

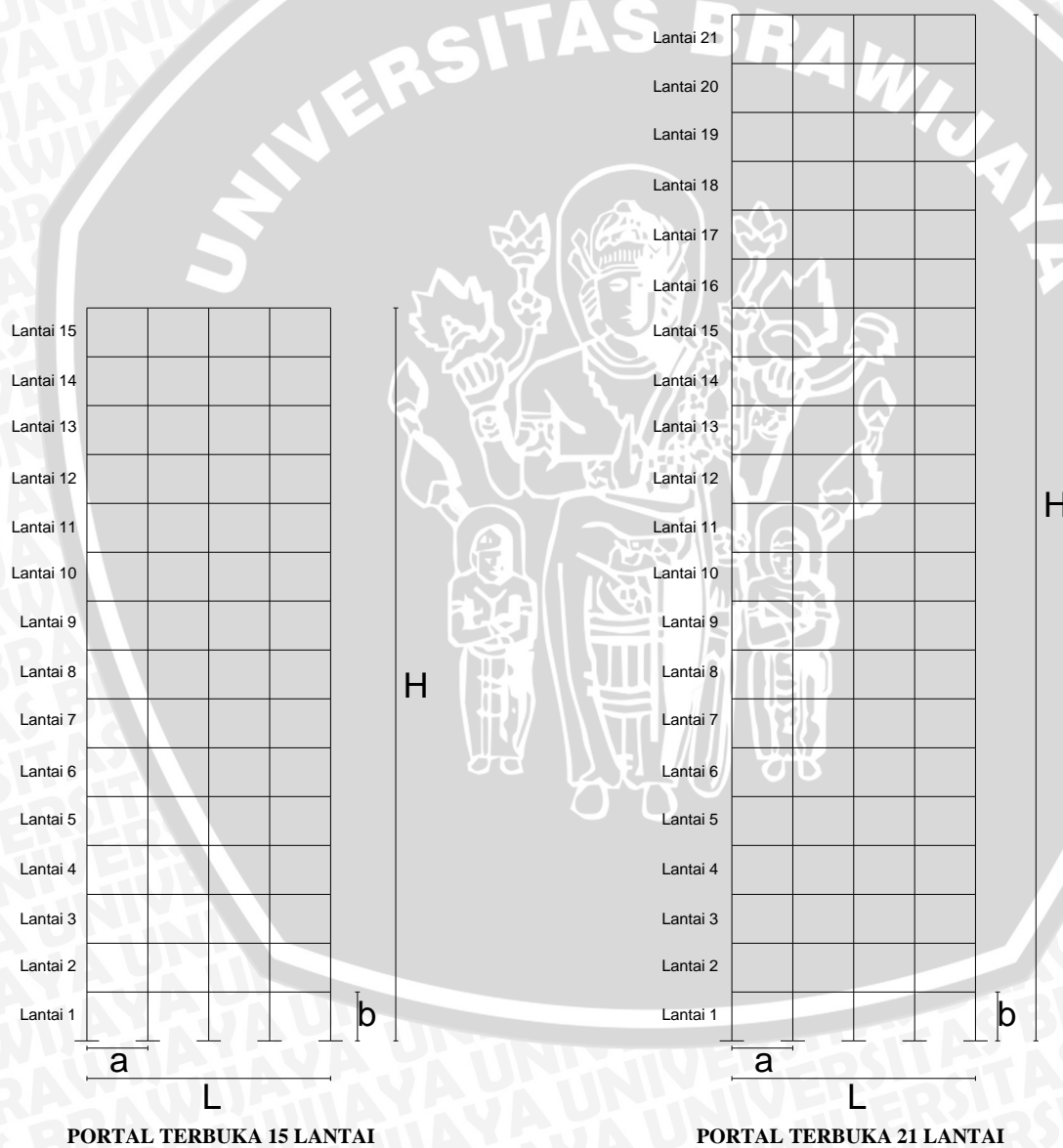
BAB IV

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

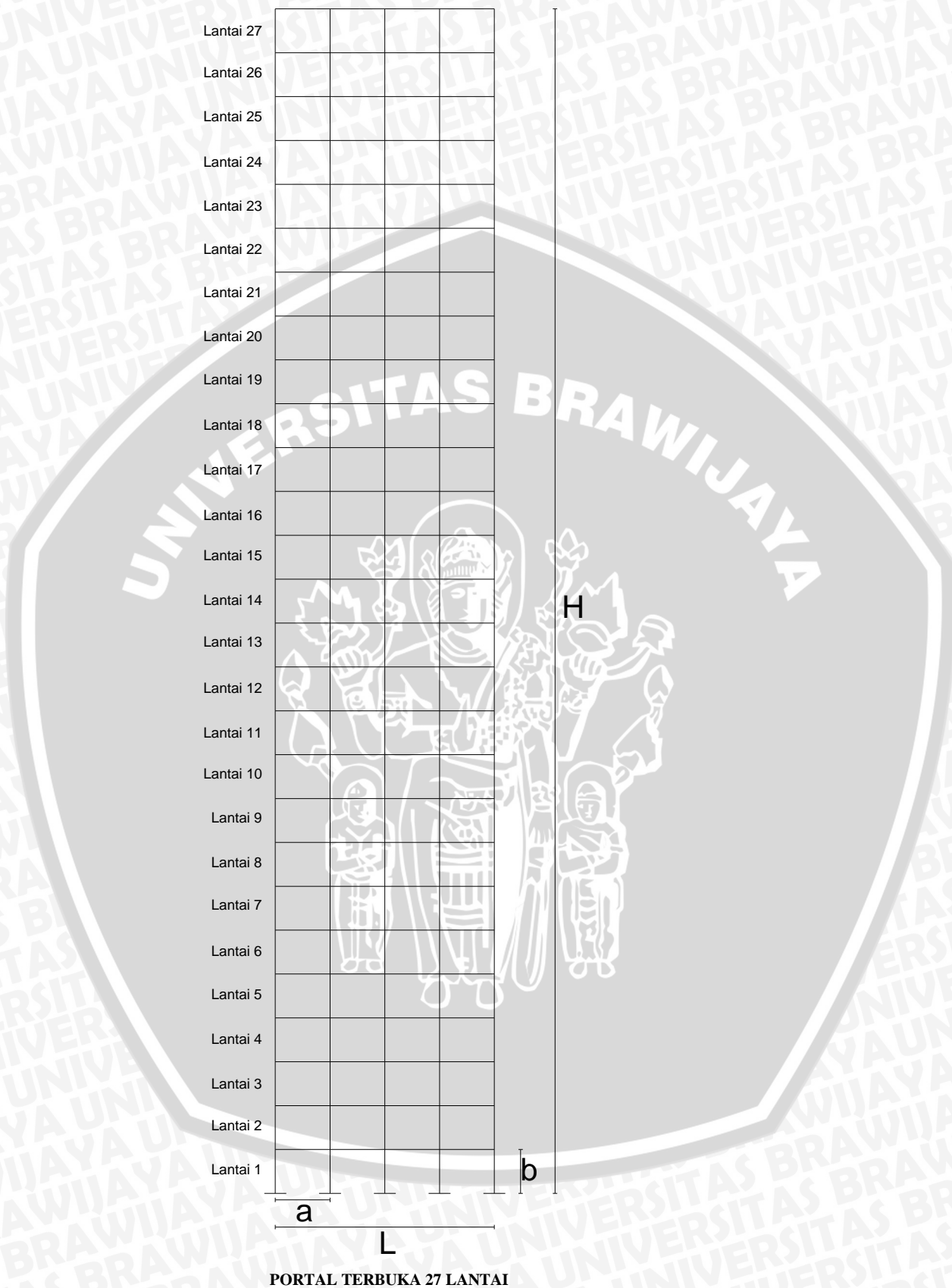
4.1. Data Perencanaan

Dalam melakukan proses analisis terhadap portal baja perlu disiapkan beberapa data awal yang meliputi data geometri portal dan spesifikasi bahan yang dipakai yaitu berupa baja sesuai pada tabel profil AISC. Berikut ini merupakan data-data yang akan digunakan dalam proses analisis :

4.1.1. Geometri Struktur



Gambar 4.1 Geometri Struktur dan Perletakan Profil Balok Kolom Portal 15 dan 21 lantai.



Gambar 4.2 Geometri Struktur dan Perletakan Profil Balok Kolom Portal 27 lantai.

Data	:	Jarak antar portal	:	7 m
		Panjang bangunan	:	84 m
		Lebar bangunan	:	20 m
		Tinggi portal 15 lantai	:	60 m
		Tinggi portal 21 lantai	:	84 m
		Tinggi portal 27 lantai	:	108 m
		Jarak antar kolom	:	5 m
		Jarak antar balok	:	4 m

4.1.2. Profil Baja

- Profil Balok Kolom dibawah sudah dihitung dan direncanakan pada penelitian sebelumnya yang tersaji di bawah ini :

Tabel 4.1 Profil Balok Portal 15 Lantai (Widyani, 2009).

<i>Profil</i>	<i>w</i> (kg/m)	<i>A</i> (cm ²)	<i>I_x</i> (cm ⁴)	<i>I_y</i> (cm ⁴)	<i>r_x</i> (cm)	<i>r_y</i> (cm)	<i>S_x</i> (cm ³)	<i>S_y</i> (cm ³)
W 27 X 94	139.87	178.67	513524.07	19473.08	27.69	5.38	10779.93	1100.17
W 24 X 94	139.87	178.67	424010.70	17117.47	25.07	5.03	9848.33	1064.68
W 21 X 93	138.38	176.09	325074.87	14589.11	22.10	4.67	4524.91	980.40
W 18 X 65	96.72	123.20	168033.87	8605.85	19.02	4.29	5633.96	700.92
W 14 X 34	50.59	64.50	53393.94	3659.06	14.81	3.89	2155.99	306.54

Tabel 4.2 Profil Kolom Portal 15 Lantai (Widyani, 2009).

<i>Profil</i>	<i>w</i> (kg/m)	<i>A</i> (cm ²)	<i>I_x</i> (cm ⁴)	<i>I_y</i> (cm ⁴)	<i>r_x</i> (cm)	<i>r_y</i> (cm)	<i>S_x</i> (cm ³)	<i>S_y</i> (cm ³)
W 27 X 114	214.27	216.08	642297.68	24969.52	27.94	5.54	13264.20	1397.40
W 24 X 94	139.87	178.67	513524.07	19473.08	27.69	5.38	10779.93	1100.17
W 21 X 93	138.38	176.09	325074.87	14589.11	22.10	4.67	4524.91	980.40
W 18 X 50	74.40	94.82	125632.80	6297.34	18.75	4.19	3943.77	474.67
W 14 X 48	71.42	90.95	76164.88	8071.91	14.86	4.85	3118.64	567.83

Tabel 4.3 Profil Balok Portal 21 Lantai (Widyani, 2009).

<i>Profil</i>	<i>w</i> (kg/m)	<i>A</i> (cm ²)	<i>I_x</i> (cm ⁴)	<i>I_y</i> (cm ⁴)	<i>r_x</i> (cm)	<i>r_y</i> (cm)	<i>S_x</i> (cm ³)	<i>S_y</i> (cm ³)
W 30 X 90	133.92	170.28	568488.41	18059.71	29.718	5.309	10868.66	980.40
W 27 X 84	124.99	159.96	447566.85	16656.35	27.178	5.258	9449.08	940.47
W 24 X 84	124.99	159.315	372187.17	14824.67	24.867	4.953	8694.93	927.16
W 21 X 93	138.38	176.09	325074.87	14589.11	22.10	4.67	4524.91	980.40
W 21 X 62	92.26	118.035	208864.53	9029.86	21.692	4.496	5633.96	616.63
W 21 X 57	84.82	107.715	183737.97	4805.45	21.234	3.429	4924.17	414.78
W 16 X 36	53.57	68.37	70354.37	3847.50	16.535	3.861	2506.45	310.53

Tabel 4.4 Profil Kolom Portal 21 Lantai (Widyani, 2009).

<i>Profil</i>	<i>w</i> (kg/m)	<i>A</i> (cm ²)	<i>I_x</i> (cm ⁴)	<i>I_y</i> (cm ⁴)	<i>r_x</i> (cm)	<i>r_y</i> (cm)	<i>S_x</i> (cm ³)	<i>S_y</i> (cm ³)
W 33 X 169	251.47	319.28	1458910.88	48682.71	34.80	6.35	24354.66	3278.34
W 33 X 141	209.81	268.32	1169955.44	38632.09	34.04	6.17	19874.12	1894.25
W 30 X 116	172.61	220.59	774212.12	25754.72	30.48	5.56	14595.05	1388.53
W 30 X 99	147.31	187.70	626593.58	20101.25	29.72	5.33	11933.34	1086.87
W 24 X 76	113.09	148.48	329786.10	12955.88	24.61	4.88	7807.69	816.26
W 21 X 62	92.26	118.04	208864.53	9029.86	21.69	4.50	5633.96	616.63
W 14 X 43	63.98	81.27	67213.55	7098.25	22.40	4.80	2781.49	501.29

Tabel 4.5 Profil Balok Portal 27 Lantai (Widyani, 2009).

<i>Profil</i>	<i>w</i> (kg/m)	<i>A</i> (cm ²)	<i>I_x</i> (cm ⁴)	<i>I_y</i> (cm ⁴)	<i>r_x</i> (cm)	<i>r_y</i> (cm)	<i>S_x</i> (cm ³)	<i>S_y</i> (cm ³)
W 33 X 118	175.58	223.82	926451.89	29366.67	33.02	5.89	15925.91	1446.20
W 30 X 108	160.70	204.47	701973.26	22927.99	30.23	5.46	13264.20	1237.70
W 30 X 90	133.92	170.28	568488.41	18059.71	29.72	5.31	10868.66	980.40
W 27 X 84	124.99	159.96	447566.85	16646.35	27.18	5.26	9449.08	940.47
W 24 X 84	124.99	159.32	372187.17	14824.67	24.87	4.95	8694.93	927.16
W 21 X 93	138.38	176.09	325074.87	14589.11	22.10	4.67	4524.91	980.40
W 21 X 62	92.26	118.04	208864.53	9029.86	21.69	4.50	5633.96	616.63
W 21 X 57	84.82	107.72	183737.97	4805.45	21.23	3.43	4924.17	414.78
W 16 X 40	59.52	76.11	81347.24	4538.48	16.84	3.99	2870.21	36598.54

Tabel 4.6 Profil Kolom Portal 27 Lantai (Widyani, 2009).

<i>Profil</i>	<i>w</i> (kg/m)	<i>A</i> (cm ²)	<i>I_x</i> (cm ⁴)	<i>I_y</i> (cm ⁴)	<i>r_x</i> (cm)	<i>r_y</i> (cm)	<i>S_x</i> (cm ³)	<i>S_y</i> (cm ³)
W 36 X 232	133.92	170.28	568488.41	18059.71	29.718	5.309	10868.66	980.40
W 36 X 194	124.99	159.96	447566.85	16656.35	27.178	5.258	9449.08	940.47
W 36 X 170	124.99	159.315	372187.17	14824.67	24.867	4.953	8694.93	927.16
W 36 X 150	138.38	176.09	325074.87	14589.11	22.10	4.67	4524.91	980.40
W 33 X 62	92.26	118.035	208864.53	9029.86	21.692	4.496	5633.96	616.63
W 21 X 57	84.82	107.715	183737.97	4805.45	21.234	3.429	4924.17	414.78
W 16 X 36	53.57	68.37	70354.37	3847.50	16.535	3.861	2506.45	310.53
W 21 X 57	84.82	107.715	183737.97	4805.45	21.234	3.429	4924.17	414.78
W 16 X 36	53.57	68.37	70354.37	3847.50	16.535	3.861	2506.45	310.53

- Profil Pengaku sudah dihitung pada penelitian sebelumnya yang tersaji pada tabel di bawah ini :

Tabel 4.7 Profil Pengaku Portal 15 Lantai (Widyani, 2009).

<i>Profil</i>	<i>w</i> (kg/m)	<i>A</i> (cm ²)	<i>I_x</i> (cm ⁴)	<i>I_y</i> (cm ⁴)	<i>r_x</i> (cm)	<i>r_y</i> (cm)	<i>S_x</i> (cm ³)	<i>S_y</i> (cm ³)
L 5 X 5 X 7/8	40.47	51.484	2795.33	2795.33	3.78	3.78	229.35	229.35
L 5 X 5 X 3/4	35.12	44.774	2465.54	2465.54	3.84	3.84	200.96	200.96
L 5 X 5 X 5/8	29.76	37.806	2135.76	2135.76	3.86	3.86	171.24	171.24
L 5 X 5 X 1/2	24.11	30.645	1774.56	1774.56	3.91	3.91	140.18	140.18
L 4 X 4 X 1/2	19.05	24.194	2010.72	2010.72	3.10	3.10	87.39	87.39

Tabel 4.8 Profil Pengaku Portal 21 Lantai (Widyani, 2009).

<i>Profil</i>	<i>w</i> (kg/m)	<i>A</i> (cm ²)	<i>I_x</i> (cm ⁴)	<i>I_y</i> (cm ⁴)	<i>r_x</i> (cm)	<i>r_y</i> (cm)	<i>S_x</i> (cm ³)	<i>S_y</i> (cm ³)
L 6 X 6 X 6/16	18.45	23.548	2041.53	2041.53	4.8	4.8	131.75	131.75
L 5 X 5 X 7/8	40.47	51.484	2795.33	2795.33	3.78	3.78	229.35	229.35
L 5 X 5 X 3/4	35.12	44.774	2465.54	2465.54	3.84	3.84	200.96	200.96
L 5 X 5 X 5/8	29.76	37.806	2135.76	2135.76	3.86	3.86	171.24	171.24
L 5 X 5 X 1/2	24.11	30.645	1774.56	1774.56	3.91	3.91	140.18	140.18
L 4 X 4 X 3/4	27.53	35.097	1204.50	1204.50	3.02	3.02	124.66	124.66
L 4 X 4 X 1/2	19.05	24.194	2010.12	2010.12	3.10	3.10	87.39	87.39

Tabel 4.9 Profil Pengaku Portal 27 Lantai (Widyani, 2009).

<i>Profil</i>	<i>w</i> (kg/m)	<i>A</i> (cm ²)	<i>I_x</i> (cm ⁴)	<i>I_y</i> (cm ⁴)	<i>r_x</i> (cm)	<i>r_y</i> (cm)	<i>S_x</i> (cm ³)	<i>S_y</i> (cm ³)
L 6 X 6 X 3/8	22.17	28.129	2418.43	2418.43	4.78	4.78	156.60	156.60
L 5 X 5 X 6/16	18.45	23.548	2041.53	2041.53	4.8	4.8	131.75	131.75
L 5 X 5 X 7/8	40.47	51.484	2795.33	2795.33	3.78	3.78	229.35	229.35
L 5 X 5 X 3/4	35.12	44.774	2465.54	2465.54	3.84	3.84	200.96	200.96
L 5 X 5 X 5/8	29.76	37.806	2135.76	2135.76	3.86	3.86	171.24	171.24
L 5 X 5 X 1/2	24.11	30.645	1774.56	1774.56	3.91	3.91	140.18	140.18
L 5 X 5 X 7/16	21.28	26.968	1570.41	1570.41	3.94	3.94	123.77	123.77
L 4 X 4 X 5/8	23.36	29.742	1045.89	1045.89	3.05	3.05	106.47	106.47
L 4 X 4 X 7/16	16.81	21.355	780.49	780.49	3.12	3.12	77.63	77.63

4.1.3. Data-data terhitung dari Struktur

Berat Isi Beton Ringan Struktural	: 1950 kg/m ³
Berat Isi Bata Merah	: 1500 kg/m ³
Berat Isi Beton Aerasi	: 300 kg/m ³
Berat Jenis Kaca	: 10 kg/m ²
Berat Jenis Kayu	: 900 kg/m ²
Berat Hujan	: 20 kg/m ²
Beban Guna	: 100 kg/m ²
Beban Hidup Lantai	: 250 kg/m ²

- Dinding

Dinding bangunan ini didesain pada dinding luar atau tepinya berupa pasangan bata merah dan kaca, sedangkan pada dinding partisipasinya terbuat dari beton aerasi. Berikut ini perhitungan komposisi volumenya :

Volume dinding bata merah arah memanjang :

$$\text{Volume} = 84 \text{ m} \times 0.15 \text{ m} \times 1 \text{ m} = 12.6 \text{ m}^3$$

Volume dinding kaca (3 mm) arah memanjang :

$$\text{Volume} = 84 \text{ m} \times 1.5 \text{ m} = 126 \text{ m}^2$$

Volume dinding arah melintang :

$$\text{Volume} = 20 \text{ m} \times 4 \text{ m} \times 0.15 \text{ m} = 12 \text{ m}^3$$

Volume dinding partisi arah memanjang :

$$\text{Volume} = 75\% \times 84 \text{ m} \times 4 \text{ m} \times 0.05 \text{ m} = 12.6 \text{ m}^3$$

4.2. Perhitungan Beban yang Bekerja pada Portal

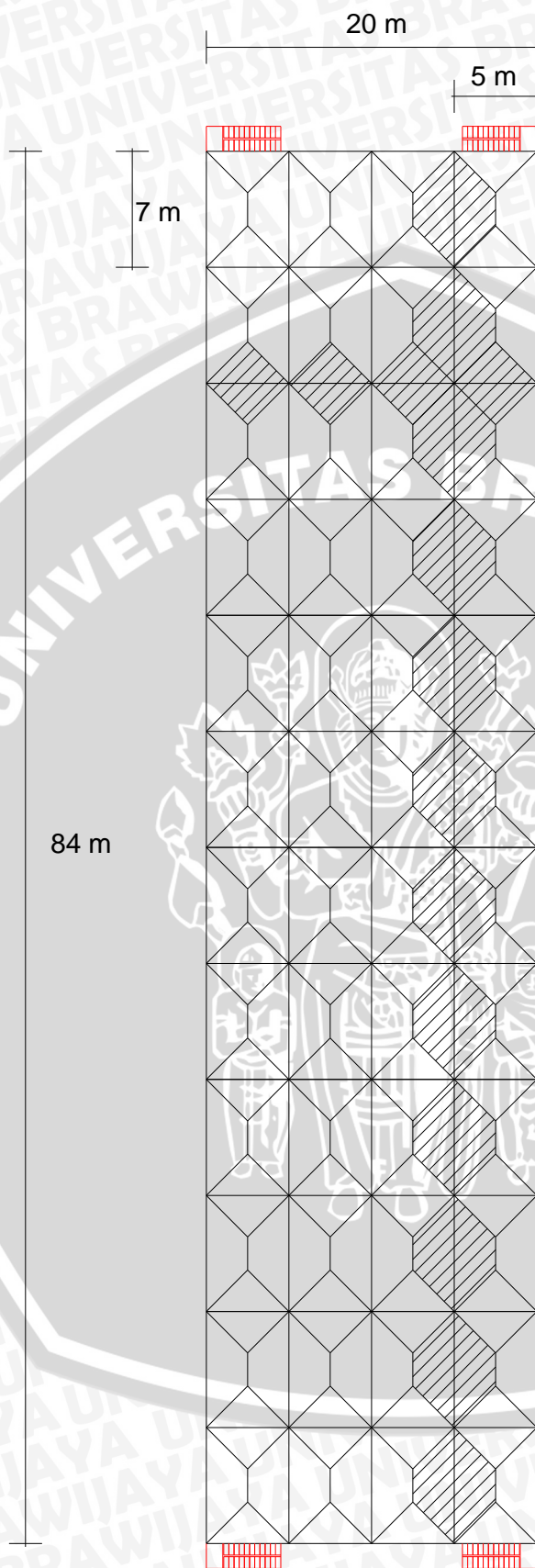
Hal yang perlu diperhatikan dalam menganalisis perpindahan dinamis pada suatu struktur portal baja bertingkat adalah besarnya beban-beban yang bekerja pada struktur portal tersebut. Beban yang direncanakan membebani portal tersebut adalah beban vertical yaitu beban sendiri, beban mati, beban hidup dan beban hujan serta berupa beban horizontal yang dianalogikan sebagai beban gempa dalam hal ini ditentukan dengan respon spektra. Penentuan beban-beban diatas direncanakan sesuai dengan pedoman peraturan yang berlaku. Analisis struktur yang dipakai dalam analisis portal ini berupa analisis struktur non komposit dimana plat beton dan balok baja tidak dihubungkan, tetapi plat beton hanya menumpang atau membebani balok dan kolom. Dalam analisis ini juga mengabaikan perhitungan tulangan plat beton karena menggunakan beton pracetak.

4.2.1. Pembebanan Gravitasi

Beban mati dan beban hidup didapatkan dari beban balok, beban plat, dan beban guna bangunan yang bekerja. Dalam analisis portal ini dari tujuh portal diambil satu portal saja yang berada di bagian tengah karena portal tersebut mendapatkan beban maksimum, sehingga portal tersebut dapat dijadikan acuan dalam merencanakan kelima portal lainnya. Jenis bahan yang bekerja antara tingkat atap dan tingkat bawahnya pun berbeda tergantung dari pembebanan di atasnya. Tingkat atap dibebani oleh plat atap, rangka atap, dan beban hujan. Sedangkan tingkat dibawahnya dibebani oleh plat lantai, rangka plafon, keramik, dan dinding. Beba mati dan hidup yang bekerja pada struktur tersebut berpedoman pada Peraturan Pembebanan Indonesia untuk Gedung tahun 1983.

Beban umumnya dibagi menjadi dua yaitu beban terpusat dan merata. Untuk mendapatkan beban merata, plat yang bekerja pada portal diasumsikan menggunakan plat beton dengan tebal 10 cm untuk plat atap dan 12 cm untuk plat lantai. Plat yang dipakai berdimensi 5 x 7 m. Beban plat tersebut ditransformasikan menjadi beban segitiga dan beban trapezium yang kemudian diubah menjadi beban merata yang bekerja di sepanjang bentang.

Dinding yang dipakai dalam analisis ini menggunakan dinding dengan tebal 15 cm pada dinding bagian tepi dan bagian dalam menggunakan dinding partisi yang terbuat dari beton aerasi. Berat dinding tepi hanya dihitung 50% dari berat dinding penuh, karena sebagian dinding luar dipasang kaca. Sedangkan pada dinding bagian dalam, berat dinding arah memanjang, dan melintangnya direduksi 60% dari totalnya karena tidak semua bagian ruangan tersekat dan memperhitungkan adanya pintu/jendela. Untuk profil baja direncanakan menggunakan mutu BJ 37 yang memiliki tegangan leleh $f_y = 240$ MPa dan tegangan batas $f_u = 370$ MPa.



Gambar 4.3 Diagram Transformasi Pembebanan Plat.

Untuk perhitungan pembebanan baik beban mati atap maupun pada portal telah dihitung pada penelitian sebelumnya dan tersaji pada tabel dibawah ini :

Tabel 4.10 Beban Mati Terpusat pada Atap. (Widyani, 2009)

Lantai	Profil	Berat (kg/m)	B. Terpusat Tepi (kg)	B. Terpusat Tengah (kg)
15	W 14 x 34	50.592	4049.094	7744.044
21	W 16 x 36	53.568	4069.926	7764.876
27	W 16 x 40	59.52	4111.59	7806.54

Tabel 4.11 Beban Mati Terpusat portal 15 Lantai. (Widyani, 2009)

Lantai	Profil	Berat (kg/m)	B. Terpusat Tepi (kg)	B. Terpusat Tengah (kg)
1,2,3	W 27 x 94	134.872	5456.514	9933.944
4,5,6	W 24 x 94	139.872	5456.514	9933.944
7,8,9	W 21 x 93	138.384	5446.098	9923.528
10,11,12	W 18 x 65	96.72	5154.45	9631.88
13,14	W 14 x 34	50.592	4831.554	9308.984

Tabel 4.12 Beban Mati Terpusat portal 21 Lantai. (Widyani, 2009)

Lantai	Profil	Berat (kg/m)	B. Terpusat Tepi (kg)	B. Terpusat Tengah (kg)
1,2,3	W 30 x 90	133.92	5414.85	9892.28
4,5,6	W 27 x 84	124.992	5352.354	9829.784
7,8,9	W 24 x 84	124.992	5352.354	9829.784
10,11,12	W 21 x 93	138.384	5446.098	9923.528
13,14,15	W 21 x 62	92.256	5123.202	9600.632
16,17,18	W 21 x 57	84.816	5071.122	9548.552
19,20	W 16 x 36	53.568	4852.386	9329.816

Tabel 4.13 Beban Mati Terpusat portal 27 Lantai. (Widyani, 2009)

Lantai	Profil	Berat (kg/m)	B. Terpusat Tepi (kg)	B. Terpusat Tengah (kg)
1,2,3	W 33 x 118	175.584	5706.498	10183.928
4,5,6	W 30 x 108	160.704	5602.338	10079.768
7,8,9	W 30 x 90	133.92	5414.85	9892.28
10,11,12	W 27 x 84	124.992	5352.354	9829.784
13,14,15	W 24 x 84	124.992	5352.354	9829.784
16,17,18	W 21 x 93	138.384	5446.098	9923.528
19,20,21	W 21 x 62	92.256	5123.202	9600.632
22,23,24	W 21 x 57	84.816	5071.122	9548.552
25,26	W 16 x 36	53.568	4852.386	9329.816

4.2.2 Pembebanan Horizontal

Pada perhitungan beban horizontal, digunakan ketentuan-ketentuan yang berlaku untuk menghitung beban gempa. Dalam menghitung beban gempa langsung ditentukan berdasarkan perhitungan respon spektra yang diatur dalam SNI 03-1726-2012. Berikut ini adalah proses perhitungan respon spektra :

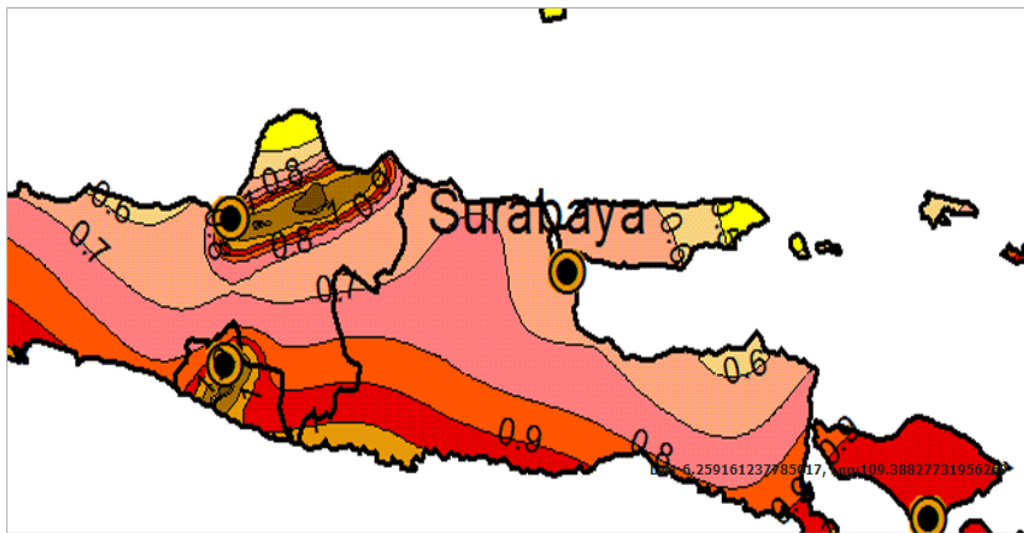
Dalam perencanaan bangunan, ada beberapa metode perhitungan pengaruh gempa, satu di antaranya adalah response spektra. Gempa merupakan getaran yang tentu saja memiliki parameter-parameter sebuah getaran, seperti frekuensi, periode, spektrum dan parameter lainnya. Dalam hal ini informasi response spektra merupakan fungsi spektra percepatan gempa (S) terhadap rentang waktu selama periode gempa berlangsung (T), disajikan secara tabular maupun grafik fungsi $S=f(T)$.

Berdasarkan SNI gempa 2012, gempa rencana ditetapkan sebagai gempa dengan kemungkinan terlewati besarnya selama umur struktur bangunan 50 tahun adalah sebesar 2 persen atau gempa dengan periode ulang 2500 tahun yang merupakan gempa maksimum yang dipertimbangkan risiko tertarget (MCE_R - *Maximum Considered Earthquake Targeted Risk*) dengan memperhitungkan:

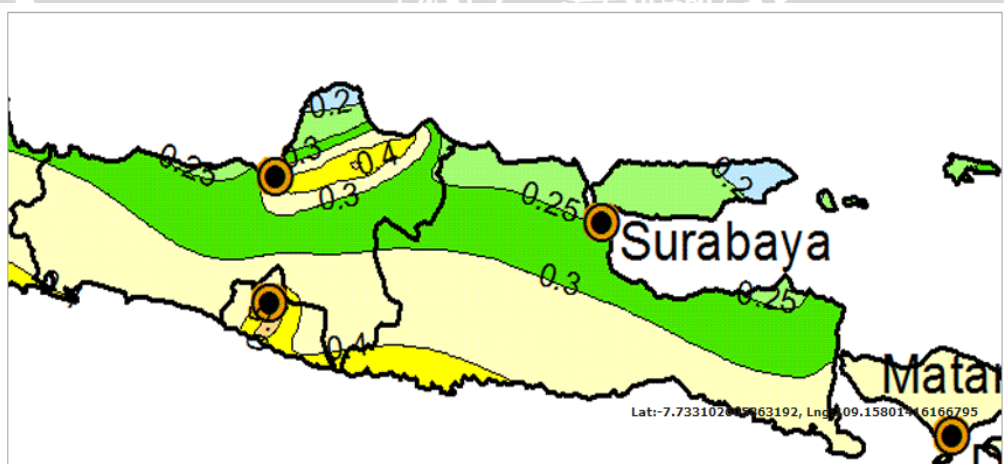
1. Gempa *Hazard* (bahaya kerusakan-MCE).
2. MCE_R *probabilistic*.
3. MCE_R *deterministic* (adanya patahan/*fault*).
4. Koefisien Risiko (C_r) atau *Collapse Fragility (Vulnerability)*: probabilitas keruntuhan struktur dengan risiko gempa = 2% umur bangunan 50 tahun.

1. Menentukan parameter percepatan tanah S_s (percepatan batuan dasar periode pendek 0,2 detik) dan S_1 (percepatan batuan dasar periode 1,0 detik).

Parameter S_s dan S_1 ditetapkan berdasarkan respons spektrum percepatan 0,2 detik dan 1 detik dalam peta gerak tanah seismik dengan kemungkinan 2 persen terlampaui dalam 50 tahun sesuai dengan lokasi yang ditinjau.



Gambar 4.4. Peta.1. MCER S_s



Gambar 4.5. Peta.2. MCER S_1

Berdasarkan dari peta zonasi gempa Indonesia didapat nilai S_s dan S_1 untuk kota Malang adalah

1. S_s (g) = 0,78
2. S_1 (g) = 0.33

(2) Menentukan klasifikasi situs.

Berdasarkan sifat-sifat tanah pada situs, maka situs diklasifikasikan sebagai kelas situs SA, SB, SC, SD, SE, atau SF yang ditampilkan pada tabel klasifikasi situs pada SNI 1726:2012 tabel 3 hal. 17 seperti dibawah ini :

Tabel 4.14. Klarifikasi Situs

Kelas situs	\bar{V}_s (m/detik)	\bar{N} atau \bar{N}_{ch}	\bar{s}_u (kPa)
SA (batuan keras)	> 1500	N/A	N/A
SB (batuan)	750 sampai 1500	N/A	N/A
SC (tanah keras, sangat padat dan batuan lunak)	350 sampai 750	>50	≥ 100
SD (tanah sedang)	175 sampai 350	15 sampai 50	50 sampai 100
SE (tanah lunak)	< 175	<15	< 50
	Atau setiap profil tanah yang mengandung lebih dari 3 m tanah dengan karakteristik sebagai berikut : 1. Indeks plastisitas, $PI > 20$, 2. Kadar air, $w \geq 40$ persen, dan Kuat geser niralir $\bar{s}_u < 25$ kPa		
SF (tanah khusus, yang membutuhkan investigasi geoteknik spesifik dan analisis respons spesifik-situs yang mengikuti Pasal 6.9.1)	Setiap profil lapisan tanah yang memiliki salah satu atau lebih dari karakteristik berikut: - Rawan dan berpotensi gagal atau runtuh akibat beban gempa seperti mudah likuifaksi, lempung sangat sensitif, tanah tersementasi lemah - Lempung sangat organik dan/atau gambut (ketebalan $H > 3$ m) - Lempung berplastisitas sangat tinggi (ketebalan $H > 7,5$ m dengan Indeks Plastisitas $PI > 75$) Lapisan lempung lunak/setengah tegu dengan ketebalan $H > 35$ m dengan $s_u < 50$ kPa		

CATATAN: N/A = tidak dapat dipakai

Keterangan :

- N = Tahanan penetrasi standar lapangan rata-rata,
 N_{ch} = Tahanan penetrasi standar rata-rata untuk lapisan tanah non-kohefif,
 S_u = Kuat geser niralir rata-rata
 V_s = Kecepatan rata-rata gelombang geser

Daerah Malang memiliki sifat tanah pada situs tanah sedang (SD) yang memiliki nilai N_{ch} dan N sebesar 15 sampai 50, nilai V_s sebesar 175 sampai 350 m/detik, dan nilai S_u sebesar 50 sampai 100 kpa.

(3) Menentukan faktor koefisien situs (F_a , F_v) dan menghitung parameter spektrum respons percepatan yang disesuaikan dengan pengaruh klasifikasi situs (S_{ms} , S_{m1}).

Untuk penentuan respons spektral percepatan gempa $MCER$ di permukaan tanah, diperlukan suatu faktor amplifikasi seismik pada perioda 0,2 detik dan perioda 1

detik. Faktor amplifikasi meliputi faktor amplifikasi getaran terkait percepatan pada getaran perioda pendek (F_a) dan faktor amplifikasi terkait percepatan yang mewakili getaran perioda 1 detik (F_v). Parameter spektrum respons percepatan pada perioda pendek (SMS) dan perioda 1 detik ($SM1$) yang disesuaikan dengan pengaruh klasifikasi situs, harus ditentukan dengan perumusan berikut

ini:

$$SMS = F_a S_s$$

$$SM1 = F_v S1$$

Keterangan:

S_s = Parameter respons spektral percepatan gempa MCE_R terpetakan untuk perioda pendek;

$S1$ = Parameter respons spektral percepatan gempa MCE_R terpetakan untuk perioda 1,0 detik.

Untuk penentuan nilai F_a pada koefisien situs dapat dilihat pada SNI 1726:2012 tabel 4 hal. 22 seperti di bawah ini :

Tabel 4.15. Koefisien Situs, F_a

Kelas situs	Parameter respons spektral percepatan gempa MCE_R terpetakan pada perioda pendek, $T=0,2$ detik, S_s				
	$S_s \leq 0,25$	$S_s = 0,5$	$S_s = 0,75$	$S_s = 1$	$S_s \geq 1,25$
SA	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
SB	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
SC	1,2	1,2	1,1	1,0	1,0
SD	1,6	1,4	1,2	1,1	1,0
SE	2,5	1,7	1,2	0,9	0,9
SF	SS ^b				

CATATAN :

(a) Untuk nilai-nilai antara S_s dapat dilakukan interpolasi linier

(b) SS= Situs yang memerlukan investigasi geoteknik spesifik dan analisis respons situs-spesifik, lihat Pasal 6.9.1

Dari tabel 4.15 diatas didapat data untuk daerah Kota Malang (situs D) sebagai berikut:

$$S_s = 0.78 \text{ g} \quad F_a = 1,188 \text{ (interpolasi)}$$

$$\begin{aligned} SMS &= F_a \times S_s \\ &= 1.188 \times 0.78\text{g} \\ &= 0,926\text{g} \end{aligned}$$

Untuk penentuan nilai F_v pada koefisien situs dapat dilihat pada SNI 1726:2012 tabel 5 hal. 22 seperti di bawah ini :

Tabel 4.16. Koefisien situs, F_v

Kelas situs	Parameter respons spektral percepatan gempa MCE_R terpetakan pada periode 1 detik, S_1				
	$S_1 \leq 0,1$	$S_1 = 0,2$	$S_1 = 0,3$	$S_1 = 0,4$	$S_1 \geq 0,5$
SA	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
SB	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
SC	1,7	1,6	1,5	1,4	1,3
SD	2,4	2	1,8	1,6	1,5
SE	3,5	3,2	2,8	2,4	2,4
SF	SS ^b				

CATATAN :

- (a) Untuk nilai-nilai antara S_1 dapat dilakukan interpolasi linier
 (b) SS= Situs yang memerlukan investigasi geoteknik spesifik dan analisis respons situs-spesifik, lihat Pasal 6.9.1

Dari tabel 4.16 diatas didapat data untuk daerah Kota Malang (situs D) sebagai berikut:

$$S_1 = 0.33 \text{ g} \quad F_v = 1,74 \text{ (interpolasi)}$$

$$SM_1 = F_a \times S_s$$

$$= 1,74 \times 0.33 \text{g}$$

$$= 0,574 \text{g}$$

(4) Menghitung parameter percepatan spektrum desain (S_{DS} , S_{D1}).

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

$$S_{DS} = \frac{2}{3} S_{MS}$$

$$S_{D1} = \frac{2}{3} S_{M1}$$

Sehingga didapat

$$SDS = \frac{2}{3} \times 0,926$$

$$= 0,617$$

$$SD1 = \frac{2}{3} \times 0,574$$

$$= 0.383$$

(5) Spektrum respons Desain

Setelah mendapat nilai SDS dan SD1, selanjutnya dilakukan penggambar grafik respons spektra yang berdasarkan gambar spektra respons desain dan dengan menggunakan ketentuan :

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

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

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

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

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

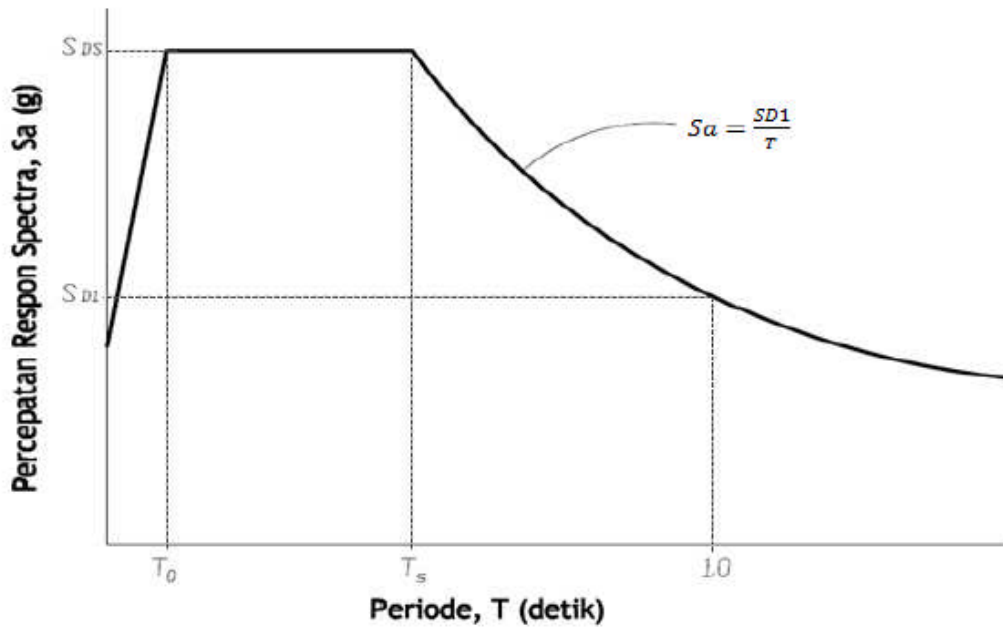
Keterangan :

T = Periode getar fundamental struktur

SDS = Parameter respons spektral percepatan desain pada perioda pendek

SD1 = Parameter respons spektral percepatan desain pada perioda 1 detik

Grafik hubungan antara Percepatan Respon Spektra, S_a (g) dengan Periode T (detik) digambarkan pada SNI 1726:2012 gambar 1 hal. 23 seperti di bawah ini :



Gambar 4.6 Hubungan Percepatan Respon Spektra dan Periode

Sehingga didapat :

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

$$T_0 = 0,2 \frac{0,383}{0,617}$$

$$T_0 = 0,124 \text{ detik}$$

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

$$T_s = \frac{0,383}{0,617}$$

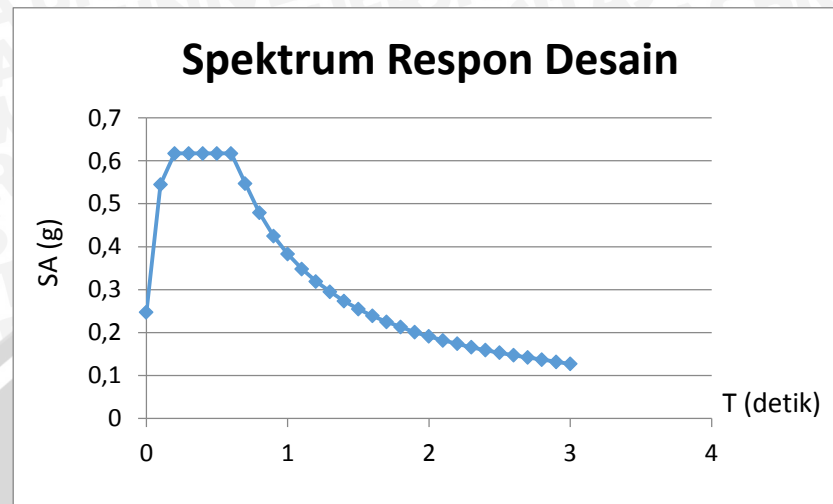
$$T_s = 0,62 \text{ detik}$$



Data-data diatas dimasukan ke dalam program Microsoft Excel, sehingga didapat gambar respon spektrum sebagai berikut :

Tabel 4.17. Hasil Periode (T) dan Percepatan Respon Spektra (SA)

T (detik)	SA (g)
0	0.247
0.1	0.545
0.2	0.617
0.3	0.617
0.4	0.617
0.5	0.617
0.6	0.617
0.7	0.547
0.8	0.479
0.9	0.425
1	0.383
1.1	0.348
1.2	0.319
1.3	0.295
1.4	0.273
1.5	0.255
1.6	0.239
1.7	0.225
1.8	0.213
1.9	0.201
2	0.191
2.1	0.182
2.2	0.174
2.3	0.166
2.4	0.159
2.5	0.153
2.6	0.147
2.7	0.142
2.8	0.137
2.9	0.132
3	0.127



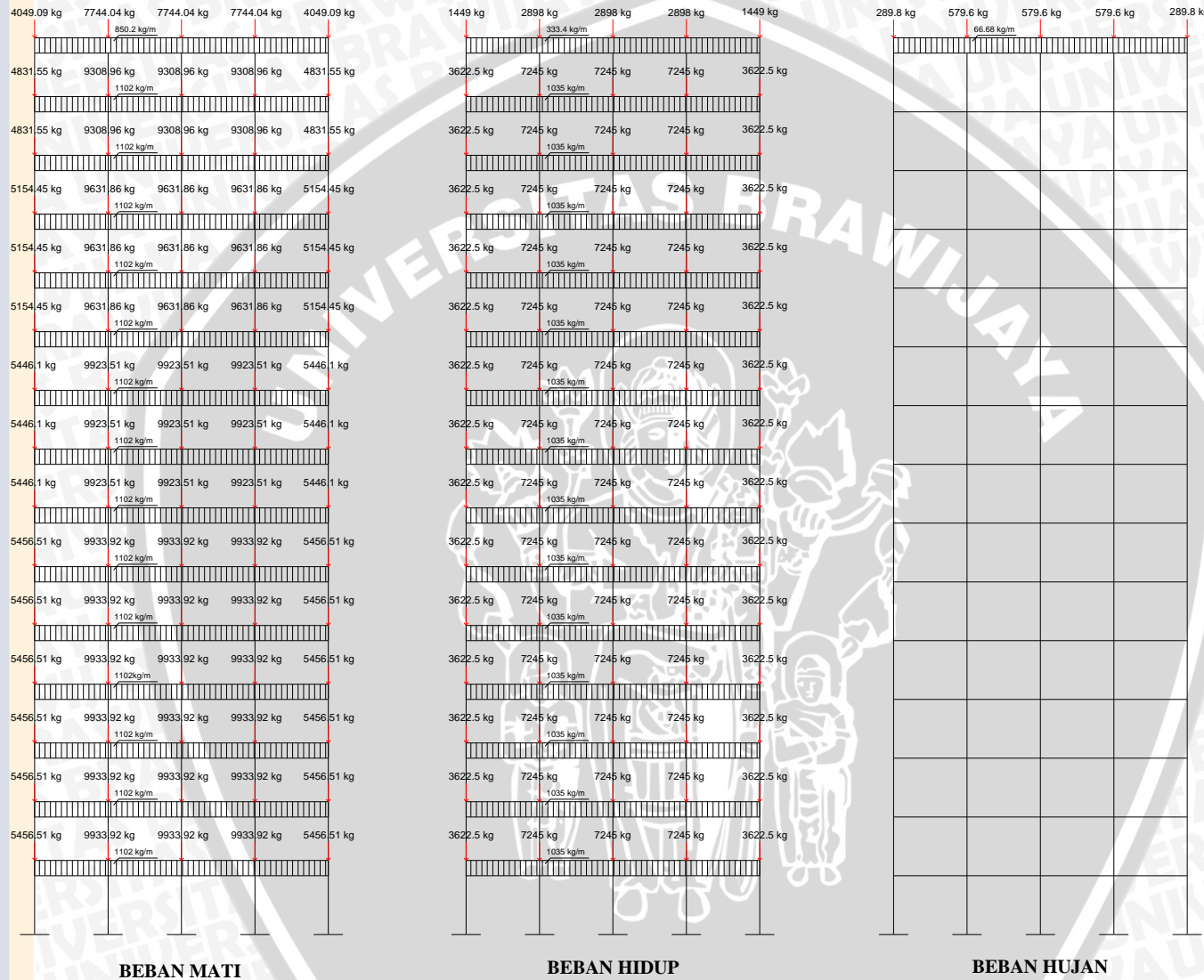
Gambar 4.7 Spektrum Respon Desain



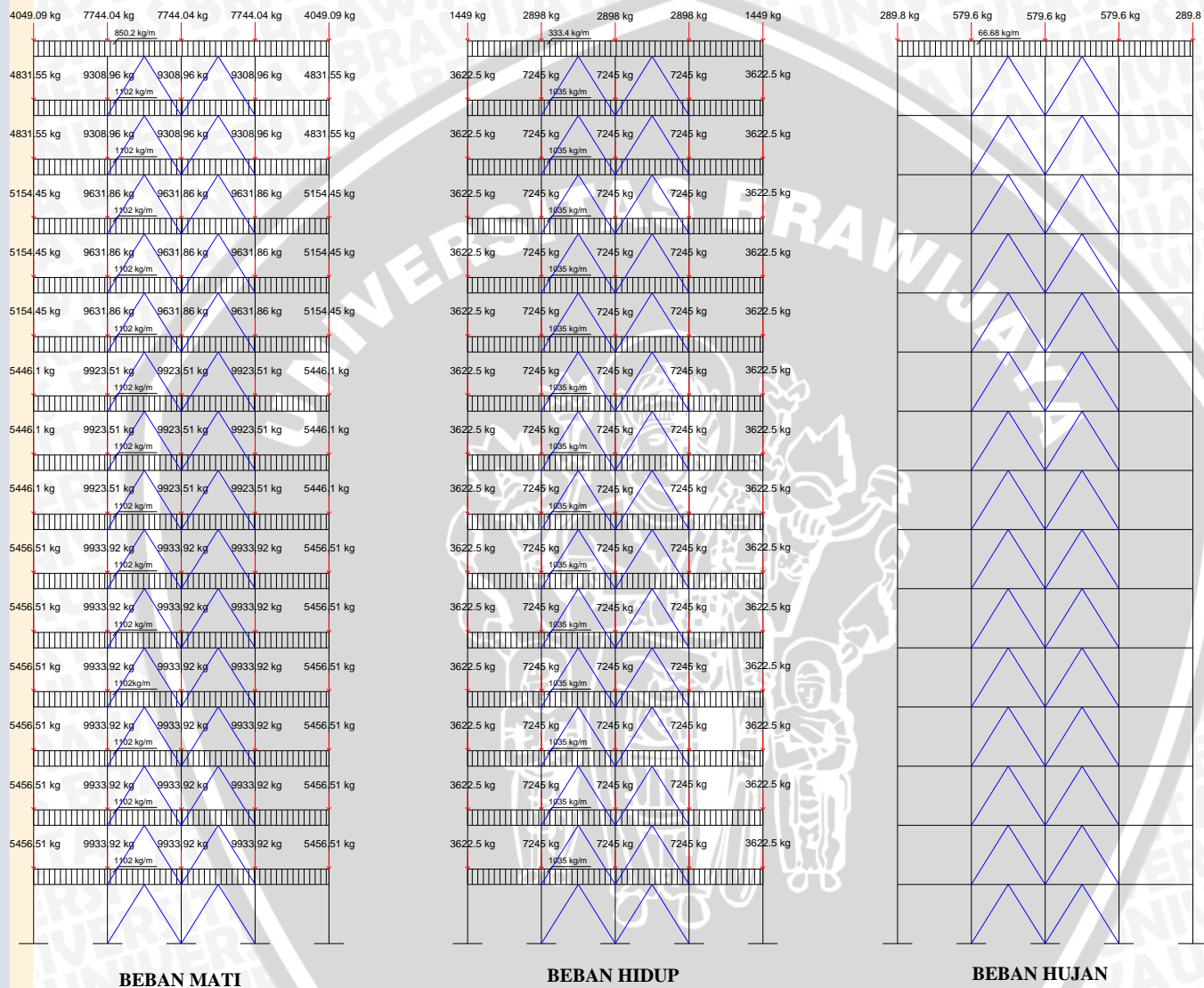
4.3. Skema Pembebanan.

Dalam proses perhitungan statika perpindahan dinamis pada portal-portal yang akan di analisis, digunakan data sebagai berikut :

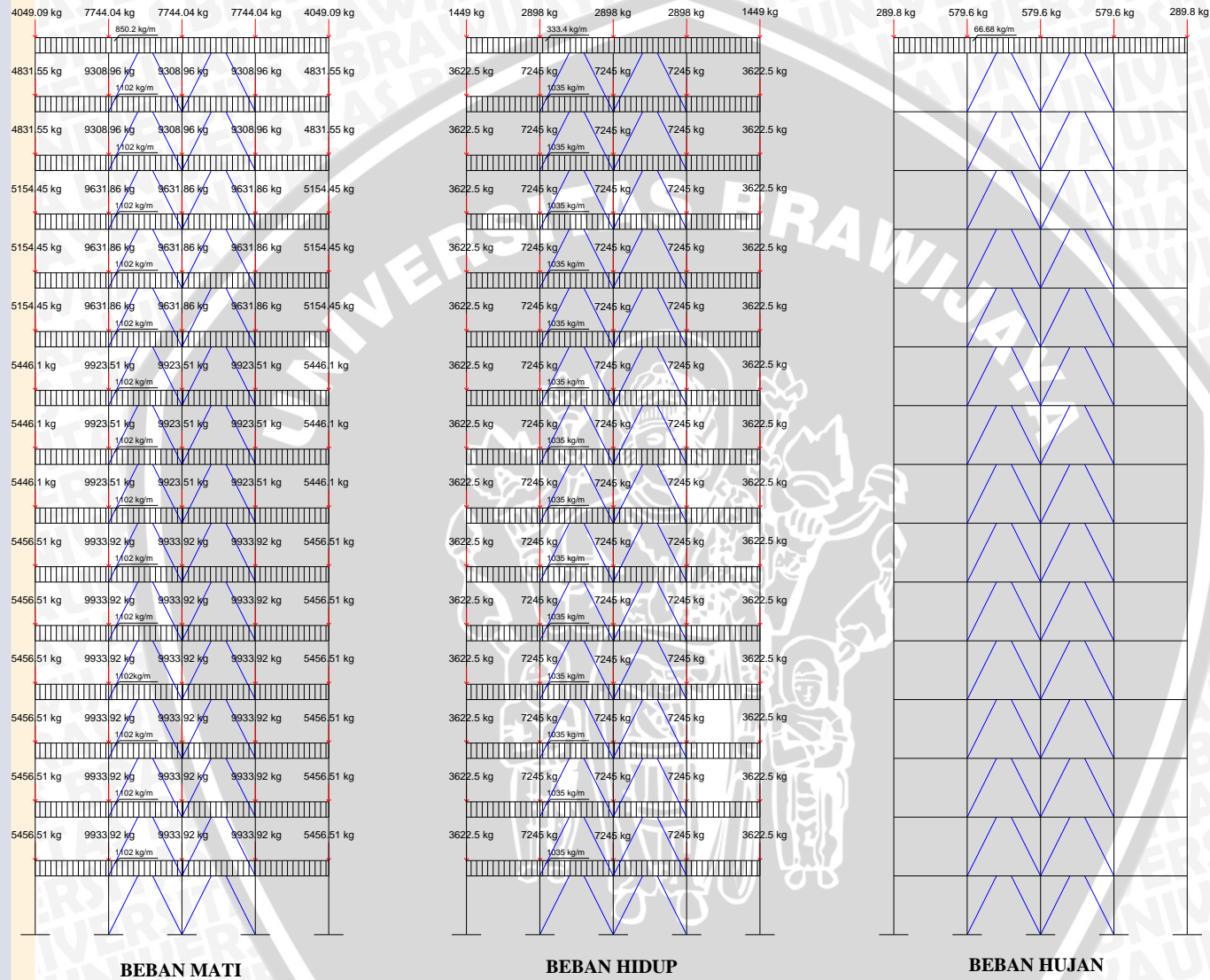




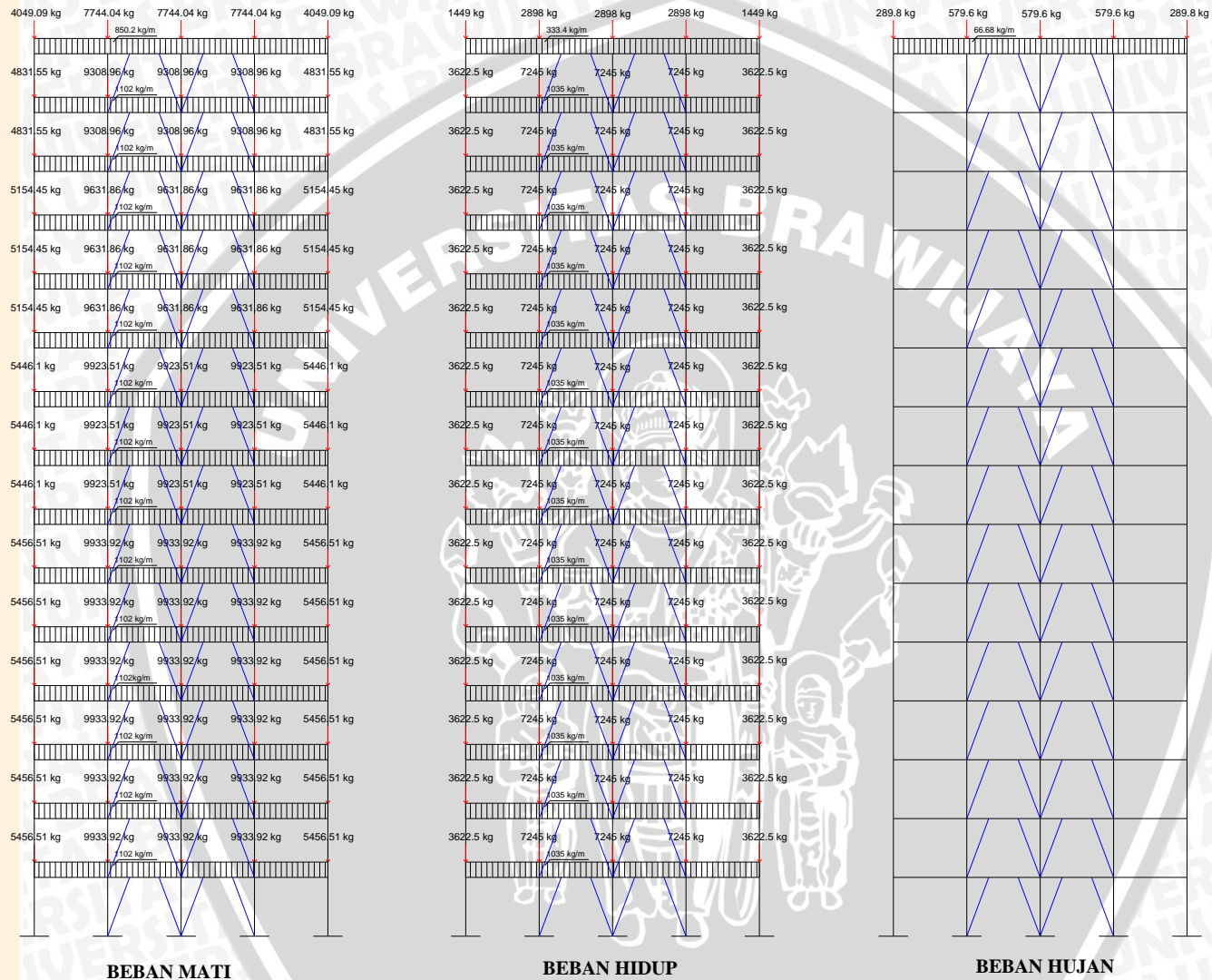
Gambar 4.8 Pembebanan Portal 15 Lantai Tipe Terbuka



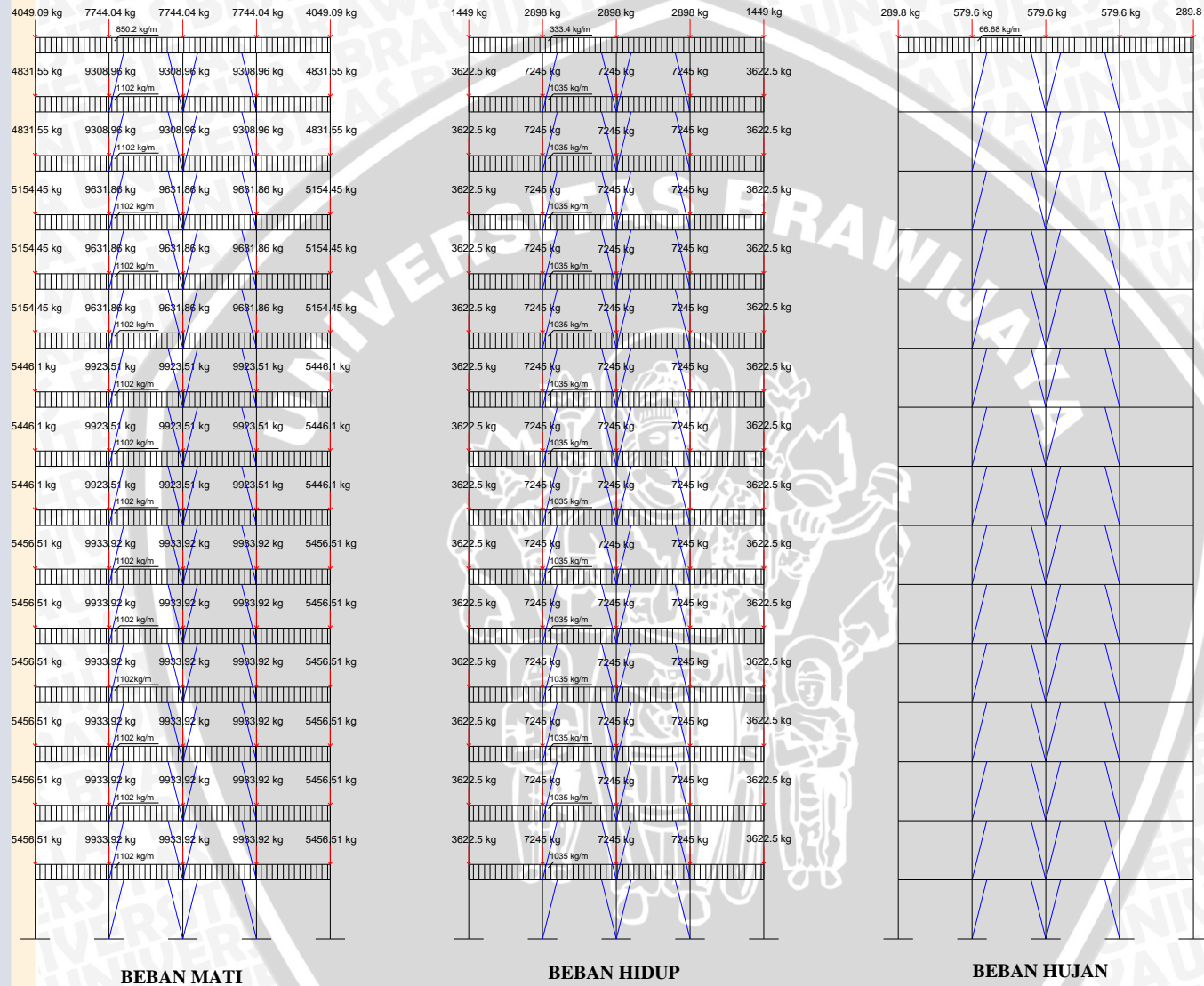
Gambar 4.9 Pembebanan Portal 15 Lantai Tipe 0



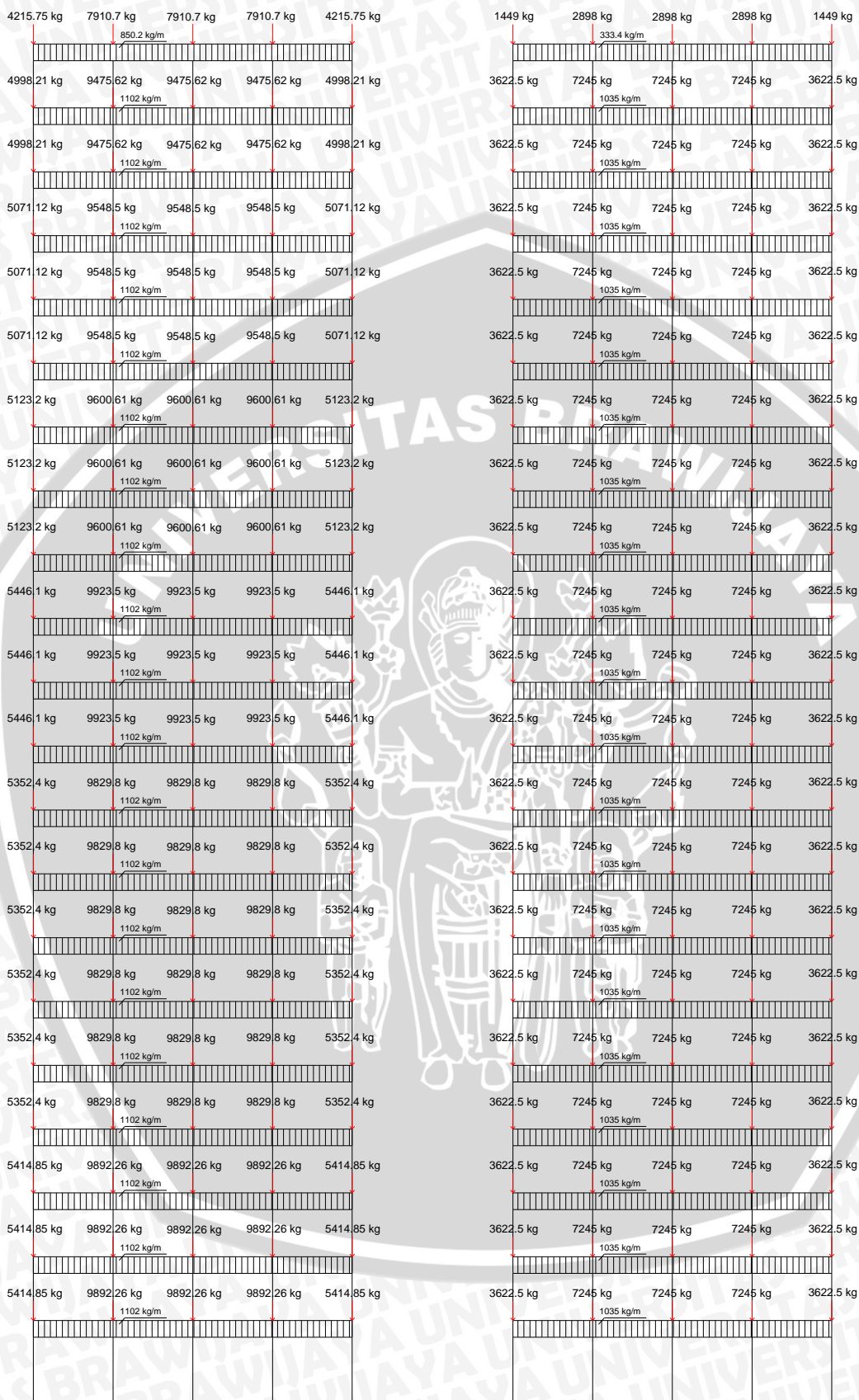
Gambar 4.10 Pembebanan Portal 15 Lantai Tipe A



Gambar 4.11 Pembebanan Portal 15 Lantai Tipe B



Gambar 4.12 Pembebanan Portal 15 Lantai Tipe C

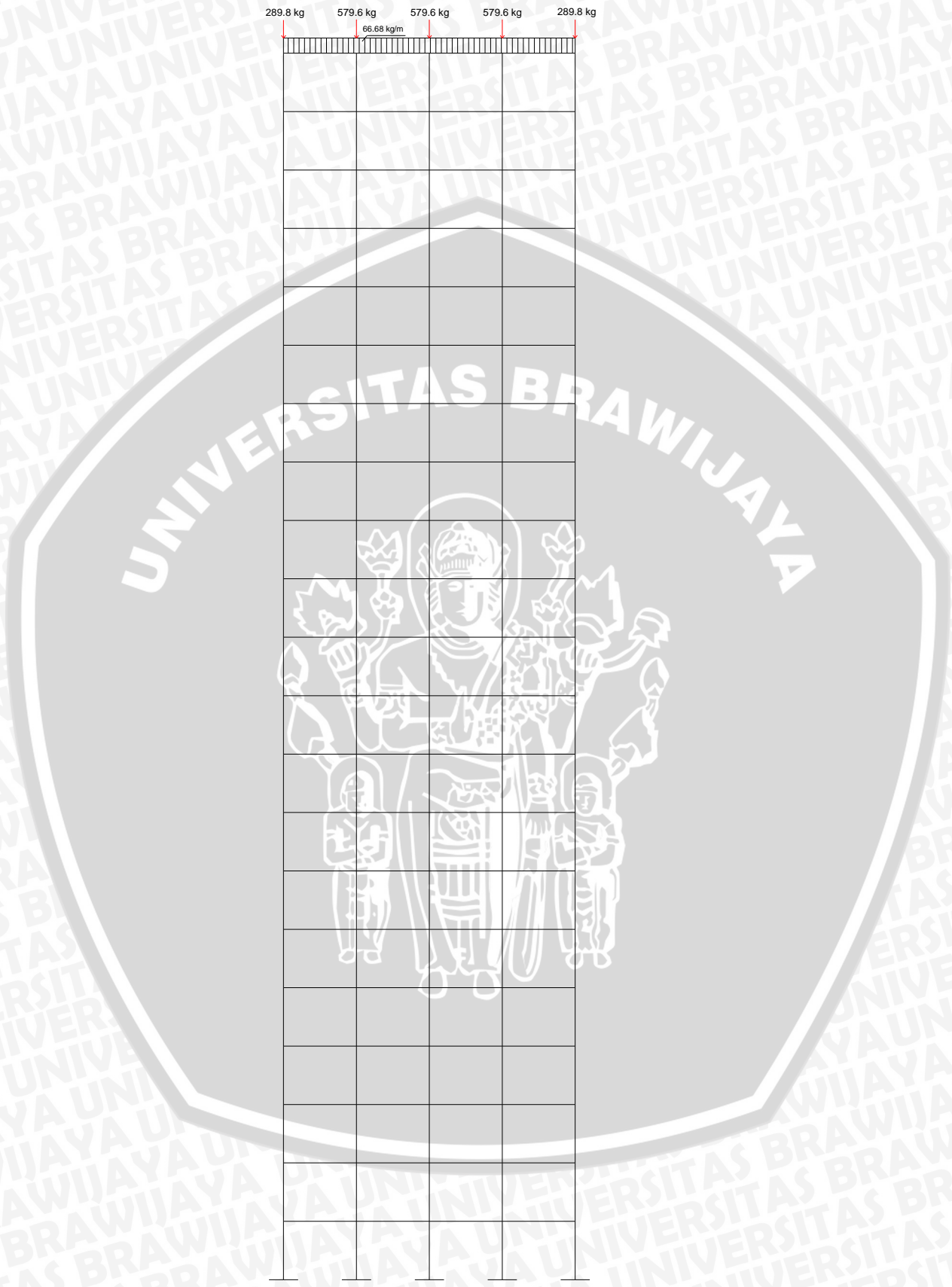


BEBAN MATI

BEBAN HIDUP

Gambar 4.13 Beban Mati dan Hidup Portal 21 Lantai Tipe Terbuka

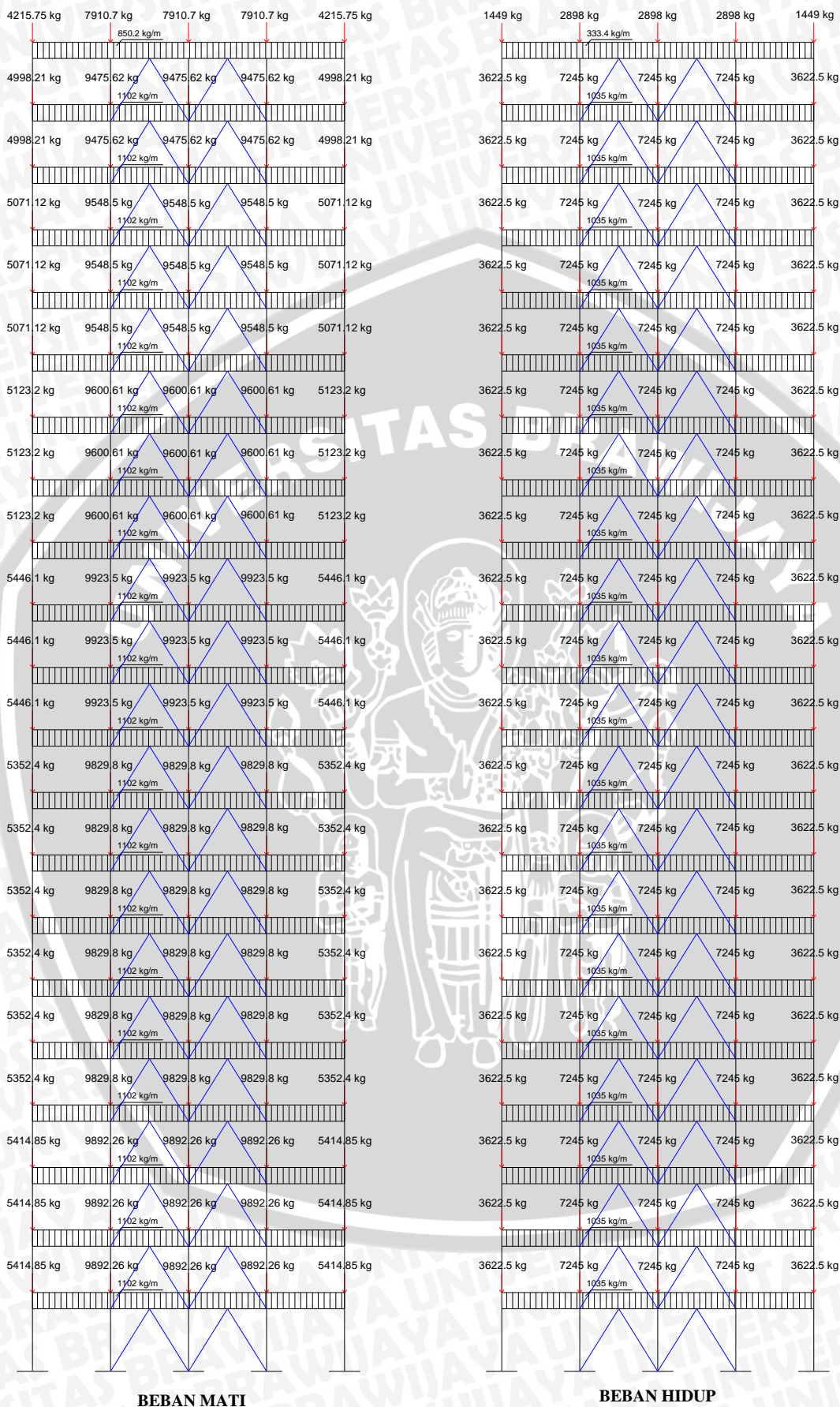




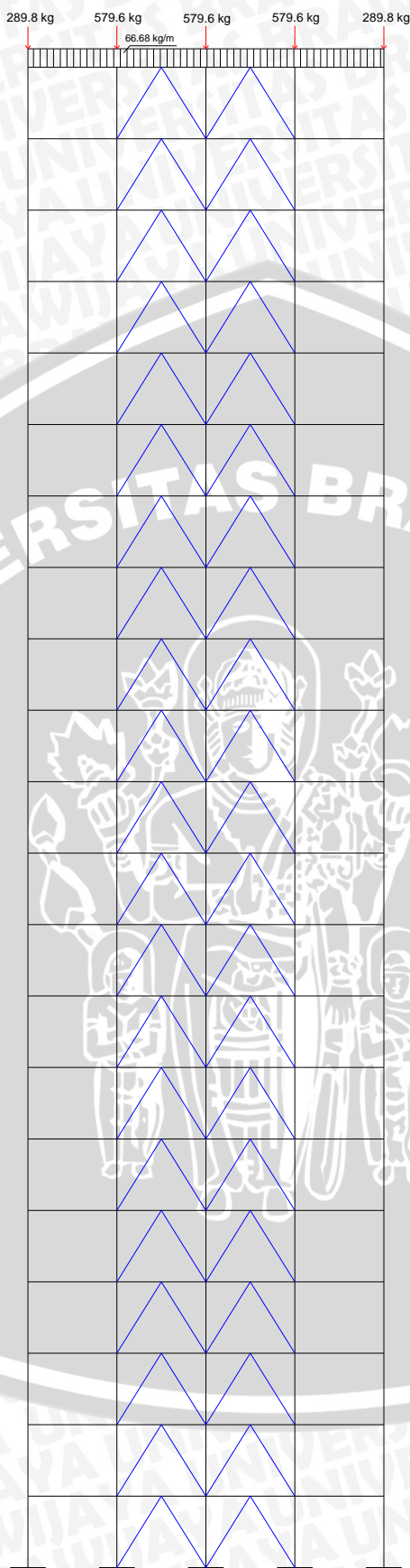
BEBAN HUJAN

Gambar 4.14 Beban Hujan Portal 21 Lantai Tipe Terbuka



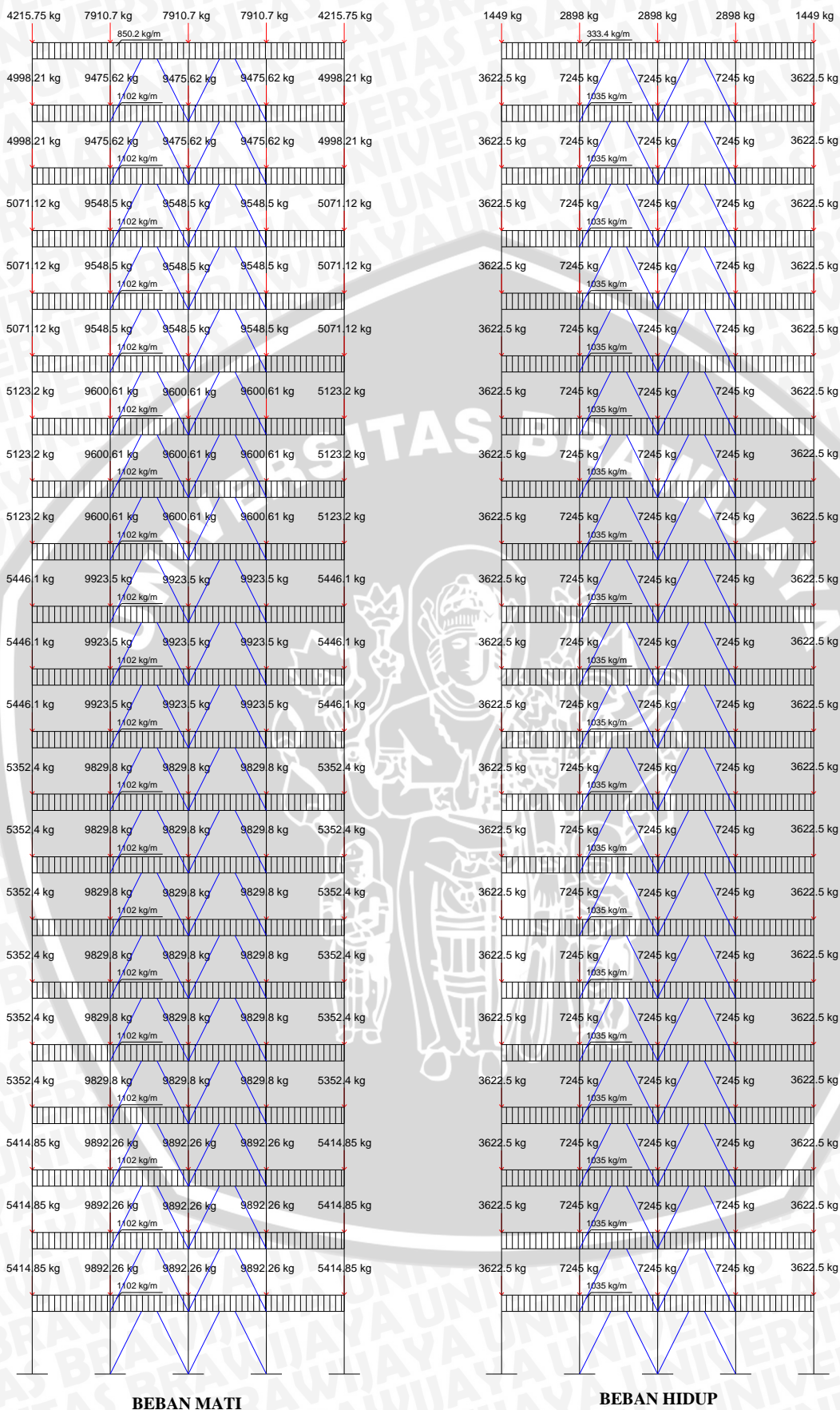


Gambar 4.15 Beban Mati dan Hidup Portal 21 Lantai Tipe 0



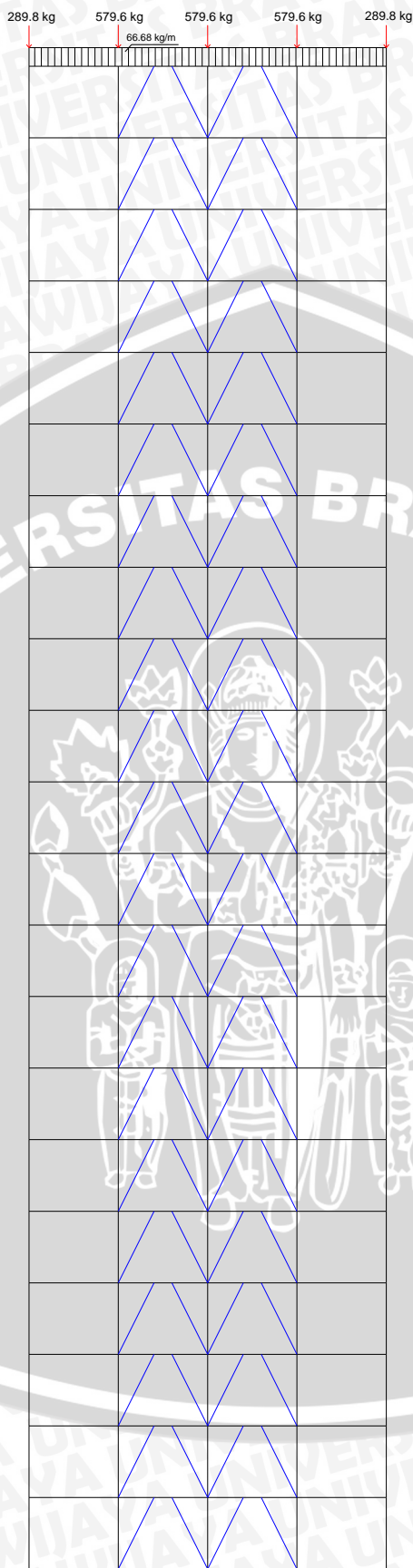
BEBAN HUJAN

Gambar 4.16 Beban Hujan Portal 21 Lantai Tipe 0



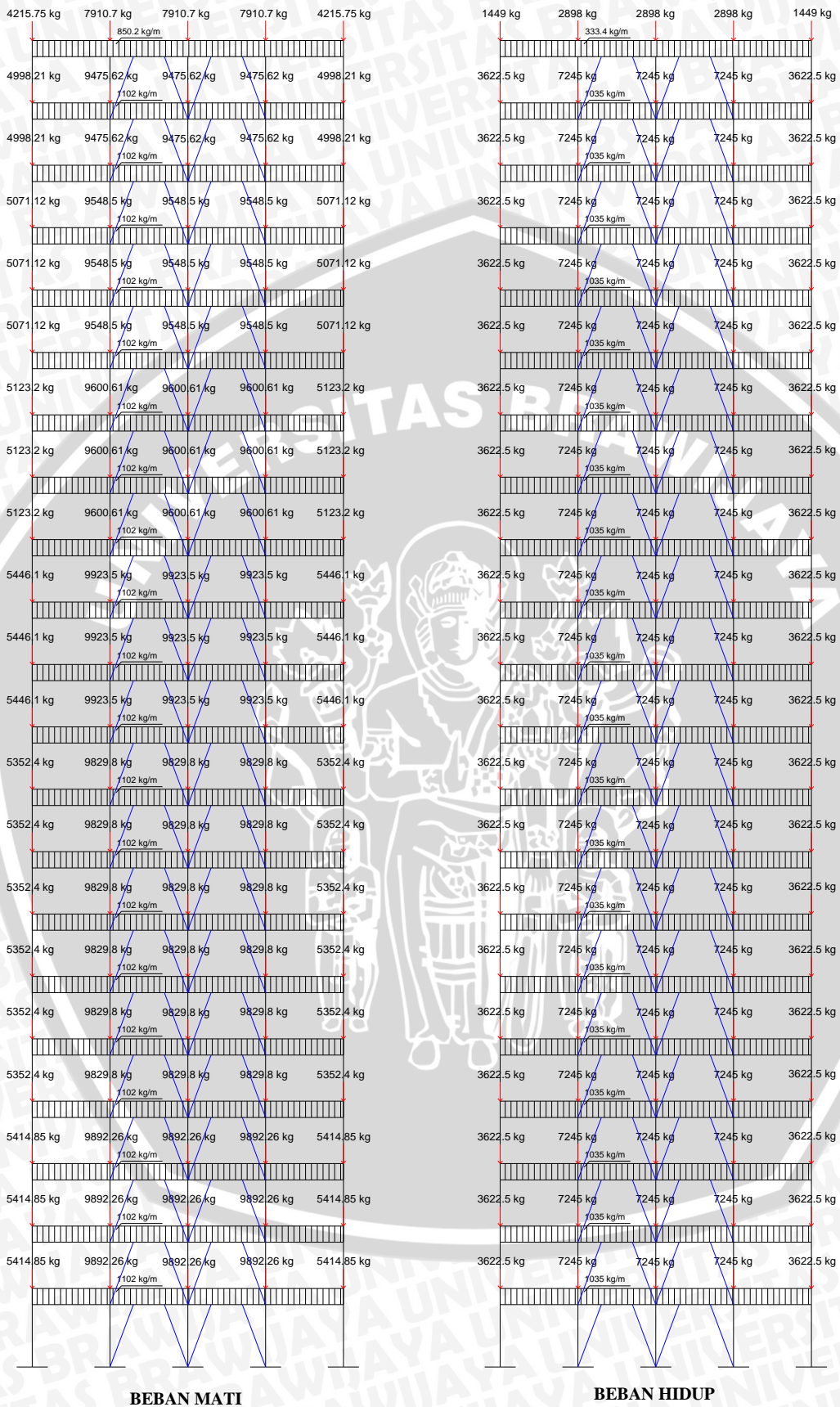
Gambar 4.17 Beban Mati dan Hidup Portal 21 Lantai Tipe A.



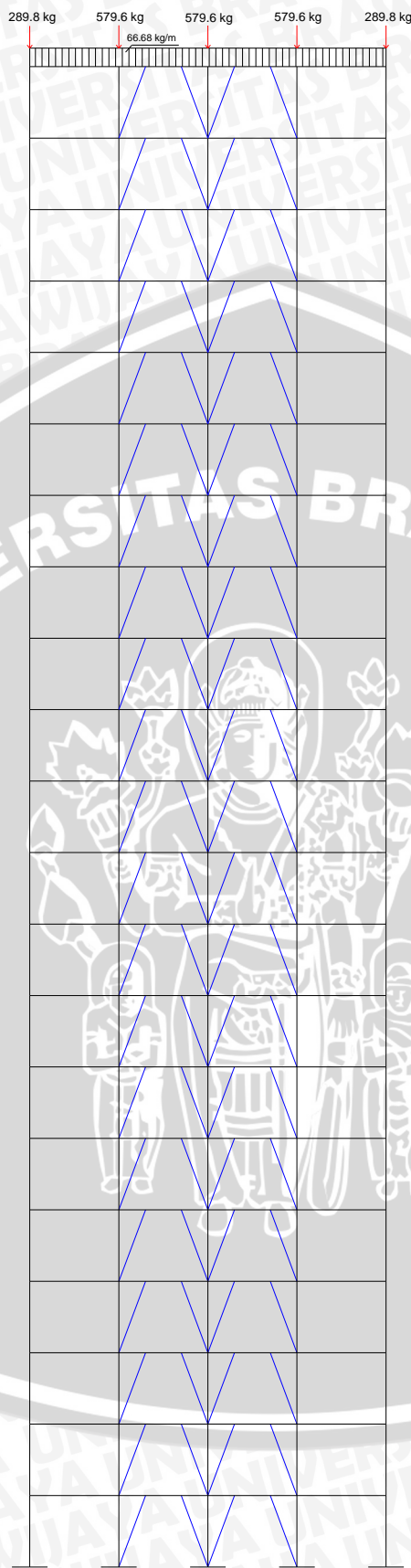


BEBAN HUJAN

Gambar 4.18 Beban Hujan Portal 21 Lantai Tipe A

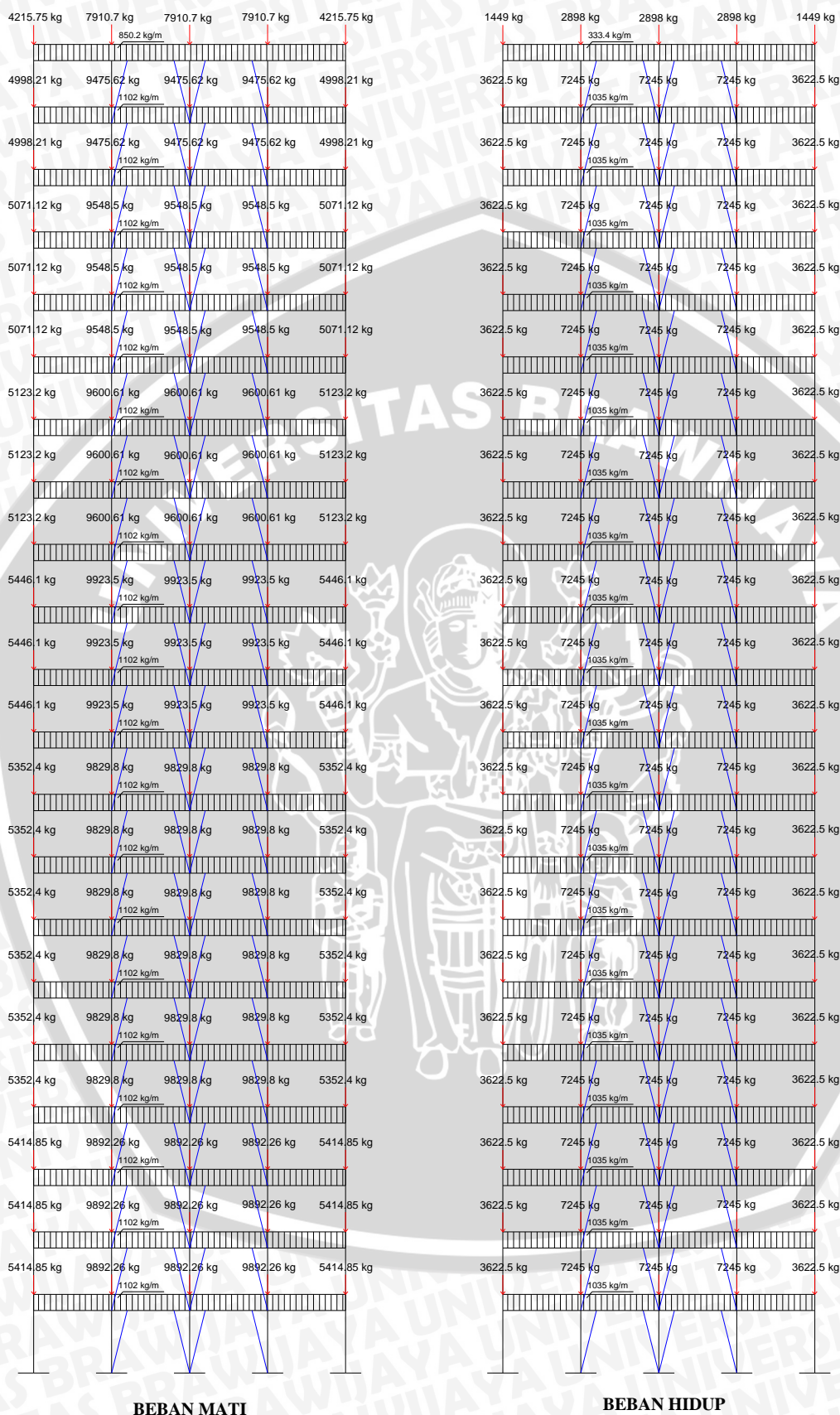


Gambar 4.19 Beban Mati dan Hidup Portal 21 Lantai Tipe B.

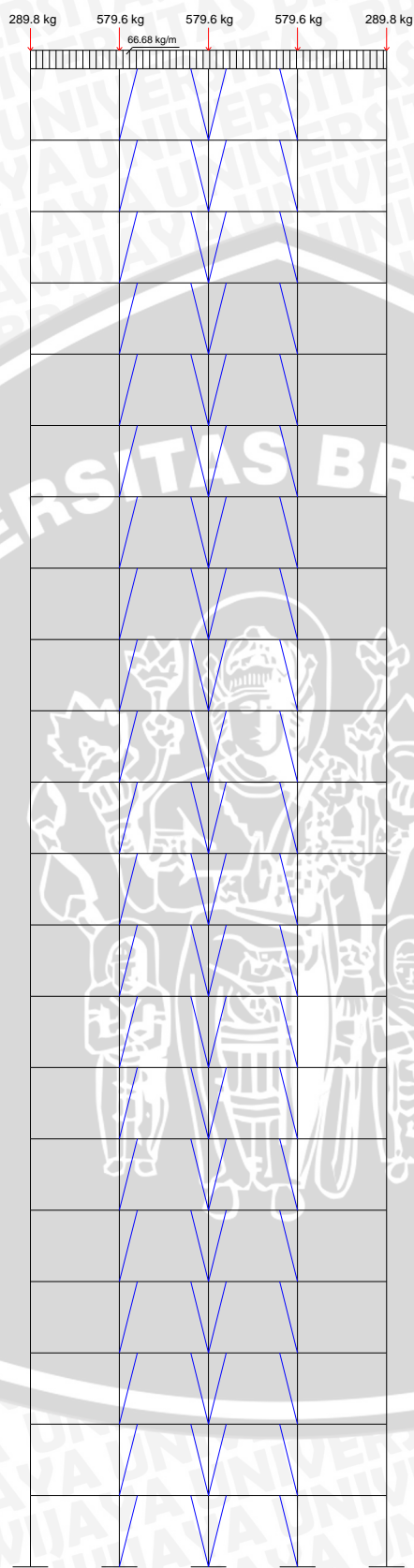


BEBAN HUJAN

Gambar 4.20 Beban Hujan Portal 21 Lantai Tipe B



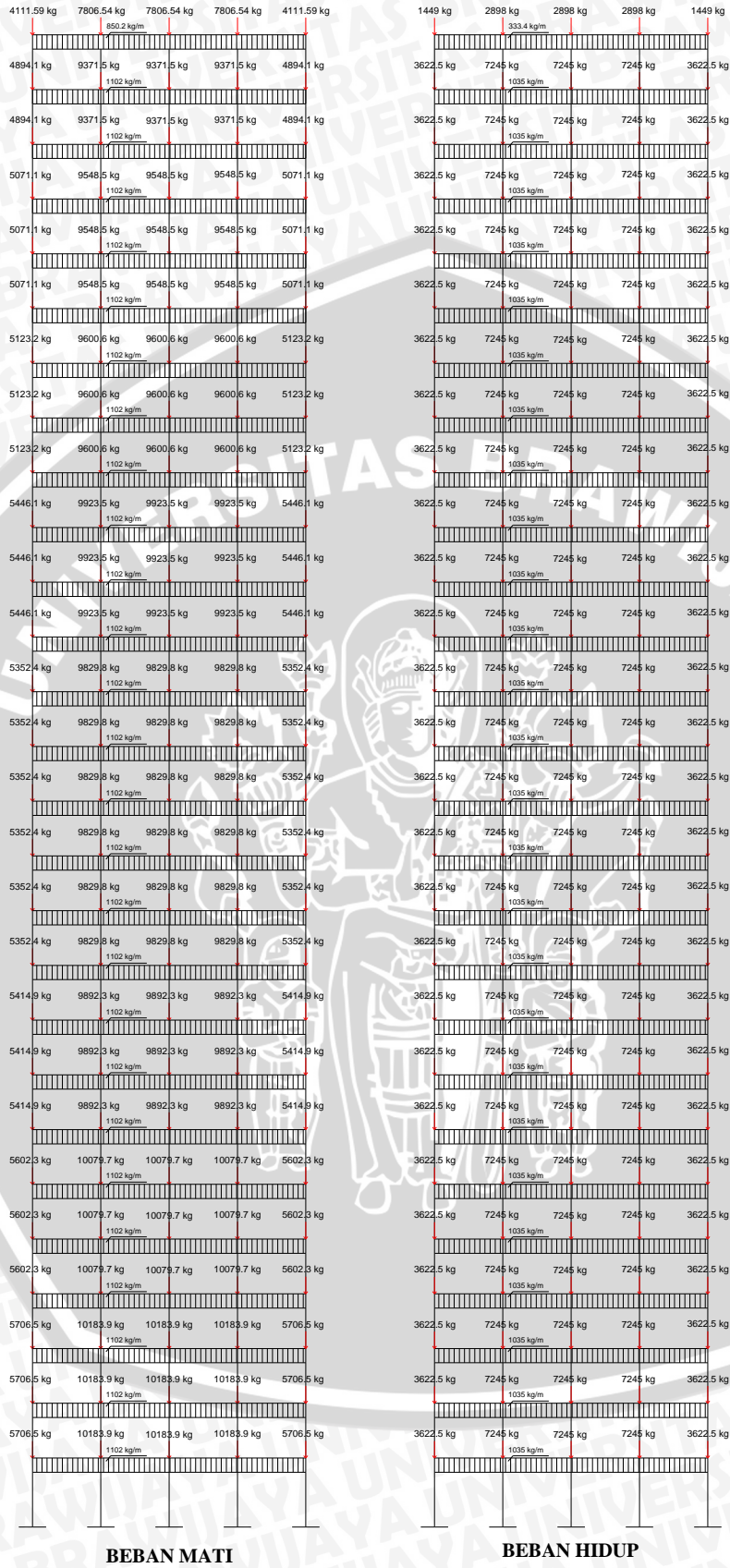
Gambar 4.21 Beban Mati dan Hidup Portal 21 Lantai Tipe C.



BEBAN HUJAN

Gambar 4.22 Beban Hujan Portal 21 Lantai Tipe C





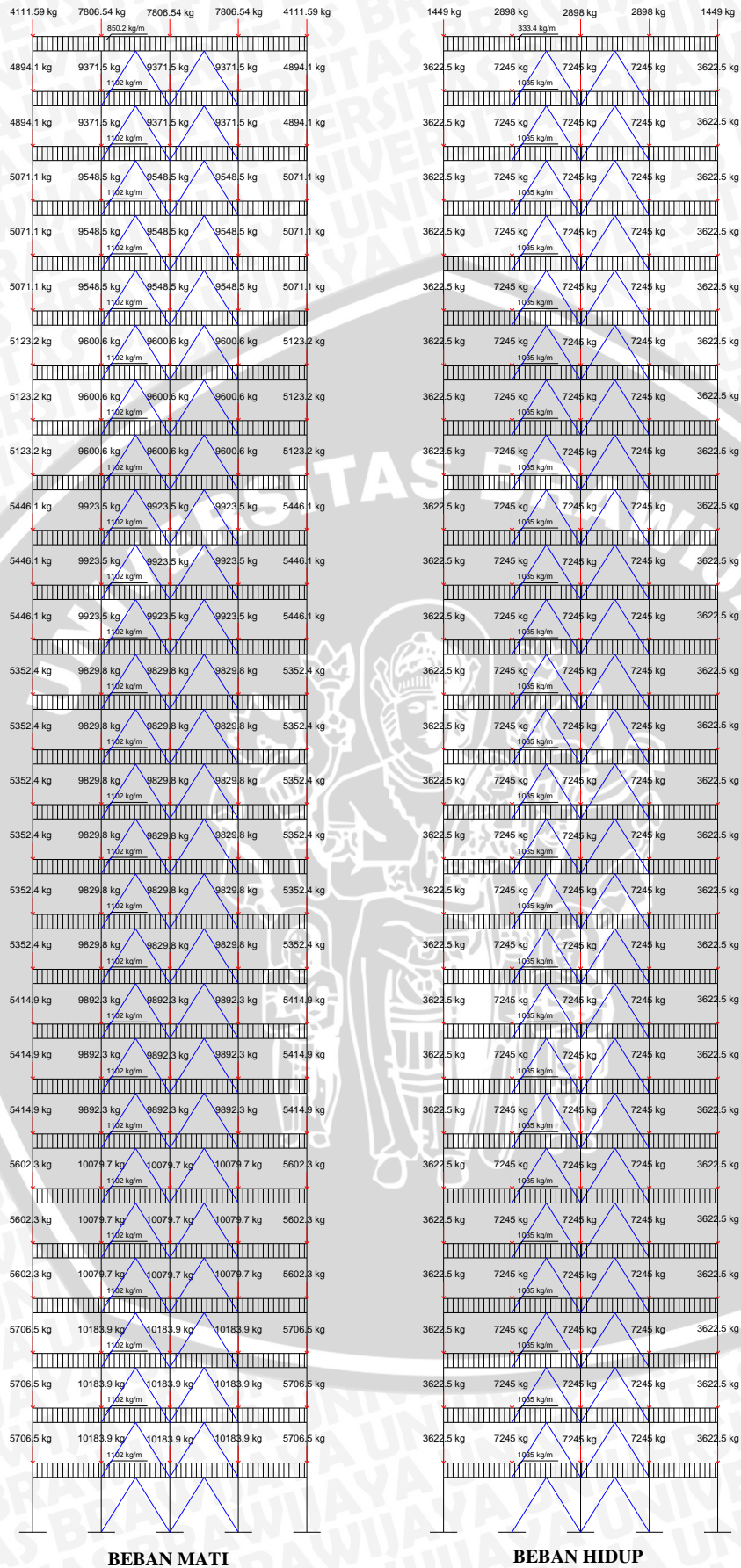
Gambar 4.23 Beban Mati dan Hidup Portal 27 Lantai Tipe Terbuka



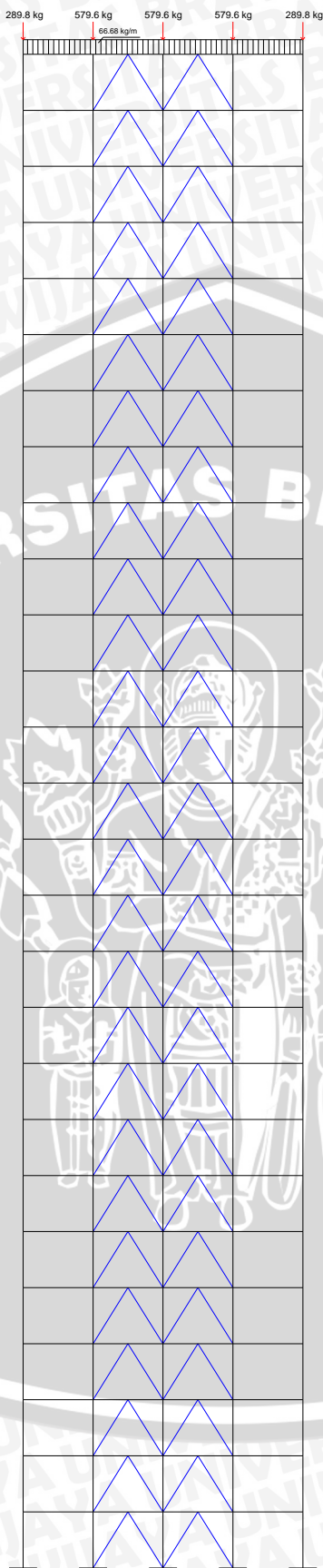


BEBAN HUJAN

Gambar 4.24 Beban Hujan Portal 21 Lantai Tipe Terbuka

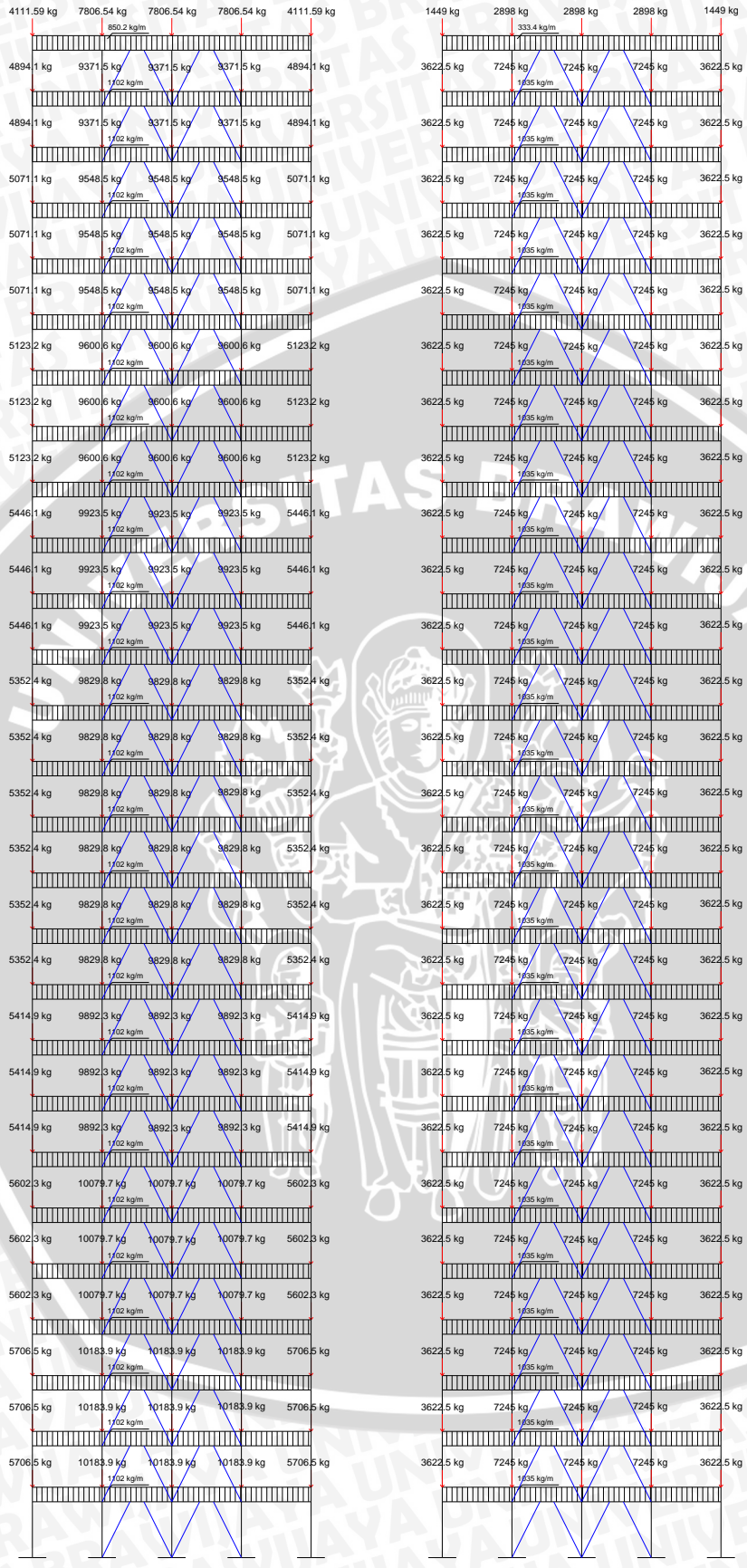


Gambar 4.25 Beban Mati dan Hidup Portal 27 Lantai Tipe 0.



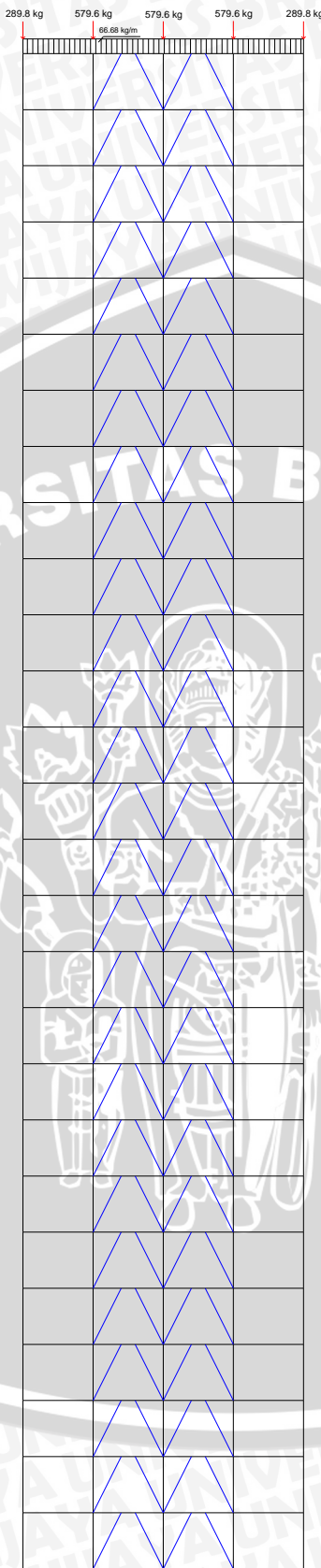
BEBAN HUJAN

Gambar 4.26 Beban Hujan Portal 27 Lantai Tipe 0



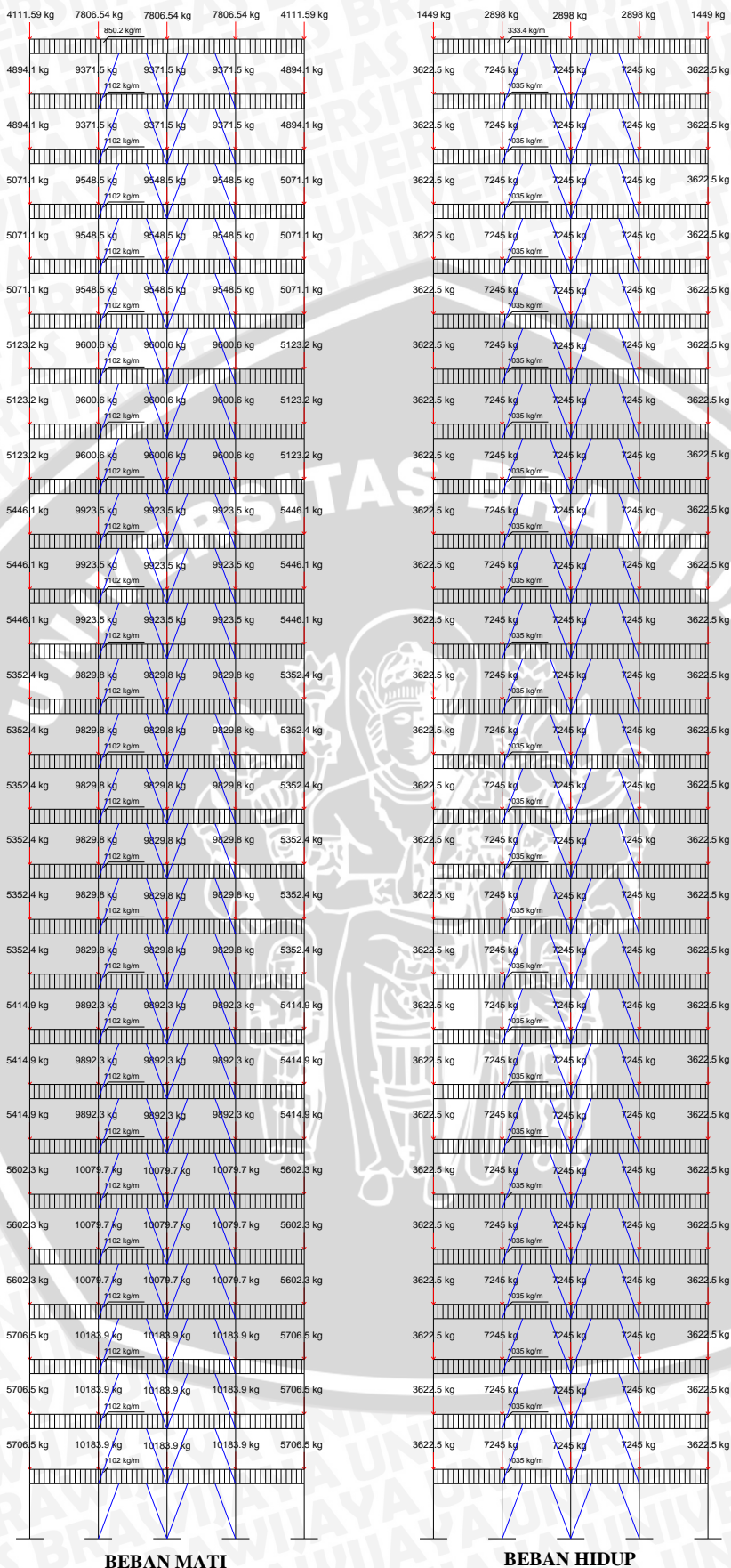
BEBAN MATI **BEBAN HIDUP**
Gambar 4.27 Beban Mati dan Hidup Portal 27 Lantai Tipe A.





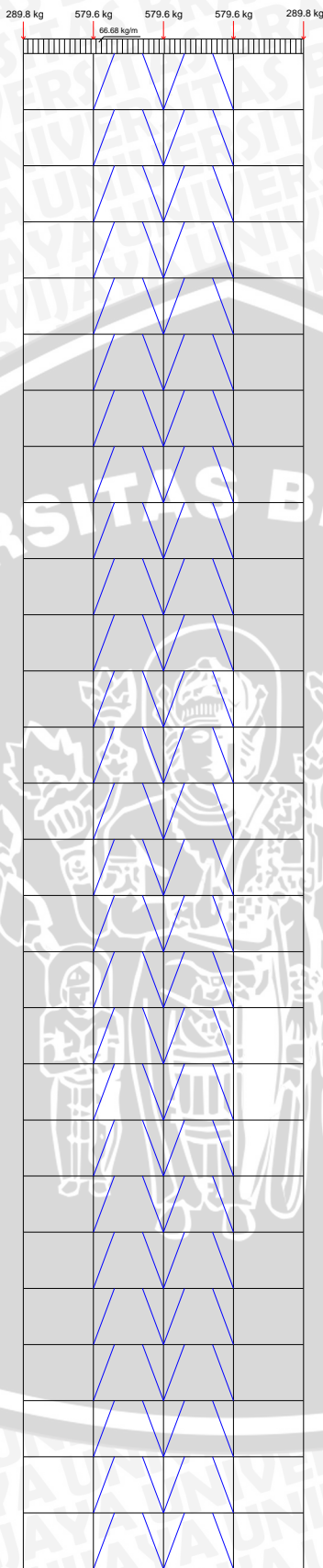
BEBAN HUJAN

Gambar 4.28 Beban Hujan Portal 27 Lantai Tipe A



Gambar 4.29 Beban Mati dan Hidup Portal 27 Lantai Tipe B.

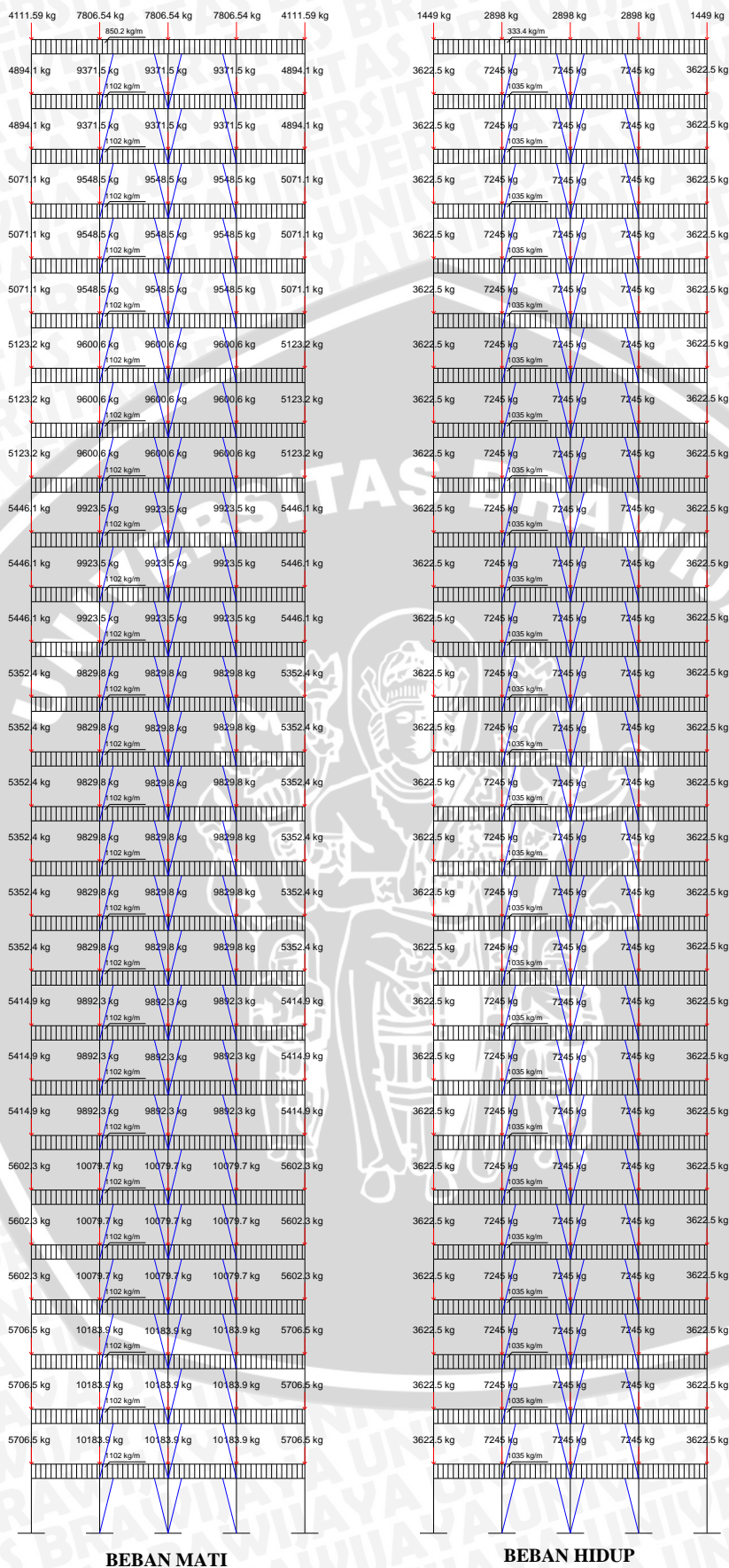




BEBAN HUJAN

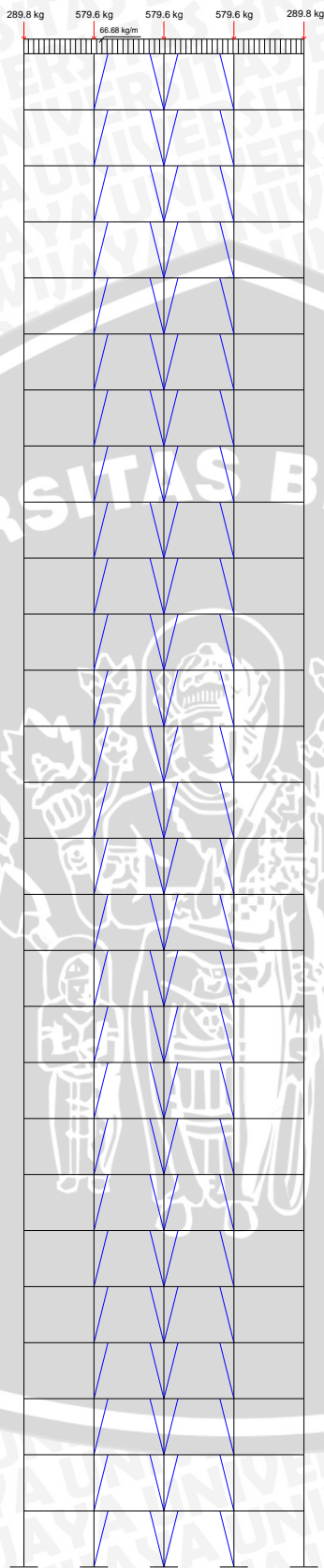
Gambar 4.30 Beban Hujan Portal 27 Lantai Tipe B





Gambar 4.31 Beban Mati dan Hidup Portal 27 Lantai Tipe C.





Gambar 4.32 Beban Hujan Portal 27 Lantai Tipe C



4.4 Hasil Perhitungan

Hasil perhitungan dari program STAAD Pro yang berupa data rekapitulasi perpindahan dinamis, frekuensi natural, momen, gaya aksial, dan gaya geser yang struktur ditampilkan dalam bentuk tabel sehingga tampilan lebih ringkas dan jelas dalam pembuatannya.

4.4.1 Hasil Simpangan Antar Lantai Maksimum

Dari hasil perhitungan oleh program STAAD Pro dapat diketahui simpangan terjauh dan frekuensi natural tiap titik pada masing-masing tingkat pada portal dengan variasi profil balok, kolom dan pengaku tiap tiga lantai. Hasil simpangan maksimum yang ternormalisasi setiap mode tersebut dapat ditabelkan seperti berikut :

Tabel 4.18.a. Simpangan Antar Lantai Maksimum Ternormalisasi Mode 1 Portal 15 Lantai

<i>Tinggi Bangunan</i>	<i>Simpangan Antar Lantai Maksimum Ternormalisasi Mode 1</i>				
	<i>Terbuka</i>	<i>Jenis 0</i>	<i>Jenis A</i>	<i>Jenis B</i>	<i>Jenis C</i>
0	0	0	0	0	0
4	0.033	-0.013	-0.001	0.012	0.022
8	0.084	0.000	0.020	0.041	0.061
12	0.139	0.024	0.049	0.077	0.108
16	0.205	0.050	0.079	0.118	0.162
20	0.273	0.078	0.111	0.160	0.216
24	0.340	0.114	0.149	0.205	0.272
28	0.411	0.145	0.184	0.248	0.327
32	0.481	0.174	0.217	0.288	0.379
36	0.545	0.219	0.263	0.337	0.438
40	0.635	0.239	0.289	0.376	0.494
44	0.722	0.271	0.325	0.420	0.552
48	0.797	0.320	0.375	0.472	0.616
52	0.880	0.344	0.402	0.511	0.670
56	0.953	0.368	0.428	0.541	0.714
60	1.000	0.434	0.491	0.597	0.778

Tabel 4.18.b. Simpangan Antar Lantai Maksimum Ternormalisasi Mode 2 Portal 15 Lantai

<i>Tinggi Bangunan</i>	<i>Simpangan Antar Lantai Maksimum Ternormalisasi Mode 2</i>				
	<i>Terbuka</i>	<i>Jenis 0</i>	<i>Jenis A</i>	<i>Jenis B</i>	<i>Jenis C</i>
0	0	0	0	0	0
4	-0.063	-0.045	-0.052	-0.052	-0.058
8	-0.154	-0.044	-0.117	-0.120	-0.138
12	-0.241	-0.149	-0.174	-0.181	-0.212
16	-0.329	-0.195	-0.220	-0.237	-0.283
20	-0.397	-0.225	-0.248	-0.275	-0.333
24	-0.437	-0.235	-0.256	-0.291	-0.358
28	-0.446	-0.226	-0.243	-0.281	-0.353
32	-0.416	-0.193	-0.206	-0.245	-0.317
36	-0.349	-0.141	-0.149	-0.186	-0.251
40	-0.183	-0.058	-0.054	-0.075	-0.114
44	0.027	0.040	0.055	0.054	0.051
48	0.243	0.140	0.164	0.183	0.218
52	0.545	0.254	0.298	0.357	0.450
56	0.832	0.357	0.415	0.508	0.658
60	1.000	0.434	0.491	0.597	0.778

Tabel 4.18.c. Simpangan Antar Lantai Maksimum Ternormalisasi Mode 3 Portal 15 Lantai

<i>Tinggi Bangunan</i>	<i>Simpangan Antar Lantai Maksimum Ternormalisasi Mode 3</i>				
	<i>Terbuka</i>	<i>Jenis 0</i>	<i>Jenis A</i>	<i>Jenis B</i>	<i>Jenis C</i>
0	0	0	0	0	0
4	0.113	0.095	0.094	0.095	0.107
8	0.263	0.195	0.197	0.208	0.239
12	0.378	0.252	0.258	0.281	0.333
16	0.440	0.259	0.264	0.304	0.373
20	0.418	0.205	0.211	0.260	0.335
24	0.310	0.102	0.111	0.158	0.224
28	0.113	-0.042	-0.037	0.001	0.042
32	-0.122	-0.175	-0.179	-0.162	-0.159
36	-0.333	-0.260	-0.275	-0.286	-0.324
40	-0.571	-0.284	-0.314	-0.370	-0.467
44	-0.659	-0.226	-0.266	-0.354	-0.486
48	-0.532	-0.101	-0.142	-0.235	-0.356
52	-0.029	0.102	0.105	0.079	0.046
56	0.599	0.302	0.348	0.406	0.500
60	1.000	0.434	0.491	0.597	0.778

Tabel 4.18.d. Simpangan Antar Lantai Maksimum Ternormalisasi Mode 4 Portal 15 Lantai

<i>Tinggi Bangunan</i>	<i>Simpangan Antar Lantai Maksimum Ternormalisasi Mode 4</i>				
	<i>Terbuka</i>	<i>Jenis 0</i>	<i>Jenis A</i>	<i>Jenis B</i>	<i>Jenis C</i>
0	0	0	0	0	0
4	-0.287	-0.125	-0.124	-0.138	-0.170
8	-0.522	-0.227	-0.234	-0.276	-0.356
12	-0.536	-0.233	-0.249	-0.319	-0.432
16	-0.302	-0.131	-0.157	-0.238	-0.353
20	0.072	0.031	0.001	-0.060	-0.139
24	0.414	0.180	0.161	0.145	0.132
28	0.587	0.255	0.272	0.311	0.383
32	0.457	0.198	0.253	0.341	0.477
36	0.096	0.042	0.112	0.217	0.364
40	-0.465	-0.202	-0.173	-0.130	-0.082
44	-0.805	-0.350	-0.385	-0.436	-0.528
48	-0.746	-0.324	-0.405	-0.523	-0.698
52	-0.197	-0.086	-0.135	-0.224	-0.350
56	0.512	0.222	0.241	0.257	0.292
60	1.000	0.434	0.491	0.597	0.778

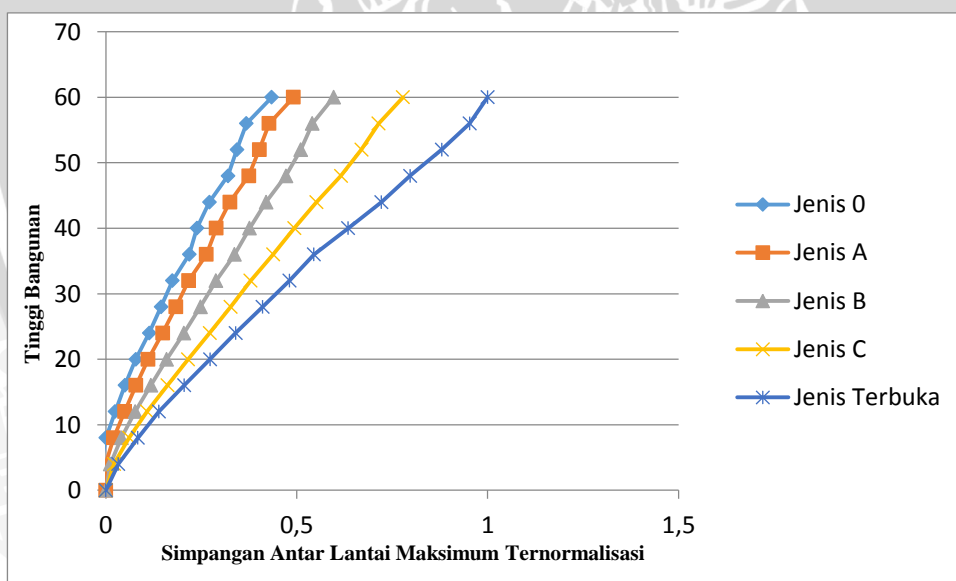
Tabel 4.18.e. Simpangan Antar Lantai Maksimum Ternormalisasi Mode 5 Portal 15 Lantai

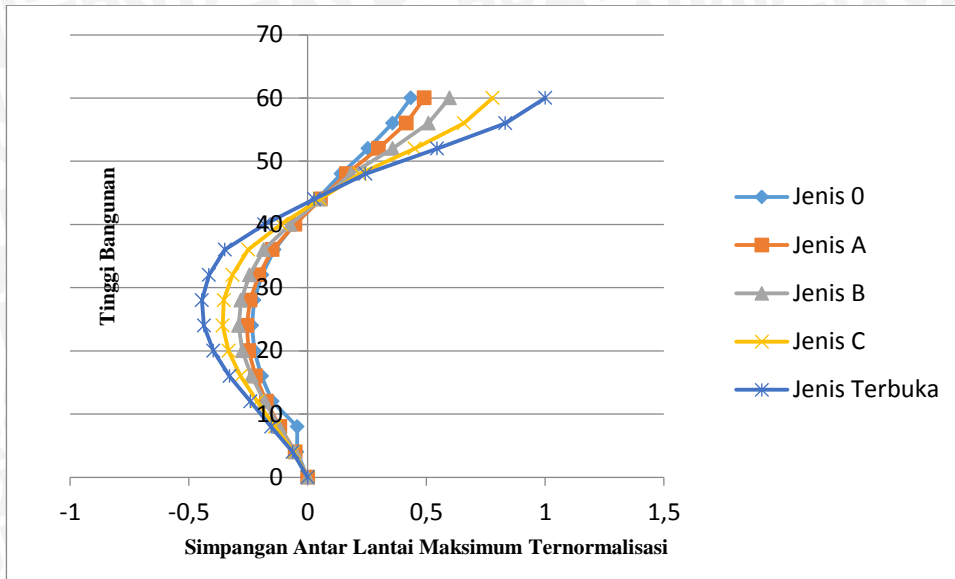
<i>Tinggi Bangunan</i>	<i>Simpangan Antar Lantai Maksimum Ternormalisasi Mode 5</i>				
	<i>Terbuka</i>	<i>Jenis 0</i>	<i>Jenis A</i>	<i>Jenis B</i>	<i>Jenis C</i>
0	0	0	0	0	0
4	0.357	0.227	0.264	0.276	0.320
8	0.687	0.353	0.426	0.480	0.585
12	0.662	0.238	-0.305	0.397	0.522
16	0.198	-0.074	-0.042	0.018	0.089
20	-0.411	-0.334	-0.364	-0.382	-0.418
24	-0.758	-0.347	-0.436	-0.523	-0.648
28	-0.577	-0.066	-0.161	-0.269	-0.407
32	0.049	0.277	0.252	0.203	0.156
36	0.661	0.397	0.471	0.530	0.616
40	0.895	0.151	0.277	0.431	0.629
44	0.270	-0.221	-0.154	-0.048	0.068
48	-0.632	-0.418	-0.460	-0.490	-0.563
52	-0.963	-0.255	-0.353	-0.498	-0.693
56	-0.118	0.135	0.107	0.046	-0.016
60	1.000	0.434	0.491	0.597	0.778

Tabel 4.18.f. Simpangan Antar Lantai Maksimum Ternormalisasi Mode 6 Portal 15 Lantai

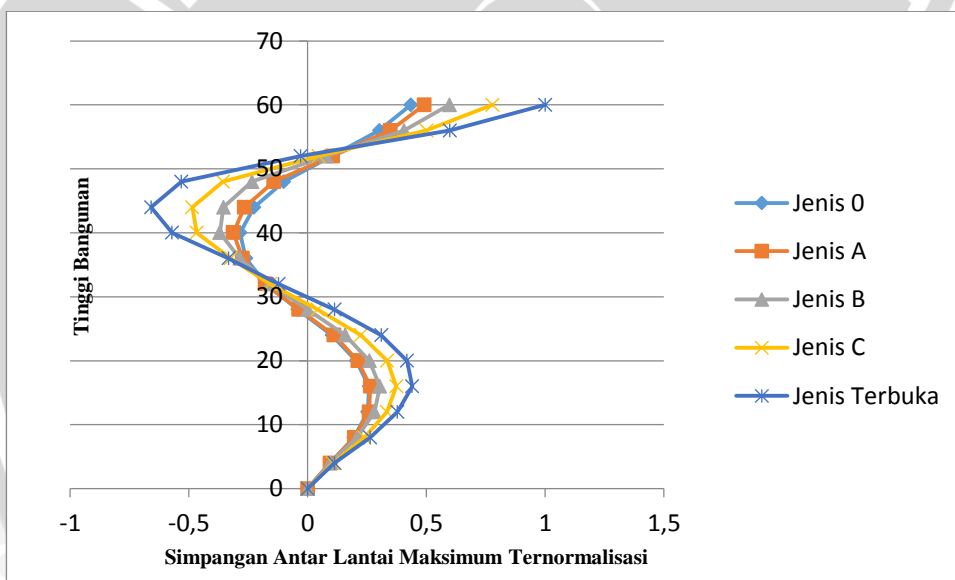
<i>Tinggi Bangunan</i>	<i>Simpangan Antar Lantai Maksimum Ternormalisasi Mode 6</i>				
	<i>Terbuka</i>	<i>Jenis 0</i>	<i>Jenis A</i>	<i>Jenis B</i>	<i>Jenis C</i>
0	0	0	0	0	0
4	-0.211	-0.206	-0.162	-0.135	-0.162
8	-0.361	-0.191	-0.204	-0.196	-0.254
12	-0.249	-0.241	-0.040	-0.085	-0.142
16	0.110	-0.020	0.181	0.134	0.128
20	0.386	0.262	0.219	0.227	0.289
24	0.322	0.250	0.028	0.096	0.179
28	-0.081	-0.047	-0.234	-0.162	-0.139
32	-0.413	-0.327	-0.216	-0.243	-0.317
36	-0.318	-0.188	0.069	-0.049	-0.153
40	0.417	0.198	0.383	0.345	0.384
44	0.671	0.419	0.236	0.334	0.473
48	0.009	0.136	-0.207	-0.105	-0.057
52	-0.963	-0.309	-0.487	-0.576	-0.739
56	-0.435	0.001	-0.075	-0.174	-0.279
60	1.000	0.434	0.491	0.597	0.778

Grafik Simpangan Antar Lantai Maksimum Ternormalisasi Portal 15 lantai disajikan pada gambar berikut :

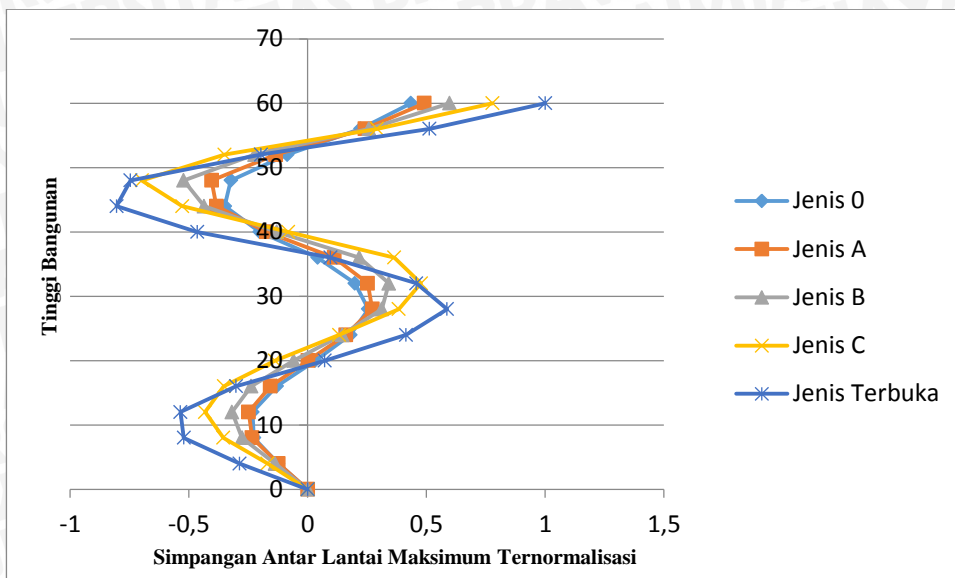
**Gambar 4.33.** Simpangan Antar Lantai Maksimum Ternormalisasi Mode 1 Portal 15 Lantai



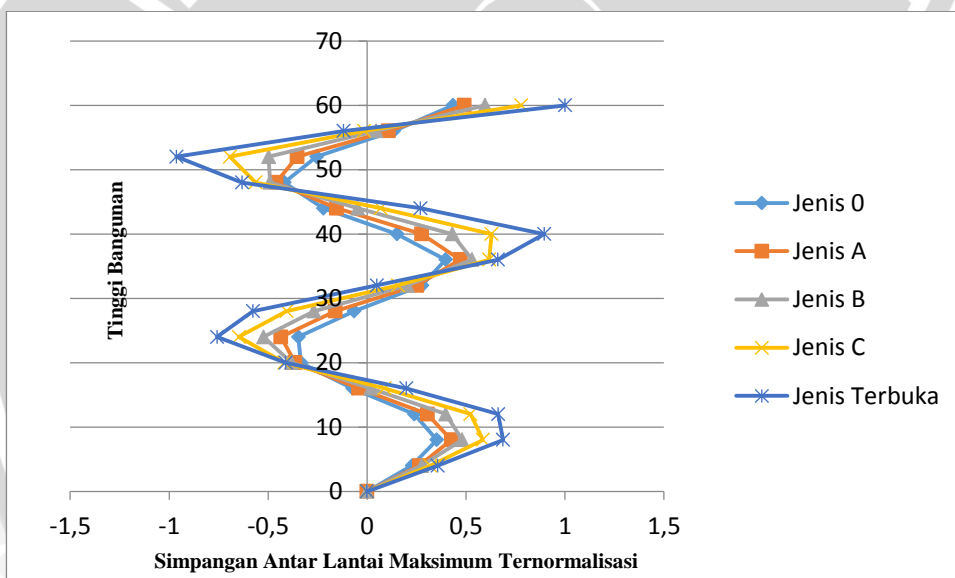
Gambar 4.34. Simpangan Antar Lantai Maksimum Ternormalisasi Mode 2 Portal 15 Lantai



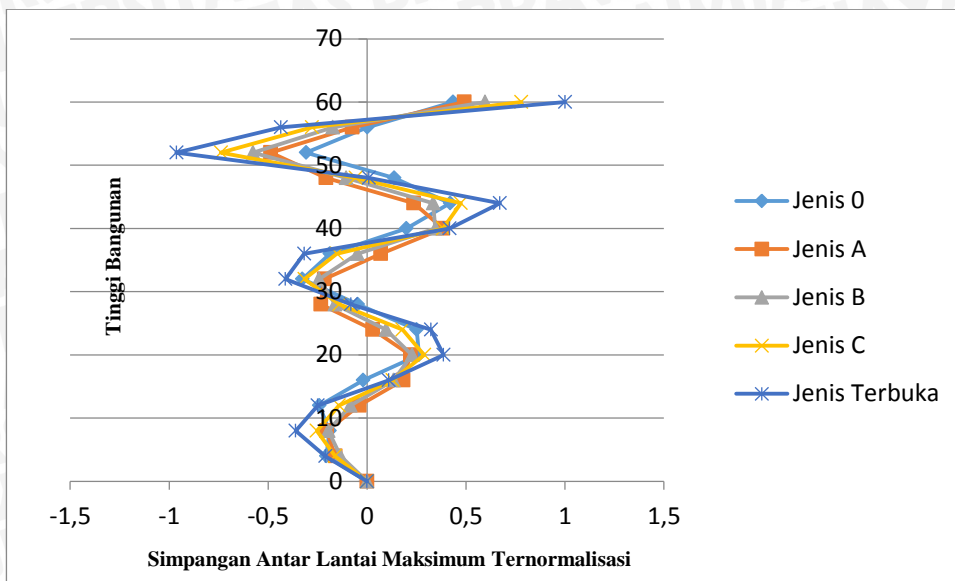
Gambar 4.35. Simpangan Antar Lantai Maksimum Ternormalisasi Mode 3 Portal 15 Lantai



Gambar 4.36. Simpangan Antar Lantai Maksimum Ternormalisasi Mode 4 Portal 15 Lantai



Gambar 4.37. Simpangan Antar Lantai Maksimum Ternormalisasi Mode 5 Portal 15 Lantai



Gambar 4.38. Simpangan Antar Lantai Maksimum Ternormalisasi Mode 6 Portal 15 Lantai

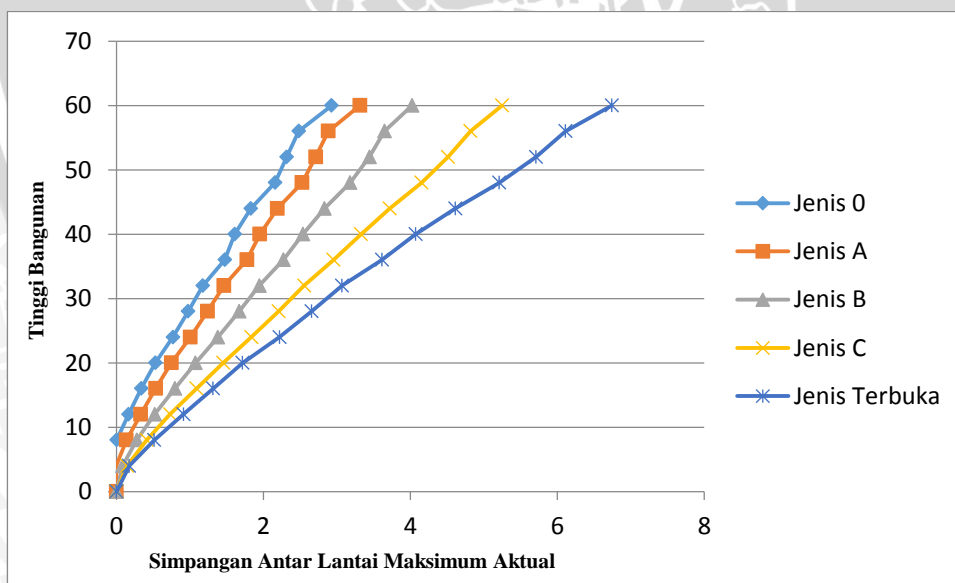


Untuk Simpangan Antar Lantai Maksimum Aktual Portal 15 Lantai disajikan pada tabel berikut ini :

Tabel 4.19 Simpangan Antar Lantai Maksimum Aktual Portal 15 Lantai

Tinggi Bangunan	Simpangan Antar Lantai Maksimum Aktual (mm)				
	Terbuka	Jenis 0	Jenis A	Jenis B	Jenis C
0	0	0	0	0	0
4	0.173	-0.085	-0.004	0.081	0.145
8	0.514	0.001	0.135	0.275	0.411
12	0.911	0.164	0.330	0.519	0.728
16	1.315	0.337	0.533	0.795	1.089
20	1.715	0.529	0.746	1.076	1.453
24	2.219	0.768	1.005	1.380	1.836
28	2.654	0.976	1.238	1.670	2.205
32	3.070	1.176	1.463	1.945	2.555
36	3.614	1.474	1.775	2.272	2.954
40	4.071	1.610	1.950	2.538	3.328
44	4.613	1.829	2.190	2.831	3.721
48	5.210	2.157	2.526	3.179	4.152
52	5.711	2.316	2.711	3.443	4.514
56	6.112	2.481	2.884	3.647	4.817
60	6.742	2.928	3.312	4.023	5.247

Grafik Simpangan Antar Lantai Maksimum Aktual Portal 15 lantai disajikan pada gambar berikut :



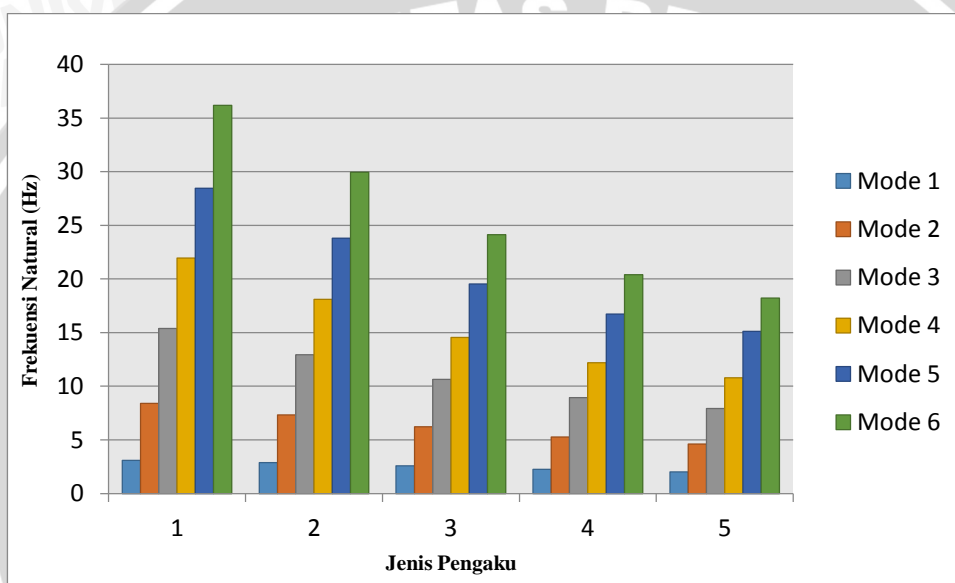
Gambar 4.39. Simpangan Antar Lantai Maksimum Aktual Portal 15 Lantai

Untuk Frekuensi Natural (Hz) disajikan pada tabel berikut ini :

Tabel 4.20 Frekuensi Natural (Hz) Portal 15 Lantai

Mode	Frekuensi Natural (Hz)				
	Terbuka	Jenis 0	Jenis A	Jenis B	Jenis C
1	2.018	3.098	2.891	2.570	2.250
2	4.620	8.415	7.341	6.213	5.266
3	7.930	15.398	12.963	10.627	8.939
4	10.797	21.947	18.139	14.543	12.199
5	15.128	28.465	23.827	19.544	16.727
6	18.207	36.174	29.980	24.126	20.414

Grafik Frekuensi Natural Portal 15 lantai disajikan pada gambar berikut :



Gambar 4.40. Frekuensi Natural Portal 15 Lantai

Tabel 4.21.a. Simpangan Antar Lantai Maksimum Ternormalisasi Mode 1 Portal 21 Lantai

Tinggi Bangunan	Simpangan Antar Lantai Maksimum Ternormalisasi Mode 1				
	Terbuka	Jenis 0	Jenis A	Jenis B	Jenis C
0	0	0	0	0	0
4	0.017	0.0022	0.0014	0.0109	0.0144
8	0.048	0.0191	0.0164	0.0369	0.0440
12	0.084	0.0401	0.0385	0.0676	0.0792
16	0.125	0.0606	0.0625	0.1009	0.1199
20	0.169	0.0822	0.0885	0.1338	0.1596
24	0.215	0.1083	0.1208	0.1708	0.2035
28	0.266	0.1359	0.1549	0.2090	0.2494
32	0.319	0.1651	0.1917	0.2485	0.3029
36	0.372	0.1978	0.2286	0.2904	0.3454
40	0.426	0.2286	0.2639	0.3321	0.3940
44	0.48	0.2599	0.2970	0.3725	0.4411
48	0.531	0.2998	0.3380	0.4193	0.4934
52	0.591	0.3279	0.3684	0.4588	0.5418
56	0.652	0.3612	0.4029	0.5015	0.5925
60	0.709	0.4006	0.4428	0.5480	0.6455
64	0.767	0.4309	0.4733	0.5856	0.6911
68	0.818	0.4625	0.5038	0.6213	0.7326
72	0.863	0.5123	0.5539	0.6718	0.7854
76	0.918	0.5315	0.5715	0.6967	0.8185
80	0.966	0.5609	0.5966	0.7272	0.8537
84	1	0.6165	0.6548	0.7778	0.9030



Tabel 4.21.b. Simpangan Antar Lantai Maksimum Ternormalisasi Mode 2 Portal 21 Lantai

<i>Tinggi Bangunan</i>	<i>Simpangan Antar Lantai Maksimum Ternormalisasi Mode 2</i>				
	<i>Terbuka</i>	<i>Jenis 0</i>	<i>Jenis A</i>	<i>Jenis B</i>	<i>Jenis C</i>
0	0	0	0	0	0
4	-0.040	-0.051	-0.041	-0.051	-0.048
8	-0.107	-0.126	-0.101	-0.130	-0.126
12	-0.177	-0.195	-0.160	-0.208	-0.205
16	-0.250	-0.245	-0.214	-0.277	-0.282
20	-0.318	-0.285	-0.261	-0.335	-0.349
24	-0.375	-0.316	-0.299	-0.380	-0.405
28	-0.423	-0.337	-0.333	-0.412	-0.446
32	-0.454	-0.343	-0.350	-0.426	-0.469
36	-0.464	-0.335	-0.348	-0.420	-0.469
40	-0.452	-0.311	-0.326	-0.392	-0.445
44	-0.416	-0.271	-0.285	-0.344	-0.397
48	-0.358	-0.216	-0.228	-0.276	-0.327
52	-0.259	-0.139	-0.144	-0.174	-0.217
56	-0.132	-0.050	-0.046	-0.054	-0.082
60	0.007	0.046	0.058	0.072	0.060
64	0.170	0.145	0.164	0.203	0.213
68	0.331	0.245	0.268	0.328	0.361
72	0.478	0.338	0.363	0.441	0.493
76	0.696	0.443	0.479	0.583	0.668
80	0.887	0.538	0.581	0.701	0.814
84	1.000	0.617	0.655	0.778	0.903

Tabel 4.21.c. Simpangan Antar Lantai Maksimum Ternormalisasi Mode 3 Portal 21 Lantai

Tinggi Bangunan	Simpangan Antar Lantai Maksimum Ternormalisasi Mode 3				
	Terbuka	Jenis 0	Jenis A	Jenis B	Jenis C
0	0	0	0	0	0
4	0.058	0.086	0.077	0.076	0.070
8	0.151	0.202	0.183	0.189	0.176
12	0.239	0.289	0.271	0.285	0.273
16	0.314	0.324	0.331	0.346	0.345
20	0.360	0.318	0.352	0.366	0.380
24	0.369	0.276	0.329	0.342	0.372
28	0.335	0.197	0.249	0.271	0.314
32	0.258	0.094	0.127	0.160	0.212
36	0.149	-0.021	-0.010	0.028	0.082
40	0.012	-0.146	-0.136	-0.120	-0.070
44	-0.131	-0.253	-0.240	-0.253	-0.217
48	-0.261	-0.326	-0.311	-0.353	-0.338
52	-0.391	-0.363	-0.348	-0.422	-0.436
56	-0.476	-0.346	-0.334	-0.429	-0.477
60	-0.493	-0.280	-0.270	-0.373	-0.445
64	-0.426	-0.170	-0.161	-0.252	-0.334
68	-0.283	-0.030	-0.024	-0.089	-0.164
72	-0.088	0.119	0.119	0.091	0.035
76	0.340	0.316	0.341	0.384	0.397
80	0.761	0.491	0.536	0.637	0.722
84	1.000	0.617	0.655	0.778	0.903

Tabel 4.21.d. Simpangan Antar Lantai Maksimum Ternormalisasi Portal 21 Lantai

Tinggi Bangunan	Simpangan Antar Lantai Maksimum Ternormalisasi Mode 4				
	Terbuka	Jenis 0	Jenis A	Jenis B	Jenis C
0	0	0	0	0	0
4	-0.097	-0.102	-0.067	-0.087	-0.091
8	-0.242	-0.223	-0.153	-0.207	-0.222
12	-0.362	-0.281	-0.208	-0.288	-0.321
16	-0.429	-0.258	-0.217	-0.304	-0.362
20	-0.420	-0.172	-0.178	-0.254	-0.330
24	-0.333	-0.047	-0.095	-0.147	-0.229
28	-0.162	0.101	0.041	0.009	-0.062
32	0.053	0.228	0.174	0.171	0.128
36	0.261	0.300	0.259	0.296	0.293
40	0.428	0.302	0.273	0.358	0.403
44	0.503	0.227	0.217	0.334	0.419
48	0.467	0.094	0.107	0.226	0.336
52	0.270	-0.105	-0.071	0.010	0.115
56	-0.023	-0.284	-0.239	-0.228	-0.161
60	-0.319	-0.388	-0.345	-0.408	-0.398
64	-0.577	-0.393	-0.363	-0.486	-0.548
68	-0.678	-0.297	-0.287	-0.436	-0.549
72	-0.585	-0.131	-0.142	-0.273	-0.400
76	-0.057	0.155	0.173	0.137	0.082
80	0.593	0.430	0.476	0.542	0.596
84	1.000	0.617	0.655	0.778	0.903

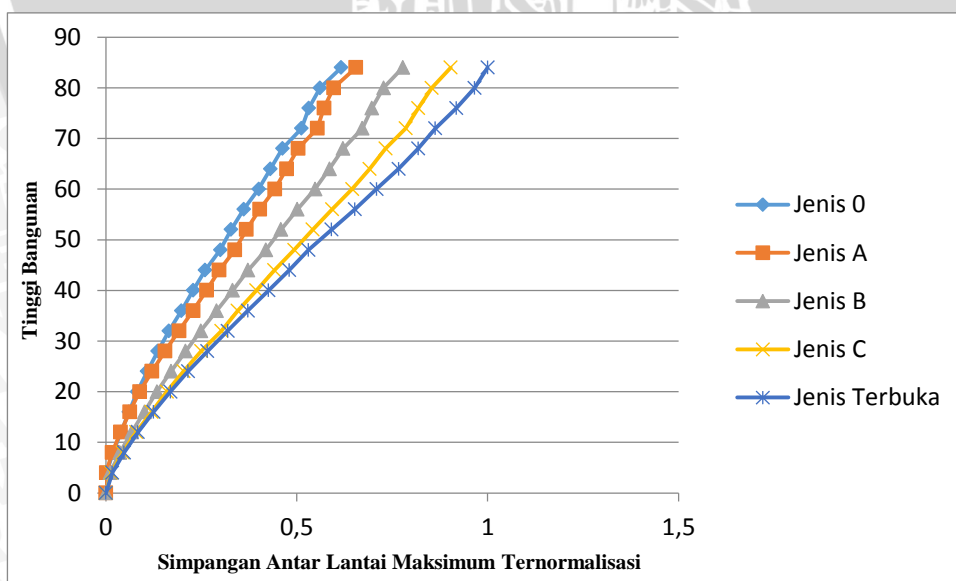
Tabel 4.21.e. Simpangan Antar Lantai Maksimum Ternormalisasi Portal 21 Lantai

<i>Tinggi Bangunan</i>	<i>Simpangan Antar Lantai Maksimum Ternormalisasi Mode 5</i>				
	<i>Terbuka</i>	<i>Jenis 0</i>	<i>Jenis A</i>	<i>Jenis B</i>	<i>Jenis C</i>
0	0	0	0	0	0
4	0.163	0.174	0.139	0.166	0.166
8	0.386	0.342	0.293	0.366	0.381
12	0.517	0.353	0.342	0.445	0.491
16	0.496	0.213	0.259	0.358	0.437
20	0.314	-0.010	0.075	0.135	0.228
24	0.026	-0.231	-0.147	-0.141	-0.065
28	-0.315	-0.382	-0.392	-0.398	-0.375
32	-0.560	-0.379	-0.427	-0.509	-0.555
36	-0.608	-0.220	-0.293	-0.422	-0.528
40	-0.425	0.059	-0.038	-0.149	-0.283
44	-0.068	0.322	0.234	0.194	0.087
48	0.328	0.454	0.413	0.465	0.433
52	0.696	0.387	0.424	0.573	0.663
56	0.792	0.147	0.245	0.429	0.611
60	0.534	-0.150	-0.038	0.095	0.288
64	-0.063	-0.383	-0.316	-0.316	-0.230
68	-0.655	-0.460	-0.462	-0.593	-0.654
72	-0.938	-0.361	-0.422	-0.615	-0.782
76	-0.557	-0.022	-0.052	-0.180	-0.330
80	0.324	0.361	0.388	0.404	0.399
84	1.000	0.617	0.655	0.778	0.903

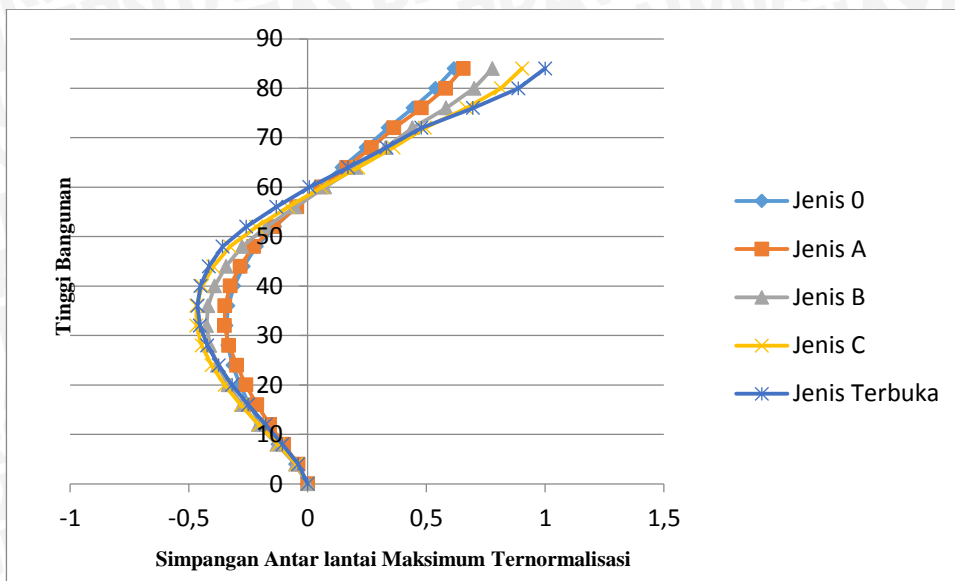
Tabel 4.21.f. Simpangan Antar Lantai Maksimum Ternormalisasi Portal 21 Lantai

Tinggi Bangunan	Simpangan Antar Lantai Maksimum Ternormalisasi Mode 6				
	Terbuka	Jenis 0	Jenis A	Jenis B	Jenis C
0	0	0	0	0	0
4	-0.223	-0.217	-0.187	-0.192	-0.210
8	-0.491	-0.369	-0.356	-0.388	-0.446
12	-0.573	-0.264	-0.336	-0.393	-0.493
16	-0.392	-0.004	-0.121	-0.182	-0.293
20	-0.015	0.259	0.169	0.135	0.064
24	0.380	0.376	0.374	0.389	0.399
28	0.630	0.273	0.377	0.448	0.555
32	0.560	-0.001	0.126	0.252	0.410
36	0.193	-0.277	-0.208	-0.092	0.035
40	-0.313	-0.403	-0.391	-0.411	-0.393
44	-0.656	-0.269	-0.325	-0.487	-0.601
48	-0.632	0.043	-0.054	-0.265	-0.457
52	-0.106	0.413	0.343	0.244	0.100
56	0.556	0.527	0.542	0.635	0.648
60	0.870	0.305	0.398	0.620	0.785
64	0.568	-0.109	-0.014	0.160	0.350
68	-0.171	-0.453	-0.422	-0.418	-0.347
72	-0.811	-0.536	-0.585	-0.740	-0.828
76	-0.894	-0.221	-0.268	-0.468	-0.657
80	0.032	0.271	0.282	0.237	0.178
84	1.000	0.617	0.655	0.778	0.903

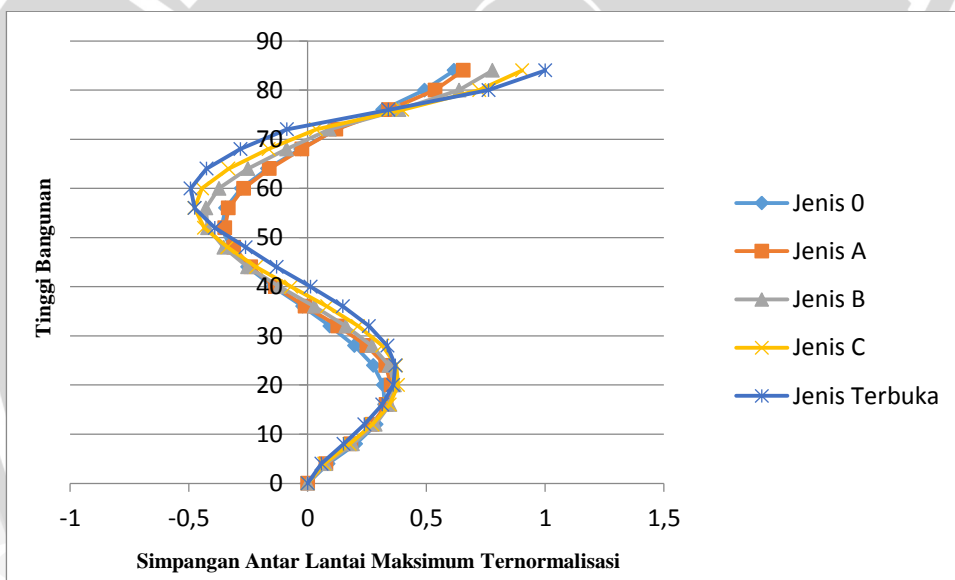
Grafik Simpangan Antar Lantai Maksimum Ternormalisasi Portal 21 lantai disajikan pada gambar berikut :



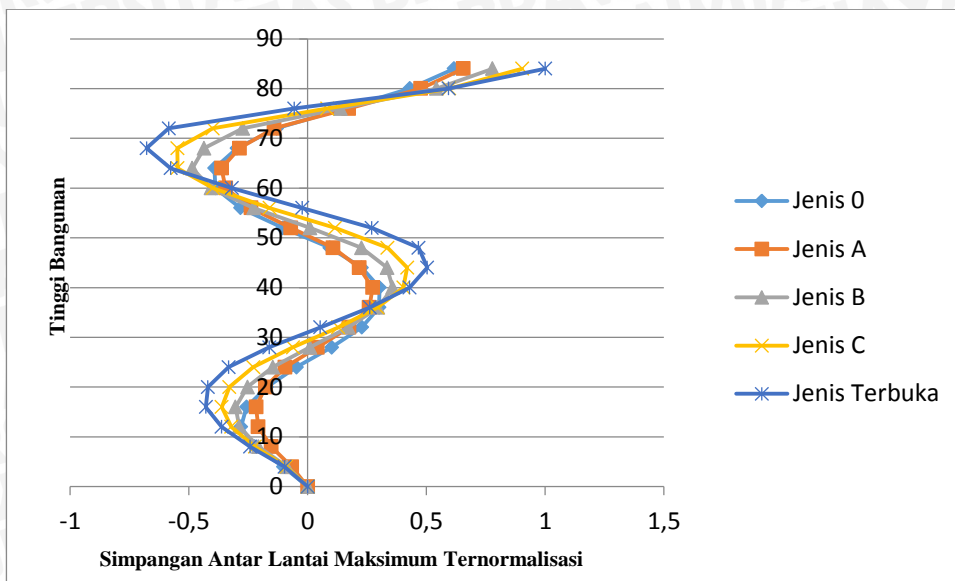
Gambar 4.41. Simpangan Antar Lantai Maksimum Ternormalisasi Mode 1 Portal 21 Lantai



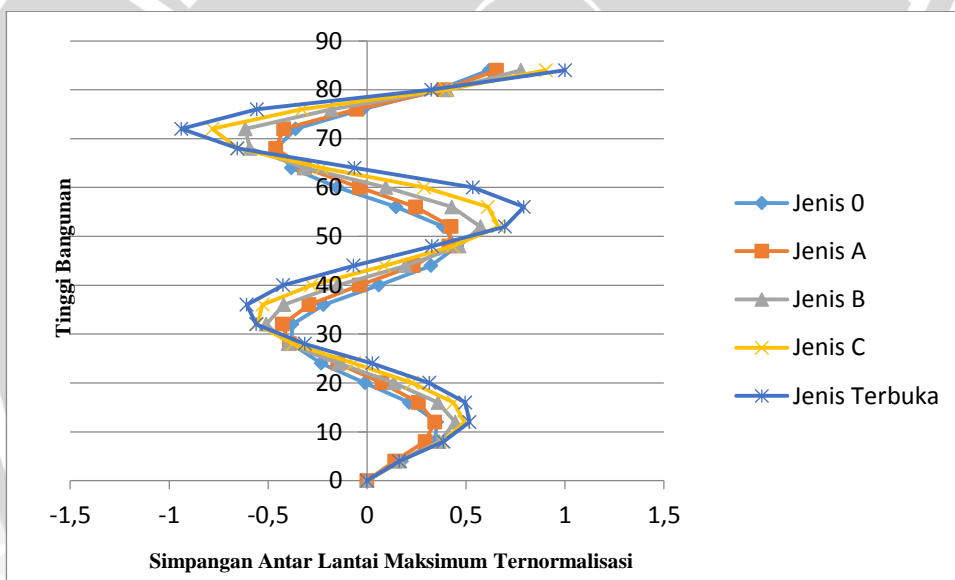
Gambar 4.42. Simpangan Antar Lantai Maksimum Ternormalisasi Mode 2 Portal 21 Lantai



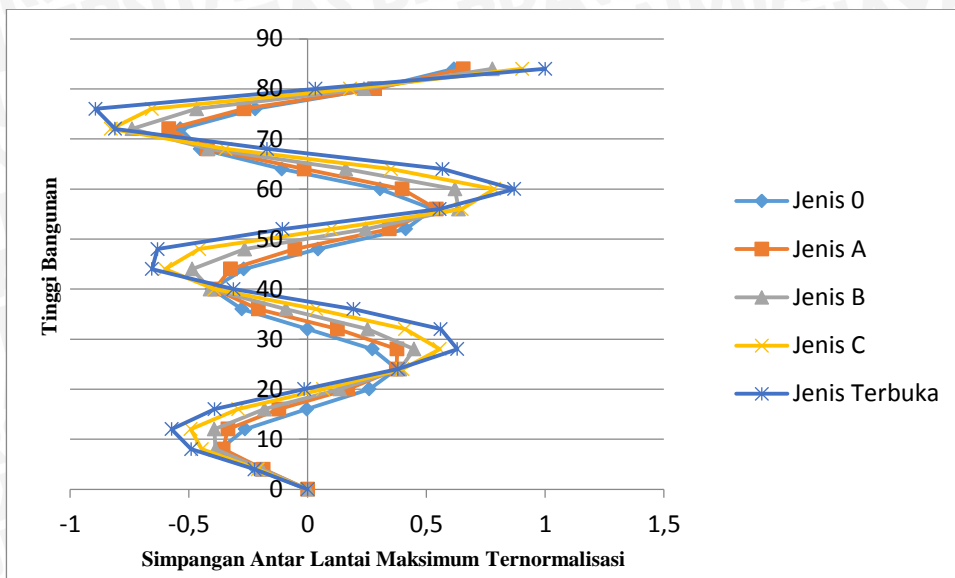
Gambar 4.43. Simpangan Antar Lantai Maksimum Ternormalisasi Mode 3 Portal 21 Lantai



Gambar 4.44. Simpangan Antar Lantai Maksimum Ternormalisasi Mode 4 Portal 21 Lantai



Gambar 4.45. Simpangan Antar Lantai Maksimum Ternormalisasi Mode 5 Portal 21 Lantai



Gambar 4.46. Simpangan Antar Lantai Maksimum Ternormalisasi Mode 6 Portal 21 Lantai

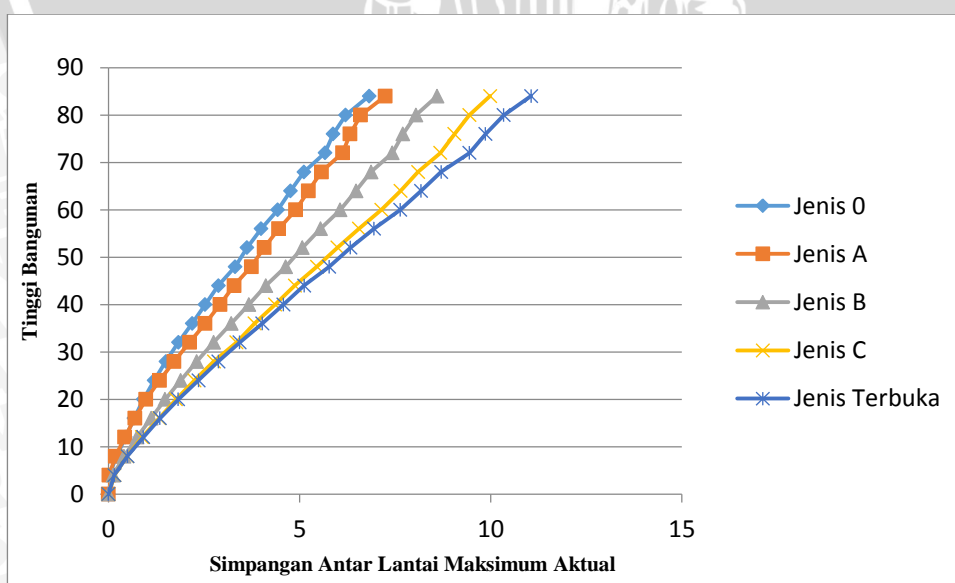


Untuk Simpangan Antar Lantai Maksimum Aktual Portal 21 Lantai disajikan pada tabel berikut ini :

Tabel 4.22. Simpangan Antar Lantai Maksimum Aktual Portal 21 Lantai

Tinggi Bangunan	Simpangan Antar Lantai Maksimum Aktual (mm)				
	Terbuka	Jenis 0	Jenis A	Jenis B	Jenis C
0	0	0	0	0	0
4	0.154	0.024	0.015	0.121	0.159
8	0.498	0.211	0.181	0.408	0.487
12	0.911	0.443	0.426	0.747	0.876
16	1.348	0.670	0.691	1.116	1.326
20	1.822	0.909	0.979	1.479	1.765
24	2.357	1.197	1.336	1.889	2.250
28	2.875	1.503	1.713	2.311	2.758
32	3.432	1.826	2.120	2.748	3.349
36	4.021	2.187	2.528	3.211	3.819
40	4.573	2.528	2.918	3.672	4.357
44	5.120	2.874	3.284	4.119	4.877
48	5.776	3.315	3.737	4.636	5.456
52	6.330	3.626	4.073	5.073	5.991
56	6.943	3.994	4.455	5.545	6.551
60	7.633	4.429	4.896	6.059	7.137
64	8.178	4.764	5.233	6.475	7.642
68	8.705	5.114	5.570	6.870	8.100
72	9.445	5.665	6.124	7.428	8.684
76	9.863	5.877	6.319	7.703	9.050
80	10.342	6.202	6.597	8.041	9.439
84	11.057	6.817	7.240	8.600	9.985

Grafik Simpangan Antar Lantai Maksimum Aktual Portal 21 lantai disajikan pada gambar berikut :



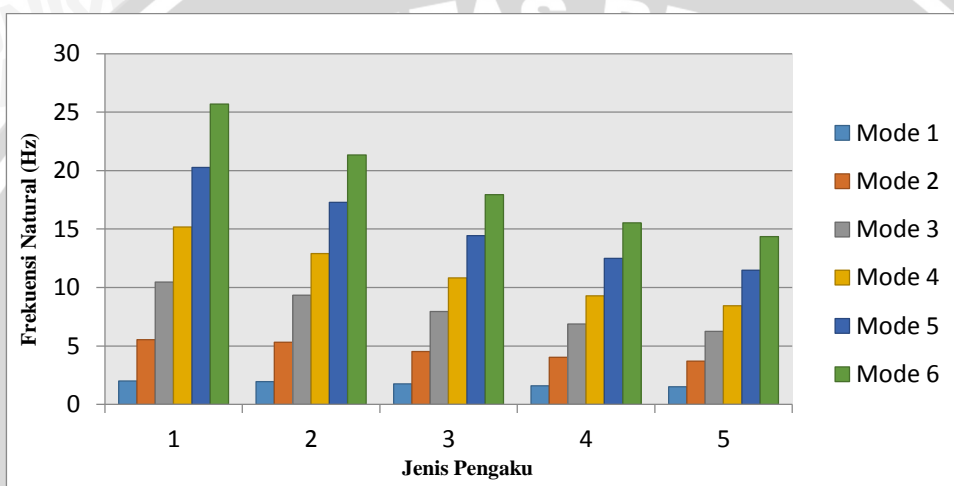
Gambar 4.47. Simpangan Antar Lantai Maksimum Aktual Portal 21 Lantai

Untuk Frekuensi Natural (Hz) disajikan pada tabel berikut ini :

Tabel 4.23 Frekuensi Natural (Hz) Portal 21 Lantai

Mode	Frekuensi Natural (Hz)				
	Terbuka	Jenis 0	Jenis A	Jenis B	Jenis C
1	1.505	2.017	1.937	1.752	1.591
2	3.710	5.536	5.307	4.523	4.017
3	6.241	10.473	9.339	7.941	6.885
4	8.437	15.178	12.906	10.833	9.288
5	11.475	20.278	17.283	14.444	12.499
6	14.352	25.688	21.350	17.933	15.536

Grafik Frekuensi Natural Portal 21 lantai disajikan pada gambar berikut :



Gambar 4.48. Frekuensi Natural Portal 21 Lantai

Tabel 4.24.a. Simpangan Antar lantai Maksimum Ternormalisasi Mode 1 Portal 27 Lantai

<i>Tinggi Bangunan</i>	<i>Simpangan Antar Lantai Maksimum Ternormalisasi Mode 1</i>				
	<i>Terbuka</i>	<i>Jenis 0</i>	<i>Jenis A</i>	<i>Jenis B</i>	<i>Jenis C</i>
0	0	0	0	0	0
4	0.01	0.003	0.005	0.007	0.009
8	0.029	0.016	0.021	0.024	0.027
12	0.051	0.036	0.042	0.047	0.051
16	0.076	0.057	0.066	0.073	0.077
20	0.105	0.081	0.091	0.100	0.106
24	0.136	0.105	0.117	0.129	0.136
28	0.169	0.128	0.143	0.158	0.169
32	0.205	0.152	0.169	0.187	0.183
36	0.242	0.181	0.199	0.220	0.236
40	0.281	0.209	0.230	0.253	0.273
44	0.323	0.240	0.262	0.288	0.310
48	0.364	0.273	0.297	0.326	0.350
52	0.407	0.307	0.332	0.362	0.389
56	0.449	0.339	0.365	0.398	0.427
60	0.491	0.376	0.403	0.438	0.469
64	0.536	0.408	0.436	0.473	0.508
68	0.58	0.443	0.472	0.511	0.547
72	0.622	0.484	0.514	0.553	0.592
76	0.67	0.515	0.547	0.589	0.631
80	0.718	0.551	0.583	0.627	0.672
84	0.764	0.591	0.623	0.669	0.717
88	0.809	0.623	0.656	0.703	0.755
92	0.851	0.657	0.689	0.737	0.790
96	0.888	0.704	0.735	0.782	0.836
100	0.932	0.728	0.759	0.806	0.864
104	0.97	0.760	0.789	0.836	0.895
108	1	0.811	0.837	0.881	0.938

Tabel 4.24.b. Simpangan Antar lantai Maksimum Ternormalisasi Portal 27 Lantai

<i>Tinggi Bangunan</i>	<i>Simpangan Antar Lantai Maksimum Ternormalisasi Mode 2</i>				
	<i>Terbuka</i>	<i>Jenis 0</i>	<i>Jenis A</i>	<i>Jenis B</i>	<i>Jenis C</i>
0	0	0	0	0	0
4	-0.025	-0.036	-0.035	-0.033	-0.030
8	-0.068	-0.092	-0.092	-0.087	-0.080
12	-0.114	-0.149	-0.151	-0.144	-0.134
16	-0.165	-0.211	-0.213	-0.206	-0.192
20	-0.216	-0.271	-0.274	-0.266	-0.250
24	-0.264	-0.321	-0.326	-0.319	-0.302
28	-0.309	-0.357	-0.365	-0.362	-0.349
32	-0.350	-0.382	-0.393	-0.396	-0.387
36	-0.382	-0.399	-0.413	-0.421	-0.417
40	-0.406	-0.408	-0.424	-0.436	-0.438
44	-0.421	-0.406	-0.423	-0.439	-0.447
48	-0.423	-0.393	-0.410	-0.429	-0.443
52	-0.412	-0.369	-0.384	-0.405	-0.423
56	-0.388	-0.333	-0.346	-0.367	-0.389
60	-0.352	-0.286	-0.296	-0.317	-0.343
64	-0.295	-0.225	-0.230	-0.248	-0.277
68	-0.225	-0.153	-0.153	-0.168	-0.197
72	-0.144	-0.072	-0.069	-0.080	-0.107
76	-0.031	0.024	0.035	0.033	0.011
80	0.096	0.128	0.146	0.154	0.141
84	0.225	0.232	0.256	0.273	0.268
88	0.366	0.337	0.367	0.393	0.401
92	0.499	0.440	0.471	0.504	0.523
96	0.617	0.535	0.567	0.603	0.630
100	0.779	0.638	0.672	0.718	0.761
104	0.915	0.732	0.765	0.814	0.869
108	1.000	0.811	0.837	0.881	0.938

Tabel 4.24.c. Simpangan Antar lantai Maksimum Ternormalisasi Portal 27 Lantai

<i>Tinggi Bangunan</i>	<i>Simpangan Antar Lantai Maksimum Ternormalisasi Mode 3</i>				
	<i>Terbuka</i>	<i>Jenis 0</i>	<i>Jenis A</i>	<i>Jenis B</i>	<i>Jenis C</i>
0	0	0	0	0	0
4	0.044	0.067	0.064	0.059	0.053
8	0.117	0.166	0.162	0.151	0.137
12	0.192	0.256	0.254	0.241	0.222
16	0.266	0.336	0.336	0.325	0.305
20	0.328	0.389	0.396	0.389	0.371
24	0.371	0.410	0.423	0.424	0.413
28	0.392	0.394	0.413	0.426	0.426
32	0.387	0.350	0.372	0.396	0.408
36	0.356	0.281	0.305	0.336	0.360
40	0.296	0.187	0.208	0.245	0.280
44	0.210	-0.075	0.092	0.129	0.174
48	0.107	-0.042	-0.033	0.001	0.051
52	-0.010	-0.163	-0.163	-0.134	-0.083
56	-0.131	-0.274	-0.282	-0.262	-0.215
60	-0.245	-0.363	-0.380	-0.371	-0.332
64	-0.359	-0.434	-0.457	-0.461	-0.438
68	-0.444	-0.464	-0.491	-0.509	-0.504
72	-0.491	-0.454	-0.481	-0.511	-0.525
76	-0.495	-0.393	-0.417	-0.454	-0.491
80	-0.446	-0.289	-0.306	-0.345	-0.400
84	-0.350	-0.157	-0.165	-0.203	-0.267
88	-0.192	0.000	0.003	-0.026	-0.088
92	-0.005	0.166	0.178	0.160	0.108
96	0.190	0.328	0.343	0.336	0.298
100	0.530	0.520	0.552	0.575	0.578
104	0.832	0.688	0.725	0.770	0.810
108	1.000	0.811	0.837	0.881	0.938

Tabel 4.24.d. Simpangan Antar lantai Maksimum Ternormalisasi Portal 27 Lantai

<i>Tinggi Bangunan</i>	<i>Simpangan Antar Lantai Maksimum Ternormalisasi Mode 4</i>				
	<i>Terbuka</i>	<i>Jenis 0</i>	<i>Jenis A</i>	<i>Jenis B</i>	<i>Jenis C</i>
0	0	0	0	0	0
4	-0.050	-0.092	-0.079	-0.064	-0.055
8	-0.130	-0.216	-0.190	-0.160	-0.141
12	-0.205	-0.310	-0.280	-0.242	-0.219
16	-0.267	-0.356	-0.331	-0.299	-0.278
20	-0.302	-0.340	-0.330	-0.314	-0.305
24	-0.303	-0.266	-0.277	-0.284	-0.294
28	-0.266	-0.159	-0.183	-0.212	-0.240
32	-0.195	-0.031	-0.063	-0.107	-0.152
36	-0.098	0.104	0.069	0.014	-0.041
40	0.020	0.234	0.203	0.146	0.085
44	0.143	0.335	0.313	0.262	0.207
48	0.249	0.387	0.376	0.342	0.301
52	0.322	0.379	0.380	0.368	0.351
56	0.352	0.307	0.320	0.334	0.347
60	0.332	0.184	0.205	0.245	0.289
64	0.247	0.000	0.027	0.088	0.161
68	0.114	-0.189	-0.162	-0.092	-0.002
72	-0.042	-0.347	-0.325	-0.259	-0.170
76	-0.249	-0.474	-0.465	-0.423	-0.357
80	-0.435	-0.523	-0.532	-0.522	-0.499
84	-0.548	-0.486	-0.505	-0.529	-0.551
88	-0.567	-0.363	-0.386	-0.434	-0.496
92	-0.470	-0.174	-0.197	-0.257	-0.342
96	-0.276	0.046	0.027	-0.033	-0.121
100	0.212	0.349	0.362	0.351	0.311
104	0.709	0.621	0.655	0.688	0.711
108	1.000	0.811	0.837	0.881	0.938

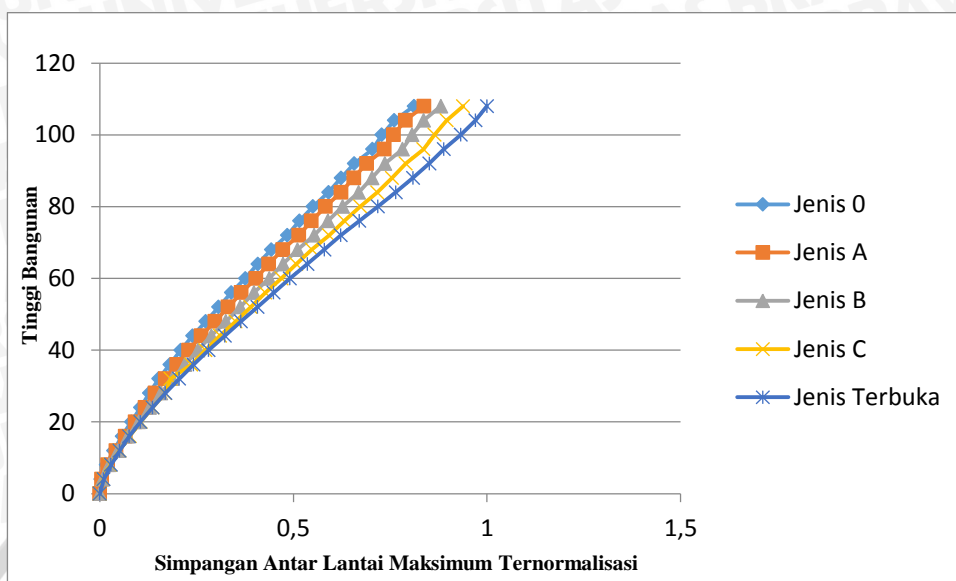
Tabel 4.24.e. Simpangan Antar lantai Maksimum Ternormalisasi Portal 27 Lantai

<i>Tinggi Bangunan</i>	<i>Simpangan Antar Lantai Maksimum Ternormalisasi Mode 5</i>				
	<i>Terbuka</i>	<i>Jenis 0</i>	<i>Jenis A</i>	<i>Jenis B</i>	<i>Jenis C</i>
0	0	0	0	0	0
4	0.087	0.142	0.116	0.095	0.087
8	0.218	0.318	0.268	0.227	0.215
12	0.327	0.414	0.362	0.322	0.314
16	0.388	0.391	0.367	0.351	0.361
20	0.382	0.251	0.275	0.301	0.338
24	0.304	0.048	0.114	0.182	0.245
28	0.158	-0.141	-0.064	0.022	0.094
32	-0.028	-0.293	-0.228	-0.149	-0.083
36	-0.212	-0.380	-0.342	-0.289	-0.247
40	-0.367	-0.383	-0.383	-0.373	-0.368
44	-0.454	-0.296	-0.334	-0.374	-0.412
48	-0.444	-0.135	-0.202	-0.284	-0.361
52	-0.330	0.073	-0.007	-0.114	-0.217
56	-0.134	0.269	0.197	0.092	-0.012
60	0.103	0.399	0.356	0.283	0.204
64	0.371	0.436	0.437	0.428	0.411
68	0.555	0.351	0.397	0.458	0.512
72	0.604	0.174	0.250	0.365	0.481
76	0.459	-0.102	-0.023	0.114	0.267
80	0.158	-0.362	-0.306	-0.191	-0.049
84	-0.198	-0.523	-0.504	-0.444	-0.356
88	-0.557	-0.548	-0.567	-0.583	-0.588
92	-0.748	-0.429	-0.475	-0.555	-0.643
96	-0.699	-0.204	-0.262	-0.372	-0.505
100	-0.157	0.186	0.172	0.113	0.019
104	0.548	0.561	0.586	0.597	0.593
108	1.000	0.811	0.837	0.881	0.938

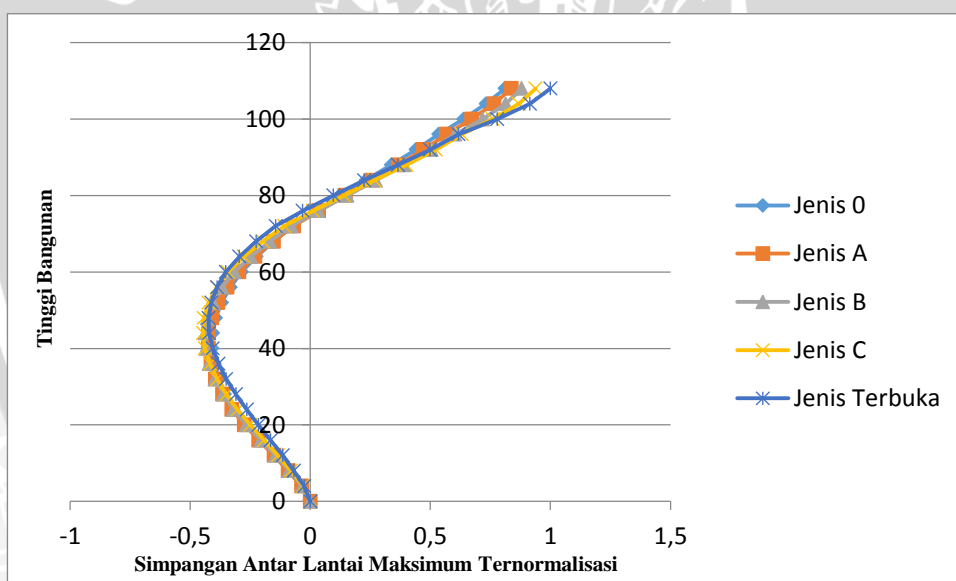
Tabel 4.24.f. Simpangan Antar lantai Maksimum Ternormalisasi Portal 27 Lantai

<i>Tinggi Bangunan</i>	<i>Simpangan Antar Lantai Maksimum Ternormalisasi Mode 6</i>				
	<i>Terbuka</i>	<i>Jenis 0</i>	<i>Jenis A</i>	<i>Jenis B</i>	<i>Jenis C</i>
0	0	0	0	0	0
4	-0.143	-0.183	-0.173	-0.162	-0.152
8	-0.344	-0.383	-0.378	-0.369	-0.356
12	-0.476	-0.438	-0.460	-0.476	-0.480
16	-0.488	-0.301	-0.365	-0.428	-0.468
20	-0.362	-0.029	-0.125	-0.232	-0.312
24	-0.130	0.247	0.158	0.041	-0.060
28	0.163	0.401	0.369	0.301	0.224
32	0.424	0.414	0.457	0.471	0.451
36	0.566	0.293	0.397	0.492	0.542
40	0.539	0.061	0.192	0.345	0.456
44	0.340	-0.200	-0.086	0.074	0.215
48	0.032	-0.393	-0.336	-0.225	-0.100
52	-0.294	-0.449	-0.470	-0.452	-0.389
56	-0.528	-0.335	-0.427	-0.513	-0.544
60	-0.591	-0.088	-0.217	-0.382	-0.506
64	-0.412	0.257	0.141	-0.047	-0.230
68	-0.047	0.512	0.458	0.330	0.163
72	0.353	0.573	0.603	0.587	0.507
76	0.714	0.385	0.492	0.622	0.699
80	0.794	0.038	0.172	0.391	0.597
84	0.521	-0.316	-0.211	-0.004	0.235
88	-0.086	-0.557	-0.529	-0.438	-0.300
92	-0.678	-0.594	-0.643	-0.693	-0.711
96	-0.950	-0.426	-0.521	-0.668	-0.809
100	-0.560	0.019	-0.034	-0.159	-0.319
104	0.325	0.496	0.503	0.478	0.430
108	1.000	0.811	0.837	0.881	0.938

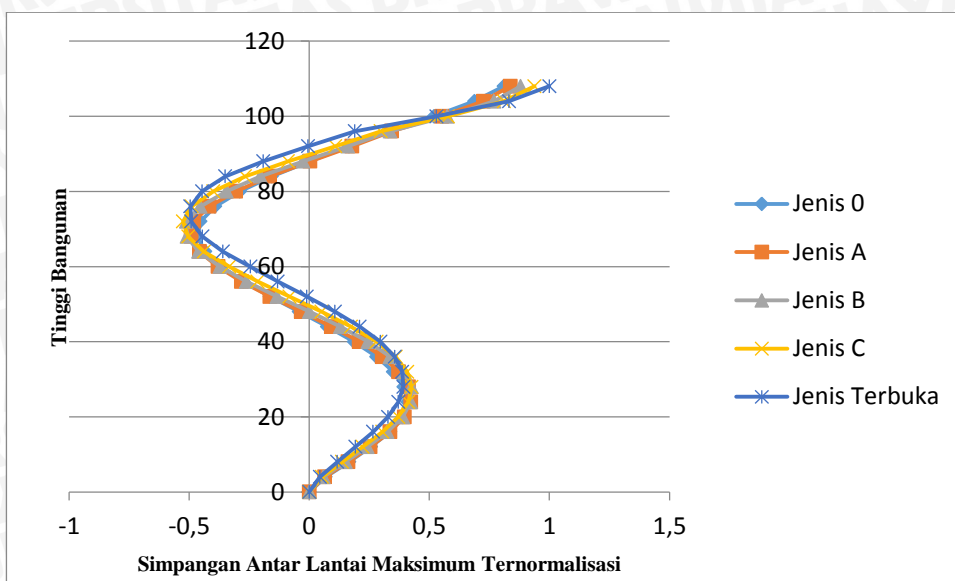
Grafik Simpangan Antar Lantai Maksimum Ternormalisasi Portal 27 lantai disajikan pada gambar berikut :



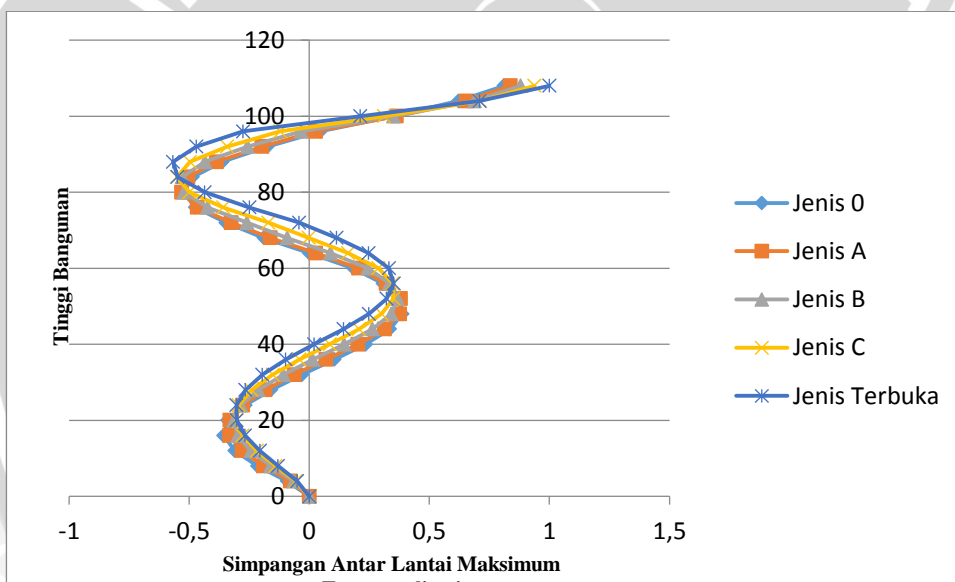
Gambar 4.49. Simpangan Antar Lantai Maksimum Ternormalisasi Mode 1 Portal 27 Lantai



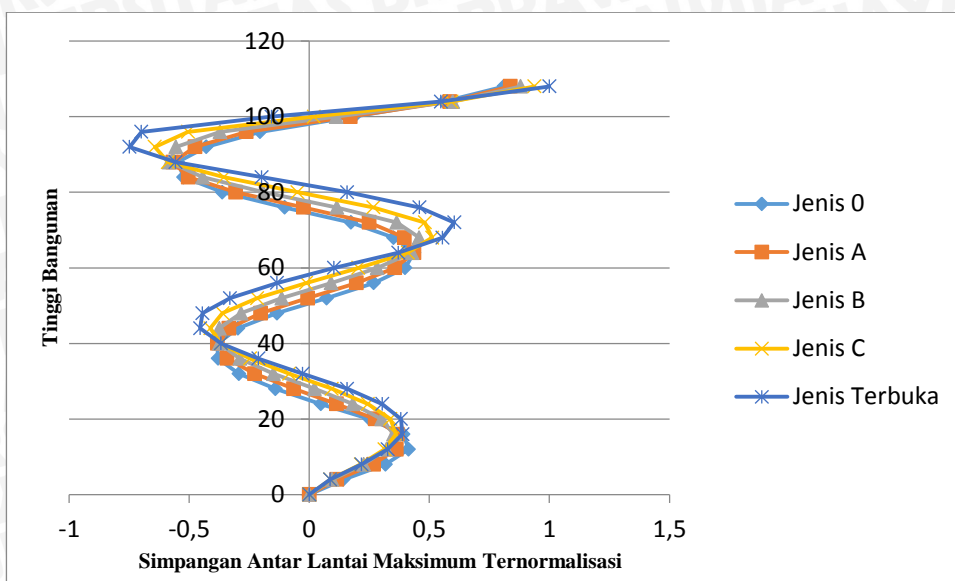
Gambar 4.50. Simpangan Antar Lantai Maksimum Ternormalisasi Mode 2 Portal 27 Lantai



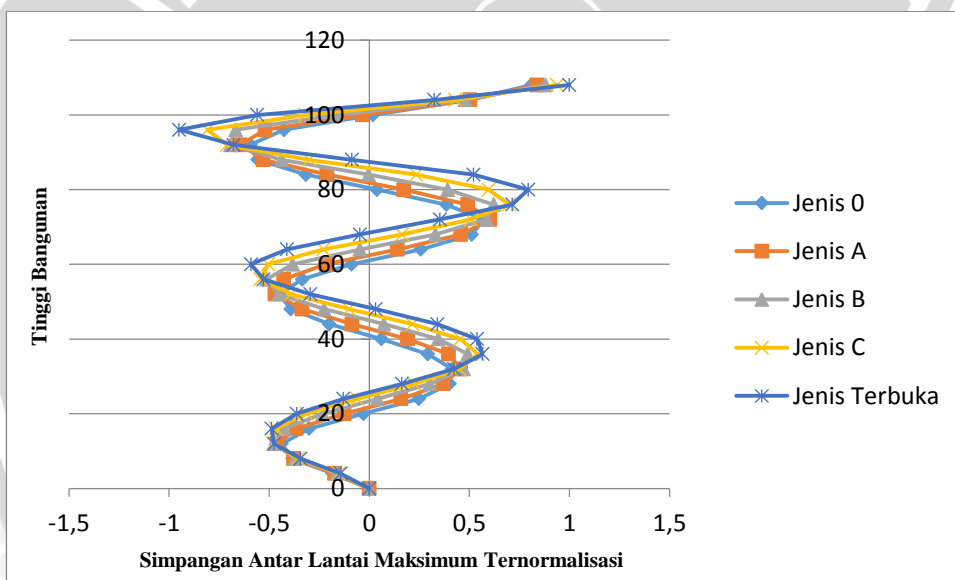
Gambar 4.51. Simpangan Antar Lantai Maksimum Ternormalisasi Mode 3 Portal 27 Lantai



Gambar 4.52. Simpangan Antar Lantai Maksimum Ternormalisasi Mode 4 Portal 27 Lantai



Gambar 4.53. Simpangan Antar Lantai Maksimum Ternormalisasi Mode 5 Portal 27 Lantai



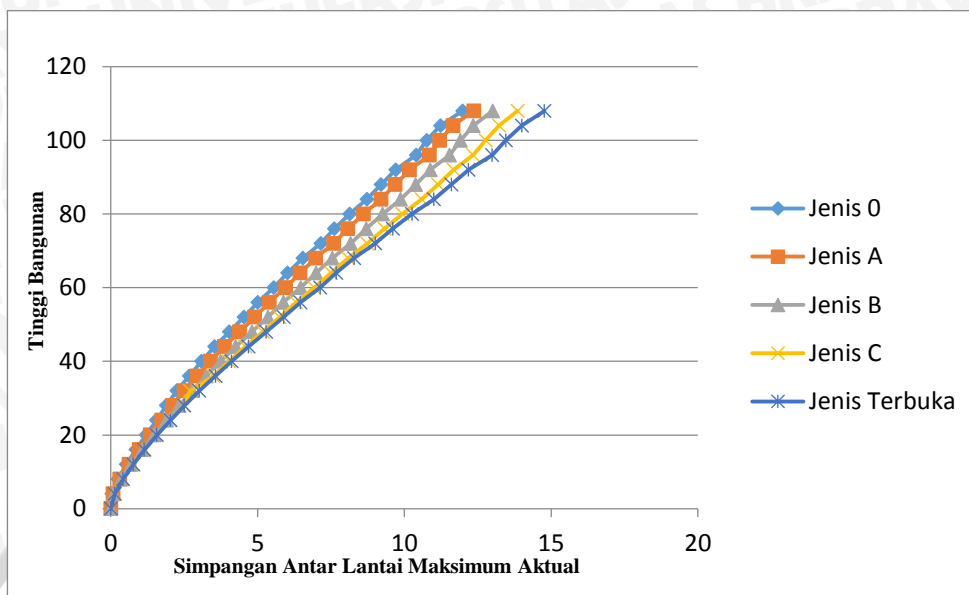
Gambar 4.54. Simpangan Antar Lantai Maksimum Ternormalisasi Mode 6 Portal 27 Lantai

Untuk Simpangan Antar Lantai Maksimum Aktual Portal 27 Lantai disajikan pada tabel berikut

Tabel 4.25. Simpangan Antar Lantai Maksimum Aktual Portal 27 Lantai

<i>Tinggi Bangunan</i>	<i>Simpangan Antar Lantai Maksimum Aktual (mm)</i>				
	<i>Terbuka</i>	<i>Jenis 0</i>	<i>Jenis A</i>	<i>Jenis B</i>	<i>Jenis C</i>
0	0	0	0	0	0
4	0.127	0.038	0.073	0.104	0.127
8	0.412	0.238	0.303	0.361	0.401
12	0.760	0.527	0.617	0.698	0.752
16	1.140	0.849	0.968	1.076	1.144
20	1.561	1.200	1.346	1.481	1.565
24	2.027	1.553	1.732	1.900	2.011
28	2.503	1.886	2.107	2.329	2.492
32	3.009	2.246	2.497	2.763	2.698
36	3.566	2.668	2.945	3.249	3.494
40	4.118	3.090	3.394	3.741	4.029
44	4.691	3.539	3.869	4.256	4.586
48	5.294	4.039	4.388	4.810	5.177
52	5.888	4.533	4.899	5.352	5.750
56	6.460	5.010	5.395	5.879	6.313
60	7.133	5.552	5.953	6.464	6.931
64	7.677	6.025	6.447	6.993	7.501
68	8.289	6.545	6.977	7.546	8.088
72	9.010	7.153	7.589	8.174	8.741
76	9.606	7.615	8.075	8.700	9.324
80	10.263	8.135	8.607	9.262	9.935
84	11.008	8.726	9.202	9.877	10.587
88	11.602	9.209	9.690	10.388	11.150
92	12.188	9.706	10.178	10.882	11.677
96	12.996	10.404	10.857	11.546	12.347
100	13.460	10.761	11.207	11.912	12.768
104	14.002	11.234	11.656	12.351	13.230
108	14.774	11.986	12.366	13.011	13.859

Grafik Simpangan Antar Lantai Maksimum Aktual Portal 27 lantai disajikan pada gambar berikut :



Gambar 4.55. Simpangan Antar Lantai Maksimum Aktual Portal 27 Lantai

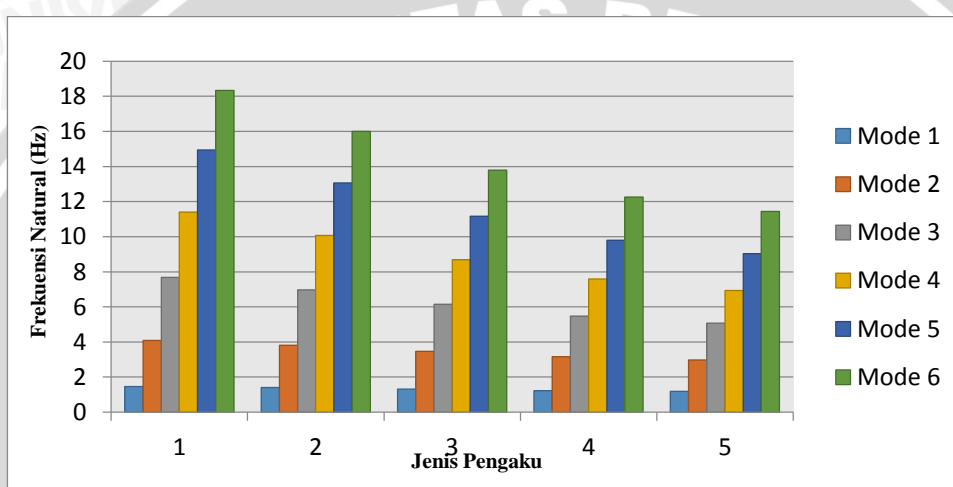


Untuk Frekuensi Natural (Hz) disajikan pada tabel berikut ini :

Tabel 4.26. Frekuensi Natural (Hz) Portal 27 Lantai

Mode	Frekuensi Natural (Hz)				
	Terbuka	Jenis 0	Jenis A	Jenis B	Jenis C
1	1.187	1.458	1.4	1.315	1.227
2	2.976	4.094	3.814	3.472	3.158
3	5.072	7.684	6.962	6.14	5.467
4	6.937	11.398	10.071	8.675	7.598
5	9.03	14.948	13.064	11.171	9.794
6	11.446	18.324	15.991	13.798	12.254

Grafik Frekuensi Natural Portal 27 lantai disajikan pada gambar berikut :



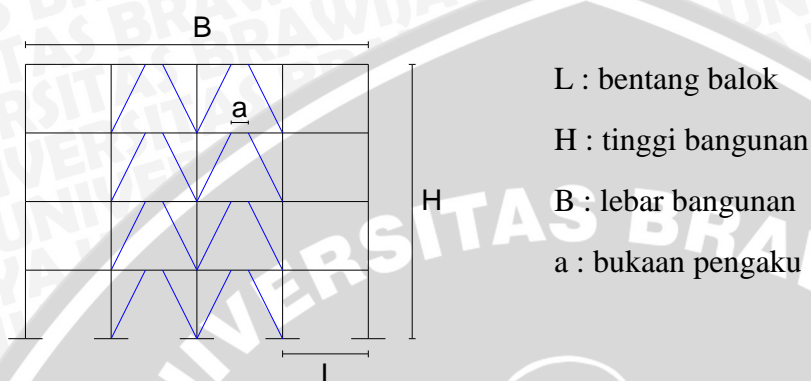
Gambar 4.56. Frekuensi Natural Portal 27 Lantai

Dari uraian tabel dan grafik Simpangan Antar Lantai Maksimum baik yang ternormalisasi maupun yang aktual dapat disimpulkan dengan ditambahkannya *bracing*/pengaku pada portal maka simpangan yang dihasilkan semakin kecil jika dibandingkan dengan pengaku yang dibuka atau tanpa pengaku.

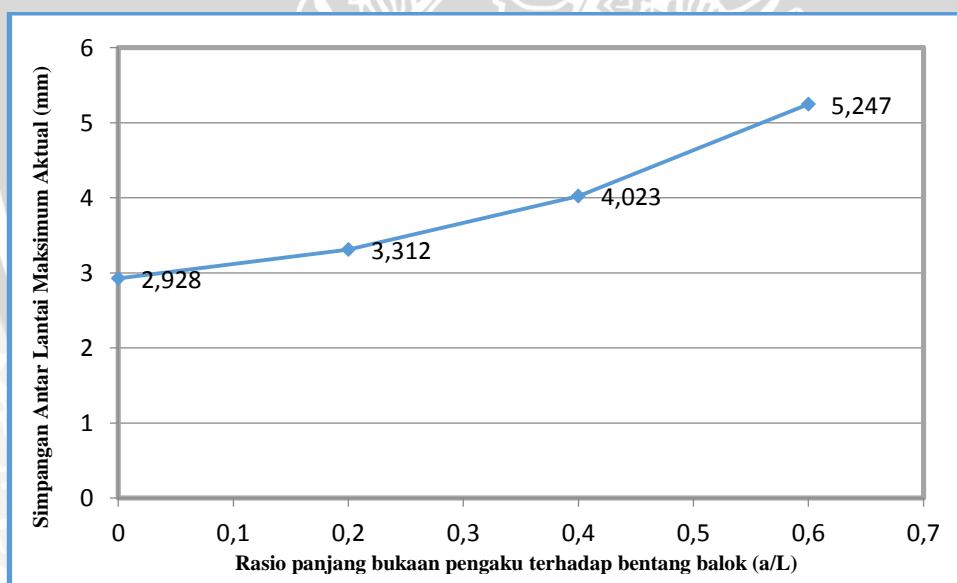
Untuk frekuensi natural dapat disimpulkan bahwa portal yang memakai pengaku memiliki nilai frekuensi natural lebih besar dibandingkan portal yang tidak memakai pengaku atau memakai pengaku yang dibuka.

4.5 Penyajian Grafik

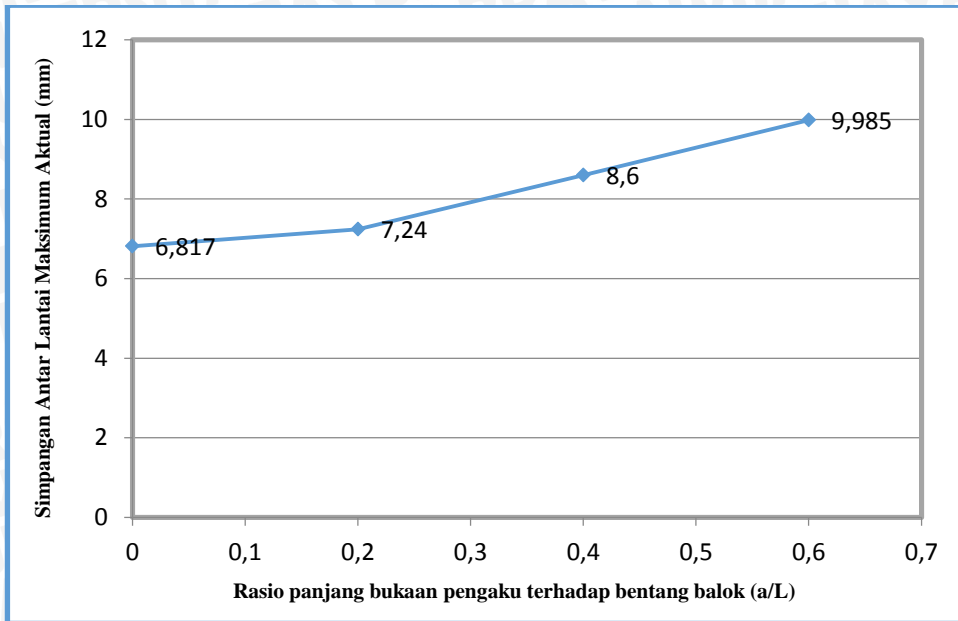
Setelah data-data dari hasil analisis perpindahan dinamis, maka data dari hasil yang telah diperoleh disajikan dalam bentuk grafik perbandingan. Dengan mengamati gambar grafik dibawah diharapkan dapat memberikan gambaran secara visual perilaku yang terjadi pada jenis portal yang dianalisis. Untuk notasi yang digunakan agar memperjelas gambar dibawah ini maka digunakan :



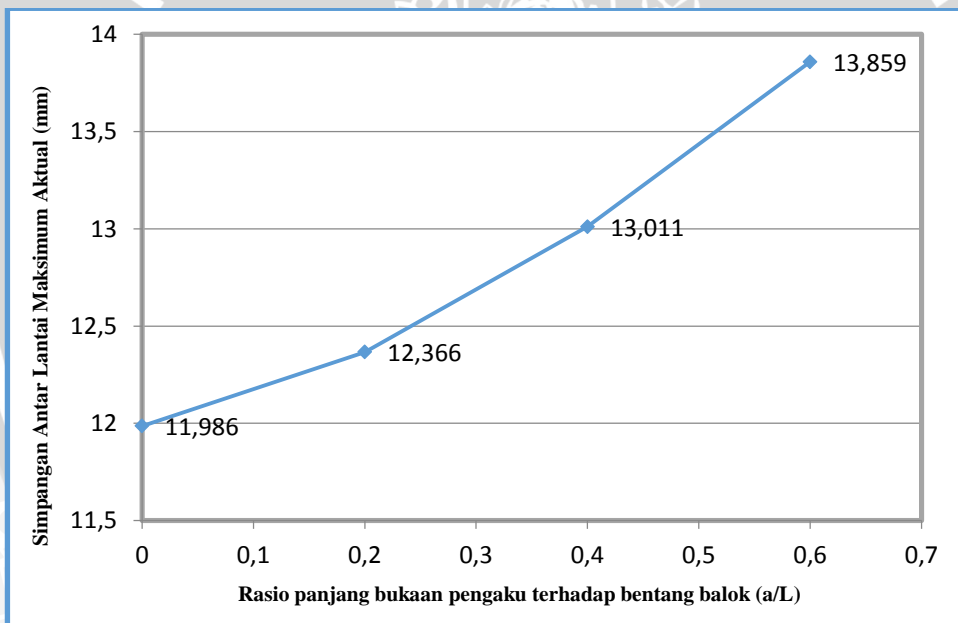
Dibawah ini adalah grafik yang menyajikan perpindahan dinamis yang berupa frekuensi natural dan simpangan maksimum yang dibandingkan dengan rasio panjang bukaan pengaku terhadap bentang balok serta rasio tinggi portal terhadap lebar portal :



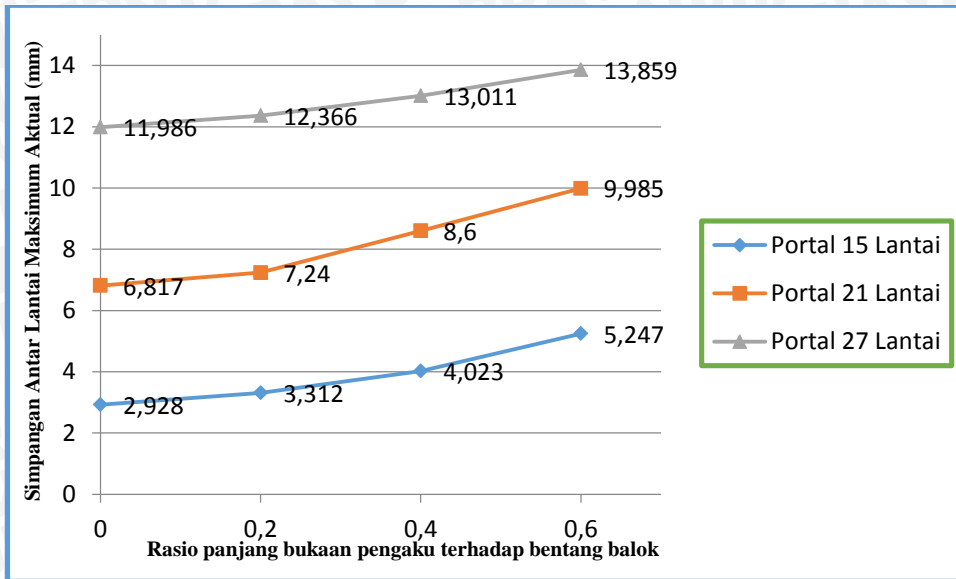
Gambar 4.57. Grafik Simpangan Antar Lantai Maksimum Aktual Portal 15 Lantai



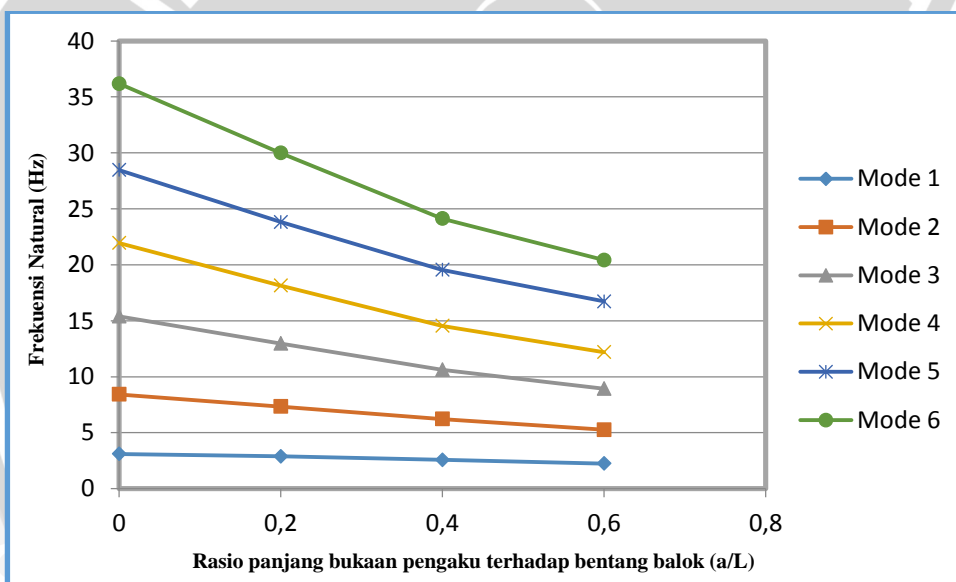
Gambar 4.58. Grafik Simpangan Antar Lantai Maksimum Aktual Portal 21 Lantai



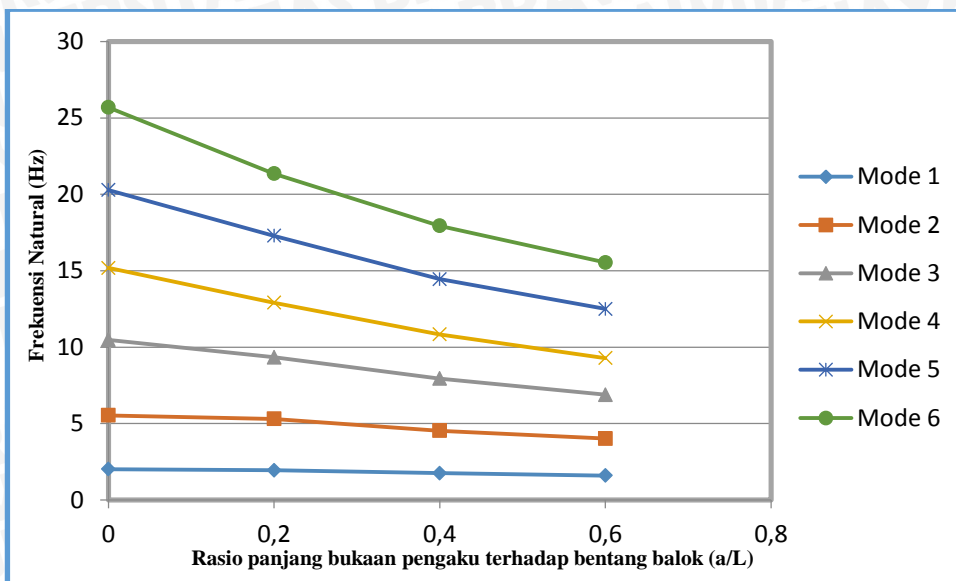
Gambar 4.59. Grafik Simpangan Antar Lantai Maksimum Aktual Portal 27 Lantai



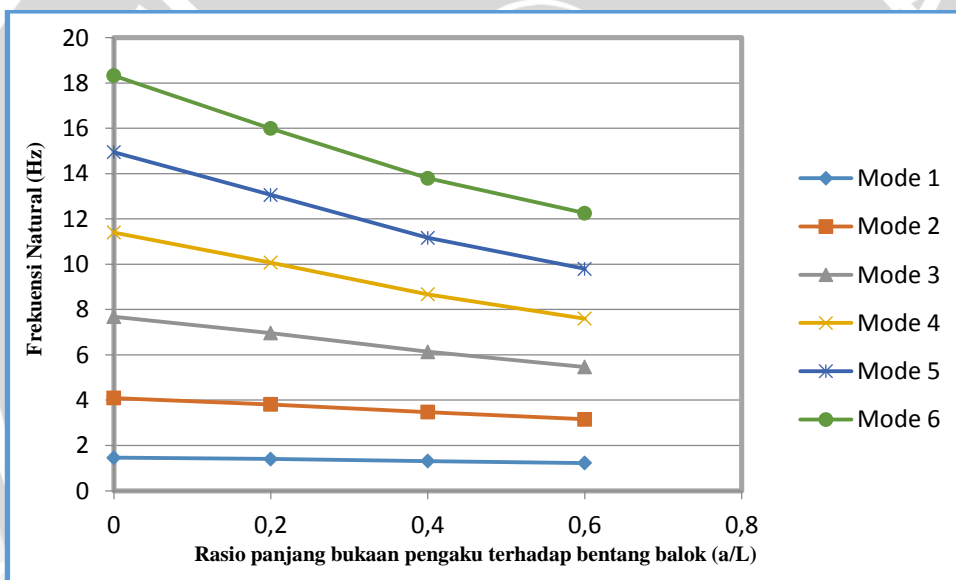
Gambar 4.60. Grafik Simpangan Antar Lantai Maksimum Aktual Portal 15, 21, dan 27 Lantai



Gambar 4.61. Grafik Frekuensi Natural Portal 15 Lantai

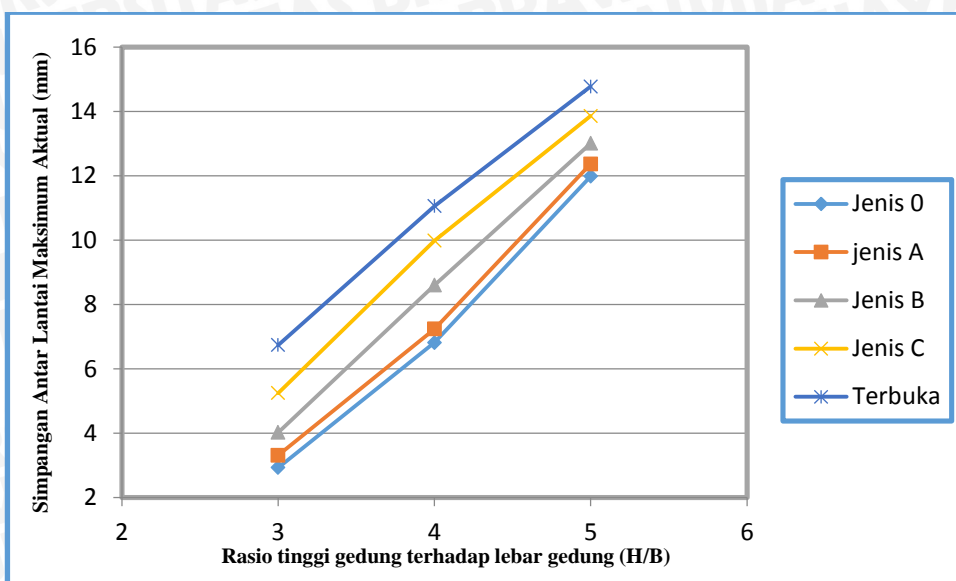


Gambar 4.62. Grafik Frekuensi Natural Portal 21 Lantai

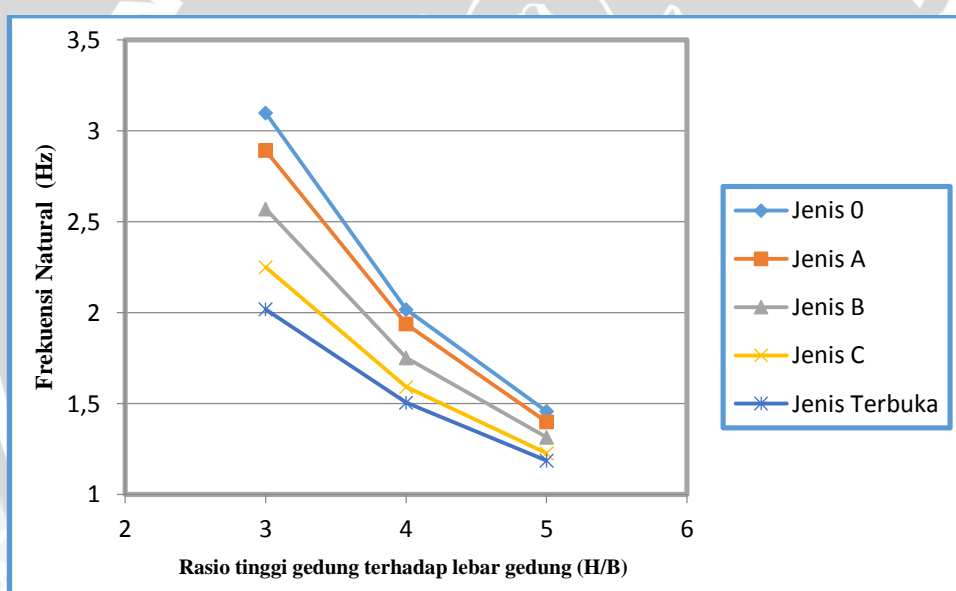


Gambar 4.63. Grafik Frekuensi Natural Portal 27 Lantai

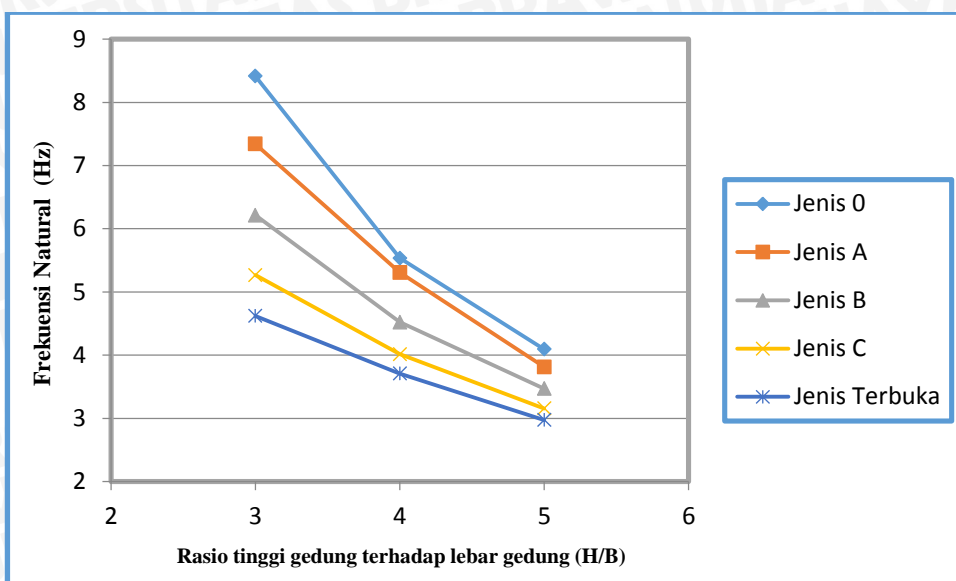
Gambar 4.52 sampai dengan gambar 4.63 adalah gambar grafik simpangan antar lantai maksimum aktual dan frekuensi natural pada tiap tipe portal karena pengaruh beban dinamis. Jenis portal tersebut dibedakan berdasarkan besarnya tipe bukaan pengaku (*bracing*) yang dinyatakan dalam perbandingan antara panjang bukaan pengaku dengan panjang balok. Dari grafik diatas diperoleh hubungan simpangan maksimum aktual dengan rasio bukaan pengaku terhadap bentang balok untuk setiap jenis tingkat bertambah secara non linier pada pembebanan yang sama, sebaliknya untuk frekuensi natural menurun secara linier pada pembebanan yang sama untuk setiap modeny.



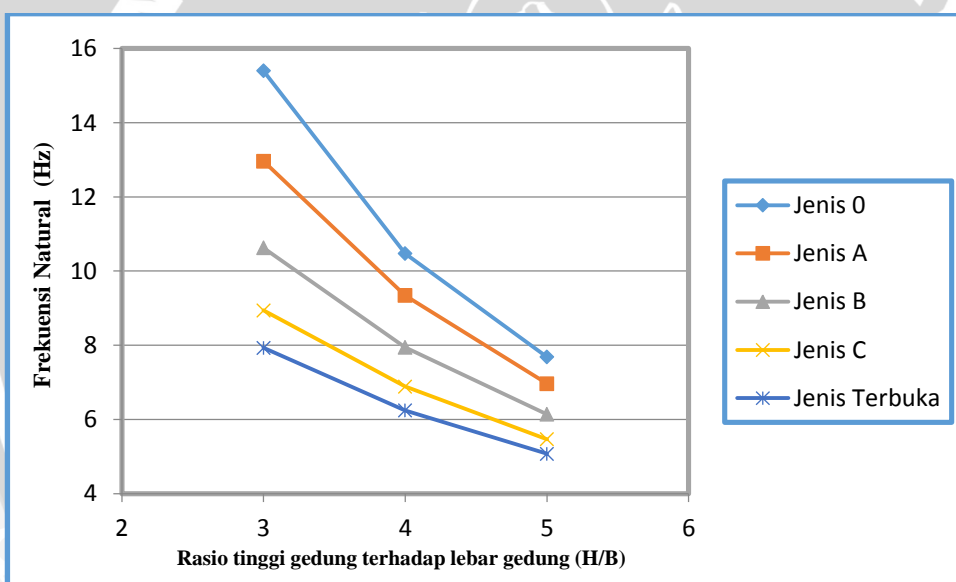
Gambar 4.64. Grafik Simpangan Antar Lantai Maksimum Aktual pada Tiap-Tiap Pengaku Terhadap Jumlah Lantai dalam Rasio H/B.



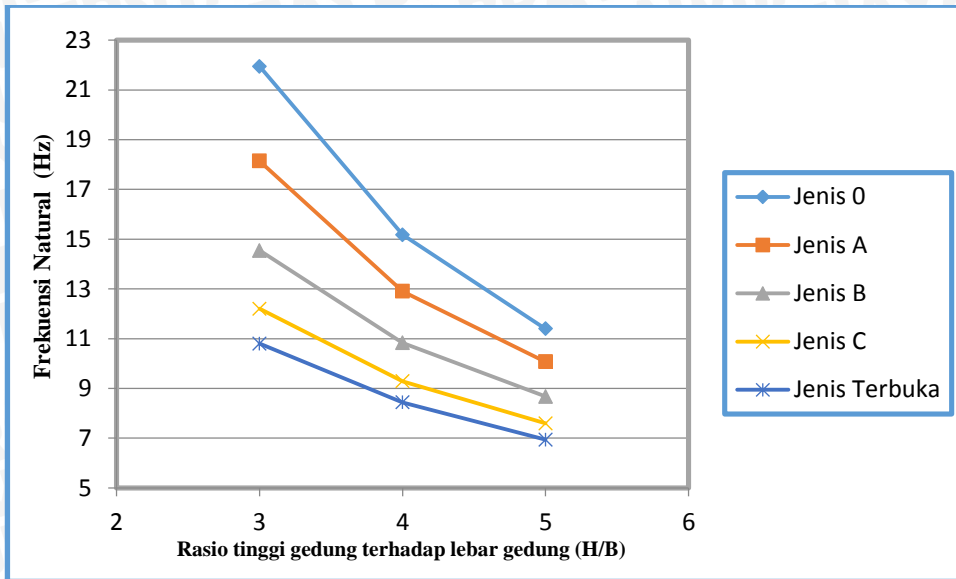
Gambar 4.65. Grafik Frekuensi Natural Mode 1 pada Tiap-Tiap Pengaku Terhadap Jumlah Lantai dalam Rasio H/B.



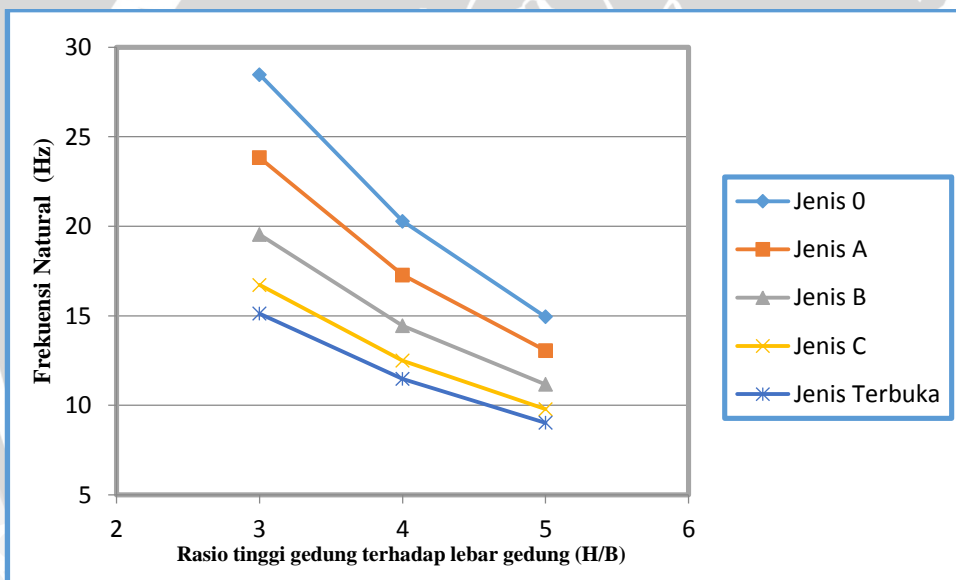
Gambar 4.66. Grafik Frekuensi Natural Mode 2 pada Tiap-Tiap Pengaku Terhadap Jumlah Lantai dalam Rasio H/B.



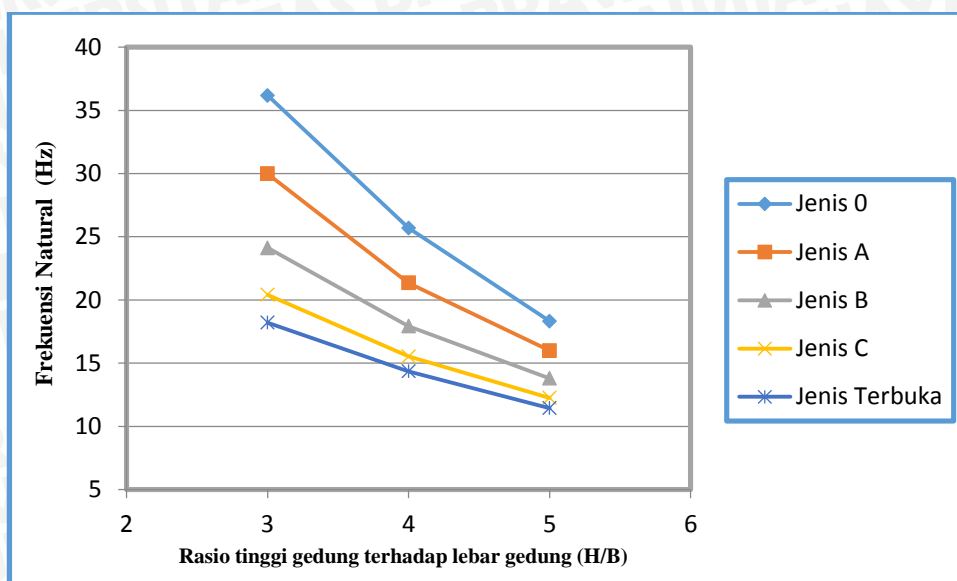
Gambar 4.67. Grafik Frekuensi Natural Mode 3 pada Tiap-Tiap Pengaku Terhadap Jumlah Lantai dalam Rasio H/B.



Gambar 4.68. Grafik Frekuensi Natural Mode 4 pada Tiap-Tiap Pengaku Terhadap Jumlah Lantai dalam Rasio H/B.



Gambar 4.69. Grafik Frekuensi Natural Mode 5 pada Tiap-Tiap Pengaku Terhadap Jumlah Lantai dalam Rasio H/B.



Gambar 4.70. Grafik Frekuensi Natural Mode 6 pada Tiap-Tiap Pengaku Terhadap Jumlah Lantai dalam Rasio H/B.

Gambar 4.64 sampai dengan **gambar 4.70** merupakan grafik hubungan antara simpangan antar lantai maksimum aktual dan frekuensi natural yang terjadi pada tiap jenis bukaan pengaku (Tipe Terbuka, Tipe 0, Tipe A, Tipe B, dan Tipe C) serta mode terhadap jumlah tingkat yang ditunjukkan dengan perbandingan tinggi dan lebar portal (H/B). Dari grafik diatas dapat dilihat bahwa hubungan simpangan maksimum yang terjadi dengan rasio tinggi portal terhadap lebar portal untuk semua tipe portal bertambah secara linier pada pembebanan yang sama. Hal ini membuktikan bahwa semakin tinggi bangunan maka massa bangunan akan semakin besar, kekakuan semakin kecil, dan simpangan antar lantai maksimum akan semakin besar. Sebaliknya untuk frekuensi natural bahwa semakin tinggi bangunan maka massa bangunan semakin besar, kekakuan semakin kecil, maka frekuensi natural akan ikut mengecil juga.

4.6 Pembahasan

Untuk kasus pembebanan yang sama untuk semua jenis tingkat, ditemukan bahwa seiring bertambahnya jarak bukaan pengaku pada portal maka simpangan antar lantai maksimum aktual akan semakin besar. Hal sebaliknya untuk frekuensi natural.

Untuk tiap tipe portal pada setiap lantai akan dianalisis kenaikan/penambahan nilai simpangan antar lantai maksimum aktual maupun penurunan frekuensi natural yang dibandingkan dengan rasio panjang bukaan pengaku terhadap bentang balok (a/L). Kenaikan/ penambahan simpangan antar lantai maksimum aktual pada portal 15 lantai adalah sebagai berikut :

- Tipe A terhadap tipe 0 sebesar 13%.
- Tipe B terhadap tipe 0 sebesar 37%.
- Tipe C terhadap tipe 0 sebesar 79%.
- Tipe B terhadap tipe A sebesar 21%.
- Tipe C terhadap tipe A sebesar 58%.
- Tipe C terhadap B sebesar 30%.

Kenaikan/ penambahan simpangan antar lantai maksimum aktual pada portal 21 lantai adalah sebagai berikut :

- Tipe A terhadap tipe 0 sebesar 6%.
- Tipe B terhadap tipe 0 sebesar 26%.
- Tipe C terhadap tipe 0 sebesar 46%.
- Tipe B terhadap tipe A sebesar 19%.
- Tipe C terhadap tipe A sebesar 38%.
- Tipe C terhadap B sebesar 16%.

Kenaikan/ penambahan simpangan antar lantai maksimum aktual pada portal 27 lantai adalah sebagai berikut :

- Tipe A terhadap tipe 0 sebesar 3%.
- Tipe B terhadap tipe 0 sebesar 9%.
- Tipe C terhadap tipe 0 sebesar 16%.
- Tipe B terhadap tipe A sebesar 5%.
- Tipe C terhadap tipe A sebesar 12%.
- Tipe C terhadap B sebesar 6%.

Penurunan frekuensi natural untuk mode 1 pada portal 15 lantai adalah sebagai berikut :

- tipe A terhadap tipe 0 sebesar 93%.
- tipe B terhadap tipe 0 sebesar 83%.
- tipe C terhadap tipe 0 sebesar 73%.
- tipe B terhadap tipe A sebesar 89%.
- tipe C terhadap tipe A sebesar 88%.
- tipe C terhadap tipe B sebesar 87%.

Penurunan frekuensi natural untuk mode 2 pada portal 15 lantai adalah sebagai berikut :

- tipe A terhadap tipe 0 sebesar 87%.
- tipe B terhadap tipe 0 sebesar 74%.
- tipe C terhadap tipe 0 sebesar 63%.
- tipe B terhadap tipe A sebesar 85%.
- tipe C terhadap tipe A sebesar 72%.
- tipe C terhadap tipe B sebesar 85%.

Penurunan frekuensi natural untuk mode 3 pada portal 15 lantai adalah sebagai berikut :

- tipe A terhadap tipe 0 sebesar 84%.
- tipe B terhadap tipe 0 sebesar 69%.
- tipe C terhadap tipe 0 sebesar 58%.
- tipe B terhadap tipe A sebesar 82%.
- tipe C terhadap tipe A sebesar 69%.
- tipe C terhadap tipe B sebesar 84%.

Penurunan frekuensi natural untuk mode 4 pada portal 15 lantai adalah sebagai berikut :

- tipe A terhadap tipe 0 sebesar 83%.
- tipe B terhadap tipe 0 sebesar 66%.
- tipe C terhadap tipe 0 sebesar 56%.
- tipe B terhadap tipe A sebesar 80%.
- tipe C terhadap tipe A sebesar 69%.
- tipe C terhadap tipe B sebesar 84%.

Penurunan frekuensi natural untuk mode 5 pada portal 15 lantai adalah sebagai berikut :

- tipe A terhadap tipe 0 sebesar 84%.
- tipe B terhadap tipe 0 sebesar 69%.
- tipe C terhadap tipe 0 sebesar 59%.
- tipe B terhadap tipe A sebesar 82%.
- tipe C terhadap tipe A sebesar 70%.
- tipe C terhadap tipe B sebesar 86%.

Penurunan frekuensi natural untuk mode 6 pada portal 15 lantai adalah sebagai berikut :

- tipe A terhadap tipe 0 sebesar 83%.
- tipe B terhadap tipe 0 sebesar 67%.
- tipe C terhadap tipe 0 sebesar 56%.
- tipe B terhadap tipe A sebesar 80%.
- tipe C terhadap tipe A sebesar 68%.
- tipe C terhadap tipe B sebesar 85%.

Penurunan frekuensi natural untuk mode 1 pada portal 21 lantai adalah sebagai berikut :

- tipe A terhadap tipe 0 sebesar 96%.
- tipe B terhadap tipe 0 sebesar 87%.
- tipe C terhadap tipe 0 sebesar 79%.
- tipe B terhadap tipe A sebesar 90%.
- tipe C terhadap tipe A sebesar 82%.
- tipe C terhadap tipe B sebesar 91%.

Penurunan frekuensi natural untuk mode 2 pada portal 21 lantai adalah sebagai berikut :

- tipe A terhadap tipe 0 sebesar 96%.
- tipe B terhadap tipe 0 sebesar 82%.
- tipe C terhadap tipe 0 sebesar 73%.
- tipe B terhadap tipe A sebesar 85%.
- tipe C terhadap tipe A sebesar 76%.
- tipe C terhadap tipe B sebesar 89%.

Penurunan frekuensi natural untuk mode 3 pada portal 21 lantai adalah sebagai berikut :

- tipe A terhadap tipe 0 sebesar 89%.
- tipe B terhadap tipe 0 sebesar 76%.
- tipe C terhadap tipe 0 sebesar 66%.
- tipe B terhadap tipe A sebesar 85%.
- tipe C terhadap tipe A sebesar 74%.
- tipe C terhadap tipe B sebesar 87%.

Penurunan frekuensi natural untuk mode 4 pada portal 21 lantai adalah sebagai berikut :

- tipe A terhadap tipe 0 sebesar 85%.
- tipe B terhadap tipe 0 sebesar 71%.
- tipe C terhadap tipe 0 sebesar 61%.
- tipe B terhadap tipe A sebesar 84%.
- tipe C terhadap tipe A sebesar 72%.
- tipe C terhadap tipe B sebesar 86%.

Penurunan frekuensi natural untuk mode 5 pada portal 21 lantai adalah sebagai berikut :

- tipe A terhadap tipe 0 sebesar 85%.
- tipe B terhadap tipe 0 sebesar 71%.
- tipe C terhadap tipe 0 sebesar 62%.
- tipe B terhadap tipe A sebesar 84%.
- tipe C terhadap tipe A sebesar 72%.
- tipe C terhadap tipe B sebesar 87%.

Penurunan frekuensi natural untuk mode 6 pada portal 21 lantai adalah sebagai berikut :

- tipe A terhadap tipe 0 sebesar 83%.
- tipe B terhadap tipe 0 sebesar 70%.
- tipe C terhadap tipe 0 sebesar 60%.
- tipe B terhadap tipe A sebesar 84%.
- tipe C terhadap tipe A sebesar 73%.
- tipe C terhadap tipe B sebesar 87%.

Penurunan frekuensi natural untuk mode 1 pada portal 27 lantai adalah sebagai berikut :

- tipe A terhadap tipe 0 sebesar 96%.
- tipe B terhadap tipe 0 sebesar 90%.
- tipe C terhadap tipe 0 sebesar 84%.
- tipe B terhadap tipe A sebesar 94%.
- tipe C terhadap tipe A sebesar 88%.
- tipe C terhadap tipe B sebesar 93%.

Penurunan frekuensi natural untuk mode 2 pada portal 27 lantai adalah sebagai berikut :

- tipe A terhadap tipe 0 sebesar 93%.
- tipe B terhadap tipe 0 sebesar 85%.
- tipe C terhadap tipe 0 sebesar 77%.
- tipe B terhadap tipe A sebesar 91%.
- tipe C terhadap tipe A sebesar 83%.
- tipe C terhadap tipe B sebesar 91%.

Penurunan frekuensi natural untuk mode 3 pada portal 27 lantai adalah sebagai berikut :

- tipe A terhadap tipe 0 sebesar 91%.
- tipe B terhadap tipe 0 sebesar 80%.
- tipe C terhadap tipe 0 sebesar 71%.
- tipe B terhadap tipe A sebesar 88%.
- tipe C terhadap tipe A sebesar 79%.
- tipe C terhadap tipe B sebesar 89%.

Penurunan frekuensi natural untuk mode 4 pada portal 27 lantai adalah sebagai berikut :

- tipe A terhadap tipe 0 sebesar 88%.
- tipe B terhadap tipe 0 sebesar 76%.
- tipe C terhadap tipe 0 sebesar 67%.
- tipe B terhadap tipe A sebesar 86%.
- tipe C terhadap tipe A sebesar 75%.
- tipe C terhadap tipe B sebesar 88%.

Penurunan frekuensi natural untuk mode 5 pada portal 27 lantai adalah sebagai berikut :

- tipe A terhadap tipe 0 sebesar 87%.
- tipe B terhadap tipe 0 sebesar 75%.
- tipe C terhadap tipe 0 sebesar 66%.
- tipe B terhadap tipe A sebesar 86%.
- tipe C terhadap tipe A sebesar 75%.
- tipe C terhadap tipe B sebesar 88%.

Penurunan frekuensi natural untuk mode 6 pada portal 27 lantai adalah sebagai berikut :

- tipe A terhadap tipe 0 sebesar 87%.
- tipe B terhadap tipe 0 sebesar 75%.
- tipe C terhadap tipe 0 sebesar 67%.
- tipe B terhadap tipe A sebesar 86%.
- tipe C terhadap tipe A sebesar 77%.
- tipe C terhadap tipe B sebesar 89%.

Untuk tiap tipe portal pada setiap lantai akan dianalisis kenaikan/penambahan nilai simpangan antar lantai maksimum aktual maupun penurunan frekuensi natural yang dibandingkan dengan rasio tinggi gedung terhadap lebar gedung (H/B). Kenaikan/penambahan simpangan antar lantai maksimum aktual tipe 0 yang dibandingkan antar portal tiap lantai adalah sebagai berikut :

- portal 21 lantai terhadap portal 15 lantai sebesar 132.82%.
- portal 27 lantai terhadap portal 15 lantai sebesar 309.36%.
- portal 27 lantai terhadap portal 21 lantai sebesar 75.82%.

Kenaikan/ penambahan simpangan antar lantai maksimum aktual tipe A yang dibandingkan antar portal tiap lantai adalah sebagai berikut :

- portal 21 lantai terhadap portal 15 lantai sebesar 118.6%.
- portal 27 lantai terhadap portal 15 lantai sebesar 273.4%.
- portal 27 lantai terhadap portal 21 lantai sebesar 70.8%.

Kenaikan/ penambahan simpangan antar lantai maksimum aktual tipe B yang dibandingkan antar portal tiap lantai adalah sebagai berikut :

- portal 21 lantai terhadap portal 15 lantai sebesar 113.77%.
- portal 27 lantai terhadap portal 15 lantai sebesar 223.41%.

- portal 27 lantai terhadap portal 21 lantai sebesar 51.3%.

Kenaikan/ penambahan simpangan antar lantai maksimum aktual tipe C yang dibandingkan antar portal tiap lantai adalah sebagai berikut :

- portal 21 lantai terhadap portal 15 lantai sebesar 90.3%.
- portal 27 lantai terhadap portal 15 lantai sebesar 164.13%.
- portal 27 lantai terhadap portal 21 lantai sebesar 38.8%.

Dari uraian diatas simpangan antar lantai maksimum maupun frekuensi natural selalu disajikan dalam hasil prosentase, hal ini dibuat untuk mengetahui perlakuan struktur yang ditimbulkan akibat ditambahkannya pengaku jenis “K” dengan 3 macam bukaan pengaku atau tanpa bukaan. Perhitungan prosentase diatas tentu tidak lepas dari acuan teori yang dibuat yaitu semakin kaku sebuah struktur maka simpangan antar lantai maksimum akan semakin kecil dan frekuensi natural akan semakin besar. Semakin dibukanya pengaku jenis “K” dengan variasi bukaan tertentu maka akan mengakibatkan simpangan antar lantai maksimum yang semakin besar dan frekuensi natural yang semakin kecil karena kekakuan dari struktur tersebut akan semakin berkurang dan mendekati struktur yang tanpa berpengaku.

Dari prosentase diatas dapat terlihat perubahan nilai simpangan antar lantai maksimum yang semakin bertambah secara linier pada setiap tipe pengaku, hal ini mungkin disebabkan karena stabilnya jarak bukaan yang telah direncanakan yaitu sejarak 1 m, 2 m, dan 3 m. Sedangkan untuk frekuensi natural semakin menurun seiring dengan dibukanya pengaku. Pola linier pada grafik membuktikan bahwa stabilnya jarak bukaan pengaku yang direncanakan yaitu 1m, 2m, dan 3m, jadi semua jenis bukaan pengaku dapat digunakan dengan melihat hasil penambahan simpangan antar lantai maksimum aktual maupun penurunan frekuensi natural yang masih stabil.

Untuk prosentase tipe portal pada setiap lantai dapat dilihat bahwa semakin banyak jumlah lantai/semakin tinggi bangunan maka prosentasenya akan semakin besar dan simpangan antar lantai maksimum juga semakin besar, hal ini mungkin disebabkan karena semakin tinggi sebuah bangunan maka massa bangunan akan semakin besar, kekakuan yang ditimbulkan semakin kecil, sehingga frekuensi natural akan ikut mengecil.