabel 1.5 Respon Desain

BATUAN	TANAH SEDANG (D)	
Variabel	Nilai	Satuan
PGA (g)	0,479205	g
SS (g)	1,105700	g
S1 (g)	0,438500	g
SMS (g)	1,122772	g
SM1 (g)	1,018636	g
SDS (g)	0,748515	dt
SD1 (g)	0,679090	dt



Gambar 1.2 Spektrum Respon Desain dari Situs Sesuai Koordinat Tanah Lunak

Results: Tabel dibawah ini merupakan Parameter untuk membuat Grafik Desain Spektra Indonesia:

Kelas

SE - Tanah Lunak

Rentang T(s)

Value: 12

PGA MCEg

0,4792

(g) bedrock

SS MCEr

1,1057

(g) bedrock

S1 MCEr

0,4385

(g) bedrock

TL

12

Detik

T0(detik)	Ts(detik)	Sds(g)	Sd1(g)
0,18	0,91	0,75	0,68

8. Menentukan Kategori desain Seismik, KDS (A-F)

Tabel 1.6. SNI 1276 : 2019, Tabel 8 - Kategori seismik berdasarkan parameter respon percepatan pada periode pendek

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

Tabel 1.7. SNI 1276 : 2019, Tabel 9 - Kategori seismik berdasarkan parameter respon percepatan pada periode 1 detik

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

Berdasarkan data :

SDS = 0,7485147

SD1 = 0,6790903

Maka kategori desain seismik (KDS) yang dipakai adalah

D

9. Menentukan Sistem dan Parameter Struktur (R, Cd, Wo)

Tabel 1.8. SNI 1276 : 2019, Tabel 12 - Kfaktor R, Cd, Wo untuk sistem pemikul gaya seismik

23. Dinding rangka ringan (baja canal dingin) yang dilapisi dengan panel struktur kayu yang dimaksudkan untuk tahanan geser, atau dengan lembaran baja	7	2½	4½	TB	TB	22	22	22
24. Dinding rangka ringan dengan panel geser dari semua material lainnya	2½	2½	2½	TB	TB	10	TB	TB
25. Rangka baja dengan bresing terkekang terhadap tekuk	8	2½	5	TB	TB	48	48	30
26. Dinding geser pelat baja khusus	7	2	6	TB	TB	48	48	30
C. Sistem rangka pemikul momen								
1. Rangka baja pemikul momen khusus	8	3	5½	TB	TB	TB	TB	TB
2. Rangka batang baja pemikul momen khusus	7	3	5½	TB	TB	48	30	TI
3. Rangka baja pemikul momen menengah	4½	3	4	TB	TB	10 ^k	TI ^k	TI ^k
4. Rangka baja pemikul momen biasa	3½	3	3	TB	TB	TI ^l	TI ^l	TI ^l
5. Rangka beton bertulang pemikul momen khusus ^m	8	3	5½	TB	TB	TB	TB	TB
6. Rangka beton bertulang pemikul momen menengah	5	3	4½	TB	TB	TI	TI	TI
7. Rangka beton bertulang pemikul momen biasa	3	3	2½	TB	TI	TI	TI	TI
8. Rangka baja dan beton komposit pemikul momen khusus	8	3	5½	TB	TB	TB	TB	TB
9. Rangka baja dan beton komposit pemikul momen menengah	5	3	4½	TB	TB	TI	TI	TI
10. Rangka baja dan beton komposit terkekang parsial pemikul momen	6	3	5½	48	48	30	TI	TI
11. Rangka baja dan beton komposit pemikul momen biasa	3	3	2½	TB	TI	TI	TI	TI
12. Rangka baja canal dingin pemikul momen khusus dengan pembautan ⁿ	3½	3 ^o	3½	10	10	10	10	10
D. Sistem ganda dengan rangka pemikul momen khusus yang mampu menahan paling sedikit 25 % gaya seismik yang ditetapkan								
1. Rangka baja dengan bresing eksentris	8	2½	4	TB	TB	TB	TB	TB

Pemilihan Sistem Struktur

Rangka beton bertulang pemikul momen khusus		
Koefisien Modifikasi Respon	R	8
Faktor Kuat Lebih Sistem	Ω_0	3
Koefisien Amplifikasi Defleksi	C_d	5,5

CATATAN

- ^a Koefisien modifikasi respons, *R*, untuk penggunaan pada keseluruhan standar. Nilai *R* mereduksi gaya ke level kekuatan bukan pada level tegangan izin.
- ^b Jika nilai pada tabel faktor kuat lebih, Ω_0 , lebih besar atau sama dengan 2,5, maka Ω_0 diizinkan untuk direduksi setengah untuk struktur dengan diafragma fleksibel.
- ^c Faktor pembesaran simpangan lateral, *C_d*, untuk penggunaan dalam 0, 0, dan 0
- ^d TB = Tidak Dibatasi dan TI = Tidak Diizinkan.
- ^e Lihat 7.2.5.4 untuk penjelasan sistem pemikul gaya seismik yang dibatasi sampai bangunan dengan ketinggian 72 m atau kurang.
- ^f Lihat 7.2.5.4 untuk sistem pemikul gaya seismik yang dibatasi sampai bangunan dengan ketinggian 48 m atau kurang.
- ^g Dinding geser didefinisikan sebagai dinding struktural.
- ^h Definisi "Dinding Struktural Khusus", termasuk konstruksi pracetak dan cor di tempat.
- ⁱ Penambahan ketinggian sampai 13,7 m diizinkan untuk fasilitas gudang penyimpanan satu tingkat.
- ^j Rangka baja dengan bresing konsentrik biasa diizinkan pada bangunan satu tingkat sampai ketinggian 18 m di mana beban mati atap tidak melebihi 0,96 kN/m² dan pada struktur griya tawang (*penthouse*).
- ^k Lihat 0 untuk struktur yang dikenai kategori desain seismik D, E, atau F.
- ^l Lihat 0 untuk struktur yang dikenai kategori desain seismik D, E, atau F.
- ^m Definisi "Rangka Momen Khusus", termasuk konstruksi pracetak dan cor di tempat.

10. Periode Fundamental Struktur

Tabel 1.9. SNI 1276 : 2019, Tabel 17 Koefisien untuk batas pada perioda 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

Tabel 1.10. SNI 1276 : 2019, Tabel 18 Nilai parameter periode pendekatan C_t dan x

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

Tipe Struktur

Semua Sistem Struktur Lainnya		
Koefisien C_t	C_t	0,0488
Tinggi Bangunan dari Muka Tanah	h_n	36
Koefisien x	x	0,75
Koefisien Batas Atas untuk Periode Terhitung	C_u	1,4
Ekspone yang terkait periode struktur Arah X	K_x	1,252
Ekspone yang terkait periode struktur Arah Y	K_y	1,252
Periode Fundamental (Perhitungan Software) Arah	T_{cx}	2,527
Periode Fundamental (Perhitungan Software) Arah Tcy	T_{cy}	2,622
Periode Fundamental Pendekatan	$T_a = C_t \cdot h_n^x$	0,717
Batas Atas Periode Fundamental	$C_u \cdot T_a$	1,004

$$C_t \cdot h_n^x < T_{\text{program}} < T_a \cdot C_u$$

Periode Fundamental Struktur Arah X Pakai

T_x	1,004
T_y	1,004

Periode Fundamental Struktur Arah Y Pakai

11. Gaya Geser Dasar Dan Seismik

Koefisien Respons Seismik	$C_s = SDS / (R/I_e)$	0,0936	
Batas Atas Arah X	$C_{s,max,X} = SD1 / T_x (R/I_e)$	0,0845	
Batas Atas Arah Y	$C_{s,max,Y} = SD1 / T_y (R/I_e)$	0,0845	
Batas Bawah	$C_{s,min,1} (0.044 SDS I_e \geq 0.01)$	0,0329	
Batas Bawah (dipakai jika $S1 \geq 0,6 g$)	$C_{s,min,2} (0.5 S1 / (R/I_e))$	0,0274	
Koef. Respons Seismik Pakai Arah x	$C_{s,pakai,X}$	0,0845	
Koef. Respons Seismik Pakai Arah y	$C_{s,pakai,Y}$	0,0845	
Berat Seismik Efektif	W	60528,7075	kN
Gaya Geser Dasar Seismik Arah X	$V X = C_s \text{ pakai } x * W$	5117,1038	kN
Gaya Geser Dasar Seismik Arah Y	$V Y = C_s \text{ pakai } y * W$	5117,1038	kN
Gaya Geser Statik (ETABS) Arah X	$V_e X$	-5117,4741	kN
Gaya Geser Statik (ETABS) Arah Y	$V_e Y$	-5117,4741	kN

Tabel 1.11 Distribusi Gaya Gempa Statik Ekuivalen Tiap Lantai Arah x

Lantai	Massa (Wi)	hi	Kx	W _i h _i ^k	C _v	F _x
	(Kg)	(m)		(Kgf-m)		(KN)
Atap	260179	36	1,252	23111991,5	0,0925	473,1822171
Lt 8	706970	32		54190158,8	0,2168	1109,459543
Lt 7	722261	28		46838709,1	0,1874	958,9500013
Lt 6	730910	24		39079949,8	0,1564	800,1014245
Lt 5	740308	20		31503853,8	0,1260	644,9925964
Lt 4	740308	16		23824717,1	0,0953	487,7741694
Lt 3	749740	12		16830489,6	0,0673	344,5781996
Lt 2	759921	8		10267857,3	0,0411	210,2184697
Lt 1	756361	4		4290786,21	0,0172	87,84719992
Total	6166960			249938513		5117,10

Tabel 1.12. Distribusi Gaya Gempa Statik Ekuivalen Tiap Lantai Arah y

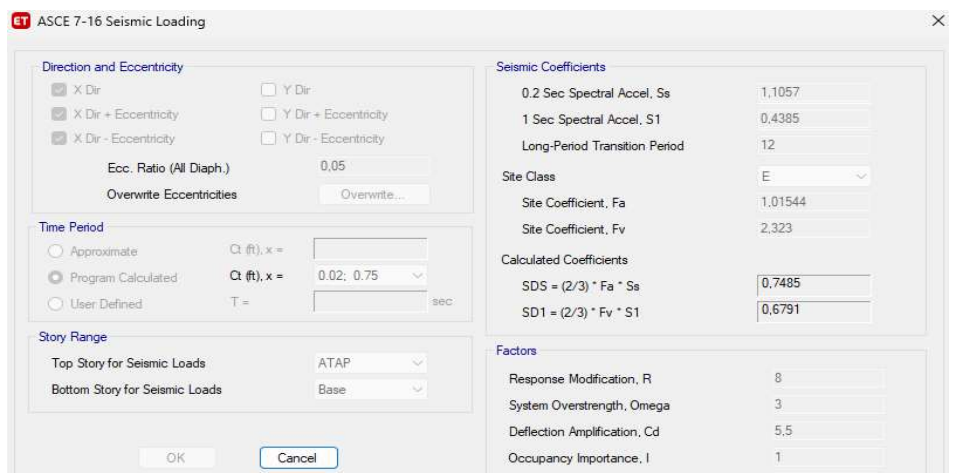
Lantai	Massa (Wi)	hi	Kx	W _i h _i ^k	C _v	F _y
	(Kg)	(m)		(Kgf-m)		(KN)
Atap	260179	36	1,252	23111991,5	0,0925	473,182
Lt 8	706970	32		54190158,8	0,2168	1109,460
Lt 7	722261	28		46838709,1	0,1874	958,950
Lt 6	730910	24		39079949,8	0,1564	800,101
Lt 5	740308	20		31503853,8	0,1260	644,993
Lt 4	740308	16		23824717,1	0,0953	487,774
Lt 3	749740	12		16830489,6	0,0673	344,578
Lt 2	759921	8		10267857,3	0,0411	210,218
Lt 1	756361	4		4290786,21	0,0172	87,847
Total	6166960				249938513	

Untuk menghitung nilai F, C_v dan V_x bisa menggunakan Persamaan berikut :

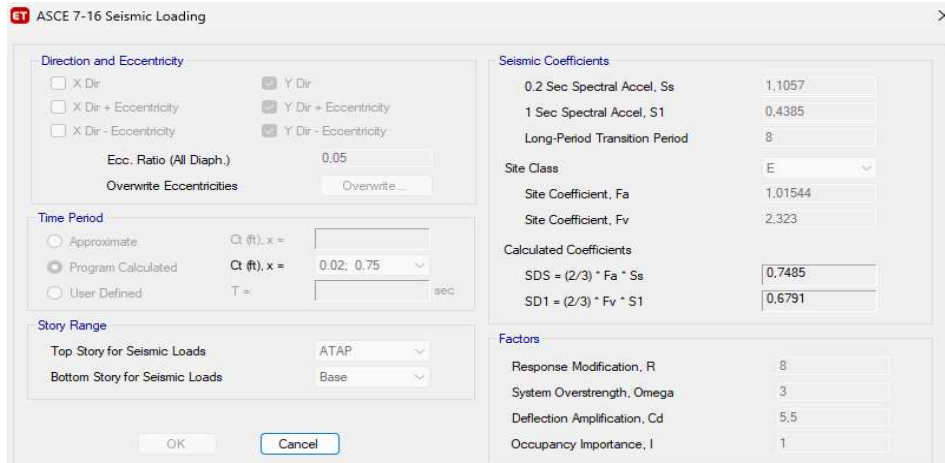
$$C_v = \frac{w_i h_i^k}{\sum_{i=1}^n w_i h_i^k} \quad F = C_v \times V, \quad V_x = \sum_{i=x}^n F_i$$

Beban Gempa statik ekuivalen dihitung otomatis dalam program, dalam kasus ini mengacu kepada ASCE 7-2016, dengan mengganti parameter gempa :

R	8	T _x	1,004
I	1	T _y	1,004
Ω ₀	3		
C _d	5,5		
S _s	1,1057		
S ₁	0,4385		



Gambar 2.3 Input data Gempa Statik sb x

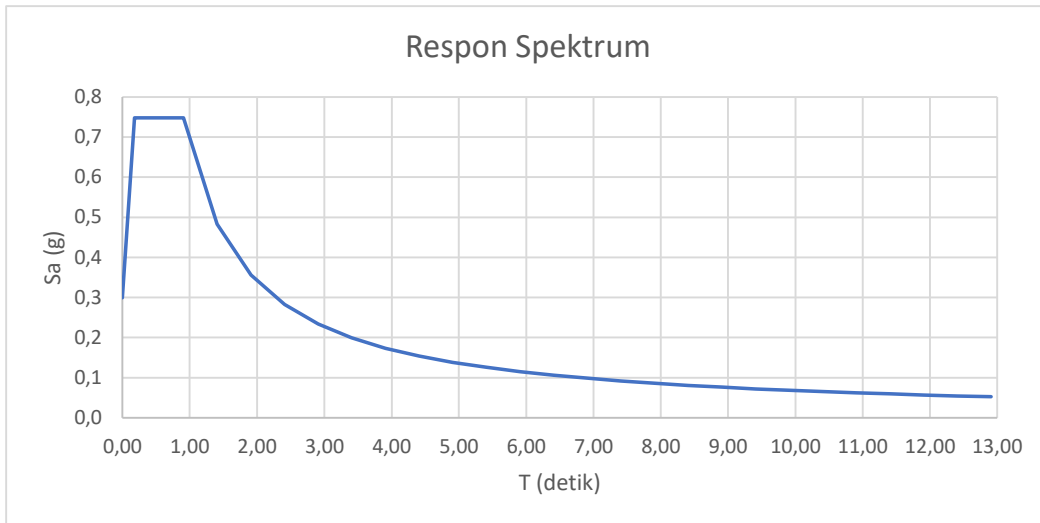


Gambar 2.4 Input data Gempa Statik sb y

12. Beban Gempa Dinamik

T detik	T detik	T (g)	Spektrum Respon Percepatan desain
0	0	0,299	$T_0 = 0.2 \text{ SD1/SDS}$ 0,18145
T_0	0,181	0,749	$T_s = \text{SD1/SDS}$ 0,90725
T_s	0,907	0,749	$TL = \text{Periode Panjang}$ 12
0,50	1,407	0,483	Jika, $T < T_0$ maka: $S_a = \text{SDS} * (0.4 + 0.6 T/T_0)$
1,00	1,907	0,356	Jika, $T_0 \leq T \leq T_s$ maka: $S_a = \text{SDS}$
1,50	2,407	0,282	Jika, $T > T_s$ maka: $S_a = \text{SD1/T}$
2,00	2,907	0,234	Jika, $T > TL$ maka: $S_a = (\text{SD1/TL})/T^2$
2,50	3,407	0,199	
3,00	3,907	0,174	
3,50	4,407	0,154	
4,00	4,907	0,138	$T=0, S_a = 0,4 \text{ SDS}$
4,50	5,407	0,126	
5,00	5,907	0,115	
5,50	6,407	0,106	
6,00	6,907	0,098	
6,50	7,407	0,092	
7,00	7,907	0,086	
7,50	8,407	0,081	
8,00	8,907	0,076	
8,50	9,407	0,072	
9,00	9,907	0,069	
9,50	10,407	0,065	
10,00	10,907	0,062	
10,50	11,407	0,060	
11,00	11,907	0,057	

11,50	12,407	0,055
12,00	12,907	0,053



13. Penskalaan Gaya

Faktor Skala Awal

$$SF = g / (R / I)$$

1,226	m/s ²
1225,83	mm/s ²
1618,2993	
1791,1327	
3,162	Fs Baru
2,857	Fs Baru
3876,110	mm/s ²
3502,089	mm/s ²

Gaya Geser Dasar Analisis Struktur Arah RSPX

Vi,x

Gaya Geser Dasar Analisis Struktur Arah RSPY

Vi,y

Penskalaan Gaya Gempa Arah X

fx

Penskalaan Gaya Gempa Arah Y

fy

Faktor Skala Baru Arah X

SF_x

Faktor Skala Baru Arah Y

SF_y

Output Case	Case Type	Step Type	Step Number	FX kN	FY kN	FZ kN	MX kN-m	MY kN-m	MZ kN-m
Static X	LinStatic	Step By Step	1	-5117,4741	0	0	-3,803E-06	-125115,139	41321,6664
Static X	LinStatic	Step By Step	2	-5117,4741	0	0	-5,117E-06	-125115,139	45171,7236
Static X	LinStatic	Step By Step	3	-5117,4741	0	0	-2,488E-06	-125115,139	37471,6092
Static Y	LinStatic	Step By Step	1	0	-5117,4741	1,524E-06	125115,1391	-4,047E-05	-76773,9814
Static Y	LinStatic	Step By Step	2	0	-5117,4741	1,725E-06	125115,1391	-4,588E-05	-83992,8387
Static Y	LinStatic	Step By Step	3	0	-5117,4741	1,323E-06	125115,139	-3,506E-05	-69555,1242
RSPX	LinRespSpec	Max		1618,2993	31,1957	0	301,0652	35353,0848	17095,9117
RSPY	LinRespSpec	Max		31,1958	1791,1327	0	39170,6107	327,2134	26899,0036
SCALED RSPY	LinRespSpec	Max		89,1237	5117,1093	1,411E-06	111907,0057	934,8201	76848,0985
SCALED RSPX	LinRespSpec	Max		5117,1092	98,6416	9,218E-07	951,9789	111787,4792	54057,7885

Gambar 1.5 Pengecekan Penskalaan Beban Gempa

II. PENGECEKAN PERILAKU STRUKTUR

2.1 SYARAT TRANSLASI

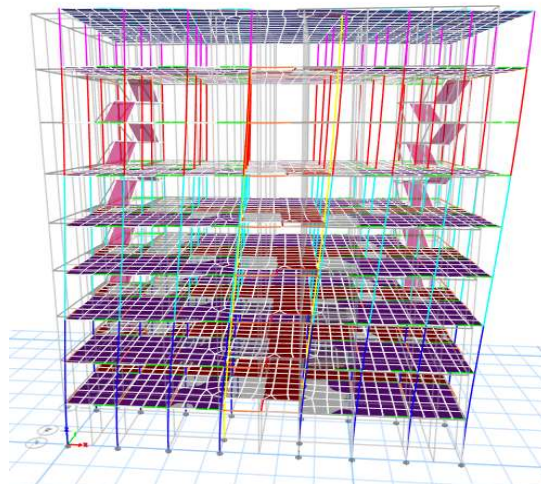
Berdasarkan SNI-1726-2019, bahwa mode 1 dan mode 2 berupa translasi arah X, maupun Y. Hal ini dimaksudkan untuk menghindari torsi yang besar.

Tabel 2.1 Translasi Arah X dan Y

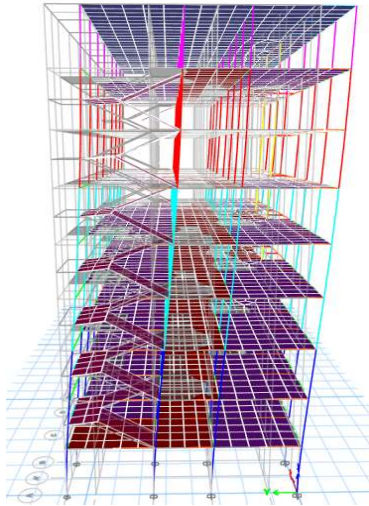
Case	Mode	Period sec	UX	UY	UZ	SumUX	SumUY	SumUZ	RX	RY	RZ	SumRX	SumRY	SumRZ
Modal 1	1	2,622	0	0,7482	0	0	0,7482	0	0,2568	5,44E-06	0	0,2568	5,44E-06	0
Modal 2	2	2,527	0,4605	0	0	0,4605	0,7482	0	4,07E-06	0,1861	0,2671	0,2568	0,1861	0,2671
Modal 3	3	2,207	0,2596	1,269E-06	0	0,72	0,7482	0	1,702E-05	0,1026	0,4752	0,2568	0,2886	0,7422
Modal 4	4	0,858	8,879E-07	0,1008	0	0,72	0,849	0	0,4011	0,0001	3,018E-05	0,6579	0,2887	0,7423
Modal 5	5	0,802	0,0577	6,244E-06	0	0,7778	0,849	0	0,0001	0,1665	0,0504	0,6579	0,4552	0,7926
Modal 6	6	0,711	0,0626	4,925E-05	0	0,8403	0,8491	0	1,654E-05	0,1847	0,0526	0,6579	0,6399	0,8452
Modal 7	7	0,487	0,0001	0,0398	0	0,8405	0,8888	0	0,056	0,0003	0,0001	0,7139	0,6401	0,8453
Modal 8	8	0,44	0,0153	0	0	0,8558	0,8888	0	0	0,0236	0,0286	0,7139	0,6638	0,8739
Modal 9	9	0,396	0,0292	0,0003	0	0,885	0,8891	0	0,0007	0,0478	0,0129	0,7146	0,7116	0,8869
Modal 10	10	0,331	0,0003	0,0226	0	0,8852	0,9117	0	0,0621	0,0004	0,0001	0,7768	0,712	0,887
Modal 11	11	0,286	0,003	1,134E-05	0	0,8882	0,9117	0	2,63E-05	0,007	0,0223	0,7768	0,719	0,9093
Modal 12	12	0,259	0,0233	0,0006	0	0,9115	0,9124	0	0,0014	0,0566	0,0022	0,7782	0,7756	0,9115
Modal 13	13	0,242	0,0007	0,0159	0	0,9122	0,9283	0	0,0362	0,0017	0,0001	0,8144	0,7773	0,9116
Modal 14	14	0,204	0,0007	2,014E-05	0	0,9129	0,9283	0	4,808E-05	0,0013	0,0174	0,8144	0,7786	0,929
Modal 15	15	0,184	0,0016	0,0118	0	0,9145	0,9401	0	0,0283	0,0038	3,279E-06	0,8427	0,7824	0,929

Pada tabel diatas menunjukkan dominasi pada mode 1 dan 2 dominan terjadi translasi dimana pada mode 1 dominan UY=74.82%, dan pada mode 2 dominan UX=48.05%, dan pada mode ke-3 terjadi rotasi sebesar RZ=74.22%.

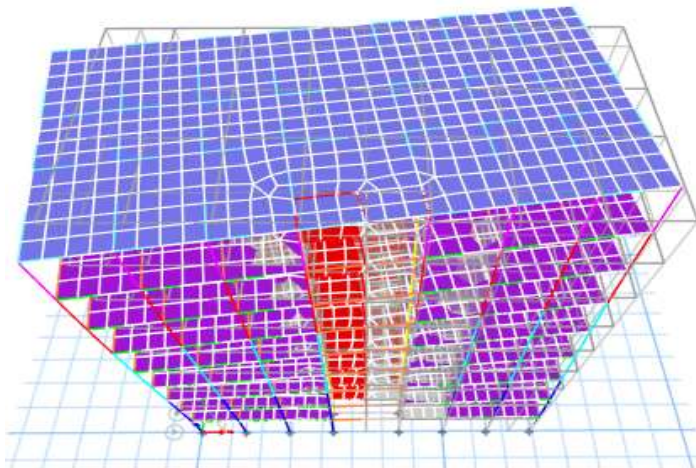
Berikut adalah ilustrasi perilaku struktur pada mode 1, mode 2, dan mode 3



Gambar 2.1 Translasi Arah X



Gambar 2.2 Translasi Arah Y



Gambar 2.3 Rotasi

2.2 SYARAT PARTISIPASI MASSA

Menurut SNI-1726-2019 Pasal 7.9.1.1 : Analisis harus menyertakan jumlah ragam yang cukup untuk mendapatkan partisipasi massa ragam terkombinasi sebesar paling sedikit 100 % dari massa aktual dalam masing-masing arah horisontal ortogonal dari respon yang ditinjau oleh model.

Tabel 2.2 Partisipasi Massa Rasio

	Case	ItemType	Item	Static %	Dynamic %
▶	Modal	Acceleration	UX	100	100
	Modal	Acceleration	UY	100	100
	Modal	Acceleration	UZ	0	0

2.3 SIMPANGAN ANTAR LANTAI

7.12.1.1 Rangka pemikul momen pada struktur yang didesain untuk kategori desain seismik D sampai F

Untuk sistem pemikul gaya seismik yang terdiri dari hanya rangka momen pada struktur yang didesain untuk kategori desain seismik D, E, atau F, simpangan antar tingkat desain (Δ) tidak boleh melebihi Δ_d/ρ untuk semua tingkat. ρ harus ditentukan sesuai dengan 0.

Tabel 20 – Simpangan antar tingkat izin, $\Delta_a^{a,b}$

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

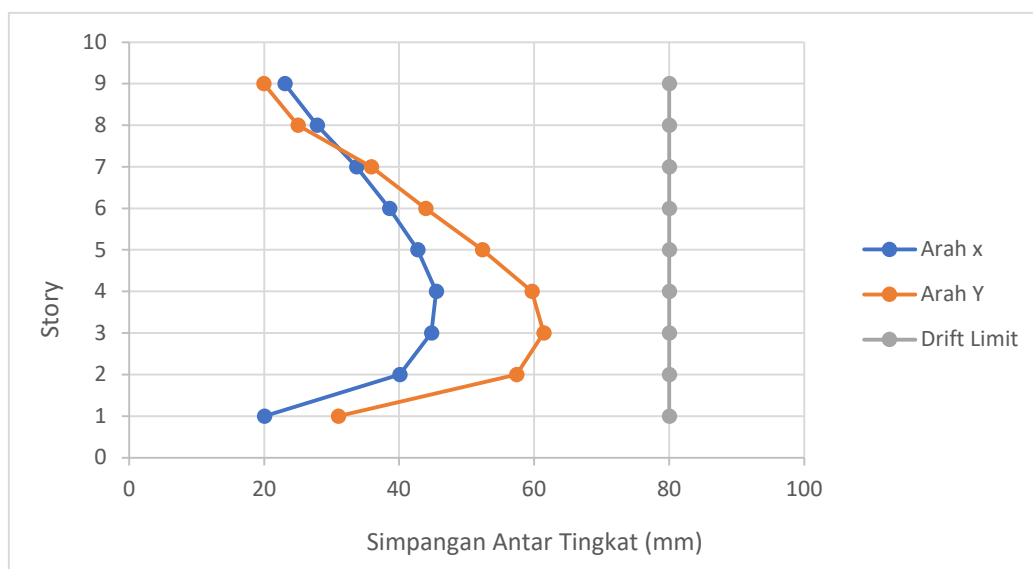
Simpangan Antar Tingkat Izin (Tabel)	Δ_a	0,02	h
Faktor Redudansi	ρ	1	
Story Drift Inelastik Izin (Syarat Sprm)	Δ_{max} (Δ/ρ)	0,02	h
Faktor Pembesaran Defleksi	C_d	5,5	
Faktor Keutamaan Gempa	I_e	1	
Story Drift Inelastik	Δ	$\delta * C_d / I_e$	

Tabel 2.3 Simpangan Antar Lantai Arah x

Story	Displacement	Elastic Drift	h	Inelastic Drift (Per Story)	Drift Limit	Cek
	$\delta_e X$	$\delta_e X$		ΔX		
	(mm)	(mm)		(mm)		
9	57,50	4,188	4000	23,034	80	OK
8	53,307	5,059	4000	27,825	80	OK
7	48,248	6,126	4000	33,693	80	OK
6	42,1	7,014	4000	38,577	80	OK
5	35,108	7,774	4000	42,757	80	OK
4	27,334	8,266	4000	45,463	80	OK
3	19,068	8,142	4000	44,781	80	OK
2	10,926	7,290	4000	40,095	80	OK
1	3,64	3,636	4000	19,998	80,00	OK

Tabel 2.4 Simpangan Antar Lantai Arah y

Story	Displacement	Elastic Drift	h	Inelastic Drift (Per Story)	Drift Limit	Cek
	δeY	δeY		ΔY		
	(mm)	(mm)		(mm)		
9	70,26	3,624	4000	19,932	80	OK
8	66,636	4,543	4000	24,987	80	OK
7	62,093	6,519	4000	35,855	80	OK
6	55,6	7,985	4000	43,918	80	OK
5	47,589	9,511	4000	52,311	80	OK
4	38,078	10,848	4000	59,664	80	OK
3	27,230	11,167	4000	61,419	80	OK
2	16,063	10,431	4000	57,371	80	OK
1	5,63	5,632	4000	30,976	80	OK



Gambar 2.4 Simpangan Antar Lantai Arah X dan Y

2.4 Ketidakberaturan Torsi

Lantai	Ratio Arah X		Ratio Arah Y	
	$\Delta_{\max} / \Delta_{\text{avg}}$	Cek	$\Delta_{\max} / \Delta_{\text{avg}}$	Cek
9	1,072	OK	1,162	OK
8	1,099	OK	1,154	OK
7	1,126	OK	1,146	OK
6	1,14	OK	1,147	OK
5	1,15	OK	1,147	OK
4	1,156	OK	1,147	OK
3	1,153	OK	1,148	OK
2	1,135	OK	1,146	OK
1	1,101	OK	1,141	OK

Lampiran 2
Pembebanan Model 10 Derajat
Ketinggian 36 M

I. PERHITUNGAN PEMBEBANAN

1.1 Beban Gravitasi

Beban gravitasi yang digunakan adalah berdasarkan SNI 1727: 2020, yaitu Beban minimum untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lain. Beban gravitasi dalam perencanaan meliputi :

- Beban mati berat sendiri (*dead load*)
- Beban mati tambahan, SIDL (*super imposed dead load*)
- Beban hidup, LL (*live load*), dan
- Beban hidup atap, La

1.1.1 Beban Mati Akibat Berat Sendiri (DL)

Beban mati (dead load) adalah berat seluruh komponen elemen struktural bangunan yang terdiri atas pelat, balok, kolom, dan dinding geser. Beban mati akan dihitung secara otomatis oleh peranti lunak ETABS dengan menggunakan berat jenis material beton 24 kN/m³ dan berat jenis tulangan 78,50 kN/m³.

Tabel 1.1 Daftar Berat Sendiri Material

Material	Berat Volume	
	kN/m ³	kg/m ³
Beton (tidak bertulang)	22	2200
Beton bertulang	24 -25	2400 - 2500
Baja	78,5	7850
Mata merah	17	1700
Adukan semen	20 - 21	2000 - 2100
Air	10	1000
Tanah (umum)	17 - 18	1700 - 1800
Pasir kering	16	1600
Pasir jenuh	18	1800
Kayu (klas I)	10	1000
Aspal	14	1400

1.1.2 Beban Mati Tambahan (SIDL)

Tabel 1.2 Daftar Beban Mati Sebagai Beban Mati Tambahan

Material	Berat Volume	
	kN/m ³	kg/m ³
Atap :		
Genteng keramik (reng + kasau)	0,5	50
Atap metal 1mm (reng + kasau)	0,1	10
Dek Beton (screed)		
Plafon, ceiling, langit-langit	0,18	18
Finising lantai :		
Keramik (+ screed/adukan semen)	1,5	150
Raised floor (+ carpet)	0,2	20
Dinding :		
Pasangan bata merah satu batu	4,5	450
Pasangan bata merah setengah batu	2,5	250
Batako berlubang, t 10 cm	1,2	120
Batako berlubang, t 20 cm	2	200
Batako tanpa lubang, t 15 cm	3	300
Batako berlubang, t 10 cm	2	200
Hebel 10 cm + render	1	100
Hebel 12.5 cm + render	1,2	120
Celcon 10 cm + render	1,5	150
Celcon 12.5 cm + render	1,7	170

Beban mati tambahan lantai

- Keramik (+ screed/adukan semen)	=	1,50	kN/m ²
- Berat plafond + penggantung	=	0,18	kN/m ²
- Berat Instalasi ME	=	0,20	kN/m ²
Total beban mati tambahan q_{DL}	=	1,88	kN/m²
dipakai q_{DL}	=	1,88	kN/m²

Beban mati tambahan dinding bata lantai 2 ke lantai 7

-Pasangan dinding 1/2 bata	=	2,50	kN/m ²
-Tinggi dinding	=	4,00	m
Total beban mati tambahan q_{DL}	=	10,00	kN/m ²
dipakai q_{DL}	=	10,00	kN/m ²

Beban mati tambahan dinding bata pada sisi tangga

-Pasangan dinding 1/2 bata	=	2,50	kN/m ²
-Tinggi dinding	=	2,00	m
Total beban mati tambahan q_{DL}	=	5,00	kN/m ²
dipakai q_{DL}	=	5,00	kN/m ²

Beban mati tambahan dak atap

-Berat plapond + penggantung	=	0,18	kN/m ²
-Berat Instalasi ME	=	0,20	kN/m ²
Total beban mati tambahan q_{DL}	=	0,38	kN/m ²
dipakai q_{DL}	=	0,38	kN/m ²

Beban mati tambahan lift

-Pu Berat Lift	=	2000	
-Berat beban Lift	=	1000	
-Berat mesin	=	258	
Total beban mati tambahan q_{DL}	=	3258	Kg
dipakai q_{DL}	=	32,58	kN

► Specifications of passenger elevator without machine room

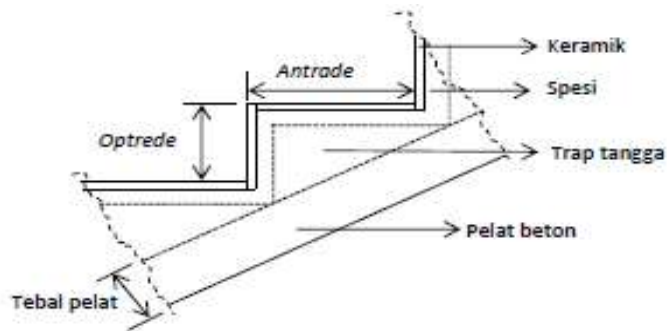
Note: Standard first floor height 4m, other floors 3m

KG Load	m/s Speed	Car size mm			Opening size mm		Hoistway size mm				Highest floors	Highest rise height m
		CW	CD	CH	OP	OPH	HW	HD	K	S		
630	1	1100	1400	2380	700	2100	1750	1800	4150	1400	15	50
	1.5				800	4300	1500		24	80		
	1.75				800	4400	1550		24	80		
800	1	1400	1400	2380	800	2100	2050	1800	4150	1400	15	50
	1.5								4300	1500	24	80
	1.75								4400	1550	24	80
1000	1	1600	1400	2380	900	2100	2250	1800	4150	1400	15	50
	1.5								4300	1500	24	80
	1.75								4400	1550	24	80
1150	1	1600	1600	2500	900	2100	2400	2000	4250	1550	15	50
	1.5								4400	1700	24	80
	1.75								4500	1700	32	95
1350	1	2000	1500	2500	1100	2100	3000	2100	4550	1700	15	50
	1.5								4650	1750	24	80
	1.75								4700	1800	32	95
1600	1	2000	1700	2500	1100	2100	3000	2200	4550	1700	15	50
	1.5								4650	1750	24	80
	1.75								4700	1800	32	95

Note: The drawings and specifications are only for your reference, final order please confirm with LARSSON

Beban mati tambahan Tangga

Beban pada tangga meliputi beban mati berupa antrede, optrede, dan finising berupa pasangan keramik. Data teknis tangga dalam perencanaan sebagai berikut



Keterangan :

Langkah datar (<i>antrade</i>)	=	300	mm
Langkah naik (<i>Optrede</i>)	=	200	mm
Jumlah total	=	12	bh

1. Beban mati tambahan pada plat tangga

Berat finising lantai (spesi + keramik) tebal 5 cm

Spesi + Keramik	=	22	kN/m ²
Tebal	=	0,05	m
Total Berat finising lantai qDL	=	1,1	kN/m ²

Beban mati trap beton

0,07 x 0,2 x 24	=	0,336	kN/m ²
-----------------	---	-------	-------------------

Berat dinding pegangan (handrill)

1,2 x 2,5 / 2	=	1,5	kN/m ²
---------------	---	-----	-------------------

Total beban mati tambahan pada plat tangga qDL	=	2,936	kN/m ²
---	---	-------	-------------------

2. Beban mati tambahan pada Plat Bordes

Berat finising lantai (spesi + keramik) tebal 5 cm

Spesi + Keramik	=	22	0
Tebal	=	0,05	m
Total beban mati tambahan pada plat bordes	=	1,1	0

Berat dinding pegangan (handrill)

1,2 x 2,5 / 2	=	1,5	kN/m ²
---------------	---	-----	-------------------

qDL	=	2,6	kN/m ²
------------	---	-----	-------------------

1.2 Beban Hidup (*Load Live*)

Beban hidup atau live load adalah beban yang terjadi akibat penghunian atau penggunaan gedung yang berasal dari barang atau orang yang dapat berpindah tempat sehingga mengakibatkan perubahan dalam pembebanan lantai dan atap. Berdasarkan SNI 1727 : 2020 untuk beban hidup gedung, beban hidup dapat di reduksi, yakni faktor elemen diambil 3 karena masuk golongan kolom-kolom tepi dengan plat kantilever. Misalnya area tributari kolom terbesar berapa sebagai acuan reduksi beban hidup.

$$L = L_o \left(0,25 + \frac{4,57}{\sqrt{K_{LL} A_T}} \right)$$

dimana :

L = beban hidup rencana reduksi per m² dari luasan yang didukung oleh komponen struktur

L_o = beban hidup rencana tanpa reduksi per m² dari luasan yang didukung oleh komponen struktur

K_{LL} = faktor luas tributari m² A_T = luas tributari m²

Syarat :

L tidak boleh kurang dari 0.5 L_o untuk komponen struktur yang mendukung satu lantai dan dan L tidak boleh kurang dari 0.4 L_o untuk komponen struktur yang mendukung dua lantai atau lebih dari dua lantai

Tabel 1.3 Faktor Elemen Beban Hidup, K_{LL}

Elemen	K _{LL} ^a
Kolom interior	4
Kolom eksterior tanpa slab kantilever	4
Kolom tepi dengan slab kantilever	3
Kolom sudut dengan slab kantilever	2
Balok tepi tanpa slab kantilever	2
Balok interior	2
Semua komponen struktur yang tidak disebut diatas:	
Balok tepi dengan slab kantilever	
Balok kantilever	
Slab satu arah	1
Slab dua arah	
Komponen struktur tanpa ketentuan-ketentuan untuk penyaluran geser menerus tegak lurus terhadap bentangnya	

^a Selain nilai di atas, K_{LL} diizinkan dihitung tersendiri.

Tabel 1.4 Rekapitulasi beban hidup (*Load Live*)

Beban sesuai fungsi ruang	Berat per luasan	
	kN/m ³	kg/m ³
Beban hidup ruang kantor	2,4	2400
Beban hidup ruang komputer	4,79	4790
Koridor di atas lantai pertama	3,83	3830
Koridor lantai pertama	4,79	4790
Beban hidup ruang operasi, Laboratorium	2,87	2870
Beban hidup ruang pasien	1,92	1920
Helipad, Helikopter dengan berat lepas landas lebih dari 3000 lb (13.35 kN)	2,87	2870
Beban hidup koridor di atas lantai pertama	3,83	3830
Ruang penyimpanan	7,18	7180
Beban hidup tangga sebesar	4,79	4790
Beban hidup dak sebesar	0,96	960
Beban hidup ruang pertemuan sebesar	4,79	4790
Beban hidup lantai parkir sebesar	1,92	1920
Beban hidup lantai parkir terpusat sebesar	13,35	13350
Beban hidup ruang mesin lift	7,18	7180
Semua ruang kecuali tangga (Apartemen)	1,92	1920

1.3 Beban Gempa

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

1.3.1 Tahapan analisa gempa pada bangunan gedung

1. Menentukan kategori resiko bangunan gedung (I-IV)

SNI 1276 : 2019, Tabel 3- Kategori risiko bangunan gedung dan non gedung untuk beban Gempa

Jenis pemanfaatan:

Gedung apartemen / Rumah Susun

2. Menentukan faktor keutamaan gempa

SNI 1726:2019, Tabel 4 - Faktor keutamaan gempa

Kategori risiko :

II

Faktor keutamaan Gempa, Ie :

1

3. Menentukan parameter percepatan tanah (S_s , S_1)

SNI 1726:2019, Gambar 15-Parameter gerak tanah S_s , gempa maksimum yang dipertimbangkan risiko-tertarget (MCER) wilayah Indonesia untuk spektrum respon 0,2 detik (redaman kritis 5%)

Berdasarkan Peta di atas Pulau Lombok mempunyai Parameter gerak tanah S_s , gempa maksimum yang dipertimbangkan risiko-tertarget (MCER) wilayah Indonesia untuk spektrum respon 0,2 detik

(redaman kritis 5%) adalah : $S_s = 1.0 - 1.20 g$

1,105700

Berdasarkan Peta di atas Pulau Lombok mempunyai Parameter gerak tanah S_1 , gempa maksimum yang dipertimbangkan risiko-tertarget (MCER) wilayah Indonesia untuk spektrum respon 1,0 detik

(redaman kritis 5%) adalah : $S_1 = 0.40 - 0.50 g$

0,438500

4. Menentukan klasifikasi situs (SA - SF)

Klasifikasi situs ditetapkan sebagai SA (batuan keras), SB (batuan), SC (tanah keras), SD (tanah sedang), SE (tanah lunak) dan SF (tanah khusus). Apabila untuk tebal lapisan setebal maksimum 30 m paling atas dipenuhi syarat-syarat yang tercantum dalam standar peraturan gempa.

Lihat SNI 1276 : 2019, Tabel 5- Klasifikasi Situs

SE (Tanah Lunak)

5. Menentukan Koefisien Situs (F_a , F_v)

Lihat di SNI 1276 : 2019, Tabel 6 - Koefisien Situs, F_a

1,015440

S_s	F_a	INTERPOLASI F_a
1	1,1	
1,25	0,9	
1,1057	1,01544	

Lihat di SNI 1276 : 2019, Tabel 7 - Koefisien Situs, F_v

2,323

S_1	F_v	INTERPOLASI F_v
0,4	2,4	
0,5	2,2	
0,4385	2,323	

6. Menghitung Parameter Percepatan desain (Sds, Sd1)

Parameter Respon Spektral Percepatan Periode Pendek

$$SMS = F_a * S_s \quad SMS = 1,122772008$$

Parameter Respon Spektral Percepatan Periode 1 sec

$$SM1 = F_v * S1 \quad SM1 = 1,0186355$$

Parameter Respon Spektral Percepatan Desain Periode Pendek

$$SDS = (2/3) * SMS \quad SDS = 0,748514672$$

Parameter Respon Spektral Percepatan Desain Periode 1 sec

$$SD1 = (2/3) * SM1 \quad SD1 = 0,679090333$$

Dalam mendapatkan data gempa dalam perencanaan ini bangunan ini seperti urutan langkah-langkah di atas, menggunakan software Puskim-PusGeN-ESRC, 2019-2020 dengan menginput data koordinat pada lokasi proyek

Aplikasi Spektrum Respons Desain Indonesia 2021
© 2021 PusGeN, DBTTP, Ditjen Cipta Karya, Kementerian PUPR
Requirement : Windows 8/10, VGA Screen 800x600

Tim Pengarah Aplikasi:

Ir. Dian Irawati, M.T. (Direktur Bina Teknik Permukiman dan Perumahan, KEMENTERIAN PUPR)
Prof. Masyhur Irsyam, MSE, Ph.D (HATTI, ITB, AIPi)
Prof. Indra Djati Sidi (ITB)
Prof. Wayan Sengara MSCE PhD (AARGI, ITB)
Ir. Lutfi Faizal (DBTTP – Kementerian PUPR)
Dr. M. Asrurifak (HATTI, ISTN)
Dr. Ir. Windu Partono, MSc. (UNDIP)
Dr. Ir. Mohammad Ridwan (DBTTP – Kementerian PUPR)

Tim Pengembangan Aplikasi :

Dr. Ir. Nathan Madutujuh, M.Sc.
James Asrah Immanuel, S.Kom
I Ketut Adi Wicaksana, S.Kom
Tim IT:
Junjun Muhammad Junjuna, ST. (DBTTP – Kementerian PUPR)
Anindwiyani Dian Panduwijaya, A.Md. (DBTTP – Kementerian PUPR)

Aplikasi ini mengacu pada Peta Sumber dan Bahaya Gempa Indonesia Tahun 2017 yang disusun oleh Tim Pusat Studi Gempa

Keterangan :

- Nilai Spektrum Respons Desain Indonesia pada aplikasi ini khusus untuk perhitungan pada bangunan saja sesuai SNI 1726:2019.
- Untuk nilai Spektrum Respons Desain di area dengan spektrum respon percepatan konstan sampai yang berdekatan dengan sesar aktif, harus dilakukan pengecekan.
 - Seluruh akibat dari penggunaan hasil aplikasi ini adalah tanggung jawab penuh dari pengguna masing-masing.
- Link website rsapuskim2019.litbang.pu.go.id mengenai Desain Respon Spektra direvisi menjadi link rsa.ciptakarya.pu.go.id

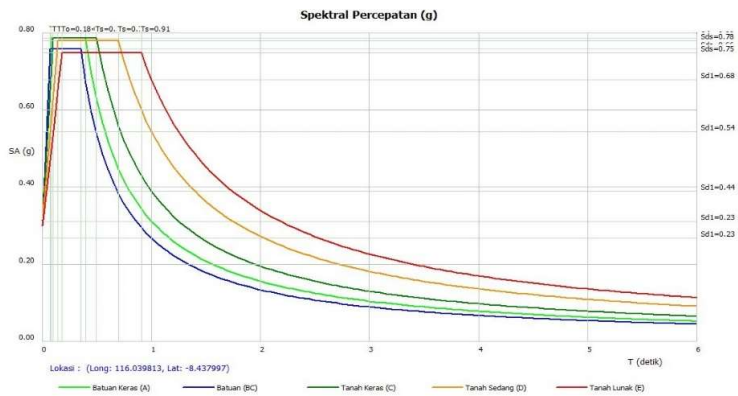
7. Parameter percepatan respon gempa

Untuk berbagai variabel respon gempa, harus disesuaikan dengan lokasi bangunan yang ditinjau, adapun parameter yang didapat dari Desain Spektara Indonesia untuk lokasi kegiatan pembangunan adalah sebagai berikut :

Area lokasi Gedung

Latitude : -8,437997

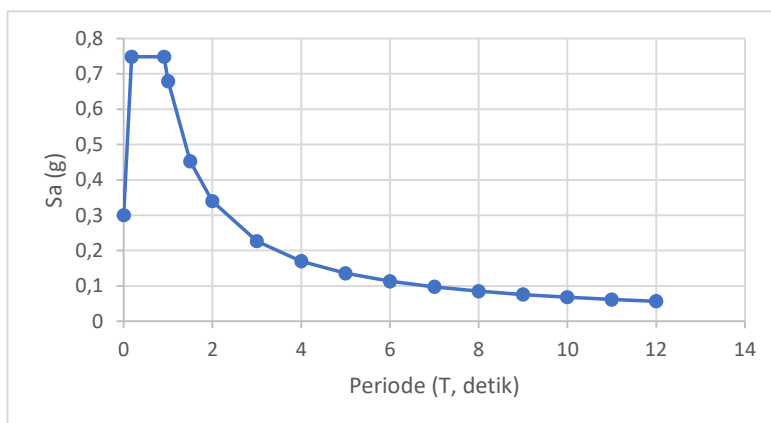
Longitude : 116,03982



Gambar 1.1 . Spektrum Respon Desain dari Situs Sesuai Koordinat Lokasi
 Dari data grafik, dipakai acuan respon desain "Tanah Lunak"

Tabel 1.5 Respon Desain

BATUAN	TANAH SEDANG (D)	
Variabel	Nilai	Satuan
PGA (g)	0,479205	g
SS (g)	1,105700	g
S1 (g)	0,438500	g
SMS (g)	1,122772	g
SM1 (g)	1,018636	g
SDS (g)	0,748515	dt
SD1 (g)	0,679090	dt



Gambar 1.2 Spektrum Respon Desain dari Situs Sesuai Koordinat Tanah Lunak

Results: Tabel dibawah ini merupakan Parameter untuk membuat Grafik Desain Spektra Indonesia:

Kelas

SE - Tanah Lunak

Rentang T(s)

Value: 12

PGA MCEg

0,4792

(g) bedrock

SS MCEr

1,1057

(g) bedrock

S1 MCEr

0,4385

(g) bedrock

TL

12

Detik

T0(detik)	Ts(detik)	Sds(g)	Sd1(g)
0,18	0,91	0,75	0,68

8. Menentukan Kategori desain Seismik, KDS (A-F)

Tabel 1.6. SNI 1276 : 2019, Tabel 8 - Kategori seismik berdasarkan parameter respon percepatan pada periode pendek

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

Tabel 1.7. SNI 1276 : 2019, Tabel 9 - Kategori seismik berdasarkan parameter respon percepatan pada periode 1 detik

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

Berdasarkan data :

SDS = 0,7485147

SD1 = 0,6790903

Maka kategori desain seismik (KDS) yang dipakai adalah

D

9. Menentukan Sistem dan Parameter Struktur (R, Cd, Wo)

Tabel 1.8. SNI 1276 : 2019, Tabel 12 - Kfaktor R, Cd, Wo untuk sistem pemikul gaya seismik

23.Dinding rangka ringan (baja canal dingin) yang dilapisi dengan panel struktur kayu yang dimaksudkan untuk tahanan geser, atau dengan lembaran baja	7	2½	4½	TB	TB	22	22	22
24.Dinding rangka ringan dengan panel geser dari semua material lainnya	2½	2½	2½	TB	TB	10	TB	TB
25.Rangka baja dengan bresing terkekang terhadap tekuk	8	2½	5	TB	TB	48	48	30
26.Dinding geser pelat baja khusus	7	2	6	TB	TB	48	48	30
C. Sistem rangka pemikul momen								
1. Rangka baja pemikul momen khusus	8	3	5½	TB	TB	TB	TB	TB
2. Rangka batang baja pemikul momen khusus	7	3	5½	TB	TB	48	30	TI
3. Rangka baja pemikul momen menengah	4½	3	4	TB	TB	10 ^k	TI ^k	TI ^k
4. Rangka baja pemikul momen biasa	3½	3	3	TB	TB	TI ^l	TI ^l	TI ^l
5. Rangka beton bertulang pemikul momen khusus ^m	8	3	5½	TB	TB	TB	TB	TB
6. Rangka beton bertulang pemikul momen menengah	5	3	4½	TB	TB	TI	TI	TI
7. Rangka beton bertulang pemikul momen biasa	3	3	2½	TB	TI	TI	TI	TI
8. Rangka baja dan beton komposit pemikul momen khusus	8	3	5½	TB	TB	TB	TB	TB
9. Rangka baja dan beton komposit pemikul momen menengah	5	3	4½	TB	TB	TI	TI	TI
10.Rangka baja dan beton komposit terkekang parsial pemikul momen	6	3	5½	48	48	30	TI	TI
11.Rangka baja dan beton komposit pemikul momen biasa	3	3	2½	TB	TI	TI	TI	TI
12.Rangka baja canal dingin pemikul momen khusus dengan pembautan ⁿ	3½	3 ^o	3½	10	10	10	10	10
D. Sistem ganda dengan rangka pemikul momen khusus yang mampu menahan paling sedikit 25 % gaya seismik yang ditetapkan								
1. Rangka baja dengan bresing eksentris	8	2½	4	TB	TB	TB	TB	TB

Pemilihan Sistem Struktur

Rangka beton bertulang pemikul momen khusus		
Koefisien Modifikasi Respon	R	8
Faktor Kuat Lebih Sistem	Ω_0	3
Koefisien Amplifikasi Defleksi	C_d	5,5

CATATAN

- ^a Koefisien modifikasi respons, R , untuk penggunaan pada keseluruhan standar. Nilai R mereduksi gaya ke level kekuatan bukan pada level tegangan izin.
- ^b Jika nilai pada tabel faktor kuat lebih, Ω_0 , lebih besar atau sama dengan 2,5, maka Ω_0 diizinkan untuk direduksi setengah untuk struktur dengan diafragma fleksibel.
- ^c Faktor pembesaran simpangan lateral, C_d , untuk penggunaan dalam 0, 0, dan 0
- ^d TB = Tidak Dibatasi dan TI = Tidak Diizinkan.
- ^e Lihat 7.2.5.4 untuk penjelasan sistem pemikul gaya seismik yang dibatasi sampai bangunan dengan ketinggian 72 m atau kurang.
- ^f Lihat 7.2.5.4 untuk sistem pemikul gaya seismik yang dibatasi sampai bangunan dengan ketinggian 48 m atau kurang.
- ^g Dinding geser didefinisikan sebagai dinding struktural.
- ^h Definisi "Dinding Struktural Khusus", termasuk konstruksi pracetak dan cor di tempat.
- ⁱ Penambahan ketinggian sampai 13,7 m diizinkan untuk fasilitas gudang penyimpanan satu tingkat.
- ^j Rangka baja dengan bresing konsentrik biasa diizinkan pada bangunan satu tingkat sampai ketinggian 18 m di mana beban mati atap tidak melebihi 0,96 kN/m² dan pada struktur griya tawang (penthouse).
- ^k Lihat 0 untuk struktur yang dikenai kategori desain seismik D, E, atau F.
- ^l Lihat 0 untuk struktur yang dikenai kategori desain seismik D, E, atau F.
- ^m Definisi "Rangka Momen Khusus", termasuk konstruksi pracetak dan cor di tempat.

10. Periode Fundamental Struktur

Tabel 1.9. SNI 1276 : 2019, Tabel 17 Koefisien untuk batas pada perioda 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

Tabel 1.10. SNI 1276 : 2019, Tabel 18 Nilai parameter periode pendekatan C_t dan x

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

Tipe Struktur

Semua Sistem Struktur Lainnya		
Koefisien C_t	C_t	0,0488
Tinggi Bangunan dari Muka Tanah	h_n	34,5894
Koefisien x	x	0,75
Koefisien Batas Atas untuk Periode Terhitung	C_u	1,4
Eksposen yang terkait periode struktur Arah X	K_x	1,237
Eksposen yang terkait periode struktur Arah Y	K_y	1,237
Periode Fundamental (Perhitungan Software) Arah	T_{cx}	2,207
Periode Fundamental (Perhitungan Software) Arah Tcy	T_{cy}	2,307
Periode Fundamental Pendekatan	$T_a = C_t \cdot h_n^x$	0,696
Batas Atas Periode Fundamental	$C_u \cdot T_a$	0,974

$$C_t \cdot h_n^x < T_{program} < T_a \cdot C_u$$

Periode Fundamental Struktur Arah X Pakai	T_x	0,974
Periode Fundamental Struktur Arah Y Pakai	T_y	0,974

11. Gaya Geser Dasar Dan Seismik

Koefisien Respons Seismik	$C_s = SDS / (R/I_e)$	0,0936	
Batas Atas Arah X	$C_{s,max,X} = SD1 / T_x (R/I_e)$	0,0871	
Batas Atas Arah Y	$C_{s,max,Y} = SD1 / T_y (R/I_e)$	0,0871	
Batas Bawah	$C_{s,min,1} (0.044 SDS I_e \geq 0.01)$	0,0329	
Batas Bawah (dipakai jika $S1 \geq 0,6 g$)	$C_{s,min,2} (0.5 S1 / (R/I_e))$	0,0274	
Koef. Respons Seismik Pakai Arah x	$C_{s,pakai,X}$	0,0871	
Koef. Respons Seismik Pakai Arah y	$C_{s,pakai,Y}$	0,0871	
Berat Seismik Efektif	W	60244,7142	kN
Gaya Geser Dasar Seismik Arah X	$V X = C_s \text{ pakai } x * W$	5248,0913	kN
Gaya Geser Dasar Seismik Arah Y	$V Y = C_s \text{ pakai } y * W$	5248,0913	kN
Gaya Geser Statik (ETABS) Arah X	$V_e X$	-5248,4711	kN
Gaya Geser Statik (ETABS) Arah Y	$V_e Y$	-5248,4711	kN

Tabel 1.11 Distribusi Gaya Gempa Statik Ekuivalen Tiap Lantai Arah x

Lantai	Massa (Wi)	hi	Kx	W _i h _i ^k	C _v	F _x
	(Kg)	(m)		(Kgf-m)		(KN)
Atap	260179	34,5894	1,237	20858543,5	0,0958	502,6912125
Lt 8	706970	30,5894		48683234,5	0,2236	1173,266683
Lt 7	720222	26,5894		41700795,5	0,1915	1004,989798
Lt 6	728871	22,5894		34492811	0,1584	831,2772639
Lt 5	740308	18,5894		27527893,4	0,1264	663,4226449
Lt 4	740308	14,5894		20397778	0,0937	491,5867575
Lt 3	749740	10,5894		13896391	0,0638	334,9032315
Lt 2	759921	6,5894		7831786,7	0,0360	188,7461771
Lt 1	731505	2,5894		2373754,49	0,0109	57,20751886
Total	6138025			217762988		5248,09

Tabel 1.12. Distribusi Gaya Gempa Statik Ekuivalen Tiap Lantai Arah y

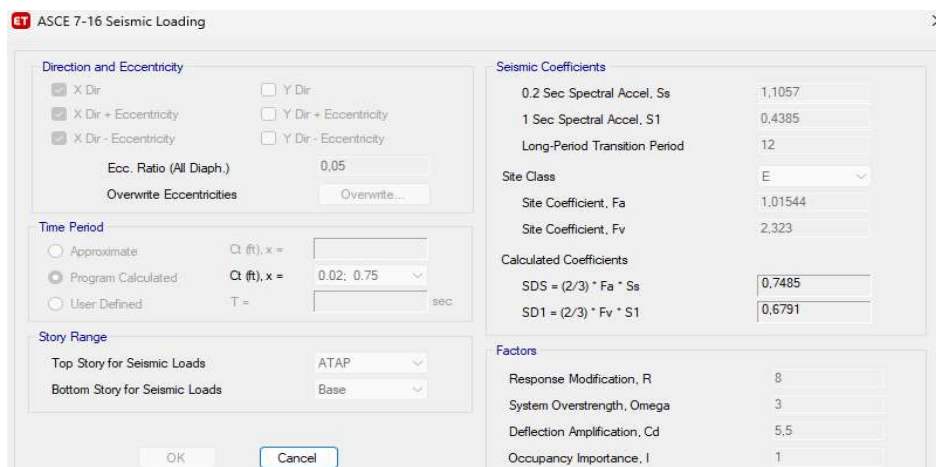
Lantai	Massa (Wi)	hi	Kx	W _i h _i ^k	C _v	F _y
	(Kg)	(m)		(Kgf-m)		(KN)
Atap	260179	34,5894	1,237	20858543,5	0,0958	502,691
Lt 8	706970	30,5894		48683234,5	0,2236	1173,267
Lt 7	720222	26,5894		41700795,5	0,1915	1004,990
Lt 6	728871	22,5894		34492811	0,1584	831,277
Lt 5	740308	18,5894		27527893,4	0,1264	663,423
Lt 4	740308	14,5894		20397778	0,0937	491,587
Lt 3	749740	10,5894		13896391	0,0638	334,903
Lt 2	759921	6,5894		7831786,7	0,0360	188,746
Lt 1	731505	2,5894		2373754,49	0,0109	57,208
Total	6138025			217762988		5248,09

Untuk menghitung nilai F, C_v dan V_x bisa menggunakan Persamaan berikut :

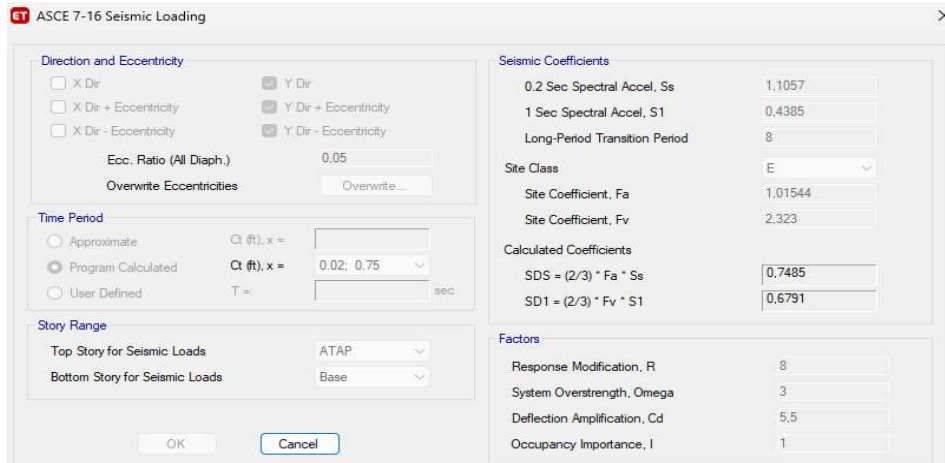
$$C_v = \frac{w_i h_i^k}{\sum_{i=1}^n w_i h_i^k} \quad F = C_v \times V, \quad V_x = \sum_{i=x}^n F_i$$

Beban Gempa statik ekuivalen dihitung otomatis dalam program, dalam kasus ini mengacu kepada ASCE 7-2016, dengan mengganti parameter gempa :

R	8	Tx	0,974
I	1	Ty	0,974
Ω ₀	3		
C _d	5,5		
S _s	1,1057		
S ₁	0,4385		



Gambar 2.3 Input data Gempa Statik sb x

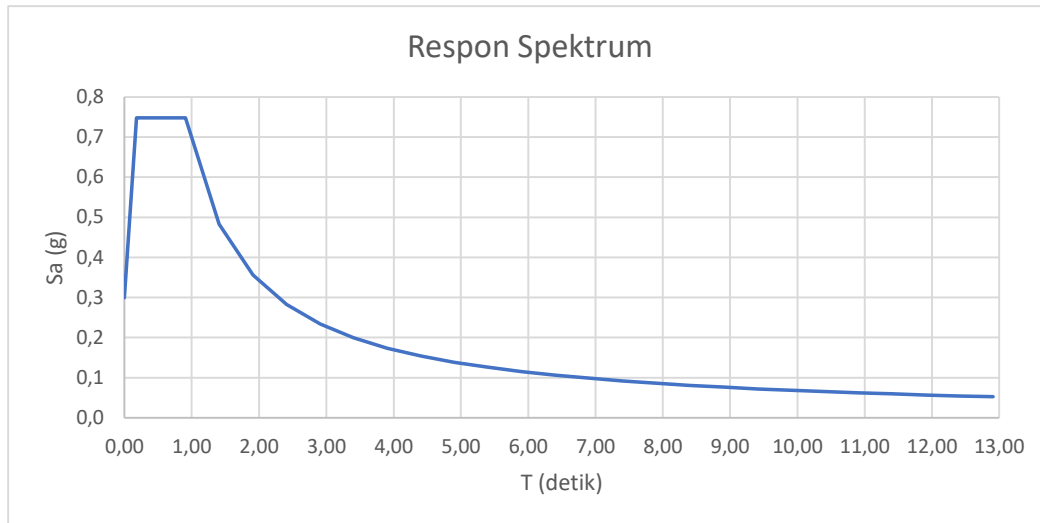


Gambar 2.4 Input data Gempa Statik sb y

12. Beban Gempa Dinamik

T detik	T detik	T (g)	Spektrum Respon Percepatan desain	
0	0	0,299	$T_0 = 0.2 \text{ SD1/SDS}$ <table border="1" style="float: right;"><tr><td>0,18145</td></tr></table>	0,18145
0,18145				
T_0	0,181	0,749	$T_s = \text{SD1/SDS}$ <table border="1" style="float: right;"><tr><td>0,90725</td></tr></table>	0,90725
0,90725				
T_s	0,907	0,749	$TL = \text{Periode Panjang}$ <table border="1" style="float: right;"><tr><td>12</td></tr></table>	12
12				
0,50	1,407	0,483	Jika, $T < T_0$ maka: $S_a = \text{SDS} * (0.4 + 0.6 T/T_0)$	
1,00	1,907	0,356	Jika, $T_0 \leq T \leq T_s$ maka: $S_a = \text{SDS}$	
1,50	2,407	0,282	Jika, $T > T_s$ maka: $S_a = \text{SD1/T}$	
2,00	2,907	0,234	Jika, $T > TL$ maka: $S_a = (\text{SD1/TL})/T^2$	
2,50	3,407	0,199		
3,00	3,907	0,174		
3,50	4,407	0,154		
4,00	4,907	0,138	$T=0, S_a = 0,4 \text{ SDS}$	
4,50	5,407	0,126		
5,00	5,907	0,115		
5,50	6,407	0,106		
6,00	6,907	0,098		
6,50	7,407	0,092		
7,00	7,907	0,086		
7,50	8,407	0,081		
8,00	8,907	0,076		
8,50	9,407	0,072		
9,00	9,907	0,069		
9,50	10,407	0,065		
10,00	10,907	0,062		
10,50	11,407	0,060		
11,00	11,907	0,057		

11,50	12,407	0,055
12,00	12,907	0,053



13. Penskalaan Gaya

Faktor Skala Awal

$$SF = g / (R / I)$$

1,226	m/s ²
1225,83	mm/s ²
1614,9661	
1804,9202	
3,250	Fs Baru
2,908	Fs Baru
3983,535	mm/s ²
3564,298	mm/s ²

Gaya Geser Dasar Analisis Struktur Arah RSPX

Vi,x

Gaya Geser Dasar Analisis Struktur Arah RSPY

Vi,y

Penskalaan Gaya Gempa Arah X

fx

Penskalaan Gaya Gempa Arah Y

fy

Faktor Skala Baru Arah X

SFx

Faktor Skala Baru Arah Y

SFy

Output Case	Case Type	Step Type	Step Number	FX kN	FY kN	FZ kN	MX kN-m	MY kN-m	MZ kN-m
Static X	LinStatic	Step By Step	1	-5248,4711	0	0	-3,283E-06	-122862,0023	42334,5541
Static X	LinStatic	Step By Step	2	-5248,4711	0	0	-3,974E-06	-122862,0023	46284,0935
Static X	LinStatic	Step By Step	3	-5248,4711	0	0	-2,592E-06	-122862,0023	38385,0147
Static Y	LinStatic	Step By Step	1	0	-5248,4711	1,005E-06	122862,0023	-2,592E-05	-78739,9403
Static Y	LinStatic	Step By Step	2	0	-5248,4711	1,133E-06	122862,0023	-2,939E-05	-86145,3267
Static Y	LinStatic	Step By Step	3	0	-5248,4711	8,769E-07	122862,0023	-2,246E-05	-71334,5539
RSPX	LinRespSpec	Max		1614,9661	30,5466	0	176,4865	33945,8918	17650,074
RSPY	LinRespSpec	Max		30,5464	1804,9202	0	38002,9997	218,8168	27022,2876
SCALED RSPY	LinRespSpec	Max		88,8185	-5248,096	9,275E-07	110499,8375	636,2451	78571,8501
SCALED RSPX	LinRespSpec	Max		5248,0964	99,2862	6,252E-07	573,5216	110312,7252	57356,8013

Gambar 1.5 Pengecekan Penskalaan Beban Gempa

II. PENGECEKAN PERILAKU STRUKTUR

2.1 SYARAT TRANSLASI

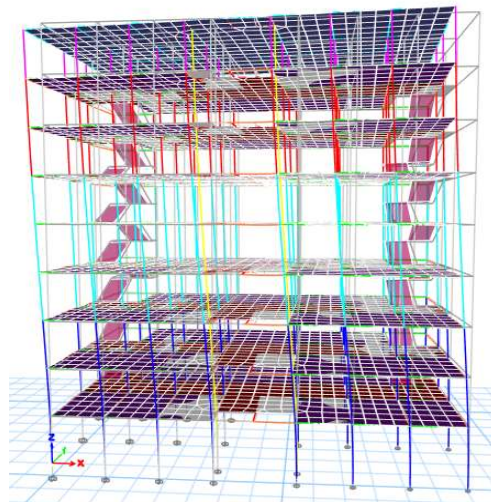
Berdasarkan SNI-1726-2019, bahwa mode 1 dan mode 2 berupa translasi arah X, maupun Y. Hal ini dimaksudkan untuk menghindari torsi yang besar.

Tabel 2.1 Translasi Arah X dan Y

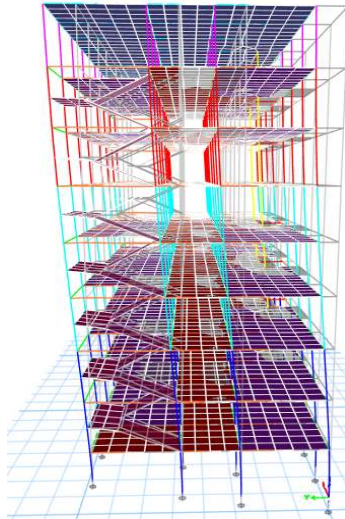
Case	Mode	Period sec	UX	UY	UZ	SumUX	SumUY	SumUZ	RX	RY	RZ	SumRX	SumRY	SumRZ
Modal	1	2,307	2,101E-06	0,7451	0	2,101E-06	0,7451	0	0,2614	8,353E-06	0	0,2614	8,353E-06	0
Modal	2	2,207	0,431	1,8E-06	0	0,431	0,7451	0	6,095E-06	0,1777	0,2942	0,2614	0,1777	0,2942
Modal	3	1,925	0,2877	9,941E-07	0	0,7187	0,7451	0	2,382E-05	0,1138	0,4447	0,2614	0,2915	0,7389
Modal	4	0,752	7,079E-06	0,1008	0	0,7187	0,846	0	0,393	3,223E-05	3,457E-05	0,6545	0,2915	0,7389
Modal	5	0,698	0,056	2,606E-06	0	0,7747	0,846	0	3,157E-05	0,1577	0,0525	0,6545	0,4492	0,7915
Modal	6	0,621	0,0625	0,0001	0	0,8372	0,846	0	4,127E-05	0,1851	0,0507	0,6545	0,6343	0,8422
Modal	7	0,426	0,0002	0,0404	0	0,8374	0,8865	0	0,0582	0,0004	0,0001	0,7128	0,6346	0,8422
Modal	8	0,38	0,0133	7,228E-07	0	0,8507	0,8865	0	9,058E-07	0,0209	0,0316	0,7128	0,6556	0,8739
Modal	9	0,347	0,0329	0,0003	0	0,8836	0,8868	0	0,0007	0,0559	0,011	0,7135	0,7115	0,8849
Modal	10	0,289	0,0002	0,0238	0	0,8838	0,9106	0	0,061	0,0004	0,0001	0,7745	0,7119	0,8849
Modal	11	0,246	0,0017	1,401E-05	0	0,8855	0,9106	0	3,212E-05	0,0039	0,0251	0,7745	0,7158	0,91
Modal	12	0,222	0,0264	0,0006	0	0,912	0,9112	0	0,0014	0,0618	0,0012	0,7759	0,7776	0,9112
Modal	13	0,208	0,0007	0,0177	0	0,9127	0,9289	0	0,0413	0,0016	0,0001	0,8172	0,7792	0,9113
Modal	14	0,173	0,0004	1,916E-05	0	0,9131	0,9289	0	4,559E-05	0,0008	0,019	0,8172	0,78	0,9303
Modal	15	0,156	0,0011	0,0126	0	0,9142	0,9416	0	0,0303	0,0027	0	0,8476	0,7826	0,9303
Modal	16	0,151	0,0178	0,0007	0	0,932	0,9423	0	0,0017	0,0419	0,0004	0,8493	0,8245	0,9307

Pada tabel diatas menunjukkan dominasi pada mode 1 dan 2 dominan terjadi translasi dimana pada mode 1 dominan UY=74.51%, dan pada mode 2 dominan UX=43.1%, dan pada mode ke-3 terjadi rotasi sebesar RZ=73.89%.

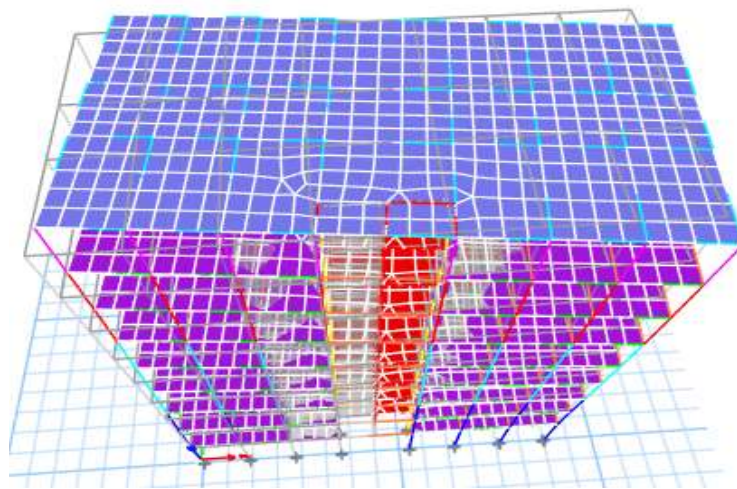
Berikut adalah ilustrasi perilaku struktur pada mode 1, mode 2, dan mode 3



Gambar 2.1 Translasi Arah X



Gambar 2.2 Translasi Arah Y



Gambar 2.3 Rotasi

2.2 SYARAT PARTISIPASI MASSA

Menurut SNI-1726-2019 Pasal 7.9.1.1 : Analisis harus menyertakan jumlah ragam yang cukup untuk mendapatkan partisipasi massa ragam terkombinasi sebesar paling sedikit 100 % dari massa aktual dalam masing-masing arah horisontal ortogonal dari respon yang ditinjau oleh model.

Tabel 2.2 Partisipasi Massa Rasio

	Case	ItemType	Item	Static %	Dynamic %
▶	Modal	Acceleration	UX	100	100
	Modal	Acceleration	UY	100	100
	Modal	Acceleration	UZ	0	0

2.3 SIMPANGAN ANTAR LANTAI

7.12.1.1 Rangka pemikul momen pada struktur yang didesain untuk kategori desain seismik D sampai F

Untuk sistem pemikul gaya seismik yang terdiri dari hanya rangka momen pada struktur yang didesain untuk kategori desain seismik D, E, atau F, simpangan antar tingkat desain (Δ) tidak boleh melebihi Δ_d/ρ untuk semua tingkat. ρ harus ditentukan sesuai dengan 0.

Tabel 20 – Simpangan antar tingkat izin, $\Delta_a^{a,b}$

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

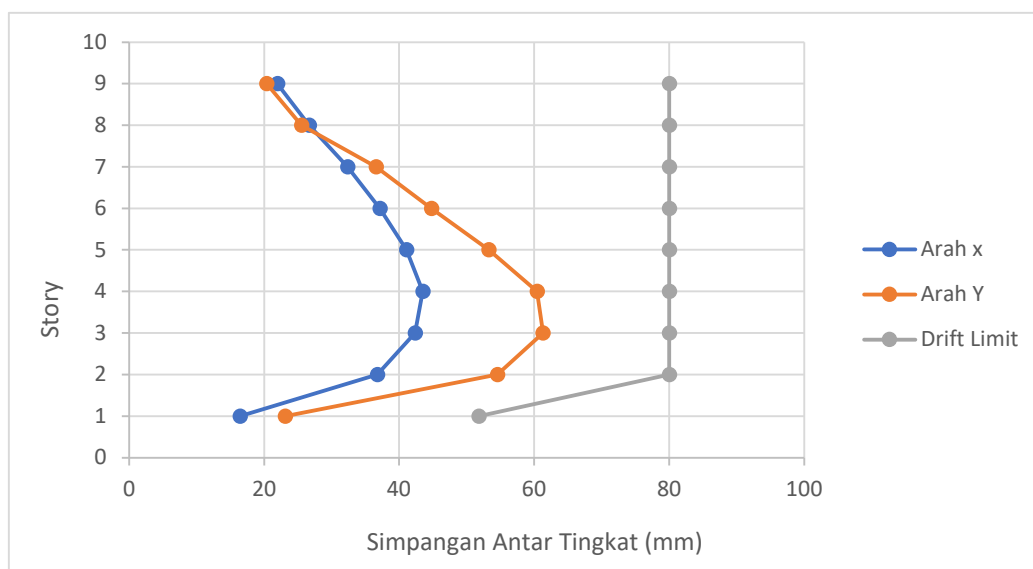
Simpangan Antar Tingkat Izin (Tabel)	Δ_a	0,02	h
Faktor Redudansi	ρ	1	
Story Drift Inelastik Izin (Syarat Sprm)	Δ_{max} (Δ/ρ)	0,02	h
Faktor Pembesaran Defleksi	C_d	5,5	
Faktor Keutamaan Gempa	I_e	1	
Story Drift Inelastik	Δ	$\delta * C_d / I_e$	

Tabel 2.3 Simpangan Antar Lantai Arah x

Story	Displacement	Elastic Drift	h	Inelastic Drift (Per Story)	Drift Limit	Cek
	$\delta_e X$	$\delta_e X$		ΔX		
	(mm)	(mm)		(mm)		
9	54,21	3,994	4000	21,967	80	OK
8	50,22	4,845	4000	26,648	80	OK
7	45,38	5,884	4000	32,362	80	OK
6	39,49	6,752	4000	37,136	80	OK
5	32,74	7,464	4000	41,052	80	OK
4	25,28	7,907	4000	43,489	80	OK
3	17,37	7,703	4000	42,367	80	OK
2	9,67	6,684	4000	36,762	80	OK
1	2,98	2,981	2589,4	16,396	51,79	OK

Tabel 2.4 Simpangan Antar Lantai Arah y

Story	Displacement	Elastic Drift	h	Inelastic Drift (Per Story)	Drift Limit	Cek
	δeY	δeY		ΔY		
	(mm)	(mm)		(mm)		
9	69,07	3,704	4000	20,372	80	OK
8	65,37	4,639	4000	25,515	80	OK
7	60,73	6,650	4000	36,575	80	OK
6	54,08	8,144	4000	44,792	80	OK
5	45,93	9,686	4000	53,273	80	OK
4	36,25	10,988	4000	60,434	80	OK
3	25,26	11,145	4000	61,298	80	OK
2	14,11	9,917	4000	54,544	80	OK
1	4,20	4,196	2589,4	23,078	51,788	OK



Gambar 2.4 Simpangan Antar Lantai Arah X dan Y

2.4 Ketidakberaturan Torsi

Lantai	Ratio Arah X		Ratio Arah Y	
	$\Delta_{\max} / \Delta_{\text{avg}}$	Cek	$\Delta_{\max} / \Delta_{\text{avg}}$	Cek
9	1,073	OK	1,162	OK
8	1,122	OK	1,189	OK
7	1,129	OK	1,146	OK
6	1,157	OK	1,168	OK
5	1,163	OK	1,164	OK
4	1,164	OK	1,16	OK
3	1,167	OK	1,16	OK
2	1,172	OK	1,165	OK
1	1,04	OK	1,04	OK

Lampiran 3
Pembebanan Model 20 Derajat
Ketinggian 36 M

I. PERHITUNGAN PEMBEBANAN

1.1 Beban Gravitasi

Beban gravitasi yang digunakan adalah berdasarkan SNI 1727: 2020, yaitu Beban minimum untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lain. Beban gravitasi dalam perencanaan meliputi :

- Beban mati berat sendiri (*dead load*)
- Beban mati tambahan, SIDL (*super imposed dead load*)
- Beban hidup, LL (*live load*), dan
- Beban hidup atap, La

1.1.1 Beban Mati Akibat Berat Sendiri (DL)

Beban mati (dead load) adalah berat seluruh komponen elemen struktural bangunan yang terdiri atas pelat, balok, kolom, dan dinding geser. Beban mati akan dihitung secara otomatis oleh peranti lunak ETABS dengan menggunakan berat jenis material beton 24 kN/m³ dan berat jenis tulangan 78,50 kN/m³.

Tabel 1.1 Daftar Berat Sendiri Material

Material	Berat Volume	
	kN/m ³	kg/m ³
Beton (tidak bertulang)	22	2200
Beton bertulang	24 -25	2400 - 2500
Baja	78,5	7850
Mata merah	17	1700
Adukan semen	20 - 21	2000 - 2100
Air	10	1000
Tanah (umum)	17 - 18	1700 - 1800
Pasir kering	16	1600
Pasir jenuh	18	1800
Kayu (klas I)	10	1000
Aspal	14	1400

1.1.2 Beban Mati Tambahan (SIDL)

Tabel 1.2 Daftar Beban Mati Sebagai Beban Mati Tambahan

Material	Berat Volume	
	kN/m ³	kg/m ³
Atap :		
Genteng keramik (reng + kasau)	0,5	50
Atap metal 1mm (reng + kasau)	0,1	10
Dek Beton (screed)		
Plafon, ceiling, langit-langit	0,18	18
Finising lantai :		
Keramik (+ screed/adukan semen)	1,5	150
Raised floor (+ carpet)	0,2	20
Dinding :		
Pasangan bata merah satu batu	4,5	450
Pasangan bata merah setengah batu	2,5	250
Batako berlubang, t 10 cm	1,2	120
Batako berlubang, t 20 cm	2	200
Batako tanpa lubang, t 15 cm	3	300
Batako berlubang, t 10 cm	2	200
Hebel 10 cm + render	1	100
Hebel 12.5 cm + render	1,2	120
Celcon 10 cm + render	1,5	150
Celcon 12.5 cm + render	1,7	170

Beban mati tambahan lantai

- Keramik (+ screed/adukan semen)	=	1,50	kN/m ²
- Berat plafond + penggantung	=	0,18	kN/m ²
- Berat Instalasi ME	=	0,20	kN/m ²
Total beban mati tambahan q_{DL}	=	1,88	kN/m²
dipakai q_{DL}	=	1,88	kN/m²

Beban mati tambahan dinding bata lantai 2 ke lantai 7

-Pasangan dinding 1/2 bata	=	2,50	kN/m ²
-Tinggi dinding	=	4,00	m
Total beban mati tambahan q_{DL}	=	10,00	kN/m ²
dipakai q_{DL}	=	10,00	kN/m ²

Beban mati tambahan dinding bata pada sisi tangga

-Pasangan dinding 1/2 bata	=	2,50	kN/m ²
-Tinggi dinding	=	2,00	m
Total beban mati tambahan q_{DL}	=	5,00	kN/m ²
dipakai q_{DL}	=	5,00	kN/m ²

Beban mati tambahan dak atap

-Berat plapond + penggantung	=	0,18	kN/m ²
-Berat Instalasi ME	=	0,20	kN/m ²
Total beban mati tambahan q_{DL}	=	0,38	kN/m ²
dipakai q_{DL}	=	0,38	kN/m ²

Beban mati tambahan lift

-Pu Berat Lift	=	2000	
-Berat beban Lift	=	1000	
-Berat mesin	=	258	
Total beban mati tambahan q_{DL}	=	3258	Kg
dipakai q_{DL}	=	32,58	kN

► Specifications of passenger elevator without machine room

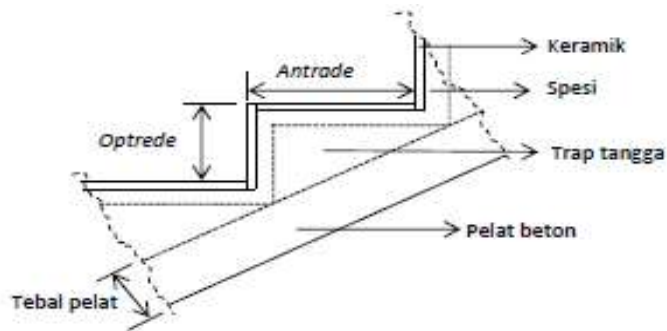
Note: Standard first floor height 4m, other floors 3m

KG Load	m/s Speed	Car size mm			Opening size mm		Hoistway size mm				Highest floors	Highest rise height m
		CW	CD	CH	OP	OPH	HW	HD	K	S		
630	1	1100	1400	2380	700	2100	1750	1800	4150	1400	15	50
	1.5				800	4300	1500		24	80		
	1.75				800	4400	1550		24	80		
800	1	1400	1400	2380	800	2100	2050	1800	4150	1400	15	50
	1.5								4300	1500	24	80
	1.75								4400	1550	24	80
1000	1	1600	1400	2380	900	2100	2250	1800	4150	1400	15	50
	1.5								4300	1500	24	80
	1.75								4400	1550	24	80
1150	1	1600	1600	2500	900	2100	2400	2000	4250	1550	15	50
	1.5								4400	1700	24	80
	1.75								4500	1700	32	95
1350	1	2000	1500	2500	1100	2100	3000	2100	4550	1700	15	50
	1.5								4650	1750	24	80
	1.75								4700	1800	32	95
1600	1	2000	1700	2500	1100	2100	3000	2200	4550	1700	15	50
	1.5								4650	1750	24	80
	1.75								4700	1800	32	95

Note: The drawings and specifications are only for your reference, final order please confirm with LARSSON

Beban mati tambahan Tangga

Beban pada tangga meliputi beban mati berupa antrede, optrede, dan finising berupa pasangan keramik. Data teknis tangga dalam perencanaan sebagai berikut



Keterangan :

Langkah datar (<i>antrade</i>)	=	300	mm
Langkah naik (<i>Optrede</i>)	=	200	mm
Jumlah total	=	12	bh

1. Beban mati tambahan pada plat tangga

Berat finising lantai (spesi + keramik) tebal 5 cm

Spesi + Keramik	=	22	kN/m ²
Tebal	=	0,05	m
Total Berat finising lantai qDL	=	1,1	kN/m ²

Beban mati trap beton

0,07 x 0,2 x 24	=	0,336	kN/m ²
-----------------	---	-------	-------------------

Berat dinding pegangan (handrill)

1,2 x 2,5 / 2	=	1,5	kN/m ²
Total beban mati tambahan pada plat tangga qDL	=	2,936	kN/m ²

2. Beban mati tambahan pada Plat Bordes

Berat finising lantai (spesi + keramik) tebal 5 cm

Spesi + Keramik	=	22	0
Tebal	=	0,05	m
Total beban mati tambahan pada plat bordes	=	1,1	0

Berat dinding pegangan (handrill)

1,2 x 2,5 / 2	=	1,5	kN/m ²
qDL	=	2,6	kN/m ²

1.2 Beban Hidup (*Load Live*)

Beban hidup atau live load adalah beban yang terjadi akibat penghunian atau penggunaan gedung yang berasal dari barang atau orang yang dapat berpindah tempat sehingga mengakibatkan perubahan dalam pembebanan lantai dan atap. Berdasarkan SNI 1727 : 2020 untuk beban hidup gedung, beban hidup dapat di reduksi, yakni faktor elemen diambil 3 karena masuk golongan kolom-kolom tepi dengan plat kantilever. Misalnya area tributari kolom terbesar berapa sebagai acuan reduksi beban hidup.

$$L = L_o \left(0,25 + \frac{4,57}{\sqrt{K_{LL} A_T}} \right)$$

dimana :

L = beban hidup rencana reduksi per m² dari luasan yang didukung oleh komponen struktur

L_o = beban hidup rencana tanpa reduksi per m² dari luasan yang didukung oleh komponen struktur

K_{LL} = faktor luas tributari m² A_T = luas tributari m²

Syarat :

L tidak boleh kurang dari 0.5 L_o untuk komponen struktur yang mendukung satu lantai dan L tidak boleh kurang dari 0.4 L_o untuk komponen struktur yang mendukung dua lantai atau lebih dari dua lantai

Tabel 1.3 Faktor Elemen Beban Hidup, K_{LL}

Elemen	K _{LL} ^a
Kolom interior	4
Kolom eksterior tanpa slab kantilever	4
Kolom tepi dengan slab kantilever	3
Kolom sudut dengan slab kantilever	2
Balok tepi tanpa slab kantilever	2
Balok interior	2
Semua komponen struktur yang tidak disebut diatas:	
Balok tepi dengan slab kantilever	
Balok kantilever	
Slab satu arah	1
Slab dua arah	
Komponen struktur tanpa ketentuan-ketentuan untuk penyaluran geser menerus tegak lurus terhadap bentangnya	

^a Selain nilai di atas, K_{LL} diizinkan dihitung tersendiri.

Tabel 1.4 Rekapitulasi beban hidup (*Load Live*)

Beban sesuai fungsi ruang	Berat per luasan	
	kN/m ³	kg/m ³
Beban hidup ruang kantor	2,4	2400
Beban hidup ruang komputer	4,79	4790
Koridor di atas lantai pertama	3,83	3830
Koridor lantai pertama	4,79	4790
Beban hidup ruang operasi, Laboratorium	2,87	2870
Beban hidup ruang pasien	1,92	1920
Helipad, Helikopter dengan berat lepas landas lebih dari 3000 lb (13.35 kN)	2,87	2870
Beban hidup koridor di atas lantai pertama	3,83	3830
Ruang penyimpanan	7,18	7180
Beban hidup tangga sebesar	4,79	4790
Beban hidup dak sebesar	0,96	960
Beban hidup ruang pertemuan sebesar	4,79	4790
Beban hidup lantai parkir sebesar	1,92	1920
Beban hidup lantai parkir terpusat sebesar	13,35	13350
Beban hidup ruang mesin lift	7,18	7180
Semua ruang kecuali tangga (Apartemen)	1,92	1920

1.3 Beban Gempa

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

1.3.1 Tahapan analisa gempa pada bangunan gedung

1. Menentukan kategori resiko bangunan gedung (I-IV)

SNI 1276 : 2019, Tabel 3- Kategori risiko bangunan gedung dan non gedung untuk beban Gempa

Jenis pemanfaatan:

Gedung apartemen / Rumah Susun

2. Menentukan faktor keutamaan gempa

SNI 1726:2019, Tabel 4 - Faktor keutamaan gempa

Kategori risiko :

II

Faktor keutamaan Gempa, Ie :

1

3. Menentukan parameter percepatan tanah (S_s , S_1)

SNI 1726:2019, Gambar 15-Parameter gerak tanah S_s , gempa maksimum yang dipertimbangkan risiko-tertarget (MCER) wilayah Indonesia untuk spektrum respon 0,2 detik (redaman kritis 5%)

Berdasarkan Peta di atas Pulau Lombok mempunyai Parameter gerak tanah S_s , gempa maksimum yang dipertimbangkan risiko-tertarget (MCER) wilayah Indonesia untuk spektrum respon 0,2 detik

(redaman kritis 5%) adalah : $S_s = 1.0 - 1.20 g$

1,105700

Berdasarkan Peta di atas Pulau Lombok mempunyai Parameter gerak tanah S_1 , gempa maksimum yang dipertimbangkan risiko-tertarget (MCER) wilayah Indonesia untuk spektrum respon 1,0 detik

(redaman kritis 5%) adalah : $S_1 = 0.40 - 0.50 g$

0,438500

4. Menentukan klasifikasi situs (SA - SF)

Klasifikasi situs ditetapkan sebagai SA (batuan keras), SB (batuan), SC (tanah keras), SD (tanah sedang), SE (tanah lunak) dan SF (tanah khusus). Apabila untuk tebal lapisan setebal maksimum 30 m paling atas dipenuhi syarat-syarat yang tercantum dalam standar peraturan gempa.

Lihat SNI 1276 : 2019, Tabel 5- Klasifikasi Situs

SE (Tanah Lunak)

5. Menentukan Koefisien Situs (F_a , F_v)

Lihat di SNI 1276 : 2019, Tabel 6 - Koefisien Situs, F_a

1,015440

S_s	F_a	INTERPOLASI F_a
1	1,1	
1,25	0,9	
1,1057	1,01544	

Lihat di SNI 1276 : 2019, Tabel 7 - Koefisien Situs, F_v

2,323

S_1	F_v	INTERPOLASI F_v
0,4	2,4	
0,5	2,2	
0,4385	2,323	

6. Menghitung Parameter Percepatan desain (Sds, Sd1)

Parameter Respon Spektral Percepatan Periode Pendek

$$SMS = F_a * S_s \quad SMS = 1,122772008$$

Parameter Respon Spektral Percepatan Periode 1 sec

$$SM1 = F_v * S1 \quad SM1 = 1,0186355$$

Parameter Respon Spektral Percepatan Desain Periode Pendek

$$SDS = (2/3) * SMS \quad SDS = 0,748514672$$

Parameter Respon Spektral Percepatan Desain Periode 1 sec

$$SD1 = (2/3) * SM1 \quad SD1 = 0,679090333$$

Dalam mendapatkan data gempa dalam perencanaan ini bangunan ini seperti urutan langkah-langkah di atas, menggunakan software Puskim-PusGeN-ESRC, 2019-2020 dengan menginput data koordinat pada lokasi proyek

Aplikasi Spektrum Respons Desain Indonesia 2021
© 2021 PusGeN, DBTTP, Ditjen Cipta Karya, Kementerian PUPR
Requirement : Windows 8/10, VGA Screen 800x600

Tim Pengarah Aplikasi:

Ir. Dian Irawati, M.T. (Direktur Bina Teknik Permukiman dan Perumahan, KEMENTERIAN PUPR)
Prof. Masyhur Irsyam, MSE, Ph.D (HATTI, ITB, AIPi)
Prof. Indra Djati Sidi (ITB)
Prof. Wayan Sengara MSCE Ph.D (AARGI, ITB)
Ir. Lutfi Faizal (DBTTP – Kementerian PUPR)
Dr. M. Asrurifak (HATTI, ISTN)
Dr. Ir. Windu Partono, MSc. (UNDIP)
Dr. Ir. Mohammad Ridwan (DBTTP – Kementerian PUPR)

Tim Pengembangan Aplikasi :

Dr. Ir. Nathan Madutujuh, M.Sc.
James Asrah Immanuel, S.Kom
I Ketut Adi Wicaksana, S.Kom
Tim IT:
Junjun Muhammad Junjuna, ST. (DBTTP – Kementerian PUPR)
Anindwiyani Dian Panduwijaya, A.Md. (DBTTP – Kementerian PUPR)

Aplikasi ini mengacu pada Peta Sumber dan Bahaya Gempa Indonesia Tahun 2017 yang disusun oleh Tim Pusat Studi Gempa

Keterangan :

- Nilai Spektrum Respons Desain Indonesia pada aplikasi ini khusus untuk perhitungan pada bangunan saja sesuai SNI 1726:2019.
- Untuk nilai Spektrum Respons Desain di area dengan spektrum respon percepatan konstan sampai yang berdekatan dengan sesar aktif, harus dilakukan pengecekan.
 - Seluruh akibat dari penggunaan hasil aplikasi ini adalah tanggung jawab penuh dari pengguna masing-masing.
- Link website rsapuskim2019.litbang.pu.go.id mengenai Desain Respon Spektra direvisi menjadi link rsa.ciptakarya.pu.go.id

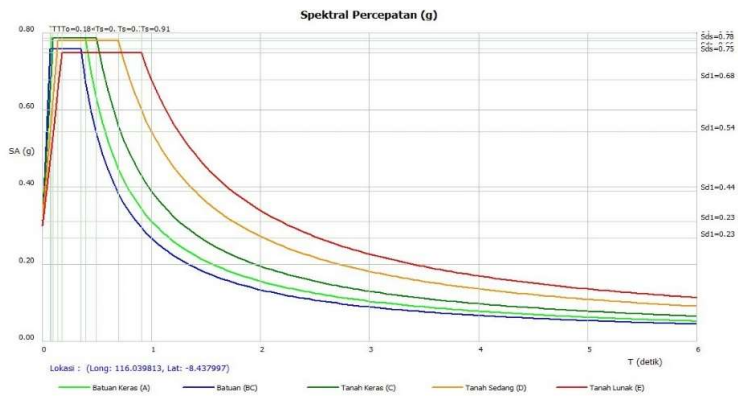
7. Parameter percepatan respon gempa

Untuk berbagai variabel respon gempa, harus disesuaikan dengan lokasi bangunan yang ditinjau, adapun parameter yang didapat dari Desain Spektara Indonesia untuk lokasi kegiatan pembangunan adalah sebagai berikut :

Area lokasi Gedung

Latitude : -8,437997

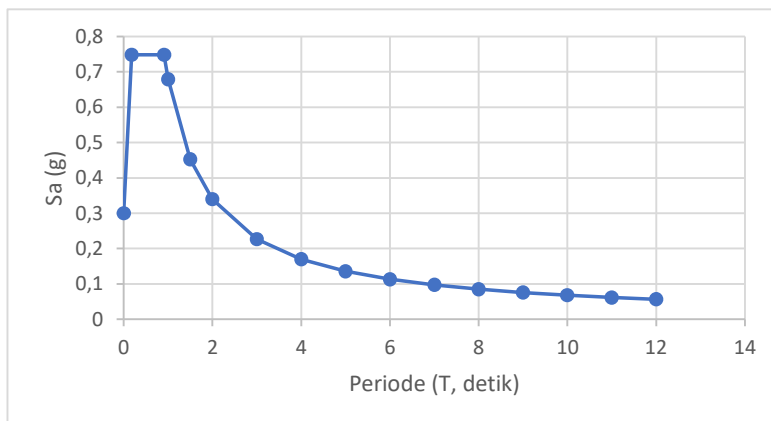
Longitude : 116,03982



Gambar 1.1 . Spektrum Respon Desain dari Situs Sesuai Koordinat Lokasi
 Dari data grafik, dipakai acuan respon desain "Tanah Lunak"

Tabel 1.5 Respon Desain

BATUAN	TANAH SEDANG (D)	
Variabel	Nilai	Satuan
PGA (g)	0,479205	g
SS (g)	1,105700	g
S1 (g)	0,438500	g
SMS (g)	1,122772	g
SM1 (g)	1,018636	g
SDS (g)	0,748515	dt
SD1 (g)	0,679090	dt



Gambar 1.2 Spektrum Respon Desain dari Situs Sesuai Koordinat Tanah Lunak

Results: Tabel dibawah ini merupakan Parameter untuk membuat Grafik Desain Spektra Indonesia:

Kelas

SE - Tanah Lunak

Rentang T(s)

Value: 12

PGA MCEg

0,4792

(g) bedrock

SS MCEr

1,1057

(g) bedrock

S1 MCEr

0,4385

(g) bedrock

TL

12

Detik

T0(detik)	Ts(detik)	Sds(g)	Sd1(g)
0,18	0,91	0,75	0,68

8. Menentukan Kategori desain Seismik, KDS (A-F)

Tabel 1.6. SNI 1276 : 2019, Tabel 8 - Kategori seismik berdasarkan parameter respon percepatan pada periode pendek

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

Tabel 1.7. SNI 1276 : 2019, Tabel 9 - Kategori seismik berdasarkan parameter respon percepatan pada periode 1 detik

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

Berdasarkan data :

SDS = 0,7485147

SD1 = 0,6790903

Maka kategori desain seismik (KDS) yang dipakai adalah

D

9. Menentukan Sistem dan Parameter Struktur (R, Cd, Wo)

Tabel 1.8. SNI 1276 : 2019, Tabel 12 - Kfaktor R, Cd, Wo untuk sistem pemikul gaya seismik

23. Dinding rangka ringan (baja canal dingin) yang dilapisi dengan panel struktur kayu yang dimaksudkan untuk tahanan geser, atau dengan lembaran baja	7	2½	4½	TB	TB	22	22	22
24. Dinding rangka ringan dengan panel geser dari semua material lainnya	2½	2½	2½	TB	TB	10	TB	TB
25. Rangka baja dengan bresing terkekang terhadap tekuk	8	2½	5	TB	TB	48	48	30
26. Dinding geser pelat baja khusus	7	2	6	TB	TB	48	48	30
C. Sistem rangka pemikul momen								
1. Rangka baja pemikul momen khusus	8	3	5½	TB	TB	TB	TB	TB
2. Rangka batang baja pemikul momen khusus	7	3	5½	TB	TB	48	30	TI
3. Rangka baja pemikul momen menengah	4½	3	4	TB	TB	10 ^k	TI ^k	TI ^k
4. Rangka baja pemikul momen biasa	3½	3	3	TB	TB	TI ^l	TI ^l	TI ^l
5. Rangka beton bertulang pemikul momen khusus ^m	8	3	5½	TB	TB	TB	TB	TB
6. Rangka beton bertulang pemikul momen menengah	5	3	4½	TB	TB	TI	TI	TI
7. Rangka beton bertulang pemikul momen biasa	3	3	2½	TB	TI	TI	TI	TI
8. Rangka baja dan beton komposit pemikul momen khusus	8	3	5½	TB	TB	TB	TB	TB
9. Rangka baja dan beton komposit pemikul momen menengah	5	3	4½	TB	TB	TI	TI	TI
10. Rangka baja dan beton komposit terkekang parsial pemikul momen	6	3	5½	48	48	30	TI	TI
11. Rangka baja dan beton komposit pemikul momen biasa	3	3	2½	TB	TI	TI	TI	TI
12. Rangka baja canal dingin pemikul momen khusus dengan pembautan ⁿ	3½	3 ^o	3½	10	10	10	10	10
D. Sistem ganda dengan rangka pemikul momen khusus yang mampu menahan paling sedikit 25 % gaya seismik yang ditetapkan								
1. Rangka baja dengan bresing eksentris	8	2½	4	TB	TB	TB	TB	TB

Pemilihan Sistem Struktur

Rangka beton bertulang pemikul momen khusus		
Koefisien Modifikasi Respon	R	8
Faktor Kuat Lebih Sistem	Ω_0	3
Koefisien Amplifikasi Defleksi	C_d	5,5

CATATAN

- ^a Koefisien modifikasi respons, *R*, untuk penggunaan pada keseluruhan standar. Nilai *R* mereduksi gaya ke level kekuatan bukan pada level tegangan izin.
- ^b Jika nilai pada tabel faktor kuat lebih, Ω_0 , lebih besar atau sama dengan 2,5, maka Ω_0 diizinkan untuk direduksi setengah untuk struktur dengan diafragma fleksibel.
- ^c Faktor pembesaran simpangan lateral, *C_d*, untuk penggunaan dalam 0, 0, dan 0
- ^d TB = Tidak Dibatasi dan TI = Tidak Diizinkan.
- ^e Lihat 7.2.5.4 untuk penjelasan sistem pemikul gaya seismik yang dibatasi sampai bangunan dengan ketinggian 72 m atau kurang.
- ^f Lihat 7.2.5.4 untuk sistem pemikul gaya seismik yang dibatasi sampai bangunan dengan ketinggian 48 m atau kurang.
- ^g Dinding geser didefinisikan sebagai dinding struktural.
- ^h Definisi "Dinding Struktural Khusus", termasuk konstruksi pracetak dan cor di tempat.
- ⁱ Penambahan ketinggian sampai 13,7 m diizinkan untuk fasilitas gudang penyimpanan satu tingkat.
- ^j Rangka baja dengan bresing konsentrik biasa diizinkan pada bangunan satu tingkat sampai ketinggian 18 m di mana beban mati atap tidak melebihi 0,96 kN/m² dan pada struktur griya tawang (*penthouse*).
- ^k Lihat 0 untuk struktur yang dikenai kategori desain seismik D, E, atau F.
- ^l Lihat 0 untuk struktur yang dikenai kategori desain seismik D, E, atau F.
- ^m Definisi "Rangka Momen Khusus", termasuk konstruksi pracetak dan cor di tempat.

10. Periode Fundamental Struktur

Tabel 1.9. SNI 1276 : 2019, Tabel 17 Koefisien untuk batas pada perioda 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

Tabel 1.10. SNI 1276 : 2019, Tabel 18 Nilai parameter periode pendekatan C_t dan x

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

Tipe Struktur

Semua Sistem Struktur Lainnya		
Koefisien C_t	C_t	0,0488
Tinggi Bangunan dari Muka Tanah	h_n	33,0882
Koefisien x	x	0,75
Koefisien Batas Atas untuk Periode Terhitung	C_u	1,4
Eksponen yang terkait periode struktur Arah X	K_x	1,221
Eksponen yang terkait periode struktur Arah Y	K_y	1,221
Periode Fundamental (Perhitungan Software) Arah	T_{cx}	2,093
Periode Fundamental (Perhitungan Software) Arah Tcy	T_{cy}	2,2
Periode Fundamental Pendekatan	$T_a = C_t * h_n^x$	0,673
Batas Atas Periode Fundamental	$C_u * T_a$	0,943

$$C_t * h_n^x < T_{program} < T_a * C_u$$

Periode Fundamental Struktur Arah X Pakai	T_x	0,943
Periode Fundamental Struktur Arah Y Pakai	T_y	0,943

11. Gaya Geser Dasar Dan Seismik

Koefisien Respons Seismik	$C_s = SDS / (R/I_e)$	0,0936	
Batas Atas Arah X	$C_{s,max,X} = SD1 / T_x (R/I_e)$	0,0901	
Batas Atas Arah Y	$C_{s,max,Y} = SD1 / T_y (R/I_e)$	0,0901	
Batas Bawah	$C_{s,min,1} (0.044 SDS I_e \geq 0.01)$	0,0329	
Batas Bawah (dipakai jika $S1 \geq 0,6 g$)	$C_{s,min,2} (0.5 S1 / (R/I_e))$	0,0274	
Koef. Respons Seismik Pakai Arah x	$C_{s,pakai,X}$	0,0901	
Koef. Respons Seismik Pakai Arah y	$C_{s,pakai,Y}$	0,0901	
Berat Seismik Efektif	W	60025,1201	kN
Gaya Geser Dasar Seismik Arah X	$V X = C_s \text{ pakai } x * W$	5405,8985	kN
Gaya Geser Dasar Seismik Arah Y	$V Y = C_s \text{ pakai } y * W$	5405,8985	kN
Gaya Geser Statik (ETABS) Arah X	$V_e X$	-5406,2897	kN
Gaya Geser Statik (ETABS) Arah Y	$V_e Y$	-5406,2897	kN

Tabel 1.11 Distribusi Gaya Gempa Statik Ekuivalen Tiap Lantai Arah x

Lantai	Massa (Wi)	hi	Kx	W _i h _i ^k	C _v	F _x
	(Kg)	(m)		(Kgf-m)		(KN)
Atap	260179	33,0882	1,221	18672775,7	0,0996	538,3515027
Lt 8	706970	29,0882		43351027,9	0,2312	1249,845834
Lt 7	722261	25,0882		36968259,4	0,1972	1065,825362
Lt 6	730910	21,0882		30260633,2	0,1614	872,4389774
Lt 5	740308	17,0882		23706715,1	0,1264	683,4841205
Lt 4	740308	13,0882		17117010,8	0,0913	493,4975172
Lt 3	749740	9,0882		11103860	0,0592	320,1334268
Lt 2	759921	5,0882		5542123,61	0,0296	159,7839879
Lt 1	705053	1,0882		781723,697	0,0042	22,53773796
Total	6115652			187504129		5405,90

Tabel 1.12. Distribusi Gaya Gempa Statik Ekuivalen Tiap Lantai Arah y

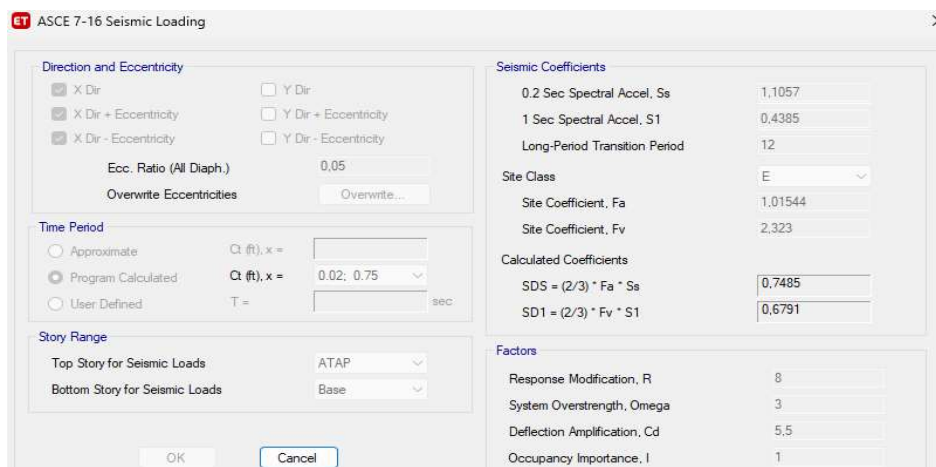
Lantai	Massa (Wi)	hi	Kx	W _i h _i ^k	C _v	F _y
	(Kg)	(m)		(Kgf-m)		(KN)
Atap	260179	33,0882	1,221	18672775,7	0,0996	538,352
Lt 8	706970	29,0882		43351027,9	0,2312	1249,846
Lt 7	722261	25,0882		36968259,4	0,1972	1065,825
Lt 6	730910	21,0882		30260633,2	0,1614	872,439
Lt 5	740308	17,0882		23706715,1	0,1264	683,484
Lt 4	740308	13,0882		17117010,8	0,0913	493,498
Lt 3	749740	9,0882		11103860	0,0592	320,133
Lt 2	759921	5,0882		5542123,61	0,0296	159,784
Lt 1	705053	1,0882		781723,697	0,0042	22,538
Total	6115652			187504129		5405,90

Untuk menghitung nilai F, C_v dan V_x bisa menggunakan Persamaan berikut :

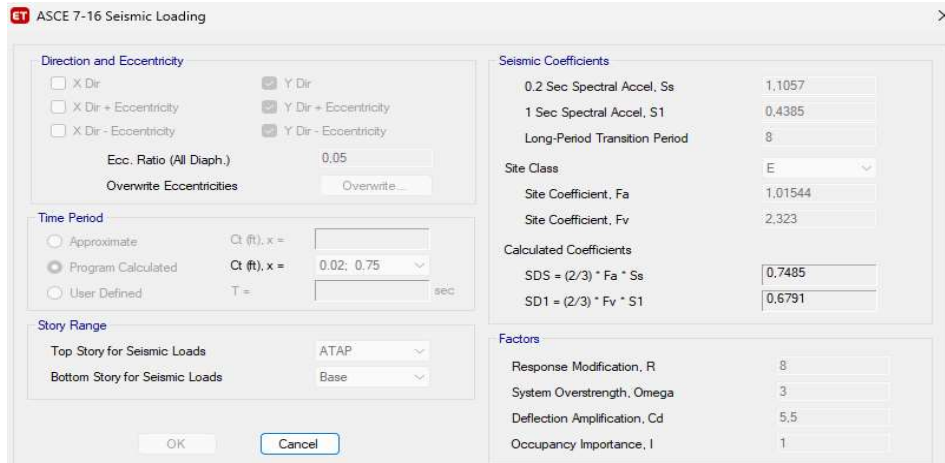
$$C_v = \frac{w_i h_i^k}{\sum_{i=1}^n w_i h_i^k} \quad F = C_v \times V, \quad V_x = \sum_{i=x}^n F_i$$

Beban Gempa statik ekuivalen dihitung otomatis dalam program, dalam kasus ini mengacu kepada ASCE 7-2016, dengan mengganti parameter gempa :

R	8	Tx	0,943
I	1	Ty	0,943
Ω ₀	3		
C _d	5,5		
S _s	1,1057		
S ₁	0,4385		



Gambar 2.3 Input data Gempa Statik sb x

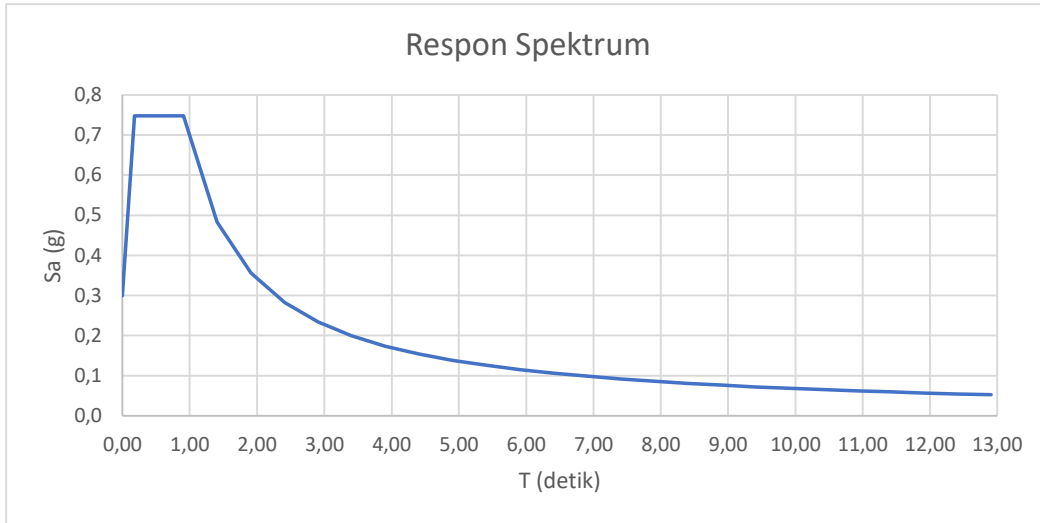


Gambar 2.4 Input data Gempa Statik sb y

12. Beban Gempa Dinamik

T detik	T detik	T (g)	Spektrum Respon Percepatan desain	
0	0	0,299	$T_0 = 0.2 \text{ SD1/SDS}$ <table border="1" style="float: right;"><tr><td>0,18145</td></tr></table>	0,18145
0,18145				
T_0	0,181	0,749	$T_s = \text{SD1/SDS}$ <table border="1" style="float: right;"><tr><td>0,90725</td></tr></table>	0,90725
0,90725				
T_s	0,907	0,749	$TL = \text{Periode Panjang}$ <table border="1" style="float: right;"><tr><td>12</td></tr></table>	12
12				
0,50	1,407	0,483	Jika, $T < T_0$ maka: $S_a = \text{SDS} * (0.4 + 0.6 T/T_0)$	
1,00	1,907	0,356	Jika, $T_0 \leq T \leq T_s$ maka: $S_a = \text{SDS}$	
1,50	2,407	0,282	Jika, $T > T_s$ maka: $S_a = \text{SD1/T}$	
2,00	2,907	0,234	Jika, $T > TL$ maka: $S_a = (\text{SD1/TL})/T^2$	
2,50	3,407	0,199		
3,00	3,907	0,174		
3,50	4,407	0,154		
4,00	4,907	0,138	$T=0, S_a = 0,4 \text{ SDS}$	
4,50	5,407	0,126		
5,00	5,907	0,115		
5,50	6,407	0,106		
6,00	6,907	0,098		
6,50	7,407	0,092		
7,00	7,907	0,086		
7,50	8,407	0,081		
8,00	8,907	0,076		
8,50	9,407	0,072		
9,00	9,907	0,069		
9,50	10,407	0,065		
10,00	10,907	0,062		
10,50	11,407	0,060		
11,00	11,907	0,057		

11,50	12,407	0,055
12,00	12,907	0,053



13. Penskalaan Gaya

Faktor Skala Awal

$$SF = g / (R / I)$$

1,226

m/s²

1225,83

mm/s²

Gaya Geser Dasar Analisis Struktur Arah RSPX

Vi,x

1589,6479

Gaya Geser Dasar Analisis Struktur Arah RSPY

Vi,y

1781,8962

Penskalaan Gaya Gempa Arah X

fx

3,401

Fs Baru

Penskalaan Gaya Gempa Arah Y

fy

3,034

Fs Baru

Faktor Skala Baru Arah X

SF_x

4168,671

mm/s²

Faktor Skala Baru Arah Y

SF_y

3718,914

mm/s²

Output Case	Case Type	Step Type	Step Number	FX kN	FY kN	FZ kN	MX kN-m	MY kN-m	MZ kN-m
Static X	LinStatic	Step By Step	1	-5406,2897	0	0	-4,475E-06	-120822,0782	43644,1451
Static X	LinStatic	Step By Step	2	-5406,2897	0	0	-5,069E-06	-120822,0782	47709,7068
Static X	LinStatic	Step By Step	3	-5406,2897	0	0	-3,281E-06	-120822,0782	39578,5834
Static Y	LinStatic	Step By Step	1	0	-5406,2897	1,613E-06	120822,0782	-4,283E-05	-81108,4284
Static Y	LinStatic	Step By Step	2	0	-5406,2897	1,828E-06	120822,0782	-4,861E-05	-88731,3567
Static Y	LinStatic	Step By Step	3	0	-5406,2897	1,398E-06	120822,0782	-3,706E-05	-73485,5002
RSPX	LinRespSpec	Max		1589,6479	30,4588	0	203,0705	32459,8465	18073,0553
RSPY	LinRespSpec	Max		30,4588	1781,8962	0	36364,5736	234,3727	26608,883
SCALED RSPY	LinRespSpec	Max		92,4057	5405,9036	1,491E-06	110322,5749	711,038	80725,8326
SCALED RSPX	LinRespSpec	Max		5405,9039	103,5811	1,077E-06	690,5805	110385,9596	61460,9054

Gambar 1.5 Pengecekan Penskalaan Beban Gempa

II. PENGECEKAN PERILAKU STRUKTUR

2.1 SYARAT TRANSLASI

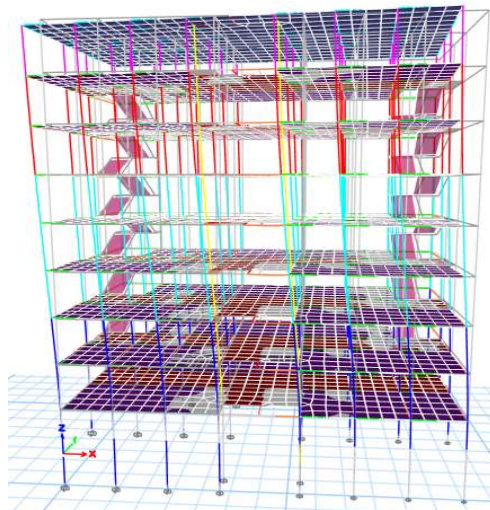
Berdasarkan SNI-1726-2019, bahwa mode 1 dan mode 2 berupa translasi arah X, maupun Y. Hal ini dimaksudkan untuk menghindari torsi yang besar.

Tabel 2.1 Translasi Arah X dan Y

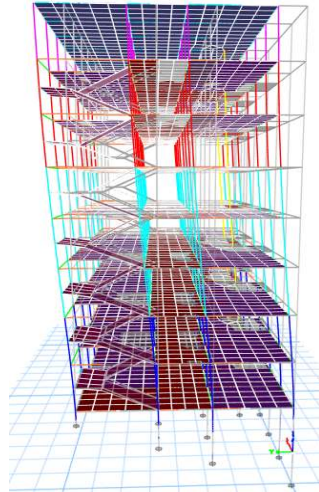
Case	Mode	Period sec	UX	UY	UZ	SumUX	SumUY	SumUZ	RX	RY	RZ	SumRX	SumRY	SumRZ
Modal 1	1	2,2	9,289E-06	0,7126	0	9,289E-06	0,7126	0	0,2874	0	2,808E-06	0,2874	0	2,808E-06
Modal 2	2	2,093	0,3845	1,397E-06	0	0,3845	0,7126	0	0	0,1817	0,308	0,2874	0,1817	0,308
Modal 3	3	1,822	0,2992	1,777E-05	0	0,6837	0,7126	0	3,781E-06	0,1375	0,3973	0,2874	0,3192	0,7053
Modal 4	4	0,717	2,232E-05	0,0957	0	0,6837	0,8083	0	0,3189	3,033E-06	3,826E-05	0,6062	0,3192	0,7053
Modal 5	5	0,662	0,0503	6,964E-07	0	0,7341	0,8083	0	1,39E-05	0,1161	0,053	0,6063	0,4353	0,7583
Modal 6	6	0,588	0,0621	0,0001	0	0,7962	0,8084	0	0,0001	0,1506	0,045	0,6063	0,5859	0,8033
Modal 7	7	0,408	0,0002	0,0377	0	0,7963	0,8461	0	0,0445	0,0003	0,0001	0,6508	0,5862	0,8034
Modal 8	8	0,361	0,0113	1,982E-06	0	0,8076	0,8462	0	2,598E-06	0,0144	0,0311	0,6508	0,6006	0,8345
Modal 9	9	0,329	0,0338	0,0003	0	0,8414	0,8464	0	0,0005	0,0468	0,009	0,6513	0,6474	0,8435
Modal 10	10	0,276	0,0002	0,0217	0	0,8416	0,8682	0	0,0461	0,0003	0,0001	0,6974	0,6477	0,8436
Modal 11	11	0,234	0,0012	1,417E-05	0	0,8428	0,8682	0	2,62E-05	0,0024	0,0231	0,6974	0,65	0,8667
Modal 12	12	0,209	0,0248	0,0006	0	0,8677	0,8688	0	0,0011	0,0472	0,0009	0,6986	0,6973	0,8676
Modal 13	13	0,198	0,0007	0,0151	0	0,8684	0,8839	0	0,0297	0,0014	0,0001	0,7282	0,6986	0,8677
Modal 14	14	0,164	0,0003	1,838E-05	0	0,8687	0,8839	0	3,55E-05	0,0005	0,0164	0,7283	0,6991	0,8841
Modal 15	15	0,148	0,0004	0,0095	0	0,8691	0,8934	0	0,0189	0,0007	4,363E-06	0,7471	0,6998	0,8841
Modal 16	16	0,143	0,0164	0,0002	0	0,8855	0,8935	0	0,0003	0,0318	0,0003	0,7474	0,7316	0,8844

Pada tabel diatas menunjukkan dominasi pada mode 1 dan 2 dominan terjadi translasi dimana pada mode 1 dominan UY=71.26%, dan pada mode 2 dominan UX=38,45%, dan pada mode ke-3 terjadi rotasi sebesar RZ=70,53%.

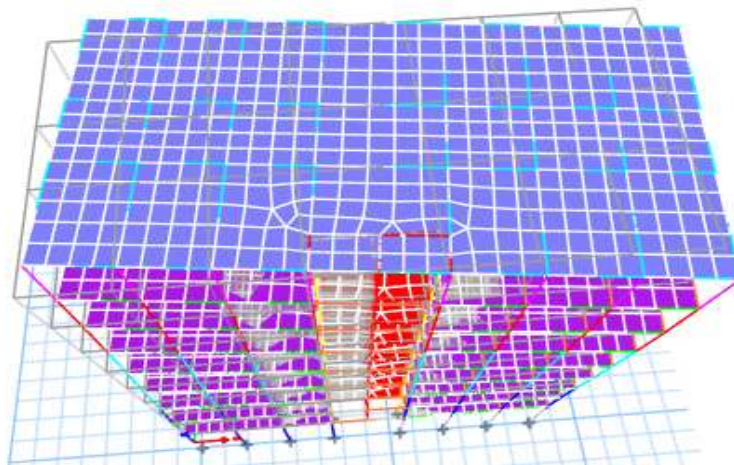
Berikut adalah ilustrasi perilaku struktur pada mode 1, mode 2, dan mode 3



Gambar 2.1 Translasi Arah X



Gambar 2.2 Translasi Arah Y



Gambar 2.3 Rotasi

2.2 SYARAT PARTISIPASI MASSA

Menurut SNI-1726-2019 Pasal 7.9.1.1 : Analisis harus menyertakan jumlah ragam yang cukup untuk mendapatkan partisipasi massa ragam terkombinasi sebesar paling sedikit 100 % dari massa aktual dalam masing-masing arah horisontal ortogonal dari respon yang ditinjau oleh model.

Tabel 2.2 Partisipasi Massa Rasio

	Case	ItemType	Item	Static %	Dynamic %
▶	Modal	Acceleration	UX	100	100
	Modal	Acceleration	UY	100	100
	Modal	Acceleration	UZ	0	0

2.3 SIMPANGAN ANTAR LANTAI

7.12.1.1 Rangka pemikul momen pada struktur yang didesain untuk kategori desain seismik D sampai F

Untuk sistem pemikul gaya seismik yang terdiri dari hanya rangka momen pada struktur yang didesain untuk kategori desain seismik D, E, atau F, simpangan antar tingkat desain (Δ) tidak boleh melebihi Δ_d/ρ untuk semua tingkat. ρ harus ditentukan sesuai dengan 0.

Tabel 20 – Simpangan antar tingkat izin, $\Delta_a^{a,b}$

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

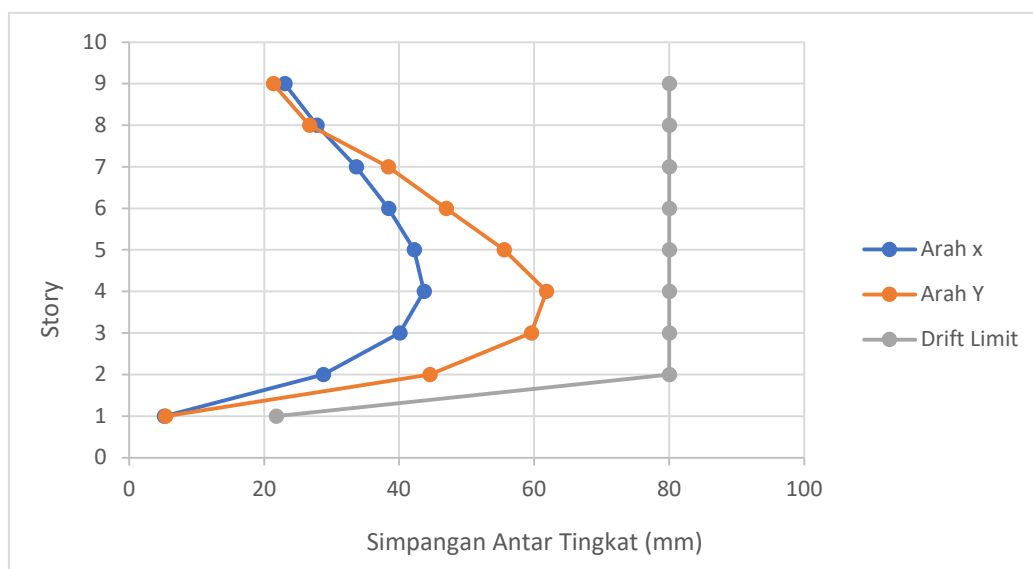
Simpangan Antar Tingkat Izin (Tabel)	Δ_a	0,02	h
Faktor Redudansi	ρ	1	
Story Drift Inelastik Izin (Syarat Sprm)	Δ_{max} (Δ/ρ)	0,02	h
Faktor Pembesaran Defleksi	C_d	5,5	
Faktor Keutamaan Gempa	I_e	1	
Story Drift Inelastik	Δ	$\delta * C_d / I_e$	

Tabel 2.3 Simpangan Antar Lantai Arah x

Story	Displacement	Elastic Drift	h	Inelastic Drift (Per Story)	Drift Limit	Cek
	$\delta_e X$	$\delta_e X$		ΔX		
	(mm)	(mm)		(mm)		
9	51,42	4,188	4000	23,034	80	OK
8	47,23	5,050	4000	27,775	80	OK
7	42,18	6,112	4000	33,616	80	OK
6	36,07	6,988	4000	38,434	80	OK
5	29,08	7,678	4000	42,229	80	OK
4	21,40	7,941	4000	43,676	80	OK
3	13,46	7,287	4000	40,079	80	OK
2	6,17	5,227	4000	28,749	80	OK
1	0,95	0,945	1088,2	5,198	21,76	OK

Tabel 2.4 Simpangan Antar Lantai Arah y

Story	Displacement	Elastic Drift	h	Inelastic Drift (Per Story)	Drift Limit	Cek
	δeY	δeY		ΔY		
	(mm)	(mm)		(mm)		
9	65,48	3,878	4000	21,329	80	OK
8	61,61	4,858	4000	26,719	80	OK
7	56,75	6,975	4000	38,363	80	OK
6	49,77	8,536	4000	46,948	80	OK
5	41,24	10,096	4000	55,528	80	OK
4	31,14	11,237	4000	61,804	80	OK
3	19,90	10,830	4000	59,565	80	OK
2	9,07	8,095	4000	44,523	80	OK
1	0,98	0,978	1088,2	5,379	21,764	OK



Gambar 2.4 Simpangan Antar Lantai Arah X dan Y

2.4 Ketidakberaturan Torsi

Lantai	Ratio Arah X		Ratio Arah Y	
	$\Delta_{\max} / \Delta_{\text{avg}}$	Cek	$\Delta_{\max} / \Delta_{\text{avg}}$	Cek
9	1,075	OK	1,162	OK
8	1,103	OK	1,153	OK
7	1,131	OK	1,146	OK
6	1,143	OK	1,147	OK
5	1,153	OK	1,147	OK
4	1,16	OK	1,148	OK
3	1,165	OK	1,151	OK
2	1,185	OK	1,149	OK
1	1,47	H.1b	1,8	H.1b

Lampiran 4
Pembebanan Model 0 Derajat
Ketinggian 40 M

I. PERHITUNGAN PEMBEBANAN

1.1 Beban Gravitasi

Beban gravitasi yang digunakan adalah berdasarkan SNI 1727: 2020, yaitu Beban minimum untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lain. Beban gravitasi dalam perencanaan meliputi :

- Beban mati berat sendiri (*dead load*)
- Beban mati tambahan, SIDL (*super imposed dead load*)
- Beban hidup, LL (*live load*), dan
- Beban hidup atap, La

1.1.1 Beban Mati Akibat Berat Sendiri (DL)

Beban mati (dead load) adalah berat seluruh komponen elemen struktural bangunan yang terdiri atas pelat, balok, kolom, dan dinding geser. Beban mati akan dihitung secara otomatis oleh peranti lunak ETABS dengan menggunakan berat jenis material beton 24 kN/m³ dan berat jenis tulangan 78,50 kN/m³.

Tabel 1.1 Daftar Berat Sendiri Material

Material	Berat Volume	
	kN/m ³	kg/m ³
Beton (tidak bertulang)	22	2200
Beton bertulang	24 -25	2400 - 2500
Baja	78,5	7850
Mata merah	17	1700
Adukan semen	20 - 21	2000 - 2100
Air	10	1000
Tanah (umum)	17 - 18	1700 - 1800
Pasir kering	16	1600
Pasir jenuh	18	1800
Kayu (klas I)	10	1000
Aspal	14	1400

1.1.2 Beban Mati Tambahan (SIDL)

Tabel 1.2 Daftar Beban Mati Sebagai Beban Mati Tambahan

Material	Berat Volume	
	kN/m ³	kg/m ³
Atap :		
Genteng keramik (reng + kasau)	0,5	50
Atap metal 1mm (reng + kasau)	0,1	10
Dek Beton (screed)		
Plafon, ceiling, langit-langit	0,18	18
Finising lantai :		
Keramik (+ screed/adukan semen)	1,5	150
Raised floor (+ carpet)	0,2	20
Dinding :		
Pasangan bata merah satu batu	4,5	450
Pasangan bata merah setengah batu	2,5	250
Batako berlubang, t 10 cm	1,2	120
Batako berlubang, t 20 cm	2	200
Batako tanpa lubang, t 15 cm	3	300
Batako berlubang, t 10 cm	2	200
Hebel 10 cm + render	1	100
Hebel 12.5 cm + render	1,2	120
Celcon 10 cm + render	1,5	150
Celcon 12.5 cm + render	1,7	170

Beban mati tambahan lantai

- Keramik (+ screed/adukan semen)	=	1,50	kN/m ²
- Berat plafond + penggantung	=	0,18	kN/m ²
- Berat Instalasi ME	=	0,20	kN/m ²
Total beban mati tambahan q_{DL}	=	1,88	kN/m²
dipakai q_{DL}	=	1,88	kN/m²

Beban mati tambahan dinding bata lantai 2 ke lantai 7

-Pasangan dinding 1/2 bata	=	2,50	kN/m ²
-Tinggi dinding	=	4,00	m
Total beban mati tambahan q_{DL}	=	10,00	kN/m ²
dipakai q_{DL}	=	10,00	kN/m ²

Beban mati tambahan dinding bata pada sisi tangga

-Pasangan dinding 1/2 bata	=	2,50	kN/m ²
-Tinggi dinding	=	2,00	m
Total beban mati tambahan q_{DL}	=	5,00	kN/m ²
dipakai q_{DL}	=	5,00	kN/m ²

Beban mati tambahan dak atap

-Berat plapond + penggantung	=	0,18	kN/m ²
-Berat Instalasi ME	=	0,20	kN/m ²
Total beban mati tambahan q_{DL}	=	0,38	kN/m ²
dipakai q_{DL}	=	0,38	kN/m ²

Beban mati tambahan lift

-Pu Berat Lift	=	2000	
-Berat beban Lift	=	1000	
-Berat mesin	=	258	
Total beban mati tambahan q_{DL}	=	3258	Kg
dipakai q_{DL}	=	32,58	kN

► Specifications of passenger elevator without machine room

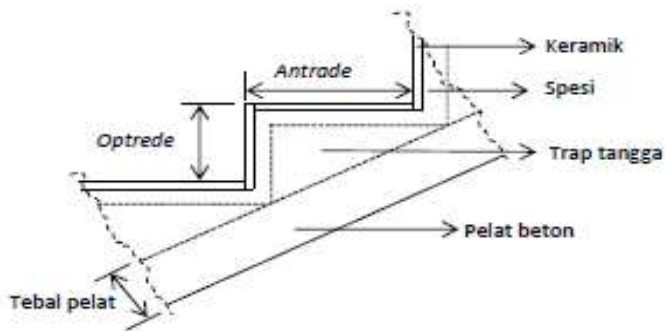
Note: Standard first floor height 4m, other floors 3m

KG Load	m/s Speed	Car size mm			Opening size mm		Hoistway size mm				Highest floors	Highest rise height m
		CW	CD	CH	OP	OPH	HW	HD	K	S		
630	1	1100	1400	2380	700	2100	1750	1800	4150	1400	15	50
	1.5				800	2100	4300		1500	24	80	
	1.75				800	2100	1850		4400	1550	24	80
800	1	1400	1400	2380	800	2100	2050	1800	4150	1400	15	50
	1.5								4300	1500	24	80
	1.75								4400	1550	24	80
1000	1	1600	1400	2380	900	2100	2250	1800	4150	1400	15	50
	1.5								4300	1500	24	80
	1.75								4400	1550	24	80
1150	1	1600	1600	2500	900	2100	2400	2000	4250	1550	15	50
	1.5								4400	1700	24	80
	1.75								4500	1700	32	95
1350	1	2000	1500	2500	1100	2100	3000	2100	4550	1700	15	50
	1.5								4650	1750	24	80
	1.75								4700	1800	32	95
1600	1	2000	1700	2500	1100	2100	3000	2200	4550	1700	15	50
	1.5								4650	1750	24	80
	1.75								4700	1800	32	95

Note: The drawings and specifications are only for your reference, final order please confirm with LARSSON

Beban mati tambahan Tangga

Beban pada tangga meliputi beban mati berupa antrede, optrede, dan finising berupa pasangan keramik. Data teknis tangga dalam perencanaan sebagai berikut



Keterangan :

Langkah datar (<i>antrade</i>)	=	300	mm
Langkah naik (<i>Optrede</i>)	=	200	mm
Jumlah total	=	12	bh

1. Beban mati tambahan pada plat tangga

Berat finising lantai (spesi + keramik) tebal 5 cm

Spesi + Keramik	=	22	kN/m ²
Tebal	=	0,05	m
Total Berat finising lantai qDL	=	1,1	kN/m ²

Beban mati trap beton

0,07 x 0,2 x 24	=	0,336	kN/m ²
-----------------	---	-------	-------------------

Berat dinding pegangan (handrill)

1,2 x 2,5 / 2	=	1,5	kN/m ²
Total beban mati tambahan pada plat tangga qDL	=	2,936	kN/m ²

2. Beban mati tambahan pada Plat Bordes

Berat finising lantai (spesi + keramik) tebal 5 cm

Spesi + Keramik	=	22	kN/m ²
Tebal	=	0,05	m
Total beban mati tambahan pada plat bordes	=	1,1	kN/m ²

Berat dinding pegangan (handrill)

1,2 x 2,5 / 2	=	1,5	kN/m ²
qDL	=	2,6	kN/m ²

1.2 Beban Hidup (*Load Live*)

Beban hidup atau live load adalah beban yang terjadi akibat penghunian atau penggunaan gedung yang berasal dari barang atau orang yang dapat berpindah tempat sehingga mengakibatkan perubahan dalam pembebanan lantai dan atap. Berdasarkan SNI 1727 : 2020 untuk beban hidup gedung, beban hidup dapat di reduksi, yakni faktor elemen diambil 3 karena masuk golongan kolom-kolom tepi dengan plat kantilever. Misalnya area tributari kolom terbesar berapa sebagai acuan reduksi beban hidup.

$$L = L_o \left(0,25 + \frac{4,57}{\sqrt{K_{LL} A_T}} \right)$$

dimana :

L = beban hidup rencana reduksi per m² dari luasan yang didukung oleh komponen struktur

L_o = beban hidup rencana tanpa reduksi per m² dari luasan yang didukung oleh komponen struktur

K_{LL} = faktor luas tributari m² A_T = luas tributari m²

Syarat :

L tidak boleh kurang dari 0.5 L_o untuk komponen struktur yang mendukung satu lantai dan L tidak boleh kurang dari 0.4 L_o untuk komponen struktur yang mendukung dua lantai atau lebih dari dua lantai

Tabel 1.3 Faktor Elemen Beban Hidup, K_{LL}

Elemen	K _{LL} ^a
Kolom interior	4
Kolom eksterior tanpa slab kantilever	4
Kolom tepi dengan slab kantilever	3
Kolom sudut dengan slab kantilever	2
Balok tepi tanpa slab kantilever	2
Balok interior	2
Semua komponen struktur yang tidak disebut diatas:	
Balok tepi dengan slab kantilever	
Balok kantilever	
Slab satu arah	1
Slab dua arah	
Komponen struktur tanpa ketentuan-ketentuan untuk penyaluran geser menerus tegak lurus terhadap bentangnya	

^a Selain nilai di atas, K_{LL} diizinkan dihitung tersendiri.

Tabel 1.4 Rekapitulasi beban hidup (*Load Live*)

Beban sesuai fungsi ruang	Berat per luasan	
	kN/m ³	kg/m ³
Beban hidup ruang kantor	2,4	2400
Beban hidup ruang komputer	4,79	4790
Koridor di atas lantai pertama	3,83	3830
Koridor lantai pertama	4,79	4790
Beban hidup ruang operasi, Laboratorium	2,87	2870
Beban hidup ruang pasien	1,92	1920
Helipad, Helikopter dengan berat lepas landas lebih dari 3000 lb (13.35 kN)	2,87	2870
Beban hidup koridor di atas lantai pertama	3,83	3830
Ruang penyimpanan	7,18	7180
Beban hidup tangga sebesar	4,79	4790
Beban hidup dak sebesar	0,96	960
Beban hidup ruang pertemuan sebesar	4,79	4790
Beban hidup lantai parkir sebesar	1,92	1920
Beban hidup lantai parkir terpusat sebesar	13,35	13350
Beban hidup ruang mesin lift	7,18	7180
Semua ruang kecuali tangga (Apartemen)	1,92	1920

1.3 Beban Gempa

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

1.3.1 Tahapan analisa gempa pada bangunan gedung

1. Menentukan kategori resiko bangunan gedung (I-IV)

SNI 1276 : 2019, Tabel 3- Kategori risiko bangunan gedung dan non gedung untuk beban Gempa

Jenis pemanfaatan:

Gedung apartemen / Rumah Susun

2. Menentukan faktor keutamaan gempa

SNI 1726:2019, Tabel 4 - Faktor keutamaan gempa

Kategori risiko :

II

Faktor keutamaan Gempa, Ie :

1

3. Menentukan parameter percepatan tanah (S_s , S_1)

SNI 1726:2019, Gambar 15-Parameter gerak tanah S_s , gempa maksimum yang dipertimbangkan risiko-tertarget (MCER) wilayah Indonesia untuk spektrum respon 0,2 detik (redaman kritis 5%)

Berdasarkan Peta di atas Pulau Lombok mempunyai Parameter gerak tanah S_s , gempa maksimum yang dipertimbangkan risiko-tertarget (MCER) wilayah Indonesia untuk spektrum respon 0,2 detik

(redaman kritis 5%) adalah : $S_s = 1.0 - 1.20 g$

1,105700

Berdasarkan Peta di atas Pulau Lombok mempunyai Parameter gerak tanah S_1 , gempa maksimum yang dipertimbangkan risiko-tertarget (MCER) wilayah Indonesia untuk spektrum respon 1,0 detik

(redaman kritis 5%) adalah : $S_1 = 0.40 - 0.50 g$

0,438500

4. Menentukan klasifikasi situs (SA - SF)

Klasifikasi situs ditetapkan sebagai SA (batuan keras), SB (batuan), SC (tanah keras), SD (tanah sedang), SE (tanah lunak) dan SF (tanah khusus). Apabila untuk tebal lapisan setebal maksimum 30 m paling atas dipenuhi syarat-syarat yang tercantum dalam standar peraturan gempa.

Lihat SNI 1276 : 2019, Tabel 5- Klasifikasi Situs

SE (Tanah Lunak)

5. Menentukan Koefisien Situs (F_a , F_v)

Lihat di SNI 1276 : 2019, Tabel 6 - Koefisien Situs, F_a

1,015440

S_s	F_a	INTERPOLASI F_a
1	1,1	
1,25	0,9	
1,1057	1,01544	

Lihat di SNI 1276 : 2019, Tabel 7 - Koefisien Situs, F_v

2,323

S_1	F_v	INTERPOLASI F_v
0,4	2,4	
0,5	2,2	
0,4385	2,323	

6. Menghitung Parameter Percepatan desain (Sds, Sd1)

Parameter Respon Spektral Percepatan Periode Pendek

$$SMS = F_a * S_s \quad SMS = 1,122772008$$

Parameter Respon Spektral Percepatan Periode 1 sec

$$SM1 = F_v * S1 \quad SM1 = 1,0186355$$

Parameter Respon Spektral Percepatan Desain Periode Pendek

$$SDS = (2/3) * SMS \quad SDS = 0,748514672$$

Parameter Respon Spektral Percepatan Desain Periode 1 sec

$$SD1 = (2/3) * SM1 \quad SD1 = 0,679090333$$

Dalam mendapatkan data gempa dalam perencanaan ini bangunan ini seperti urutan langkah-langkah di atas, menggunakan software Puskim-PusGeN-ESRC, 2019-2020 dengan menginput data koordinat pada lokasi proyek

Aplikasi Spektrum Respons Desain Indonesia 2021
© 2021 PusGeN, DBTTP, Ditjen Cipta Karya, Kementerian PUPR
Requirement : Windows 8/10, VGA Screen 800x600

Tim Pengarah Aplikasi:

Ir. Dian Irawati, M.T. (Direktur Bina Teknik Permukiman dan Perumahan, KEMENTERIAN PUPR)
Prof. Masyhur Irsyam, MSE, Ph.D (HATTI, ITB, AIPi)
Prof. Indra Djati Sidi (ITB)
Prof. Wayan Sengara MSCE Ph.D (AARGI, ITB)
Ir. Lutfi Faizal (DBTTP – Kementerian PUPR)
Dr. M. Asrurifak (HATTI, ISTN)
Dr. Ir. Windu Partono, MSc. (UNDIP)
Dr. Ir. Mohammad Ridwan (DBTTP – Kementerian PUPR)

Tim Pengembangan Aplikasi :

Dr. Ir. Nathan Madutujuh, M.Sc.
James Asrah Immanuel, S.Kom
I Ketut Adi Wicaksana, S.Kom
Tim IT:
Junjun Muhammad Junjuna, ST. (DBTTP – Kementerian PUPR)
Anindwiyani Dian Panduwijaya, A.Md. (DBTTP – Kementerian PUPR)

Aplikasi ini mengacu pada Peta Sumber dan Bahaya Gempa Indonesia Tahun 2017 yang disusun oleh Tim Pusat Studi Gempa

Keterangan :

- Nilai Spektrum Respons Desain Indonesia pada aplikasi ini khusus untuk perhitungan pada bangunan saja sesuai SNI 1726:2019.
- Untuk nilai Spektrum Respons Desain di area dengan spektrum respon percepatan konstan sampai yang berdekatan dengan sesar aktif, harus dilakukan pengecekan.
 - Seluruh akibat dari penggunaan hasil aplikasi ini adalah tanggung jawab penuh dari pengguna masing-masing.
- Link website rsapuskim2019.litbang.pu.go.id mengenai Desain Respon Spektra direvisi menjadi link rsa.ciptakarya.pu.go.id

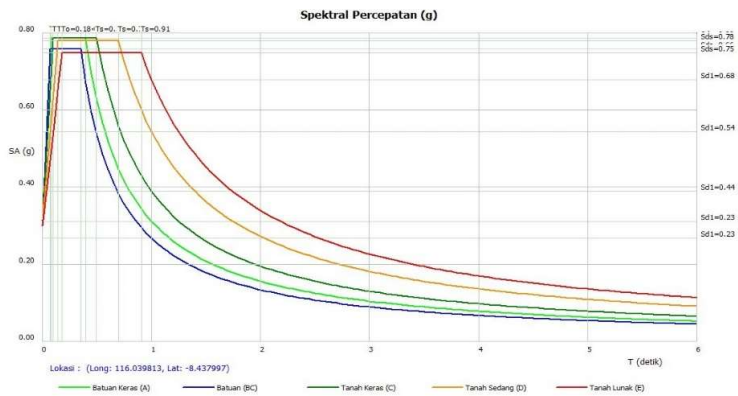
7. Parameter percepatan respon gempa

Untuk berbagai variabel respon gempa, harus disesuaikan dengan lokasi bangunan yang ditinjau, adapun parameter yang didapat dari Desain Spektara Indonesia untuk lokasi kegiatan pembangunan adalah sebagai berikut :

Area lokasi Gedung

Latitude : -8,437997

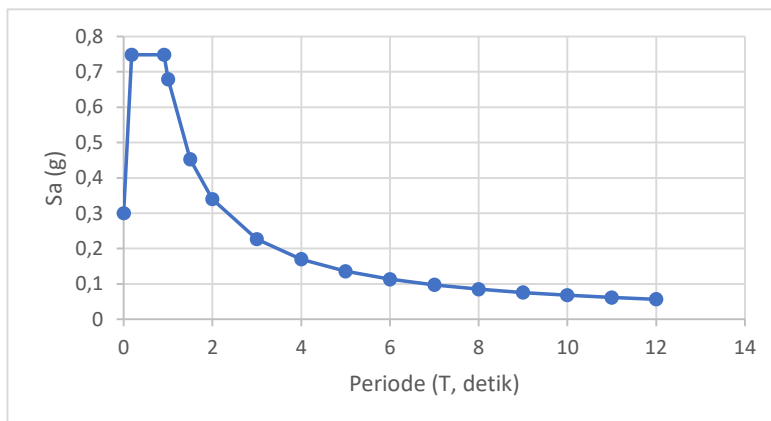
Longitude : 116,03982



Gambar 1.1 . Spektrum Respon Desain dari Situs Sesuai Koordinat Lokasi
 Dari data grafik, dipakai acuan respon desain "**Tanah Lunak**"

Tabel 1.5 Respon Desain

BATUAN	TANAH SEDANG (D)	
Variabel	Nilai	Satuan
PGA (g)	0,479205	g
SS (g)	1,105700	g
S1 (g)	0,438500	g
SMS (g)	1,122772	g
SM1 (g)	1,018636	g
SDS (g)	0,748515	dt
SD1 (g)	0,679090	dt



Gambar 1.2 Spektrum Respon Desain dari Situs Sesuai Koordinat Tanah Lunak

Results: Tabel dibawah ini merupakan Parameter untuk membuat Grafik Desain Spektra Indonesia:

Kelas

SE - Tanah Lunak

Rentang T(s)

Value: 12

PGA MCEg

0,4792

(g) bedrock

SS MCEr

1,1057

(g) bedrock

S1 MCEr

0,4385

(g) bedrock

TL

12

Detik

T0(detik)	Ts(detik)	Sds(g)	Sd1(g)
0,18	0,91	0,75	0,68

8. Menentukan Kategori desain Seismik, KDS (A-F)

Tabel 1.6. SNI 1276 : 2019, Tabel 8 - Kategori seismik berdasarkan parameter respon percepatan pada periode pendek

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

Tabel 1.7. SNI 1276 : 2019, Tabel 9 - Kategori seismik berdasarkan parameter respon percepatan pada periode 1 detik

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

Berdasarkan data :

SDS = 0,7485147

SD1 = 0,6790903

Maka kategori desain seismik (KDS) yang dipakai adalah

D

9. Menentukan Sistem dan Parameter Struktur (R, Cd, Wo)

Tabel 1.8. SNI 1276 : 2019, Tabel 12 - Kfaktor R, Cd, Wo untuk sistem pemikul gaya seismik

23. Dinding rangka ringan (baja canal dingin) yang dilapisi dengan panel struktur kayu yang dimaksudkan untuk tahanan geser, atau dengan lembaran baja	7	2½	4½	TB	TB	22	22	22
24. Dinding rangka ringan dengan panel geser dari semua material lainnya	2½	2½	2½	TB	TB	10	TB	TB
25. Rangka baja dengan bresing terkekang terhadap tekuk	8	2½	5	TB	TB	48	48	30
26. Dinding geser pelat baja khusus	7	2	6	TB	TB	48	48	30
C. Sistem rangka pemikul momen								
1. Rangka baja pemikul momen khusus	8	3	5½	TB	TB	TB	TB	TB
2. Rangka batang baja pemikul momen khusus	7	3	5½	TB	TB	48	30	TI
3. Rangka baja pemikul momen menengah	4½	3	4	TB	TB	10 ^k	TI ^k	TI ^k
4. Rangka baja pemikul momen biasa	3½	3	3	TB	TB	TI ^l	TI ^l	TI ^l
5. Rangka beton bertulang pemikul momen khusus ^m	8	3	5½	TB	TB	TB	TB	TB
6. Rangka beton bertulang pemikul momen menengah	5	3	4½	TB	TB	TI	TI	TI
7. Rangka beton bertulang pemikul momen biasa	3	3	2½	TB	TI	TI	TI	TI
8. Rangka baja dan beton komposit pemikul momen khusus	8	3	5½	TB	TB	TB	TB	TB
9. Rangka baja dan beton komposit pemikul momen menengah	5	3	4½	TB	TB	TI	TI	TI
10. Rangka baja dan beton komposit terkekang parsial pemikul momen	6	3	5½	48	48	30	TI	TI
11. Rangka baja dan beton komposit pemikul momen biasa	3	3	2½	TB	TI	TI	TI	TI
12. Rangka baja canal dingin pemikul momen khusus dengan pembautan ⁿ	3½	3 ^o	3½	10	10	10	10	10
D. Sistem ganda dengan rangka pemikul momen khusus yang mampu menahan paling sedikit 25 % gaya seismik yang ditetapkan								
1. Rangka baja dengan bresing eksentris	8	2½	4	TB	TB	TB	TB	TB

Pemilihan Sistem Struktur

Rangka beton bertulang pemikul momen khusus		
Koefisien Modifikasi Respon	R	8
Faktor Kuat Lebih Sistem	Ω_0	3
Koefisien Amplifikasi Defleksi	C_d	5,5

CATATAN

- ^a Koefisien modifikasi respons, R, untuk penggunaan pada keseluruhan standar. Nilai R mereduksi gaya ke level kekuatan bukan pada level tegangan izin.
- ^b Jika nilai pada tabel faktor kuat lebih, Ω_0 , lebih besar atau sama dengan 2,5, maka Ω_0 diizinkan untuk direduksi setengah untuk struktur dengan diafragma fleksibel.
- ^c Faktor pembesaran simpangan lateral, C_d , untuk penggunaan dalam 0, 0, dan 0
- ^d TB = Tidak Dibatasi dan TI = Tidak Diizinkan.
- ^e Lihat 7.2.5.4 untuk penjelasan sistem pemikul gaya seismik yang dibatasi sampai bangunan dengan ketinggian 72 m atau kurang.
- ^f Lihat 7.2.5.4 untuk sistem pemikul gaya seismik yang dibatasi sampai bangunan dengan ketinggian 48 m atau kurang.
- ^g Dinding geser didefinisikan sebagai dinding struktural.
- ^h Definisi "Dinding Struktural Khusus", termasuk konstruksi pracetak dan cor di tempat.
- ⁱ Penambahan ketinggian sampai 13,7 m diizinkan untuk fasilitas gudang penyimpanan satu tingkat.
- ^j Rangka baja dengan bresing konsentrik biasa diizinkan pada bangunan satu tingkat sampai ketinggian 18 m di mana beban mati atap tidak melebihi 0,96 kN/m² dan pada struktur griya tawang (penthouse).
- ^k Lihat 0 untuk struktur yang dikenai kategori desain seismik D, E, atau F.
- ^l Lihat 0 untuk struktur yang dikenai kategori desain seismik D, E, atau F.
- ^m Definisi "Rangka Momen Khusus", termasuk konstruksi pracetak dan cor di tempat.

10. Periode Fundamental Struktur

Tabel 1.9. SNI 1276 : 2019, Tabel 17 Koefisien untuk batas pada perioda 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

Tabel 1.10. SNI 1276 : 2019, Tabel 18 Nilai parameter periode pendekatan C_t dan x

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

Tipe Struktur

Semua Sistem Struktur Lainnya		
Koefisien C_t	C_t	0,0488
Tinggi Bangunan dari Muka Tanah	h_n	40
Koefisien x	x	0,75
Koefisien Batas Atas untuk Periode Terhitung	C_u	1,4
Ekspone yang terkait periode struktur Arah X	K_x	1,293
Ekspone yang terkait periode struktur Arah Y	K_y	1,293
Periode Fundamental (Perhitungan Software) Arah	T_{cx}	2,644
Periode Fundamental (Perhitungan Software) Arah Tcy	T_{cy}	2,737
Periode Fundamental Pendekatan	$T_a = C_t * h_n^x$	0,776
Batas Atas Periode Fundamental	$C_u * T_a$	1,087

$$C_t * h_n^x < T_{program} < T_a * C_u$$

Periode Fundamental Struktur Arah X Pakai	T_x	1,087
Periode Fundamental Struktur Arah Y Pakai	T_y	1,087

11. Gaya Geser Dasar Dan Seismik

Koefisien Respons Seismik	$C_s = SDS / (R/I_e)$	0,0936	
Batas Atas Arah X	$C_{s,max,X} = SD1 / T_x (R/I_e)$	0,0781	
Batas Atas Arah Y	$C_{s,max,Y} = SD1 / T_y (R/I_e)$	0,0781	
Batas Bawah	$C_{s,min,1} (0.044 SDS I_e \geq 0.01)$	0,0329	
Batas Bawah (dipakai jika $S1 \geq 0,6 g$)	$C_{s,min,2} (0.5 S1 / (R/I_e))$	0,0274	
Koef. Respons Seismik Pakai Arah x	$C_{s,pakai,X}$	0,0781	
Koef. Respons Seismik Pakai Arah y	$C_{s,pakai,Y}$	0,0781	
Berat Seismik Efektif	W	67502,4056	kN
Gaya Geser Dasar Seismik Arah X	$V_X = C_s \text{ pakai } x * W$	5273,0751	kN
Gaya Geser Dasar Seismik Arah Y	$V_Y = C_s \text{ pakai } y * W$	5273,0751	kN
Gaya Geser Statik (ETABS) Arah X	$V_e X$	-5273,4568	kN
Gaya Geser Statik (ETABS) Arah Y	$V_e Y$	-5273,4568	kN

Tabel 1.11 Distribusi Gaya Gempa Statik Ekuivalen Tiap Lantai Arah x

Lantai	Massa (Wi)	hi	Kx	W _i h _i ^k	C _v	F _x
	(Kg)	(m)		(Kgf-m)		(KN)
Atap	248432	40	1,293	29322333,1	0,0812	428,2321105
Lt 9	706970	36		72813578,9	0,2017	1063,391253
Lt 8	722261	32		63877586,7	0,1769	932,8873552
Lt 7	722261	28		53745961,4	0,1489	784,9220725
Lt 6	730910	24		44558570,4	0,1234	650,7466702
Lt 5	740308	20		35651040,6	0,0987	520,6584443
Lt 4	740308	16		26713800,8	0,0740	390,1363261
Lt 3	749740	12		18648633,7	0,0516	272,3502169
Lt 2	759921	8		11188214,2	0,0310	163,396022
Lt 1	756361	4		4543503,25	0,0126	66,35467844
Total	6877474				361063223	

Tabel 1.12. Distribusi Gaya Gempa Statik Ekuivalen Tiap Lantai Arah y

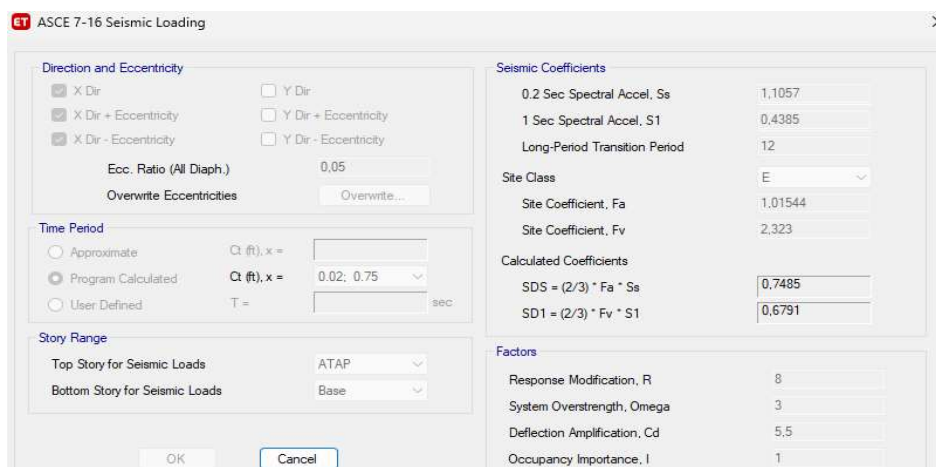
Lantai	Massa (Wi)	hi	Kx	W _i h _i ^k	C _v	F _y
	(Kg)	(m)		(Kgf-m)		(KN)
Atap	248432	40	1,293	29322333,1	0,0812	428,232
Lt 9	706970	36		72813578,9	0,2017	1063,391
Lt 8	722261	32		63877586,7	0,1769	932,887
Lt 7	722261	28		53745961,4	0,1489	784,922
Lt 6	730910	24		44558570,4	0,1234	650,747
Lt 5	740308	20		35651040,6	0,0987	520,658
Lt 4	740308	16		26713800,8	0,0740	390,136
Lt 3	749740	12		18648633,7	0,0516	272,350
Lt 2	759921	8		11188214,2	0,0310	163,396
Lt 1	756361	4		4543503,25	0,0126	66,355
Total	6877474				361063223	

Untuk menghitung nilai F, C_v dan V_x bisa menggunakan Persamaan berikut :

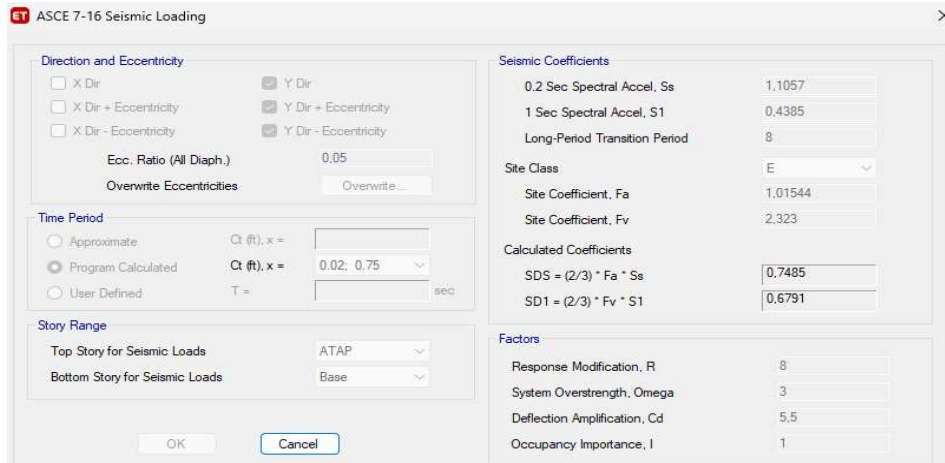
$$C_v = \frac{w_i h_i^k}{\sum_{i=1}^n w_i h_i^k} \quad F = C_v \times V_x, \quad V_x = \sum_{i=x}^n F_i$$

Beban Gempa statik ekuivalen dihitung otomatis dalam program, dalam kasus ini mengacu kepada ASCE 7-2016, dengan mengganti parameter gempa :

R	8	Tx	1,087
I	1	Ty	1,087
Ω ₀	3		
C _d	5,5		
S _s	1,1057		
S ₁	0,4385		



Gambar 2.3 Input data Gempa Statik sb x

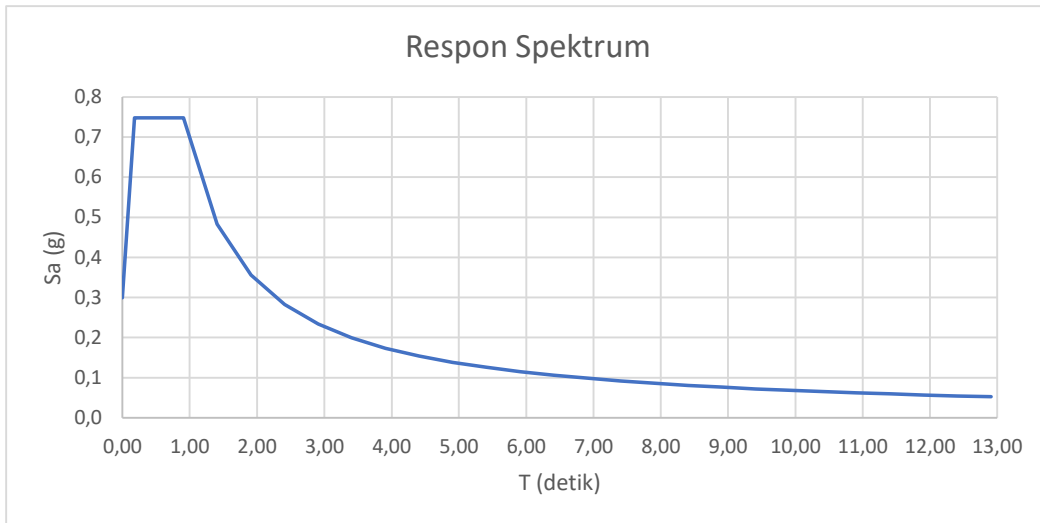


Gambar 2.4 Input data Gempa Statik sb y

12. Beban Gempa Dinamik

T detik	T detik	T (g)	Spektrum Respon Percepatan desain	
0	0	0,299	$T_0 = 0.2 \text{ SD1/SDS}$ <table border="1" style="float: right;"><tr><td>0,18145</td></tr></table>	0,18145
0,18145				
T_0	0,181	0,749	$T_s = \text{SD1/SDS}$ <table border="1" style="float: right;"><tr><td>0,90725</td></tr></table>	0,90725
0,90725				
T_s	0,907	0,749	$TL = \text{Periode Panjang}$ <table border="1" style="float: right;"><tr><td>12</td></tr></table>	12
12				
0,50	1,407	0,483	Jika, $T < T_0$ maka: $S_a = \text{SDS} * (0.4 + 0.6 T/T_0)$	
1,00	1,907	0,356	Jika, $T_0 \leq T \leq T_s$ maka: $S_a = \text{SDS}$	
1,50	2,407	0,282	Jika, $T > T_s$ maka: $S_a = \text{SD1/T}$	
2,00	2,907	0,234	Jika, $T > TL$ maka: $S_a = (\text{SD1/TL})/T^2$	
2,50	3,407	0,199		
3,00	3,907	0,174		
3,50	4,407	0,154		
4,00	4,907	0,138	$T=0, S_a = 0,4 \text{ SDS}$	
4,50	5,407	0,126		
5,00	5,907	0,115		
5,50	6,407	0,106		
6,00	6,907	0,098		
6,50	7,407	0,092		
7,00	7,907	0,086		
7,50	8,407	0,081		
8,00	8,907	0,076		
8,50	9,407	0,072		
9,00	9,907	0,069		
9,50	10,407	0,065		
10,00	10,907	0,062		
10,50	11,407	0,060		
11,00	11,907	0,057		

11,50	12,407	0,055
12,00	12,907	0,053



13. Penskalaan Gaya

Faktor Skala Awal

$$SF = g / (R / I)$$

1,226

m/s²

1225,83

mm/s²

Gaya Geser Dasar Analisis Struktur Arah RSPX

Vi,x

1634,1569

Gaya Geser Dasar Analisis Struktur Arah RSPY

Vi,y

1814,3421

Penskalaan Gaya Gempa Arah X

fx

3,227

Fs Baru

Penskalaan Gaya Gempa Arah Y

fy

2,906

Fs Baru

Faktor Skala Baru Arah X

SF_x

3955,496

mm/s²

Faktor Skala Baru Arah Y

SF_y

3562,669

mm/s²

Output Case	Case Type	Step Type	Step Number	FX kN	FY kN	FZ kN	MX kN-m	MY kN-m	MZ kN-m
Static X	LinStatic	Step By Step	1	-5273,4568	0	0	-3,408E-06	-143989,8117	42601,623
Static X	LinStatic	Step By Step	2	-5273,4568	0	0	-2,992E-06	-143989,8117	46564,6434
Static X	LinStatic	Step By Step	3	-5273,4568	0	0	-3,824E-06	-143989,8117	38638,6026
Static Y	LinStatic	Step By Step	1	0	-5273,4568	0	143989,8118	-6,327E-06	-79113,4777
Static Y	LinStatic	Step By Step	2	0	-5273,4568	0	143989,8118	-7,216E-06	-86544,141
Static Y	LinStatic	Step By Step	3	0	-5273,4568	0	143989,8118	-5,437E-06	-71682,8145
RSPX	LinRespSpec	Max		1634,1569	30,6901	0	292,9356	38479,557	16855,1294
RSPY	LinRespSpec	Max		30,69	1814,3421	0	43014,6643	329,0331	27223,0347
SCALED RSPY	LinRespSpec	Max		89,1954	5273,0807	0	125014,8968	956,2793	79119,1778
SCALED RSPX	LinRespSpec	Max		5273,0812	99,0304	0	945,2416	124165,4501	54387,9633

Gambar 1.5 Pengecekan Penskalaan Beban Gempa

II. PENGECEKAN PERILAKU STRUKTUR

2.1 SYARAT TRANSLASI

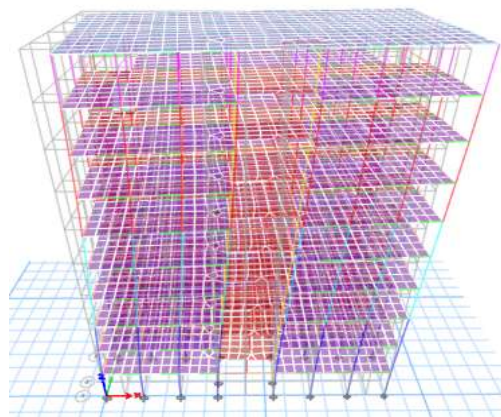
Berdasarkan SNI-1726-2019, bahwa mode 1 dan mode 2 berupa translasi arah X, maupun Y. Hal ini dimaksudkan untuk menghindari torsi yang besar.

Tabel 2.1 Translasi Arah X dan Y

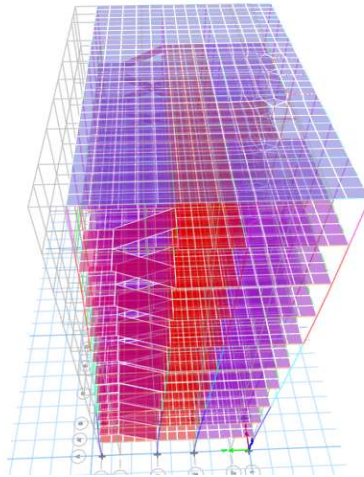
Case	Mode	Period sec	UX	UY	UZ	SumUX	SumUY	SumUZ	RX	RY	RZ	SumRX	SumRY	SumRZ
Modal	1	2,737	0,0001	0,78	0	0,0001	0,78	0	0,2306	3,353E-05	0	0,2306	3,353E-05	0
Modal	2	2,644	0,5012	3,704E-05	0	0,5012	0,78	0	2,791E-05	0,1775	0,256	0,2307	0,1775	0,2561
Modal	3	2,317	0,2507	5,065E-06	0	0,752	0,78	0	4,272E-05	0,0852	0,5179	0,2307	0,2627	0,7739
Modal	4	0,896	1,395E-06	0,1045	0	0,752	0,8845	0	0,4816	0,0002	2,88E-05	0,7123	0,2629	0,774
Modal	5	0,839	0,0625	1,426E-05	0	0,8145	0,8845	0	0,0001	0,2123	0,0495	0,7124	0,4752	0,8235
Modal	6	0,747	0,0619	2,416E-05	0	0,8764	0,8846	0	1,988E-06	0,2173	0,057	0,7124	0,6925	0,8805
Modal	7	0,507	0,0001	0,041	0	0,8765	0,9255	0	0,0684	0,0003	0,0001	0,7809	0,6928	0,8806
Modal	8	0,459	0,0157	0	0	0,8922	0,9255	0	0	0,0283	0,029	0,7809	0,7211	0,9096
Modal	9	0,414	0,028	0,0002	0	0,9202	0,9257	0	0,0007	0,0542	0,0134	0,7816	0,7752	0,923
Modal	10	0,344	0,0002	0,0227	0	0,9205	0,9485	0	0,074	0,0005	0,0001	0,8556	0,7757	0,9231
Modal	11	0,299	0,0035	1,011E-05	0	0,924	0,9485	0	2,781E-05	0,0096	0,022	0,8556	0,7853	0,9451
Modal	12	0,272	0,022	0,0006	0	0,946	0,9491	0	0,0015	0,0634	0,0023	0,8571	0,8487	0,9475
Modal	13	0,253	0,0007	0,0155	0	0,9467	0,9645	0	0,0399	0,0019	0,0001	0,897	0,8506	0,9476
Modal	14	0,214	0,0008	1,771E-05	0	0,9475	0,9645	0	4,98E-05	0,0018	0,0166	0,897	0,8524	0,9642
Modal	15	0,194	0,0016	0,0108	0	0,949	0,9754	0	0,0304	0,0043	3,372E-06	0,9274	0,8567	0,9642
Modal	16	0,189	0,0153	0,001	0	0,9643	0,9764	0	0,0029	0,0408	0,0005	0,9303	0,8974	0,9647
Modal	17	0,16	0,0003	3,399E-05	0	0,9646	0,9764	0	0,0001	0,0008	0,0121	0,9304	0,8982	0,9768
Modal	18	0,152	3,419E-05	0,0092	0	0,9646	0,9856	0	0,0274	0,0001	4,147E-05	0,9578	0,8983	0,9769
Modal	19	0,139	0,0118	1,835E-05	0	0,9765	0,9856	0	0,0001	0,0335	0,0002	0,9578	0,9317	0,977
Modal	20	0,126	2,408E-06	0,0053	0	0,9765	0,9909	0	0,0153	6,354E-06	0,0002	0,9732	0,9317	0,9772
Modal	21	0,124	0,0001	0,0001	0	0,9766	0,991	0	0,0003	0,0004	0,0009	0,9734	0,9321	0,9862
Modal	22	0,107	0,0087	0,0001	0	0,9853	0,9911	0	0,0003	0,025	0,0001	0,9737	0,9572	0,9862
Modal	23	0,106	0,0002	0,0043	0	0,9855	0,9954	0	0,0126	0,0005	0	0,9863	0,9576	0,9862
Modal	24	0,101	0,0001	1,131E-06	0	0,9855	0,9954	0	3,208E-06	0,0002	0,0054	0,9863	0,9579	0,9916
Modal	25	0,089	1,554E-05	0,0046	0	0,9856	1	0	0,0136	4,34E-05	2,091E-06	0,9999	0,9579	0,9916

Pada tabel diatas menunjukkan dominasi pada mode 1 dan 2 dominan terjadi translasi dimana pada mode 1 dominan UY=78%, dan pada mode 2 dominan UX=50.12%, dan pada mode ke-3 terjadi rotasi sebesar RZ=77.39%.

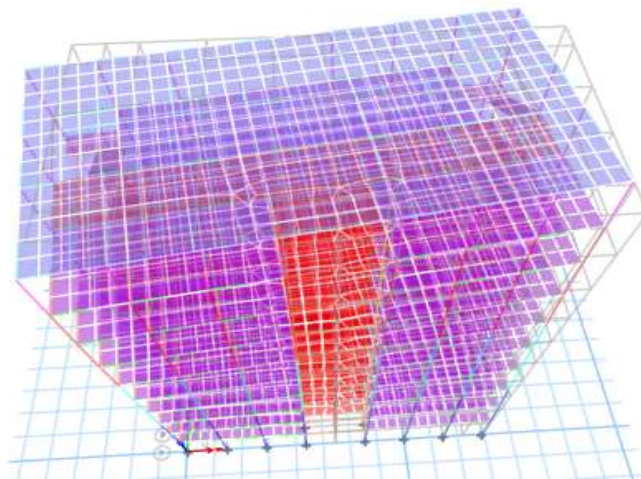
Berikut adalah ilustrasi perilaku struktur pada mode 1, mode 2, dan mode 3



Gambar 2.1 Translasi Arah X



Gambar 2.2 Translasi Arah Y



Gambar 2.3 Rotasi

2.2 SYARAT PARTISIPASI MASSA

Menurut SNI-1726-2019 Pasal 7.9.1.1 : Analisis harus menyertakan jumlah ragam yang cukup untuk mendapatkan partisipasi massa ragam terkombinasi sebesar paling sedikit 100 % dari massa aktual dalam masing-masing arah horisontal ortogonal dari respon yang ditinjau oleh model.

Tabel 2.2 Partisipasi Massa Rasio

	Case	ItemType	Item	Static %	Dynamic %
▶	Modal	Acceleration	UX	100	100
	Modal	Acceleration	UY	100	100
	Modal	Acceleration	UZ	0	0

2.3 SIMPANGAN ANTAR LANTAI

7.12.1.1 Rangka pemikul momen pada struktur yang didesain untuk kategori desain seismik D sampai F

Untuk sistem pemikul gaya seismik yang terdiri dari hanya rangka momen pada struktur yang didesain untuk kategori desain seismik D, E, atau F, simpangan antar tingkat desain (Δ) tidak boleh melebihi Δ_d/ρ untuk semua tingkat. ρ harus ditentukan sesuai dengan 0.

Tabel 20 – Simpangan antar tingkat izin, $\Delta_a^{a,b}$

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

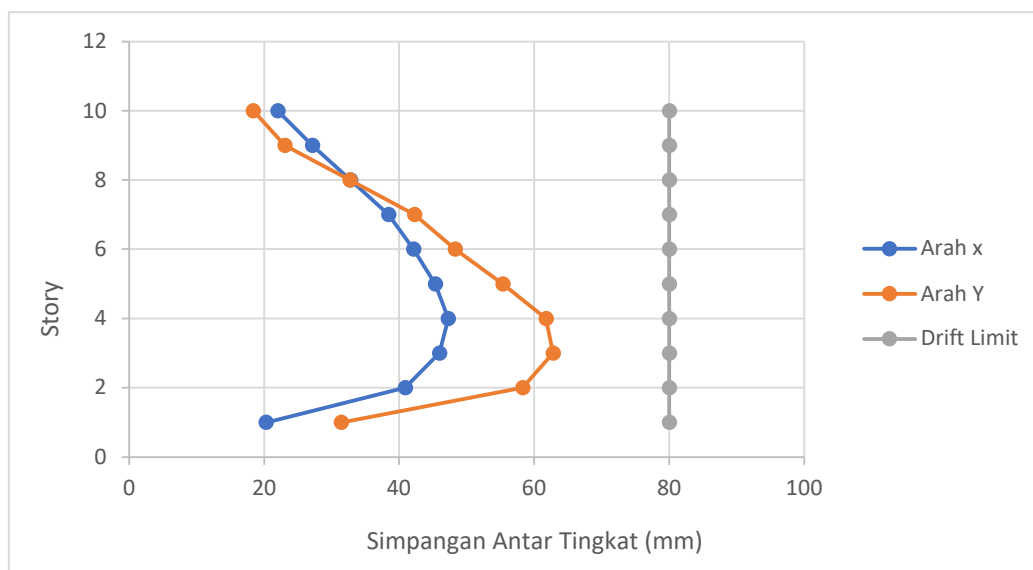
Simpangan Antar Tingkat Izin (Tabel)	Δ_a	0,02	h
Faktor Redudansi	ρ	1	
Story Drift Inelastik Izin (Syarat Sprm)	Δ_{max} (Δ/ρ)	0,02	h
Faktor Pembesaran Defleksi	C_d	5,5	
Faktor Keutamaan Gempa	I_e	1	
Story Drift Inelastik	Δ	$\delta * C_d / I_e$	

Tabel 2.3 Simpangan Antar Lantai Arah x

Story	Displacement	Elastic Drift	h	Inelastic Drift (Per Story)	Drift Limit	Cek
	$\delta_e X$	$\delta_e X$		ΔX		
	(mm)	(mm)		(mm)		
10	65,854	4,004	4000	22,022	80	OK
9	61,85	4,932	4000	27,126	80	OK
8	56,918	5,962	4000	32,791	80	OK
7	50,956	6,988	4000	38,434	80	OK
6	44,0	7,661	4000	42,136	80	OK
5	36,307	8,241	4000	45,326	80	OK
4	28,066	8,591	4000	47,251	80	OK
3	19,475	8,359	4000	45,975	80	OK
2	11,116	7,430	4000	40,865	80	OK
1	3,69	3,686	4000	20,273	80,00	OK

Tabel 2.4 Simpangan Antar Lantai Arah y

Story	Displacement	Elastic Drift	h	Inelastic Drift (Per Story)	Drift Limit	Cek
	δeY	δeY		ΔY		
	(mm)	(mm)		(mm)		
10	78,949	3,339	4000	18,365	80	OK
9	75,61	4,194	4000	23,067	80	OK
8	71,416	5,941	4000	32,676	80	OK
7	65,475	7,688	4000	42,284	80	OK
6	57,8	8,779	4000	48,285	80	OK
5	49,008	10,064	4000	55,352	80	OK
4	38,944	11,226	4000	61,743	80	OK
3	27,718	11,416	4000	62,788	80	OK
2	16,302	10,595	4000	58,273	80	OK
1	5,71	5,707	4000	31,389	80	OK



Gambar 2.4 Simpangan Antar Lantai Arah X dan Y

2.4 Ketidakberaturan Torsi

Lantai	Ratio Arah X		Ratio Arah Y	
	$\Delta_{\max} / \Delta_{\text{avg}}$	Cek	$\Delta_{\max} / \Delta_{\text{avg}}$	Cek
10	1,061	OK	1,159	OK
9	1,083	OK	1,152	OK
8	1,108	OK	1,146	OK
7	1,127	OK	1,146	OK
6	1,137	OK	1,148	OK
5	1,147	OK	1,148	OK
4	1,153	OK	1,148	OK
3	1,151	OK	1,148	OK
2	1,134	OK	1,146	OK
1	1,1	OK	1,141	OK

Lampiran 5
Pembebanan Model 10 Derajat
Ketinggian 40 M

I. PERHITUNGAN PEMBEBANAN

1.1 Beban Gravitasi

Beban gravitasi yang digunakan adalah berdasarkan SNI 1727: 2020, yaitu Beban minimum untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lain. Beban gravitasi dalam perencanaan meliputi :

- Beban mati berat sendiri (*dead load*)
- Beban mati tambahan, SIDL (*super imposed dead load*)
- Beban hidup, LL (*live load*), dan
- Beban hidup atap, La

1.1.1 Beban Mati Akibat Berat Sendiri (DL)

Beban mati (dead load) adalah berat seluruh komponen elemen struktural bangunan yang terdiri atas pelat, balok, kolom, dan dinding geser. Beban mati akan dihitung secara otomatis oleh peranti lunak ETABS dengan menggunakan berat jenis material beton 24 kN/m³ dan berat jenis tulangan 78,50 kN/m³.

Tabel 1.1 Daftar Berat Sendiri Material

Material	Berat Volume	
	kN/m ³	kg/m ³
Beton (tidak bertulang)	22	2200
Beton bertulang	24 -25	2400 - 2500
Baja	78,5	7850
Mata merah	17	1700
Adukan semen	20 - 21	2000 - 2100
Air	10	1000
Tanah (umum)	17 - 18	1700 - 1800
Pasir kering	16	1600
Pasir jenuh	18	1800
Kayu (klas I)	10	1000
Aspal	14	1400

1.1.2 Beban Mati Tambahan (SIDL)

Tabel 1.2 Daftar Beban Mati Sebagai Beban Mati Tambahan

Material	Berat Volume	
	kN/m ³	kg/m ³
Atap :		
Genteng keramik (reng + kasau)	0,5	50
Atap metal 1mm (reng + kasau)	0,1	10
Dek Beton (screed)		
Plafon, ceiling, langit-langit	0,18	18
Finising lantai :		
Keramik (+ screed/adukan semen)	1,5	150
Raised floor (+ carpet)	0,2	20
Dinding :		
Pasangan bata merah satu batu	4,5	450
Pasangan bata merah setengah batu	2,5	250
Batako berlubang, t 10 cm	1,2	120
Batako berlubang, t 20 cm	2	200
Batako tanpa lubang, t 15 cm	3	300
Batako berlubang, t 10 cm	2	200
Hebel 10 cm + render	1	100
Hebel 12.5 cm + render	1,2	120
Celcon 10 cm + render	1,5	150
Celcon 12.5 cm + render	1,7	170

Beban mati tambahan lantai

- Keramik (+ screed/adukan semen)	=	1,50	kN/m ²
- Berat plafond + penggantung	=	0,18	kN/m ²
- Berat Instalasi ME	=	0,20	kN/m ²
Total beban mati tambahan q_{DL}	=	1,88	kN/m²
dipakai q_{DL}	=	1,88	kN/m²

Beban mati tambahan dinding bata lantai 2 ke lantai 7

-Pasangan dinding 1/2 bata	=	2,50	kN/m ²
-Tinggi dinding	=	4,00	m
Total beban mati tambahan q_{DL}	=	10,00	kN/m ²
dipakai q_{DL}	=	10,00	kN/m ²

Beban mati tambahan dinding bata pada sisi tangga

-Pasangan dinding 1/2 bata	=	2,50	kN/m ²
-Tinggi dinding	=	2,00	m
Total beban mati tambahan q_{DL}	=	5,00	kN/m ²
dipakai q_{DL}	=	5,00	kN/m ²

Beban mati tambahan dak atap

-Berat plapond + penggantung	=	0,18	kN/m ²
-Berat Instalasi ME	=	0,20	kN/m ²
Total beban mati tambahan q_{DL}	=	0,38	kN/m ²
dipakai q_{DL}	=	0,38	kN/m ²

Beban mati tambahan lift

-Pu Berat Lift	=	2000	
-Berat beban Lift	=	1000	
-Berat mesin	=	258	
Total beban mati tambahan q_{DL}	=	3258	Kg
dipakai q_{DL}	=	32,58	kN

► Specifications of passenger elevator without machine room

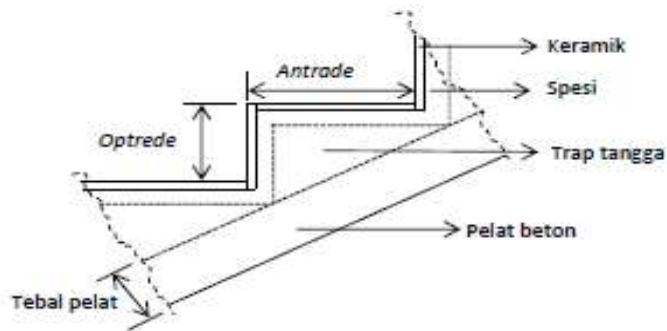
Note: Standard first floor height 4m, other floors 3m

KG Load	m/s Speed	Car size mm			Opening size mm		Hoistway size mm				Highest floors	Highest rise height m
		CW	CD	CH	OP	OPH	HW	HD	K	S		
630	1	1100	1400	2380	700	2100	1750	1800	4150	1400	15	50
	1.5				800	4300	1500		24	80		
	1.75				800	4400	1550		24	80		
800	1	1400	1400	2380	800	2100	2050	1800	4150	1400	15	50
	1.5								4300	1500	24	80
	1.75								4400	1550	24	80
1000	1	1600	1400	2380	900	2100	2250	1800	4150	1400	15	50
	1.5								4300	1500	24	80
	1.75								4400	1550	24	80
1150	1	1600	1600	2500	900	2100	2400	2000	4250	1550	15	50
	1.5								4400	1700	24	80
	1.75								4500	1700	32	95
1350	1	2000	1500	2500	1100	2100	3000	2100	4550	1700	15	50
	1.5								4650	1750	24	80
	1.75								4700	1800	32	95
1600	1	2000	1700	2500	1100	2100	3000	2200	4550	1700	15	50
	1.5								4650	1750	24	80
	1.75								4700	1800	32	95

Note: The drawings and specifications are only for your reference, final order please confirm with LARSSON

Beban mati tambahan Tangga

Beban pada tangga meliputi beban mati berupa antrede, optrede, dan finising berupa pasangan keramik. Data teknis tangga dalam perencanaan sebagai berikut



Keterangan :

Langkah datar (<i>antrade</i>)	=	300	mm
Langkah naik (<i>Optrede</i>)	=	200	mm
Jumlah total	=	12	bh

1. Beban mati tambahan pada plat tangga

Berat finising lantai (spesi + keramik) tebal 5 cm

Spesi + Keramik	=	22	kN/m ²
Tebal	=	0,05	m
Total Berat finising lantai qDL	=	1,1	kN/m ²

Beban mati trap beton

0,07 x 0,2 x 24	=	0,336	kN/m ²
-----------------	---	-------	-------------------

Berat dinding pegangan (handrill)

1,2 x 2,5 / 2	=	1,5	kN/m ²
Total beban mati tambahan pada plat tangga qDL	=	2,936	kN/m ²

2. Beban mati tambahan pada Plat Bordes

Berat finising lantai (spesi + keramik) tebal 5 cm

Spesi + Keramik	=	22	0
Tebal	=	0,05	m
Total beban mati tambahan pada plat bordes	=	1,1	0

Berat dinding pegangan (handrill)

1,2 x 2,5 / 2	=	1,5	kN/m ²
qDL	=	2,6	kN/m ²

1.2 Beban Hidup (*Load Live*)

Beban hidup atau live load adalah beban yang terjadi akibat penghunian atau penggunaan gedung yang berasal dari barang atau orang yang dapat berpindah tempat sehingga mengakibatkan perubahan dalam pembebanan lantai dan atap. Berdasarkan SNI 1727 : 2020 untuk beban hidup gedung, beban hidup dapat di reduksi, yakni faktor elemen diambil 3 karena masuk golongan kolom-kolom tepi dengan plat kantilever. Misalnya area tributari kolom terbesar berapa sebagai acuan reduksi beban hidup.

$$L = L_o \left(0,25 + \frac{4,57}{\sqrt{K_{LL} A_T}} \right)$$

dimana :

L = beban hidup rencana reduksi per m² dari luasan yang didukung oleh komponen struktur

L_o = beban hidup rencana tanpa reduksi per m² dari luasan yang didukung oleh komponen struktur

K_{LL} = faktor luas tributari m² A_T = luas tributari m²

Syarat :

L tidak boleh kurang dari 0.5 L_o untuk komponen struktur yang mendukung satu lantai dan L tidak boleh kurang dari 0.4 L_o untuk komponen struktur yang mendukung dua lantai atau lebih dari dua lantai

Tabel 1.3 Faktor Elemen Beban Hidup, K_{LL}

Elemen	K _{LL} ^a
Kolom interior	4
Kolom eksterior tanpa slab kantilever	4
Kolom tepi dengan slab kantilever	3
Kolom sudut dengan slab kantilever	2
Balok tepi tanpa slab kantilever	2
Balok interior	2
Semua komponen struktur yang tidak disebut diatas:	
Balok tepi dengan slab kantilever	
Balok kantilever	
Slab satu arah	1
Slab dua arah	
Komponen struktur tanpa ketentuan-ketentuan untuk penyaluran geser menerus tegak lurus terhadap bentangnya	

^a Selain nilai di atas, K_{LL} diizinkan dihitung tersendiri.

Tabel 1.4 Rekapitulasi beban hidup (*Load Live*)

Beban sesuai fungsi ruang	Berat per luasan	
	kN/m ³	kg/m ³
Beban hidup ruang kantor	2,4	2400
Beban hidup ruang komputer	4,79	4790
Koridor di atas lantai pertama	3,83	3830
Koridor lantai pertama	4,79	4790
Beban hidup ruang operasi, Laboratorium	2,87	2870
Beban hidup ruang pasien	1,92	1920
Helipad, Helikopter dengan berat lepas landas lebih dari 3000 lb (13.35 kN)	2,87	2870
Beban hidup koridor di atas lantai pertama	3,83	3830
Ruang penyimpanan	7,18	7180
Beban hidup tangga sebesar	4,79	4790
Beban hidup dak sebesar	0,96	960
Beban hidup ruang pertemuan sebesar	4,79	4790
Beban hidup lantai parkir sebesar	1,92	1920
Beban hidup lantai parkir terpusat sebesar	13,35	13350
Beban hidup ruang mesin lift	7,18	7180
Semua ruang kecuali tangga (Apartemen)	1,92	1920

1.3 Beban Gempa

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

1.3.1 Tahapan analisa gempa pada bangunan gedung

1. Menentukan kategori resiko bangunan gedung (I-IV)

SNI 1276 : 2019, Tabel 3- Kategori risiko bangunan gedung dan non gedung untuk beban Gempa

Jenis pemanfaatan:

Gedung apartemen / Rumah Susun

2. Menentukan faktor keutamaan gempa

SNI 1726:2019, Tabel 4 - Faktor keutamaan gempa

Kategori risiko :

II

Faktor keutamaan Gempa, Ie :

1

3. Menentukan parameter percepatan tanah (S_s , S_1)

SNI 1726:2019, Gambar 15-Parameter gerak tanah S_s , gempa maksimum yang dipertimbangkan risiko-tertarget (MCER) wilayah Indonesia untuk spektrum respon 0,2 detik (redaman kritis 5%)

Berdasarkan Peta di atas Pulau Lombok mempunyai Parameter gerak tanah S_s , gempa maksimum yang dipertimbangkan risiko-tertarget (MCER) wilayah Indonesia untuk spektrum respon 0,2 detik

(redaman kritis 5%) adalah : $S_s = 1.0 - 1.20 g$

1,105700

Berdasarkan Peta di atas Pulau Lombok mempunyai Parameter gerak tanah S_1 , gempa maksimum yang dipertimbangkan risiko-tertarget (MCER) wilayah Indonesia untuk spektrum respon 1,0 detik

(redaman kritis 5%) adalah : $S_1 = 0.40 - 0.50 g$

0,438500

4. Menentukan klasifikasi situs (SA - SF)

Klasifikasi situs ditetapkan sebagai SA (batuan keras), SB (batuan), SC (tanah keras), SD (tanah sedang), SE (tanah lunak) dan SF (tanah khusus). Apabila untuk tebal lapisan setebal maksimum 30 m paling atas dipenuhi syarat-syarat yang tercantum dalam standar peraturan gempa.

Lihat SNI 1276 : 2019, Tabel 5- Klasifikasi Situs

SE (Tanah Lunak)

5. Menentukan Koefisien Situs (F_a , F_v)

Lihat di SNI 1276 : 2019, Tabel 6 - Koefisien Situs, F_a

1,015440

S_s	F_a	INTERPOLASI F_a
1	1,1	
1,25	0,9	
1,1057	1,01544	

Lihat di SNI 1276 : 2019, Tabel 7 - Koefisien Situs, F_v

2,323

S_1	F_v	INTERPOLASI F_v
0,4	2,4	
0,5	2,2	
0,4385	2,323	

6. Menghitung Parameter Percepatan desain (Sds, Sd1)

Parameter Respon Spektral Percepatan Periode Pendek

$$SMS = F_a * S_s \quad SMS = 1,122772008$$

Parameter Respon Spektral Percepatan Periode 1 sec

$$SM1 = F_v * S1 \quad SM1 = 1,0186355$$

Parameter Respon Spektral Percepatan Desain Periode Pendek

$$SDS = (2/3) * SMS \quad SDS = 0,748514672$$

Parameter Respon Spektral Percepatan Desain Periode 1 sec

$$SD1 = (2/3) * SM1 \quad SD1 = 0,679090333$$

Dalam mendapatkan data gempa dalam perencanaan ini bangunan ini seperti urutan langkah-langkah di atas, menggunakan software Puskim-PusGeN-ESRC, 2019-2020 dengan menginput data koordinat pada lokasi proyek

Aplikasi Spektrum Respons Desain Indonesia 2021
© 2021 PusGeN, DBTTP, Ditjen Cipta Karya, Kementerian PUPR
Requirement : Windows 8/10, VGA Screen 800x600

Tim Pengarah Aplikasi:

Ir. Dian Irawati, M.T. (Direktur Bina Teknik Permukiman dan Perumahan, KEMENTERIAN PUPR)
Prof. Masyhur Irsyam, MSE, Ph.D (HATTI, ITB, AIPi)
Prof. Indra Djati Sidi (ITB)
Prof. Wayan Sengara MSCE Ph.D (AARGI, ITB)
Ir. Lutfi Faizal (DBTTP – Kementerian PUPR)
Dr. M. Asrurifak (HATTI, ISTN)
Dr. Ir. Windu Partono, MSc. (UNDIP)
Dr. Ir. Mohammad Ridwan (DBTTP – Kementerian PUPR)

Tim Pengembangan Aplikasi :

Dr. Ir. Nathan Madutujuh, M.Sc.
James Asrah Immanuel, S.Kom
I Ketut Adi Wicaksana, S.Kom
Tim IT:
Junjun Muhammad Junjuna, ST. (DBTTP – Kementerian PUPR)
Anindwiyani Dian Panduwijaya, A.Md. (DBTTP – Kementerian PUPR)

Aplikasi ini mengacu pada Peta Sumber dan Bahaya Gempa Indonesia Tahun 2017 yang disusun oleh Tim Pusat Studi Gempa

Keterangan :

- Nilai Spektrum Respons Desain Indonesia pada aplikasi ini khusus untuk perhitungan pada bangunan saja sesuai SNI 1726:2019.
- Untuk nilai Spektrum Respons Desain di area dengan spektrum respon percepatan konstan sampai yang berdekatan dengan sesar aktif, harus dilakukan pengecekan.
 - Seluruh akibat dari penggunaan hasil aplikasi ini adalah tanggung jawab penuh dari pengguna masing-masing.
- Link website rsapuskim2019.litbang.pu.go.id mengenai Desain Respon Spektra direvisi menjadi link rsa.ciptakarya.pu.go.id

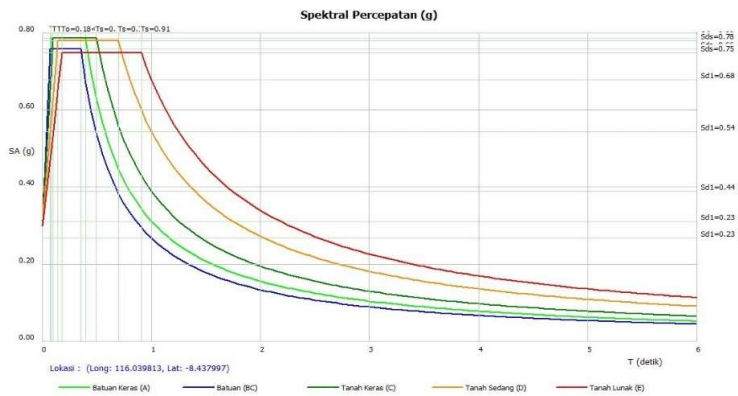
7. Parameter percepatan respon gempa

Untuk berbagai variabel respon gempa, harus disesuaikan dengan lokasi bangunan yang ditinjau, adapun parameter yang didapat dari Desain Spektara Indonesia untuk lokasi kegiatan pembangunan adalah sebagai berikut :

Area lokasi Gedung

Latitude : -8,437997

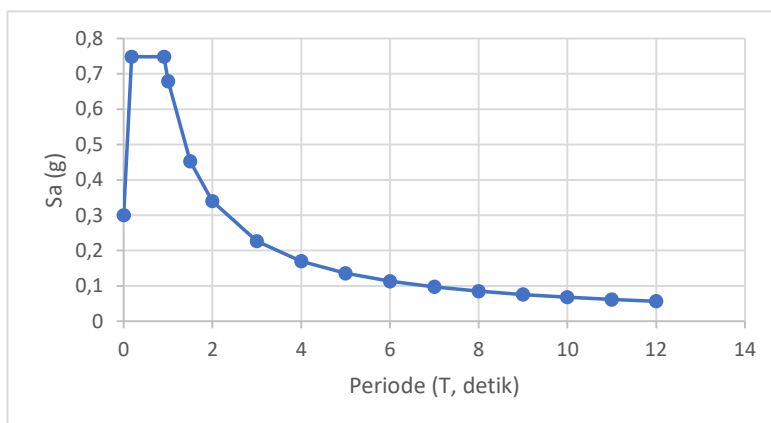
Longitude : 116,03982



Gambar 1.1 . Spektrum Respon Desain dari Situs Sesuai Koordinat Lokasi
 Dari data grafik, dipakai acuan respon desain "Tanah Lunak"

Tabel 1.5 Respon Desain

BATUAN	TANAH SEDANG (D)	
Variabel	Nilai	Satuan
PGA (g)	0,479205	g
SS (g)	1,105700	g
S1 (g)	0,438500	g
SMS (g)	1,122772	g
SM1 (g)	1,018636	g
SDS (g)	0,748515	dt
SD1 (g)	0,679090	dt



Gambar 1.2 Spektrum Respon Desain dari Situs Sesuai Koordinat Tanah Lunak

Results: Tabel dibawah ini merupakan Parameter untuk membuat Grafik Desain Spektra Indonesia:

Kelas

SE - Tanah Lunak

Rentang T(s)

Value: 12

PGA MCEg

0,4792

(g) bedrock

SS MCEr

1,1057

(g) bedrock

S1 MCEr

0,4385

(g) bedrock

TL

12

Detik

T0(detik)	Ts(detik)	Sds(g)	Sd1(g)
0,18	0,91	0,75	0,68

8. Menentukan Kategori desain Seismik, KDS (A-F)

Tabel 1.6. SNI 1276 : 2019, Tabel 8 - Kategori seismik berdasarkan parameter respon percepatan pada periode pendek

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

Tabel 1.7. SNI 1276 : 2019, Tabel 9 - Kategori seismik berdasarkan parameter respon percepatan pada periode 1 detik

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

Berdasarkan data :

SDS = 0,7485147

SD1 = 0,6790903

Maka kategori desain seismik (KDS) yang dipakai adalah

D

9. Menentukan Sistem dan Parameter Struktur (R, Cd, Wo)

Tabel 1.8. SNI 1276 : 2019, Tabel 12 - Kfaktor R, Cd, Wo untuk sistem pemikul gaya seismik

23. Dinding rangka ringan (baja canal dingin) yang dilapisi dengan panel struktur kayu yang dimaksudkan untuk tahanan geser, atau dengan lembaran baja	7	2½	4½	TB	TB	22	22	22
24. Dinding rangka ringan dengan panel geser dari semua material lainnya	2½	2½	2½	TB	TB	10	TB	TB
25. Rangka baja dengan bresing terkekang terhadap tekuk	8	2½	5	TB	TB	48	48	30
26. Dinding geser pelat baja khusus	7	2	6	TB	TB	48	48	30
C. Sistem rangka pemikul momen								
1. Rangka baja pemikul momen khusus	8	3	5½	TB	TB	TB	TB	TB
2. Rangka batang baja pemikul momen khusus	7	3	5½	TB	TB	48	30	TI
3. Rangka baja pemikul momen menengah	4½	3	4	TB	TB	10 ^k	TI ^k	TI ^k
4. Rangka baja pemikul momen biasa	3½	3	3	TB	TB	TI ^l	TI ^l	TI ^l
5. Rangka beton bertulang pemikul momen khusus ^m	8	3	5½	TB	TB	TB	TB	TB
6. Rangka beton bertulang pemikul momen menengah	5	3	4½	TB	TB	TI	TI	TI
7. Rangka beton bertulang pemikul momen biasa	3	3	2½	TB	TI	TI	TI	TI
8. Rangka baja dan beton komposit pemikul momen khusus	8	3	5½	TB	TB	TB	TB	TB
9. Rangka baja dan beton komposit pemikul momen menengah	5	3	4½	TB	TB	TI	TI	TI
10. Rangka baja dan beton komposit terkekang parsial pemikul momen	6	3	5½	48	48	30	TI	TI
11. Rangka baja dan beton komposit pemikul momen biasa	3	3	2½	TB	TI	TI	TI	TI
12. Rangka baja canal dingin pemikul momen khusus dengan pembautan ⁿ	3½	3 ^o	3½	10	10	10	10	10
D. Sistem ganda dengan rangka pemikul momen khusus yang mampu menahan paling sedikit 25 % gaya seismik yang ditetapkan								
1. Rangka baja dengan bresing eksentris	8	2½	4	TB	TB	TB	TB	TB

Pemilihan Sistem Struktur

Rangka beton bertulang pemikul momen khusus		
Koefisien Modifikasi Respon	R	8
Faktor Kuat Lebih Sistem	Ω_0	3
Koefisien Amplifikasi Defleksi	C_d	5,5

CATATAN

- ^a Koefisien modifikasi respons, R , untuk penggunaan pada keseluruhan standar. Nilai R mereduksi gaya ke level kekuatan bukan pada level tegangan izin.
- ^b Jika nilai pada tabel faktor kuat lebih, Ω_0 , lebih besar atau sama dengan 2,5, maka Ω_0 diizinkan untuk direduksi setengah untuk struktur dengan diafragma fleksibel.
- ^c Faktor pembesaran simpangan lateral, C_d , untuk penggunaan dalam 0, 0, dan 0
- ^d TB = Tidak Dibatasi dan TI = Tidak Diizinkan.
- ^e Lihat 7.2.5.4 untuk penjelasan sistem pemikul gaya seismik yang dibatasi sampai bangunan dengan ketinggian 72 m atau kurang.
- ^f Lihat 7.2.5.4 untuk sistem pemikul gaya seismik yang dibatasi sampai bangunan dengan ketinggian 48 m atau kurang.
- ^g Dinding geser didefinisikan sebagai dinding struktural.
- ^h Definisi "Dinding Struktural Khusus", termasuk konstruksi pracetak dan cor di tempat.
- ⁱ Penambahan ketinggian sampai 13,7 m diizinkan untuk fasilitas gudang penyimpanan satu tingkat.
- ^j Rangka baja dengan bresing konsentrik biasa diizinkan pada bangunan satu tingkat sampai ketinggian 18 m di mana beban mati atap tidak melebihi 0,96 kN/m² dan pada struktur griya tawang (*penthouse*).
- ^k Lihat 0 untuk struktur yang dikenai kategori desain seismik D, E, atau F.
- ^l Lihat 0 untuk struktur yang dikenai kategori desain seismik D, E, atau F.
- ^m Definisi "Rangka Momen Khusus", termasuk konstruksi pracetak dan cor di tempat.

10. Periode Fundamental Struktur

Tabel 1.9. SNI 1276 : 2019, Tabel 17 Koefisien untuk batas pada perioda 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

Tabel 1.10. SNI 1276 : 2019, Tabel 18 Nilai parameter periode pendekatan C_t dan x

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

Tipe Struktur

Semua Sistem Struktur Lainnya		
Koefisien C_t	C_t	0,0488
Tinggi Bangunan dari Muka Tanah	h_n	38,5894
Koefisien x	x	0,75
Koefisien Batas Atas untuk Periode Terhitung	C_u	1,4
Eksposen yang terkait periode struktur Arah X	K_x	1,279
Eksposen yang terkait periode struktur Arah Y	K_y	1,279
Periode Fundamental (Perhitungan Software) Arah	T_{cx}	2,527
Periode Fundamental (Perhitungan Software) Arah Tcy	T_{cy}	2,622
Periode Fundamental Pendekatan	$T_a = C_t * h_n^x$	0,756
Batas Atas Periode Fundamental	$C_u * T_a$	1,058

$$C_t * h_n^x < T_{program} < T_a * C_u$$

Periode Fundamental Struktur Arah X Pakai	T_x	1,058
Periode Fundamental Struktur Arah Y Pakai	T_y	1,058

11. Gaya Geser Dasar Dan Seismik

Koefisien Respons Seismik	$C_s = SDS / (R/I_e)$	0,0936	
Batas Atas Arah X	$C_{s,max,X} = SD1 / T_x (R/I_e)$	0,0802	
Batas Atas Arah Y	$C_{s,max,Y} = SD1 / T_y (R/I_e)$	0,0802	
Batas Bawah	$C_{s,min,1} (0.044 SDS I_e \geq 0.01)$	0,0329	
Batas Bawah (dipakai jika $S1 \geq 0,6 g$)	$C_{s,min,2} (0.5 S1 / (R/I_e))$	0,0274	
Koef. Respons Seismik Pakai Arah x	$C_{s,pakai,X}$	0,0802	
Koef. Respons Seismik Pakai Arah y	$C_{s,pakai,Y}$	0,0802	
Berat Seismik Efektif	W	67373,7445	kN
Gaya Geser Dasar Seismik Arah X	$V X = C_s \text{ pakai } x * W$	5406,6639	kN
Gaya Geser Dasar Seismik Arah Y	$V Y = C_s \text{ pakai } y * W$	5406,6639	kN
Gaya Geser Statik (ETABS) Arah X	$V_e X$	-5407,0551	kN
Gaya Geser Statik (ETABS) Arah Y	$V_e Y$	-5407,0551	kN

Tabel 1.11 Distribusi Gaya Gempa Statik Ekuivalen Tiap Lantai Arah x

Lantai	Massa (Wi)	hi	Kx	W _i h _i ^k	C _v	F _x
	(Kg)	(m)		(Kgf-m)		(KN)
Atap	260179	38,5894	1,279	27809792,4	0,0873	472,2707438
Lt 9	706970	34,5894		65697181,5	0,2064	1115,680991
Lt 8	722261	30,5894		57356502,8	0,1802	974,0381321
Lt 7	722261	26,5894		47945302,2	0,1506	814,215482
Lt 6	730910	22,5894		39388103,1	0,1237	668,8956345
Lt 5	740308	18,5894		31093433,3	0,0977	528,0341059
Lt 4	740308	14,5894		22808318,3	0,0716	387,3348389
Lt 3	749740	10,5894		15332493,3	0,0482	260,3790753
Lt 2	759921	6,5894		8471994,21	0,0266	143,8728829
Lt 1	731505	2,5894		2469764,65	0,0078	41,94197385
Total	6864365				318372886	

Tabel 1.12. Distribusi Gaya Gempa Statik Ekuivalen Tiap Lantai Arah y

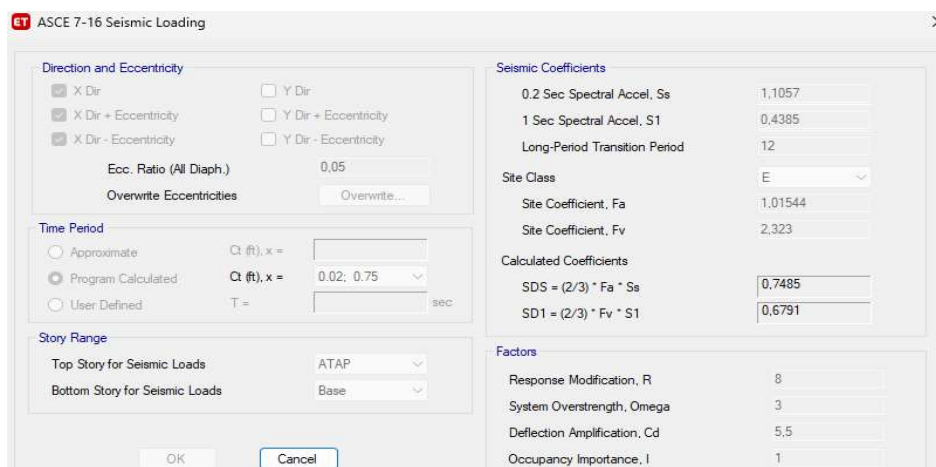
Lantai	Massa (Wi)	hi	Kx	W _i h _i ^k	C _v	F _y
	(Kg)	(m)		(Kgf-m)		(KN)
Atap	260179	38,5894	1,279	27809792,4	0,0873	472,271
Lt 9	706970	34,5894		65697181,5	0,2064	1115,681
Lt 8	722261	30,5894		57356502,8	0,1802	974,038
Lt 7	722261	26,5894		47945302,2	0,1506	814,215
Lt 6	730910	22,5894		39388103,1	0,1237	668,896
Lt 5	740308	18,5894		31093433,3	0,0977	528,034
Lt 4	740308	14,5894		22808318,3	0,0716	387,335
Lt 3	749740	10,5894		15332493,3	0,0482	260,379
Lt 2	759921	6,5894		8471994,21	0,0266	143,873
Lt 1	731505	2,5894		2469764,65	0,0078	41,942
Total	6864365				318372886	

Untuk menghitung nilai F, C_v dan V_x bisa menggunakan Persamaan berikut :

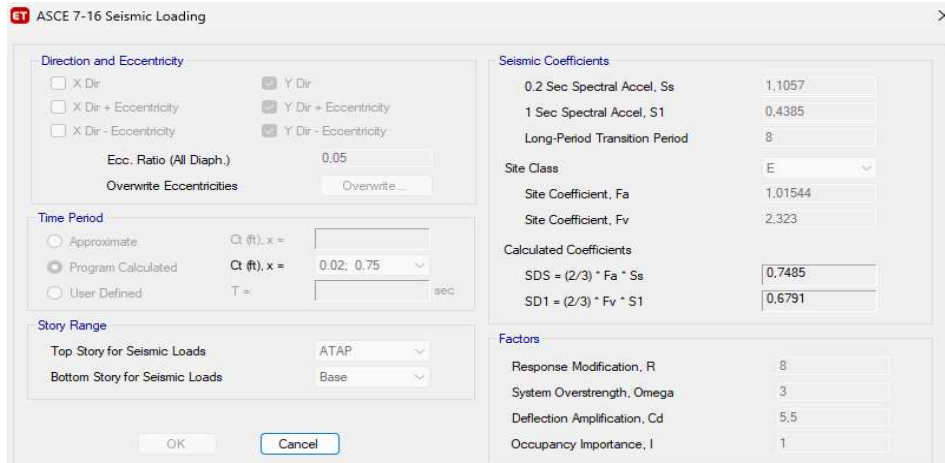
$$C_v = \frac{w_i h_i^k}{\sum_{i=1}^n w_i h_i^k} \quad F = C_v \times V_x \quad V_x = \sum_{i=x}^n F_i$$

Beban Gempa statik ekuivalen dihitung otomatis dalam program, dalam kasus ini mengacu kepada ASCE 7-2016, dengan mengganti parameter gempa :

R	8	Tx	1,058
I	1	Ty	1,058
Ω ₀	3		
C _d	5,5		
S _s	1,1057		
S ₁	0,4385		



Gambar 2.3 Input data Gempa Statik sb x

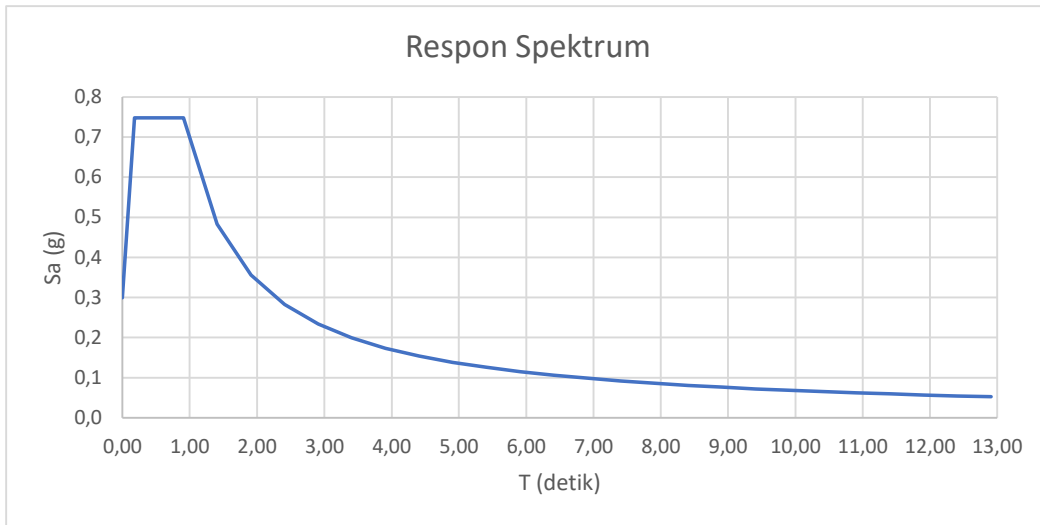


Gambar 2.4 Input data Gempa Statik sb y

12. Beban Gempa Dinamik

T detik	T detik	T (g)	Spektrum Respon Percepatan desain	
0	0	0,299	$T_0 = 0.2 \text{ SD1/SDS}$ <table border="1" style="float: right;"><tr><td>0,18145</td></tr></table>	0,18145
0,18145				
T_0	0,181	0,749	$T_s = \text{SD1/SDS}$ <table border="1" style="float: right;"><tr><td>0,90725</td></tr></table>	0,90725
0,90725				
T_s	0,907	0,749	$TL = \text{Periode Panjang}$ <table border="1" style="float: right;"><tr><td>12</td></tr></table>	12
12				
0,50	1,407	0,483	Jika, $T < T_0$ maka: $S_a = \text{SDS} * (0.4 + 0.6 T/T_0)$	
1,00	1,907	0,356	Jika, $T_0 \leq T \leq T_s$ maka: $S_a = \text{SDS}$	
1,50	2,407	0,282	Jika, $T > T_s$ maka: $S_a = \text{SD1/T}$	
2,00	2,907	0,234	Jika, $T > TL$ maka: $S_a = (\text{SD1/TL})/T^2$	
2,50	3,407	0,199		
3,00	3,907	0,174		
3,50	4,407	0,154		
4,00	4,907	0,138	$T=0, S_a = 0,4 \text{ SDS}$	
4,50	5,407	0,126		
5,00	5,907	0,115		
5,50	6,407	0,106		
6,00	6,907	0,098		
6,50	7,407	0,092		
7,00	7,907	0,086		
7,50	8,407	0,081		
8,00	8,907	0,076		
8,50	9,407	0,072		
9,00	9,907	0,069		
9,50	10,407	0,065		
10,00	10,907	0,062		
10,50	11,407	0,060		
11,00	11,907	0,057		

11,50	12,407	0,055
12,00	12,907	0,053



13. Penskalaan Gaya

Faktor Skala Awal

$$SF = g / (R / I)$$

1,226	m/s ²
1225,83	mm/s ²
1618,4736	
1807,0862	
3,341	Fs Baru
2,992	Fs Baru
4095,005	mm/s ²
3667,593	mm/s ²

Gaya Geser Dasar Analisis Struktur Arah RSPX

Vi,x

Gaya Geser Dasar Analisis Struktur Arah RSPY

Vi,y

Penskalaan Gaya Gempa Arah X

fx

Penskalaan Gaya Gempa Arah Y

fy

Faktor Skala Baru Arah X

SFx

Faktor Skala Baru Arah Y

SFy

Output Case	Case Type	Step Type	Step Number	FX kN	FY kN	FZ kN	MX kN-m	MY kN-m	MZ kN-m
Static X	LinStatic	Step By Step	1	-5407,0551	0	0	-3,991E-06	-142275,951	43675,9098
Static X	LinStatic	Step By Step	2	-5407,0551	0	0	-4,506E-06	-142275,951	47739,6781
Static X	LinStatic	Step By Step	3	-5407,0551	0	0	-3,477E-06	-142275,951	39612,1414
Static Y	LinStatic	Step By Step	1	0	-5407,0551	8,214E-07	142275,951	-2,149E-05	-81118,2717
Static Y	LinStatic	Step By Step	2	0	-5407,0551	9,356E-07	142275,951	-2,448E-05	-88737,8374
Static Y	LinStatic	Step By Step	3	0	-5407,0551	7,072E-07	142275,951	-1,85E-05	-73498,7061
RSPX	LinRespSpec	Max		1618,4736	32,2581	0	198,6011	37022,5472	17316,9116
RSPY	LinRespSpec	Max		32,2581	1807,0862	0	41603,3607	238,5657	27045,4583
SCALED RSPY	LinRespSpec	Max		96,514	5406,6687	7,306E-07	124474,1884	713,7711	80918,0177
SCALED RSPX	LinRespSpec	Max		5406,6694	107,7613	5,357E-07	683,4464	123677,4396	57848,8368

Gambar 1.5 Pengecekan Penskalaan Beban Gempa

II. PENGECEKAN PERILAKU STRUKTUR

2.1 SYARAT TRANSLASI

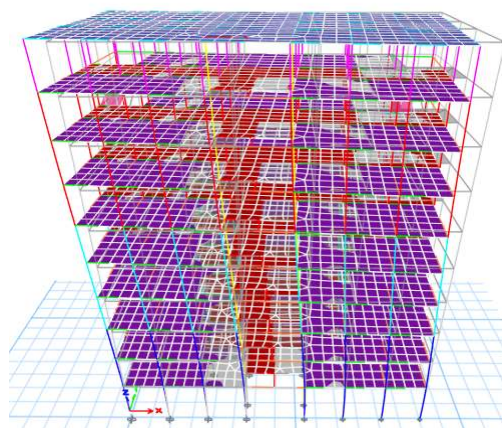
Berdasarkan SNI-1726-2019, bahwa mode 1 dan mode 2 berupa translasi arah X, maupun Y. Hal ini dimaksudkan untuk menghindari torsi yang besar.

Tabel 2.1 Translasi Arah X dan Y

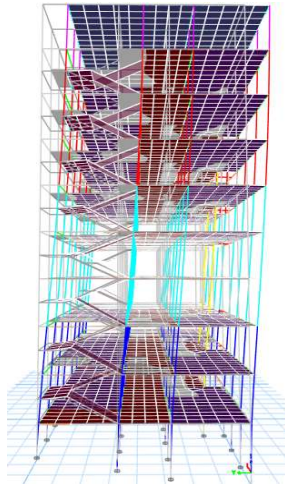
Case	Mode	Period sec	UX	UY	UZ	SumUX	SumUY	SumUZ	RX	RY	RZ	SumRX	SumRY	SumRZ
Modal	1	2,622	0	0,7482	0	0	0,7482	0	0,2568	5,44E-06	0	0,2568	5,44E-06	0
Modal	2	2,527	0,4605	0	0	0,4605	0,7482	0	4,07E-06	0,1861	0,2671	0,2568	0,1861	0,2671
Modal	3	2,207	0,2596	1,269E-06	0	0,72	0,7482	0	1,702E-05	0,1026	0,4752	0,2568	0,2886	0,7422
Modal	4	0,858	8,879E-07	0,1008	0	0,72	0,849	0	0,4011	0,0001	3,018E-05	0,6579	0,2887	0,7423
Modal	5	0,802	0,0577	6,244E-06	0	0,7778	0,849	0	0,0001	0,1665	0,0504	0,6579	0,4552	0,7926
Modal	6	0,711	0,0626	4,925E-05	0	0,8403	0,8491	0	1,654E-05	0,1847	0,0526	0,6579	0,6399	0,8452
Modal	7	0,487	0,0001	0,0398	0	0,8405	0,8888	0	0,056	0,0003	0,0001	0,7139	0,6401	0,8453
Modal	8	0,44	0,0153	0	0	0,8558	0,8888	0	0	0,0236	0,0286	0,7139	0,6638	0,8739
Modal	9	0,396	0,0292	0,0003	0	0,885	0,8891	0	0,0007	0,0478	0,0129	0,7146	0,7116	0,8869
Modal	10	0,331	0,0003	0,0226	0	0,8852	0,9117	0	0,0621	0,0004	0,0001	0,7768	0,712	0,887
Modal	11	0,286	0,003	1,134E-05	0	0,8882	0,9117	0	2,63E-05	0,007	0,0223	0,7768	0,719	0,9093
Modal	12	0,259	0,0233	0,0006	0	0,9115	0,9124	0	0,0014	0,0566	0,0022	0,7782	0,7756	0,9115
Modal	13	0,242	0,0007	0,0159	0	0,9122	0,9283	0	0,0362	0,0017	0,0001	0,8144	0,7773	0,9116
Modal	14	0,204	0,0007	2,014E-05	0	0,9129	0,9283	0	4,808E-05	0,0013	0,0174	0,8144	0,7788	0,929
Modal	15	0,184	0,0016	0,0118	0	0,9145	0,9401	0	0,0283	0,0038	3,279E-06	0,8427	0,7824	0,929

Pada tabel diatas menunjukkan dominasi pada mode 1 dan 2 dominan terjadi translasi dimana pada mode 1 dominan UY=74,82%, dan pada mode 2 dominan UX=48.05%, dan pada mode ke-3 terjadi rotasi sebesar RZ=74.22%.

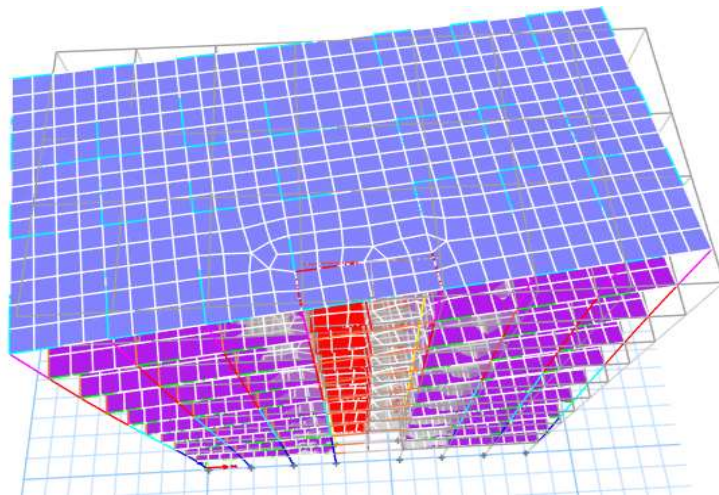
Berikut adalah ilustrasi perilaku struktur pada mode 1, mode 2, dan mode 3



Gambar 2.1 Translasi Arah X



Gambar 2.2 Translasi Arah Y



Gambar 2.3 Rotasi

2.2 SYARAT PARTISIPASI MASSA

Menurut SNI-1726-2019 Pasal 7.9.1.1 : Analisis harus menyertakan jumlah ragam yang cukup untuk mendapatkan partisipasi massa ragam terkombinasi sebesar paling sedikit 100 % dari massa aktual dalam masing-masing arah horisontal ortogonal dari respon yang ditinjau oleh model.

Tabel 2.2 Partisipasi Massa Rasio

	Case	ItemType	Item	Static %	Dynamic %
▶	Modal	Acceleration	UX	100	100
	Modal	Acceleration	UY	100	100
	Modal	Acceleration	UZ	0	0

2.3 SIMPANGAN ANTAR LANTAI

7.12.1.1 Rangka pemikul momen pada struktur yang didesain untuk kategori desain seismik D sampai F

Untuk sistem pemikul gaya seismik yang terdiri dari hanya rangka momen pada struktur yang didesain untuk kategori desain seismik D, E, atau F, simpangan antar tingkat desain (Δ) tidak boleh melebihi Δ_d/ρ untuk semua tingkat. ρ harus ditentukan sesuai dengan 0.

Tabel 20 – Simpangan antar tingkat izin, $\Delta_a^{a,b}$

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

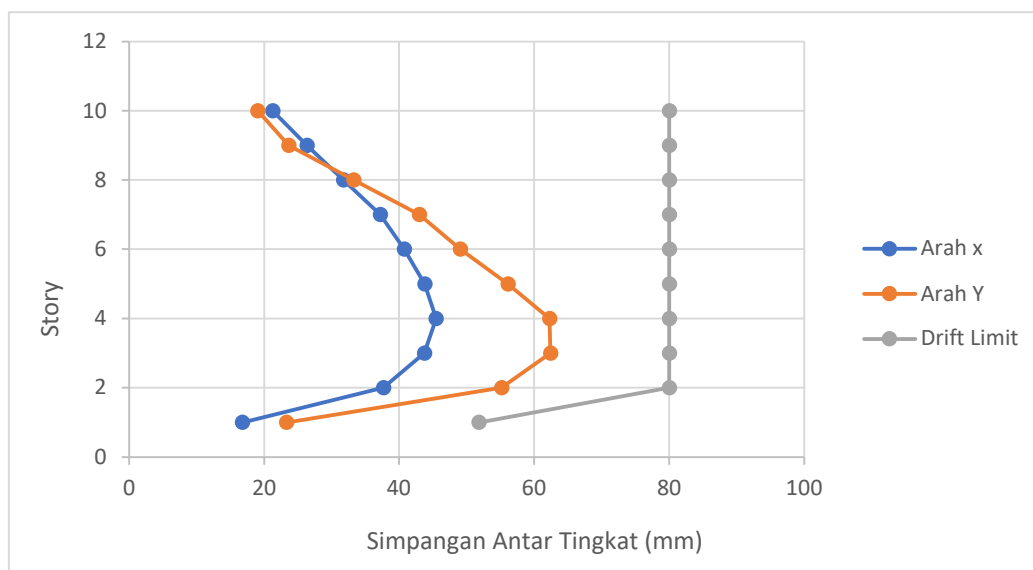
Simpangan Antar Tingkat Izin (Tabel)	Δ_a	0,02	h
Faktor Redudansi	ρ	1	
Story Drift Inelastik Izin (Syarat Sprm)	Δ_{max} (Δ/ρ)	0,02	h
Faktor Pembesaran Defleksi	C_d	5,5	
Faktor Keutamaan Gempa	I_e	1	
Story Drift Inelastik	Δ	$\delta * C_d / I_e$	

Tabel 2.3 Simpangan Antar Lantai Arah x

Story	Displacement	Elastic Drift	h	Inelastic Drift (Per Story)	Drift Limit	Cek
	$\delta_e X$	$\delta_e X$		ΔX		
	(mm)	(mm)		(mm)		
10	62,665	3,867	4000	21,269	80	OK
9	58,80	4,788	4000	26,334	80	OK
8	54,010	5,769	4000	31,730	80	OK
7	48,241	6,760	4000	37,180	80	OK
6	41,5	7,408	4000	40,744	80	OK
5	34,073	7,961	4000	43,786	80	OK
4	26,112	8,264	4000	45,452	80	OK
3	17,848	7,952	4000	43,736	80	OK
2	9,896	6,851	4000	37,681	80	OK
1	3,05	3,045	2589,4	16,748	51,79	OK

Tabel 2.4 Simpangan Antar Lantai Arah y

Story	Displacement	Elastic Drift	h	Inelastic Drift (Per Story)	Drift Limit	Cek
	δeY	δeY		ΔY		
	(mm)	(mm)		(mm)		
10	77,671	3,461	4000	19,036	80	OK
9	74,21	4,292	4000	23,606	80	OK
8	69,918	6,049	4000	33,270	80	OK
7	63,869	7,815	4000	42,983	80	OK
6	56,1	8,916	4000	49,038	80	OK
5	47,138	10,205	4000	56,128	80	OK
4	36,933	11,320	4000	62,260	80	OK
3	25,613	11,348	4000	62,414	80	OK
2	14,265	10,033	4000	55,182	80	OK
1	4,23	4,232	2589,4	23,276	51,788	OK



Gambar 2.4 Simpangan Antar Lantai Arah X dan Y

2.4 Ketidakberaturan Torsi

Lantai	Ratio Arah X		Ratio Arah Y	
	$\Delta_{\max} / \Delta_{\text{avg}}$	Cek	$\Delta_{\max} / \Delta_{\text{avg}}$	Cek
10	1,062	OK	1,16	OK
9	1,084	OK	1,153	OK
8	1,109	OK	1,146	OK
7	1,128	OK	1,147	OK
6	1,139	OK	1,148	OK
5	1,149	OK	1,148	OK
4	1,157	OK	1,148	OK
3	1,164	OK	1,15	OK
2	1,17	OK	1,146	OK
1	1,043	OK	1,449	H.1b

Lampiran 6
Pembebanan Model 20 Derajat
Ketinggian 40 M

I. PERHITUNGAN PEMBEBANAN

1.1 Beban Gravitasi

Beban gravitasi yang digunakan adalah berdasarkan SNI 1727: 2020, yaitu Beban minimum untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lain. Beban gravitasi dalam perencanaan meliputi :

- Beban mati berat sendiri (*dead load*)
- Beban mati tambahan, SIDL (*super imposed dead load*)
- Beban hidup, LL (*live load*), dan
- Beban hidup atap, La

1.1.1 Beban Mati Akibat Berat Sendiri (DL)

Beban mati (dead load) adalah berat seluruh komponen elemen struktural bangunan yang terdiri atas pelat, balok, kolom, dan dinding geser. Beban mati akan dihitung secara otomatis oleh peranti lunak ETABS dengan menggunakan berat jenis material beton 24 kN/m³ dan berat jenis tulangan 78,50 kN/m³.

Tabel 1.1 Daftar Berat Sendiri Material

Material	Berat Volume	
	kN/m ³	kg/m ³
Beton (tidak bertulang)	22	2200
Beton bertulang	24 -25	2400 - 2500
Baja	78,5	7850
Mata merah	17	1700
Adukan semen	20 - 21	2000 - 2100
Air	10	1000
Tanah (umum)	17 - 18	1700 - 1800
Pasir kering	16	1600
Pasir jenuh	18	1800
Kayu (klas I)	10	1000
Aspal	14	1400

1.1.2 Beban Mati Tambahan (SIDL)

Tabel 1.2 Daftar Beban Mati Sebagai Beban Mati Tambahan

Material	Berat Volume	
	kN/m ³	kg/m ³
Atap :		
Genteng keramik (reng + kasau)	0,5	50
Atap metal 1mm (reng + kasau)	0,1	10
Dek Beton (screed)		
Plafon, ceiling, langit-langit	0,18	18
Finising lantai :		
Keramik (+ screed/adukan semen)	1,5	150
Raised floor (+ carpet)	0,2	20
Dinding :		
Pasangan bata merah satu batu	4,5	450
Pasangan bata merah setengah batu	2,5	250
Batako berlubang, t 10 cm	1,2	120
Batako berlubang, t 20 cm	2	200
Batako tanpa lubang, t 15 cm	3	300
Batako berlubang, t 10 cm	2	200
Hebel 10 cm + render	1	100
Hebel 12.5 cm + render	1,2	120
Celcon 10 cm + render	1,5	150
Celcon 12.5 cm + render	1,7	170

Beban mati tambahan lantai

- Keramik (+ screed/adukan semen)	=	1,50	kN/m ²
- Berat plafond + penggantung	=	0,18	kN/m ²
- Berat Instalasi ME	=	0,20	kN/m ²
Total beban mati tambahan q_{DL}	=	1,88	kN/m²
dipakai q_{DL}	=	1,88	kN/m²

Beban mati tambahan dinding bata lantai 2 ke lantai 7

-Pasangan dinding 1/2 bata	=	2,50	kN/m ²
-Tinggi dinding	=	4,00	m
Total beban mati tambahan q_{DL}	=	10,00	kN/m ²
dipakai q_{DL}	=	10,00	kN/m ²

Beban mati tambahan dinding bata pada sisi tangga

-Pasangan dinding 1/2 bata	=	2,50	kN/m ²
-Tinggi dinding	=	2,00	m
Total beban mati tambahan q_{DL}	=	5,00	kN/m ²
dipakai q_{DL}	=	5,00	kN/m ²

Beban mati tambahan dak atap

-Berat plapond + penggantung	=	0,18	kN/m ²
-Berat Instalasi ME	=	0,20	kN/m ²
Total beban mati tambahan q_{DL}	=	0,38	kN/m ²
dipakai q_{DL}	=	0,38	kN/m ²

Beban mati tambahan lift

-Pu Berat Lift	=	2000	
-Berat beban Lift	=	1000	
-Berat mesin	=	258	
Total beban mati tambahan q_{DL}	=	3258	Kg
dipakai q_{DL}	=	32,58	kN

► Specifications of passenger elevator without machine room

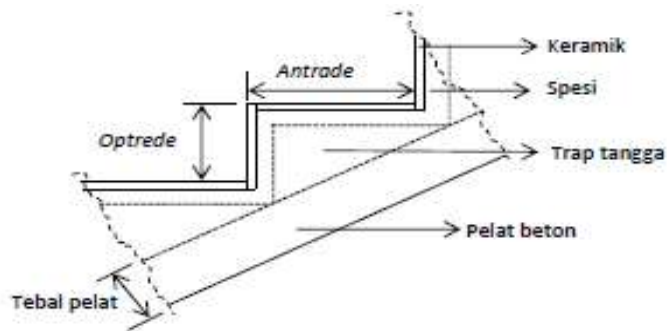
Note: Standard first floor height 4m, other floors 3m

KG Load	m/s Speed	Car size mm			Opening size mm		Hoistway size mm				Highest floors	Highest rise height m
		CW	CD	CH	OP	OPH	HW	HD	K	S		
630	1	1100	1400	2380	700	2100	1750	1800	4150	1400	15	50
	1.5				800	4300	1500		24	80		
	1.75				800	4400	1550		24	80		
800	1	1400	1400	2380	800	2100	2050	1800	4150	1400	15	50
	1.5								4300	1500	24	80
	1.75								4400	1550	24	80
1000	1	1600	1400	2380	900	2100	2250	1800	4150	1400	15	50
	1.5								4300	1500	24	80
	1.75								4400	1550	24	80
1150	1	1600	1600	2500	900	2100	2400	2000	4250	1550	15	50
	1.5								4400	1700	24	80
	1.75								4500	1700	32	95
1350	1	2000	1500	2500	1100	2100	3000	2100	4550	1700	15	50
	1.5								4650	1750	24	80
	1.75								4700	1800	32	95
1600	1	2000	1700	2500	1100	2100	3000	2200	4550	1700	15	50
	1.5								4650	1750	24	80
	1.75								4700	1800	32	95

Note: The drawings and specifications are only for your reference, final order please confirm with LARSSON

Beban mati tambahan Tangga

Beban pada tangga meliputi beban mati berupa antrede, optrede, dan finising berupa pasangan keramik. Data teknis tangga dalam perencanaan sebagai berikut



Keterangan :

Langkah datar (<i>antrade</i>)	=	300	mm
Langkah naik (<i>Optrede</i>)	=	200	mm
Jumlah total	=	12	bh

1. Beban mati tambahan pada plat tangga

Berat finising lantai (spesi + keramik) tebal 5 cm

Spesi + Keramik	=	22	kN/m ²
Tebal	=	0,05	m
Total Berat finising lantai qDL	=	1,1	kN/m ²

Beban mati trap beton

0,07 x 0,2 x 24	=	0,336	kN/m ²
-----------------	---	-------	-------------------

Berat dinding pegangan (handrill)

1,2 x 2,5 / 2	=	1,5	kN/m ²
Total beban mati tambahan pada plat tangga qDL	=	2,936	kN/m ²

2. Beban mati tambahan pada Plat Bordes

Berat finising lantai (spesi + keramik) tebal 5 cm

Spesi + Keramik	=	22	0
Tebal	=	0,05	m
Total beban mati tambahan pada plat bordes	=	1,1	0

Berat dinding pegangan (handrill)

1,2 x 2,5 / 2	=	1,5	kN/m ²
qDL	=	2,6	kN/m ²

1.2 Beban Hidup (*Load Live*)

Beban hidup atau live load adalah beban yang terjadi akibat penghunian atau penggunaan gedung yang berasal dari barang atau orang yang dapat berpindah tempat sehingga mengakibatkan perubahan dalam pembebanan lantai dan atap. Berdasarkan SNI 1727 : 2020 untuk beban hidup gedung, beban hidup dapat di reduksi, yakni faktor elemen diambil 3 karena masuk golongan kolom-kolom tepi dengan plat kantilever. Misalnya area tributari kolom terbesar berapa sebagai acuan reduksi beban hidup.

$$L = L_o \left(0,25 + \frac{4,57}{\sqrt{K_{LL} A_T}} \right)$$

dimana :

L = beban hidup rencana reduksi per m² dari luasan yang didukung oleh komponen struktur

L_o = beban hidup rencana tanpa reduksi per m² dari luasan yang didukung oleh komponen struktur

K_{LL} = faktor luas tributari m² A_T = luas tributari m²

Syarat :

L tidak boleh kurang dari 0.5 L_o untuk komponen struktur yang mendukung satu lantai dan L tidak boleh kurang dari 0.4 L_o untuk komponen struktur yang mendukung dua lantai atau lebih dari dua lantai

Tabel 1.3 Faktor Elemen Beban Hidup, K_{LL}

Elemen	K _{LL} ^a
Kolom interior	4
Kolom eksterior tanpa slab kantilever	4
Kolom tepi dengan slab kantilever	3
Kolom sudut dengan slab kantilever	2
Balok tepi tanpa slab kantilever	2
Balok interior	2
Semua komponen struktur yang tidak disebut diatas:	
Balok tepi dengan slab kantilever	
Balok kantilever	
Slab satu arah	1
Slab dua arah	
Komponen struktur tanpa ketentuan-ketentuan untuk penyaluran geser menerus tegak lurus terhadap bentangnya	

^a Selain nilai di atas, K_{LL} diizinkan dihitung tersendiri.

Tabel 1.4 Rekapitulasi beban hidup (*Load Live*)

Beban sesuai fungsi ruang	Berat per luasan	
	kN/m ³	kg/m ³
Beban hidup ruang kantor	2,4	2400
Beban hidup ruang komputer	4,79	4790
Koridor di atas lantai pertama	3,83	3830
Koridor lantai pertama	4,79	4790
Beban hidup ruang operasi, Laboratorium	2,87	2870
Beban hidup ruang pasien	1,92	1920
Helipad, Helikopter dengan berat lepas landas lebih dari 3000 lb (13.35 kN)	2,87	2870
Beban hidup koridor di atas lantai pertama	3,83	3830
Ruang penyimpanan	7,18	7180
Beban hidup tangga sebesar	4,79	4790
Beban hidup dak sebesar	0,96	960
Beban hidup ruang pertemuan sebesar	4,79	4790
Beban hidup lantai parkir sebesar	1,92	1920
Beban hidup lantai parkir terpusat sebesar	13,35	13350
Beban hidup ruang mesin lift	7,18	7180
Semua ruang kecuali tangga (Apartemen)	1,92	1920

1.3 Beban Gempa

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

1.3.1 Tahapan analisa gempa pada bangunan gedung

1. Menentukan kategori resiko bangunan gedung (I-IV)

SNI 1276 : 2019, Tabel 3- Kategori risiko bangunan gedung dan non gedung untuk beban Gempa

Jenis pemanfaatan:

Gedung apartemen / Rumah Susun

2. Menentukan faktor keutamaan gempa

SNI 1726:2019, Tabel 4 - Faktor keutamaan gempa

Kategori risiko :

II

Faktor keutamaan Gempa, Ie :

1

3. Menentukan parameter percepatan tanah (S_s , S_1)

SNI 1726:2019, Gambar 15-Parameter gerak tanah S_s , gempa maksimum yang dipertimbangkan risiko-tertarget (MCER) wilayah Indonesia untuk spektrum respon 0,2 detik (redaman kritis 5%)

Berdasarkan Peta di atas Pulau Lombok mempunyai Parameter gerak tanah S_s , gempa maksimum yang dipertimbangkan risiko-tertarget (MCER) wilayah Indonesia untuk spektrum respon 0,2 detik

(redaman kritis 5%) adalah : $S_s = 1.0 - 1.20 g$

1,105700

Berdasarkan Peta di atas Pulau Lombok mempunyai Parameter gerak tanah S_1 , gempa maksimum yang dipertimbangkan risiko-tertarget (MCER) wilayah Indonesia untuk spektrum respon 1,0 detik

(redaman kritis 5%) adalah : $S_1 = 0.40 - 0.50 g$

0,438500

4. Menentukan klasifikasi situs (SA - SF)

Klasifikasi situs ditetapkan sebagai SA (batuan keras), SB (batuan), SC (tanah keras), SD (tanah sedang), SE (tanah lunak) dan SF (tanah khusus). Apabila untuk tebal lapisan setebal maksimum 30 m paling atas dipenuhi syarat-syarat yang tercantum dalam standar peraturan gempa.

Lihat SNI 1276 : 2019, Tabel 5- Klasifikasi Situs

SE (Tanah Lunak)

5. Menentukan Koefisien Situs (F_a , F_v)

Lihat di SNI 1276 : 2019, Tabel 6 - Koefisien Situs, F_a

1,015440

S_s	F_a	INTERPOLASI F_a
1	1,1	
1,25	0,9	
1,1057	1,01544	

Lihat di SNI 1276 : 2019, Tabel 7 - Koefisien Situs, F_v

2,323

S_1	F_v	INTERPOLASI F_v
0,4	2,4	
0,5	2,2	
0,4385	2,323	

6. Menghitung Parameter Percepatan desain (Sds, Sd1)

Parameter Respon Spektral Percepatan Periode Pendek

$$SMS = F_a * S_s \quad SMS = 1,122772008$$

Parameter Respon Spektral Percepatan Periode 1 sec

$$SM1 = F_v * S1 \quad SM1 = 1,0186355$$

Parameter Respon Spektral Percepatan Desain Periode Pendek

$$SDS = (2/3) * SMS \quad SDS = 0,748514672$$

Parameter Respon Spektral Percepatan Desain Periode 1 sec

$$SD1 = (2/3) * SM1 \quad SD1 = 0,679090333$$

Dalam mendapatkan data gempa dalam perencanaan ini bangunan ini seperti urutan langkah-langkah di atas, menggunakan software Puskim-PusGeN-ESRC, 2019-2020 dengan menginput data koordinat pada lokasi proyek

Aplikasi Spektrum Respons Desain Indonesia 2021
© 2021 PusGeN, DBTPP, Ditjen Cipta Karya, Kementerian PUPR
Requirement : Windows 8/10, VGA Screen 800x600

Tim Pengarah Aplikasi:

Ir. Dian Irawati, M.T. (Direktur Bina Teknik Permukiman dan Perumahan, KEMENTERIAN PUPR)
Prof. Masyhur Irsyam, MSE, Ph.D (HATTI, ITB, AIPi)
Prof. Indra Djati Sidi (ITB)
Prof. Wayan Sengara MSCE PhD (AARGI, ITB)
Ir. Lutfi Faizal (DBTPP – Kementerian PUPR)
Dr. M. Asrurifak (HATTI, ISTN)
Dr. Ir. Windu Partono, MSc. (UNDIP)
Dr. Ir. Mohammad Ridwan (DBTPP – Kementerian PUPR)

Tim Pengembangan Aplikasi :

Dr. Ir. Nathan Madutujuh, M.Sc.
James Asrah Immanuel, S.Kom
I Ketut Adi Wicaksana, S.Kom
Tim IT:
Junjun Muhammad Junjuna, ST. (DBTPP – Kementerian PUPR)
Anindwiyani Dian Panduwijaya, A.Md. (DBTPP – Kementerian PUPR)

Aplikasi ini mengacu pada Peta Sumber dan Bahaya Gempa Indonesia Tahun 2017 yang disusun oleh Tim Pusat Studi Gempa

Keterangan :

- Nilai Spektrum Respons Desain Indonesia pada aplikasi ini khusus untuk perhitungan pada bangunan saja sesuai SNI 1726:2019.
- Untuk nilai Spektrum Respons Desain di area dengan spektrum respon percepatan konstan sampai yang berdekatan dengan sesar aktif, harus dilakukan pengecekan.
 - Seluruh akibat dari penggunaan hasil aplikasi ini adalah tanggung jawab penuh dari pengguna masing-masing.
- Link website rsapuskim2019.litbang.pu.go.id mengenai Desain Respon Spektra direvisi menjadi link rsa.ciptakarya.pu.go.id

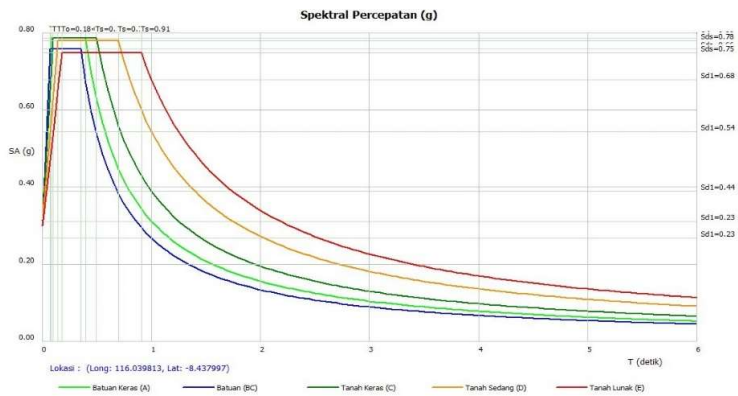
7. Parameter percepatan respon gempa

Untuk berbagai variabel respon gempa, harus disesuaikan dengan lokasi bangunan yang ditinjau, adapun parameter yang didapat dari Desain Spektara Indonesia untuk lokasi kegiatan pembangunan adalah sebagai berikut :

Area lokasi Gedung

Latitude : -8,437997

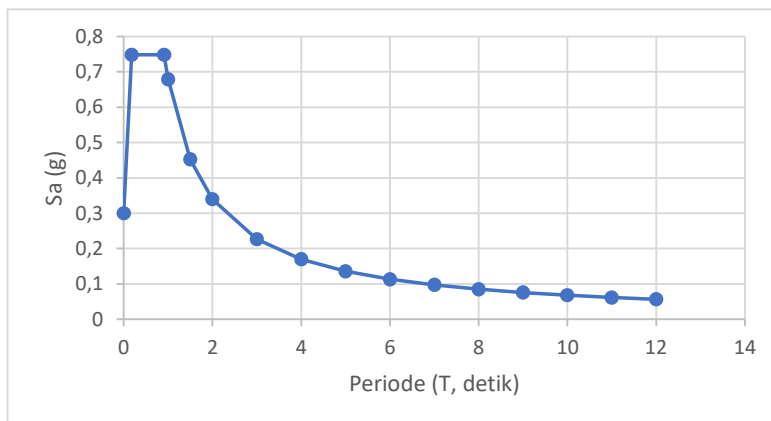
Longitude : 116,03982



Gambar 1.1 . Spektrum Respon Desain dari Situs Sesuai Koordinat Lokasi
 Dari data grafik, dipakai acuan respon desain "Tanah Lunak"

Tabel 1.5 Respon Desain

BATUAN	TANAH SEDANG (D)	
Variabel	Nilai	Satuan
PGA (g)	0,479205	g
SS (g)	1,105700	g
S1 (g)	0,438500	g
SMS (g)	1,122772	g
SM1 (g)	1,018636	g
SDS (g)	0,748515	dt
SD1 (g)	0,679090	dt



Gambar 1.2 Spektrum Respon Desain dari Situs Sesuai Koordinat Tanah Lunak

Results: Tabel dibawah ini merupakan Parameter untuk membuat Grafik Desain Spektra Indonesia:

Kelas

SE - Tanah Lunak

Rentang T(s)

Value: 12

PGA MCEg

0,4792

(g) bedrock

SS MCEr

1,1057

(g) bedrock

S1 MCEr

0,4385

(g) bedrock

TL

12

Detik

T0(detik)	Ts(detik)	Sds(g)	Sd1(g)
0,18	0,91	0,75	0,68

8. Menentukan Kategori desain Seismik, KDS (A-F)

Tabel 1.6. SNI 1276 : 2019, Tabel 8 - Kategori seismik berdasarkan parameter respon percepatan pada periode pendek

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

Tabel 1.7. SNI 1276 : 2019, Tabel 9 - Kategori seismik berdasarkan parameter respon percepatan pada periode 1 detik

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

Berdasarkan data :

SDS = 0,7485147

SD1 = 0,6790903

Maka kategori desain seismik (KDS) yang dipakai adalah

D

9. Menentukan Sistem dan Parameter Struktur (R, Cd, Wo)

Tabel 1.8. SNI 1276 : 2019, Tabel 12 - Kfaktor R, Cd, Wo untuk sistem pemikul gaya seismik

23. Dinding rangka ringan (baja canal dingin) yang dilapisi dengan panel struktur kayu yang dimaksudkan untuk tahanan geser, atau dengan lembaran baja	7	2½	4½	TB	TB	22	22	22
24. Dinding rangka ringan dengan panel geser dari semua material lainnya	2½	2½	2½	TB	TB	10	TB	TB
25. Rangka baja dengan bresing terkekang terhadap tekuk	8	2½	5	TB	TB	48	48	30
26. Dinding geser pelat baja khusus	7	2	6	TB	TB	48	48	30
C. Sistem rangka pemikul momen								
1. Rangka baja pemikul momen khusus	8	3	5½	TB	TB	TB	TB	TB
2. Rangka batang baja pemikul momen khusus	7	3	5½	TB	TB	48	30	TI
3. Rangka baja pemikul momen menengah	4½	3	4	TB	TB	10 ^k	TI ^k	TI ^k
4. Rangka baja pemikul momen biasa	3½	3	3	TB	TB	TI ^l	TI ^l	TI ^l
5. Rangka beton bertulang pemikul momen khusus ^m	8	3	5½	TB	TB	TB	TB	TB
6. Rangka beton bertulang pemikul momen menengah	5	3	4½	TB	TB	TI	TI	TI
7. Rangka beton bertulang pemikul momen biasa	3	3	2½	TB	TI	TI	TI	TI
8. Rangka baja dan beton komposit pemikul momen khusus	8	3	5½	TB	TB	TB	TB	TB
9. Rangka baja dan beton komposit pemikul momen menengah	5	3	4½	TB	TB	TI	TI	TI
10. Rangka baja dan beton komposit terkekang parsial pemikul momen	6	3	5½	48	48	30	TI	TI
11. Rangka baja dan beton komposit pemikul momen biasa	3	3	2½	TB	TI	TI	TI	TI
12. Rangka baja canal dingin pemikul momen khusus dengan pembautan ⁿ	3½	3 ^o	3½	10	10	10	10	10
D. Sistem ganda dengan rangka pemikul momen khusus yang mampu menahan paling sedikit 25 % gaya seismik yang ditetapkan								
1. Rangka baja dengan bresing eksentris	8	2½	4	TB	TB	TB	TB	TB

Pemilihan Sistem Struktur

Rangka beton bertulang pemikul momen khusus		
Koefisien Modifikasi Respon	R	8
Faktor Kuat Lebih Sistem	Ω_0	3
Koefisien Amplifikasi Defleksi	C_d	5,5

CATATAN

- ^a Koefisien modifikasi respons, R, untuk penggunaan pada keseluruhan standar. Nilai R mereduksi gaya ke level kekuatan bukan pada level tegangan izin.
- ^b Jika nilai pada tabel faktor kuat lebih, Ω_0 , lebih besar atau sama dengan 2,5, maka Ω_0 diizinkan untuk direduksi setengah untuk struktur dengan diafragma fleksibel.
- ^c Faktor pembesaran simpangan lateral, C_d , untuk penggunaan dalam 0, 0, dan 0
- ^d TB = Tidak Dibatasi dan TI = Tidak Diizinkan.
- ^e Lihat 7.2.5.4 untuk penjelasan sistem pemikul gaya seismik yang dibatasi sampai bangunan dengan ketinggian 72 m atau kurang.
- ^f Lihat 7.2.5.4 untuk sistem pemikul gaya seismik yang dibatasi sampai bangunan dengan ketinggian 48 m atau kurang.
- ^g Dinding geser didefinisikan sebagai dinding struktural.
- ^h Definisi "Dinding Struktural Khusus", termasuk konstruksi pracetak dan cor di tempat.
- ⁱ Penambahan ketinggian sampai 13,7 m diizinkan untuk fasilitas gudang penyimpanan satu tingkat.
- ^j Rangka baja dengan bresing konsentrik biasa diizinkan pada bangunan satu tingkat sampai ketinggian 18 m di mana beban mati atap tidak melebihi 0,96 kN/m² dan pada struktur griya tawang (penthouse).
- ^k Lihat 0 untuk struktur yang dikenai kategori desain seismik D, E, atau F.
- ^l Lihat 0 untuk struktur yang dikenai kategori desain seismik D, E, atau F.
- ^m Definisi "Rangka Momen Khusus", termasuk konstruksi pracetak dan cor di tempat.

10. Periode Fundamental Struktur

Tabel 1.9. SNI 1276 : 2019, Tabel 17 Koefisien untuk batas pada perioda 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

Tabel 1.10. SNI 1276 : 2019, Tabel 18 Nilai parameter periode pendekatan C_t dan x

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

Tipe Struktur

Semua Sistem Struktur Lainnya		
Koefisien C_t	C_t	0,0488
Tinggi Bangunan dari Muka Tanah	h_n	37,0882
Koefisien x	x	0,75
Koefisien Batas Atas untuk Periode Terhitung	C_u	1,4
Eksponen yang terkait periode struktur Arah X	K_x	1,263
Eksponen yang terkait periode struktur Arah Y	K_y	1,263
Periode Fundamental (Perhitungan Software) Arah	T_{cx}	2,41
Periode Fundamental (Perhitungan Software) Arah Tcy	T_{cy}	2,513
Periode Fundamental Pendekatan	$T_a = C_t * h_n^x$	0,733
Batas Atas Periode Fundamental	$C_u * T_a$	1,027

$$C_t * h_n^x < T_{program} < T_a * C_u$$

Periode Fundamental Struktur Arah X Pakai	T_x	1,027
Periode Fundamental Struktur Arah Y Pakai	T_y	1,027

11. Gaya Geser Dasar Dan Seismik

Koefisien Respons Seismik	$C_s = SDS / (R/I_e)$	0,0936	
Batas Atas Arah X	$C_{s,max,X} = SD1 / T_x (R/I_e)$	0,0827	
Batas Atas Arah Y	$C_{s,max,Y} = SD1 / T_y (R/I_e)$	0,0827	
Batas Bawah	$C_{s,min,1} (0.044 SDS I_e \geq 0.01)$	0,0329	
Batas Bawah (dipakai jika $S1 \geq 0,6 g$)	$C_{s,min,2} (0.5 S1 / (R/I_e))$	0,0274	
Koef. Respons Seismik Pakai Arah x	$C_{s,pakai,X}$	0,0827	
Koef. Respons Seismik Pakai Arah y	$C_{s,pakai,Y}$	0,0827	
Berat Seismik Efektif	W	67114,1163	kN
Gaya Geser Dasar Seismik Arah X	$V X = C_s \text{ pakai } x * W$	5548,5150	kN
Gaya Geser Dasar Seismik Arah Y	$V Y = C_s \text{ pakai } y * W$	5548,5150	kN
Gaya Geser Statik (ETABS) Arah X	$V_e X$	-5548,9165	kN
Gaya Geser Statik (ETABS) Arah Y	$V_e Y$	-5548,9165	kN

Tabel 1.11 Distribusi Gaya Gempa Statik Ekuivalen Tiap Lantai Arah x

Lantai	Massa (Wi)	hi	Kx	W _i h _i ^k	C _v	F _x
	(Kg)	(m)		(Kgf-m)		(KN)
Atap	260179	37,0882	1,263	24993354,4	0,0905	501,9487373
Lt 9	706970	33,0882		58794436,7	0,2128	1180,785615
Lt 8	722261	29,0882		51042854,4	0,1848	1025,108353
Lt 7	722261	25,0882		42341448,1	0,1533	850,355504
Lt 6	730910	21,0882		34406309,2	0,1245	690,9918227
Lt 5	740308	17,0882		26716814	0,0967	536,5614731
Lt 4	740308	13,0882		19074965,6	0,0690	383,0880306
Lt 3	749740	9,0882		12185376	0,0441	244,7224169
Lt 2	759921	5,0882		5935156,46	0,0215	119,1974574
Lt 1	705053	1,0882		784511,319	0,0028	15,75556687
Total	6837913				276275226	

Tabel 1.12. Distribusi Gaya Gempa Statik Ekuivalen Tiap Lantai Arah y

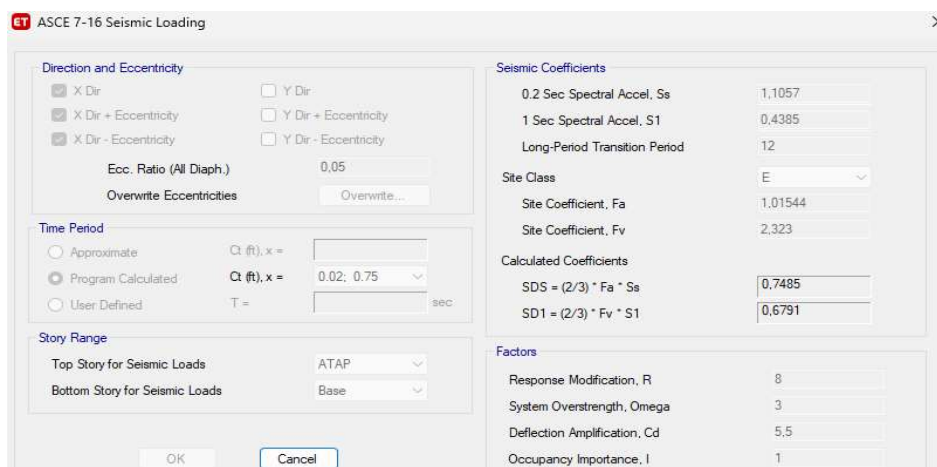
Lantai	Massa (Wi)	hi	Kx	Wih ^k	Cv	Fy
	(Kg)	(m)		(Kgf-m)		(KN)
Atap	260179	37,0882	1,263	24993354,4	0,0905	501,949
Lt 9	706970	33,0882		58794436,7	0,2128	1180,786
Lt 8	722261	29,0882		51042854,4	0,1848	1025,108
Lt 7	722261	25,0882		42341448,1	0,1533	850,356
Lt 6	730910	21,0882		34406309,2	0,1245	690,992
Lt 5	740308	17,0882		26716814	0,0967	536,561
Lt 4	740308	13,0882		19074965,6	0,0690	383,088
Lt 3	749740	9,0882		12185376	0,0441	244,722
Lt 2	759921	5,0882		5935156,46	0,0215	119,197
Lt 1	705053	1,0882		784511,319	0,0028	15,756
Total	6837913				276275226	

Untuk menghitung nilai F, Cv dan Vx bisa menggunakan Persamaan berikut :

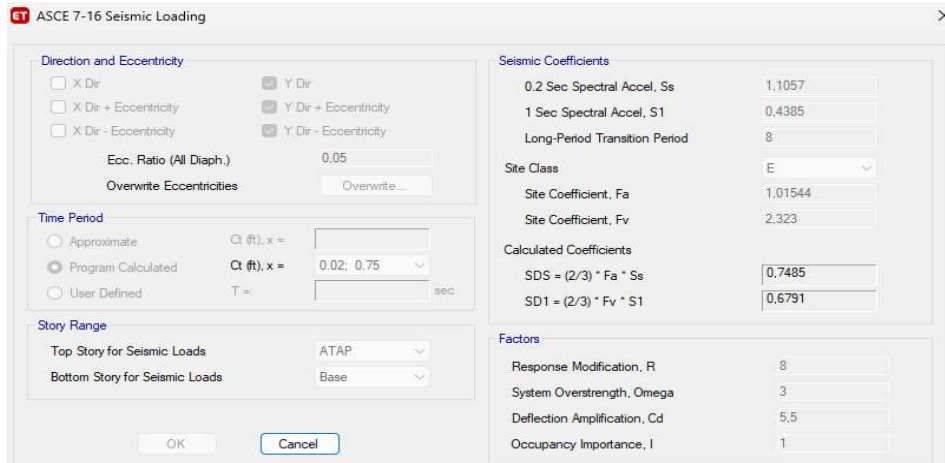
$$C_v = \frac{w_i h_i^k}{\sum_{i=1}^n w_i h_i^k} \quad F = C_v \times V_x, \quad V_x = \sum_{i=x}^n F_i$$

Beban Gempa statik ekuivalen dihitung otomatis dalam program, dalam kasus ini mengacu kepada ASCE 7-2016, dengan mengganti parameter gempa :

R	8	Tx	1,027
I	1	Ty	1,027
Ω ₀	3		
C _d	5,5		
S _s	1,1057		
S ₁	0,4385		



Gambar 2.3 Input data Gempa Statik sb x

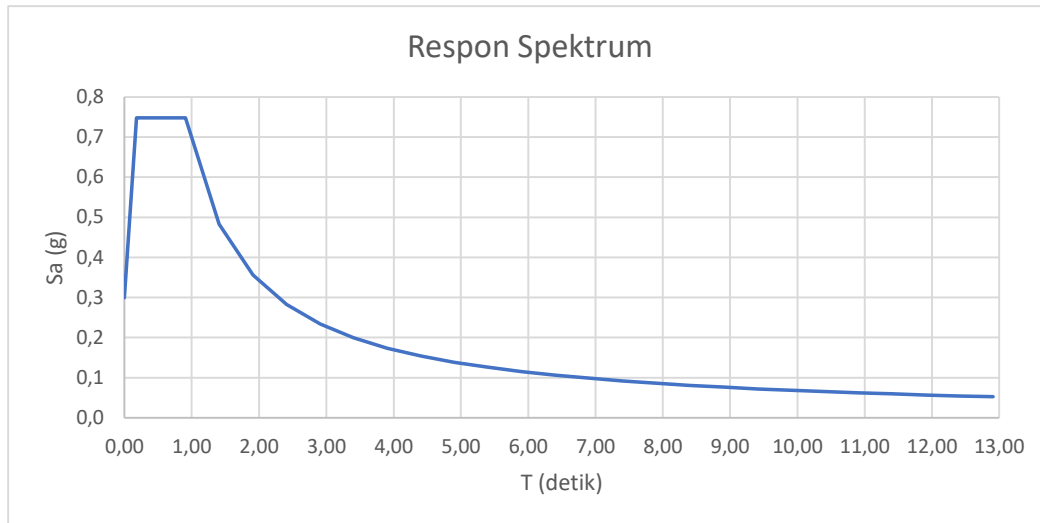


Gambar 2.4 Input data Gempa Statik sb y

12. Beban Gempa Dinamik

T detik	T detik	T (g)	Spektrum Respon Percepatan desain	
0	0	0,299	$T_0 = 0.2 \text{ SD1/SDS}$ <table border="1" style="float: right;"><tr><td>0,18145</td></tr></table>	0,18145
0,18145				
T_0	0,181	0,749	$T_s = \text{SD1/SDS}$ <table border="1" style="float: right;"><tr><td>0,90725</td></tr></table>	0,90725
0,90725				
T_s	0,907	0,749	$TL = \text{Periode Panjang}$ <table border="1" style="float: right;"><tr><td>12</td></tr></table>	12
12				
0,50	1,407	0,483	Jika, $T < T_0$ maka: $S_a = \text{SDS} * (0.4 + 0.6 T/T_0)$	
1,00	1,907	0,356	Jika, $T_0 \leq T \leq T_s$ maka: $S_a = \text{SDS}$	
1,50	2,407	0,282	Jika, $T > T_s$ maka: $S_a = \text{SD1/T}$	
2,00	2,907	0,234	Jika, $T > TL$ maka: $S_a = (\text{SD1/TL})/T^2$	
2,50	3,407	0,199		
3,00	3,907	0,174		
3,50	4,407	0,154		
4,00	4,907	0,138	$T=0, S_a = 0,4 \text{ SDS}$	
4,50	5,407	0,126		
5,00	5,907	0,115		
5,50	6,407	0,106		
6,00	6,907	0,098		
6,50	7,407	0,092		
7,00	7,907	0,086		
7,50	8,407	0,081		
8,00	8,907	0,076		
8,50	9,407	0,072		
9,00	9,907	0,069		
9,50	10,407	0,065		
10,00	10,907	0,062		
10,50	11,407	0,060		
11,00	11,907	0,057		

11,50	12,407	0,055
12,00	12,907	0,053



13. Penskalaan Gaya

Faktor Skala Awal

$$SF = g / (R / I)$$

1,226	m/s ²
1225,83	mm/s ²
1594,4671	
1774,1322	
3,480	Fs Baru
3,127	Fs Baru
4265,716	mm/s ²
3833,730	mm/s ²

Gaya Geser Dasar Analisis Struktur Arah RSPX

Vi,x

Gaya Geser Dasar Analisis Struktur Arah RSPY

Vi,y

Penskalaan Gaya Gempa Arah X

fx

Penskalaan Gaya Gempa Arah Y

fy

Faktor Skala Baru Arah X

SFx

Faktor Skala Baru Arah Y

SFy

Output Case	Case Type	Step Type	Step Number	FX kN	FY kN	FZ kN	MX kN-m	MY kN-m	MZ kN-m
Static X	LinStatic	Step By Step	1	-5548,9165	0	0	-3,469E-06	-140055,6365	44817,0789
Static X	LinStatic	Step By Step	2	-5548,9165	0	0	-3,402E-06	-140055,6365	48986,8909
Static X	LinStatic	Step By Step	3	-5548,9165	0	0	-3,536E-06	-140055,6365	40647,267
Static Y	LinStatic	Step By Step	1	0	-5548,9165	0	140055,6365	-8,176E-06	-83247,189
Static Y	LinStatic	Step By Step	2	0	-5548,9165	0	140055,6365	-9,424E-06	-91065,5864
Static Y	LinStatic	Step By Step	3	0	-5548,9165	0	140055,6365	-6,927E-06	-75428,7917
RSPX	LinRespSpec	Max		1594,4671	31,8621	0	235,1014	35646,3701	17598,1195
RSPY	LinRespSpec	Max		31,862	1774,1322	0	39751,8869	258,3046	26491,7856
SCALED RSPY	LinRespSpec	Max		99,6469	5548,5213	0	124322,2969	807,8363	62851,907
SCALED RSPX	LinRespSpec	Max		5548,5212	110,8758	0	818,1197	124044,3546	61238,981

Gambar 1.5 Pengecekan Penskalaan Beban Gempa

II. PENGECEKAN PERILAKU STRUKTUR

2.1 SYARAT TRANSLASI

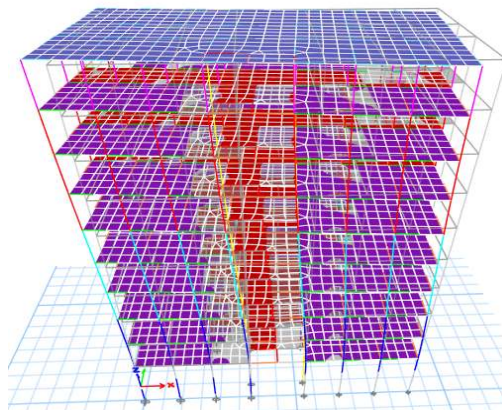
Berdasarkan SNI-1726-2019, bahwa mode 1 dan mode 2 berupa translasi arah X, maupun Y. Hal ini dimaksudkan untuk menghindari torsi yang besar.

Tabel 2.1 Translasi Arah X dan Y

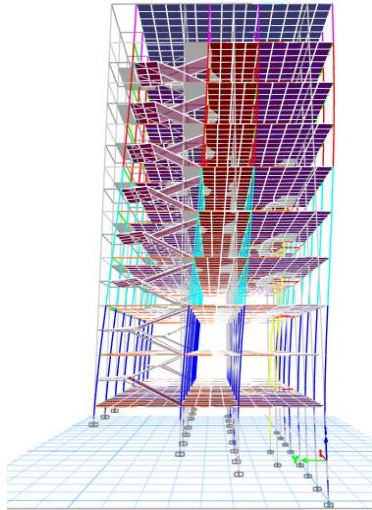
Case	Mode	Period sec	UX	UY	UZ	SumUX	SumUY	SumUZ	RX	RY	RZ	SumRX	SumRY	SumRZ
Modal	1	2.513	1.454E-05	0.7191	0	1.454E-05	0.7191	0	0.2799	0	1.191E-06	0.2799	0	1.191E-06
Modal	2	2.41	0.418	5.279E-06	0	0.418	0.7191	0	0	0.1911	0.2805	0.2799	0.1911	0.2805
Modal	3	2.101	0.2709	1.606E-05	0	0.6889	0.7191	0	2.394E-06	0.1223	0.4317	0.2799	0.3133	0.7121
Modal	4	0.822	8.277E-06	0.0964	0	0.6889	0.8156	0	0.3342	1.207E-05	3.28E-05	0.6142	0.3133	0.7122
Modal	5	0.765	0.0522	2.833E-06	0	0.7411	0.8156	0	2.84E-05	0.1268	0.051	0.6142	0.4402	0.7632
Modal	6	0.676	0.0624	0.0001	0	0.8035	0.8156	0	2.741E-05	0.155	0.0474	0.6142	0.5952	0.8108
Modal	7	0.487	0.0001	0.0375	0	0.8095	0.8532	0	0.0439	0.0003	0.0001	0.6581	0.5954	0.8107
Modal	8	0.42	0.014	0	0	0.8176	0.8532	0	0	0.0179	0.0201	0.6581	0.6133	0.8308
Modal	9	0.378	0.0206	0.0003	0	0.8472	0.8534	0	0.0006	0.0401	0.0113	0.6587	0.6534	0.8501
Modal	10	0.318	0.0002	0.0209	0	0.8474	0.8743	0	0.049	0.0003	0.0001	0.7076	0.6537	0.8502
Modal	11	0.273	0.0023	1.208E-05	0	0.8498	0.8744	0	2.379E-05	0.0047	0.0211	0.7077	0.6584	0.8713
Modal	12	0.248	0.0226	0.0006	0	0.8723	0.875	0	0.0012	0.0458	0.0018	0.7089	0.704	0.8731
Modal	13	0.232	0.0007	0.014	0	0.8731	0.889	0	0.0274	0.0014	0.0001	0.7363	0.7054	0.8732
Modal	14	0.194	0.0005	1.921E-05	0	0.8735	0.889	0	3.802E-05	0.0008	0.0155	0.7363	0.7053	0.8887
Modal	15	0.175	0.0007	0.0103	0	0.8743	0.8993	0	0.0208	0.0013	0	0.7371	0.7076	0.8887
Modal	16	0.17	0.0158	0.0003	0	0.8901	0.8997	0	0.0007	0.0311	0.0004	0.7579	0.7387	0.8901
Modal	17	0.144	0.0002	3.93E-05	0	0.8902	0.8997	0	0.0001	0.0003	0.011	0.7579	0.7391	0.9002
Modal	18	0.137	2.59E-05	0.0065	0	0.8903	0.9062	0	0.0145	0.0001	4.402E-05	0.7724	0.7391	0.9002
Modal	19	0.125	0.0111	0	0	0.9014	0.9062	0	1.2E-06	0.0231	0.0001	0.7724	0.7622	0.9004
Modal	20	0.115	9.523E-06	0.0052	0	0.9014	0.9113	0	0.0114	1.872E-05	2.076E-05	0.7839	0.7623	0.9004
Modal	21	0.111	0.0001	1.437E-05	0	0.9015	0.9113	0	3.207E-05	0.0001	0.0072	0.7839	0.7624	0.9078
Modal	22	0.095	0.0009	0.0003	0	0.9054	0.9116	0	0.0006	0.0151	0.0001	0.7545	0.7776	0.9078
Modal	23	0.096	0.0005	0.004	0	0.9059	0.9156	0	0.0091	0.001	0	0.7936	0.7785	0.9076
Modal	24	0.092	2.078E-05	2.534E-06	0	0.9089	0.9156	0	5.784E-06	4.056E-05	0.0051	0.7936	0.7785	0.9127

Pada tabel diatas menunjukkan dominasi pada mode 1 dan 2 dominan terjadi translasi dimana pada mode 1 dominan UY=71.91%, dan pada mode 2 dominan UX=41.8%, dan pada mode ke-3 terjadi rotasi sebesar RZ=71.21%.

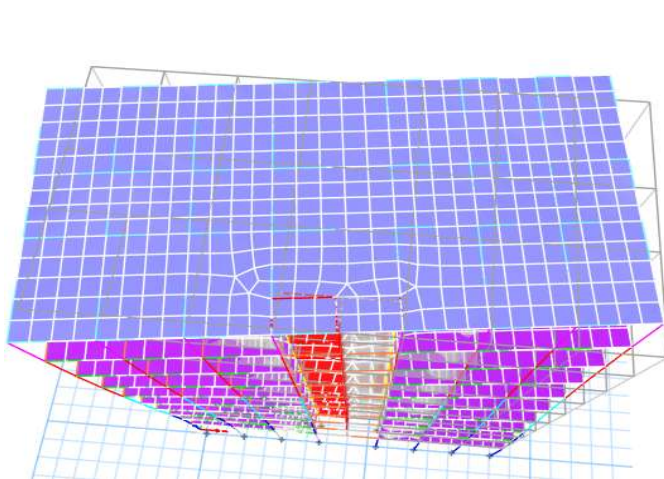
Berikut adalah ilustrasi perilaku struktur pada mode 1, mode 2, dan mode 3



Gambar 2.1 Translasi Arah X



Gambar 2.2 Translasi Arah Y



Gambar 2.3 Rotasi

2.2 SYARAT PARTISIPASI MASSA

Menurut SNI-1726-2019 Pasal 7.9.1.1 : Analisis harus menyertakan jumlah ragam yang cukup untuk mendapatkan partisipasi massa ragam terkombinasi sebesar paling sedikit 100 % dari massa aktual dalam masing-masing arah horisontal ortogonal dari respon yang ditinjau oleh model.

Tabel 2.2 Partisipasi Massa Rasio

	Case	ItemType	Item	Static %	Dynamic %
▶	Modal	Acceleration	UX	100	100
	Modal	Acceleration	UY	100	100
	Modal	Acceleration	UZ	0	0

2.3 SIMPANGAN ANTAR LANTAI

7.12.1.1 Rangka pemikul momen pada struktur yang didesain untuk kategori desain seismik D sampai F

Untuk sistem pemikul gaya seismik yang terdiri dari hanya rangka momen pada struktur yang didesain untuk kategori desain seismik D, E, atau F, simpangan antar tingkat desain (Δ) tidak boleh melebihi Δ_d/ρ untuk semua tingkat. ρ harus ditentukan sesuai dengan 0.

Tabel 20 – Simpangan antar tingkat izin, $\Delta_a^{a,b}$

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

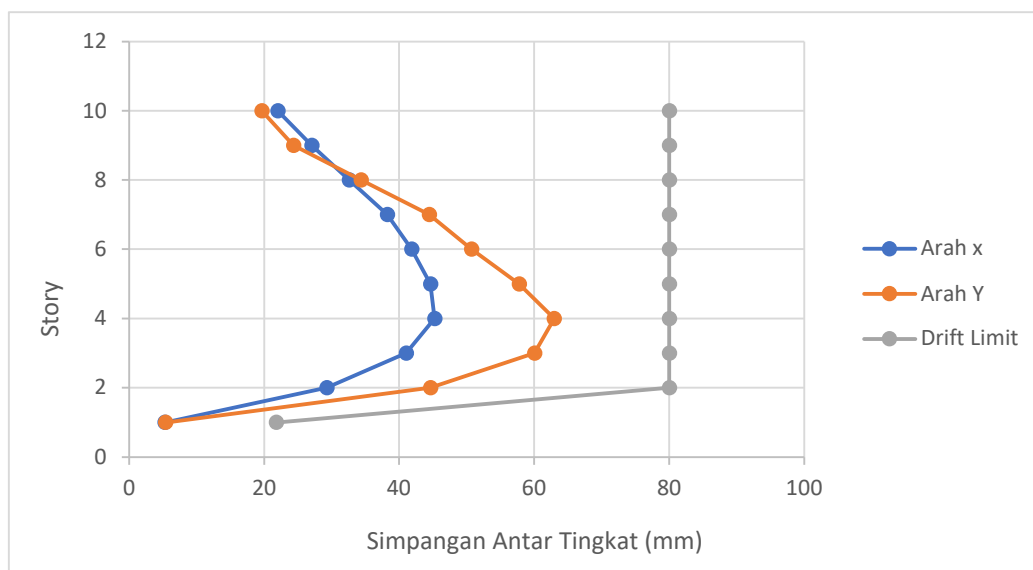
Simpangan Antar Tingkat Izin (Tabel)	Δ_a	0,02	h
Faktor Redudansi	ρ	1	
Story Drift Inelastik Izin (Syarat Sprm)	Δ_{max} (Δ/ρ)	0,02	h
Faktor Pembesaran Defleksi	C_d	5,5	
Faktor Keutamaan Gempa	I_e	1	
Story Drift Inelastik	Δ	$\delta * C_d / I_e$	

Tabel 2.3 Simpangan Antar Lantai Arah x

Story	Displacement	Elastic Drift	h	Inelastic Drift (Per Story)	Drift Limit	Cek
	$\delta_e X$	$\delta_e X$		ΔX		
	(mm)	(mm)		(mm)		
10	59,479	4,003	4000	22,017	80	OK
9	55,48	4,913	4000	27,022	80	OK
8	50,563	5,928	4000	32,604	80	OK
7	44,635	6,953	4000	38,242	80	OK
6	37,7	7,608	4000	41,844	80	OK
5	30,074	8,112	4000	44,616	80	OK
4	21,962	8,225	4000	45,238	80	OK
3	13,737	7,460	4000	41,030	80	OK
2	6,277	5,319	4000	29,255	80	OK
1	0,96	0,958	1088,2	5,269	21,76	OK

Tabel 2.4 Simpangan Antar Lantai Arah y

Story	Displacement	Elastic Drift	h	Inelastic Drift (Per Story)	Drift Limit	Cek
	δeY	δeY		ΔY		
	(mm)	(mm)		(mm)		
10	73,507	3,571	4000	19,641	80	OK
9	69,94	4,428	4000	24,354	80	OK
8	65,508	6,248	4000	34,364	80	OK
7	59,260	8,082	4000	44,451	80	OK
6	51,2	9,221	4000	50,716	80	OK
5	41,957	10,505	4000	57,778	80	OK
4	31,452	11,445	4000	62,948	80	OK
3	20,007	10,913	4000	60,022	80	OK
2	9,094	8,116	4000	44,638	80	OK
1	0,98	0,978	1088,2	5,379	21,764	OK



Gambar 2.4 Simpangan Antar Lantai Arah X dan Y

2.4 Ketidakberaturan Torsi

Lantai	Ratio Arah X		Ratio Arah Y	
	$\Delta_{\max} / \Delta_{\text{avg}}$	Cek	$\Delta_{\max} / \Delta_{\text{avg}}$	Cek
10	1,063	OK	1,159	OK
9	1,086	OK	1,152	OK
8	1,112	OK	1,146	OK
7	1,13	OK	1,146	OK
6	1,14	OK	1,148	OK
5	1,149	OK	1,148	OK
4	1,156	OK	1,148	OK
3	1,163	OK	1,151	OK
2	1,183	OK	1,15	OK
1	1,471	H.1b	1,8	H.1b

Lampiran 7
Pembebanan Model 0 Derajat
Ketinggian 44 M

I. PERHITUNGAN PEMBEBANAN

1.1 Beban Gravitasi

Beban gravitasi yang digunakan adalah berdasarkan SNI 1727: 2020, yaitu Beban minimum untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lain. Beban gravitasi dalam perencanaan meliputi :

- Beban mati berat sendiri (*dead load*)
- Beban mati tambahan, SIDL (*super imposed dead load*)
- Beban hidup, LL (*live load*), dan
- Beban hidup atap, La

1.1.1 Beban Mati Akibat Berat Sendiri (DL)

Beban mati (dead load) adalah berat seluruh komponen elemen struktural bangunan yang terdiri atas pelat, balok, kolom, dan dinding geser. Beban mati akan dihitung secara otomatis oleh peranti lunak ETABS dengan menggunakan berat jenis material beton 24 kN/m³ dan berat jenis tulangan 78,50 kN/m³.

Tabel 1.1 Daftar Berat Sendiri Material

Material	Berat Volume	
	kN/m ³	kg/m ³
Beton (tidak bertulang)	22	2200
Beton bertulang	24 -25	2400 - 2500
Baja	78,5	7850
Mata merah	17	1700
Adukan semen	20 - 21	2000 - 2100
Air	10	1000
Tanah (umum)	17 - 18	1700 - 1800
Pasir kering	16	1600
Pasir jenuh	18	1800
Kayu (klas I)	10	1000
Aspal	14	1400

1.1.2 Beban Mati Tambahan (SIDL)

Tabel 1.2 Daftar Beban Mati Sebagai Beban Mati Tambahan

Material	Berat Volume	
	kN/m ³	kg/m ³
Atap :		
Genteng keramik (reng + kasau)	0,5	50
Atap metal 1mm (reng + kasau)	0,1	10
Dek Beton (screed)		
Plafon, ceiling, langit-langit	0,18	18
Finising lantai :		
Keramik (+ screed/adukan semen)	1,5	150
Raised floor (+ carpet)	0,2	20
Dinding :		
Pasangan bata merah satu batu	4,5	450
Pasangan bata merah setengah batu	2,5	250
Batako berlubang, t 10 cm	1,2	120
Batako berlubang, t 20 cm	2	200
Batako tanpa lubang, t 15 cm	3	300
Batako berlubang, t 10 cm	2	200
Hebel 10 cm + render	1	100
Hebel 12.5 cm + render	1,2	120
Celcon 10 cm + render	1,5	150
Celcon 12.5 cm + render	1,7	170

Beban mati tambahan lantai

- Keramik (+ screed/adukan semen)	=	1,50	kN/m ²
- Berat plafond + penggantung	=	0,18	kN/m ²
- Berat Instalasi ME	=	0,20	kN/m ²
Total beban mati tambahan q_{DL}	=	1,88	kN/m²
dipakai q_{DL}	=	1,88	kN/m²

Beban mati tambahan dinding bata lantai 2 ke lantai 7

-Pasangan dinding 1/2 bata	=	2,50	kN/m ²
-Tinggi dinding	=	4,00	m
Total beban mati tambahan q_{DL}	=	10,00	kN/m ²
dipakai q_{DL}	=	10,00	kN/m ²

Beban mati tambahan dinding bata pada sisi tangga

-Pasangan dinding 1/2 bata	=	2,50	kN/m ²
-Tinggi dinding	=	2,00	m
Total beban mati tambahan q_{DL}	=	5,00	kN/m ²
dipakai q_{DL}	=	5,00	kN/m ²

Beban mati tambahan dak atap

-Berat plapond + penggantung	=	0,18	kN/m ²
-Berat Instalasi ME	=	0,20	kN/m ²
Total beban mati tambahan q_{DL}	=	0,38	kN/m ²
dipakai q_{DL}	=	0,38	kN/m ²

Beban mati tambahan lift

-Pu Berat Lift	=	2000	
-Berat beban Lift	=	1000	
-Berat mesin	=	258	
Total beban mati tambahan q_{DL}	=	3258	Kg
dipakai q_{DL}	=	32,58	kN

► Specifications of passenger elevator without machine room

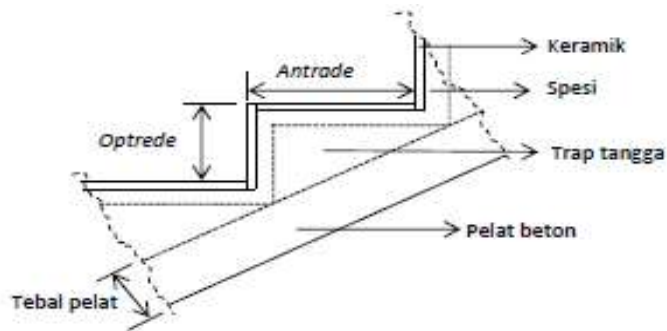
Note: Standard first floor height 4m, other floors 3m

KG Load	m/s Speed	Car size mm			Opening size mm		Hoistway size mm				Highest floors	Highest rise height m
		CW	CD	CH	OP	OPH	HW	HD	K	S		
630	1	1100	1400	2380	700	2100	1750	1800	4150	1400	15	50
	1.5				800	4300	1500		24	80		
	1.75				800	4400	1550		24	80		
800	1	1400	1400	2380	800	2100	2050	1800	4150	1400	15	50
	1.5								4300	1500	24	80
	1.75								4400	1550	24	80
1000	1	1600	1400	2380	900	2100	2250	1800	4150	1400	15	50
	1.5								4300	1500	24	80
	1.75								4400	1550	24	80
1150	1	1600	1600	2500	900	2100	2400	2000	4250	1550	15	50
	1.5								4400	1700	24	80
	1.75								4500	1700	32	95
1350	1	2000	1500	2500	1100	2100	3000	2100	4550	1700	15	50
	1.5								4650	1750	24	80
	1.75								4700	1800	32	95
1600	1	2000	1700	2500	1100	2100	3000	2200	4550	1700	15	50
	1.5								4650	1750	24	80
	1.75								4700	1800	32	95

Note: The drawings and specifications are only for your reference, final order please confirm with LARSSON

Beban mati tambahan Tangga

Beban pada tangga meliputi beban mati berupa antrede, optrede, dan finising berupa pasangan keramik. Data teknis tangga dalam perencanaan sebagai berikut



Keterangan :

Langkah datar (<i>antrade</i>)	=	300	mm
Langkah naik (<i>Optrede</i>)	=	200	mm
Jumlah total	=	12	bh

1. Beban mati tambahan pada plat tangga

Berat finising lantai (spesi + keramik) tebal 5 cm

Spesi + Keramik	=	22	kN/m ²
Tebal	=	0,05	m
Total Berat finising lantai qDL	=	1,1	kN/m ²

Beban mati trap beton

0,07 x 0,2 x 24	=	0,336	kN/m ²
-----------------	---	-------	-------------------

Berat dinding pegangan (handrill)

1,2 x 2,5 / 2	=	1,5	kN/m ²
Total beban mati tambahan pada plat tangga qDL	=	2,936	kN/m ²

2. Beban mati tambahan pada Plat Bordes

Berat finising lantai (spesi + keramik) tebal 5 cm

Spesi + Keramik	=	22	0
Tebal	=	0,05	m
Total beban mati tambahan pada plat bordes	=	1,1	0

Berat dinding pegangan (handrill)

1,2 x 2,5 / 2	=	1,5	kN/m ²
qDL	=	2,6	kN/m ²

1.2 Beban Hidup (*Load Live*)

Beban hidup atau live load adalah beban yang terjadi akibat penghunian atau penggunaan gedung yang berasal dari barang atau orang yang dapat berpindah tempat sehingga mengakibatkan perubahan dalam pembebanan lantai dan atap. Berdasarkan SNI 1727 : 2020 untuk beban hidup gedung, beban hidup dapat di reduksi, yakni faktor elemen diambil 3 karena masuk golongan kolom-kolom tepi dengan plat kantilever. Misalnya area tributari kolom terbesar berapa sebagai acuan reduksi beban hidup.

$$L = L_o \left(0,25 + \frac{4,57}{\sqrt{K_{LL} A_T}} \right)$$

dimana :

L = beban hidup rencana reduksi per m² dari luasan yang didukung oleh komponen struktur

L_o = beban hidup rencana tanpa reduksi per m² dari luasan yang didukung oleh komponen struktur

K_{LL} = faktor luas tributari m² A_T = luas tributari m²

Syarat :

L tidak boleh kurang dari 0.5 L_o untuk komponen struktur yang mendukung satu lantai dan dan L tidak boleh kurang dari 0.4 L_o untuk komponen struktur yang mendukung dua lantai atau lebih dari dua lantai

Tabel 1.3 Faktor Elemen Beban Hidup, K_{LL}

Elemen	K _{LL} ^a
Kolom interior	4
Kolom eksterior tanpa slab kantilever	4
Kolom tepi dengan slab kantilever	3
Kolom sudut dengan slab kantilever	2
Balok tepi tanpa slab kantilever	2
Balok interior	2
Semua komponen struktur yang tidak disebut diatas:	
Balok tepi dengan slab kantilever	
Balok kantilever	
Slab satu arah	1
Slab dua arah	
Komponen struktur tanpa ketentuan-ketentuan untuk penyaluran geser menerus tegak lurus terhadap bentangnya	

^a Selain nilai di atas, K_{LL} diizinkan dihitung tersendiri.

Tabel 1.4 Rekapitulasi beban hidup (*Load Live*)

Beban sesuai fungsi ruang	Berat per luasan	
	kN/m ³	kg/m ³
Beban hidup ruang kantor	2,4	2400
Beban hidup ruang komputer	4,79	4790
Koridor di atas lantai pertama	3,83	3830
Koridor lantai pertama	4,79	4790
Beban hidup ruang operasi, Laboratorium	2,87	2870
Beban hidup ruang pasien	1,92	1920
Helipad, Helikopter dengan berat lepas landas lebih dari 3000 lb (13.35 kN)	2,87	2870
Beban hidup koridor di atas lantai pertama	3,83	3830
Ruang penyimpanan	7,18	7180
Beban hidup tangga sebesar	4,79	4790
Beban hidup dak sebesar	0,96	960
Beban hidup ruang pertemuan sebesar	4,79	4790
Beban hidup lantai parkir sebesar	1,92	1920
Beban hidup lantai parkir terpusat sebesar	13,35	13350
Beban hidup ruang mesin lift	7,18	7180
Semua ruang kecuali tangga (Apartemen)	1,92	1920

1.3 Beban Gempa

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

1.3.1 Tahapan analisa gempa pada bangunan gedung

1. Menentukan kategori resiko bangunan gedung (I-IV)

SNI 1276 : 2019, Tabel 3- Kategori risiko bangunan gedung dan non gedung untuk beban Gempa

Jenis pemanfaatan:

Gedung apartemen / Rumah Susun

2. Menentukan faktor keutamaan gempa

SNI 1726:2019, Tabel 4 - Faktor keutamaan gempa

Kategori risiko :

II

Faktor keutamaan Gempa, Ie :

1

3. Menentukan parameter percepatan tanah (S_s , S_1)

SNI 1726:2019, Gambar 15-Parameter gerak tanah S_s , gempa maksimum yang dipertimbangkan risiko-tertarget (MCER) wilayah Indonesia untuk spektrum respon 0,2 detik (redaman kritis 5%)

Berdasarkan Peta di atas Pulau Lombok mempunyai Parameter gerak tanah S_s , gempa maksimum yang dipertimbangkan risiko-tertarget (MCER) wilayah Indonesia untuk spektrum respon 0,2 detik

(redaman kritis 5%) adalah : $S_s = 1.0 - 1.20 g$

1,105700

Berdasarkan Peta di atas Pulau Lombok mempunyai Parameter gerak tanah S_1 , gempa maksimum yang dipertimbangkan risiko-tertarget (MCER) wilayah Indonesia untuk spektrum respon 1,0 detik

(redaman kritis 5%) adalah : $S_1 = 0.40 - 0.50 g$

0,438500

4. Menentukan klasifikasi situs (SA - SF)

Klasifikasi situs ditetapkan sebagai SA (batuan keras), SB (batuan), SC (tanah keras), SD (tanah sedang), SE (tanah lunak) dan SF (tanah khusus). Apabila untuk tebal lapisan setebal maksimum 30 m paling atas dipenuhi syarat-syarat yang tercantum dalam standar peraturan gempa.

Lihat SNI 1276 : 2019, Tabel 5- Klasifikasi Situs

SE (Tanah Lunak)

5. Menentukan Koefisien Situs (F_a , F_v)

Lihat di SNI 1276 : 2019, Tabel 6 - Koefisien Situs, F_a

1,015440

S_s	F_a	INTERPOLASI F_a
1	1,1	
1,25	0,9	
1,1057	1,01544	

Lihat di SNI 1276 : 2019, Tabel 7 - Koefisien Situs, F_v

2,323

S_1	F_v	INTERPOLASI F_v
0,4	2,4	
0,5	2,2	
0,4385	2,323	

6. Menghitung Parameter Percepatan desain (Sds, Sd1)

Parameter Respon Spektral Percepatan Periode Pendek

$$SMS = F_a * S_s \quad SMS = 1,122772008$$

Parameter Respon Spektral Percepatan Periode 1 sec

$$SM1 = F_v * S1 \quad SM1 = 1,0186355$$

Parameter Respon Spektral Percepatan Desain Periode Pendek

$$SDS = (2/3) * SMS \quad SDS = 0,748514672$$

Parameter Respon Spektral Percepatan Desain Periode 1 sec

$$SD1 = (2/3) * SM1 \quad SD1 = 0,679090333$$

Dalam mendapatkan data gempa dalam perencanaan ini bangunan ini seperti urutan langkah-langkah di atas, menggunakan software Puskim-PusGeN-ESRC, 2019-2020 dengan menginput data koordinat pada lokasi proyek

Aplikasi Spektrum Respons Desain Indonesia 2021
© 2021 PusGeN, DBTTP, Ditjen Cipta Karya, Kementerian PUPR
Requirement : Windows 8/10, VGA Screen 800x600

Tim Pengarah Aplikasi:

Ir. Dian Irawati, M.T. (Direktur Bina Teknik Permukiman dan Perumahan, KEMENTERIAN PUPR)
Prof. Masyhur Irsyam, MSE, Ph.D (HATTI, ITB, AIPi)
Prof. Indra Djati Sidi (ITB)
Prof. Wayan Sengara MSCE Ph.D (AARGI, ITB)
Ir. Lutfi Faizal (DBTTP – Kementerian PUPR)
Dr. M. Asrurifak (HATTI, ISTN)
Dr. Ir. Windu Partono, MSc. (UNDIP)
Dr. Ir. Mohammad Ridwan (DBTTP – Kementerian PUPR)

Tim Pengembangan Aplikasi :

Dr. Ir. Nathan Madutujuh, M.Sc.
James Asrah Immanuel, S.Kom
I Ketut Adi Wicaksana, S.Kom
Tim IT:
Junjun Muhammad Junjuna, ST. (DBTTP – Kementerian PUPR)
Anindwiyani Dian Panduwijaya, A.Md. (DBTTP – Kementerian PUPR)

Aplikasi ini mengacu pada Peta Sumber dan Bahaya Gempa Indonesia Tahun 2017 yang disusun oleh Tim Pusat Studi Gempa

Keterangan :

- Nilai Spektrum Respons Desain Indonesia pada aplikasi ini khusus untuk perhitungan pada bangunan saja sesuai SNI 1726:2019.
- Untuk nilai Spektrum Respons Desain di area dengan spektrum respon percepatan konstan sampai yang berdekatan dengan sesar aktif, harus dilakukan pengecekan.
 - Seluruh akibat dari penggunaan hasil aplikasi ini adalah tanggung jawab penuh dari pengguna masing-masing.
- Link website rsapuskim2019.litbang.pu.go.id mengenai Desain Respon Spektra direvisi menjadi link rsa.ciptakarya.pu.go.id

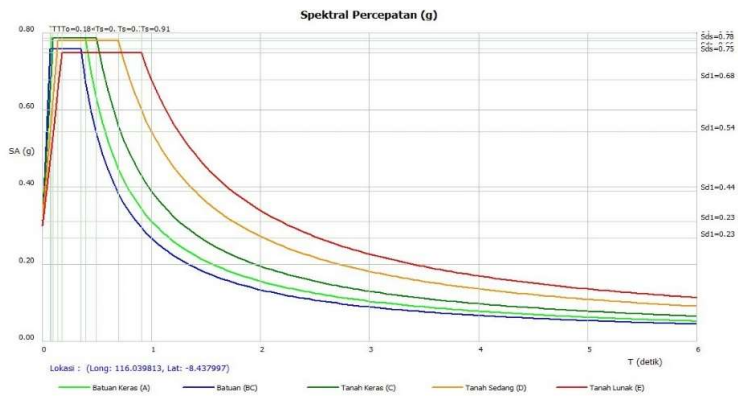
7. Parameter percepatan respon gempa

Untuk berbagai variabel respon gempa, harus disesuaikan dengan lokasi bangunan yang ditinjau, adapun parameter yang didapat dari Desain Spektara Indonesia untuk lokasi kegiatan pembangunan adalah sebagai berikut :

Area lokasi Gedung

Latitude : -8,437997

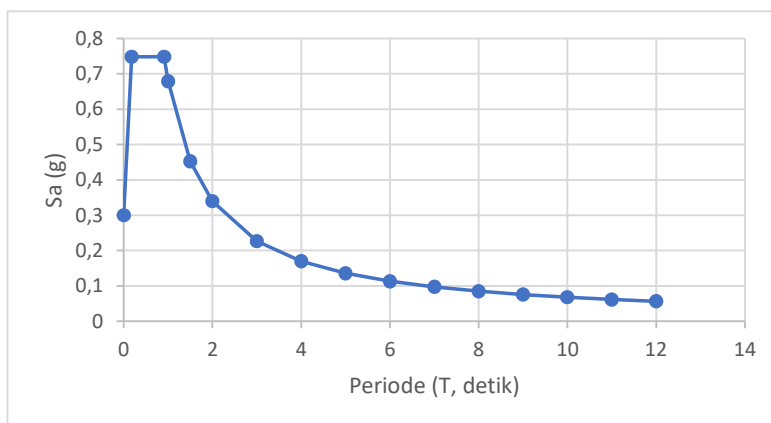
Longitude : 116,03982



Gambar 1.1 . Spektrum Respon Desain dari Situs Sesuai Koordinat Lokasi
 Dari data grafik, dipakai acuan respon desain "Tanah Lunak"

Tabel 1.5 Respon Desain

BATUAN	TANAH SEDANG (D)	
Variabel	Nilai	Satuan
PGA (g)	0,479205	g
SS (g)	1,105700	g
S1 (g)	0,438500	g
SMS (g)	1,122772	g
SM1 (g)	1,018636	g
SDS (g)	0,748515	dt
SD1 (g)	0,679090	dt



Gambar 1.2 Spektrum Respon Desain dari Situs Sesuai Koordinat Tanah Lunak

Results: Tabel dibawah ini merupakan Parameter untuk membuat Grafik Desain Spektra Indonesia:

Kelas

SE - Tanah Lunak

Rentang T(s)

Value: 12

PGA MCEg

0,4792

(g) bedrock

SS MCEr

1,1057

(g) bedrock

S1 MCEr

0,4385

(g) bedrock

TL

12

Detik

T0(detik)	Ts(detik)	Sds(g)	Sd1(g)
0,18	0,91	0,75	0,68

8. Menentukan Kategori desain Seismik, KDS (A-F)

Tabel 1.6. SNI 1276 : 2019, Tabel 8 - Kategori seismik berdasarkan parameter respon percepatan pada periode pendek

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

Tabel 1.7. SNI 1276 : 2019, Tabel 9 - Kategori seismik berdasarkan parameter respon percepatan pada periode 1 detik

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

Berdasarkan data :

SDS = 0,7485147

SD1 = 0,6790903

Maka kategori desain seismik (KDS) yang dipakai adalah

D

9. Menentukan Sistem dan Parameter Struktur (R, Cd, Wo)

Tabel 1.8. SNI 1276 : 2019, Tabel 12 - Kfaktor R, Cd, Wo untuk sistem pemikul gaya seismik

23. Dinding rangka ringan (baja canal dingin) yang dilapisi dengan panel struktur kayu yang dimaksudkan untuk tahanan geser, atau dengan lembaran baja	7	2½	4½	TB	TB	22	22	22
24. Dinding rangka ringan dengan panel geser dari semua material lainnya	2½	2½	2½	TB	TB	10	TB	TB
25. Rangka baja dengan bresing terkekang terhadap tekuk	8	2½	5	TB	TB	48	48	30
26. Dinding geser pelat baja khusus	7	2	6	TB	TB	48	48	30
C. Sistem rangka pemikul momen								
1. Rangka baja pemikul momen khusus	8	3	5½	TB	TB	TB	TB	TB
2. Rangka batang baja pemikul momen khusus	7	3	5½	TB	TB	48	30	TI
3. Rangka baja pemikul momen menengah	4½	3	4	TB	TB	10 ^k	TI ^k	TI ^k
4. Rangka baja pemikul momen biasa	3½	3	3	TB	TB	TI ^l	TI ^l	TI ^l
5. Rangka beton bertulang pemikul momen khusus ^m	8	3	5½	TB	TB	TB	TB	TB
6. Rangka beton bertulang pemikul momen menengah	5	3	4½	TB	TB	TI	TI	TI
7. Rangka beton bertulang pemikul momen biasa	3	3	2½	TB	TI	TI	TI	TI
8. Rangka baja dan beton komposit pemikul momen khusus	8	3	5½	TB	TB	TB	TB	TB
9. Rangka baja dan beton komposit pemikul momen menengah	5	3	4½	TB	TB	TI	TI	TI
10. Rangka baja dan beton komposit terkekang parsial pemikul momen	6	3	5½	48	48	30	TI	TI
11. Rangka baja dan beton komposit pemikul momen biasa	3	3	2½	TB	TI	TI	TI	TI
12. Rangka baja canal dingin pemikul momen khusus dengan pembautan ⁿ	3½	3 ^o	3½	10	10	10	10	10
D. Sistem ganda dengan rangka pemikul momen khusus yang mampu menahan paling sedikit 25 % gaya seismik yang ditetapkan								
1. Rangka baja dengan bresing eksentris	8	2½	4	TB	TB	TB	TB	TB

Pemilihan Sistem Struktur

Rangka beton bertulang pemikul momen khusus		
Koefisien Modifikasi Respon	R	8
Faktor Kuat Lebih Sistem	Ω_0	3
Koefisien Amplifikasi Defleksi	C_d	5,5

CATATAN

- ^a Koefisien modifikasi respons, *R*, untuk penggunaan pada keseluruhan standar. Nilai *R* mereduksi gaya ke level kekuatan bukan pada level tegangan izin.
- ^b Jika nilai pada tabel faktor kuat lebih, Ω_0 , lebih besar atau sama dengan 2,5, maka Ω_0 diizinkan untuk direduksi setengah untuk struktur dengan diafragma fleksibel.
- ^c Faktor pembesaran simpangan lateral, *C_d*, untuk penggunaan dalam 0, 0, dan 0
- ^d TB = Tidak Dibatasi dan TI = Tidak Diizinkan.
- ^e Lihat 7.2.5.4 untuk penjelasan sistem pemikul gaya seismik yang dibatasi sampai bangunan dengan ketinggian 72 m atau kurang.
- ^f Lihat 7.2.5.4 untuk sistem pemikul gaya seismik yang dibatasi sampai bangunan dengan ketinggian 48 m atau kurang.
- ^g Dinding geser didefinisikan sebagai dinding struktural.
- ^h Definisi "Dinding Struktural Khusus", termasuk konstruksi pracetak dan cor di tempat.
- ⁱ Penambahan ketinggian sampai 13,7 m diizinkan untuk fasilitas gudang penyimpanan satu tingkat.
- ^j Rangka baja dengan bresing konsentrik biasa diizinkan pada bangunan satu tingkat sampai ketinggian 18 m di mana beban mati atap tidak melebihi 0,96 kN/m² dan pada struktur griya tawang (*penthouse*).
- ^k Lihat 0 untuk struktur yang dikenai kategori desain seismik D, E, atau F.
- ^l Lihat 0 untuk struktur yang dikenai kategori desain seismik D, E, atau F.
- ^m Definisi "Rangka Momen Khusus", termasuk konstruksi pracetak dan cor di tempat.

10. Periode Fundamental Struktur

Tabel 1.9. SNI 1276 : 2019, Tabel 17 Koefisien untuk batas pada perioda 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

Tabel 1.10. SNI 1276 : 2019, Tabel 18 Nilai parameter periode pendekatan C_t dan x

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

Tipe Struktur

Semua Sistem Struktur Lainnya		
Koefisien C_t	C_t	0,0488
Tinggi Bangunan dari Muka Tanah	h_n	44
Koefisien x	x	0,75
Koefisien Batas Atas untuk Periode Terhitung	C_u	1,4
Eksposen yang terkait periode struktur Arah X	K_x	1,334
Eksposen yang terkait periode struktur Arah Y	K_y	1,334
Periode Fundamental (Perhitungan Software) Arah	T_{cx}	2,965
Periode Fundamental (Perhitungan Software) Arah Tcy	T_{cy}	3,049
Periode Fundamental Pendekatan	$T_a = C_t \cdot h_n^x$	0,834
Batas Atas Periode Fundamental	$C_u \cdot T_a$	1,167

$$C_t \cdot h_n^x < T_{program} < T_a \cdot C_u$$

Periode Fundamental Struktur Arah X Pakai

T_x	1,167
T_y	1,167

Periode Fundamental Struktur Arah Y Pakai

11. Gaya Geser Dasar Dan Seismik

Koefisien Respons Seismik	$C_s = SDS / (R/I_e)$	0,0936	
Batas Atas Arah X	$C_{s,max,X} = SD1 / T_x (R/I_e)$	0,0727	
Batas Atas Arah Y	$C_{s,max,Y} = SD1 / T_y (R/I_e)$	0,0727	
Batas Bawah	$C_{s,min,1} (0.044 SDS I_e \geq 0.01)$	0,0329	
Batas Bawah (dipakai jika $S1 \geq 0,6 g$)	$C_{s,min,2} (0.5 S1 / (R/I_e))$	0,0274	
Koef. Respons Seismik Pakai Arah x	$C_{s,pakai,X}$	0,0727	
Koef. Respons Seismik Pakai Arah y	$C_{s,pakai,Y}$	0,0727	
Berat Seismik Efektif	W	74429,6482	kN
Gaya Geser Dasar Seismik Arah X	$V X = C_s \text{ pakai } x * W$	5413,1014	kN
Gaya Geser Dasar Seismik Arah Y	$V Y = C_s \text{ pakai } y * W$	5413,1014	kN
Gaya Geser Statik (ETABS) Arah X	$V_e X$	-5413,4932	kN
Gaya Geser Statik (ETABS) Arah Y	$V_e Y$	-5413,4932	kN

Tabel 1.11 Distribusi Gaya Gempa Statik Ekuivalen Tiap Lantai Arah x

Lantai	Massa (Wi)	hi	Kx	W _i h _i ^k	C _v	F _x
	(Kg)	(m)		(Kgf-m)		(KN)
Atap	248432	44	1,334	38627708,9	0,0754	408,0091356
Lt 10	699105	40		95726558,4	0,1868	1011,121587
Lt 9	713647	36		84908632,9	0,1657	896,8561399
Lt 8	722261	32		73442329,9	0,1433	775,7421394
Lt 7	722261	28		61462327,5	0,1199	649,2021356
Lt 6	730910	24		50640631,2	0,0988	534,896859
Lt 5	740308	20		40220938,8	0,0785	424,8377896
Lt 4	740308	16		29868543,2	0,0583	315,4895494
Lt 3	749740	12		20610821	0,0402	217,7039101
Lt 2	759921	8		12165208	0,0237	128,4962572
Lt 1	756361	4		4804298,92	0,0094	50,74589991
Total	7583255				512477999	

Tabel 1.12. Distribusi Gaya Gempa Statik Ekuivalen Tiap Lantai Arah y

Lantai	Massa (Wi)	hi	Kx	Wih ^k	Cv	Fy
	(Kg)	(m)		(Kgf-m)		(KN)
Atap	248432	44	1,334	38627708,9	0,0754	408,009
Lt 10	699105	40		95726558,4	0,1868	1011,122
Lt 9	713647	36		84908632,9	0,1657	896,856
Lt 8	722261	32		73442329,9	0,1433	775,742
Lt 7	722261	28		61462327,5	0,1199	649,202
Lt 6	730910	24		50640631,2	0,0988	534,897
Lt 5	740308	20		40220938,8	0,0785	424,838
Lt 4	740308	16		29868543,2	0,0583	315,490
Lt 3	749740	12		20610821	0,0402	217,704
Lt 2	759921	8		12165208	0,0237	128,496
Lt 1	756361	4		4804298,92	0,0094	50,746
Total	7583255				512477999	

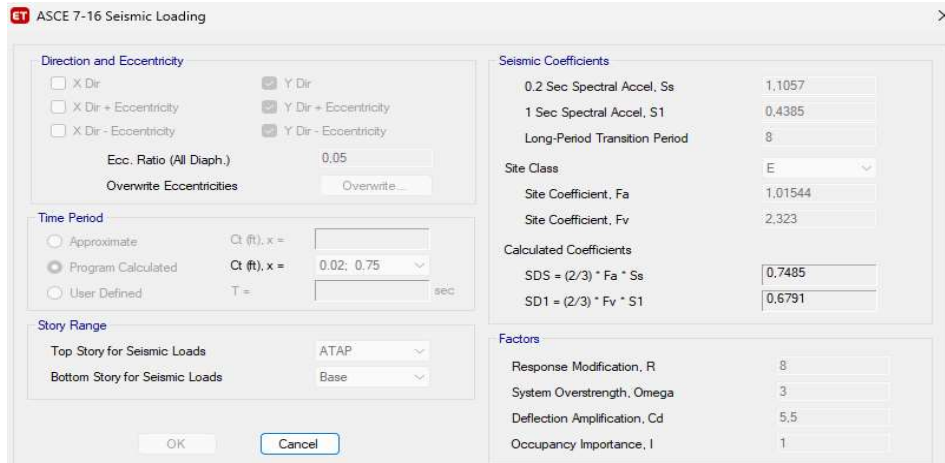
Untuk menghitung nilai F, Cv dan Vx bisa menggunakan Persamaan berikut :

$$C_v = \frac{w_i h_i^k}{\sum_{i=1}^n w_i h_i^k} \quad F = C_v \times V, \quad V_x = \sum_{i=x}^n F_i$$

Beban Gempa statik ekuivalen dihitung otomatis dalam program, dalam kasus ini mengacu kepada ASCE 7-2016, dengan mengganti parameter gempa :

R	8	Tx	1,167
I	1	Ty	1,167
Ω ₀	3		
C _d	5,5		
S _s	1,1057		
S ₁	0,4385		

Gambar 2.3 Input data Gempa Statik sb x

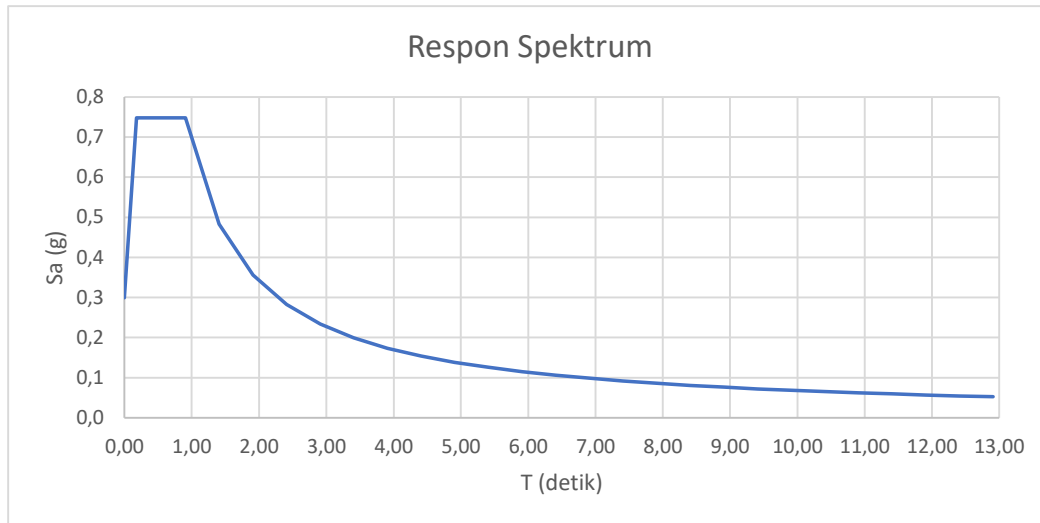


Gambar 2.4 Input data Gempa Statik sb y

12. Beban Gempa Dinamik

T detik	T detik	T (g)	Spektrum Respon Percepatan desain	
0	0	0,299	$T_0 = 0.2 \text{ SD1/SDS}$ <table border="1" style="float: right;"><tr><td>0,18145</td></tr></table>	0,18145
0,18145				
T_0	0,181	0,749	$T_s = \text{SD1/SDS}$ <table border="1" style="float: right;"><tr><td>0,90725</td></tr></table>	0,90725
0,90725				
T_s	0,907	0,749	$TL = \text{Periode Panjang}$ <table border="1" style="float: right;"><tr><td>12</td></tr></table>	12
12				
0,50	1,407	0,483	Jika, $T < T_0$ maka: $S_a = \text{SDS} * (0.4 + 0.6 T/T_0)$	
1,00	1,907	0,356	Jika, $T_0 \leq T \leq T_s$ maka: $S_a = \text{SDS}$	
1,50	2,407	0,282	Jika, $T > T_s$ maka: $S_a = \text{SD1/T}$	
2,00	2,907	0,234	Jika, $T > TL$ maka: $S_a = (\text{SD1/TL})/T^2$	
2,50	3,407	0,199		
3,00	3,907	0,174		
3,50	4,407	0,154		
4,00	4,907	0,138	$T=0, S_a = 0,4 \text{ SDS}$	
4,50	5,407	0,126		
5,00	5,907	0,115		
5,50	6,407	0,106		
6,00	6,907	0,098		
6,50	7,407	0,092		
7,00	7,907	0,086		
7,50	8,407	0,081		
8,00	8,907	0,076		
8,50	9,407	0,072		
9,00	9,907	0,069		
9,50	10,407	0,065		
10,00	10,907	0,062		
10,50	11,407	0,060		
11,00	11,907	0,057		

11,50	12,407	0,055
12,00	12,907	0,053



13. Penskalaan Gaya

Faktor Skala Awal

$$SF = g / (R / I)$$

1,226	m/s ²
1225,83	mm/s ²
1639,2193	
1796,793	
3,302	Fs Baru
3,013	Fs Baru
4047,993	mm/s ²
3692,996	mm/s ²

Gaya Geser Dasar Analisis Struktur Arah RSPX

Vi,x

Gaya Geser Dasar Analisis Struktur Arah RSPY

Vi,y

Penskalaan Gaya Gempa Arah X

fx

Penskalaan Gaya Gempa Arah Y

fy

Faktor Skala Baru Arah X

SFx

Faktor Skala Baru Arah Y

SFy

Output Case	Case Type	Step Type	Step Number	FX kN	FY kN	FZ kN	MX kN-m	MY kN-m	MZ kN-m	X m	Y m	Z m
Static X	LinStatic	Step By Step	1	-5413,4932	0	0	-6,647E-06	-163528,8162	43750,2873	0	0	0
Static X	LinStatic	Step By Step	2	-5413,4932	0	-5,895E-07	-8,695E-06	-163528,8162	47815,9427	0	0	0
Static X	LinStatic	Step By Step	3	-5413,4932	0	0	-4,598E-06	-163528,8162	39684,6319	0	0	0
Static Y	LinStatic	Step By Step	1	0	-5413,4932	2,535E-06	163528,8162	-0,0001	-81213,7727	0	0	0
Static Y	LinStatic	Step By Step	2	0	-5413,4932	2,879E-06	163528,8163	-0,0001	-88836,8765	0	0	0
Static Y	LinStatic	Step By Step	3	0	-5413,4932	2,192E-06	163528,8162	-0,0001	-73590,6688	0	0	0
RSPX	LinRespSpec	Max		1639,2193	32,4793	0	287,2955	41420,7924	16492,8385	0	0	0
RSPY	LinRespSpec	Max		32,4792	1796,793	7,238E-07	46420,2562	317,291	26946,9984	0	0	0
SCALED RSPY	LinRespSpec	Max		97,8486	5413,1074	2,181E-06	139847,9565	955,8867	81181,8583	0	0	0
SCALED RSPX	LinRespSpec	Max		5413,1065	107,2547	1,363E-06	948,7208	136781,6726	54463,4206	0	0	0

Gambar 1.5 Pengecekan Penskalaan Beban Gempa

II. PENGECEKAN PERILAKU STRUKTUR

2.1 SYARAT TRANSLASI

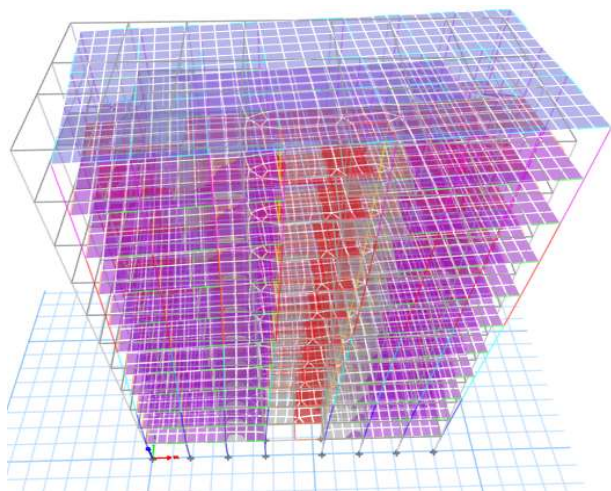
Berdasarkan SNI-1726-2019, bahwa mode 1 dan mode 2 berupa translasi arah X, maupun Y. Hal ini dimaksudkan untuk menghindari torsi yang besar.

Tabel 2.1 Translasi Arah X dan Y

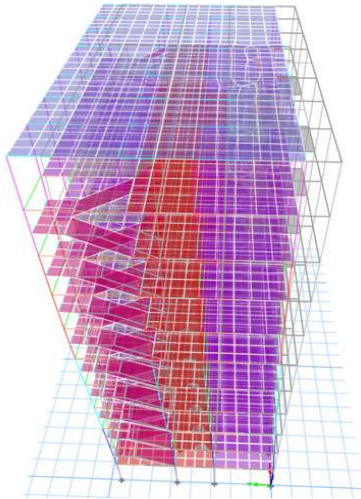
Case	Mode	Period sec	UX	UY	UZ	SumUX	SumUY	SumUZ	RX	RY	RZ	SumRX	SumRY	SumRZ
Modal	1	3,049	0,0001	0,7787	0	0,0001	0,7787	0	0,2302	3,137E-05	8,498E-07	0,2302	3,137E-05	8,498E-07
Modal	2	2,965	0,5271	3,913E-05	0	0,5272	0,7788	0	2,838E-05	0,1868	0,2282	0,2302	0,1868	0,2282
Modal	3	2,596	0,222	3,034E-06	0	0,7491	0,7788	0	3,223E-05	0,077	0,5446	0,2303	0,2639	0,7728
Modal	4	1,007	4,212E-06	0,1042	0	0,7491	0,8829	0	0,4783	0,0002	2,594E-05	0,7086	0,264	0,7728
Modal	5	0,948	0,0645	1,714E-05	0	0,8136	0,8829	0	0,0001	0,2179	0,0472	0,7087	0,4819	0,82
Modal	6	0,841	0,0614	1,894E-05	0	0,8751	0,883	0	6,638E-07	0,2094	0,0588	0,7087	0,6913	0,8788
Modal	7	0,574	0,0001	0,0402	0	0,8751	0,9231	0	0,0663	0,0002	0,0001	0,7751	0,6915	0,8789
Modal	8	0,524	0,0161	0	0	0,8912	0,9231	0	0	0,0281	0,0275	0,7751	0,7196	0,9065
Modal	9	0,467	0,0268	0,0002	0	0,918	0,9233	0	0,0007	0,05	0,0141	0,7758	0,7697	0,9205
Modal	10	0,391	0,0002	0,0225	0	0,9183	0,9458	0	0,0739	0,0004	0,0001	0,8496	0,7701	0,9207
Modal	11	0,345	0,0051	5,637E-06	0	0,9234	0,9458	0	1,619E-05	0,0141	0,0197	0,8496	0,7842	0,9403
Modal	12	0,313	0,019	0,0005	0	0,9423	0,9464	0	0,0013	0,0558	0,0038	0,851	0,84	0,9441
Modal	13	0,288	0,0006	0,0147	0	0,9429	0,9611	0	0,0366	0,0017	0,0002	0,8876	0,8417	0,9443
Modal	14	0,248	0,0014	1,654E-05	0	0,9444	0,9611	0	4,639E-05	0,0033	0,0156	0,8876	0,845	0,9599
Modal	15	0,225	0,0043	0,0084	0	0,9486	0,9695	0	0,0241	0,0112	0,0001	0,9117	0,8562	0,96
Modal	16	0,22	0,0117	0,0028	0	0,9604	0,9724	0	0,0081	0,0307	0,0008	0,9198	0,8868	0,9608

Pada tabel diatas menunjukkan dominasi pada mode 1 dan 2 dominan terjadi translasi dimana pada mode 1 dominan UY=77.87%, dan pada mode 2 dominan UX=52.71%, dan pada mode ke-3 terjadi rotasi sebesar RZ=77.28%.

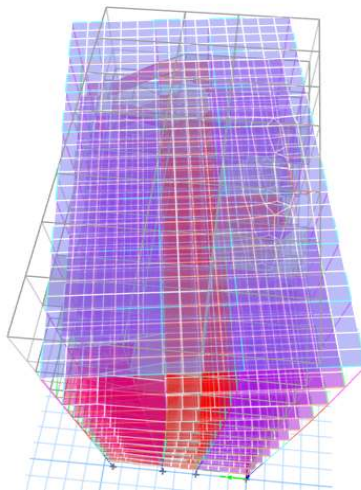
Berikut adalah ilustrasi perilaku struktur pada mode 1, mode 2, dan mode 3



Gambar 2.1 Translasi Arah X



Gambar 2.2 Translasi Arah Y



Gambar 2.3 Rotasi

2.2 SYARAT PARTISIPASI MASSA

Menurut SNI-1726-2019 Pasal 7.9.1.1 : Analisis harus menyertakan jumlah ragam yang cukup untuk mendapatkan partisipasi massa ragam terkombinasi sebesar paling sedikit 100 % dari massa aktual dalam masing-masing arah horisontal ortogonal dari respon yang ditinjau oleh model.

Tabel 2.2 Partisipasi Massa Rasio

	Case	ItemType	Item	Static %	Dynamic %
▶	Modal	Acceleration	UX	100	100
	Modal	Acceleration	UY	100	100
	Modal	Acceleration	UZ	0	0

2.3 SIMPANGAN ANTAR LANTAI

7.12.1.1 Rangka pemikul momen pada struktur yang didesain untuk kategori desain seismik D sampai F

Untuk sistem pemikul gaya seismik yang terdiri dari hanya rangka momen pada struktur yang didesain untuk kategori desain seismik D, E, atau F, simpangan antar tingkat desain (Δ) tidak boleh melebihi Δ_d/ρ untuk semua tingkat. ρ harus ditentukan sesuai dengan 0.

Tabel 20 – Simpangan antar tingkat izin, $\Delta_a^{a,b}$

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

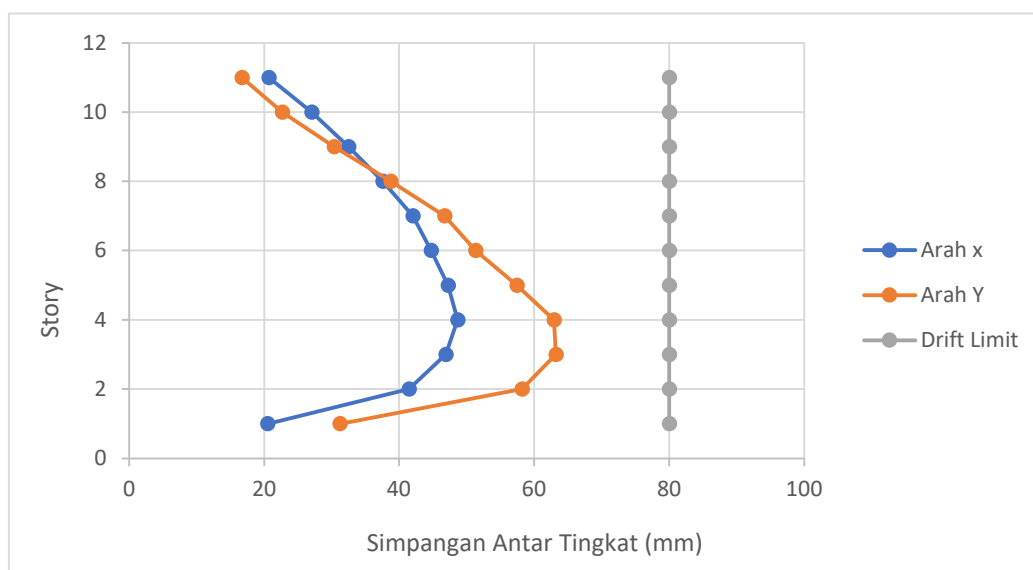
Simpangan Antar Tingkat Izin (Tabel)	Δ_a	0,02	h
Faktor Redudansi	ρ	1	
Story Drift Inelastik Izin (Syarat Sprm)	Δ_{max} (Δ/ρ)	0,02	h
Faktor Pembesaran Defleksi	C_d	5,5	
Faktor Keutamaan Gempa	I_e	1	
Story Drift Inelastik	Δ	$\delta * C_d / I_e$	

Tabel 2.3 Simpangan Antar Lantai Arah x

Story	Displacement	Elastic Drift	h	Inelastic Drift (Per Story)	Drift Limit	Cek
	$\delta_e X$	$\delta_e X$		ΔX		
	(mm)	(mm)		(mm)		
11	74,423	3,757	4000	20,664	80	OK
10	70,666	4,917	4000	27,044	80	OK
9	65,75	5,909	4000	32,500	80	OK
8	59,840	6,834	4000	37,587	80	OK
7	53,006	7,644	4000	42,042	80	OK
6	45,4	8,132	4000	44,726	80	OK
5	37,230	8,591	4000	47,251	80	OK
4	28,639	8,844	4000	48,642	80	OK
3	19,795	8,532	4000	46,926	80	OK
2	11,263	7,540	4000	41,470	80	OK
1	3,72	3,723	4000	20,477	80	OK

Tabel 2.4 Simpangan Antar Lantai Arah y

Story	Displacement	Elastic Drift	h	Inelastic Drift (Per Story)	Drift Limit	Cek
	δeY	δeY		ΔY		
	(mm)	(mm)		(mm)		
11	87,177	3,036	4000	16,698	80	OK
10	84,141	4,126	4000	22,693	80	OK
9	80,02	5,522	4000	30,371	80	OK
8	74,493	7,043	4000	38,737	80	OK
7	67,450	8,492	4000	46,706	80	OK
6	59,0	9,327	4000	51,299	80	OK
5	49,631	10,441	4000	57,426	80	OK
4	39,190	11,440	4000	62,920	80	OK
3	27,750	11,491	4000	63,201	80	OK
2	16,259	10,583	4000	58,207	80	OK
1	5,68	5,676	4000	31,218	80	OK



Gambar 2.4 Simpangan Antar Lantai Arah X dan Y

2.4 Ketidakberaturan Torsi

Lantai	Ratio Arah X		Ratio Arah Y	
	$\Delta_{\max} / \Delta_{\text{avg}}$	Cek	$\Delta_{\max} / \Delta_{\text{avg}}$	Cek
11	1,017	OK	1,005	OK
10	1,037	OK	1,008	OK
9	1,055	OK	1,007	OK
8	1,071	OK	1,006	OK
7	1,083	OK	1,004	OK
6	1,091	OK	1,003	OK
5	1,098	OK	1,002	OK
4	1,103	OK	1,001	OK
3	1,099	OK	1,002	OK
2	1,082	OK	1,003	OK
1	1,046	OK	1,001	OK

Lampiran 8
Pembebanan Model 10 Derajat
Ketinggian 44 M

I. PERHITUNGAN PEMBEBANAN

1.1 Beban Gravitasi

Beban gravitasi yang digunakan adalah berdasarkan SNI 1727: 2020, yaitu Beban minimum untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lain. Beban gravitasi dalam perencanaan meliputi :

- Beban mati berat sendiri (*dead load*)
- Beban mati tambahan, SIDL (*super imposed dead load*)
- Beban hidup, LL (*live load*), dan
- Beban hidup atap, La

1.1.1 Beban Mati Akibat Berat Sendiri (DL)

Beban mati (dead load) adalah berat seluruh komponen elemen struktural bangunan yang terdiri atas pelat, balok, kolom, dan dinding geser. Beban mati akan dihitung secara otomatis oleh peranti lunak ETABS dengan menggunakan berat jenis material beton 24 kN/m³ dan berat jenis tulangan 78,50 kN/m³.

Tabel 1.1 Daftar Berat Sendiri Material

Material	Berat Volume	
	kN/m ³	kg/m ³
Beton (tidak bertulang)	22	2200
Beton bertulang	24 -25	2400 - 2500
Baja	78,5	7850
Mata merah	17	1700
Adukan semen	20 - 21	2000 - 2100
Air	10	1000
Tanah (umum)	17 - 18	1700 - 1800
Pasir kering	16	1600
Pasir jenuh	18	1800
Kayu (klas I)	10	1000
Aspal	14	1400

1.1.2 Beban Mati Tambahan (SIDL)

Tabel 1.2 Daftar Beban Mati Sebagai Beban Mati Tambahan

Material	Berat Volume	
	kN/m ³	kg/m ³
Atap :		
Genteng keramik (reng + kasau)	0,5	50
Atap metal 1mm (reng + kasau)	0,1	10
Dek Beton (screed)		
Plafon, ceiling, langit-langit	0,18	18
Finising lantai :		
Keramik (+ screed/adukan semen)	1,5	150
Raised floor (+ carpet)	0,2	20
Dinding :		
Pasangan bata merah satu batu	4,5	450
Pasangan bata merah setengah batu	2,5	250
Batako berlubang, t 10 cm	1,2	120
Batako berlubang, t 20 cm	2	200
Batako tanpa lubang, t 15 cm	3	300
Batako berlubang, t 10 cm	2	200
Hebel 10 cm + render	1	100
Hebel 12.5 cm + render	1,2	120
Celcon 10 cm + render	1,5	150
Celcon 12.5 cm + render	1,7	170

Beban mati tambahan lantai

- Keramik (+ screed/adukan semen)	=	1,50	kN/m ²
- Berat plafond + penggantung	=	0,18	kN/m ²
- Berat Instalasi ME	=	0,20	kN/m ²
Total beban mati tambahan q_{DL}	=	1,88	kN/m²
dipakai q_{DL}	=	1,88	kN/m²

Beban mati tambahan dinding bata lantai 2 ke lantai 7

-Pasangan dinding 1/2 bata	=	2,50	kN/m ²
-Tinggi dinding	=	4,00	m
Total beban mati tambahan q_{DL}	=	10,00	kN/m ²
dipakai q_{DL}	=	10,00	kN/m ²

Beban mati tambahan dinding bata pada sisi tangga

-Pasangan dinding 1/2 bata	=	2,50	kN/m ²
-Tinggi dinding	=	2,00	m
Total beban mati tambahan q_{DL}	=	5,00	kN/m ²
dipakai q_{DL}	=	5,00	kN/m ²

Beban mati tambahan dak atap

-Berat plapond + penggantung	=	0,18	kN/m ²
-Berat Instalasi ME	=	0,20	kN/m ²
Total beban mati tambahan q_{DL}	=	0,38	kN/m ²
dipakai q_{DL}	=	0,38	kN/m ²

Beban mati tambahan lift

-Pu Berat Lift	=	2000	
-Berat beban Lift	=	1000	
-Berat mesin	=	258	
Total beban mati tambahan q_{DL}	=	3258	Kg
dipakai q_{DL}	=	32,58	kN

► Specifications of passenger elevator without machine room

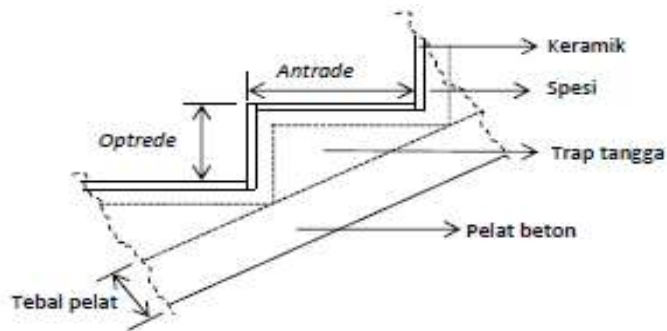
Note: Standard first floor height 4m, other floors 3m

KG Load	m/s Speed	Car size mm			Opening size mm		Hoistway size mm				Highest floors	Highest rise height m
		CW	CD	CH	OP	OPH	HW	HD	K	S		
630	1	1100	1400	2380	700	2100	1750	1800	4150	1400	15	50
	1.5				800	4300	1500		24	80		
	1.75				800	4400	1550		24	80		
800	1	1400	1400	2380	800	2100	2050	1800	4150	1400	15	50
	1.5								4300	1500	24	80
	1.75								4400	1550	24	80
1000	1	1600	1400	2380	900	2100	2250	1800	4150	1400	15	50
	1.5								4300	1500	24	80
	1.75								4400	1550	24	80
1150	1	1600	1600	2500	900	2100	2400	2000	4250	1550	15	50
	1.5								4400	1700	24	80
	1.75								4500	1700	32	95
1350	1	2000	1500	2500	1100	2100	3000	2100	4550	1700	15	50
	1.5								4650	1750	24	80
	1.75								4700	1800	32	95
1600	1	2000	1700	2500	1100	2100	3000	2200	4550	1700	15	50
	1.5								4650	1750	24	80
	1.75								4700	1800	32	95

Note: The drawings and specifications are only for your reference, final order please confirm with LARSSON

Beban mati tambahan Tangga

Beban pada tangga meliputi beban mati berupa antrede, optrede, dan finising berupa pasangan keramik. Data teknis tangga dalam perencanaan sebagai berikut



Keterangan :

Langkah datar (<i>antrade</i>)	=	300	mm
Langkah naik (<i>Optrede</i>)	=	200	mm
Jumlah total	=	12	bh

1. Beban mati tambahan pada plat tangga

Berat finising lantai (spesi + keramik) tebal 5 cm

Spesi + Keramik	=	22	kN/m ²
Tebal	=	0,05	m
Total Berat finising lantai qDL	=	1,1	kN/m ²

Beban mati trap beton

0,07 x 0,2 x 24	=	0,336	kN/m ²
-----------------	---	-------	-------------------

Berat dinding pegangan (handrill)

1,2 x 2,5 / 2	=	1,5	kN/m ²
Total beban mati tambahan pada plat tangga qDL	=	2,936	kN/m ²

2. Beban mati tambahan pada Plat Bordes

Berat finising lantai (spesi + keramik) tebal 5 cm

Spesi + Keramik	=	22	0
Tebal	=	0,05	m
Total beban mati tambahan pada plat bordes	=	1,1	0

Berat dinding pegangan (handrill)

1,2 x 2,5 / 2	=	1,5	kN/m ²
qDL	=	2,6	kN/m ²

1.2 Beban Hidup (*Load Live*)

Beban hidup atau live load adalah beban yang terjadi akibat penghunian atau penggunaan gedung yang berasal dari barang atau orang yang dapat berpindah tempat sehingga mengakibatkan perubahan dalam pembebanan lantai dan atap. Berdasarkan SNI 1727 : 2020 untuk beban hidup gedung, beban hidup dapat di reduksi, yakni faktor elemen diambil 3 karena masuk golongan kolom-kolom tepi dengan plat kantilever. Misalnya area tributari kolom terbesar berapa sebagai acuan reduksi beban hidup.

$$L = L_o \left(0,25 + \frac{4,57}{\sqrt{K_{LL} A_T}} \right)$$

dimana :

L = beban hidup rencana reduksi per m² dari luasan yang didukung oleh komponen struktur

L_o = beban hidup rencana tanpa reduksi per m² dari luasan yang didukung oleh komponen struktur

K_{LL} = faktor luas tributari m² A_T = luas tributari m²

Syarat :

L tidak boleh kurang dari 0.5 L_o untuk komponen struktur yang mendukung satu lantai dan dan L tidak boleh kurang dari 0.4 L_o untuk komponen struktur yang mendukung dua lantai atau lebih dari dua lantai

Tabel 1.3 Faktor Elemen Beban Hidup, K_{LL}

Elemen	K _{LL} ^a
Kolom interior	4
Kolom eksterior tanpa slab kantilever	4
Kolom tepi dengan slab kantilever	3
Kolom sudut dengan slab kantilever	2
Balok tepi tanpa slab kantilever	2
Balok interior	2
Semua komponen struktur yang tidak disebut diatas:	
Balok tepi dengan slab kantilever	
Balok kantilever	
Slab satu arah	1
Slab dua arah	
Komponen struktur tanpa ketentuan-ketentuan untuk penyaluran geser menerus tegak lurus terhadap bentangnya	

^a Selain nilai di atas, K_{LL} diizinkan dihitung tersendiri.

Tabel 1.4 Rekapitulasi beban hidup (*Load Live*)

Beban sesuai fungsi ruang	Berat per luasan	
	kN/m ³	kg/m ³
Beban hidup ruang kantor	2,4	2400
Beban hidup ruang komputer	4,79	4790
Koridor di atas lantai pertama	3,83	3830
Koridor lantai pertama	4,79	4790
Beban hidup ruang operasi, Laboratorium	2,87	2870
Beban hidup ruang pasien	1,92	1920
Helipad, Helikopter dengan berat lepas landas lebih dari 3000 lb (13.35 kN)	2,87	2870
Beban hidup koridor di atas lantai pertama	3,83	3830
Ruang penyimpanan	7,18	7180
Beban hidup tangga sebesar	4,79	4790
Beban hidup dak sebesar	0,96	960
Beban hidup ruang pertemuan sebesar	4,79	4790
Beban hidup lantai parkir sebesar	1,92	1920
Beban hidup lantai parkir terpusat sebesar	13,35	13350
Beban hidup ruang mesin lift	7,18	7180
Semua ruang kecuali tangga (Apartemen)	1,92	1920

1.3 Beban Gempa

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

1.3.1 Tahapan analisa gempa pada bangunan gedung

1. Menentukan kategori resiko bangunan gedung (I-IV)

SNI 1276 : 2019, Tabel 3- Kategori risiko bangunan gedung dan non gedung untuk beban Gempa

Jenis pemanfaatan:

Gedung apartemen / Rumah Susun

2. Menentukan faktor keutamaan gempa

SNI 1726:2019, Tabel 4 - Faktor keutamaan gempa

Kategori risiko :

II

Faktor keutamaan Gempa, Ie :

1

3. Menentukan parameter percepatan tanah (S_s , S_1)

SNI 1726:2019, Gambar 15-Parameter gerak tanah S_s , gempa maksimum yang dipertimbangkan risiko-tertarget (MCER) wilayah Indonesia untuk spektrum respon 0,2 detik (redaman kritis 5%)

Berdasarkan Peta di atas Pulau Lombok mempunyai Parameter gerak tanah S_s , gempa maksimum yang dipertimbangkan risiko-tertarget (MCER) wilayah Indonesia untuk spektrum respon 0,2 detik

(redaman kritis 5%) adalah : $S_s = 1.0 - 1.20 g$

1,105700

Berdasarkan Peta di atas Pulau Lombok mempunyai Parameter gerak tanah S_1 , gempa maksimum yang dipertimbangkan risiko-tertarget (MCER) wilayah Indonesia untuk spektrum respon 1,0 detik

(redaman kritis 5%) adalah : $S_1 = 0.40 - 0.50 g$

0,438500

4. Menentukan klasifikasi situs (SA - SF)

Klasifikasi situs ditetapkan sebagai SA (batuan keras), SB (batuan), SC (tanah keras), SD (tanah sedang), SE (tanah lunak) dan SF (tanah khusus). Apabila untuk tebal lapisan setebal maksimum 30 m paling atas dipenuhi syarat-syarat yang tercantum dalam standar peraturan gempa.

Lihat SNI 1276 : 2019, Tabel 5- Klasifikasi Situs

SE (Tanah Lunak)

5. Menentukan Koefisien Situs (F_a , F_v)

Lihat di SNI 1276 : 2019, Tabel 6 - Koefisien Situs, F_a

1,015440

S_s	F_a	INTERPOLASI F_a
1	1,1	
1,25	0,9	
1,1057	1,01544	

Lihat di SNI 1276 : 2019, Tabel 7 - Koefisien Situs, F_v

2,323

S_1	F_v	INTERPOLASI F_v
0,4	2,4	
0,5	2,2	
0,4385	2,323	

6. Menghitung Parameter Percepatan desain (Sds, Sd1)

Parameter Respon Spektral Percepatan Periode Pendek

$$SMS = F_a * S_s \quad SMS = 1,122772008$$

Parameter Respon Spektral Percepatan Periode 1 sec

$$SM1 = F_v * S1 \quad SM1 = 1,0186355$$

Parameter Respon Spektral Percepatan Desain Periode Pendek

$$SDS = (2/3) * SMS \quad SDS = 0,748514672$$

Parameter Respon Spektral Percepatan Desain Periode 1 sec

$$SD1 = (2/3) * SM1 \quad SD1 = 0,679090333$$

Dalam mendapatkan data gempa dalam perencanaan ini bangunan ini seperti urutan langkah-langkah di atas, menggunakan software Puskim-PusGeN-ESRC, 2019-2020 dengan menginput data koordinat pada lokasi proyek

Aplikasi Spektrum Respons Desain Indonesia 2021
© 2021 PusGeN, DBTTP, Ditjen Cipta Karya, Kementerian PUPR
Requirement : Windows 8/10, VGA Screen 800x600

Tim Pengarah Aplikasi:

Ir. Dian Irawati, M.T. (Direktur Bina Teknik Permukiman dan Perumahan, KEMENTERIAN PUPR)
Prof. Masyhur Irsyam, MSE, Ph.D (HATTI, ITB, AIPi)
Prof. Indra Djati Sidi (ITB)
Prof. Wayan Sengara MSCE Ph.D (AARGI, ITB)
Ir. Lutfi Faizal (DBTTP – Kementerian PUPR)
Dr. M. Asrurifak (HATTI, ISTN)
Dr. Ir. Windu Partono, MSc. (UNDIP)
Dr. Ir. Mohammad Ridwan (DBTTP – Kementerian PUPR)

Tim Pengembangan Aplikasi :

Dr. Ir. Nathan Madutujuh, M.Sc.
James Asrah Immanuel, S.Kom
I Ketut Adi Wicaksana, S.Kom
Tim IT:
Junjun Muhammad Junjuna, ST. (DBTTP – Kementerian PUPR)
Anindwiyani Dian Panduwijaya, A.Md. (DBTTP – Kementerian PUPR)

Aplikasi ini mengacu pada Peta Sumber dan Bahaya Gempa Indonesia Tahun 2017 yang disusun oleh Tim Pusat Studi Gempa

Keterangan :

- Nilai Spektrum Respons Desain Indonesia pada aplikasi ini khusus untuk perhitungan pada bangunan saja sesuai SNI 1726:2019.
- Untuk nilai Spektrum Respons Desain di area dengan spektrum respon percepatan konstan sampai yang berdekatan dengan sesar aktif, harus dilakukan pengecekan.
 - Seluruh akibat dari penggunaan hasil aplikasi ini adalah tanggung jawab penuh dari pengguna masing-masing.
- Link website rsapuskim2019.litbang.pu.go.id mengenai Desain Respon Spektra direvisi menjadi link rsa.ciptakarya.pu.go.id

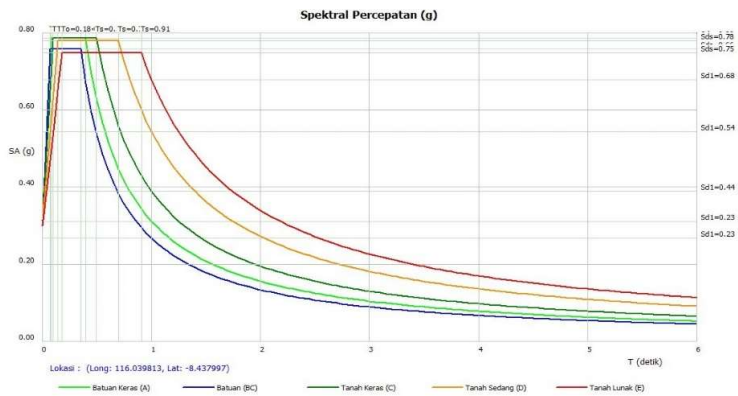
7. Parameter percepatan respon gempa

Untuk berbagai variabel respon gempa, harus disesuaikan dengan lokasi bangunan yang ditinjau, adapun parameter yang didapat dari Desain Spektara Indonesia untuk lokasi kegiatan pembangunan adalah sebagai berikut :

Area lokasi Gedung

Latitude : -8,437997

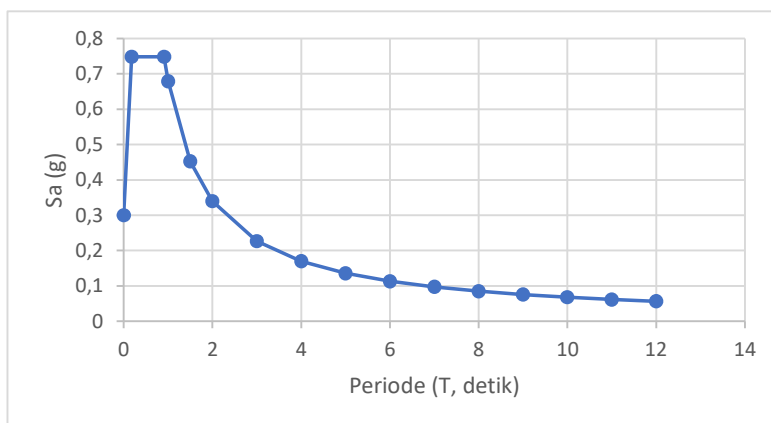
Longitude : 116,03982



Gambar 1.1 . Spektrum Respon Desain dari Situs Sesuai Koordinat Lokasi
 Dari data grafik, dipakai acuan respon desain "**Tanah Lunak**"

Tabel 1.5 Respon Desain

BATUAN	TANAH SEDANG (D)	
Variabel	Nilai	Satuan
PGA (g)	0,479205	g
SS (g)	1,105700	g
S1 (g)	0,438500	g
SMS (g)	1,122772	g
SM1 (g)	1,018636	g
SDS (g)	0,748515	dt
SD1 (g)	0,679090	dt



Gambar 1.2 Spektrum Respon Desain dari Situs Sesuai Koordinat Tanah Lunak

Results: Tabel dibawah ini merupakan Parameter untuk membuat Grafik Desain Spektra Indonesia:

Kelas

SE - Tanah Lunak

Rentang T(s)

Value: 12

PGA MCEg

0,4792

(g) bedrock

SS MCEr

1,1057

(g) bedrock

S1 MCEr

0,4385

(g) bedrock

TL

12

Detik

T0(detik)	Ts(detik)	Sds(g)	Sd1(g)
0,18	0,91	0,75	0,68

8. Menentukan Kategori desain Seismik, KDS (A-F)

Tabel 1.6. SNI 1276 : 2019, Tabel 8 - Kategori seismik berdasarkan parameter respon percepatan pada periode pendek

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

Tabel 1.7. SNI 1276 : 2019, Tabel 9 - Kategori seismik berdasarkan parameter respon percepatan pada periode 1 detik

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

Berdasarkan data :

SDS = 0,7485147

SD1 = 0,6790903

Maka kategori desain seismik (KDS) yang dipakai adalah

D

9. Menentukan Sistem dan Parameter Struktur (R, Cd, Wo)

Tabel 1.8. SNI 1276 : 2019, Tabel 12 - Kfaktor R, Cd, Wo untuk sistem pemikul gaya seismik

23. Dinding rangka ringan (baja canal dingin) yang dilapisi dengan panel struktur kayu yang dimaksudkan untuk tahanan geser, atau dengan lembaran baja	7	2½	4½	TB	TB	22	22	22
24. Dinding rangka ringan dengan panel geser dari semua material lainnya	2½	2½	2½	TB	TB	10	TB	TB
25. Rangka baja dengan bresing terkekang terhadap tekuk	8	2½	5	TB	TB	48	48	30
26. Dinding geser pelat baja khusus	7	2	6	TB	TB	48	48	30
C. Sistem rangka pemikul momen								
1. Rangka baja pemikul momen khusus	8	3	5½	TB	TB	TB	TB	TB
2. Rangka batang baja pemikul momen khusus	7	3	5½	TB	TB	48	30	TI
3. Rangka baja pemikul momen menengah	4½	3	4	TB	TB	10 ^k	TI ^k	TI ^k
4. Rangka baja pemikul momen biasa	3½	3	3	TB	TB	TI ^l	TI ^l	TI ^l
5. Rangka beton bertulang pemikul momen khusus ^m	8	3	5½	TB	TB	TB	TB	TB
6. Rangka beton bertulang pemikul momen menengah	5	3	4½	TB	TB	TI	TI	TI
7. Rangka beton bertulang pemikul momen biasa	3	3	2½	TB	TI	TI	TI	TI
8. Rangka baja dan beton komposit pemikul momen khusus	8	3	5½	TB	TB	TB	TB	TB
9. Rangka baja dan beton komposit pemikul momen menengah	5	3	4½	TB	TB	TI	TI	TI
10. Rangka baja dan beton komposit terkekang parsial pemikul momen	6	3	5½	48	48	30	TI	TI
11. Rangka baja dan beton komposit pemikul momen biasa	3	3	2½	TB	TI	TI	TI	TI
12. Rangka baja canal dingin pemikul momen khusus dengan pembautan ⁿ	3½	3 ^o	3½	10	10	10	10	10
D. Sistem ganda dengan rangka pemikul momen khusus yang mampu menahan paling sedikit 25 % gaya seismik yang ditetapkan								
1. Rangka baja dengan bresing eksentris	8	2½	4	TB	TB	TB	TB	TB

Pemilihan Sistem Struktur

Rangka beton bertulang pemikul momen khusus		
Koefisien Modifikasi Respon	R	8
Faktor Kuat Lebih Sistem	Ω ₀	3
Koefisien Amplifikasi Defleksi	C _d	5,5

CATATAN

- ^a Koefisien modifikasi respons, R, untuk penggunaan pada keseluruhan standar. Nilai R mereduksi gaya ke level kekuatan bukan pada level tegangan izin.
- ^b Jika nilai pada tabel faktor kuat lebih, Ω₀, lebih besar atau sama dengan 2,5, maka Ω₀ diizinkan untuk direduksi setengah untuk struktur dengan diafragma fleksibel.
- ^c Faktor pembesaran simpangan lateral, C_d, untuk penggunaan dalam 0, 0, dan 0
- ^d TB = Tidak Dibatasi dan TI = Tidak Diizinkan.
- ^e Lihat 7.2.5.4 untuk penjelasan sistem pemikul gaya seismik yang dibatasi sampai bangunan dengan ketinggian 72 m atau kurang.
- ^f Lihat 7.2.5.4 untuk sistem pemikul gaya seismik yang dibatasi sampai bangunan dengan ketinggian 48 m atau kurang.
- ^g Dinding geser didefinisikan sebagai dinding struktural.
- ^h Definisi "Dinding Struktural Khusus", termasuk konstruksi pracetak dan cor di tempat.
- ⁱ Penambahan ketinggian sampai 13,7 m diizinkan untuk fasilitas gudang penyimpanan satu tingkat.
- ^j Rangka baja dengan bresing konsentrik biasa diizinkan pada bangunan satu tingkat sampai ketinggian 18 m di mana beban mati atap tidak melebihi 0,96 kN/m² dan pada struktur griya tawang (penthouse).
- ^k Lihat 0 untuk struktur yang dikenai kategori desain seismik D, E, atau F.
- ^l Lihat 0 untuk struktur yang dikenai kategori desain seismik D, E, atau F.
- ^m Definisi "Rangka Momen Khusus", termasuk konstruksi pracetak dan cor di tempat.

10. Periode Fundamental Struktur

Tabel 1.9. SNI 1276 : 2019, Tabel 17 Koefisien untuk batas pada perioda 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

Tabel 1.10. SNI 1276 : 2019, Tabel 18 Nilai parameter periode pendekatan C_t dan x

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

Tipe Struktur

Semua Sistem Struktur Lainnya		
Koefisien C_t	C_t	0,0488
Tinggi Bangunan dari Muka Tanah	h_n	42,5894
Koefisien x	x	0,75
Koefisien Batas Atas untuk Periode Terhitung	C_u	1,4
Eksposen yang terkait periode struktur Arah X	K_x	1,320
Eksposen yang terkait periode struktur Arah Y	K_y	1,320
Periode Fundamental (Perhitungan Software) Arah	T_{cx}	2,852
Periode Fundamental (Perhitungan Software) Arah Tcy	T_{cy}	2,937
Periode Fundamental Pendekatan	$T_a = C_t * h_n^x$	0,814
Batas Atas Periode Fundamental	$C_u * T_a$	1,139

$$C_t * h_n^x < T_{program} < T_a * C_u$$

Periode Fundamental Struktur Arah X Pakai	T_x	1,139
Periode Fundamental Struktur Arah Y Pakai	T_y	1,139

11. Gaya Geser Dasar Dan Seismik

Koefisien Respons Seismik	$C_s = SDS / (R/I_e)$	0,0936	
Batas Atas Arah X	$C_{s,max,X} = SD1 / T_x (R/I_e)$	0,0745	
Batas Atas Arah Y	$C_{s,max,Y} = SD1 / T_y (R/I_e)$	0,0745	
Batas Bawah	$C_{s,min,1} (0.044 SDS I_e \geq 0.01)$	0,0329	
Batas Bawah (dipakai jika $S1 \geq 0,6 g$)	$C_{s,min,2} (0.5 S1 / (R/I_e))$	0,0274	
Koef. Respons Seismik Pakai Arah x	$C_{s,pakai,X}$	0,0745	
Koef. Respons Seismik Pakai Arah y	$C_{s,pakai,Y}$	0,0745	
Berat Seismik Efektif	W	74366,2026	kN
Gaya Geser Dasar Seismik Arah X	$V X = C_s \text{ pakai } x * W$	5542,2890	kN
Gaya Geser Dasar Seismik Arah Y	$V Y = C_s \text{ pakai } y * W$	5542,2890	kN
Gaya Geser Statik (ETABS) Arah X	$V_e X$	-5542,6901	kN
Gaya Geser Statik (ETABS) Arah Y	$V_e Y$	-5542,6901	kN

Tabel 1.11 Distribusi Gaya Gempa Statik Ekuivalen Tiap Lantai Arah x

Lantai	Massa (Wi)	hi	Kx	W _i h _i ^k	C _v	F _x
	(Kg)	(m)		(Kgf-m)		(KN)
Atap	266824	42,5894	1,320	37678062,2	0,0827	458,602524
Lt 10	699105	38,5894		86673714,7	0,1903	1054,958296
Lt 9	713647	34,5894		76580688,2	0,1682	932,1099548
Lt 8	722261	30,5894		65903102	0,1447	802,1465839
Lt 7	722261	26,5894		54776952,9	0,1203	666,7234827
Lt 6	730910	22,5894		44703529,2	0,0982	544,1137385
Lt 5	740308	18,5894		35011325,5	0,0769	426,1440556
Lt 4	740308	14,5894		25430813,2	0,0558	309,5338352
Lt 3	749740	10,5894		16874417,1	0,0371	205,3887542
Lt 2	759921	6,5894		9146096,1	0,0201	111,3226771
Lt 1	731505	2,5894		2567047,83	0,0056	31,24509453
Total	7576791				455345749	

Tabel 1.12. Distribusi Gaya Gempa Statik Ekuivalen Tiap Lantai Arah y

Lantai	Massa (Wi)	hi	Kx	W _i h _i ^k	C _v	F _y
	(Kg)	(m)		(Kgf-m)		(KN)
Atap	266824	42,5894	1,320	37678062,2	0,0827	458,603
Lt 10	699105	38,5894		86673714,7	0,1903	1054,958
Lt 9	713647	34,5894		76580688,2	0,1682	932,110
Lt 8	722261	30,5894		65903102	0,1447	802,147
Lt 7	722261	26,5894		54776952,9	0,1203	666,723
Lt 6	730910	22,5894		44703529,2	0,0982	544,114
Lt 5	740308	18,5894		35011325,5	0,0769	426,144
Lt 4	740308	14,5894		25430813,2	0,0558	309,534
Lt 3	749740	10,5894		16874417,1	0,0371	205,389
Lt 2	759921	6,5894		9146096,1	0,0201	111,323
Lt 1	731505	2,5894		2567047,83	0,0056	31,245
Total	7576791				455345749	

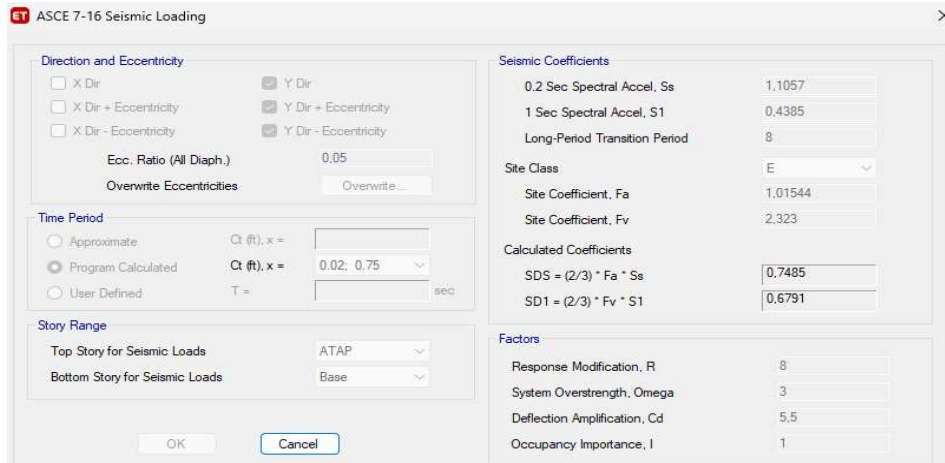
Untuk menghitung nilai F, C_v dan V_x bisa menggunakan Persamaan berikut :

$$C_v = \frac{w_i h_i^k}{\sum_{i=1}^n w_i h_i^k} \quad F = C_v \times V_x \quad V_x = \sum_{i=x}^n F_i$$

Beban Gempa statik ekuivalen dihitung otomatis dalam program, dalam kasus ini mengacu kepada ASCE 7-2016, dengan mengganti parameter gempa :

R	8	Tx	1,139
I	1	Ty	1,139
Ω ₀	3		
C _d	5,5		
S _s	1,1057		
S ₁	0,4385		

Gambar 2.3 Input data Gempa Statik sb x

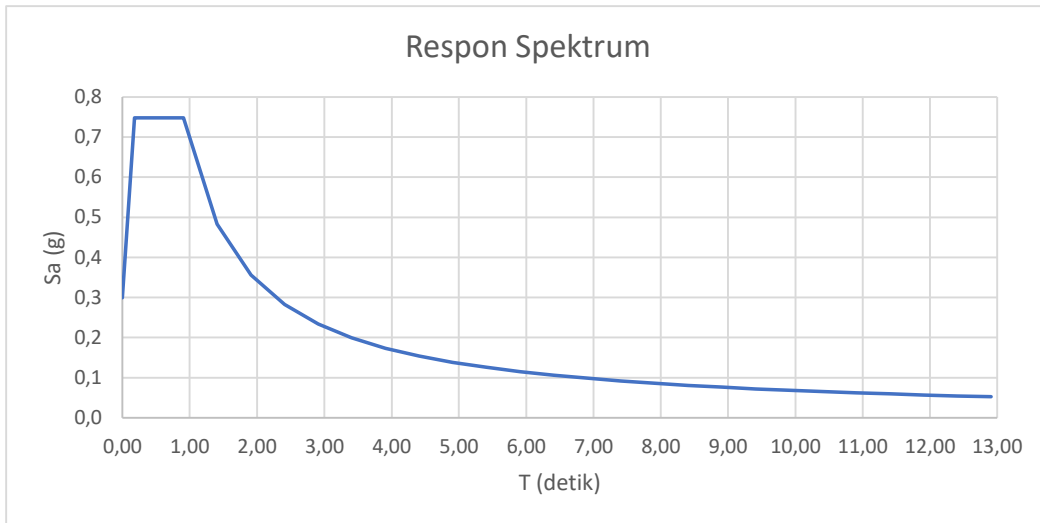


Gambar 2.4 Input data Gempa Statik sb y

12. Beban Gempa Dinamik

T detik	T detik	T (g)	Spektrum Respon Percepatan desain	
0	0	0,299	$T_0 = 0.2 \text{ SD1/SDS}$ <table border="1" style="float: right;"><tr><td>0,18145</td></tr></table>	0,18145
0,18145				
T_0	0,181	0,749	$T_s = \text{SD1/SDS}$ <table border="1" style="float: right;"><tr><td>0,90725</td></tr></table>	0,90725
0,90725				
T_s	0,907	0,749	$TL = \text{Periode Panjang}$ <table border="1" style="float: right;"><tr><td>12</td></tr></table>	12
12				
0,50	1,407	0,483	Jika, $T < T_0$ maka: $S_a = \text{SDS} * (0.4 + 0.6 T/T_0)$	
1,00	1,907	0,356	Jika, $T_0 \leq T \leq T_s$ maka: $S_a = \text{SDS}$	
1,50	2,407	0,282	Jika, $T > T_s$ maka: $S_a = \text{SD1/T}$	
2,00	2,907	0,234	Jika, $T > TL$ maka: $S_a = (\text{SD1/TL})/T^2$	
2,50	3,407	0,199		
3,00	3,907	0,174		
3,50	4,407	0,154		
4,00	4,907	0,138	$T=0, S_a = 0,4 \text{ SDS}$	
4,50	5,407	0,126		
5,00	5,907	0,115		
5,50	6,407	0,106		
6,00	6,907	0,098		
6,50	7,407	0,092		
7,00	7,907	0,086		
7,50	8,407	0,081		
8,00	8,907	0,076		
8,50	9,407	0,072		
9,00	9,907	0,069		
9,50	10,407	0,065		
10,00	10,907	0,062		
10,50	11,407	0,060		
11,00	11,907	0,057		

11,50	12,407	0,055
12,00	12,907	0,053



13. Penskalaan Gaya

Faktor Skala Awal

$$SF = g / (R / I)$$

1,226	m/s ²
1225,83	mm/s ²
1612,7559	
1791,5326	
3,437	Fs Baru
3,094	Fs Baru
4212,610	mm/s ²
3792,234	mm/s ²

Gaya Geser Dasar Analisis Struktur Arah RSPX

Vi,x

Gaya Geser Dasar Analisis Struktur Arah RSPY

Vi,y

Penskalaan Gaya Gempa Arah X

fx

Penskalaan Gaya Gempa Arah Y

fy

Faktor Skala Baru Arah X

SF_x

Faktor Skala Baru Arah Y

SF_y

Output Case	Case Type	Step Type	Step Number	FX kN	FY kN	FZ kN	MX kN-m	MY kN-m	MZ kN-m
Static X	LinStatic	Step By Step	1	-5542,6901	0	0	-6,865E-06	-162076,1552	44709,0203
Static X	LinStatic	Step By Step	2	-5542,6901	0	-6,322E-07	-9,181E-06	-162076,1552	48872,7534
Static X	LinStatic	Step By Step	3	-5542,6901	0	0	-4,548E-06	-162076,1552	40545,2871
Static Y	LinStatic	Step By Step	1	0	-5542,6901	2,78E-06	162076,1552	-0,0001	-83152,4104
Static Y	LinStatic	Step By Step	2	0	-5542,6901	3,146E-06	162076,1552	-0,0001	-90959,41
Static Y	LinStatic	Step By Step	3	0	-5542,6901	2,414E-06	162076,1552	-0,0001	-75345,4108
RSPX	LinRespSpec	Max		1612,7559	49,5383	0	234,9503	40092,3102	16701,713
RSPY	LinRespSpec	Max		49,5385	1791,5326	7,814E-07	45206,6132	269,0913	26829,7442
SCALED RSPY	LinRespSpec	Max		153,2525	5542,2945	2,417E-06	139851,4112	832,4624	83000,6349
SCALED RSPX	LinRespSpec	Max		5542,2953	170,2401	1,555E-06	807,4152	137778,7026	57396,0527

Gambar 1.5 Pengecekan Penskalaan Beban Gempa

II. PENGECEKAN PERILAKU STRUKTUR

2.1 SYARAT TRANSLASI

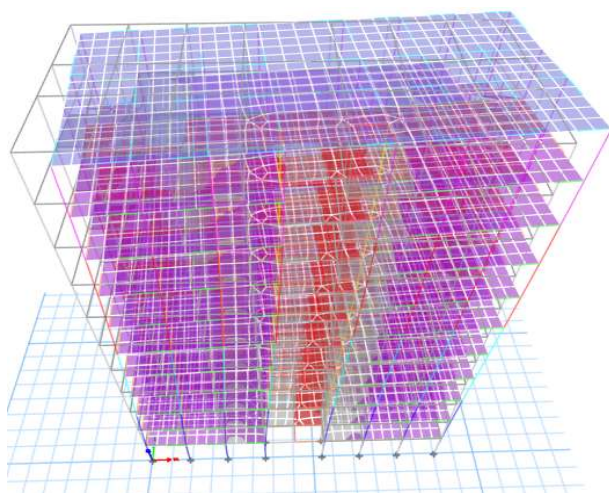
Berdasarkan SNI-1726-2019, bahwa mode 1 dan mode 2 berupa translasi arah X, maupun Y. Hal ini dimaksudkan untuk menghindari torsi yang besar.

Tabel 2.1 Translasi Arah X dan Y

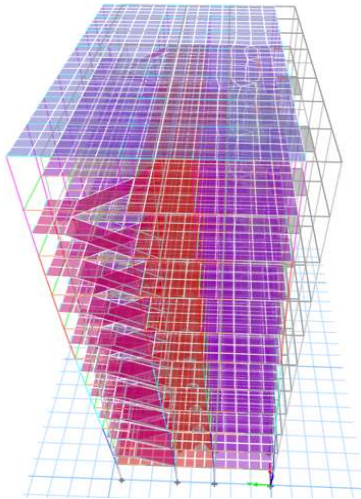
Case	Mode	Period sec	UX	UY	UZ	SumUX	SumUY	SumUZ	RX	RY	RZ	SumRX	SumRY	SumRZ
Modal	1	2,937	0	0,7499	0	0	0,7499	0	0,2539	2,848E-06	0	0,2539	2,848E-06	0
Modal	2	2,852	0,4896	0	0	0,4896	0,7499	0	2,219E-06	0,1963	0,2388	0,2539	0,1963	0,2388
Modal	3	2,487	0,2306	1,701E-06	0	0,7201	0,7499	0	1,211E-05	0,0911	0,5053	0,2539	0,2674	0,744
Modal	4	0,97	0	0,1007	0	0,7201	0,8506	0	0,4052	0,0001	2,777E-05	0,6591	0,2675	0,7441
Modal	5	0,912	0,06	8,634E-06	0	0,7801	0,8506	0	0,0001	0,175	0,0476	0,6592	0,4624	0,7919
Modal	6	0,803	0,0618	3,918E-05	0	0,8419	0,8506	0	1,987E-05	0,1804	0,0548	0,6592	0,6428	0,8467
Modal	7	0,555	0,0001	0,0391	0	0,842	0,8897	0	0,0551	0,0002	0,0001	0,7142	0,643	0,8468
Modal	8	0,506	0,0163	0	0	0,8583	0,8897	0	0	0,0247	0,0286	0,7142	0,6677	0,8734
Modal	9	0,449	0,027	0,0003	0	0,8853	0,8899	0	0,0007	0,0431	0,0141	0,7149	0,7108	0,8875
Modal	10	0,379	0,0003	0,0223	0	0,8855	0,9122	0	0,0628	0,0004	0,0001	0,7777	0,7112	0,8876
Modal	11	0,333	0,0051	5,514E-06	0	0,8906	0,9122	0	1,372E-05	0,0121	0,0195	0,7777	0,7233	0,9071
Modal	12	0,301	0,0199	0,0006	0	0,9104	0,9128	0	0,0014	0,0496	0,004	0,7791	0,7729	0,9111
Modal	13	0,278	0,0006	0,0149	0	0,9111	0,9277	0	0,0329	0,0016	0,0002	0,8119	0,7745	0,9113
Modal	14	0,238	0,0013	1,711E-05	0	0,9124	0,9277	0	4,129E-05	0,0028	0,0159	0,812	0,7773	0,9272
Modal	15	0,216	0,0033	0,0097	0	0,9157	0,9374	0	0,0241	0,0077	0,0001	0,836	0,7849	0,9273

Pada tabel diatas menunjukkan dominasi pada mode 1 dan 2 dominan terjadi translasi dimana pada mode 1 dominan UY=74.99%, dan pada mode 2 dominan UX=48.96%, dan pada mode ke-3 terjadi rotasi sebesar RZ=74.4%.

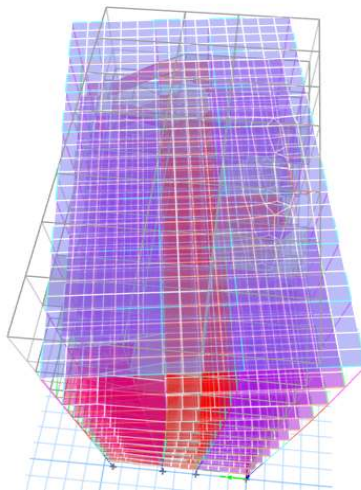
Berikut adalah ilustrasi perilaku struktur pada mode 1, mode 2, dan mode 3



Gambar 2.1 Translasi Arah X



Gambar 2.2 Translasi Arah Y



Gambar 2.3 Rotasi

2.2 SYARAT PARTISIPASI MASSA

Menurut SNI-1726-2019 Pasal 7.9.1.1 : Analisis harus menyertakan jumlah ragam yang cukup untuk mendapatkan partisipasi massa ragam terkombinasi sebesar paling sedikit 100 % dari massa aktual dalam masing-masing arah horisontal ortogonal dari respon yang ditinjau oleh model.

Tabel 2.2 Partisipasi Massa Rasio

	Case	ItemType	Item	Static %	Dynamic %
▶	Modal	Acceleration	UX	100	100
	Modal	Acceleration	UY	100	100
	Modal	Acceleration	UZ	0	0

2.3 SIMPANGAN ANTAR LANTAI

7.12.1.1 Rangka pemikul momen pada struktur yang didesain untuk kategori desain seismik D sampai F

Untuk sistem pemikul gaya seismik yang terdiri dari hanya rangka momen pada struktur yang didesain untuk kategori desain seismik D, E, atau F, simpangan antar tingkat desain (Δ) tidak boleh melebihi Δ_d/ρ untuk semua tingkat. ρ harus ditentukan sesuai dengan 0.

Tabel 20 – Simpangan antar tingkat izin, $\Delta_a^{a,b}$

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

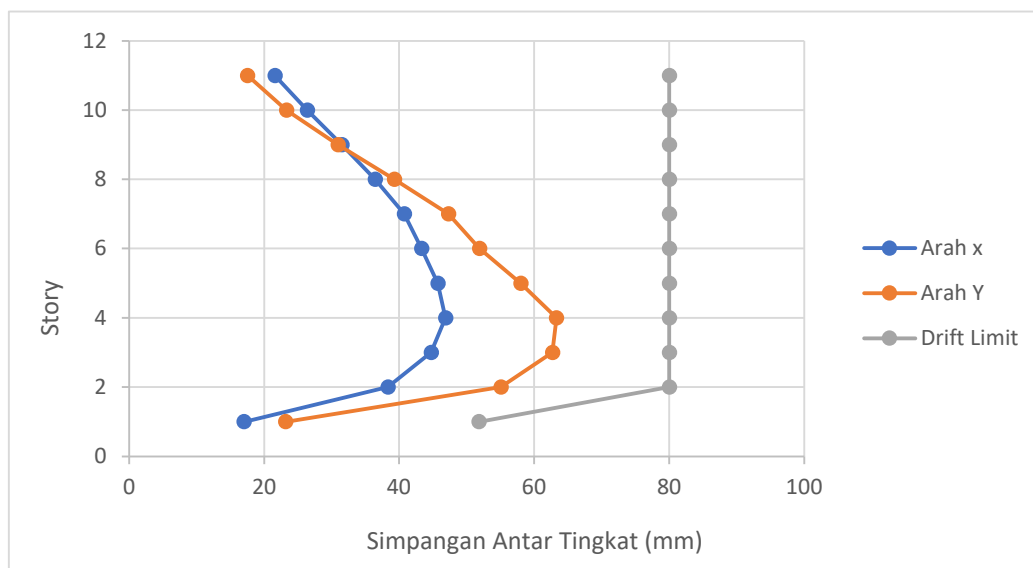
Simpangan Antar Tingkat Izin (Tabel)	Δ_a	0,02	h
Faktor Redudansi	ρ	1	
Story Drift Inelastik Izin (Syarat Sprm)	Δ_{max} (Δ/ρ)	0,02	h
Faktor Pembesaran Defleksi	C_d	5,5	
Faktor Keutamaan Gempa	I_e	1	
Story Drift Inelastik	Δ	$\delta * C_d / I_e$	

Tabel 2.3 Simpangan Antar Lantai Arah x

Story	Displacement	Elastic Drift	h	Inelastic Drift (Per Story)	Drift Limit	Cek
	$\delta_e X$	$\delta_e X$		ΔX		
	(mm)	(mm)		(mm)		
11	71,366	3,928	4000	21,604	80	OK
10	67,438	4,792	4000	26,356	80	OK
9	62,65	5,727	4000	31,499	80	OK
8	56,919	6,621	4000	36,416	80	OK
7	50,298	7,406	4000	40,733	80	OK
6	42,9	7,877	4000	43,324	80	OK
5	35,015	8,311	4000	45,711	80	OK
4	26,704	8,519	4000	46,855	80	OK
3	18,185	8,128	4000	44,704	80	OK
2	10,057	6,967	4000	38,319	80	OK
1	3,09	3,090	2589,4	16,995	51,79	OK

Tabel 2.4 Simpangan Antar Lantai Arah y

Story	Displacement	Elastic Drift	h	Inelastic Drift (Per Story)	Drift Limit	Cek
	δeY	δeY		ΔY		
	(mm)	(mm)		(mm)		
11	85,892	3,184	4000	17,512	80	OK
10	82,708	4,238	4000	23,309	80	OK
9	78,47	5,622	4000	30,921	80	OK
8	72,848	7,143	4000	39,287	80	OK
7	65,705	8,597	4000	47,284	80	OK
6	57,1	9,433	4000	51,882	80	OK
5	47,675	10,547	4000	58,009	80	OK
4	37,128	11,504	4000	63,272	80	OK
3	25,624	11,401	4000	62,706	80	OK
2	14,223	10,015	4000	55,083	80	OK
1	4,21	4,208	2589,4	23,144	51,788	OK



Gambar 2.4 Simpangan Antar Lantai Arah X dan Y

2.4 Ketidakberaturan Torsi

Lantai	Ratio Arah X		Ratio Arah Y	
	$\Delta_{\max} / \Delta_{\text{avg}}$	Cek	$\Delta_{\max} / \Delta_{\text{avg}}$	Cek
11	1,055	OK	1,159	OK
10	1,075	OK	1,149	OK
9	1,096	OK	1,147	OK
8	1,114	OK	1,147	OK
7	1,129	OK	1,147	OK
6	1,138	OK	1,149	OK
5	1,147	OK	1,148	OK
4	1,156	OK	1,148	OK
3	1,163	OK	1,15	OK
2	1,169	OK	1,146	OK
1	1,043	OK	1,448	H.1b

Lampiran 9
Pembebanan Model 20 Derajat
Ketinggian 44 M

I. PERHITUNGAN PEMBEBANAN

1.1 Beban Gravitasi

Beban gravitasi yang digunakan adalah berdasarkan SNI 1727: 2020, yaitu Beban minimum untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lain. Beban gravitasi dalam perencanaan meliputi :

- Beban mati berat sendiri (*dead load*)
- Beban mati tambahan, SIDL (*super imposed dead load*)
- Beban hidup, LL (*live load*), dan
- Beban hidup atap, La

1.1.1 Beban Mati Akibat Berat Sendiri (DL)

Beban mati (dead load) adalah berat seluruh komponen elemen struktural bangunan yang terdiri atas pelat, balok, kolom, dan dinding geser. Beban mati akan dihitung secara otomatis oleh peranti lunak ETABS dengan menggunakan berat jenis material beton 24 kN/m³ dan berat jenis tulangan 78,50 kN/m³.

Tabel 1.1 Daftar Berat Sendiri Material

Material	Berat Volume	
	kN/m ³	kg/m ³
Beton (tidak bertulang)	22	2200
Beton bertulang	24 -25	2400 - 2500
Baja	78,5	7850
Mata merah	17	1700
Adukan semen	20 - 21	2000 - 2100
Air	10	1000
Tanah (umum)	17 - 18	1700 - 1800
Pasir kering	16	1600
Pasir jenuh	18	1800
Kayu (klas I)	10	1000
Aspal	14	1400

1.1.2 Beban Mati Tambahan (SIDL)

Tabel 1.2 Daftar Beban Mati Sebagai Beban Mati Tambahan

Material	Berat Volume	
	kN/m ³	kg/m ³
Atap :		
Genteng keramik (reng + kasau)	0,5	50
Atap metal 1mm (reng + kasau)	0,1	10
Dek Beton (screed)		
Plafon, ceiling, langit-langit	0,18	18
Finising lantai :		
Keramik (+ screed/adukan semen)	1,5	150
Raised floor (+ carpet)	0,2	20
Dinding :		
Pasangan bata merah satu batu	4,5	450
Pasangan bata merah setengah batu	2,5	250
Batako berlubang, t 10 cm	1,2	120
Batako berlubang, t 20 cm	2	200
Batako tanpa lubang, t 15 cm	3	300
Batako berlubang, t 10 cm	2	200
Hebel 10 cm + render	1	100
Hebel 12.5 cm + render	1,2	120
Celcon 10 cm + render	1,5	150
Celcon 12.5 cm + render	1,7	170

Beban mati tambahan lantai

- Keramik (+ screed/adukan semen)	=	1,50	kN/m ²
- Berat plafond + penggantung	=	0,18	kN/m ²
- Berat Instalasi ME	=	0,20	kN/m ²
Total beban mati tambahan q_{DL}	=	1,88	kN/m²
dipakai q_{DL}	=	1,88	kN/m²

Beban mati tambahan dinding bata lantai 2 ke lantai 7

-Pasangan dinding 1/2 bata	=	2,50	kN/m ²
-Tinggi dinding	=	4,00	m
Total beban mati tambahan q_{DL}	=	10,00	kN/m ²
dipakai q_{DL}	=	10,00	kN/m ²

Beban mati tambahan dinding bata pada sisi tangga

-Pasangan dinding 1/2 bata	=	2,50	kN/m ²
-Tinggi dinding	=	2,00	m
Total beban mati tambahan q_{DL}	=	5,00	kN/m ²
dipakai q_{DL}	=	5,00	kN/m ²

Beban mati tambahan dak atap

-Berat plapond + penggantung	=	0,18	kN/m ²
-Berat Instalasi ME	=	0,20	kN/m ²
Total beban mati tambahan q_{DL}	=	0,38	kN/m ²
dipakai q_{DL}	=	0,38	kN/m ²

Beban mati tambahan lift

-Pu Berat Lift	=	2000	
-Berat beban Lift	=	1000	
-Berat mesin	=	258	
Total beban mati tambahan q_{DL}	=	3258	Kg
dipakai q_{DL}	=	32,58	kN

Specifications of passenger elevator without machine room

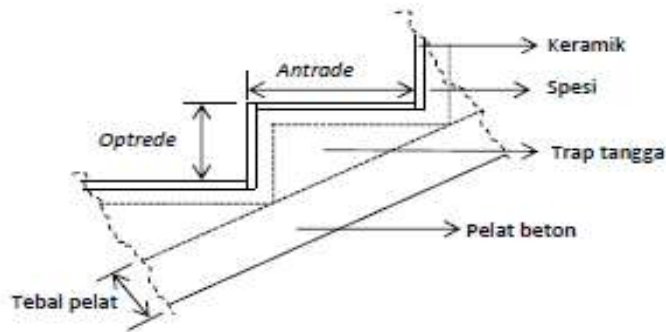
Note: Standard first floor height 4m, other floors 3m

KG Load	m/s Speed	Car size mm			Opening size mm		Hoistway size mm				Highest floors	Highest rise height m
		CW	CD	CH	OP	OPH	HW	HD	K	S		
630	1	1100	1400	2380	700	2100	1750	1800	4150	1400	15	50
	1.5				800	2100	1850		4300	1500	24	80
	1.75				800	2100	1850		4400	1550	24	80
800	1	1400	1400	2380	800	2100	2050	1800	4150	1400	15	50
	1.5								4300	1500	24	80
	1.75								4400	1550	24	80
1000	1	1600	1400	2380	900	2100	2250	1800	4150	1400	15	50
	1.5								4300	1500	24	80
	1.75								4400	1550	24	80
1150	1	1600	1600	2500	900	2100	2400	2000	4250	1550	15	50
	1.5								4400	1700	24	80
	1.75								4500	1700	32	95
1350	1	2000	1500	2500	1100	2100	3000	2100	4550	1700	15	50
	1.5								4650	1750	24	80
	1.75								4700	1800	32	95
1600	1	2000	1700	2500	1100	2100	3000	2200	4550	1700	15	50
	1.5								4650	1750	24	80
	1.75								4700	1800	32	95

Note: The drawings and specifications are only for your reference, final order please confirm with LARSSON

Beban mati tambahan Tangga

Beban pada tangga meliputi beban mati berupa antrede, optrede, dan finising berupa pasangan keramik. Data teknis tangga dalam perencanaan sebagai berikut



Keterangan :

Langkah datar (<i>antrade</i>)	=	300	mm
Langkah naik (<i>Optrede</i>)	=	200	mm
Jumlah total	=	12	bh

1. Beban mati tambahan pada plat tangga

Berat finising lantai (spesi + keramik) tebal 5 cm

Spesi + Keramik	=	22	kN/m ²
Tebal	=	0,05	m
Total Berat finising lantai qDL	=	1,1	kN/m ²

Beban mati trap beton

0,07 x 0,2 x 24	=	0,336	kN/m ²
-----------------	---	-------	-------------------

Berat dinding pegangan (handrill)

1,2 x 2,5 / 2	=	1,5	kN/m ²
---------------	---	-----	-------------------

Total beban mati tambahan pada plat tangga qDL	=	2,936	kN/m ²
---	---	-------	-------------------

2. Beban mati tambahan pada Plat Bordes

Berat finising lantai (spesi + keramik) tebal 5 cm

Spesi + Keramik	=	22	kN/m ²
Tebal	=	0,05	m
Total beban mati tambahan pada plat bordes	=	1,1	kN/m ²

Berat dinding pegangan (handrill)

1,2 x 2,5 / 2	=	1,5	kN/m ²
---------------	---	-----	-------------------

qDL	=	2,6	kN/m ²
------------	---	-----	-------------------

1.2 Beban Hidup (*Load Live*)

Beban hidup atau live load adalah beban yang terjadi akibat penghunian atau penggunaan gedung yang berasal dari barang atau orang yang dapat berpindah tempat sehingga mengakibatkan perubahan dalam pembebanan lantai dan atap. Berdasarkan SNI 1727 : 2020 untuk beban hidup gedung, beban hidup dapat di reduksi, yakni faktor elemen diambil 3 karena masuk golongan kolom-kolom tepi dengan plat kantilever. Misalnya area tributari kolom terbesar berupa sebagai acuan reduksi beban hidup.

$$L = L_o \left(0,25 + \frac{4,57}{\sqrt{K_{LL} A_T}} \right)$$

dimana :

L = beban hidup rencana reduksi per m2 dari luasan yang didukung oleh komponen struktur

Lo = beban hidup rencana tanpa reduksi per m2 dari luasan yang didukung oleh komponen struktur

K_{LL} = faktor luas tributari m^2 AT = luas tributari m^2

Syarat :

L tidak boleh kurang dari 0.5 Lo untuk komponen struktur yang mendukung satu lantai dan dan L tidak boleh kurang dari 0.4 Lo untuk komponen struktur yang mendukung dua lantai atau lebih dari dua lantai

Tabel 1.3 Faktor Elemen Beban Hidup, K_{LL}

Elemen	K_{LL} ^a
Kolom interior	4
Kolom eksterior tanpa <i>slab</i> kantilever	4
Kolom tepi dengan <i>slab</i> kantilever	3
Kolom sudut dengan <i>slab</i> kantilever	2
Balok tepi tanpa <i>slab</i> kantilever	2
Balok interior	2
Semua komponen struktur yang tidak disebut diatas:	
Balok tepi dengan <i>slab</i> kantilever	
Balok kantilever	
<i>Slab</i> satu arah	1
<i>Slab</i> dua arah	
Komponen struktur tanpa ketentuan-ketentuan untuk penyaluran geser menerus tegak lurus terhadap bentangnya	

^a Selain nilai di atas, K_{LL} diizinkan dihitung tersendiri.

Tabel 1.4 Rekapitulasi beban hidup (*Load Live*)

Beban sesuai fungsi ruang	Berat per luasan	
	kN/m ³	kg/m ³
Beban hidup ruang kantor	2,4	2400
Beban hidup ruang komputer	4,79	4790
Koridor di atas lantai pertama	3,83	3830
Koridor lantai pertama	4,79	4790
Beban hidup ruang operasi, Laboratorium	2,87	2870
Beban hidup ruang pasien	1,92	1920
Helipad, Helikopter dengan berat lepas landas lebih dari 3000 lb (13.35 kN)	2,87	2870
Beban hidup koridor di atas lantai pertama	3,83	3830
Ruang penyimpanan	7,18	7180
Beban hidup tangga sebesar	4,79	4790
Beban hidup dak sebesar	0,96	960
Beban hidup ruang pertemuan sebesar	4,79	4790
Beban hidup lantai parkir sebesar	1,92	1920
Beban hidup lantai parkir terpusat sebesar	13,35	13350
Beban hidup ruang mesin lift	7,18	7180
Semua ruang kecuali tangga (Apartemen)	1,92	1920

1.3 Beban Gempa

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

1.3.1 Tahapan analisa gempa pada bangunan gedung

1. Menentukan kategori resiko bangunan gedung (I-IV)

SNI 1276 : 2019, Tabel 3- Kategori risiko bangunan gedung dan non gedung untuk beban Gempa

Jenis pemanfaatan:

Gedung apartemen / Rumah Susun

2. Menentukan faktor keutamaan gempa

SNI 1726:2019, Tabel 4 - Faktor keutamaan gempa

Kategori risiko :

Faktor keutamaan Gempa, Ie :

II
1

3. Menentukan parameter percepatan tanah (S_s , S_1)

SNI 1726:2019, Gambar 15-Parameter gerak tanah S_s , gempa maksimum yang dipertimbangkan risiko-tertarget (MCER) wilayah Indonesia untuk spektrum respon 0,2 detik (redaman kritis 5%)

Berdasarkan Peta di atas **Pulau Lombok** mempunyai Parameter gerak tanah S_s , gempa maksimum yang dipertimbangkan risiko-tertarget (MCER) wilayah Indonesia untuk spektrum respon 0,2 detik

(redaman kritis 5%) adalah : $S_s = 1.0 - 1.20 g$

1,105700

Berdasarkan Peta di atas **Pulau Lombok** mempunyai Parameter gerak tanah S_1 , gempa maksimum yang dipertimbangkan risiko-tertarget (MCER) wilayah Indonesia untuk spektrum respon 1,0 detik

(redaman kritis 5%) adalah : $S_1 = 0.40 - 0.50 g$

0,438500

4. Menentukan klasifikasi situs (SA - SF)

Klasifikasi situs ditetapkan sebagai SA (batuan keras), SB (batuan), SC (tanah keras), SD (tanah sedang), SE (tanah lunak) dan SF (tanah khusus). Apabila untuk tebal lapisan setebal maksimum 30 m paling atas dipenuhi syarat-syarat yang tercantum dalam standar peraturan gempa.

Lihat SNI 1276 : 2019, Tabel 5- Klasifikasi Situs

SE (Tanah Lunak)

5. Menentukan Koefisien Situs (F_a , F_v)

Lihat di SNI 1276 : 2019, Tabel 6 - Koefisien Situs, F_a

1,015440

S_s	F_a	INTERPOLASI F_a
1	1,1	
1,25	0,9	
1,1057	1,01544	

Lihat di SNI 1276 : 2019, Tabel 7 - Koefisien Situs, F_v

2,323

S_1	F_v	INTERPOLASI F_v
0,4	2,4	
0,5	2,2	
0,4385	2,323	

6. Menghitung Parameter Percepatan desain (Sds, Sd1)

Parameter Respon Spektral Percepatan Periode Pendek

$$SMS = Fa * Ss \quad SMS = 1,122772008$$

Parameter Respon Spektral Percepatan Periode 1 sec

$$SM1 = Fv * S1 \quad SM1 = 1,0186355$$

Parameter Respon Spektral Percepatan Desain Periode Pendek

$$SDS = (2/3) * SMS \quad SDS = 0,748514672$$

Parameter Respon Spektral Percepatan Desain Periode 1 sec

$$SD1 = (2/3) * SM1 \quad SD1 = 0,679090333$$

Dalam mendapatkan data gempa dalam perencanaan ini bangunan ini seperti urutan langkah-langkah di atas, menggunakan software Puskim-PusGeN-ESRC, 2019-2020 dengan menginput data koordinat pada lokasi proyek

Aplikasi Spektrum Respons Desain Indonesia 2021
© 2021 PuSGeN, DBTTP, Ditjen Cipta Karya, Kementerian PUPR
Requirement : Windows 8/10, VGA Screen 800x600
Tim Pengarah Aplikasi:
Ir. Dian Irawati, M.T. (Direktur Bina Teknik Permukiman dan Perumahan, KEMENTERIAN PUPR)
Prof. Masyhur Irsyam, MSE, Ph.D (HATTI, ITB, AIPI)
Prof. Indra Djati Sidi (ITB)
Prof. Wayan Sengara MSCE PhD (AARGI, ITB)
Ir. Lutfi Faizal (DBTTP – Kementerian PUPR)
Dr. M. Asrurifak (HATTI, ISTN)
Dr. Ir. Windu Partono, MSc. (UNDIP)
Dr. Ir. Mohammad Ridwan (DBTTP – Kementerian PUPR)
Tim Pengembangan Aplikasi :
Dr. Ir. Nathan Madutujuh, M.Sc.
James Asrah Immanuel, S.Kom
I Ketut Adi Wicaksana, S.Kom
Tim IT:
Junjun Muhammad Junjuna, ST. (DBTTP – Kementerian PUPR)
Anindwiyani Dian Panduwijaya, A.Md. (DBTTP – Kementerian PUPR)

Aplikasi ini mengacu pada Peta Sumber dan Bahaya Gempa Indonesia Tahun 2017 yang disusun oleh Tim Pusat Studi Gempa

Keterangan :

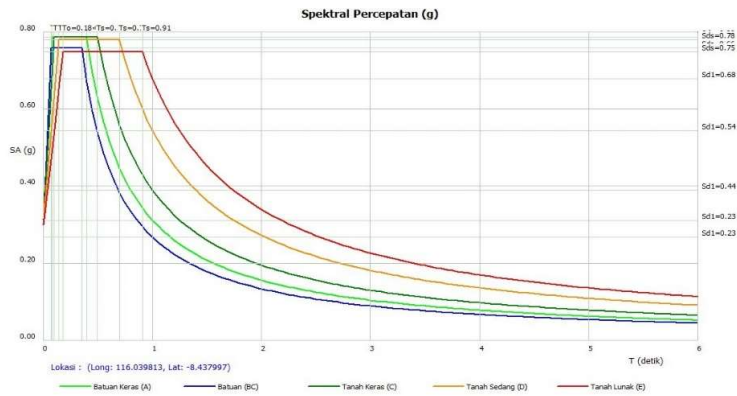
- Nilai Spektrum Respons Desain Indonesia pada aplikasi ini khusus untuk perhitungan pada bangunan saja sesuai SNI 1726:2019.
- Untuk nilai Spektrum Respons Desain di area dengan spektrum respon percepatan konstan sampai yang berdekatan dengan sesar aktif, harus dilakukan pengecekan.
 - Seluruh akibat dari penggunaan hasil aplikasi ini adalah tanggung jawab penuh dari pengguna masing-masing.
- Link website rsapuskim2019.litbang.pu.go.id mengenai Desain Respon Spektra direvisi menjadi link rsa.ciptakarya.pu.go.id

7. Parameter percepatan respon gempa

Untuk berbagai variabel respon gempa, harus disesuaikan dengan lokasi bangunan yang ditinjau, adapun parameter yang didapat dari Desain Spektara Indonesia untuk lokasi kegiatan pembangunan adalah sebagai berikut :

Area lokasi Gedung

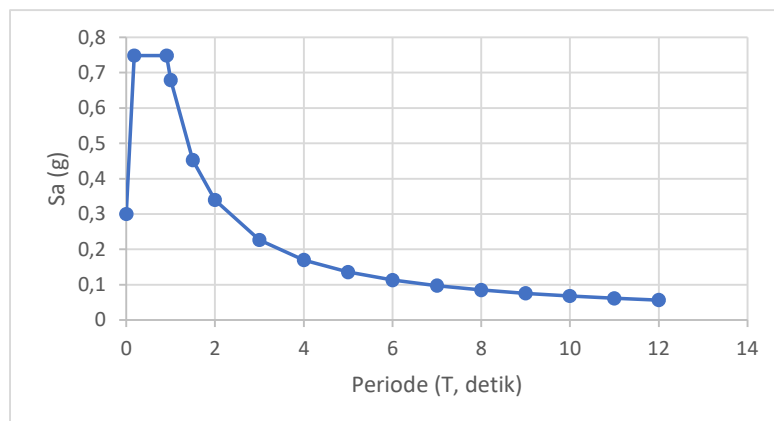
Latitude : -8,437997
Longitude : 116,03982



Gambar 1.1 . Spektrum Respon Desain dari Situs Sesuai Koordinat Lokasi
 Dari data grafik, dipakai acuan respon desain "**Tanah Lunak**"

Tabel 1.5 Respon Desain

BATUAN	TANAH SEDANG (D)	
Variabel	Nilai	Satuan
PGA (g)	0,479205	g
SS (g)	1,105700	g
S1 (g)	0,438500	g
SMS (g)	1,122772	g
SM1 (g)	1,018636	g
SDS (g)	0,748515	dt
SD1 (g)	0,679090	dt



Gambar 1.2 Spektrum Respon Desain dari Situs Sesuai Koordinat Tanah Lunak

Results: Tabel dibawah ini merupakan Parameter untuk membuat Grafik Desain Spektra Indonesia:

Kelas
 SE - Tanah Lunak

Rentang T(s)
 Value: 12

PGA MCEG
 0,4792
 (g) bedrock

SS MCEr
 1,1057
 (g) bedrock

S1 MCEr
 0,4385
 (g) bedrock

TL
 12
 Detik

TO(detik)	Ts(detik)	Sds(g)	Sd1(g)
0,18	0,91	0,75	0,68

8. Menentukan Kategori desain Seismik, KDS (A-F)

Tabel 1.6. SNI 1276 : 2019, Tabel 8 - Kategori seismik berdasarkan parameter respon percepatan pada periode pendek

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

Tabel 1.7. SNI 1276 : 2019, Tabel 9 - Kategori seismik berdasarkan parameter respon percepatan pada periode 1 detik

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

Berdasarkan data :

SDS = 0,7485147

SD1 = 0,6790903

Maka kategori desain seismik (KDS) yang dipakai adalah

D

9. Menentukan Sistem dan Parameter Struktur (R, Cd, Wo)

Tabel 1.8. SNI 1276 : 2019, Tabel 12 - Kfaktor R, Cd, Wo untuk sistem pemikul gaya seismik

23. Dinding rangka ringan (baja canal dingin) yang dilapisi dengan panel struktur kayu yang dimaksudkan untuk tahanan geser, atau dengan lembaran baja	7	2½	4½	TB	TB	22	22	22
24. Dinding rangka ringan dengan panel geser dari semua material lainnya	2½	2½	2½	TB	TB	10	TB	TB
25. Rangka baja dengan bresing terkekang terhadap tekuk	8	2½	5	TB	TB	48	48	30
26. Dinding geser pelat baja khusus	7	2	6	TB	TB	48	48	30
C. Sistem rangka pemikul momen								
1. Rangka baja pemikul momen khusus	8	3	5½	TB	TB	TB	TB	TB
2. Rangka batang baja pemikul momen khusus	7	3	5½	TB	TB	48	30	TI
3. Rangka baja pemikul momen menengah	4½	3	4	TB	TB	10 ^k	TI ^k	TI ^k
4. Rangka baja pemikul momen biasa	3½	3	3	TB	TB	TI ^l	TI ^l	TI ^l
5. Rangka beton bertulang pemikul momen khusus ^m	8	3	5½	TB	TB	TB	TB	TB
6. Rangka beton bertulang pemikul momen menengah	5	3	4½	TB	TB	TI	TI	TI
7. Rangka beton bertulang pemikul momen biasa	3	3	2½	TB	TI	TI	TI	TI
8. Rangka baja dan beton komposit pemikul momen khusus	8	3	5½	TB	TB	TB	TB	TB
9. Rangka baja dan beton komposit pemikul momen menengah	5	3	4½	TB	TB	TI	TI	TI
10. Rangka baja dan beton komposit terkekang parsial pemikul momen	6	3	5½	48	48	30	TI	TI
11. Rangka baja dan beton komposit pemikul momen biasa	3	3	2½	TB	TI	TI	TI	TI
12. Rangka baja canal dingin pemikul momen khusus dengan pembautan ⁿ	3½	3 ^o	3½	10	10	10	10	10
D. Sistem ganda dengan rangka pemikul momen khusus yang mampu menahan paling sedikit 25 % gaya seismik yang ditetapkan								
1. Rangka baja dengan bresing eksentris	8	2½	4	TB	TB	TB	TB	TB

Pemilihan Sistem Struktur

Rangka beton bertulang pemikul momen khusus

Koefisien Modifikasi Respon	R	8
Faktor Kuat Lebih Sistem	Ω_0	3
Koefisien Amplifikasi Defleksi	C_d	5,5

CATATAN

- ^a Koefisien modifikasi respons, R , untuk penggunaan pada keseluruhan standar. Nilai R mereduksi gaya ke level kekuatan bukan pada level tegangan izin.
- ^b Jika nilai pada tabel faktor kuat lebih, Ω_0 , lebih besar atau sama dengan 2,5, maka Ω_0 diizinkan untuk direduksi setengah untuk struktur dengan diafragma fleksibel.
- ^c Faktor pembesaran simpangan lateral, C_d , untuk penggunaan dalam 0, 0, dan 0
- ^d TB = Tidak Dibatasi dan TI = Tidak Diizinkan.
- ^e Lihat 7.2.5.4 untuk penjelasan sistem pemikul gaya seismik yang dibatasi sampai bangunan dengan ketinggian 72 m atau kurang.
- ^f Lihat 7.2.5.4 untuk sistem pemikul gaya seismik yang dibatasi sampai bangunan dengan ketinggian 48 m atau kurang.
- ^g Dinding geser didefinisikan sebagai dinding struktural.
- ^h Definisi "Dinding Struktural Khusus", termasuk konstruksi pracetak dan cor di tempat.
- ⁱ Penambahan ketinggian sampai 13,7 m diizinkan untuk fasilitas gudang penyimpanan satu tingkat.
- ^j Rangka baja dengan bresing konsentrik biasa diizinkan pada bangunan satu tingkat sampai ketinggian 18 m di mana beban mati atap tidak melebihi 0,96 kN/m² dan pada struktur griya tawang (*penthouse*).
- ^k Lihat 0 untuk struktur yang dikenai kategori desain seismik D, E, atau F.
- ^l Lihat 0 untuk struktur yang dikenai kategori desain seismik D, E, atau F.
- ^m Definisi "Rangka Momen Khusus", termasuk konstruksi pracetak dan cor di tempat.

10. Periode Fundamental Struktur

Tabel 1.9. SNI 1276 : 2019, Tabel 17 Koefisien untuk batas pada perioda 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

Tabel 1.10. SNI 1276 : 2019, Tabel 18 Nilai parameter periode pendekatan C_t dan x

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

Tipe Struktur

Semua Sistem Struktur Lainnya		
Koefisien C_t	C_t	0,0488
Tinggi Bangunan dari Muka Tanah	h_n	41,088
Koefisien x	x	0,75
Koefisien Batas Atas untuk Periode Terhitung	C_u	1,4
Eksponen yang terkait periode struktur Arah X	K_x	1,304
Eksponen yang terkait periode struktur Arah Y	K_y	1,304
Periode Fundamental (Perhitungan Software) Arah	T_{cx}	2,729
Periode Fundamental (Perhitungan Software) Arah Tcy	T_{cy}	2,825
Periode Fundamental Pendekatan	$T_a = C_t \cdot h_n^x$	0,792
Batas Atas Periode Fundamental	$C_u \cdot T_a$	1,109

$$C_t \cdot h_n^x < T_{program} < T_a \cdot C_u$$

Periode Fundamental Struktur Arah X Pakai	T_x	1,109
Periode Fundamental Struktur Arah Y Pakai	T_y	1,109

11. Gaya Geser Dasar Dan Seismik

Koefisien Respons Seismik	$C_s = SDS / (R/I_e)$	0,0936	
Batas Atas Arah X	$C_{s,max,X} = SD1 / T_x (R/I_e)$	0,0766	
Batas Atas Arah Y	$C_{s,max,Y} = SD1 / T_y (R/I_e)$	0,0766	
Batas Bawah	$C_{s,min,1} (0.044 SDS I_e \geq 0.01)$	0,0329	
Batas Bawah (dipakai jika $S1 \geq 0,6 g$)	$C_{s,min,2} (0.5 S1 / (R/I_e))$	0,0274	
Koef. Respons Seismik Pakai Arah x	$C_{s,pakai,X}$	0,0766	
Koef. Respons Seismik Pakai Arah y	$C_{s,pakai,Y}$	0,0766	
Berat Seismik Efektif	W	74045,1307	kN
Gaya Geser Dasar Seismik Arah X	$V X = C_s \text{ pakai } x * W$	5668,8945	kN
Gaya Geser Dasar Seismik Arah Y	$V Y = C_s \text{ pakai } y * W$	5668,8945	kN
Gaya Geser Statik (ETABS) Arah X	$V_e X$	-5669,0159	kN
Gaya Geser Statik (ETABS) Arah Y	$V_e Y$	-5669,0159	kN

Tabel 1.11 Distribusi Gaya Gempa Statik Ekuivalen Tiap Lantai Arah x

Lantai	Massa (Wi)	hi	Kx	W _i h _i ^k	Cv	Fx
	(Kg)	(m)		(Kgf-m)		(KN)
Atap	260179	41,0882	1,304	33126027	0,0834	472,8992657
Lt 10	699105	37,0882		77878629	0,1961	1111,776745
Lt 9	713647	33,0882		68503228,2	0,1725	977,935758
Lt 8	722261	29,0882		58604903,7	0,1476	836,6296371
Lt 7	722261	25,0882		48320470,9	0,1217	689,8115251
Lt 6	730910	21,0882		38986262,2	0,0982	556,5585863
Lt 5	740308	17,0882		30013313,3	0,0756	428,4629064
Lt 4	740308	13,0882		21195595,6	0,0534	302,5832712
Lt 3	749740	9,0882		13339137,8	0,0336	190,4263525
Lt 2	759921	5,0882		6344462,59	0,0160	90,57203576
Lt 1	705053	1,0882		787234,169	0,0020	11,23836735
Total	7543694				397099265	

Tabel 1.12. Distribusi Gaya Gempa Statik Ekuivalen Tiap Lantai Arah y

Lantai	Massa (Wi)	hi	Kx	Wihi^k	Cv	Fy
	(Kg)	(m)		(Kgf-m)		(KN)
Atap	260179	41,0882	1,304	33126027	0,0834	472,899
Lt 10	699105	37,0882		77878629	0,1961	1111,777
Lt 9	713647	33,0882		68503228,2	0,1725	977,936
Lt 8	722261	29,0882		58604903,7	0,1476	836,630
Lt 7	722261	25,0882		48320470,9	0,1217	689,812
Lt 6	730910	21,0882		38986262,2	0,0982	556,559
Lt 5	740308	17,0882		30013313,3	0,0756	428,463
Lt 4	740308	13,0882		21195595,6	0,0534	302,583
Lt 3	749740	9,0882		13339137,8	0,0336	190,426
Lt 2	759921	5,0882		6344462,59	0,0160	90,572
Lt 1	705053	1,0882		787234,169	0,0020	11,238
Total	7543694			397099265		5668,89

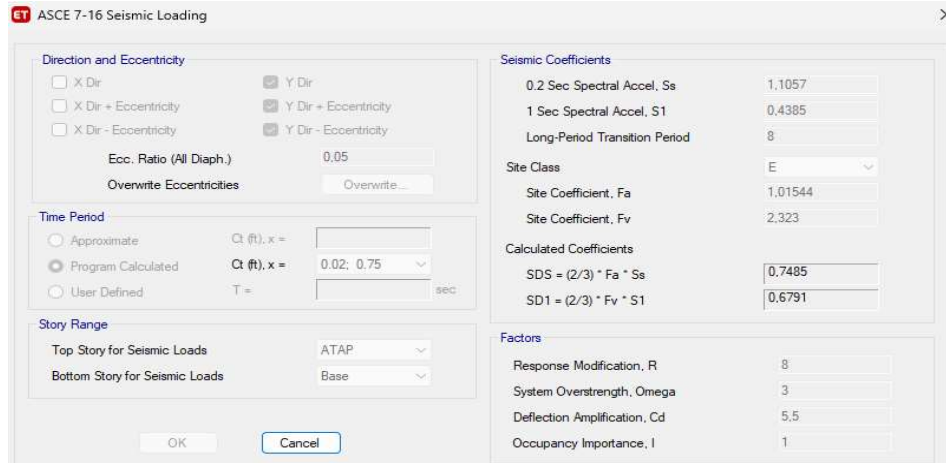
Untuk menghitung nilai F, Cv dan Vx bisa menggunakan Persamaan berikut :

$$C_v = \frac{w_i h_i^k}{\sum_{i=1}^n w_i h_i^k} \quad F = C_v \times V, \quad V_x = \sum_{i=x}^n F_i$$

Beban Gempa statik ekuivalen dihitung otomatis dalam program, dalam kasus ini mengacu kepada ASCE 7-2016, dengan mengganti parameter gempa :

R	8	Tx	1,109
I	1	Ty	1,109
Ω_0	3		
Cd	5,5		
Ss	1,1057		
S1	0,4385		

Gambar 2.3 Input data Gempa Statik sb x

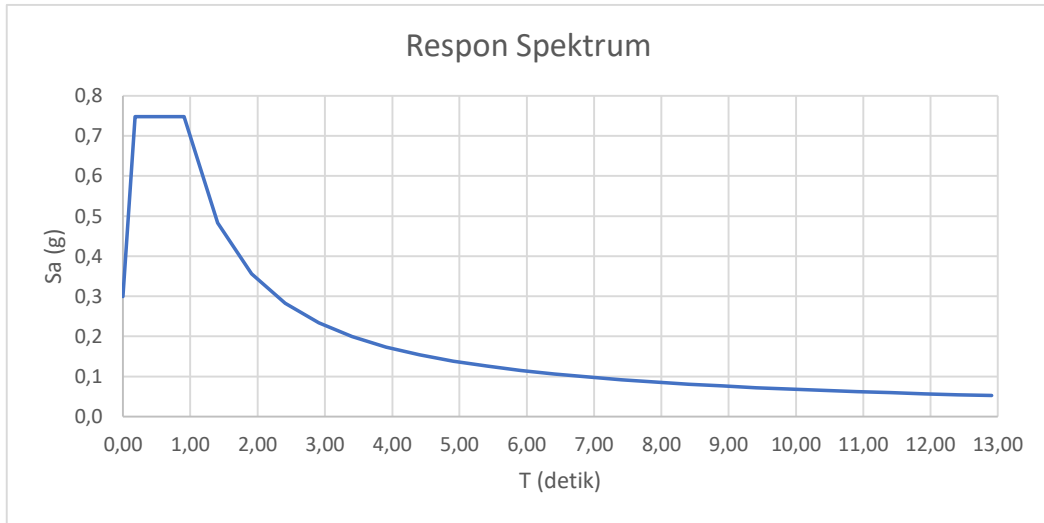


Gambar 2.4 Input data Gempa Statik sb y

12. Beban Gempa Dinamik

T	T	T	Spektrum Respon Percepatan desain	
detik	detik	(g)		
0	0	0,299	$T_0 = 0.2 SD1/SDS$ <table border="1" style="float: right;"><tr><td>0,18145</td></tr></table>	0,18145
0,18145				
T_0	0,181	0,749	$T_s = SD1/SDS$ <table border="1" style="float: right;"><tr><td>0,90725</td></tr></table>	0,90725
0,90725				
T_s	0,907	0,749	TL = Periode Panjang <table border="1" style="float: right;"><tr><td>12</td></tr></table>	12
12				
0,50	1,407	0,483	Jika, $T < T_0$ maka: $S_a = SDS * (0.4 + 0.6 T/T_0)$	
1,00	1,907	0,356	Jika, $T_0 \leq T \leq T_s$ maka: $S_a = SDS$	
1,50	2,407	0,282	Jika, $T > T_s$ maka: $S_a = SD1/T$	
2,00	2,907	0,234	Jika, $T > TL$ maka: $S_a = (SD1/TL)/T^2$	
2,50	3,407	0,199		
3,00	3,907	0,174		
3,50	4,407	0,154		
4,00	4,907	0,138	$T=0, S_a = 0,4 SDS$	
4,50	5,407	0,126		
5,00	5,907	0,115		
5,50	6,407	0,106		
6,00	6,907	0,098		
6,50	7,407	0,092		
7,00	7,907	0,086		
7,50	8,407	0,081		
8,00	8,907	0,076		
8,50	9,407	0,072		
9,00	9,907	0,069		
9,50	10,407	0,065		
10,00	10,907	0,062		
10,50	11,407	0,060		
11,00	11,907	0,057		

11,50	12,407	0,055
12,00	12,907	0,053



13. Penskalaan Gaya

Faktor Skala Awal

$SF = g / (R / I)$	1,226	m/s ²
	1225,83	mm/s ²
$V_{i,x}$	1606,3882	
$V_{i,y}$	1790,8993	
f_x	3,529	Fs Baru
f_y	3,165	Fs Baru
SF_x	4325,921	mm/s ²
SF_y	3880,234	mm/s ²

Gaya Geser Dasar Analisis Struktur Arah RSPX

Gaya Geser Dasar Analisis Struktur Arah RSPY

Penskalaan Gaya Gempa Arah X

Penskalaan Gaya Gempa Arah Y

Faktor Skala Baru Arah X

Faktor Skala Baru Arah Y

Output Case	Case Type	Step Type	Step Number	FX kN	FY kN	FZ kN	MX kN-m	MY kN-m	MZ kN-m
Static X	LinStatic	Step By Step	1	-5669,0159	0	0	-2.924E-06	-159478,6918	45806,6704
Static X	LinStatic	Step By Step	2	-5669,0159	0	0	5,238E-07	-159478,6918	50064,3595
Static X	LinStatic	Step By Step	3	-5669,0159	0	0	-6,371E-06	-159478,6917	41548,9813
Static Y	LinStatic	Step By Step	1	0	-5669,0159	-2,306E-06	159478,6917	0,0001	-85048,1471
Static Y	LinStatic	Step By Step	2	0	-5669,0159	-2,59E-06	159478,6917	0,0001	-93031,3142
Static Y	LinStatic	Step By Step	3	0	-5669,0159	-2,021E-06	159478,6917	0,0001	-77064,98
RSPX	LinRespSpec	Max		1606,3882	33,5438	0	268,2862	38752,5067	17152,6202
RSPY	LinRespSpec	Max		33,5436	1790,8993	6,36E-07	43712,2867	282,0245	26741,8886
SCALED RSPY	LinRespSpec	Max		106,1788	5668,9005	2,013E-06	138366,577	892,7185	84648,5935
SCALED RSPX	LinRespSpec	Max		5668,9006	118,3752	1,24E-06	946,7749	136756,5508	60531,1339

Gambar 1.5 Pengecekan Penskalaan Beban Gempa

II. PENGECEKAN PERILAKU STRUKTUR

2.1 SYARAT TRANSLASI

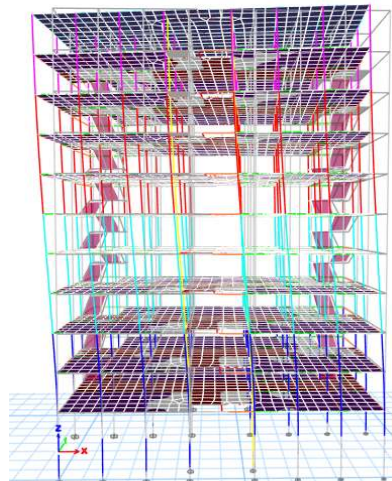
Berdasarkan SNI-1726-2019, bahwa mode 1 dan mode 2 berupa translasi arah X, maupun Y. Hal ini dimaksudkan untuk menghindari torsi yang besar.

Tabel 2.1 Translasi Arah X dan Y

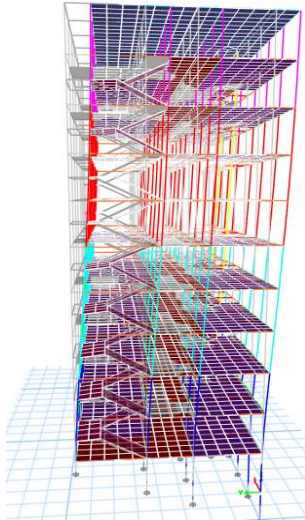
Case	Mode	Period sec	UX	UY	UZ	SumUX	SumUY	SumUZ	RX	RY	RZ	SumRX	SumRY	SumRZ
Modal	1	2.825	2.396E-05	0.7237	0	2.396E-05	0.7237	0	0.2748	1.135E-06	0	0.2748	1.135E-06	0
Modal	2	2.729	0.4497	1.389E-05	0	0.4497	0.7237	0	9.762E-07	0.201	0.2525	0.2748	0.201	0.2525
Modal	3	2.381	0.2425	1.509E-05	0	0.6922	0.7237	0	1.415E-06	0.1086	0.4644	0.2748	0.3095	0.7169
Modal	4	0.932	3.48E-06	0.0968	0	0.6922	0.8205	0	0.3445	1.745E-05	2.858E-05	0.6193	0.3096	0.7169
Modal	5	0.872	0.0541	4.126E-06	0	0.7463	0.8205	0	3.59E-05	0.1356	0.0492	0.6193	0.4452	0.7662
Modal	6	0.767	0.0624	0.0001	0	0.8087	0.8206	0	1.723E-05	0.1565	0.0493	0.6193	0.6018	0.8155
Modal	7	0.533	0.0001	0.0372	0	0.8088	0.8577	0	0.0443	0.0002	0.0001	0.6636	0.602	0.8156
Modal	8	0.484	0.0147	0	0	0.8235	0.8577	0	0	0.0188	0.0266	0.6636	0.6208	0.8422
Modal	9	0.43	0.0275	0.0003	0	0.851	0.858	0	0.0006	0.0367	0.0123	0.6642	0.6575	0.8545
Modal	10	0.364	0.0002	0.0209	0	0.8512	0.8789	0	0.0513	0.0003	0.0001	0.7155	0.6578	0.8546
Modal	11	0.318	0.004	7.43E-06	0	0.8553	0.8789	0	1.531E-05	0.0083	0.0191	0.7155	0.6662	0.8737
Modal	12	0.288	0.0201	0.0006	0	0.8754	0.8795	0	0.0011	0.0424	0.0032	0.7166	0.7086	0.8768
Modal	13	0.267	0.0006	0.0134	0	0.876	0.8928	0	0.0257	0.0013	0.0002	0.7423	0.7099	0.877
Modal	14	0.227	0.0009	1.79E-05	0	0.8769	0.8929	0	3.676E-05	0.0016	0.0147	0.7424	0.7115	0.8916
Modal	15	0.207	0.0014	0.0094	0	0.8783	0.9023	0	0.0201	0.0027	1.409E-05	0.7625	0.7143	0.8916

Pada tabel diatas menunjukkan dominasi pada mode 1 dan 2 dominan terjadi translasi dimana pada mode 1 dominan UY=72.37%, dan pada mode 2 dominan UX=44.97%, dan pada mode ke-3 terjadi rotasi sebesar RZ=71.69%.

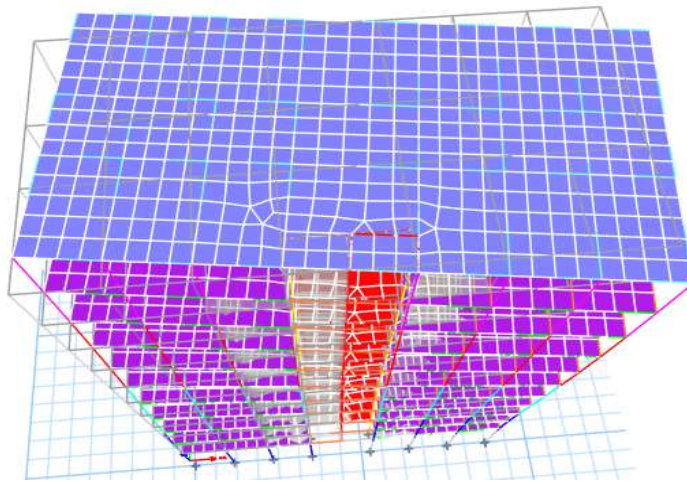
Berikut adalah ilustrasi perilaku struktur pada mode 1, mode 2, dan mode 3



Gambar 2.1 Translasi Arah X



Gambar 2.2 Translasi Arah Y



Gambar 2.3 Rotasi

2.2 SYARAT PARTISIPASI MASSA

Menurut SNI-1726-2019 Pasal 7.9.1.1 : Analisis harus menyertakan jumlah ragam yang cukup untuk mendapatkan partisipasi massa ragam terkombinasi sebesar paling sedikit 100 % dari massa aktual dalam masing-masing arah horisontal ortogonal dari respon yang ditinjau oleh model.

Tabel 2.2 Partisipasi Massa Rasio

	Case	ItemType	Item	Static %	Dynamic %
▶	Modal	Acceleration	UX	100	100
	Modal	Acceleration	UY	100	100
	Modal	Acceleration	UZ	0	0

2.3 SIMPANGAN ANTAR LANTAI

7.12.1.1 Rangka pemikul momen pada struktur yang didesain untuk kategori desain seismik D sampai F

Untuk sistem pemikul gaya seismik yang terdiri dari hanya rangka momen pada struktur yang didesain untuk kategori desain seismik D, E, atau F, simpangan antar tingkat desain (Δ) tidak boleh melebihi Δ_d/ρ untuk semua tingkat. ρ harus ditentukan sesuai dengan 0.

Tabel 20 – Simpangan antar tingkat izin, $\Delta_a^{a,b}$

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

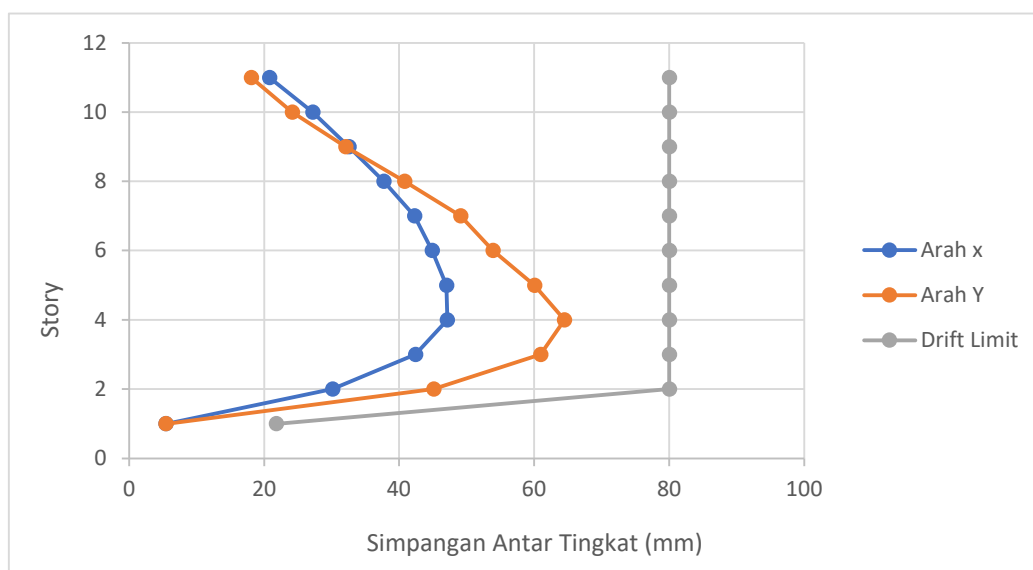
Simpangan Antar Tingkat Izin (Tabel)	Δ_a	0,02	h
Faktor Redudansi	ρ	1	
Story Drift Inelastik Izin (Syarat Sprm)	Δ_{max} (Δ/ρ)	0,02	h
Faktor Pembesaran Defleksi	C_d	5,5	
Faktor Keutamaan Gempa	I_e	1	
Story Drift Inelastik	Δ	$\delta * C_d / I_e$	

Tabel 2.3 Simpangan Antar Lantai Arah x

Story	Displacement	Elastic Drift	h	Inelastic Drift (Per Story)	Drift Limit	Cek
	$\delta_e X$	$\delta_e X$		ΔX		
	(mm)	(mm)		(mm)		
11	68,621	3,778	4000	20,779	80	OK
10	64,843	4,938	4000	27,159	80	OK
9	59,91	5,918	4000	32,549	80	OK
8	53,987	6,858	4000	37,719	80	OK
7	47,129	7,685	4000	42,268	80	OK
6	39,4	8,160	4000	44,880	80	OK
5	31,284	8,550	4000	47,025	80	OK
4	22,734	8,564	4000	47,102	80	OK
3	14,170	7,710	4000	42,405	80	OK
2	6,460	5,475	4000	30,113	80	OK
1	0,99	0,985	1088,2	5,418	21,76	OK

Tabel 2.4 Simpangan Antar Lantai Arah y

Story	Displacement	Elastic Drift	h	Inelastic Drift (Per Story)	Drift Limit	Cek
	δeY	δeY		ΔY		
	(mm)	(mm)		(mm)		
11	82,549	3,284	4000	18,062	80	OK
10	79,265	4,392	4000	24,156	80	OK
9	74,87	5,833	4000	32,082	80	OK
8	69,040	7,414	4000	40,777	80	OK
7	61,626	8,925	4000	49,088	80	OK
6	52,7	9,795	4000	53,873	80	OK
5	42,906	10,917	4000	60,044	80	OK
4	31,989	11,722	4000	64,471	80	OK
3	20,267	11,079	4000	60,935	80	OK
2	9,188	8,202	4000	45,111	80	OK
1	0,99	0,986	1088,2	5,423	21,764	OK



Gambar 2.4 Simpangan Antar Lantai Arah X dan Y

2.4 Ketidakberaturan Torsi

Lantai	Ratio Arah X		Ratio Arah Y	
	$\Delta_{\max} / \Delta_{\text{avg}}$	Cek	$\Delta_{\max} / \Delta_{\text{avg}}$	Cek
11	1,052	OK	1,158	OK
10	1,075	OK	1,148	OK
9	1,096	OK	1,146	OK
8	1,114	OK	1,146	OK
7	1,129	OK	1,147	OK
6	1,138	OK	1,148	OK
5	1,146	OK	1,148	OK
4	1,153	OK	1,149	OK
3	1,16	OK	1,151	OK
2	1,181	OK	1,15	OK
1	1,472	H.1b	1,8	H.1b

Lampiran 10

Data Tanah

TABEL KLASIFIKASI JENIS TANAH BERDASARKAN DATA BORING PROFILE

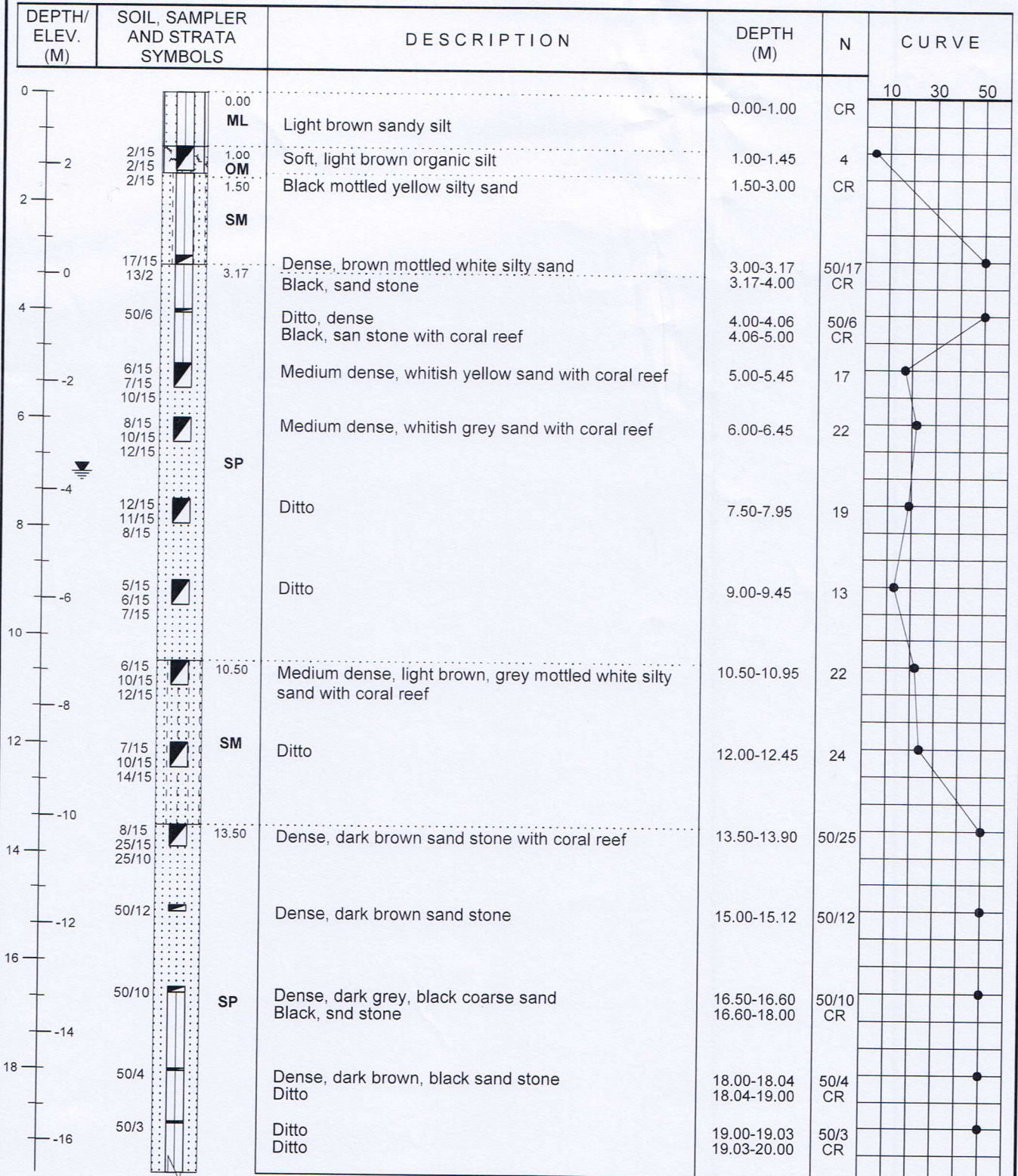
BORING KODE BH -2				
No	Kedalaman	T (m)	N (SPT)	N' = T/N
1	1-1,45	0,45	11	0,040909
2	1,45-2,50	1,05	13	0,080769
3	2,50-3,45	0,95	15	0,063333
4	3,45-4,95	1,5	23	0,065217
5	4,95-6,45	1,5	12	0,125
6	6,45-7,95	1,5	7	0,214286
7	7,95-9,45	1,5	6	0,25
8	9,45-10,95	1,5	22	0,068182
9	10,95-12,45	1,5	16	0,09375
10	12,45-13,95	1,5	13	0,115385
11	13,95-15,45	1,5	18	0,083333
12	15,45-16,95	1,5	22	0,068182
13	16,95-18,45	1,5	21	0,071429
14	18,45-19,90	1,45	50	0,029
15	19,90-21,38	1,48	50	0,0296


$$N = \frac{\sum T}{\sum N'} = \frac{20,38}{1,457} = 14,574 < 15 \rightarrow SE \text{ (Tanah lunak)}$$

BORING PROFILE

PROJECT : HOTEL AMARSUATI
 LOCATION : PANTAI MALIMBU, LOMBOK - NUSA TENGGARA BARAT
 BORING No. : BH - 1
 ELEVATION : 3.341
 G.W.L. : 7.00 M BELOW GROUND SURFACE

COORDINATE
 N = 9067160.574
 E = 394313.198

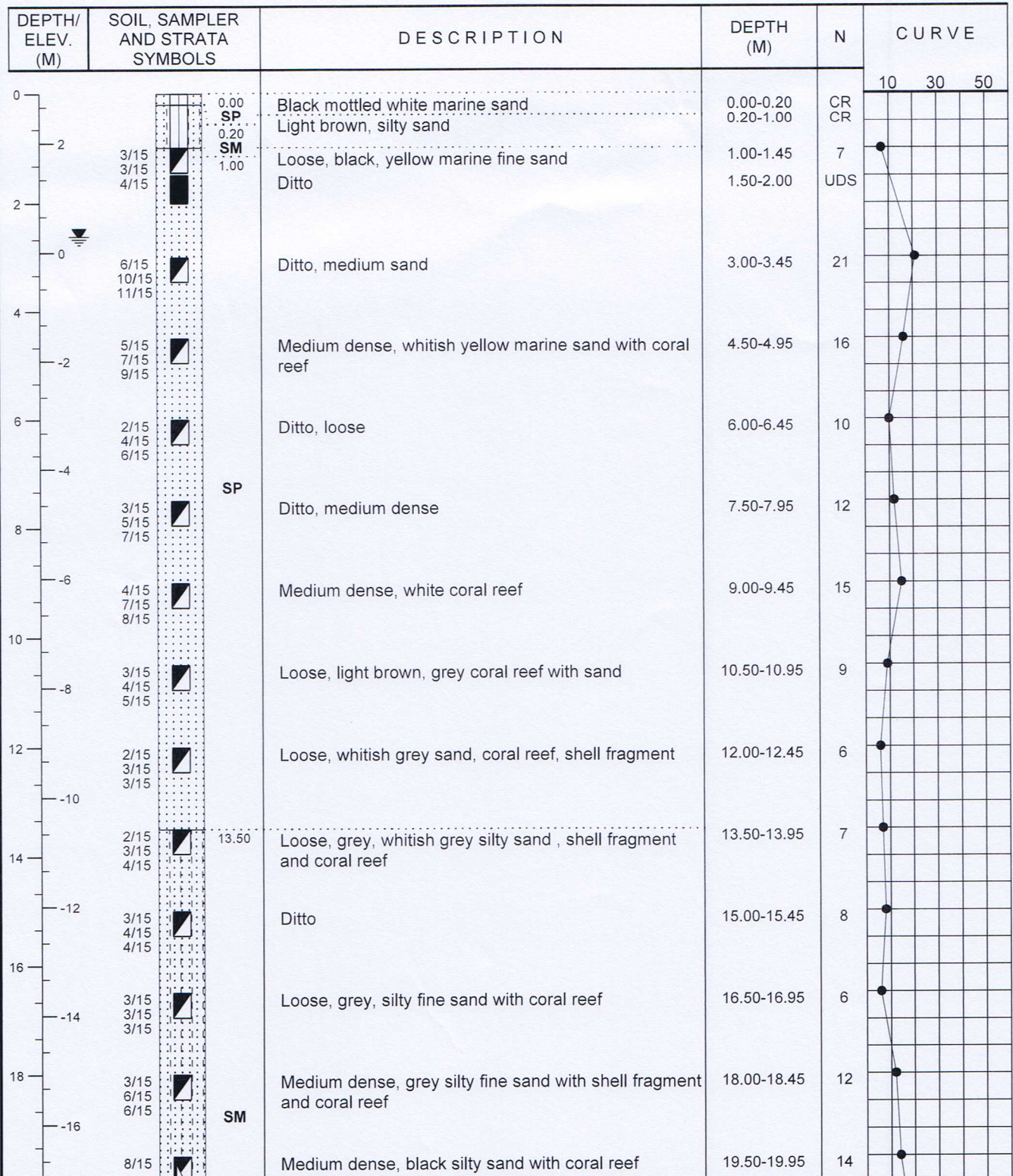


DEPTH/ ELEV. (M)	SOIL, SAMPLER AND STRATA SYMBOLS	DESCRIPTION	DEPTH (M)	N	CURVE		
					10	30	50
20	50/2 	Dense, dark brown, black sand stone Boring terminated at a depth of 20.02 M On Nov 1 - 4, 2014	20.00-20.02	50/2			
-18							
22							
-20							
24							
-22							
26							
-24							
28							
-26							
30							
-28							
32							
-30							
34							
-32							
36							
-34							
38							
-36							
40							
-38							
42							
-40							

BORING PROFILE

PROJECT : HOTEL AMARSUATI
 LOCATION : PANTAI MALIMBU, LOMBOK - NUSA TENGGARA BARAT
 BORING No. : BH - 6
 ELEVATION : 2.912
 G.W.L. : 2.61 M BELOW GROUND SURFACE

COORDINATE
 N = 9067141.262
 E = 394314.759



DEPTH/ ELEV. (M)	SOIL, SAMPLER AND STRATA SYMBOLS	DESCRIPTION	DEPTH (M)	N	CURVE
20	7/15 7/15				10 30 50
-18	8/15 9/15 10/15	Ditto	21.00-21.45	19	
22					
-20	8/15 11/15 22/15	Dense, grey silty sand with coral reef Ditto	22.50-22.95 22.83-24.00	33 CR	
24	50/2	Dense, black sand stone Ditto	24.00-24.02 24.02-25.00	50/2 CR	
-22	50/3	Ditto Black, sand with sand stone	25.00-25.03 25.03-26.00	50/3 CR	
26	50/2	Ditto, dense Ditto	26.00-26.02 26.02-27.00	50/2 CR	
-24	50/3	Ditto, dense Ditto	27.00-27.03 27.03-28.00	50/3 CR	
28	50/2	Dense, dark brown, black sna stone Ditto	28.00-28.02 28.02-29.00	50/2 CR	
-26	50/3	Ditto Ditto	29.00-29.03 29.03-30.00	50/3 CR	
30	50/3	Dense, dark brown sand stone Boring terminated at a depth of 30.03 M On Oct 31 - Nov 4, 2014	30.00-30.03	50/3	
-28					
32					
-30					
34					
-32					
36					
-34					
38					
-36					
40					
-38					
42					
-40					

BORING PROFILE

PROJECT : HOTEL AMARSUATI
 LOCATION : PANTAI MALIMBU, LOMBOK - NUSA TENGGARA BARAT
 BORING No. : BH - 5
 ELEVATION : 20.548
 G.W.L. : 7.00 M BELOW GROUND SURFACE

COORDINATE
 N = 9067216.117
 E = 394299.667

DEPTH/ ELEV. (M)	SOIL, SAMPLER AND STRATA SYMBOLS	DESCRIPTION	DEPTH (M)	N	CURVE		
					10	30	50
0		Light grey, silt stone	0.30-1.00	CR			
20		Dark brown, black silty sand with sand stone					
	50/4	Dense, black with sand stone	1.00-1.04	50/4			●
		Ditto	1.04-2.00	CR			
2	50/2	Ditto, dense	2.00-2.02	50/2			●
18		Brown, silty sand with sand stone	2.02-3.00	CR			
	50/3	Ditto	3.00-3.03	50/3			●
		Black mottled white, fine to coarse sand with sand stone	3.03-4.00	CR			
4	50/3	Dense, black, grey sand	4.00-4.03	50/3			●
16		Ditto	4.03-5.00	CR			
	50/3	Dense, black, brownish grey sand with sand stone	5.00-5.03	50/3			●
		Ditto	5.03-6.00	CR			
6	50/3	Ditto, dense	6.00-6.03	50/3			●
14		Black, whitish grey, sand with sand stone	6.03-7.00	CR			
	50/2	Ditto, dense	7.00-7.02	50/2			●
		Ditto	7.02-8.00	CR			
8	50/3	Ditto, dense	8.00-8.03	50/3			●
12		Ditto	8.03-9.00	CR			
	50/3	Ditto, dense	9.00-9.03	50/3			●
		Ditto	9.03-10.00	CR			
10	50/2	Ditto, dense	10.00-10.02	50/2			●
10		Boring terminated at a depth of 10.02 M On Nov 5 - 7, 2014					
12							
8							
14							
6							
16							
4							
18							
2							

BORING PROFILE

PROJECT : HOTEL AMARSUATI
 LOCATION : PANTAI MALIMBU, LOMBOK - NUSA TENGGARA BARAT
 BORING No. : BH - 4
 ELEVATION : 11.829
 G.W.L. : 3.80 M BELOW GROUND SURFACE

COORDINATE
 N = 9067193.423
 E = 394340.962

DEPTH/ ELEV. (M)	SOIL, SAMPLER AND STRATA SYMBOLS	DESCRIPTION	DEPTH (M)	N	CURVE			
					10	30	50	
0		Silty sand with pumaiice						
	SM							
1.00	1/15 1/15 2/15 	Very loose, whitish grey, light brown fine sand with pumaiice cementation	1.00-1.45	3				
2.00	1/15 1/15 1/15 	Very loose, reddish brown silty sand	2.00-2.45	2				
3.00-3.05	50/5 	Dense, reddish brown silty sand with gravel	3.00-3.05	50/5				
3.05-4.00		Black silty sand with sand stone	3.05-4.00	CR				
4.00-5.00	SM	Ditto	4.00-5.00	CR				
5.00-6.00		Ditto	5.00-6.00	CR				
6.00-7.00		Dark brown silty sand with sand stone	6.00-7.00	CR				
7.00-8.00		Dark brown sand stone	7.00-8.00	CR				
8.00-9.00		Ditto, dark brown	8.00-9.00	CR				
9.00-10.00	SP	Dark grey, black sand stone	9.00-10.00	CR				
10.00-11.00		Ditto	10.00-11.00	CR				
11.00-12.00		Black, dark brown silty sand cemented	11.00-12.00	CR				
12.00-12.05	SM	Dense, black silty sand cemented	12.00-12.05	50/5				
12.05-13.00		Ditto	12.05-13.00	CR				
13.00-13.04	50/4	Black, sand stone	13.00-13.04	50/4				
13.05-14.00		Ditto, dense	13.05-14.00	CR				
14.00-14.05	50/5	Ditto	14.00-14.05	50/5				
14.05-15.00		Ditto	14.05-15.00	CR				
15.00-15.05	50/5	Ditto, dense	15.00-15.05	50/5				
		Boring terminated at a depth of 15.05 M On Oct 30 - Nov 2, 2014						

BORING PROFILE

PROJECT : HOTEL AMARSUATI
LOCATION : JL. PANTAI MALIMBU, LOMBOK - NUSA TENGGARA BARAT
BORING No. : BH - 3
ELEVATION : 5.702
G.W.L. : 4.30 M BELOW GROUND SURFACE

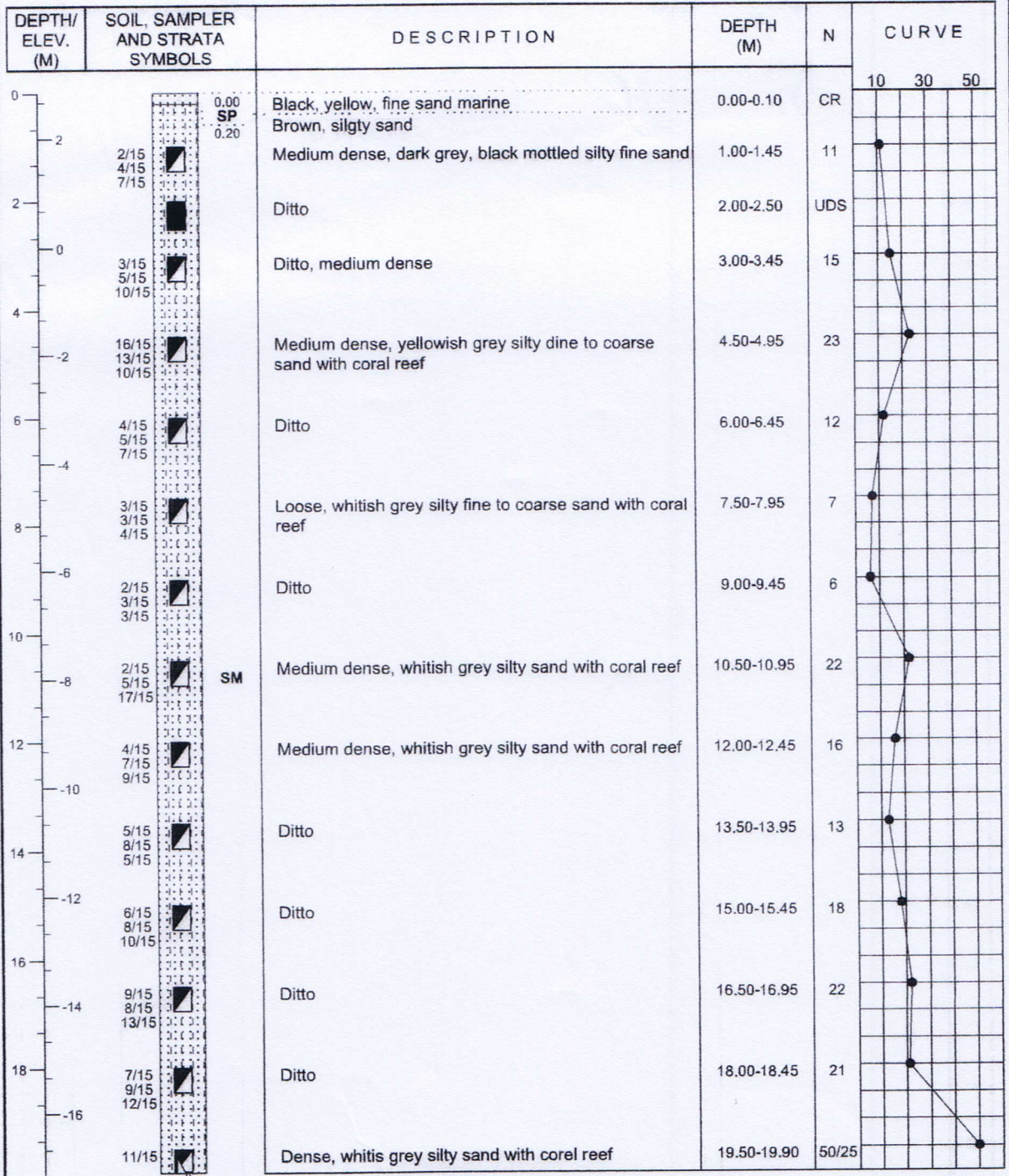
COORDINATE
 N = 9067155.189
 E = 394360.018

DEPTH/ ELEV. (M)	SOIL, SAMPLER AND STRATA SYMBOLS	DESCRIPTION	DEPTH (M)	N	CURVE			
					10	30	50	
0		Whitish grey silty fine sand						
1.00-1.45	1/15 2/15 2/15	Loose, dark brown silty fine sand with pumice	1.00-1.45	4				
1.50-2.00		Whitish grey, light brown silty fine sand	1.50-2.00	UDS				
3.00-3.45	2/15 2/15 1/15 SM	Very loose, dark brown silty fine sand	3.00-3.45	3				
5.00-6.00		Dark brown, black silty sand with cemented	5.00-6.00	CR				
6.00-6.13	50/13	Ditto, dense	6.00-6.13	50/13				
6.13-7.50		Ditto	6.13-7.50	CR				
7.50-7.54	50/4	Dense, black sand stone	7.50-7.54	50/4				
7.54-9.00	SP	Dark brown, black, whitish grey sand stone with coral reef	7.54-9.00	CR				
9.00-9.03	50/3	Ditto	9.00-9.03	50/3				
9.03-10.00	SM	Brown, silty sand with stone	9.03-10.00	CR				
10.00-10.02	50/2	Dense, brown sand stone	10.00-10.02	50/2				
10.02-11.00	SP	Brown, silty sand with stone	10.02-11.00	CR				
11.00-11.05	50/5	Dense, brown silty sand with stone	11.00-11.05	50/5				
11.05-12.00	SM	Ditto, dark brown, black	11.05-12.00	CR				
12.00-12.03	50/3	Dense, black sand stone	12.00-12.03	50/3				
12.03-12.96	SP	Ditto	12.03-12.96	CR				
13.00-13.02	50/2	Dense, black sand stone	13.00-13.02	50/2				
13.05-14.00	SP	Black mottled dark brown sand stone	13.05-14.00	CR				
14.00-14.01	50/1	Dense, black fine sand stone	14.00-14.01	50/1				
14.01-15.00	SP	Ditto	14.01-15.00	CR				
		Boring terminated at a depth of 15.00 M On Oct 29 - 31, 2014						

BORING PROFILE

PROJECT : HOTEL AMARASUATI
 LOCATION : PANTAI MALIMBU, LOMBOK NUSA TENGGARA BARAT
 BORING No. : BH - 2
 ELEVATION : 2.835
 G.W.L. :

COORDINATE
 N = 9067118.021
 E = 394320.640



DEPTH/ ELEV. (M)	SOIL, SAMPLER AND STRATA SYMBOLS	DESCRIPTION	DEPTH (M)	N	CURVE		
					10	30	50
20	25/15 25/10	Ditto Boring terminated at a depth of 21.38 M On Nov 6 - 8, 2014	21.00-21.38	50/23			
-18	15/15 30/15 20/8						
22							
-20							
24							
-22							
26							
-24							
28							
-26							
30							
-28							
32							
-30							
34							
-32							
36							
-34							
38							
-36							
40							
-38							
42							
-40							

Lampiran 11 Data
Geometri Bangunan Ketinggian 44 M



MATA KULIAH:

TUGAS AKHIR/SKRIPSI

JUDUL GAMBAR:

DENAH BALOK LT.1-3

DIGAMBAR OLEH:

BINI AFRIA WIDURI
2019D18031

DOSEN PEMBIMBING

PEMBIMBING 1
MAYA SARIDEWI
PASCANAWATY., ST., MT
PEMBIMBING 2
NURUL HIDAYATI, ST., M. Eng

NO. CATATAN REVISI PARAF

NO.	CATATAN REVISI	PARAF

DIAJUKAN

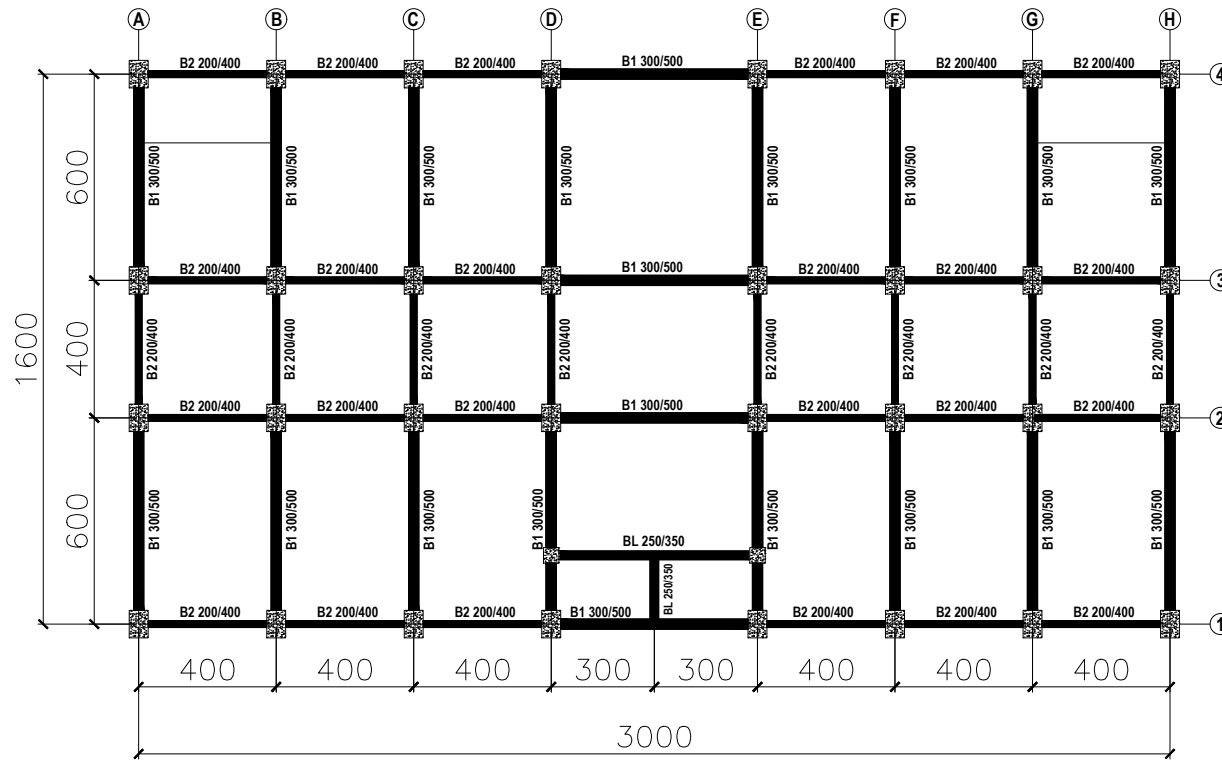
DIGAMBAR DIPERIKSA DIKETAHUI MEYETUJUI

(.....) (.....) (.....) (.....)

SKALA:

1:150

NO GAMBAR:



DENAH BALOK LT-1-3
Skala 1 : 150



MATA KULIAH:

TUGAS AKHIR/SKRIPSI

JUDUL GAMBAR:

DENAH BALOK LT.4-6

DIGAMBAR OLEH:

BINI AFIA WIDURI
2019D18031

DOSEN PEMBIMBING

PEMBIMBING 1
MAYA SARIDEWI
PASCANAWATY., ST., MT
PEMBIMBING 2
NURUL HIDAYATI, ST., M. Eng

NO. CATATAN REVISI PARAF

NO.	CATATAN REVISI	PARAF

DIAJUKAN

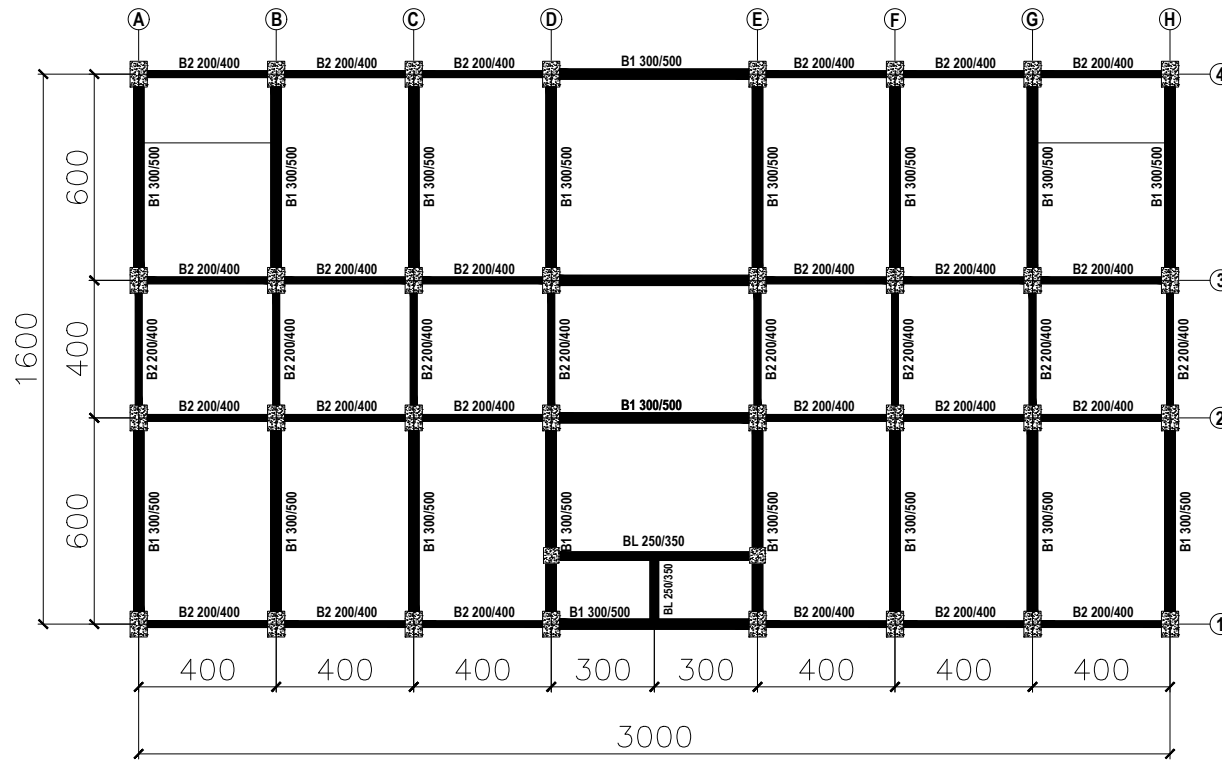
DIGAMBAR DIPERIKSA DIKETAHUI MEYETUJUI

(.....) (.....) (.....) (.....)

SKALA:

1:150

NO GAMBAR:



DENAH BALOK LT 4-6
Skala 1 : 150



MATA KULIAH:

TUGAS AKHIR/SKRIPSI

JUDUL GAMBAR:

DENAH BALOK LT.7-9

DIGAMBAR OLEH:

BINI AFRIA WIDURI
2019D18031

DOSEN PEMBIMBING

PEMBIMBING 1
MAYA SARIDEWI
PASCANAWATY., ST., MT
PEMBIMBING 2
NURUL HIDAYATI, ST., M. Eng

NO. CATATAN REVISI PARAF

NO.	CATATAN REVISI	PARAF

DIAJUKAN

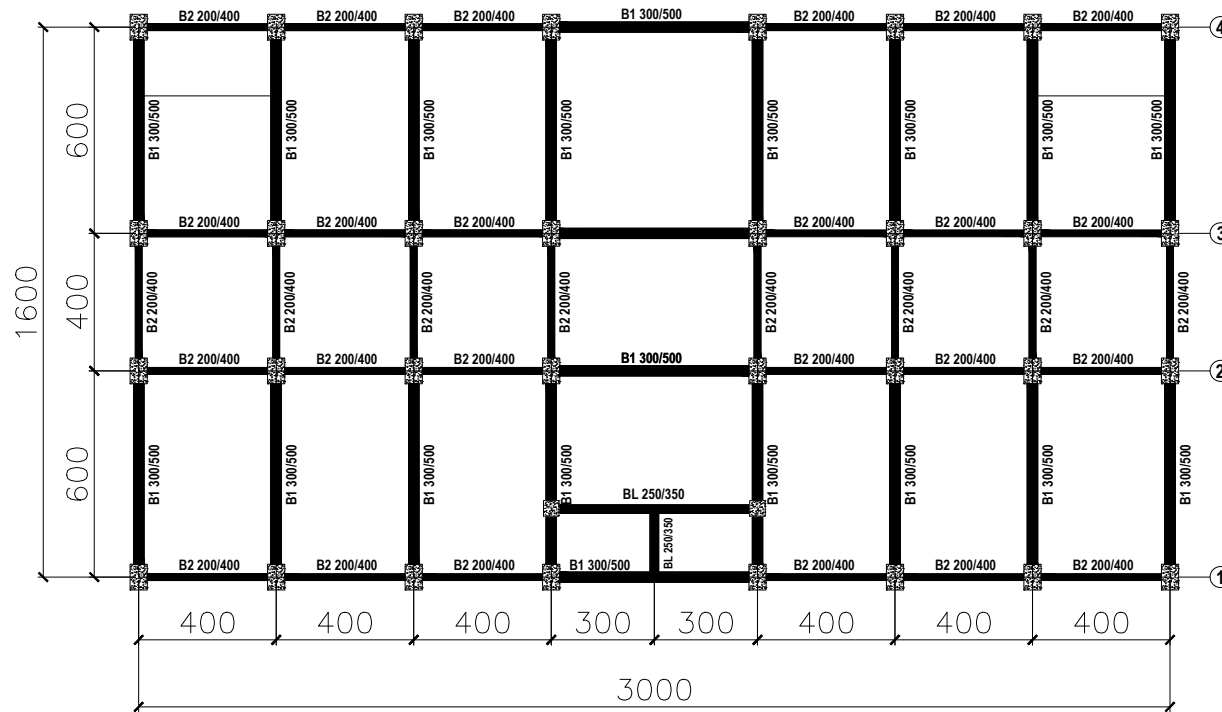
DIGAMBAR DIPERIKSA DIKETAHUI MEYETUJUI

(.....) (.....) (.....) (.....)

SKALA:

1:150

NO GAMBAR:



DENAH BALOK LT 7-9

Skala 1 : 150



MATA KULIAH:

TUGAS AKHIR/SKRIPSI

JUDUL GAMBAR:

DENAH BALOK LT.10

DIGAMBAR OLEH:

BINI AFIFA WIDURI
2019D18031

DOSEN PEMBIMBING

PEMBIMBING 1
MAYA SARIDEWI
PASCANAWATY., ST., MT
PEMBIMBING 2
NURUL HIDAYATI, ST., M. Eng

NO.	CATATAN REVISI	PARAF



DENAH BALOK LT 10
Skala 1 : 150

DIAJUKAN

DIGAMBAR	DIPERIKSA	DIKETAHUI	MEYETUJUI
(.....)	(.....)	(.....)	(.....)

(.....) (.....) (.....) (.....)

SKALA:

1:150

NO GAMBAR:



MATA KULIAH:

TUGAS AKHIR/SKRIPSI

JUDUL GAMBAR:

DENAH RING BALOK

DIGAMBAR OLEH:

BINI AFIA WIDURI
2019D18031

DOSEN PEMBIMBING

PEMBIMBING 1
MAYA SARIDEWI
PASCANAWATY., ST., MT
PEMBIMBING 2
NURUL HIDAYATI, ST., M. Eng

NO. CATATAN REVISI PARAF

NO.	CATATAN REVISI	PARAF

DIAJUKAN

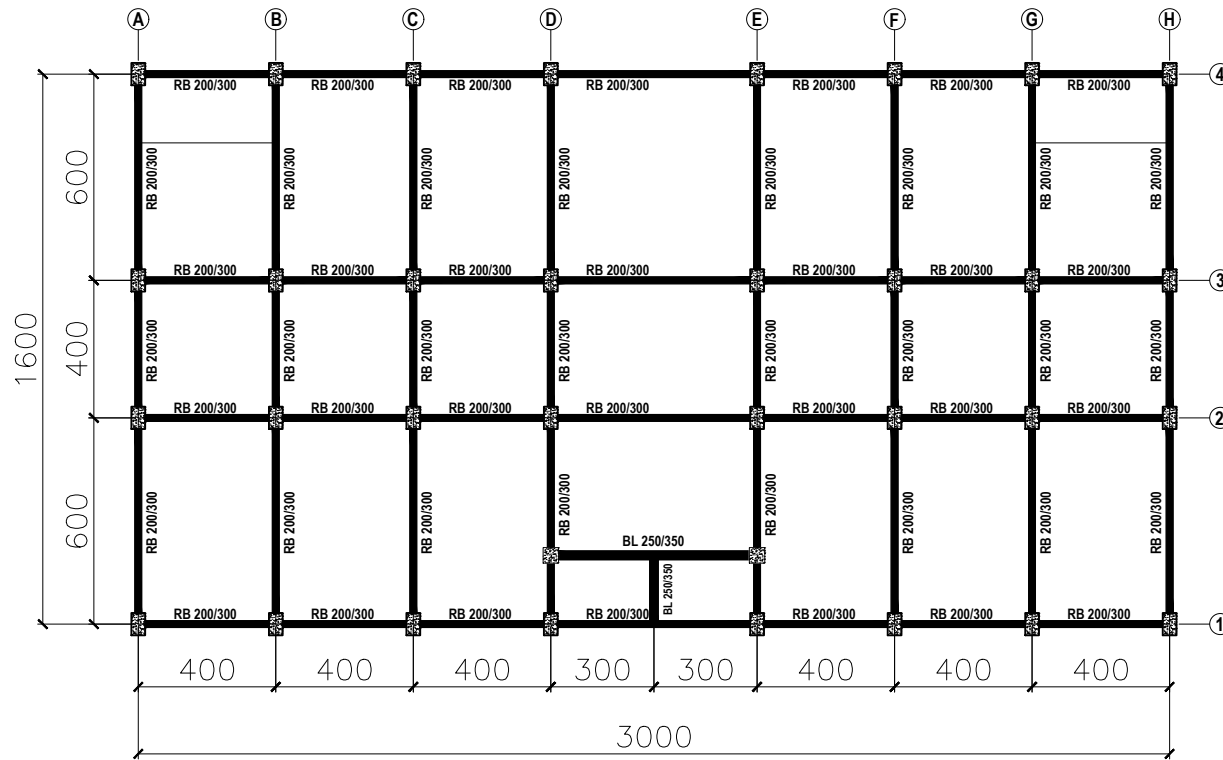
DIGAMBAR DIPERIKSA DIKETAHUI MEYETUUI

(.....) (.....) (.....) (.....)

SKALA:

1:150

NO GAMBAR:



DENAH RING BALOK

Skala 1 : 150



MATA KULIAH:

TUGAS AKHIR/SKRIPSI

JUDUL GAMBAR:

DENAH KOLOM LT.1-3

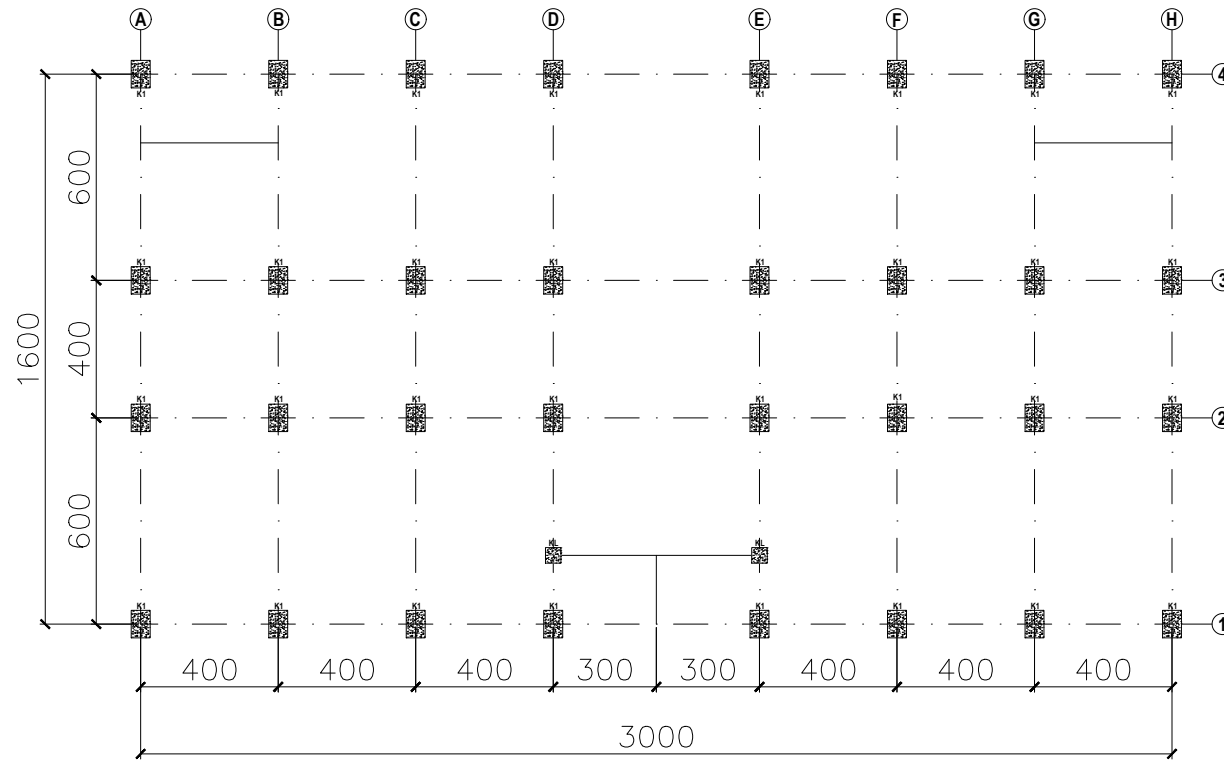
DIGAMBAR OLEH:

BINI AFIA WIDURI
2019D18031

DOSEN PEMBIMBING

PEMBIMBING 1
MAYA SARIDEWI
PASCANAWATY., ST., MT
PEMBIMBING 2
NURUL HIDAYATI, ST., M. Eng

NO.	CATATAN REVISI	PARAF



DENAH KOLOM LT 1-3
Skala 1 : 150

DIAJUKAN

DIGAMBAR	DIPERIKSA	DIKETAHUI	MEYETUJUI
(.....)	(.....)	(.....)	(.....)

SKALA:

1:150

NO GAMBAR:



MATA KULIAH:

TUGAS AKHIR/SKRIPSI

JUDUL GAMBAR:

DENAH KOLOM LT.4-6

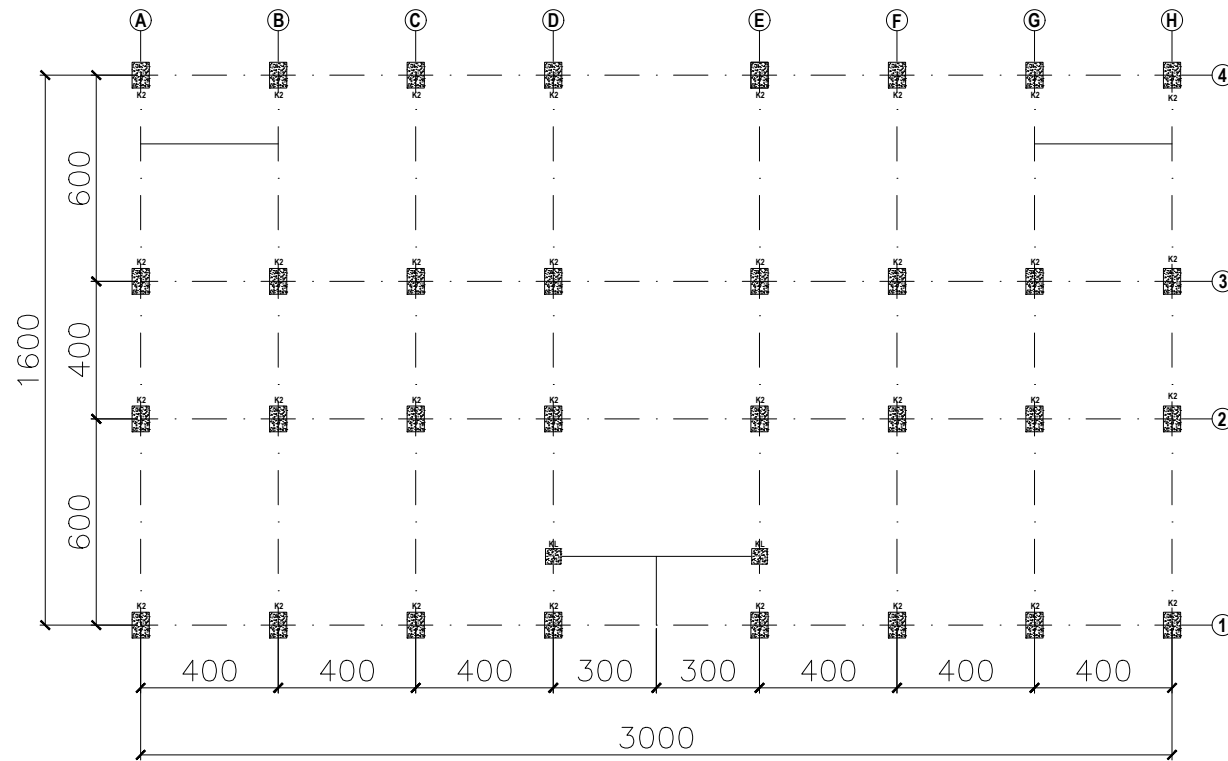
DIGAMBAR OLEH:

BINI AFIA WIDURI
2019D18031

DOSEN PEMBIMBING

PEMBIMBING 1
MAYA SARIDEWI
PASCANAWATY., ST., MT
PEMBIMBING 2
NURUL HIDAYATI, ST., M. Eng

NO.	CATATAN REVISI	PARAF



DENAH KOLOM LT 4-6
Skala 1 : 150

DIAJUKAN

DIGAMBAR	DIPERIKSA	DIKETAHUI	MEYETUJUI
(.....)	(.....)	(.....)	(.....)

(.....) (.....) (.....) (.....)

SKALA:

1:150

NO GAMBAR:



MATA KULIAH:

TUGAS AKHIR/SKRIPSI

JUDUL GAMBAR:

DENAH KOLOM LT.7-9

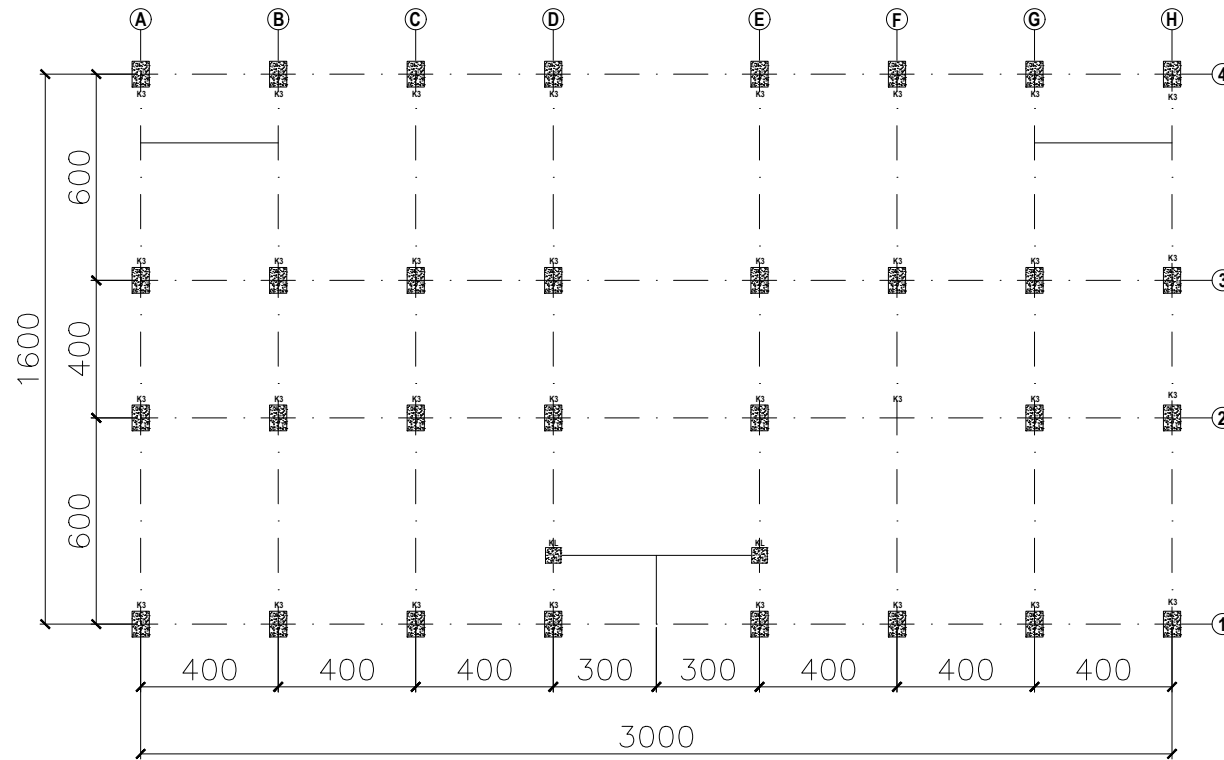
DIGAMBAR OLEH:

BINI AFRIA WIDURI
2019D18031

DOSEN PEMBIMBING

PEMBIMBING 1
MAYA SARIDEWI
PASCANAWATY., ST., MT
PEMBIMBING 2
NURUL HIDAYATI, ST., M. Eng

NO.	CATATAN REVISI	PARAF



DENAH KOLOM LT 7-9
Skala 1 : 150

DIAJUKAN

DIGAMBAR	DIPERIKSA	DIKETAHUI	MEYETUJUI
(.....)	(.....)	(.....)	(.....)

SKALA:

1:150

NO GAMBAR:



MATA KULIAH:

TUGAS AKHIR/SKRIPSI

JUDUL GAMBAR:

DENAH KOLOM LT.10-11

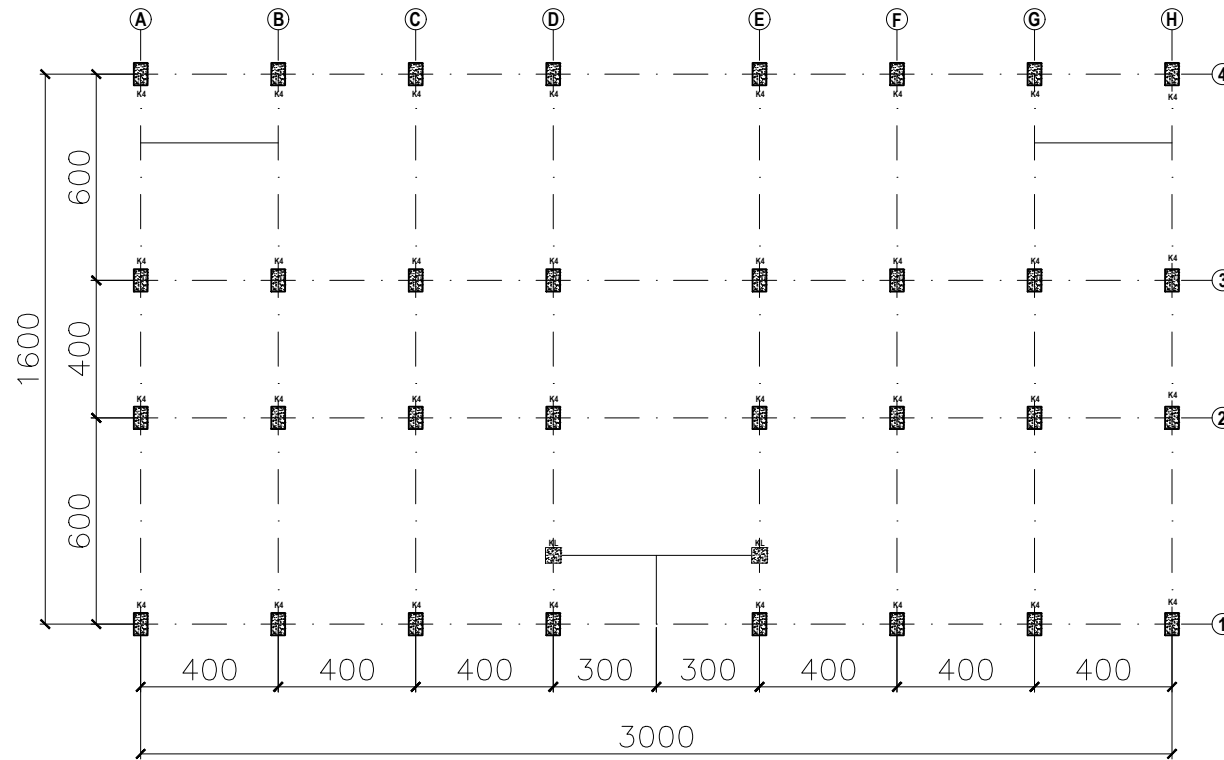
DIGAMBAR OLEH:

BINI AFIFA WIDURI
2019D18031

DOSEN PEMBIMBING

PEMBIMBING 1
MAYA SARIDEWI
PASCANAWATY., ST., MT
PEMBIMBING 2
NURUL HIDAYATI, ST., M. Eng

NO.	CATATAN REVISI	PARAF



DENAH KOLOM LT 10-11
Skala 1 : 150

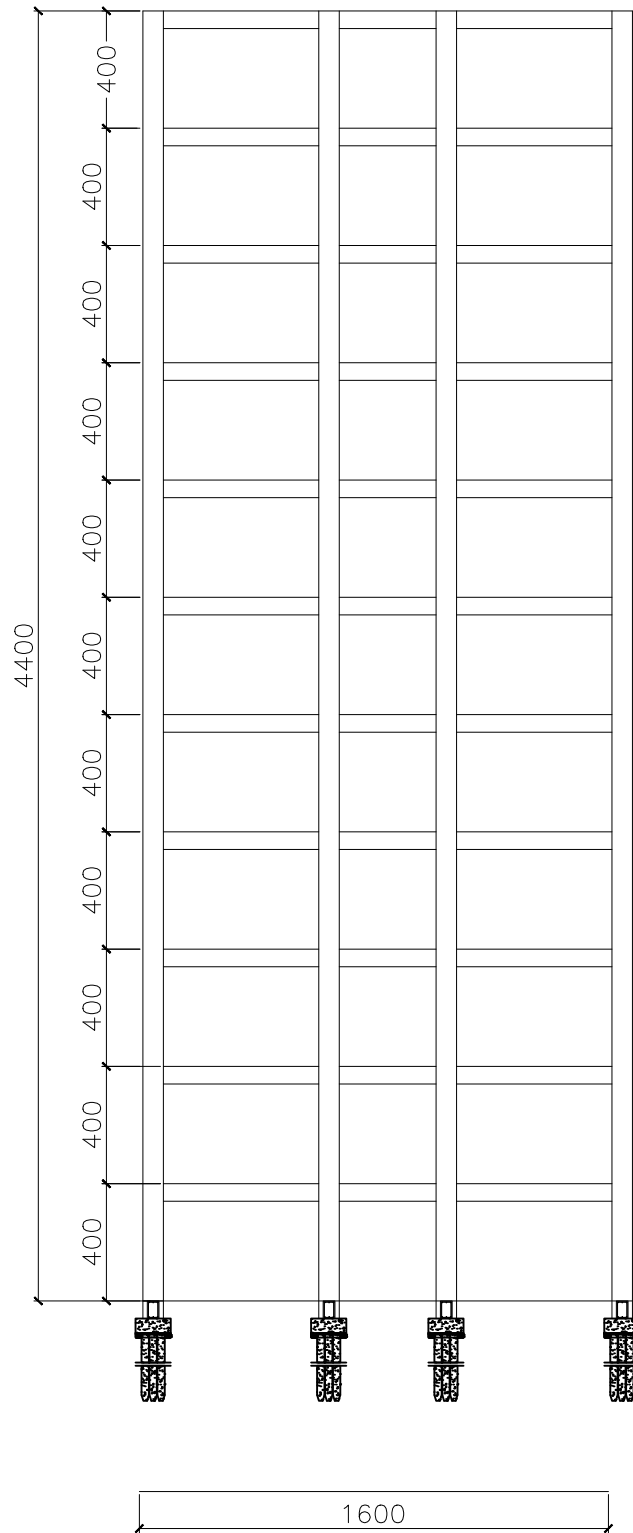
DIAJUKAN

DIGAMBAR	DIPERIKSA	DIKETAHUI	MEYETUJUI
(.....)	(.....)	(.....)	(.....)


SKALA:

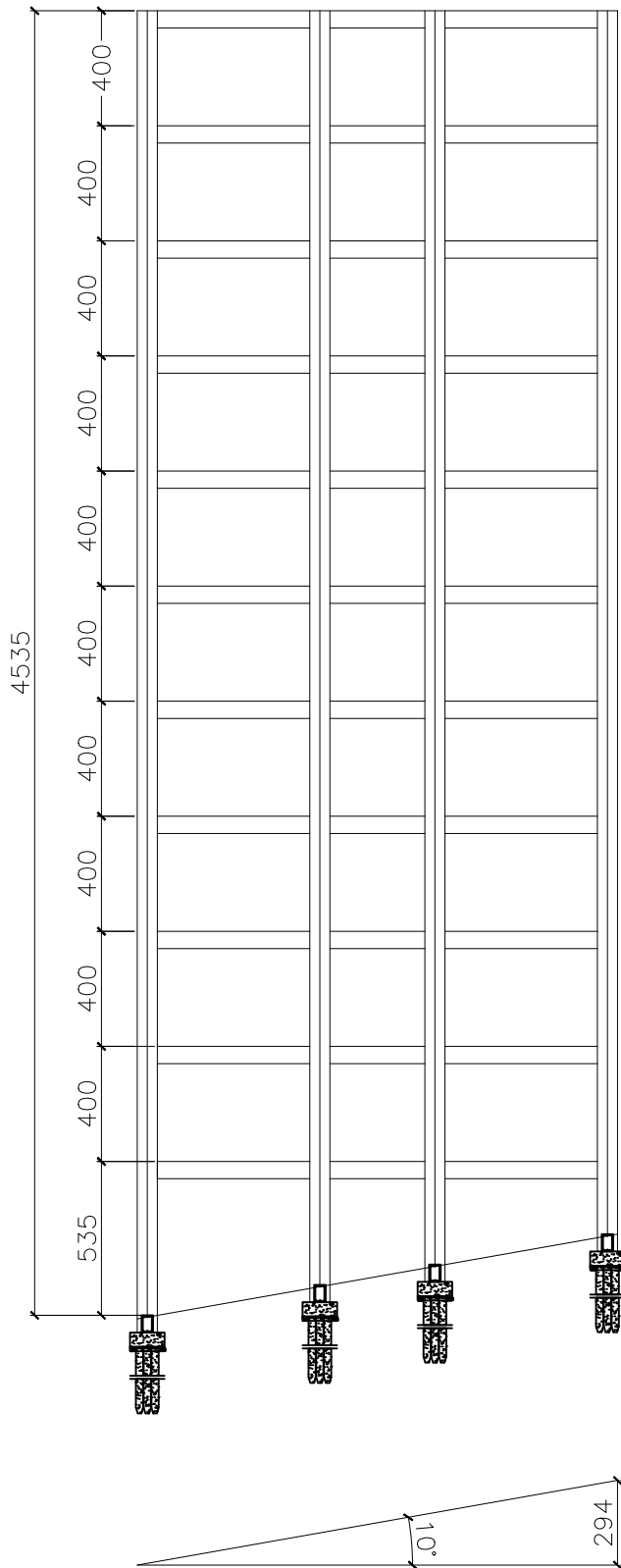
1:150

NO GAMBAR:




KEMIRINGAN MODEL 0 DERAJAT
 Skala 1 : 175

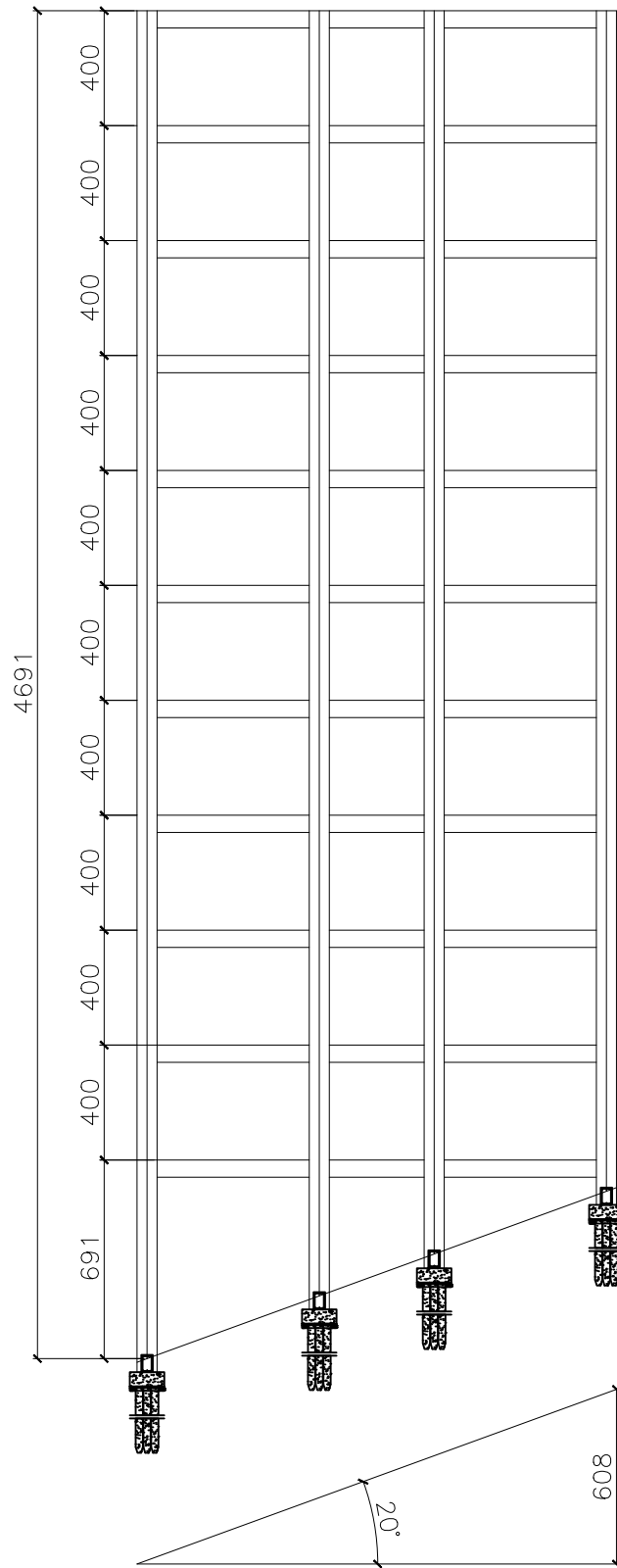
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MATARAM (UMMAT) 	JUDUL GAMBAR : KEMIRINGAN MODEL 0 DERAJAT		NO. 	CATATAN REVISI 	PARAF 	DIGAMBAR 	SKALA. 		
	DIGAMBAR OLEH 	DOSEN PEMBIMBING 						(.....)	1:175
	BINI AFIFIA WIDURI 2019D18031	DOSEN PEMBIMBING 1 MAYA SARIDEWI PASCANAWATY, ST., MT DOSEN PEMBIMBING 2 NURUL HIDAYATI, ST., M. Eng						DIPERIKSA 	NO GAMBAR.



KEMIRINGAN MODEL 10 DERAJAT

Skala 1 : 175

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MATARAM (UMMAT)	JUDUL GAMBAR : KEMIRINGAN MODEL 10 DERAJAT		NO.	CATATAN REVISI	PARAF	DIGAMBAR	SKALA.
	DIGAMBAR OLEH	DOSEN PEMBIMBING				(.....)	
	BINI AFIFIA WIDURI 2019D18031	DOSEN PEMBIMBING 1 MAYA SARIDEWI PASCANAWATY, ST., MT DOSEN PEMBIMBING 2 NURUL HIDAYATI, ST., M. Eng				DIPERIKSA	NO GAMBAR.
						(.....)	



KEMIRINGAN MODEL 20 DERAJAT

Skala 1 : 175

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH
MATARAM
(UMMAT)



JUDUL GAMBAR : KEMIRINGAN MODEL 20 DERAJAT

DIGAMBAR OLEH

BINI AFIFIA WIDURI
2019D18031

DOSEN PEMBIMBING

DOSEN PEMBIMBING 1
MAYA SARIDEWI
PASCANAWATY, ST., MT
DOSEN PEMBIMBING 2
NURUL HIDAYATI, ST., M. Eng

NO.

CATATAN REVISI

PARAF

DIGAMBAR

SKALA.

(.....)

DIPERIKSA

NO GAMBAR.

(.....)



MATA KULIAH:

TUGAS AKHIR/SKRIPSI

JUDUL GAMBAR:

DENAH PELAT LT.1-10

DIGAMBAR OLEH:

BINI AFRIA WIDURI
2019D18031

DOSEN PEMBIMBING

PEMBIMBING 1
MAYA SARIDEWI
PASCANAWATY., ST., MT

PEMBIMBING 2
NURUL HIDAYATI, ST., M. Eng

NO.	CATATAN REVISI	PARAF

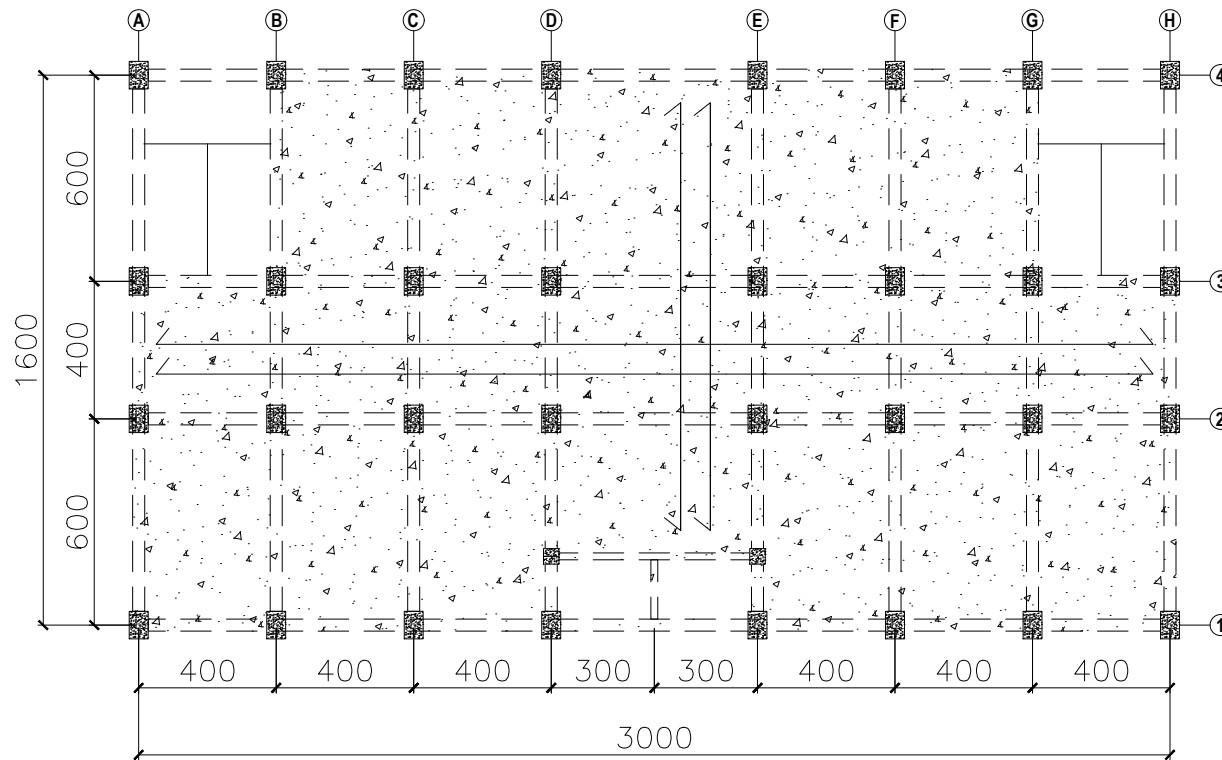
DIAJUKAN

DIGAMBAR	DIPERIKSA	DIKETAHUI	MEYETUJUI
(.....)	(.....)	(.....)	(.....)

SKALA:

1:150

NO GAMBAR:



DENAH PELAT LT 1-10

Skala 1 : 150



MATA KULIAH:

TUGAS AKHIR/SKRIPSI

JUDUL GAMBAR:

DIGAMBAR OLEH:

BINI AFRIA WIDURI
2019D18031

DOSEN PEMBIMBING

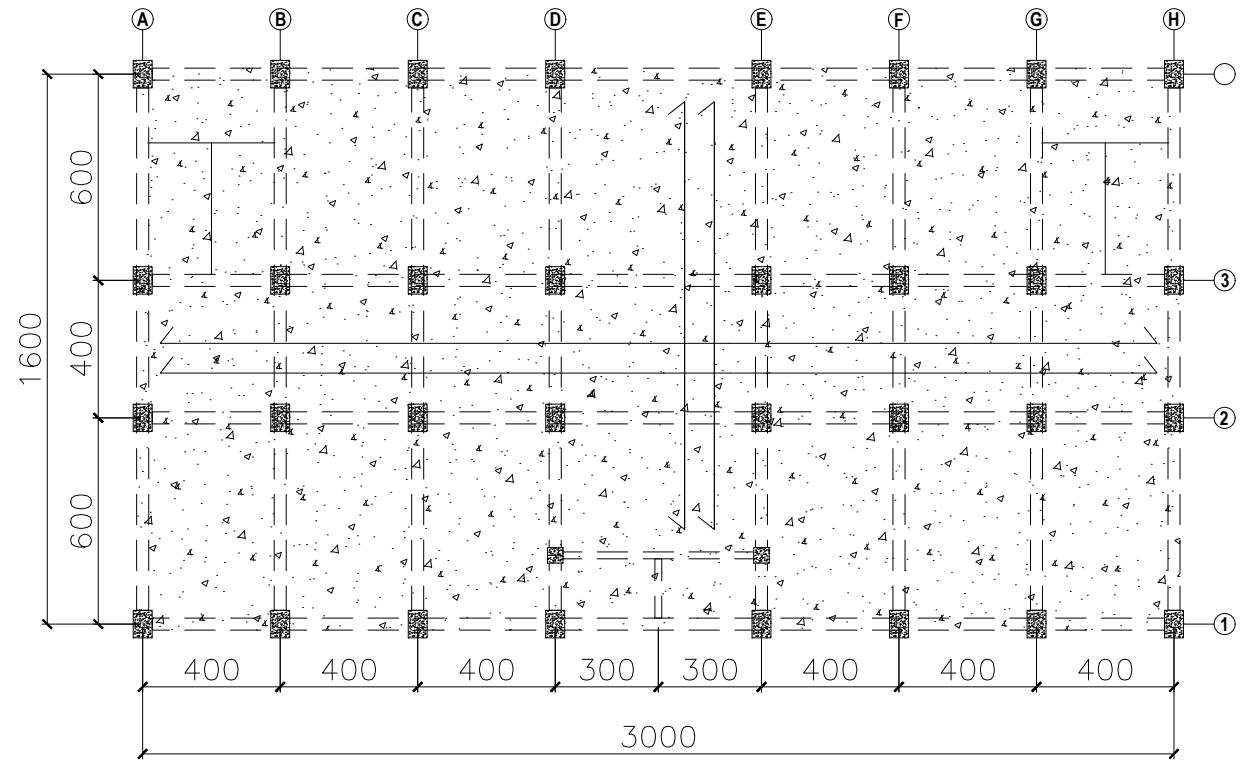
PEMBIMBING 1
MAYA SARIDEWI
PASCANAWATY., ST., MT
PEMBIMBING 2
NURUL HIDAYATI, ST., M. Eng

NO.	CATATAN REVISI	PARAF

DIAJUKAN			
DIGAMBAR	DIPERIKSA	DIKETAHUI	MEYETUJUI
(.....)	(.....)	(.....)	(.....)

SKALA:

NO GAMBAR:



DENAH DAK ATAP
Skala 1 : 150

Lampiran 12
Data Geometri Bangunan Ketinggian
40 M



MATA KULIAH:

TUGAS AKHIR/SKRIPSI

JUDUL GAMBAR:

DENAH BALOK LT.1-3

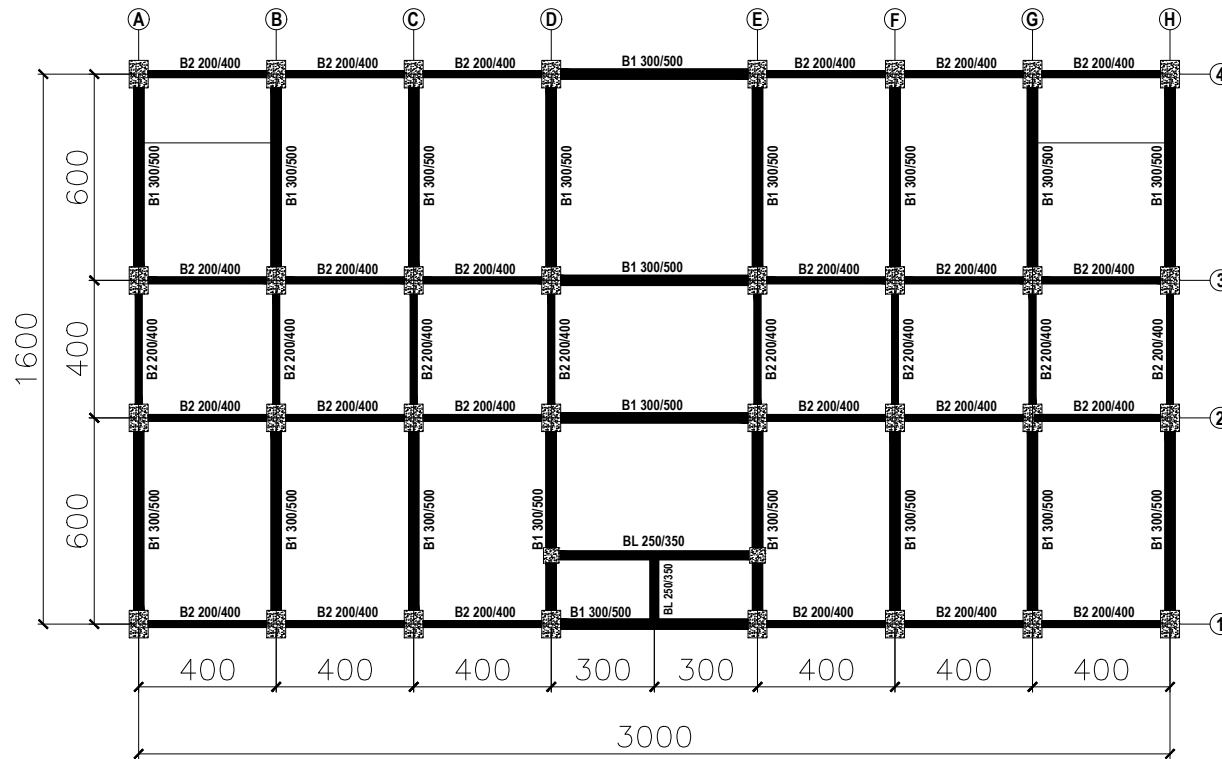
DIGAMBAR OLEH:

BINI AFRIA WIDURI
2019D18031

DOSEN PEMBIMBING

PEMBIMBING 1
MAYA SARIDEWI
PASCANAWATY., ST., MT
PEMBIMBING 2
NURUL HIDAYATI, ST., M. Eng

NO.	CATATAN REVISI	PARAF



DENAH BALOK LT-1-3
Skala 1 : 150

DIAJUKAN

DIGAMBAR	DIPERIKSA	DIKETAHUI	MEYETUJUI
(.....)	(.....)	(.....)	(.....)

SKALA:

1:150

NO GAMBAR:



MATA KULIAH:

TUGAS AKHIR/SKRIPSI

JUDUL GAMBAR:

DENAH BALOK LT.4-6

DIGAMBAR OLEH:

BINI AFIA WIDURI
2019D18031

DOSEN PEMBIMBING

PEMBIMBING 1
MAYA SARIDEWI
PASCANAWATY., ST., MT
PEMBIMBING 2
NURUL HIDAYATI, ST., M. Eng

NO. CATATAN REVISI PARAF

NO.	CATATAN REVISI	PARAF

DIAJUKAN

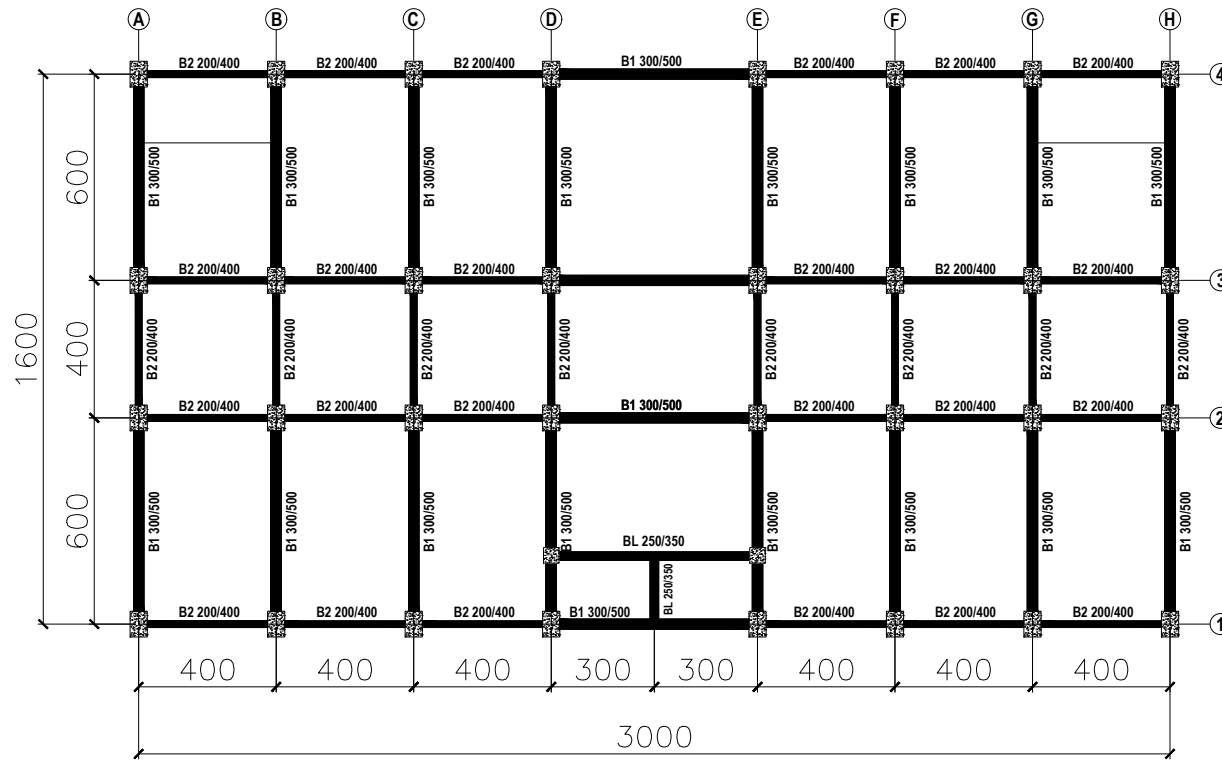
DIGAMBAR DIPERIKSA DIKETAHUI MEYETUJUI

(.....) (.....) (.....) (.....)

SKALA:

1:150

NO GAMBAR:



DENAH BALOK LT 4-6
Skala 1 : 150



MATA KULIAH:

TUGAS AKHIR/SKRIPSI

JUDUL GAMBAR:

DENAH BALOK LT.7-9

DIGAMBAR OLEH:

BINI AFIA WIDURI
2019D18031

DOSEN PEMBIMBING

PEMBIMBING 1
MAYA SARIDEWI
PASCANAWATY., ST., MT
PEMBIMBING 2
NURUL HIDAYATI, ST., M. Eng

NO. CATATAN REVISI PARAF

NO.	CATATAN REVISI	PARAF

DIAJUKAN

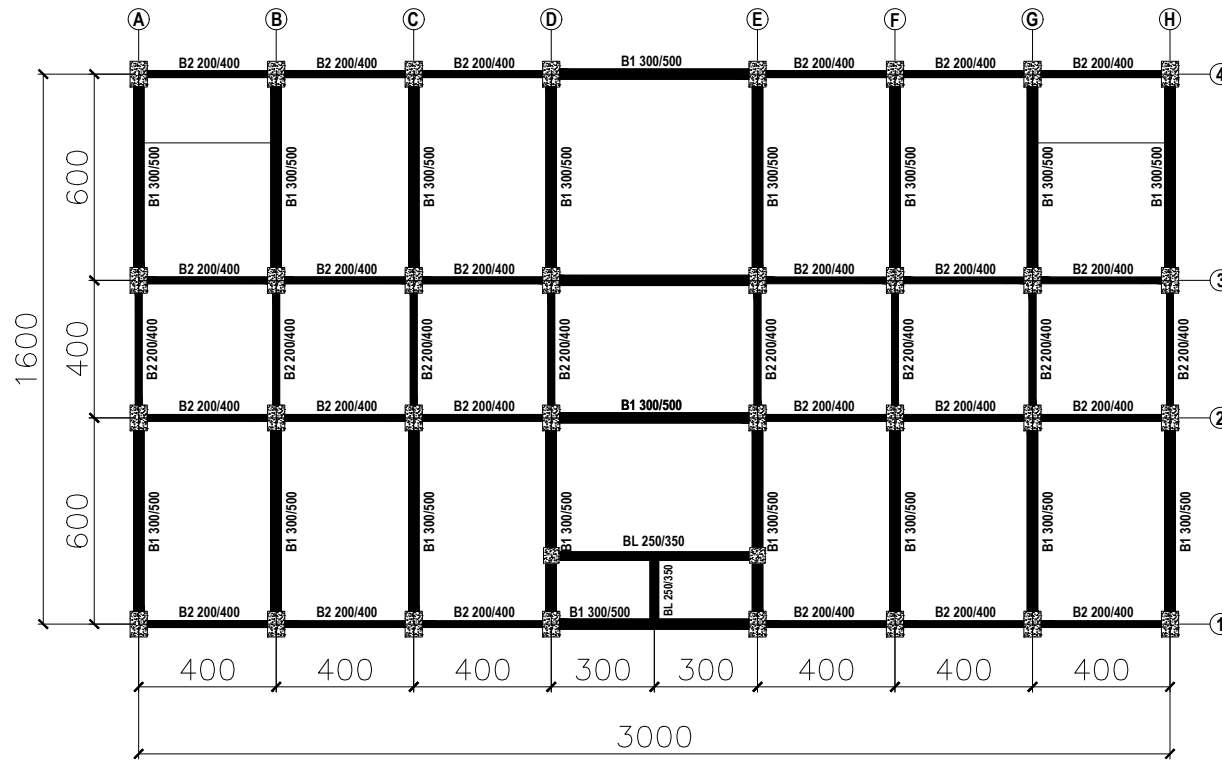
DIGAMBAR DIPERIKSA DIKETAHUI MEYETUJUI

(.....) (.....) (.....) (.....)

SKALA:

1:150

NO GAMBAR:



DENAH BALOK LT 7-9
Skala 1 : 150



MATA KULIAH:

TUGAS AKHIR/SKRIPSI

JUDUL GAMBAR:

DENAH RING BALOK

DIGAMBAR OLEH:

BINI AFIA WIDURI
2019D18031

DOSEN PEMBIMBING

PEMBIMBING 1
MAYA SARIDEWI
PASCANAWATY., ST., MT
PEMBIMBING 2
NURUL HIDAYATI, ST., M. Eng

NO. CATATAN REVISI PARAF

NO.	CATATAN REVISI	PARAF

DIAJUKAN

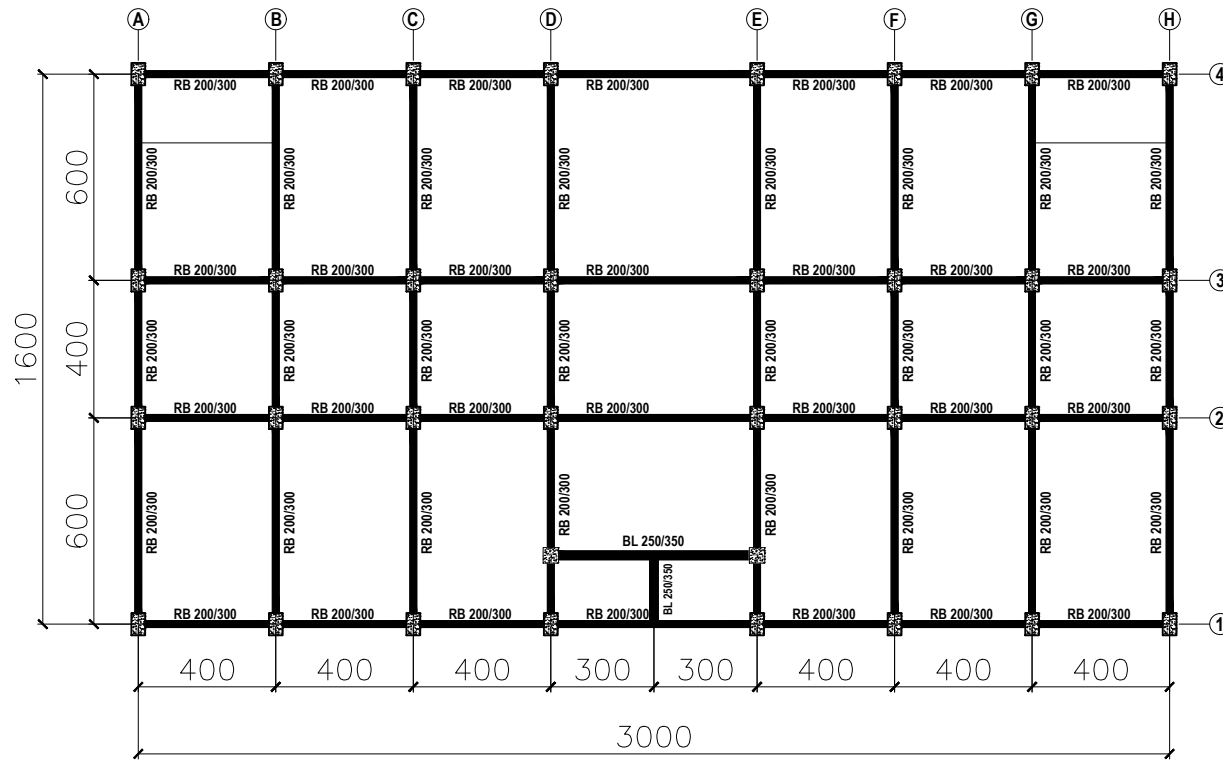
DIGAMBAR DIPERIKSA DIKETAHUI MEYETUUI

(.....) (.....) (.....) (.....)

SKALA:

1:150

NO GAMBAR:



DENAH RING BALOK

Skala 1 : 150



MATA KULIAH:

TUGAS AKHIR/SKRIPSI

JUDUL GAMBAR:

DENAH KOLOM LT.1-3

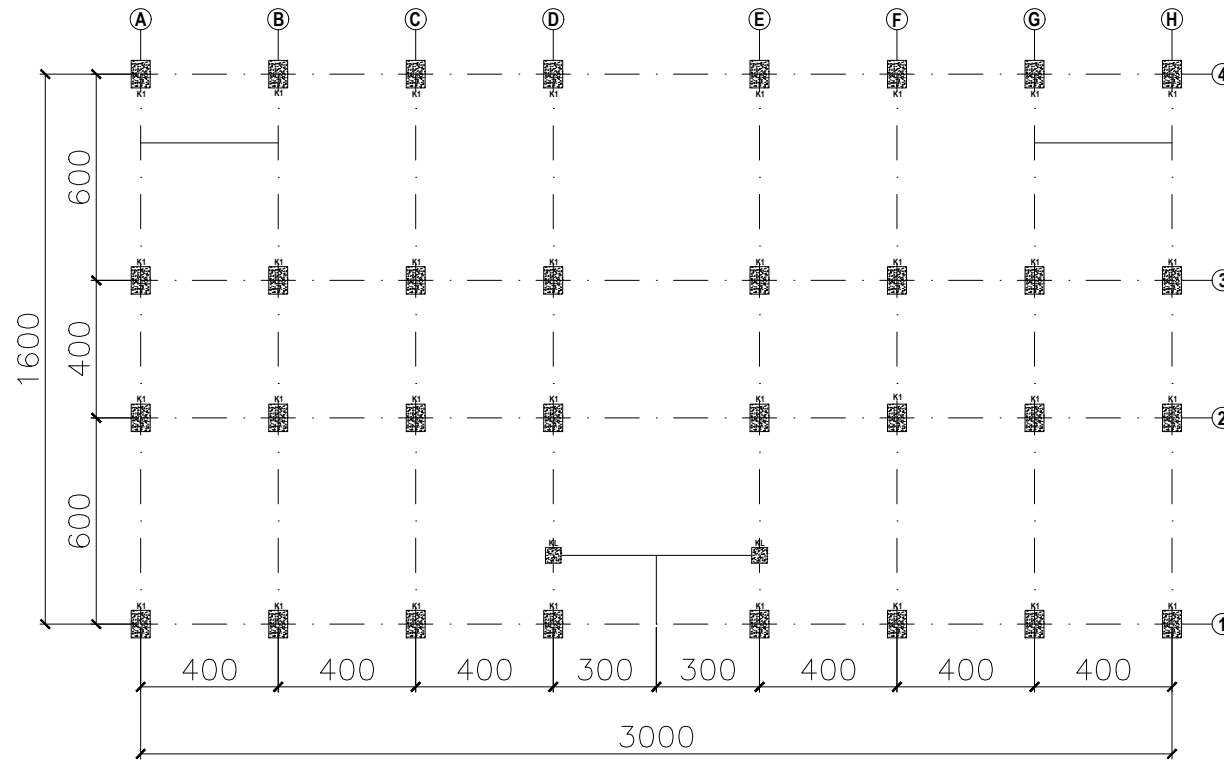
DIGAMBAR OLEH:

BINI AFIA WIDURI
2019D18031

DOSEN PEMBIMBING

PEMBIMBING 1
MAYA SARIDEWI
PASCANAWATY., ST., MT
PEMBIMBING 2
NURUL HIDAYATI, ST., M. Eng

NO.	CATATAN REVISI	PARAF



DENAH KOLOM LT 1-3
Skala 1 : 150

DIAJUKAN

DIGAMBAR	DIPERIKSA	DIKETAHUI	MEYETUJUI
(.....)	(.....)	(.....)	(.....)

(.....) (.....) (.....) (.....)

SKALA:

1:150

NO GAMBAR:



MATA KULIAH:

TUGAS AKHIR/SKRIPSI

JUDUL GAMBAR:

DENAH KOLOM LT.4-6

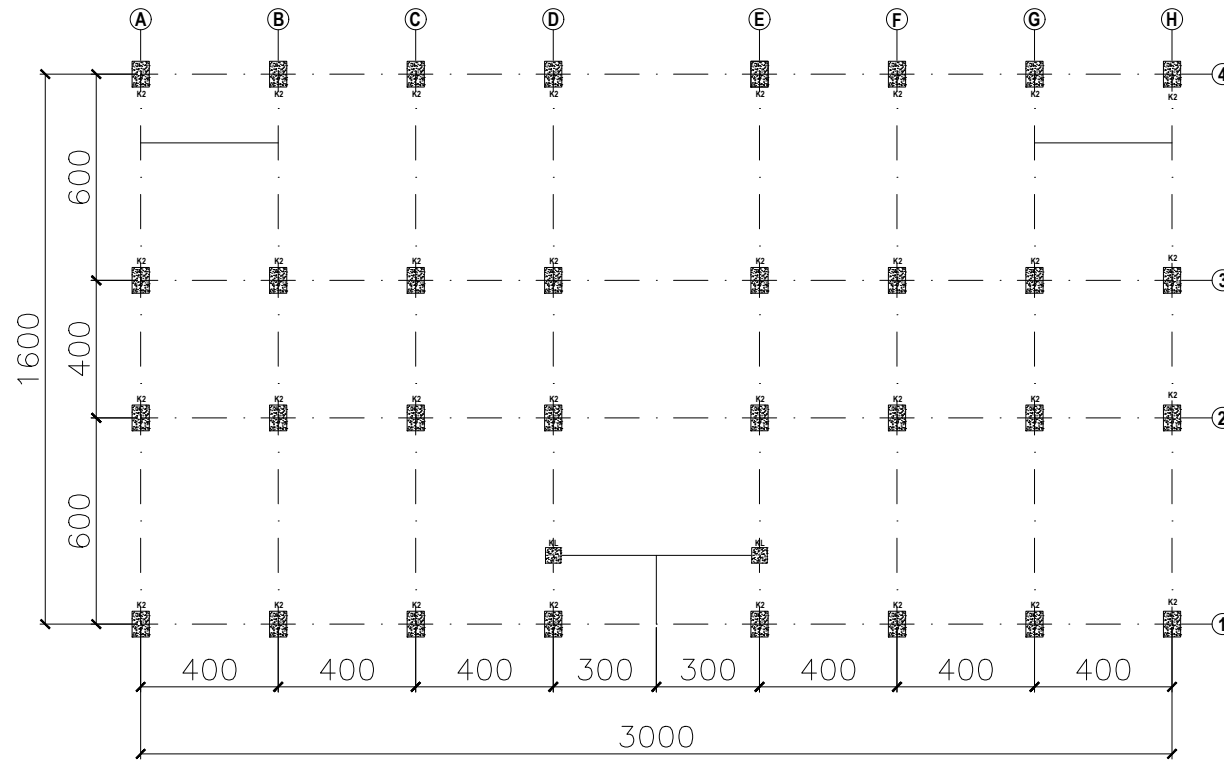
DIGAMBAR OLEH:

BINI AFIA WIDURI
2019D18031

DOSEN PEMBIMBING

PEMBIMBING 1
MAYA SARIDEWI
PASCANAWATY., ST., MT
PEMBIMBING 2
NURUL HIDAYATI, ST., M. Eng

NO.	CATATAN REVISI	PARAF



DENAH KOLOM LT 4-6
Skala 1 : 150

DIAJUKAN

DIGAMBAR	DIPERIKSA	DIKETAHUI	MEYETUJUI
(.....)	(.....)	(.....)	(.....)

(.....) (.....) (.....) (.....)

SKALA:

1:150

NO GAMBAR:



MATA KULIAH:

TUGAS AKHIR/SKRIPSI

JUDUL GAMBAR:

DENAH KOLOM LT.7-9

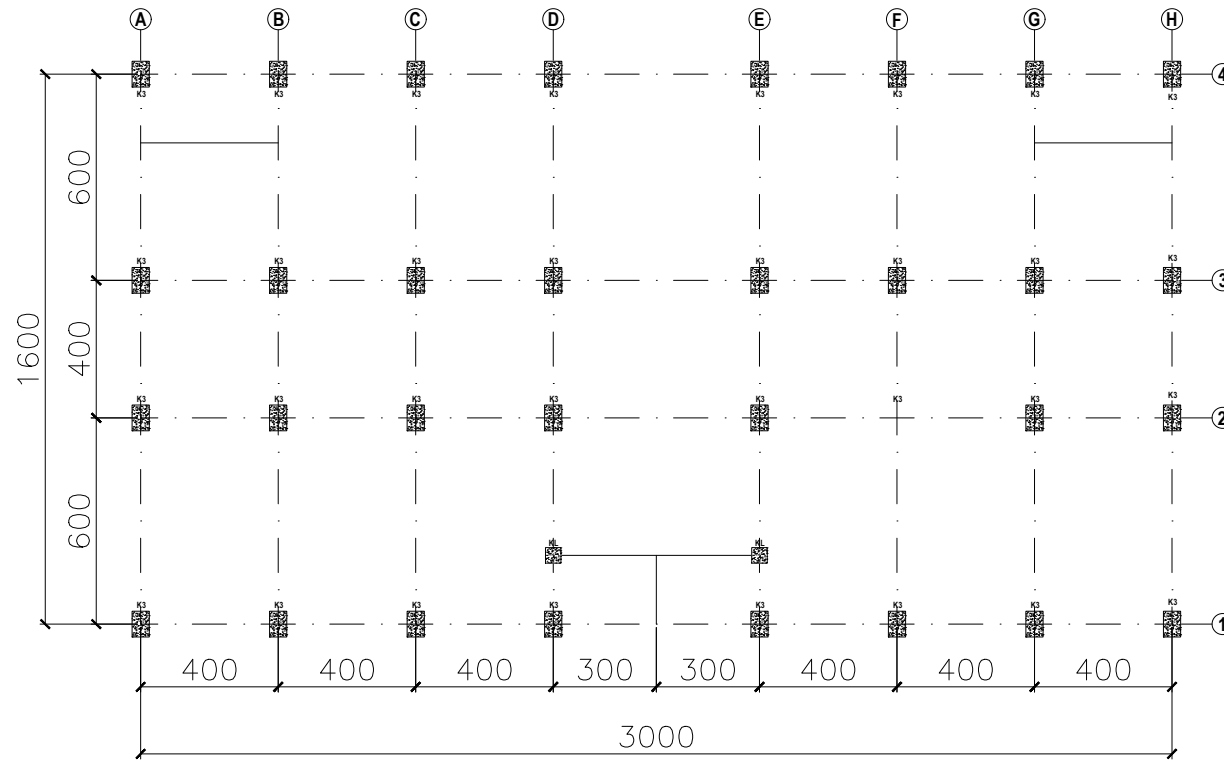
DIGAMBAR OLEH:

BINI AFRIA WIDURI
2019D18031

DOSEN PEMBIMBING

PEMBIMBING 1
MAYA SARIDEWI
PASCANAWATY., ST., MT
PEMBIMBING 2
NURUL HIDAYATI, ST., M. Eng

NO.	CATATAN REVISI	PARAF



DENAH KOLOM LT 7-9
Skala 1 : 150

DIAJUKAN

DIGAMBAR	DIPERIKSA	DIKETAHUI	MEYETUJUI
(.....)	(.....)	(.....)	(.....)

(.....) (.....) (.....) (.....)

SKALA:

1:150

NO GAMBAR:



MATA KULIAH:

TUGAS AKHIR/SKRIPSI

JUDUL GAMBAR:

DENAH KOLOM LT.10

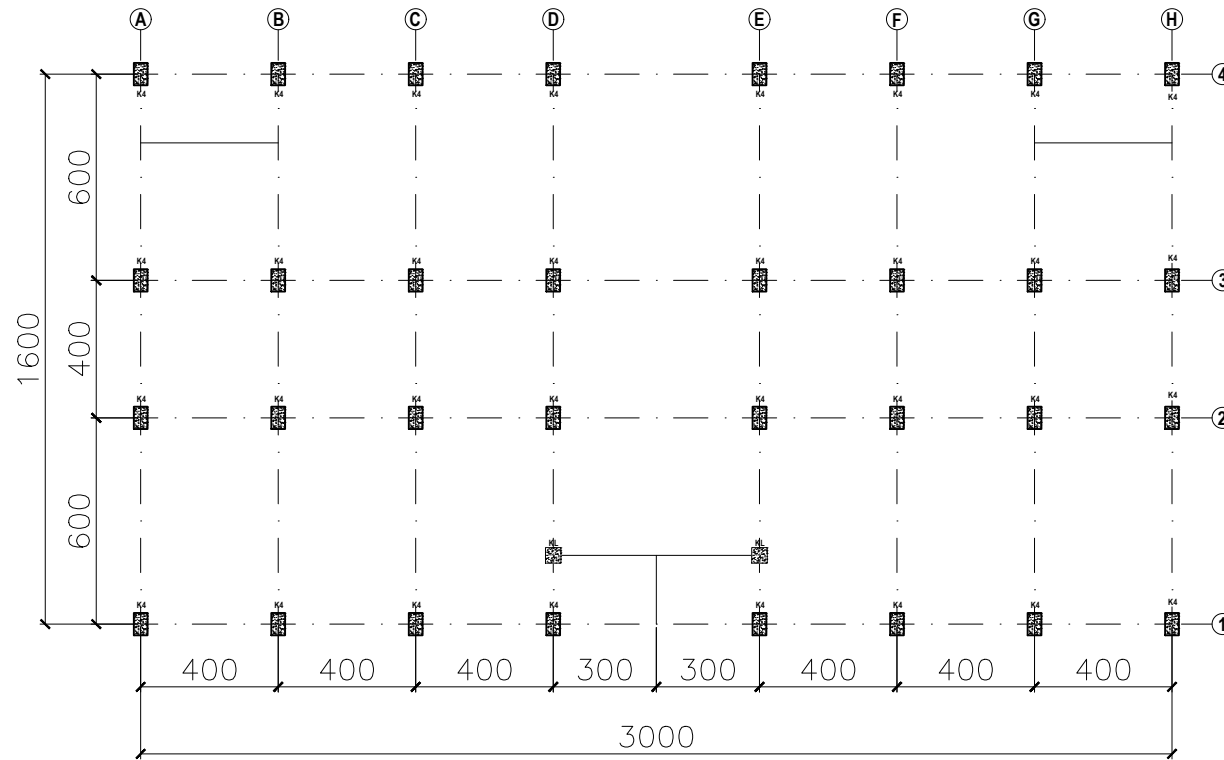
DIGAMBAR OLEH:

BINI AFRIA WIDURI
2019D18031

DOSEN PEMBIMBING

PEMBIMBING 1
MAYA SARIDEWI
PASCANAWATY., ST., MT
PEMBIMBING 2
NURUL HIDAYATI, ST., M. Eng

NO.	CATATAN REVISI	PARAF



DENAH KOLOM LT 10
Skala 1 : 150

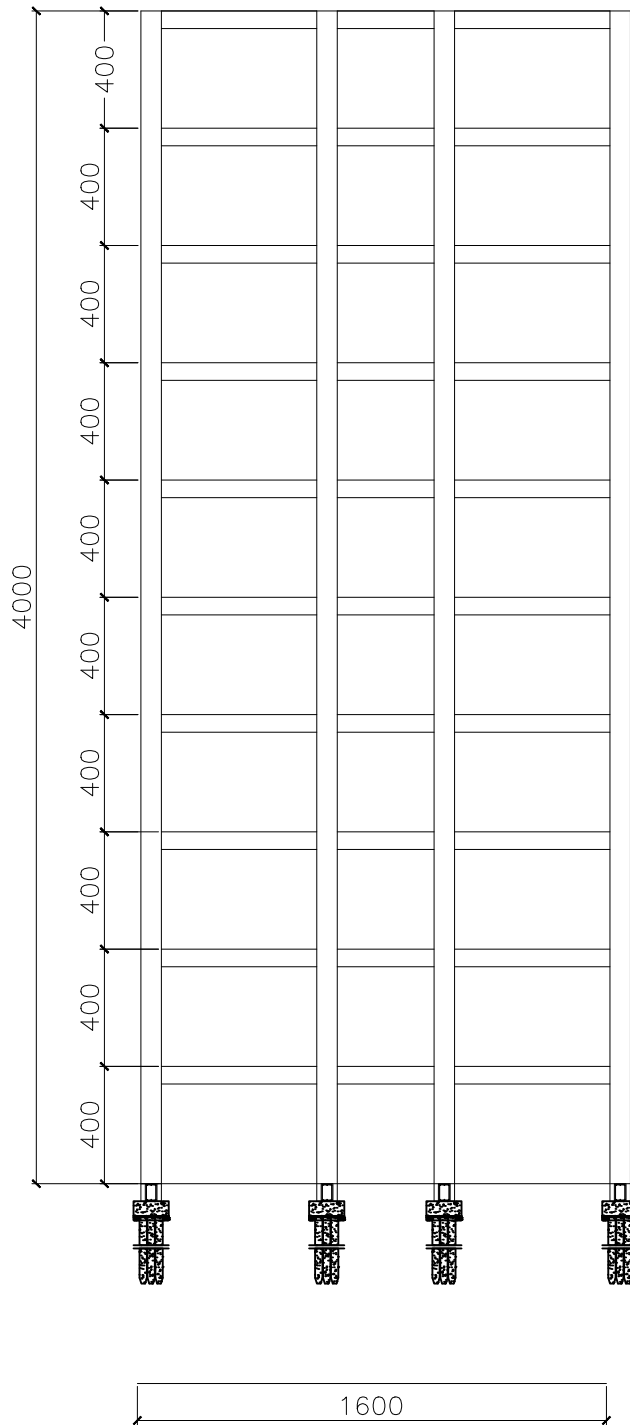
DIAJUKAN

DIGAMBAR	DIPERIKSA	DIKETAHUI	MEYETUJUI
(.....)	(.....)	(.....)	(.....)


SKALA:

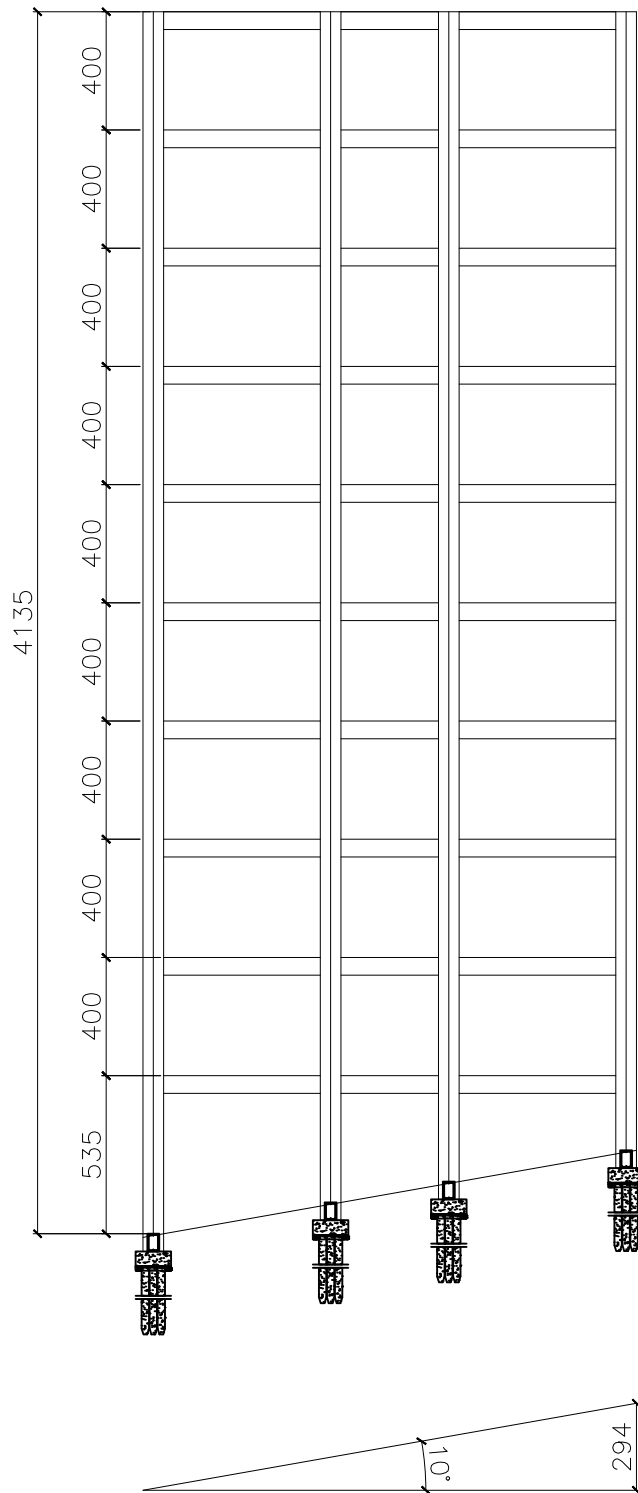
1:150

NO GAMBAR:



KEMIRINGAN MODEL 0 DERAJAT
 Skala 1 : 175

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MATARAM (UMMAT) 	JUDUL GAMBAR : KEMIRINGAN MODEL 0 DERAJAT		NO.	CATATAN REVISI	PARAF	DIGAMBAR	SKALA.
	DIGAMBAR OLEH	DOSEN PEMBIMBING	(.....)				
	BINI AFIFIA WIDURI 2019D18031	DOSEN PEMBIMBING 1 MAYA SARIDEWI PASCANAWATY, ST., MT DOSEN PEMBIMBING 2 NURUL HIDAYATI, ST., M. Eng	DIPERIKSA (.....)				
							1:175
							NO GAMBAR.

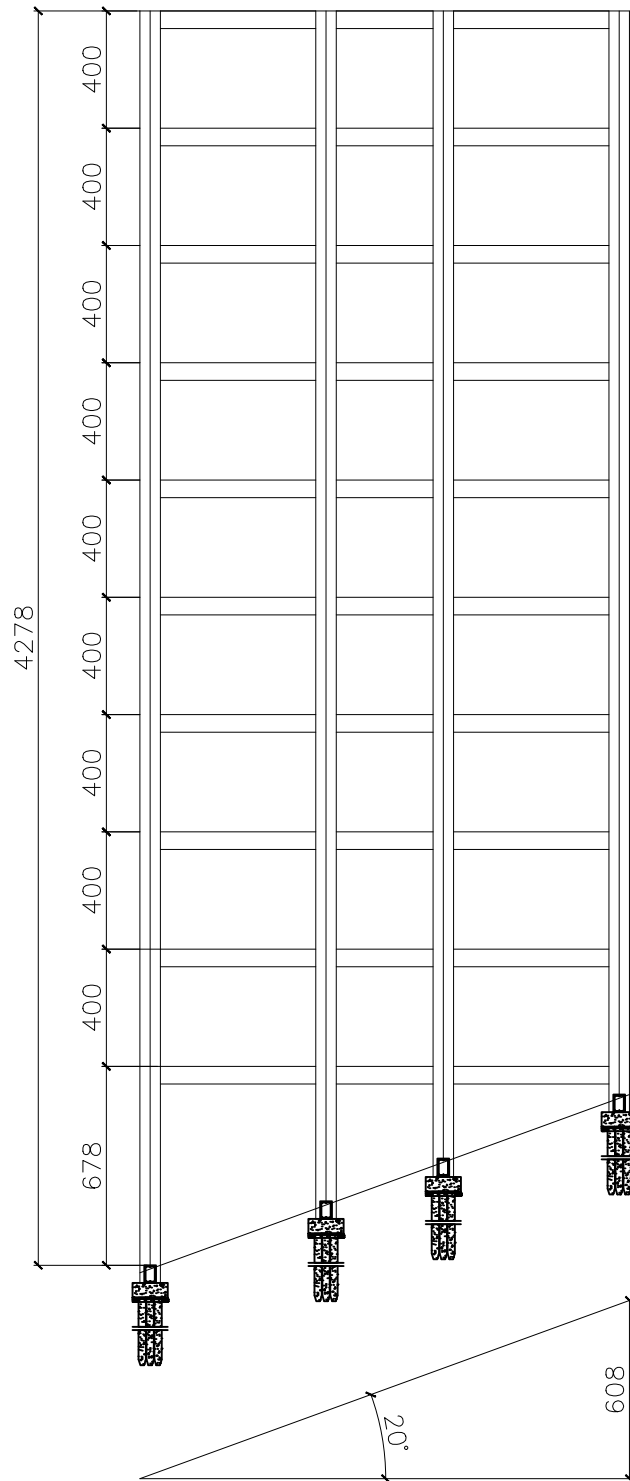


KEMIRINGAN MODEL 10 DERAJAT
 Skala 1 : 175

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH
 MATARAM
 (UMMAT)



JUDUL GAMBAR : KEMIRINGAN MODEL 10 DERAJAT		NO.	CATATAN REVISI	PARAF	DIGAMBAR	SKALA.
DIGAMBAR OLEH	DOSEN PEMBIMBING				(.....)	
BINI AFIRA WIDURI 2019D18031	DOSEN PEMBIMBING 1 MAYA SARIDEWI PASCANAWATY, ST., MT DOSEN PEMBIMBING 2 NURUL HIDAYATI, ST., M. Eng				DIPERIKSA	NO GAMBAR.
					(.....)	



KEMIRINGAN MODEL 20 DERAJAT

Skala 1 : 175

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MATARAM (UMMAT)	JUDUL GAMBAR : KEMIRINGAN MODEL 20 DERAJAT		NO.	CATATAN REVISI	PARAF	DIGAMBAR	SKALA.
	DIGAMBAR OLEH	DOSEN PEMBIMBING	(.....)				
	BINI AFIFIA WIDURI 2019D18031	DOSEN PEMBIMBING 1 MAYA SARIDEWI PASCANAWATY, ST., MT DOSEN PEMBIMBING 2 NURUL HIDAYATI, ST., M. Eng	DIPERIKSA NO GAMBAR. (.....)				





MATA KULIAH:

TUGAS AKHIR/SKRIPSI

JUDUL GAMBAR:

DENAH PELAT LT.1-10

DIGAMBAR OLEH:

BINI AFRIA WIDURI
2019D18031

DOSEN PEMBIMBING

PEMBIMBING 1
MAYA SARIDEWI
PASCANAWATY., ST., MT

PEMBIMBING 2
NURUL HIDAYATI, ST., M. Eng

NO.	CATATAN REVISI	PARAF

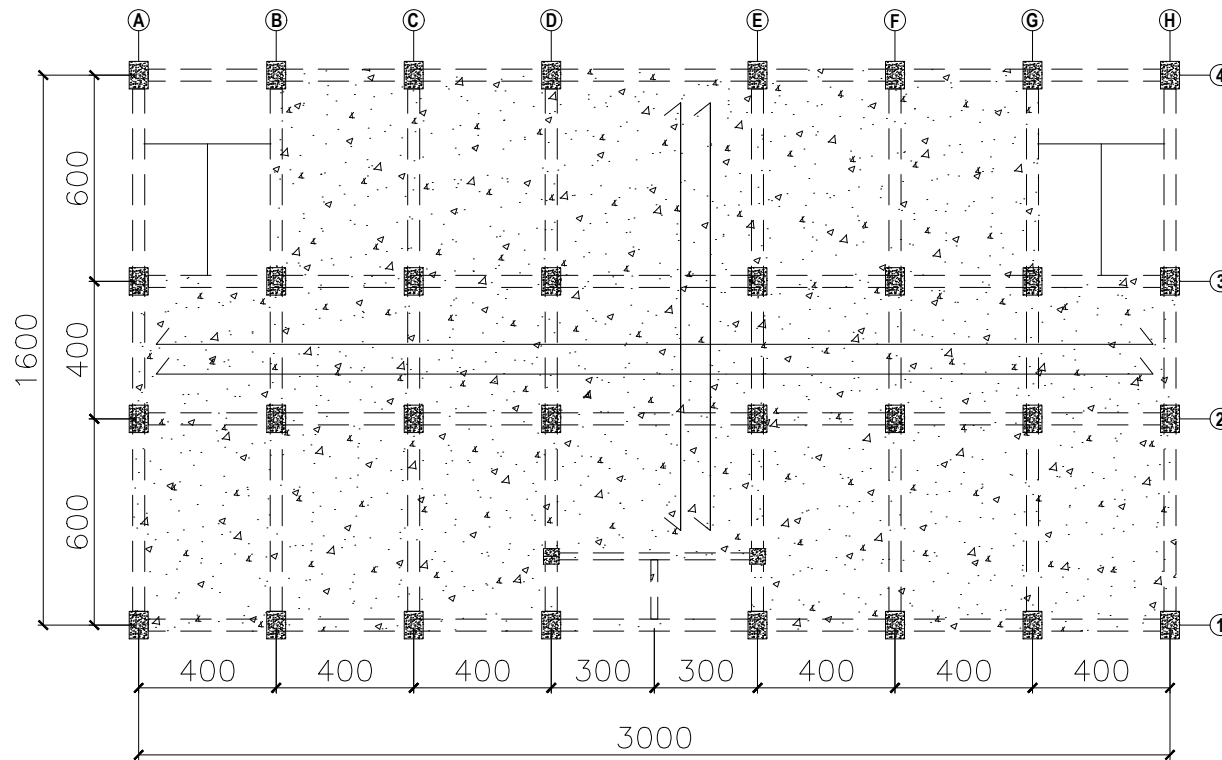
DIAJUKAN

DIGAMBAR	DIPERIKSA	DIKETAHUI	MEYETUJUI
(.....)	(.....)	(.....)	(.....)

SKALA:

1:150

NO GAMBAR:



DENAH PELAT LT 1-10

Skala 1 : 150



MATA KULIAH:

TUGAS AKHIR/SKRIPSI

JUDUL GAMBAR:

DIGAMBAR OLEH:

BINI AFRIA WIDURI
2019D18031

DOSEN PEMBIMBING

PEMBIMBING 1
MAYA SARIDEWI
PASCANAWATY., ST., MT

PEMBIMBING 2
NURUL HIDAYATI, ST., M. Eng

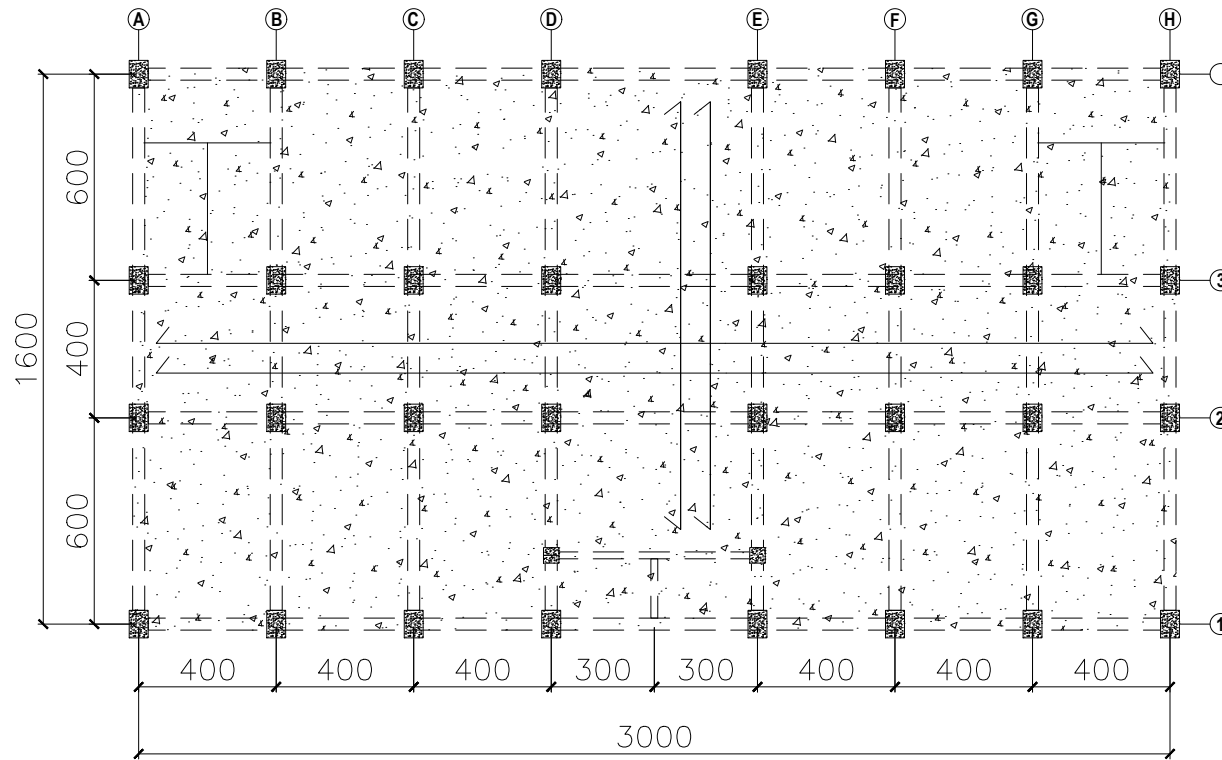
NO.	CATATAN REVISI	PARAF

DIAJUKAN

DIGAMBAR	DIPERIKSA	DIKETAHUI	MEYETUJUI
(.....)	(.....)	(.....)	(.....)

SKALA:

NO GAMBAR:



DENAH DAK ATAP
Skala 1 : 150

Lampiran 13
Data Geometri Bangunan Ketinggian
36 M



MATA KULIAH:

TUGAS AKHIR/SKRIPSI

JUDUL GAMBAR:

DENAH BALOK LT.1-3

DIGAMBAR OLEH:

BINI AFRIA WIDURI
2019D18031

DOSEN PEMBIMBING

PEMBIMBING 1
MAYA SARIDEWI
PASCANAWATY., ST., MT
PEMBIMBING 2
NURUL HIDAYATI, ST., M. Eng

NO. CATATAN REVISI PARAF

NO.	CATATAN REVISI	PARAF

DIAJUKAN

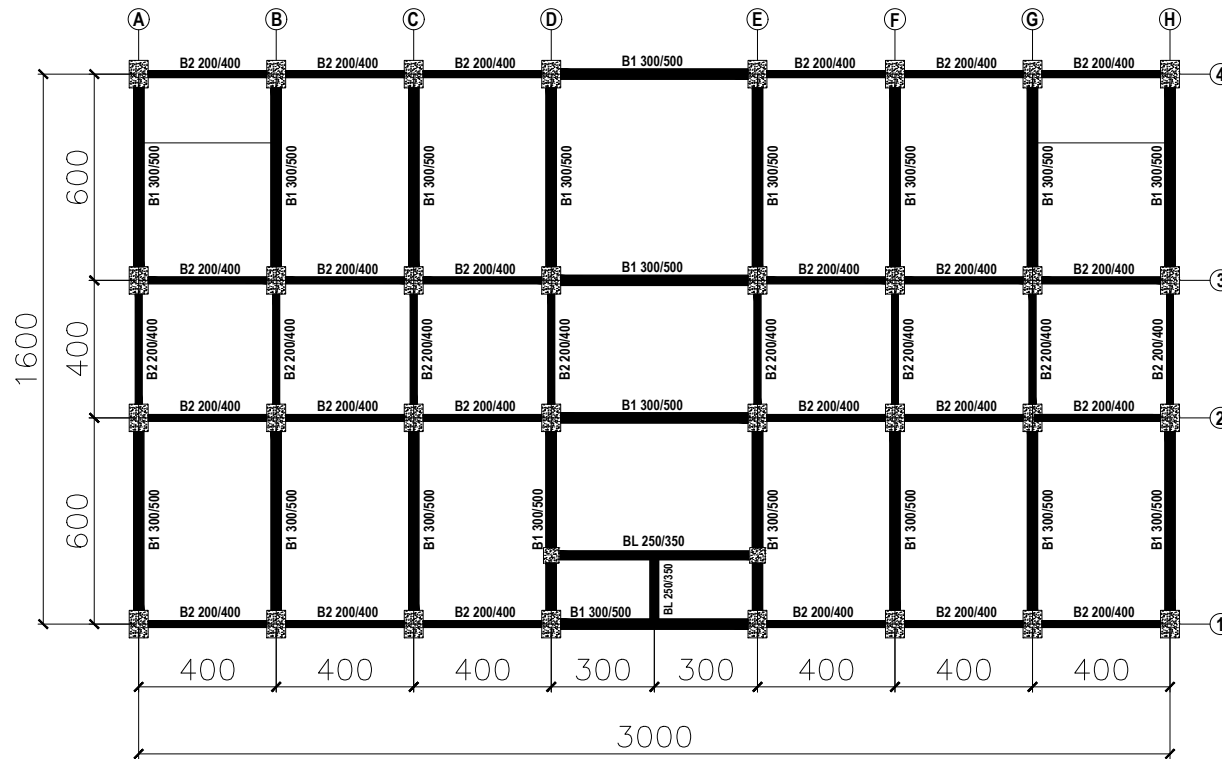
DIGAMBAR DIPERIKSA DIKETAHUI MEYETUJUI

(.....) (.....) (.....) (.....)

SKALA:

1:150

NO GAMBAR:



DENAH BALOK LT 1-3

Skala 1 : 150



MATA KULIAH:

TUGAS AKHIR/SKRIPSI

JUDUL GAMBAR:

DENAH BALOK LT.4-6

DIGAMBAR OLEH:

BINI AFIA WIDURI
2019D18031

DOSEN PEMBIMBING

PEMBIMBING 1
MAYA SARIDEWI
PASCANAWATY., ST., MT
PEMBIMBING 2
NURUL HIDAYATI, ST., M. Eng

NO. CATATAN REVISI PARAF

NO.	CATATAN REVISI	PARAF

DIAJUKAN

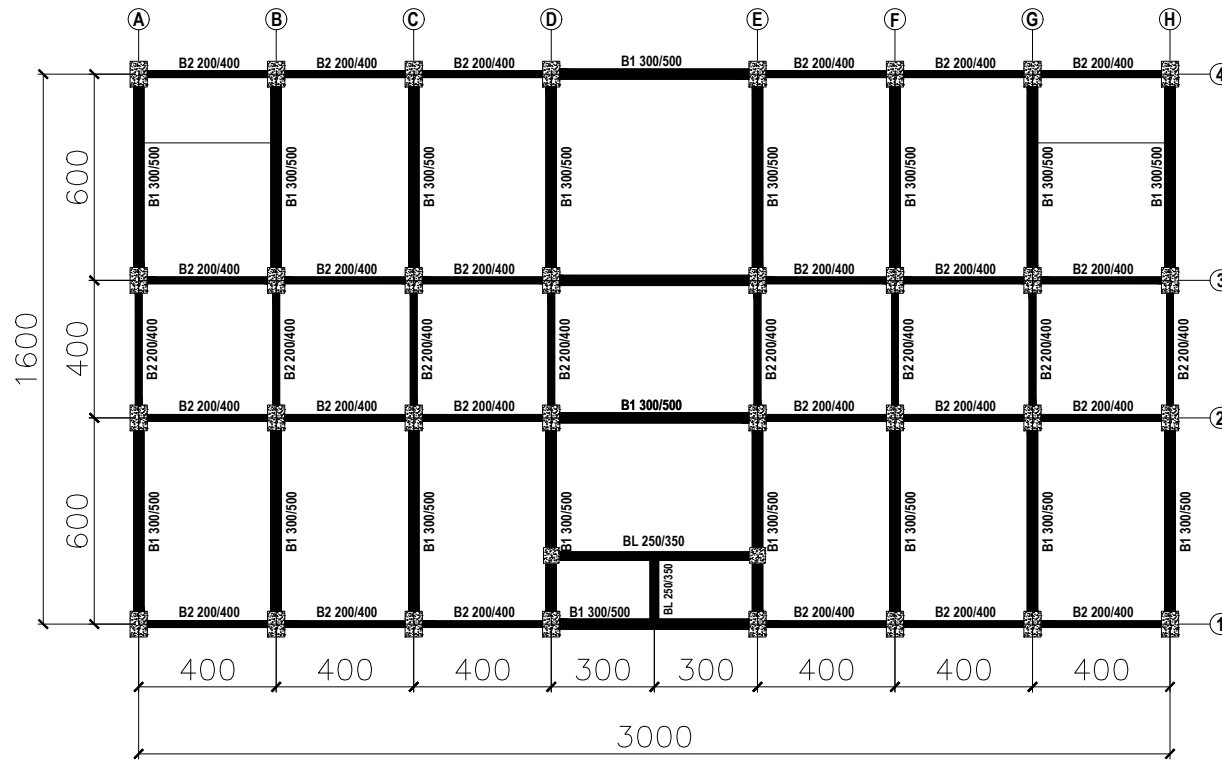
DIGAMBAR DIPERIKSA DIKETAHUI MEYETUJUI

(.....) (.....) (.....) (.....)

SKALA:

1:150

NO GAMBAR:



DENAH BALOK LT 4-6
Skala 1 : 150



MATA KULIAH:

TUGAS AKHIR/SKRIPSI

JUDUL GAMBAR:

DENAH BALOK LT.7-9

DIGAMBAR OLEH:

BINI AFRIA WIDURI
2019D18031

DOSEN PEMBIMBING

PEMBIMBING 1
MAYA SARIDEWI
PASCANAWATY., ST., MT
PEMBIMBING 2
NURUL HIDAYATI, ST., M. Eng

NO. CATATAN REVISI PARAF

NO.	CATATAN REVISI	PARAF

DIAJUKAN

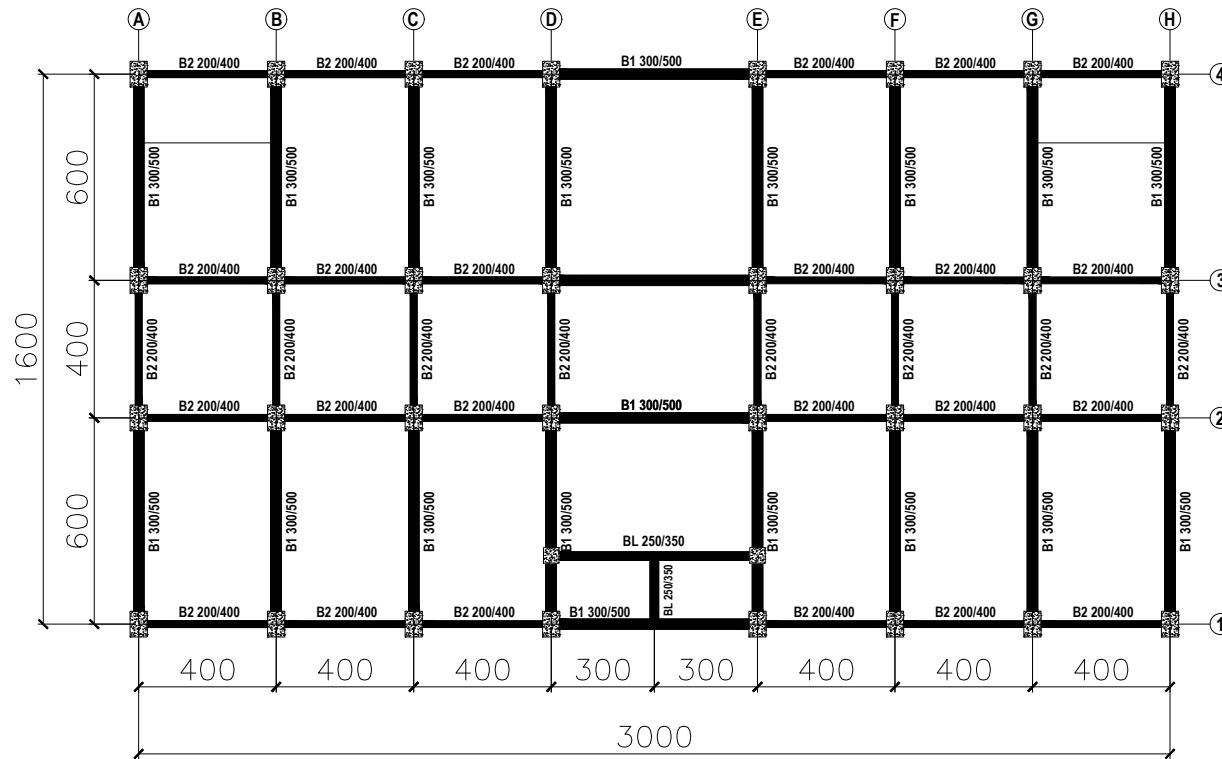
DIGAMBAR DIPERIKSA DIKETAHUI MEYETUJUI

(.....) (.....) (.....) (.....)

SKALA:

1:150

NO GAMBAR:



DENAH BALOK LT 7-8
Skala 1 : 150



MATA KULIAH:

TUGAS AKHIR/SKRIPSI

JUDUL GAMBAR:

DENAH RING BALOK

DIGAMBAR OLEH:

BINI AFIA WIDURI
2019D18031

DOSEN PEMBIMBING

PEMBIMBING 1
MAYA SARIDEWI
PASCANAWATY., ST., MT
PEMBIMBING 2
NURUL HIDAYATI, ST., M. Eng

NO. CATATAN REVISI PARAF

NO.	CATATAN REVISI	PARAF

DIAJUKAN

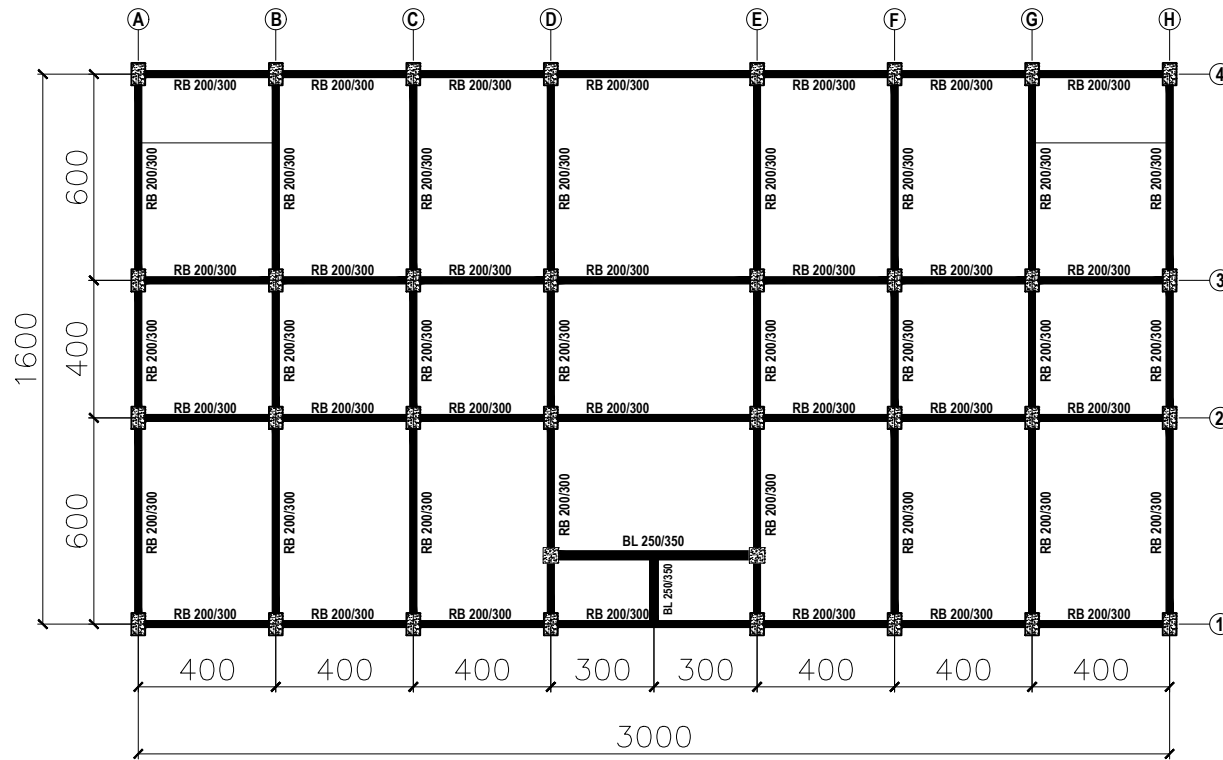
DIGAMBAR DIPERIKSA DIKETAHUI MEYETUUI

(.....) (.....) (.....) (.....)

SKALA:

1:150

NO GAMBAR:



DENAH RING BALOK

Skala 1 : 150



MATA KULIAH:

TUGAS AKHIR/SKRIPSI

JUDUL GAMBAR:

DENAH KOLOM LT.1-3

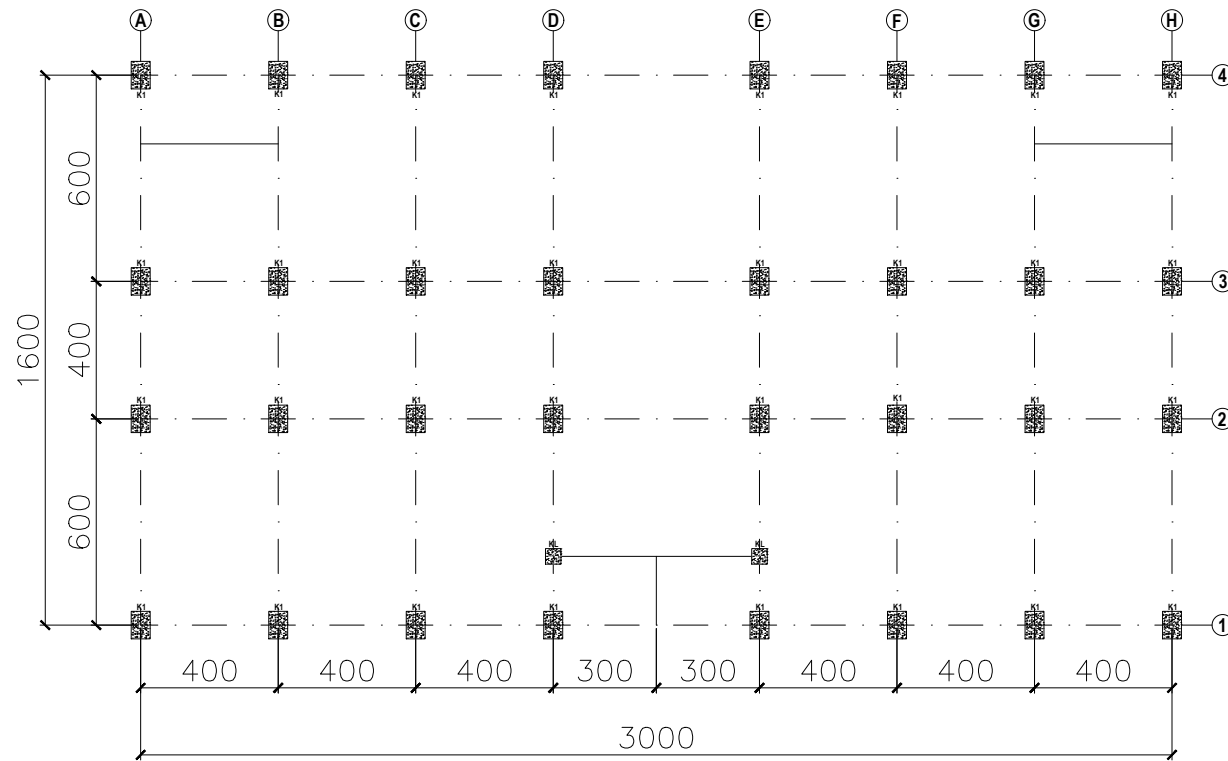
DIGAMBAR OLEH:

BINI AFIA WIDURI
2019D18031

DOSEN PEMBIMBING

PEMBIMBING 1
MAYA SARIDEWI
PASCANAWATY., ST., MT
PEMBIMBING 2
NURUL HIDAYATI, ST., M. Eng

NO.	CATATAN REVISI	PARAF



DENAH KOLOM LT 1-3

Skala 1 : 150

DIAJUKAN

DIGAMBAR	DIPERIKSA	DIKETAHUI	MEYETUJUI
(.....)	(.....)	(.....)	(.....)

(.....) (.....) (.....) (.....)

SKALA:

1:150

NO GAMBAR:



MATA KULIAH:

TUGAS AKHIR/SKRIPSI

JUDUL GAMBAR:

DENAH KOLOM LT.4-6

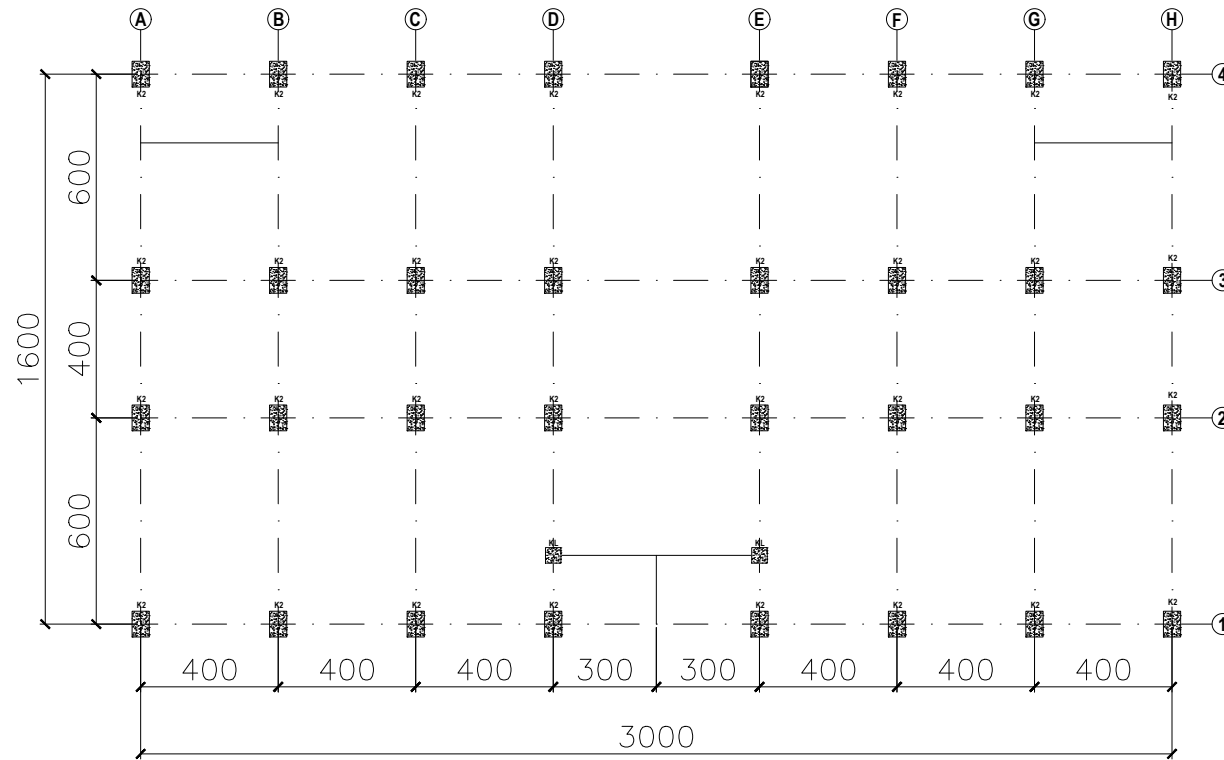
DIGAMBAR OLEH:

BINI AFIA WIDURI
2019D18031

DOSEN PEMBIMBING

PEMBIMBING 1
MAYA SARIDEWI
PASCANAWATY., ST., MT
PEMBIMBING 2
NURUL HIDAYATI, ST., M. Eng

NO.	CATATAN REVISI	PARAF



DENAH KOLOM LT 4-6
Skala 1 : 150

DIAJUKAN

DIGAMBAR	DIPERIKSA	DIKETAHUI	MEYETUJUI
(.....)	(.....)	(.....)	(.....)

SKALA:

1:150

NO GAMBAR:



MATA KULIAH:

TUGAS AKHIR/SKRIPSI

JUDUL GAMBAR:

DENAH KOLOM LT.7-9

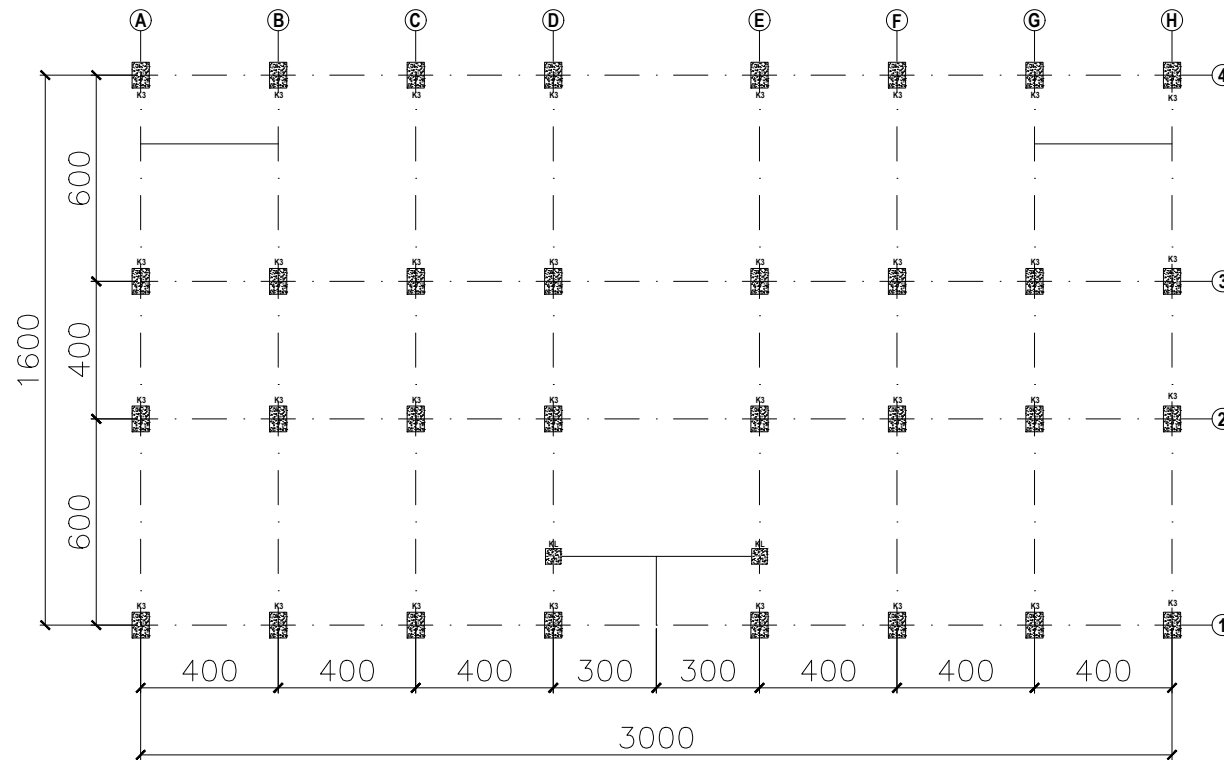
DIGAMBAR OLEH:

BINI AFIA WIDURI
2019D18031

DOSEN PEMBIMBING

PEMBIMBING 1
MAYA SARIDEWI
PASCANAWATY., ST., MT
PEMBIMBING 2
NURUL HIDAYATI, ST., M. Eng

NO.	CATATAN REVISI	PARAF



DENAH KOLOM LT 7-9
Skala 1 : 150

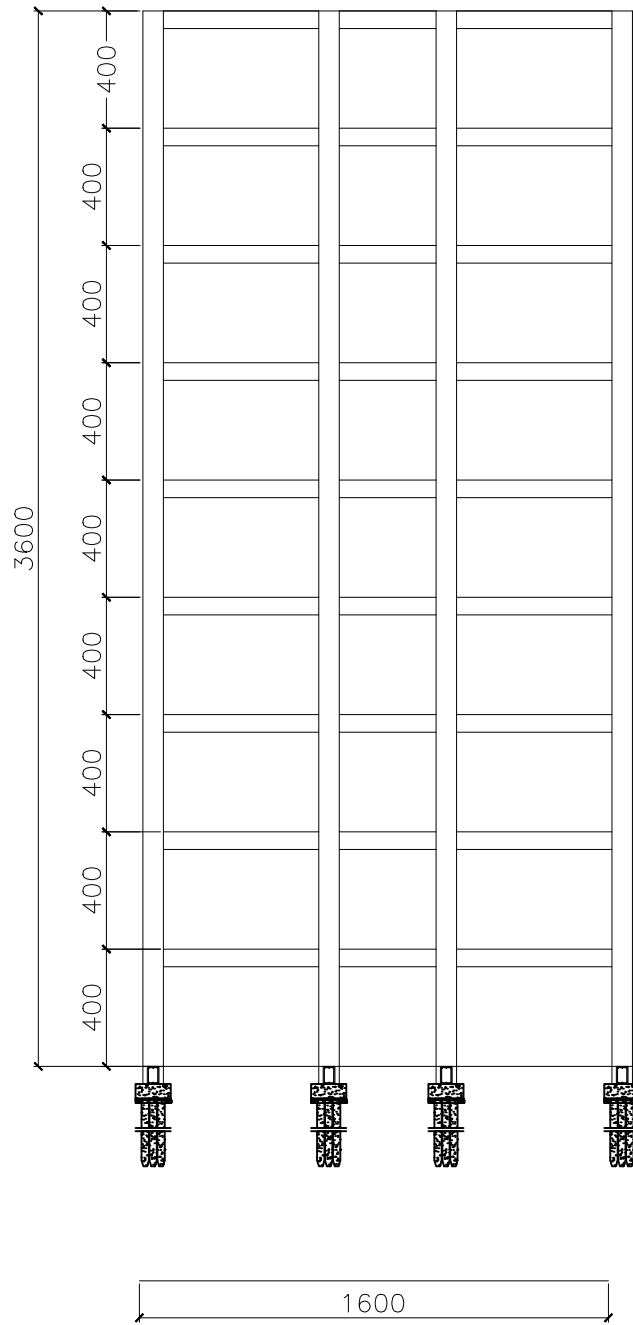
DIAJUKAN

DIGAMBAR	DIPERIKSA	DIKETAHUI	MEYETUJUI
(.....)	(.....)	(.....)	(.....)


SKALA:

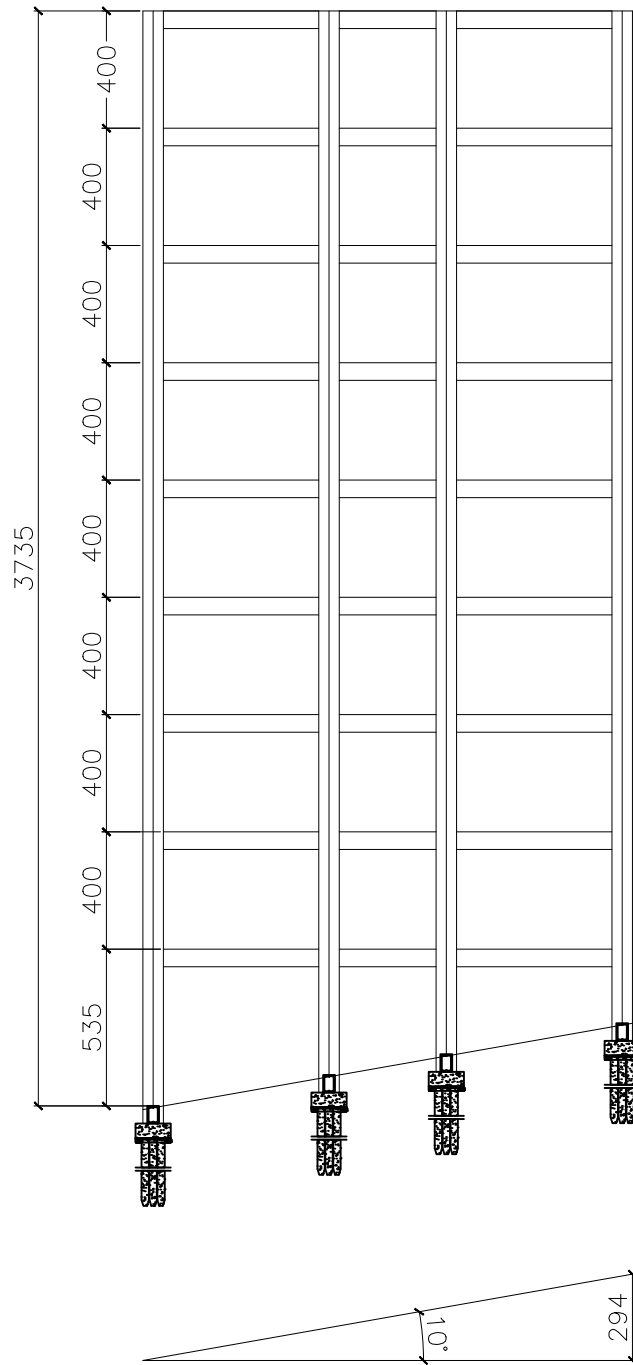
1:150

NO GAMBAR:




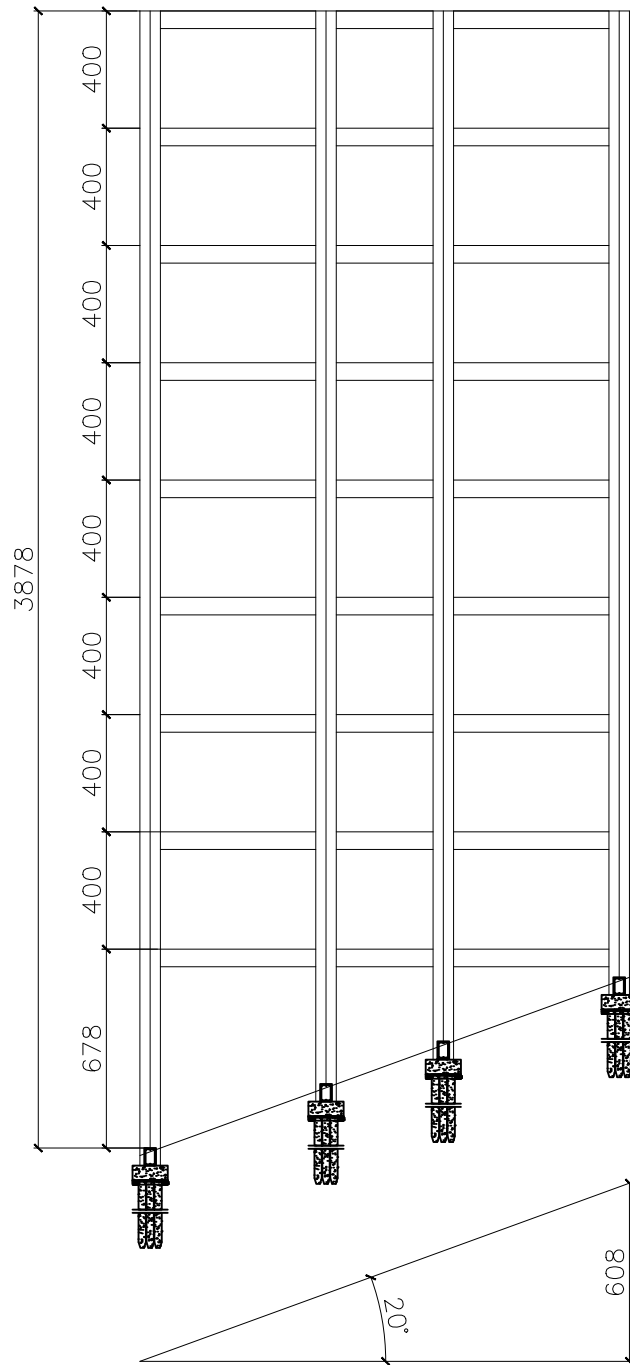
KEMIRINGAN MODEL 0 DERAJAT
 Skala 1 : 175

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MATARAM (UMMAT) 	JUDUL GAMBAR : KEMIRINGAN MODEL 0 DERAJAT		NO. CATATAN REVISI	PARAF	DIGAMBAR (.....)	SKALA. 1:175		
	DIGAMBAR OLEH BINI AFIFIA WIDURI 2019D18031	DOSEN PEMBIMBING DOSEN PEMBIMBING 1 MAYA SARIDEWI PASCANAWATY, ST., MT DOSEN PEMBIMBING 2 NURUL HIDAYATI, ST., M. Eng					DIPERIKSA (.....)	NO GAMBAR.




KEMIRINGAN MODEL 10 DERAJAT
 Skala 1 : 175

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MATARAM (UMMAT) 	JUDUL GAMBAR : KEMIRINGAN MODEL 10 DERAJAT		NO. 	CATATAN REVISI 	PARAF 	DIGAMBAR 	SKALA.
	DIGAMBAR OLEH 	DOSEN PEMBIMBING 					
	BINI AFIFIA WIDURI 2019D18031	DOSEN PEMBIMBING 1 MAYA SARIDEWI PASCANAWATY, ST., MT DOSEN PEMBIMBING 2 NURUL HIDAYATI, ST., M. Eng					
						(.....) DIPERIKSA (.....)	NO GAMBAR.



KEMIRINGAN MODEL 20 DERAJAT
Skala 1 : 175

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MATARAM (UMMAT) 	JUDUL GAMBAR : KEMIRINGAN MODEL 20 DERAJAT		NO. CATATAN REVISI PARAF DIGAMBAR SKALA.	(.....) DIPERIKSA NO GAMBAR. (.....)
	DIGAMBAR OLEH BINI AFIFIA WIDURI 2019D18031	DOSEN PEMBIMBING DOSEN PEMBIMBING 1 MAYA SARIDEWI PASCANAWATY, ST., MT DOSEN PEMBIMBING 2 NURUL HIDAYATI, ST., M. Eng		



MATA KULIAH:

TUGAS AKHIR/SKRIPSI

JUDUL GAMBAR:

DENAH PELAT LT.1-10

DIGAMBAR OLEH:

BINI AFRIA WIDURI
2019D18031

DOSEN PEMBIMBING

PEMBIMBING 1
MAYA SARIDEWI
PASCANAWATY., ST., MT

PEMBIMBING 2
NURUL HIDAYATI, ST., M. Eng

NO.	CATATAN REVISI	PARAF

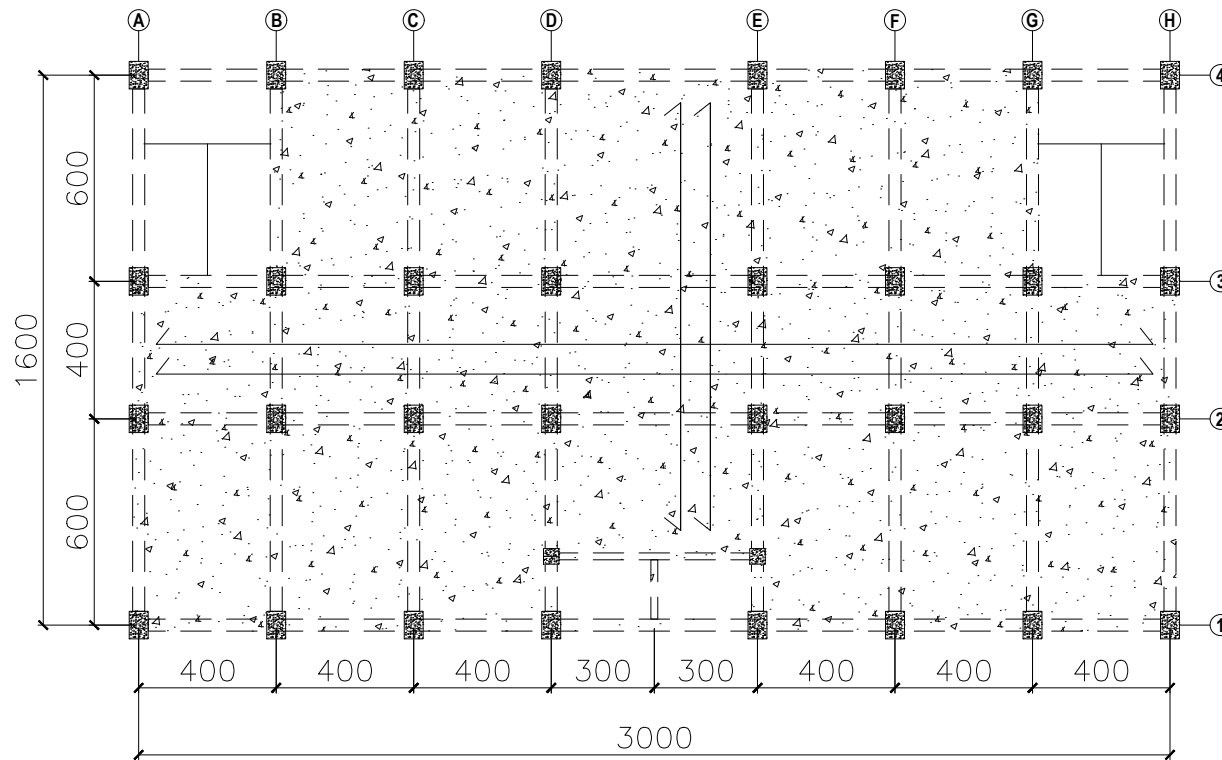
DIAJUKAN

DIGAMBAR	DIPERIKSA	DIKETAHUI	MEYETUJUI
(.....)	(.....)	(.....)	(.....)

SKALA:

1:150

NO GAMBAR:



DENAH PELAT LT 1-10

Skala 1 : 150



MATA KULIAH:

TUGAS AKHIR/SKRIPSI

JUDUL GAMBAR:

DIGAMBAR OLEH:

BINI AFRIA WIDURI
2019D18031

DOSEN PEMBIMBING

PEMBIMBING 1
MAYA SARIDEWI
PASCANAWATY., ST., MT

PEMBIMBING 2
NURUL HIDAYATI, ST., M. Eng

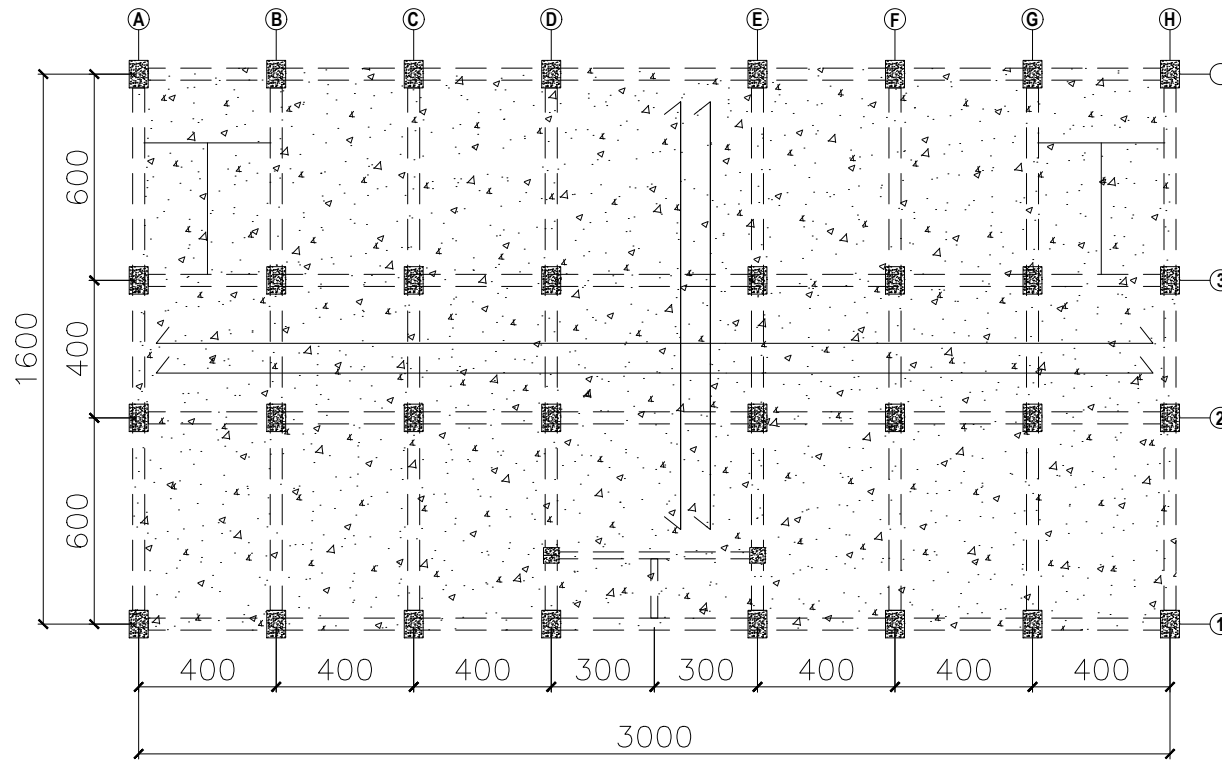
NO.	CATATAN REVISI	PARAF

DIAJUKAN

DIGAMBAR	DIPERIKSA	DIKETAHUI	MEYETUJUI
(.....)	(.....)	(.....)	(.....)

SKALA:

NO GAMBAR:



DENAH DAK ATAP
Skala 1 : 150