

BAB IV

PERHITUNGAN DAN ANALISIS

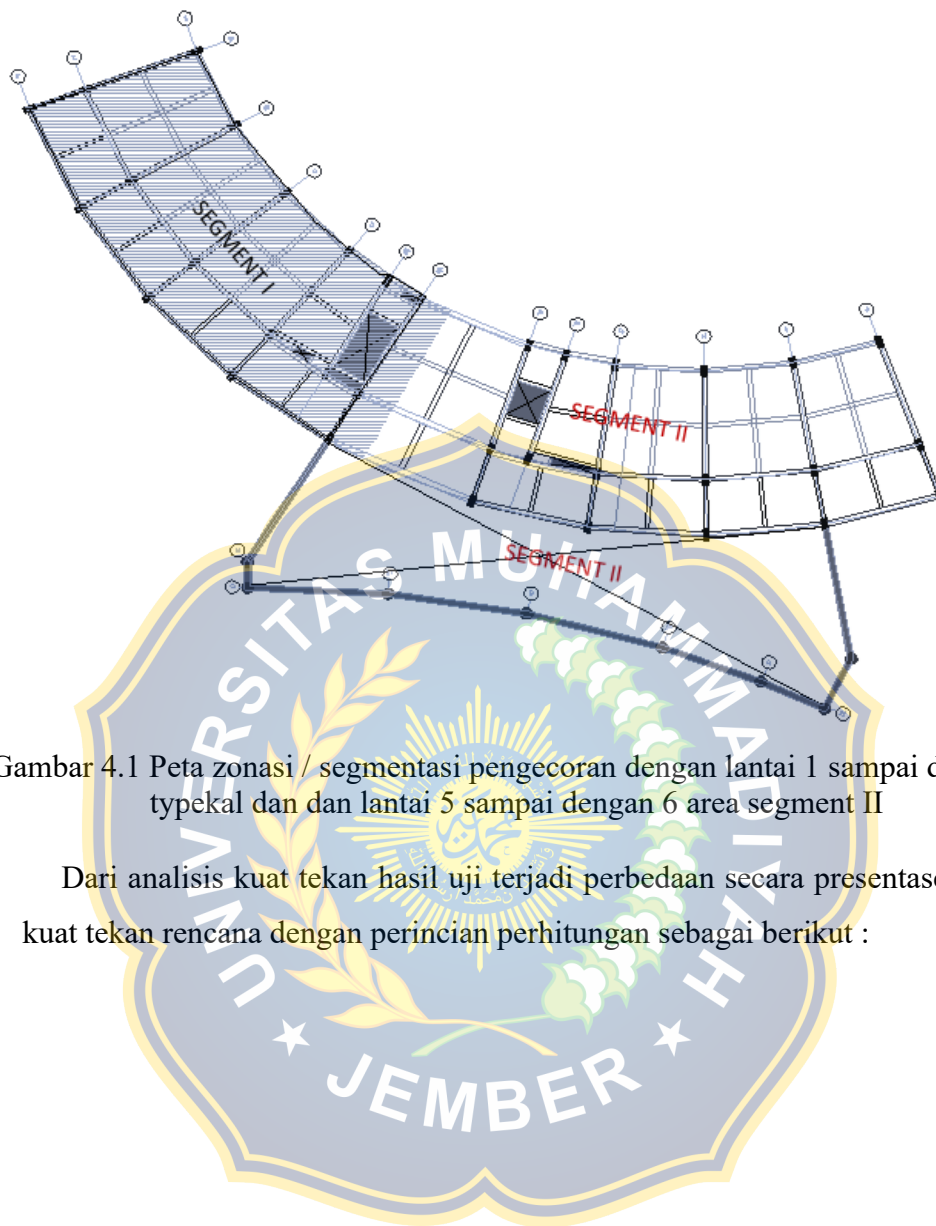
Perhitungan dan analisis didasarkan atas dasar data-data yang didapat baik dari perencanaan, serta dari hasil pengujian yang didapatkan sebagai data primer maupun sekunder, serta berpatokan pada landasan / peraturan-peraturan yang berlaku. Permulaan penelitian ini adalah dengan menunjukkan perhitungan dari mutu beton hasil pengujian serta terhadap mutu beton rencana serta akan dianalisis terhadap keduanya sehingga akan didapatkan kesimpulan perihal penelitian ini.

4.1 Perhitungan dan Analisis Kuat Tekan Karakteristik

Perhitungan ini didasarkan akan mutu beton hasil pengujian, yang mana dari perencanaan mutu beton adalah K-350, dan dari hasil perbedaan waktu pengecoran mutu beton tersebut dianalisis. Data mutu beton hasil pengujian sebagai landasan dilampirkan dalam lampiran pada akhir penelitian ini. Analisis perhitungan kuat tekan karakteristik beton hasil pengujian sebagai berikut :

Rekapitulasi Kuat Tekan Karakteristik Hasil Uji Beton Terhadap Kuat Tekan Rencana

No	Segmentasi	Standart Deviasi Kuat Tekan Mutu Beton Uji	Kuat Tekan Uji Korelasi Standart Deviasi (Kg/cm ²)	Persentase K Uji terhadap K rencana (%)
1	Segment I Lantai 1	97.659	338.807	96.802%
2	Segment II Lantai 1	19.706	478.950	136.843%
3	Segment I Lantai 2	64.952	388.874	111.107%
4	Segment II Lantai 2	13.654	420.962	120.275%
5	Segment I Lantai 3	62.171	392.771	112.220%
6	Segment II Lantai 3	65.676	377.572	107.878%
7	Segment II Lantai 4	58.384	376.062	107.446%
8	Segment II Lantai 5	46.839	385.761	110.217%



Gambar 4.1 Peta zonasi / segmentasi pengecoran dengan lantai 1 sampai dengan 4 typekal dan dan lantai 5 sampai dengan 6 area segment II

Dari analisis kuat tekan hasil uji terjadi perbedaan secara presentase terhadap kuat tekan rencana dengan perincian perhitungan sebagai berikut :

Rekapitulasi Kuat Tekan Beton Kolom Lantai 1 Segment I

No	Pembuatan Benda Uji / Waktu Pengecoran	Kuat Tekan Karakteristik Tiap Benda Uji (Kg/cm2)	Rerata Kuat Tekan Karakteristik tiap 2 benda uji (Kg/cm2)	Rerata Kuat Tekan Karakteristik (Kg/cm2)	(X - X')^2	Keterangan
		<i>X</i>		<i>X'</i>		
1	11-Sep-20	409.770		436.466	712.676	Kolom Lantai 1 Segmen I
2	11-Sep-20	354.200	381.985	436.466	6,767.695	Kolom Lantai 1 Segmen I
3	12-Sep-20	390.280	372.240	436.466	2,133.147	Kolom Lantai 1 Segmen I
4	12-Sep-20	423.210	406.745	436.466	175.722	Kolom Lantai 1 Segmen I
5	14-Sep-20	604.870	514.040	436.466	28,359.907	Kolom Lantai 1 Segmen I
	SUMMARY	2,182.330	1,675.010		38,149.147	

Rerata Kuat Tekan (X') : $X / N = 436.466$ Kg/cm2

Standart Deviasi (SD) : $\sqrt{\frac{\sum(x - x')^2}{N - 1}} = 97.659$

Koefisien K 7 hari : = 0.750

Koefisien K 14 hari : = 0.900

Koefisien K 28 hari : = 1.000

Karakteristik Kuat Tekan (Xo) : $X' - K.SD = 338.807$ Kg/cm2

Karakteristik Kuat Tekan umur 7 Hari : = 262.500 Kg/cm2

Karakteristik Kuat Tekan umur 14 Hari : = 315.000 Kg/cm²
 Karakteristik Kuat Tekan umur 28 Hari : = 350.000 Kg/cm²

Karakteristik kuat tekan yang digunakan adalah sesuai dengan hasil pengujian (X_o) dengan persentase terhadap kuat tekan rencana nilai sebesar **96.80%**



Rekapitulasi Kuat Tekan Beton Kolom Lantai 1 Segmen II

No	Pembuatan Benda Uji / Waktu Pengecoran	Kuat Tekan Karakteristik Tiap Benda Uji (Kg/cm ²)	Rerata Kuat Tekan Karakteristik tiap 2 benda uji (Kg/cm ²)	Rerata Kuat Tekan Karakteristik (Kg/cm ²)	(X - X') ²	Keterangan
		<i>X</i>		<i>X'</i>		
1	14-Sep-20	521.350		498.656	515.018	Kolom Lantai 1 Segmen II
2	15-Sep-20	492.110	506.730	498.656	42.850	Kolom Lantai 1 Segmen II
3	15-Sep-20	480.280	486.195	498.656	337.677	Kolom Lantai 1 Segmen II
4	15-Sep-20	481.670	480.975	498.656	288.524	Kolom Lantai 1 Segmen II
5	15-Sep-20	517.870	499.770	498.656	369.178	Kolom Lantai 1 Segmen II
	SUMMARY	2,493.280	1,973.670		1,553.247	

Rerata Kuat Tekan (X')	:	X / N	=	498.656	Kg/cm ²
Standart Deviasi (SD)	:	$\frac{\sqrt{\sum(x - x')^2}}{N - 1}$	=	19.706	
Koefisien K 7 hari	:		=	0.750	
Koefisien K 14 hari	:		=	0.900	
Koefisien K 28 hari	:		=	1.000	
Karakteristik Kuat Tekan (X _o)	:	$X' - K.SD$	=	478.950	Kg/cm ²

Karakteristik Kuat Tekan umur 7 Hari	:	=	262.500	Kg/cm ²
Karakteristik Kuat Tekan umur 14 Hari	:	=	315.000	Kg/cm ²
Karakteristik Kuat Tekan umur 28 Hari	:	=	350.000	Kg/cm ²

Karakteristik kuat tekan yang digunakan adalah sesuai dengan hasil pengujian (X_o) dengan persentase terhadap kuat tekan rencana nilai sebesar **136.84%**



Rekapitulasi Kuat Tekan Beton Kolom Lantai 2 Segment I

No	Pembuatan Benda Uji / Waktu Pengecoran	Kuat Tekan Karakteristik Tiap Benda Uji (Kg/cm ²)	Rerata Kuat Tekan Karakteristik tiap 2 benda uji (Kg/cm ²)	Rerata Kuat Tekan Karakteristik (Kg/cm ²)	(X - X') ²	Keterangan
		<i>X</i>		<i>X'</i>		
1	19-Sep-20	454.520		453.826	0.482	Kolom Lantai 2 Segmen I
2	19-Sep-20	460.090	457.305	453.826	39.238	Kolom Lantai 2 Segmen I
3	19-Sep-20	526.910	493.500	453.826	5,341.271	Kolom Lantai 2 Segmen I
4	19-Sep-20	478.190	502.550	453.826	593.604	Kolom Lantai 2 Segmen I
5	20-Sep-20	349.420	413.805	453.826	10,900.613	Kolom Lantai 2 Segmen I
	SUMMARY	2,269.130	1,867.160		16,875.208	

Rerata Kuat Tekan (X') : $X / N = 453.826$ Kg/cm²

Standart Deviasi (SD) : $\sqrt{\frac{\sum(x - x')^2}{N - 1}} = 64.952$

Koefisien K 7 hari : = 0.750

Koefisien K 14 hari : = 0.900

Koefisien K 28 hari : = 1.000

Karakteristik Kuat Tekan (X_o) : $X' - K.SD = 388.874$ Kg/cm²

Karakteristik Kuat Tekan umur 7 Hari : = 262.500 Kg/cm²

Karakteristik Kuat Tekan umur 14 Hari : = 315.000 Kg/cm²
 Karakteristik Kuat Tekan umur 28 Hari : = 350.000 Kg/cm²

Karakteristik kuat tekan yang digunakan adalah sesuai dengan hasil pengujian (X_o) dengan persentase terhadap kuat tekan rencana nilai sebesar **111.11%**



Rekapitulasi Kuat Tekan Beton Kolom Lantai 2 Segmen II

No	Pembuatan Benda Uji / Waktu Pengecoran	Kuat Tekan Karakteristik Tiap Benda Uji (Kg/cm ²)	Rerata Kuat Tekan Karakteristik tiap 2 benda uji (Kg/cm ²)	Rerata Kuat Tekan Karakteristik (Kg/cm ²)	(X - X') ²	Keterangan
		<i>X</i>		<i>X'</i>		
1	20-Sep-20	439.210		434.616	21.105	Kolom Lantai 2 Segmen II
2	21-Sep-20	453.830	446.520	434.616	369.178	Kolom Lantai 2 Segmen II
3	21-Sep-20	428.070	440.950	434.616	42.850	Kolom Lantai 2 Segmen II
4	21-Sep-20	435.030	431.550	434.616	0.171	Kolom Lantai 2 Segmen II
5	21-Sep-20	416.940	425.985	434.616	312.441	Kolom Lantai 2 Segmen II
	SUMMARY	2,173.080	1,745.005		745.745	

Rerata Kuat Tekan (X') : $\frac{\sum X}{N} = 434.616 \text{ Kg/cm}^2$
 Standart Deviasi (SD) : $\frac{\sqrt{\sum (x - x')^2}}{N - 1} = 13.654$
 Koefisien K 7 hari : = 0.750
 Koefisien K 14 hari : = 0.900
 Koefisien K 28 hari : = 1.000
 Karakteristik Kuat Tekan (X_o) : X' - K.SD = 420.962 Kg/cm²

Karakteristik Kuat Tekan umur 7 Hari	:	=	262.500	Kg/cm ²
Karakteristik Kuat Tekan umur 14 Hari	:	=	315.000	Kg/cm ²
Karakteristik Kuat Tekan umur 28 Hari	:	=	350.000	Kg/cm ²

Karakteristik kuat tekan yang digunakan adalah sesuai dengan hasil pengujian (X_o) dengan persentase terhadap kuat tekan rencana nilai sebesar **120.27%**



Rekapitulasi Kuat Tekan Beton Kolom Lantai 3 Segment I

No	Pembuatan Benda Uji / Waktu Pengecoran	Kuat Tekan Karakteristik Tiap Benda Uji (Kg/cm ²)	Rerata Kuat Tekan Karakteristik tiap 2 benda uji (Kg/cm ²)	Rerata Kuat Tekan Karakteristik (Kg/cm ²)	(X - X') ²	Keterangan
		<i>X</i>		<i>X'</i>		
1	21-Sep-20	416.940		454.942	1,444.152	Kolom Lantai 2 Segmen II
2	27-Sep-20	484.450	450.695	454.942	870.722	Kolom Lantai 3 Segmen I
3	27-Sep-20	542.230	513.340	454.942	7,619.195	Kolom Lantai 3 Segmen I
4	28-Sep-20	380.740	461.485	454.942	5,505.937	Kolom Lantai 3 Segmen I
5	28-Sep-20	450.350	415.545	454.942	21.086	Kolom Lantai 3 Segmen I
	SUMMARY	2,274.710	1,841.065		15,461.092	

Rerata Kuat Tekan (X') : $X / N = 454.942$ Kg/cm²

Standart Deviasi (SD) : $\sqrt{\frac{\sum(x - x')^2}{N - 1}} = 62.171$

Koefisien K 7 hari : = 0.750

Koefisien K 14 hari : = 0.900

Koefisien K 28 hari : = 1.000

Karakteristik Kuat Tekan (X_o) : $X' - K.SD = 392.771$ Kg/cm²

Karakteristik Kuat Tekan umur 7 Hari : = 262.500 Kg/cm²

Karakteristik Kuat Tekan umur 14 Hari : = 315.000 Kg/cm²
 Karakteristik Kuat Tekan umur 28 Hari : = 350.000 Kg/cm²

Karakteristik kuat tekan yang digunakan adalah sesuai dengan hasil pengujian (X_o) dengan persentase terhadap kuat tekan rencana nilai sebesar **112.22%**



Rekapitulasi Kuat Tekan Beton Kolom Lantai 3 Segmen II

No	Pembuatan Benda Uji / Waktu Pengecoran	Kuat Tekan Karakteristik Tiap Benda Uji (Kg/cm ²)	Rerata Kuat Tekan Karakteristik tiap 2 benda uji (Kg/cm ²)	Rerata Kuat Tekan Karakteristik (Kg/cm ²)	(X - X') ²	Keterangan
		<i>X</i>		<i>X'</i>		
1	28-Sep-20	492.110		443.248	2,387.495	Kolom Lantai 3 Segmen II
2	28-Sep-20	480.970	486.540	443.248	1,422.949	Kolom Lantai 3 Segmen II
3	29-Sep-20	499.770	490.370	443.248	3,194.736	Kolom Lantai 3 Segmen II
4	29-Sep-20	373.780	436.775	443.248	4,825.803	Kolom Lantai 3 Segmen II
5	29-Sep-20	369.610	371.695	443.248	5,422.555	Kolom Lantai 3 Segmen II
	SUMMARY	2,216.240	1,785.380		17,253.539	

Rerata Kuat Tekan (X') : $\frac{X}{N} = 443.248$ Kg/cm²

Standart Deviasi (SD) : $\frac{\sqrt{\sum(x - x')^2}}{N - 1} = 65.676$

Koefisien K 7 hari : = 0.750

Koefisien K 14 hari : = 0.900

Koefisien K 28 hari : = 1.000

Karakteristik Kuat Tekan (X_o) : $X' - K.SD = 377.572$ Kg/cm²

Karakteristik Kuat Tekan umur 7 Hari	:	=	262.500	Kg/cm ²
Karakteristik Kuat Tekan umur 14 Hari	:	=	315.000	Kg/cm ²
Karakteristik Kuat Tekan umur 28 Hari	:	=	350.000	Kg/cm ²

Karakteristik kuat tekan yang digunakan adalah sesuai dengan hasil pengujian (X_o) dengan persentase terhadap kuat tekan rencana nilai sebesar **107.88%**

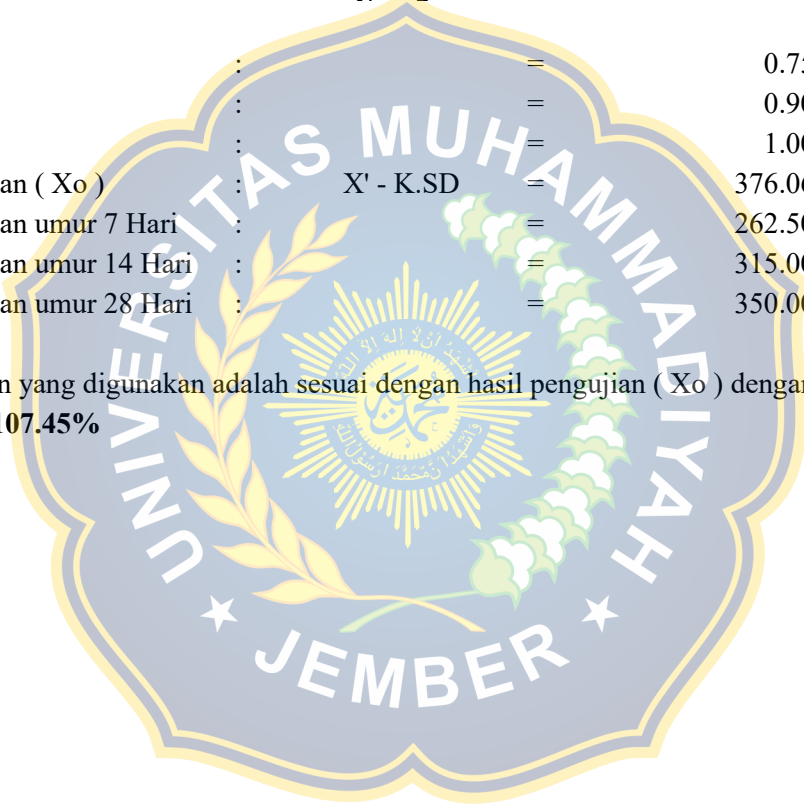


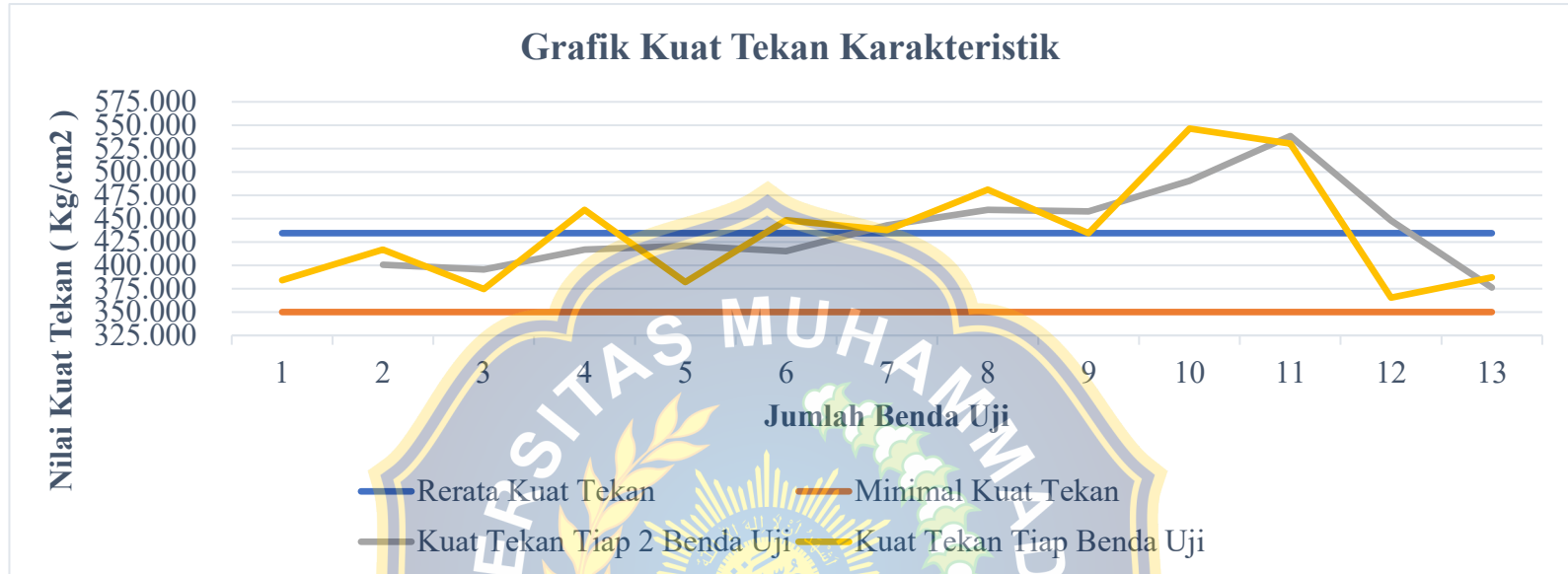
Rekapitulasi Kuat Tekan Beton Kolom Lantai 4 Segment II

No	Pembuatan Benda Uji / Waktu Pengecoran	Kuat Tekan Karakteristik Tiap Benda Uji (Kg/cm ²)	Rerata Kuat Tekan Karakteristik tiap 2 benda uji (Kg/cm ²)	Rerata Kuat Tekan Karakteristik (Kg/cm ²)	(X - X') ²	Keterangan
		<i>X</i>		<i>X'</i>		
1	9-Oct-20	384.220		434.445	2,522.589	Kolom Lantai 4 Segmen II
2	9-Oct-20	416.940	400.580	434.445	306.438	Kolom Lantai 4 Segmen II
3	9-Oct-20	374.480	395.710	434.445	3,595.847	Kolom Lantai 4 Segmen II
4	9-Oct-20	459.400	416.940	434.445	622.733	Kolom Lantai 4 Segmen II
5	9-Oct-20	382.130	420.765	434.445	2,736.899	Kolom Lantai 4 Segmen II
6	9-Oct-20	448.260	415.195	434.445	190.844	Kolom Lantai 4 Segmen II
7	9-Oct-20	437.820	443.040	434.445	11.388	Kolom Lantai 4 Segmen II
8	9-Oct-20	480.970	459.395	434.445	2,164.540	Kolom Lantai 4 Segmen II
9	9-Oct-20	434.340	457.655	434.445	0.011	Kolom Lantai 4 Segmen II
10	10-Oct-20	546.400	490.370	434.445	12,533.836	Kolom Lantai 4 Segmen II
11	10-Oct-20	530.390	538.395	434.445	9,205.369	Kolom Lantai 4 Segmen II
12	10-Oct-20	365.430	447.910	434.445	4,763.123	Kolom Lantai 4 Segmen II
13	10-Oct-20	387.010	376.220	434.445	2,250.116	Kolom Lantai 4 Segmen II
	SUMMARY	5,647.790	5,262.175		40,903.734	

Rerata Kuat Tekan (\bar{X})	:	\bar{X} / N	=	434.445	Kg/cm ²
Standart Deviasi (SD)	:	$\sqrt{\frac{\sum(x - \bar{x}')^2}{N - 1}}$	=	58.384	
Koefisien K 7 hari	:		=	0.750	
Koefisien K 14 hari	:		=	0.900	
Koefisien K 28 hari	:		=	1.000	
Karakteristik Kuat Tekan (X_o)	:	$\bar{X} - K.SD$	=	376.062	Kg/cm ²
Karakteristik Kuat Tekan umur 7 Hari	:		=	262.500	Kg/cm ²
Karakteristik Kuat Tekan umur 14 Hari	:		=	315.000	Kg/cm ²
Karakteristik Kuat Tekan umur 28 Hari	:		=	350.000	Kg/cm ²

Karakteristik kuat tekan yang digunakan adalah sesuai dengan hasil pengujian (X_o) dengan persentase terhadap kuat tekan rencana nilai sebesar **107.45%**





Rekapitulasi Kuat Tekan Beton Kolom Lantai 5 Segment II

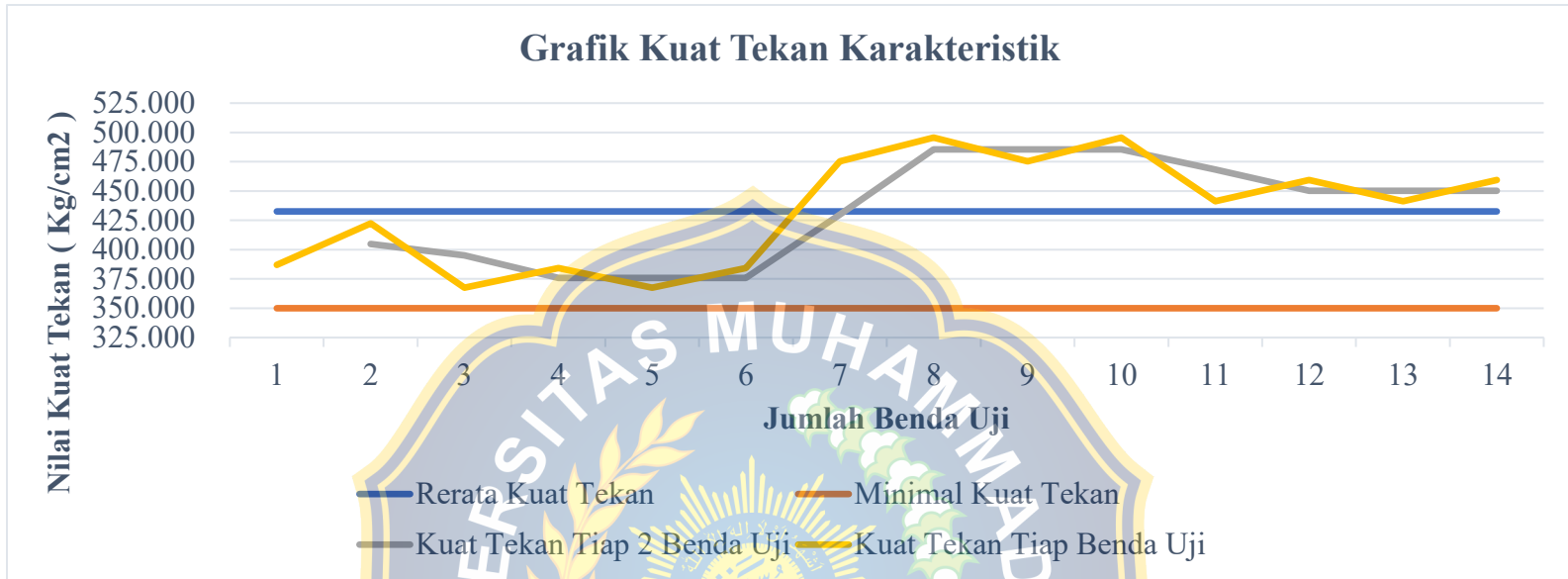
No	Pembuatan Benda Uji / Waktu Pengecoran	Kuat Tekan Karakteristik Tiap Benda Uji (Kg/cm²)	Rerata Kuat Tekan Karakteristik tiap 2 benda uji (Kg/cm²)	Rerata Kuat Tekan Karakteristik (Kg/cm²)	(X - X')²	Keterangan
		<i>X</i>		<i>X'</i>		
1	10-Oct-20	387.010		432.600	2,078.448	Kolom Lantai 4 Segmen II
2	1-Nov-20	422.510	404.760	432.600	101.808	Kolom Lantai 5 Segmen II
3	4-Nov-20	367.520	395.015	432.600	4,235.406	Kolom Lantai 5 Segmen II
4	4-Nov-20	384.220	375.870	432.600	2,340.624	Kolom Lantai 5 Segmen II
5	4-Nov-20	367.520	375.870	432.600	4,235.406	Kolom Lantai 5 Segmen II
6	4-Nov-20	384.220	375.870	432.600	2,340.624	Kolom Lantai 5 Segmen II
7	7-Nov-20	475.410	429.815	432.600	1,832.696	Kolom Lantai 5 Segmen II
8	7-Nov-20	495.590	485.500	432.600	3,967.740	Kolom Lantai 5 Segmen II
9	7-Nov-20	475.410	485.500	432.600	1,832.696	Kolom Lantai 5 Segmen II
10	7-Nov-20	495.590	485.500	432.600	3,967.740	Kolom Lantai 5 Segmen II
11	11-Nov-20	441.300	468.445	432.600	75.690	Kolom Lantai 5 Segmen II
12	11-Nov-20	459.400	450.350	432.600	718.240	Kolom Lantai 5 Segmen II

13	11-Nov-20	441.300	450.350	432.600	75.690	Kolom Lantai 5 Segmen II
14	11-Nov-20	459.400	450.350	432.600	718.240	Kolom Lantai 5 Segmen II
	SUMMARY	6,056.400	5,633.195		28,521.050	

Rerata Kuat Tekan (X')	:	X / N	=	432.600	Kg/cm ²
Standart Deviasi (SD)	:	$\sqrt{\frac{\sum(x - x')^2}{N - 1}}$	=	46.839	
Koefisien K 7 hari	:		=	0.750	
Koefisien K 14 hari	:		=	0.900	
Koefisien K 28 hari	:		=	1.000	
Karakteristik Kuat Tekan (X _o)	:	$X' - K.SD$	=	385.761	Kg/cm ²
Karakteristik Kuat Tekan umur 7 Hari	:		=	262.500	Kg/cm ²
Karakteristik Kuat Tekan umur 14 Hari	:		=	315.000	Kg/cm ²
Karakteristik Kuat Tekan umur 28 Hari	:		=	350.000	Kg/cm ²

Karakteristik kuat tekan yang digunakan adalah sesuai dengan hasil pengujian (X_o) dengan persentase terhadap kuat tekan rencana

nilai sebesar **110.22%**



Dari analisis kuat tekan karakteristik mutu beton hasil pengujian didapat data variatif yang mana data tiap-tiap kuat tekan terhadap segmentasi menjadi landasan perhitungan struktur. Dan perhitungan analisis struktur ditampilkan pada sub bab lanjutan.

4.2 Perhitungan dan analisis Struktur Gedung

Struktur gedung dimodel dan analisis struktur secara tiga dimensi menggunakan software SAP2000 v22, kemudian hasil analisis akan menunjukkan struktur mampu atau tidak dalam memikul beban-beban yang bekerja. Data-data material dan data dimensi yang digunakan berdasarkan gambar DED, serta mutu beton menggunakan hasil dari pengujian yang telah dianalisis sebelumnya sedangkan asumsi pembebanan dan analisis berdasarkan peraturan-peraturan yang berlaku.

4.2.1 Data Umum

A. Informasi Penelitian

- Fungsi : Fasilitas Pendidikan
- Lokasi : Malang – Jawa Timur
- Jumlah Lantai : 4 Lantai
- Tinggi Bangunan : 16 meter
- Bahan Struktur : Beton bertulang

B. Referensi Desain

- Peraturan yang digunakan :
 1. Beban minimum untuk perancangan Gedung dan struktur lainnya (SNI-1727:2013)
 2. Peraturan Pembebanan Indonesia untuk Gedung 1983
 3. Tata cara perhitungan struktur beton untuk bangunan Gedung (SNI-2847:2019)
 4. Tata cara perancangan ketahanan gempa untuk struktur bangunan Gedung dan non Gedung (SNI-1726:2019)

5. Tata Cara Perhitungan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung (SNI 2847 2019) .

C. Mutu Bahan

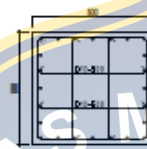

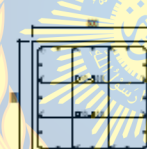

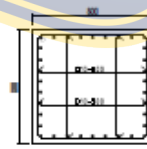
- Beton Struktur : Rencana K 350 (29.05 MPa)
(digunakan untuk mutu beton balok dan pelat lantai) sedangkan kolom menggunakan dari hasil analisis kuat tekan karakteristik hasil uji sebagai berikut

No	Segmentasi	Kuat Tekan Uji Korelasi Standart Deviasi (Kg/cm ²)
1	Segment I Lantai 1	338.807
2	Segment II Lantai 1	478.950
3	Segment I Lantai 2	388.874
4	Segment II Lantai 2	420.962
5	Segment I Lantai 3	392.771
6	Segment II Lantai 3	377.572
7	Segment II Lantai 4	376.062
8	Segment II Lantai 5	385.761

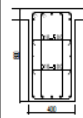
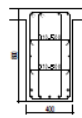
- Baja Tulangan : Untuk tulangan ≤ 10 mm,
Fy = 240 MPa
Untuk tulangan > 10 mm,
Fy = 420 MPa

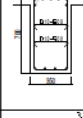
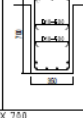
D. Sistem dan Dimensi Struktur

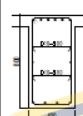

- Struktur utama : Sistem Rangka Beton Pemikul Momen Khusus (SRPMK)
- Dimensi struktur : Sesuai dengan gambar perencanaan.
- Kolom : Sesuai dengan gambar perencanaan
- Balok : Sesuai dengan gambar perencanaan
- Pelat : Sesuai dengan gambar perencanaan

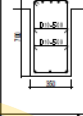
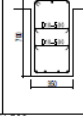
TYPE KOLOM	K-1A	TYPE KOLOM	K-2A
LANTAI BASEMENT 2		LANTAI BASEMENT 2	
UKURAN	400 X 400	UKURAN	400 X 400
SEGIANG	ATAS D3-50 TENGAH D3-200 BAWAH D3-50 JANT D3-100	SEGIANG	ATAS D3-50 TENGAH D3-200 BAWAH D3-50 JANT D3-100
TYPE KOLOM	K-1B	TYPE KOLOM	K-2B
LANTAI BASEMENT 2		LANTAI BASEMENT 2	
UKURAN	400 X 400	UKURAN	400 X 400
SEGIANG	ATAS D3-50 TENGAH D3-200 BAWAH D3-50 JANT D3-100	SEGIANG	ATAS D3-50 TENGAH D3-200 BAWAH D3-50 JANT D3-100
TYPE KOLOM	K-1C		
LANTAI BASEMENT 2			
UKURAN	400 X 400		
SEGIANG	ATAS D3-50 TENGAH D3-200 BAWAH D3-50 JANT D3-100		

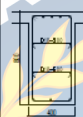

Tabel 4.1 Dimensi Kolom Bangunan



TYPE	G-1A	
	FRONT	SECTION
		
UJUKAN	400 X 400	
Tal. Atas	10 D 15	10 D 15
Tal. Bawah	5 D 15	10 D 15
Tal. Pinggng	4 D 19	4 D 19
Sengkang	D 8 - 160	D 8 - 200

TYPE	G-2A	
	FRONT	SECTION
		
UJUKAN	350 X 700	
Tal. Atas	7 D 22	3 D 22
Tal. Bawah	4 D 22	4 D 22
Tal. Pinggng	4 D 19	4 D 19
Sengkang	D 8 - 100	D 8 - 160

TYPE	G-1B	
	FRONT	SECTION
		
UJUKAN	400 X 400	
Tal. Atas	4 D 22	3 D 22
Tal. Bawah	4 D 22	5 D 22
Tal. Pinggng	4 D 19	4 D 19
Sengkang	D 8 - 60	D 8 - 100

TYPE	G-2B	
	FRONT	SECTION
		
UJUKAN	350 X 700	
Tal. Atas	5 D 19	3 D 19
Tal. Bawah	3 D 19	4 D 19
Tal. Pinggng	4 D 15	4 D 15
Sengkang	D 8 - 60	D 8 - 100

TYPE	G-1C	
	FRONT	SECTION
		
UJUKAN	400 X 400	
Tal. Atas	5 D 19	3 D 19
Tal. Bawah	3 D 19	5 D 19
Tal. Pinggng	4 D 15	4 D 15
Sengkang	D 8 - 50	D 8 - 100

TYPE	G-3A	
	FRONT	SECTION
		
UJUKAN	300 X 600	
Tal. Atas	6 D 16	3 D 16
Tal. Bawah	3 D 16	4 D 16
Tal. Pinggng	4 D 13	3 D 13
Sengkang	D 8 - 50	D 8 - 100

Tabel 4.2 Dimensi Balok Bangunan

4.2.2 Pembebanan

Struktur dibebani dengan beban akibat berat sendiri struktur, beban mati tambahan, beban hidup dan beban gempa. Beban yang digunakan yaitu :

1. Beban Mati (DL) : Berat sendiri struktur + Beban mati tambahan
2. Beban Hidup (LL) : Beban penghuni Gedung
3. Beban Gempa (EQ) : Didesain dengan metode respon spektrum berdasarkan peta wilayah gempa Indonesia.

A. Beban Mati (DL)

Adalah berat sendiri struktur dan komponen lainnya yang harus ditinjau sebagai beban mati. (PPIUG 1983, pasal 2.1)

Terdiri atas:

- Berat Elemen struktur (Kolom, Balok, Pelat Lantai)
- Keramik (1 cm) : 24 kg/m²
- Urugan Pasir (3 cm) : 63 kg/m²
- Plafon dan Penggantung : 18 kg/m²
- Pipa dan AC : 10 kg/m²
- Beban Mesin sebagai beban mati tambahan sesuai panel bangunan.
- Beban mati tangga : 750 kg/m²
- Beban dinding Bata ringan : 117 kg/m²

B. Beban Hidup

Adalah beban guna atau mengikuti fungsi dari suatu bangunan. (PPIUG 1983, pasal 3.1 dan 3.2)

- Beban Hidup pada atap : 100 kg/m²
- Beban Hidup Pendidikan : 250 kg/m²
- Beban Hidup Tangga : 600 kg/m²
- Beban Air Hujan : 30 kg/m²

C. Beban Gempa

Beban gempa pada SAP2000 v22 digunakan fitur pembebanan dengan analisis respon spektrum berdasarkan SNI Gempa 1726:2019 untuk kategori resiko gempa D pada tanah sedang.

D. Kombinasi Pembebanan

Kombinasi pembebanan yang digunakan yaitu: (SNI 1727:2013, Pasal 4.10, table 4.1).

NO	KOMBINASI BEBAN
1	1,4D
2	1,2D + 1,6 L
3	1,42D + L + 1,3E
4	1,42D + L - 1,3E
5	0,58 D + 1,3E
6	0,58D - 1,3E
7	1,2D + 1L + 1,3W
8	1,2D + 1L - 1,3W

Tabel 4.3 Kombinasi beban-beban yang bekerja pada struktur

E. Faktor Reduksi Kekuatan

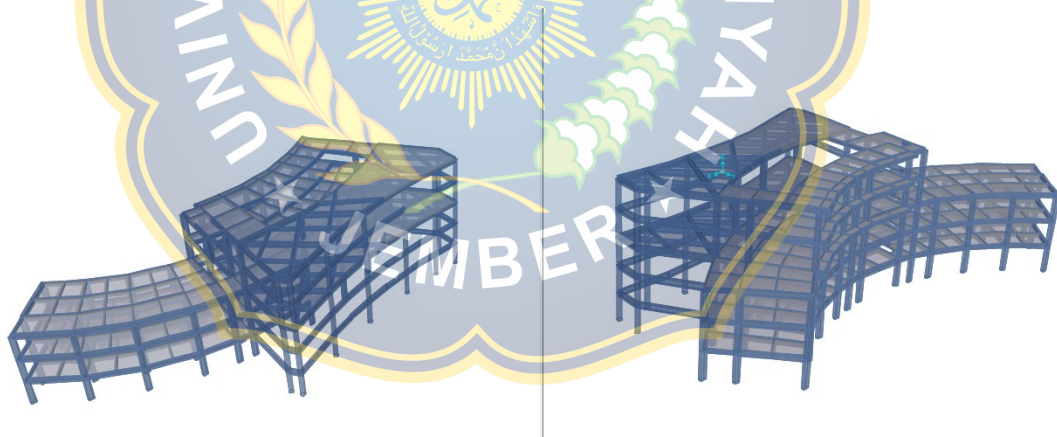
Berdasarkan ACI 318-08 pasal 20.2.5 mengenai factor reduksi kekuatan untuk bangunan eksisting memiliki nilai yang berbeda dari factor reduksi kekuatan desain. Hal ini dimaksudkan karena kondisi struktur sudah dalam keadaan sebenarnya baik dimensi maupun jumlah tulangnya. Berikut nilai-nilai factor reduksi kekuatan :

Parameter Kekuatan	Nilai Faktor Reduksi (ϕ)
Tarik lentur	1.0
Tekan (senggang spiral)	0.9
Tekan (senggang biasa)	0.8
Geser dan Torsi	0.8
Kuat Tumpu	0.8

Tabel 4.4 Tabel Faktor reduksi kekuatan untuk bangunan eksisting

4.2.3 Pemodelan Struktur SAP2000

Pemodelan 3D struktur menggunakan software SAP2000 v22



Gambar 4.2 Model 3D Struktur Bangunan

A. Memasukan Beban-beban yang bekerja pada struktur

Input pembebanan diterapkan pada tiap-tiap jenis beban (beban mati, beban hidup, beban angin).

- Untuk beban mati sendiri elemen-elemen struktur seperti kolom, balok, pelat lantai dianalisis oleh *software*.
- *Input Area Loads Uniform to Frame*

Beban Mati, yang dimasukkan dalam program SAP2000 v22 adalah beban spesi lantai, beban keramik, beban urugan pasir, beban plafon dan pengantung, beban pipa dan AC, beban mesin tambahan.

Beban hidup, yang dimasukkan adalah beban guna struktur serta beban air hujan, beban lantai atap.



Gambar 4.4 Input beban mati tambahan *area loads uniform to frame*

Gambar 4.5 Input beban hidup *area loads uniform to frame*

- Input beban titik pada komponen pelat lantai.

Beban ini adalah beban mati dinding yang letaknya tidak langsung menumpu balok / menumpu pada pelat lantai, sehingga beban dinding terbagi oleh luasan lantai.

Gambar 4.6 Input beban mati *area loads gravity*

- *Input Frame Loads gravity*

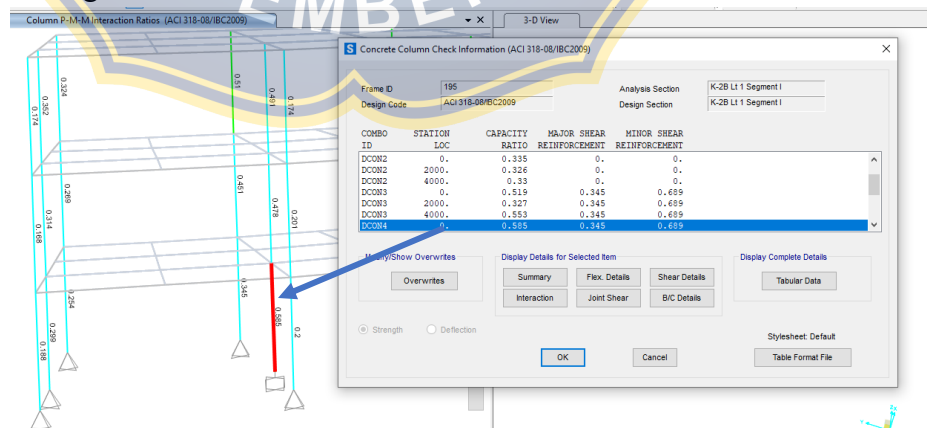
Beban yang dimasukkan dalam hal ini adalah beban mati dan hidup tangga, beban dinding.

Gambar 4.7 Input beban mati dinding *frame loads gravity*

- Kombinasi pembebanan dimasukkan sesuai dengan SNI 1727:2013, pasal 4.10, table 4.1

B. Hasil Analisis Kuat Kolom

Dari analisis dengan bantuan *software* SAP 2000 v22 dengan referensi desain menggunakan mutu baton hasil pengujian yang telah dianalisis sebelumnya dan mutu tarik tulangan, sesuai rencana maka didapat hasil sebagai berikut :



Gambar 4.8 Rasio tulangan kolom

Dengan Rasio tulangan kolom di lantai dasar terbesar bagian gedung, tercapai rasio P-M kolom sebesar 0,585 (saat terjadi gempa bumi) <1, OK



4.2.4 Analisis Gempa Dinamis Respon Spektrum (SNI 1726:2019)

A. Menentukan Kategori Resiko Bangunan

Untuk pemanfaatan Gedung sebagai fasilitas Pendidikan termasuk dalam kategori IV sesuai *SNI 1726:2019, Tabel 4 Hal-25*

Jenis pemanfaatan	Kategori risiko
<p>Gedung dan non gedung yang ditunjukkan sebagai fasilitas yang penting, termasuk, tetapi tidak dibatasi untuk:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Bangunan-bangunan monumental - Gedung sekolah dan fasilitas pendidikan - Rumah sakit dan fasilitas kesehatan lainnya yang memiliki fasilitas bedah dan unit gawat darurat - Fasilitas pemadam kebakaran, ambulans, dan kantor polisi, serta garasi kendaraan darurat - Tempat perlindungan terhadap gempa bumi, angin badai, dan tempat perlindungan darurat lainnya - Fasilitas kesiapan darurat, komunikasi, pusat operasi dan fasilitas lainnya untuk tanggap darurat - Pusat pembangkit energi dan fasilitas publik lainnya yang dibutuhkan pada saat keadaan darurat - Struktur tambahan (termasuk menara telekomunikasi, tangki penyimpanan bahan bakar, menara pendingin, struktur stasiun listrik, tangki air pemadam kebakaran atau struktur rumah atau struktur pendukung air atau material atau peralatan pemadam kebakaran) yang disyaratkan untuk beroperasi pada saat keadaan darurat <p>Gedung dan non gedung yang dibutuhkan untuk mempertahankan fungsi struktur bangunan lain yang masuk ke dalam kategori risiko IV.</p>	IV

Tabel 4.11 Kategori resiko bangunan dan non bangunan

B. Menentukan Faktor Keutamaan Gempa

SNI 1726:2019, Tabel 3 Hal-25

Kategori Resiko	Faktor Keutamaan Gempa, I_e
I dan II	1.00
III	1.25
IV	1.50

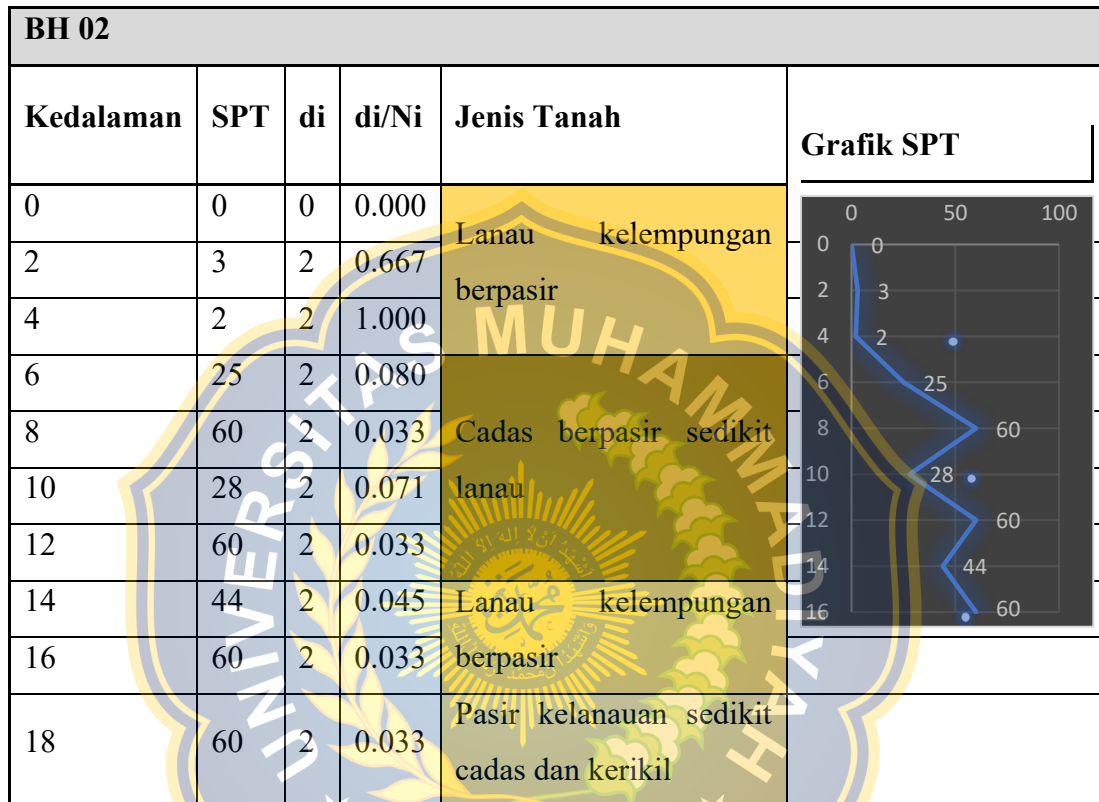
Tabel 4.12 Faktor keutamaan gempa

Untuk kategori IV digunakan factor keamanan sebesar 1.50

C. Menentukan Klasifikasi Situs (SA-SF)

SNI 1726:2019, Tabel 5 Hal-29

- Analisis Kelas situs tanah (Hasil Bore Dalam)



Tabel 4.7 Klasifikasi tanah BH 02

BH 03					Grafik SPT
Kedalaman	SPT	di	di/Ni	Jenis Tanah	
0	0	0	0.000	Lanau kelepungan	
2	5	2	0.400	berpasir	
4	43	2	0.047	Cadas berpasir sedikit lanau	
6	27	2	0.074		
8	60	2	0.033		
10	12	2	0.167	Batu sedikit lanau	
12	60	2	0.033	Lanau kelepungan berpasir+cadas	
14	53	2	0.038		
16	60	2	0.033		

Tabel 4.8 Klasifikasi tanah BH 03

Dari klasifikasi tanah BH 02 dan BH 03 didapat nilai N_{rerata} sebesar 16.003 (BH02) dan 15.175 (BH03). Sesuai klasifikasi jenis tanah termasuk **TANAH SEDANG kelas situs (SD)**.

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, $w \geq 40\%$, 3. Kuat geser niralis $\bar{s}_u < 25$ kPa		
SF (tanah khusus.yang membutuhkan investigasi geoteknik spesifik dan analisis respons spesifik-situs yang mengikuti 0)	Setiap profil lapisan tanah yang memiliki salah satu atau lebih dari karakteristik berikut: - Rawan dan berpotensi gagal atau runtuh akibat beban gempa seperti mudah likuifaksi, lempung sangat sensitif, tanah tersementasi lemah - Lempung sangat organik dan/atau gambut (ketebalan $H > 3$ m)		

Tabel 4.9 Klasifikasi situs tanah

D. Menentukan Parameter Percepatan Tanah (S_s , S_i)

- Parameter kecepatan gempa dapat diketahui dari

http://puskim.pu.go.id/Aplikasi/desain_spektra_indonesia_2017/

Jenis input : Koordinat 7.943145,112.613947

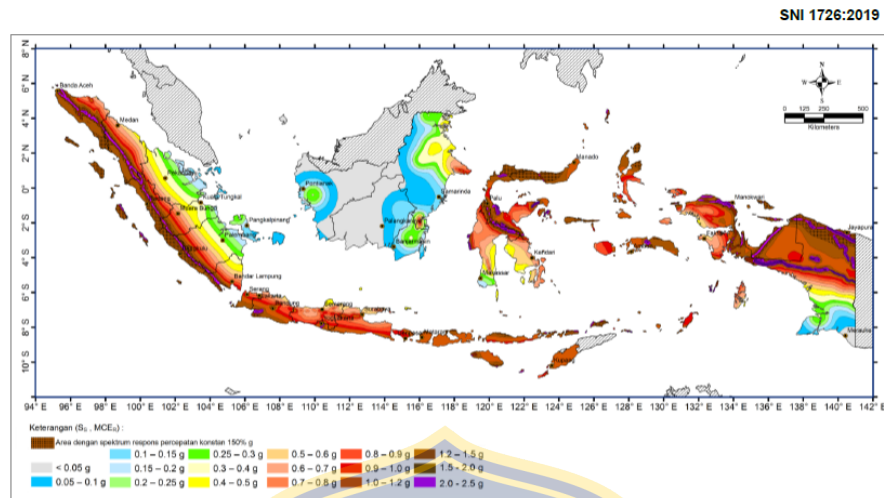
Jenis tanah sedang



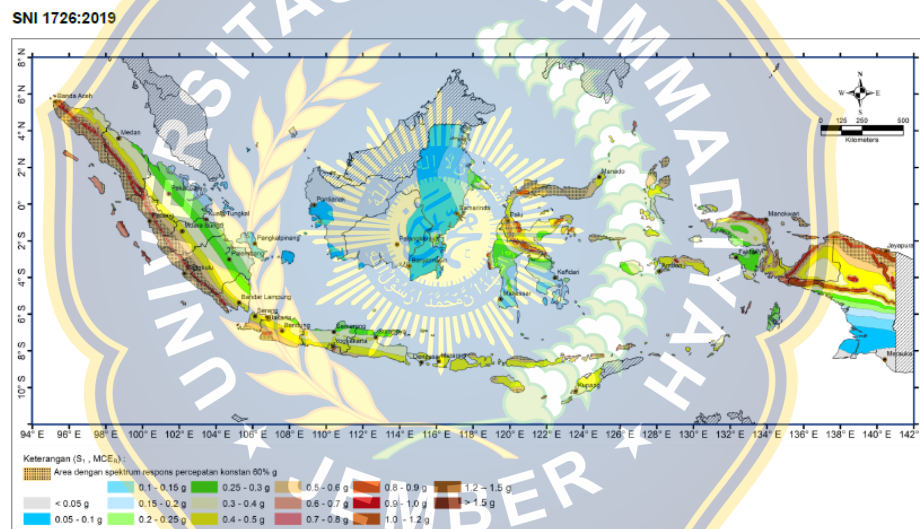
Gambar 4.8 Desain spektra Puskim

Pada lokasi wilayah Malang kampus POLINEMA didapat nilai

- S_s : 0.772 g
- S_1 : 0.326 g



Gambar 4.19 Parameter gerak tanah S_s



Gambar 4.10 Parameter gerak tanah S_1

Respons spektrum rencana dalam perhitungan beban gempa dibuat berdasarkan pada peta percepatan batuan dasar pendek 0,2 detik (S_s), dan percepatan batuan dasar untuk periode 1 detik (S_1). Semuanya untuk probabilitas terlampaui 2% dalam 50 tahun, dengan redaman 5%.

E. Menentukan Faktor Koefisien Situs

SNI 1726:2019 Tabel 6 (Koefisien Situs, F_a) Hal-34

Kelas Situs	Parameter Respon Spektral Percepatan Gempa (MCEr) Terpetakan pada Periodik Pendek, $T = 0.2$ detik, S_s					
	$S_s \leq 0.25$	$S_s = 0.5$	$S_s = 0.75$	$S_s = 1.0$	$S_s \geq 1.25$	$S_s \geq 1.30$
SA	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
SB	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
SC	1.3	1.3	1.2	1.2	1.2	1.2
SD	1.6	1.4	1.2	1.1	1.0	1.0
SE	2.4	1.7	1.3	1.1	0.9	0.8
SF	SS^b					

Tabel 4.10 Koefisien situs, F_a

SNI 1726:2019 Tabel 5 (Koefisien Situs, F_v) Hal-34

Kelas Situs	Parameter Respon Spektral Percepatan Gempa (MCEr) Terpetakan pada Periodik 1 detik, S_1					
	$S_1 \leq 0.1$	$S_1 = 0.2$	$S_1 = 0.3$	$S_1 = 0.4$	$S_1 \geq 0.5$	$S_1 \geq 0.6$
SA	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
SB	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
SC	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.4
SD	2.4	2.2	2.0	1.9	1.8	1.7
SE	4.2	3.3	2.8	2.4	2.2	2.0
SF	SS^b					

Tabel 4.11 Koefisien situs, F_v

Maka didapat nilai Fa dan Fv

$$- Fa : 1.1912 \text{ g (interpolasi)}$$

$$- Fv : 1.974 \text{ g (interpolasi)}$$

F. Menentukan nilai Sms dan Sm1

Persamaan 7 dan 8, SNI 1726:2019, hal-34

$$- Sms : Fa.Ss$$

$$: 0.9196 \text{ g}$$

$$- Sm1 : Fv.S1$$

$$: 0.6435 \text{ g}$$

G. Menentukan SDS dan SD1

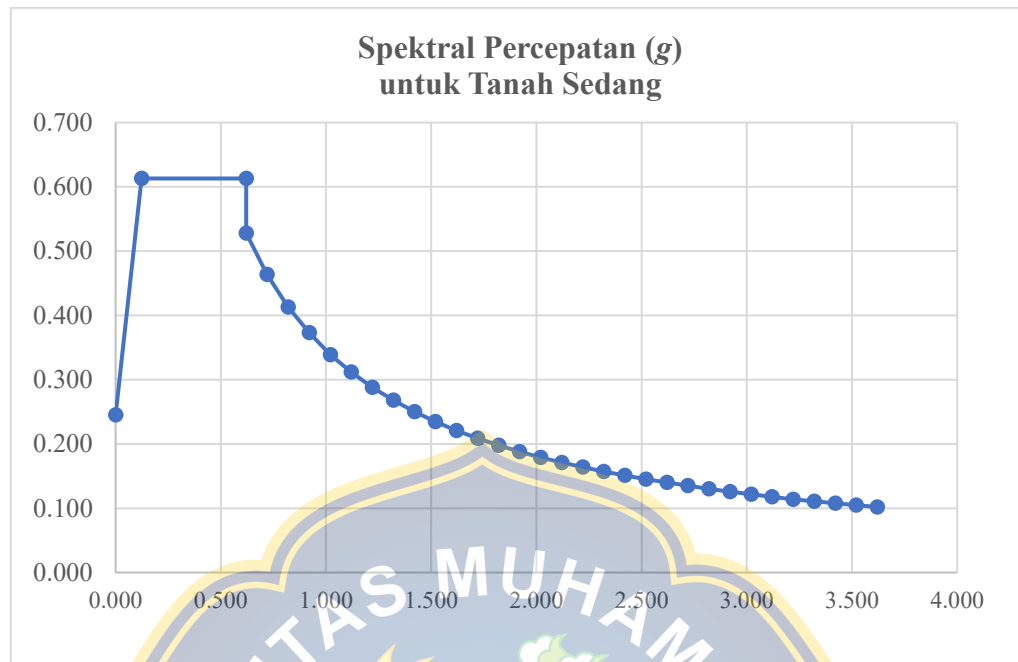
Persamaan 9 dan 10, SNI 1726:2019, hal-35

$$- SDS : \frac{2}{3} Sms$$

$$: 0.6131 \text{ g}$$

$$- SD1 : \frac{2}{3} Sm1$$

$$: 0.429 \text{ g}$$



Tabel 4.13 Spektral Percepatan (g) untuk tanah sedang

H. Menentukan Kategori Desain Seismik (KDS)

SNI 1726:2019 tabel 8-9 hal 37

Kategori Desain Seismik Berdasarkan Parameter Respon Percepatan pada Periode Pendek

Nilai <i>SDS</i>	Kategori Resiko	
	I / II / III	IV
$SDS < 0.167$	A	A
$0.167 \leq SDS < 0.33$	B	C
$0.33 \leq SDS < 0.5$	C	D
$0.5 \leq SDS$	D	D

Tabel 4.14 Kategori Desain Seismik Berdasarkan Parameter Respon Percepatan pada Periode Pendek

Kategori Desain Seismik Berdasarkan Parameter Respon Percepatan pada Periode 1 Detik

Nilai SD_1	Kategori Resiko	
	I / II / III	IV
$SD_1 < 0.067$	A	A
$0.067 \leq SD_1 < 0.133$	B	C
$0.133 \leq SD_1 < 0.2$	C	D
$SD_1 \geq 0.2$	D	D

Tabel 4.15 Kategori Desain Seismik Berdasarkan Parameter Respon Percepatan pada Periode 1 Detik

- SDS : 0.613, maka KDS = D-IV
- SD1 : 0.429, maka KDS = D-IV

I. Menentukan faktor R, Cr, dan Ω_0 untuk sistem penahan gaya gempa

SNI 1726:2019 tabel 12 hal 49-51

Untuk kategori desain seismik kategori D, rangka beton bertulang pemikul momen khusus Didapatkan :

- R : 8.0 (*koefisien modifikasi respon*)
- Cr : 3.0 (*factor kuat-lebih system*)
- Ω_0 : 5.5 (*factor pembesaran defleksi*)

SNI 1726:2019

Tabel 12 – Faktor R , C_d , dan Ω_0 untuk sistem pemikul gaya seismik

Sistem pemikul gaya seismik	Koefisien modifikasi respons, R^a	Faktor kuat lebih sistem, Ω_0^b	Faktor pembesaran defleksi, C_d^c	Batasan sistem struktur dan batasan tinggi struktur, \bar{h}_s (m) ^d				
				Kategori desain seismik				
				B	C	D ^e	E ^e	F ^f
A. Sistem dinding penumpu								
1. Dinding geser beton bertulang khusus ^{g,h}	5	2%	5	TB	TB	48	48	30
2. Dinding geser beton bertulang biasa ^g	4	2%	4	TB	TB	TI	TI	TI
3. Dinding geser beton polos detail ^g	2	2%	2	TB	TI	TI	TI	TI
4. Dinding geser beton polos biasa ^g	1%	2%	1%	TB	TI	TI	TI	TI
5. Dinding geser pracetak menengah ^g	4	2%	4	TB	TB	12 ⁱ	12 ⁱ	12 ⁱ
6. Dinding geser pracetak biasa ^g	3	2%	3	TB	TI	TI	TI	TI
7. Dinding geser batu bata bertulang khusus	5	2%	5%	TB	TB	48	48	30
8. Dinding geser batu bata bertulang menengah	3%	2%	2%	TB	TB	TI	TI	TI
9. Dinding geser batu bata bertulang biasa	2	2%	1%	TB	48	TI	TI	TI
10. Dinding geser batu bata polos detail	2	2%	1%	TB	TI	TI	TI	TI
11. Dinding geser batu bata polos biasa	1%	2%	1%	TB	TI	TI	TI	TI
12. Dinding geser batu bata prategang	1%	2%	1%	TB	TI	TI	TI	TI
13. Dinding geser batu bata ringan (AAC) bertulang biasa	2	2%	2	TB	10	TI	TI	TI
14. Dinding geser batu bata ringan (AAC) polos biasa	1%	2%	1%	TB	TI	TI	TI	TI
15. Dinding rangka ringan (kayu) dilapisi dengan panel struktur kayu yang ditujukan untuk menahan geser, atau dengan lembaran baja	5%	3	4	TB	TB	20	20	20
16. Dinding rangka ringan (lembu sensu dingin) yang dilapisi dengan panel struktur kayu yang ditujukan untuk menahan geser, atau dengan lembaran baja	6%	3	4	TB	TB	20	20	20
17. Dinding rangka ringan dengan panel geser dari semua material lainnya	2	2%	2	TB	TB	10	TI	TI
18. Sistem dinding rangka ringan (baja) panel dinding menggunakan bingkai strip datar	4	2	3%	TB	TB	20	20	20
B. Sistem rangka bangunan								
1. Rangka baja dengan bracing elementis	8	2	4	TB	TB	48	48	30
2. Rangka baja dengan bracing konsentris khusus	6	2	5	TB	TB	48	48	30
3. Rangka baja dengan bracing konsentris biasa	3%	2	3%	TB	TB	10 ^j	10 ^j	TI ^k
4. Dinding geser beton bertulang khusus ^{g,h}	6	2%	5	TB	TB	48	48	30
5. Dinding geser beton bertulang biasa ^g	5	2%	4%	TB	TB	TI	TI	TI
6. Dinding geser beton polos detail ^g	2	2%	2	TB	TI	TI	TI	TI
7. Dinding geser beton polos biasa ^g	1%	2%	1%	TB	TI	TI	TI	TI
8. Dinding geser pracetak menengah ^g	5	2%	4%	TB	TB	12 ⁱ	12 ⁱ	12 ⁱ
9. Dinding geser pracetak biasa ^g	4	2%	4	TB	TI	TI	TI	TI
10. Rangka baja dan beton komposit dengan bracing elementis	8	2	4	TB	TB	48	48	30
11. Rangka baja dan beton komposit dengan bracing konsentris khusus	5	2	4%	TB	TB	48	48	30
12. Rangka baja dan beton komposit dengan bracing biasa	3	2	3	TB	TB	TI	TI	TI
13. Dinding geser pelat baja dan beton komposit	6%	2%	5%	TB	TB	48	48	30
14. Dinding geser baja dan beton komposit khusus	9	2%	5	TB	TB	48	48	30
15. Dinding geser baja dan beton komposit biasa	5	2%	4%	TB	TB	TI	TI	TI
16. Dinding geser batu bata bertulang khusus	5%	2%	4	TB	TB	48	48	30
17. Dinding geser batu bata bertulang menengah	4	2%	4	TB	TB	TI	TI	TI
18. Dinding geser batu bata bertulang biasa	2	2%	2	TB	48	TI	TI	TI

Tabel 4.16 faktor R , C_r , dan Ω_0 untuk system pemikul gaya seismic

J. Menentukan Periode Fundamental

(SNI 1726:2019 tabel 17 hal-72)

- Dari table 4.17 untuk nilai $SD1 = 0.429$, maka koefisien $C_u = 1.4$

- Dari table 4.18 untuk rangka beton pemikul momen, didapatkan nilai parameter periode pendekatan sbb :

- o C_t : 0.0466
- o x : 0.900

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 4.17 Koefisien untuk batas atas pada periode yang dihitung

Tipe struktur	C_t	x
Sistem rangka pemikul momen di mana rangka memikul 100 % gaya seismik yang disyaratkan dan tidak dilindungi atau dihubungkan dengan komponen yang lebih kaku dan akan menahan rangka dari defleksi jika dikenai gaya seismik:		
• Rangka baja pemikul momen	0,0724	0,8
• Rangka beton pemikul momen	0,0466	0,9
Rangka baja dengan bresing eksterior	0,0731	0,75
Rangka baja dengan bresing tertekang terhadap tekuk	0,0731	0,75
Semua sistem struktur lainnya	0,0488	0,75

Tabel 4.18 Nilai parameter periode pendekatan C_t dan x

Waktu getar struktur adalah peristiwa bergetar dan bergoyangnya struktur dalam 1 periode. Peristiwa tersebut dimodelkan sebagai model terpusat (lump mass model), dengan

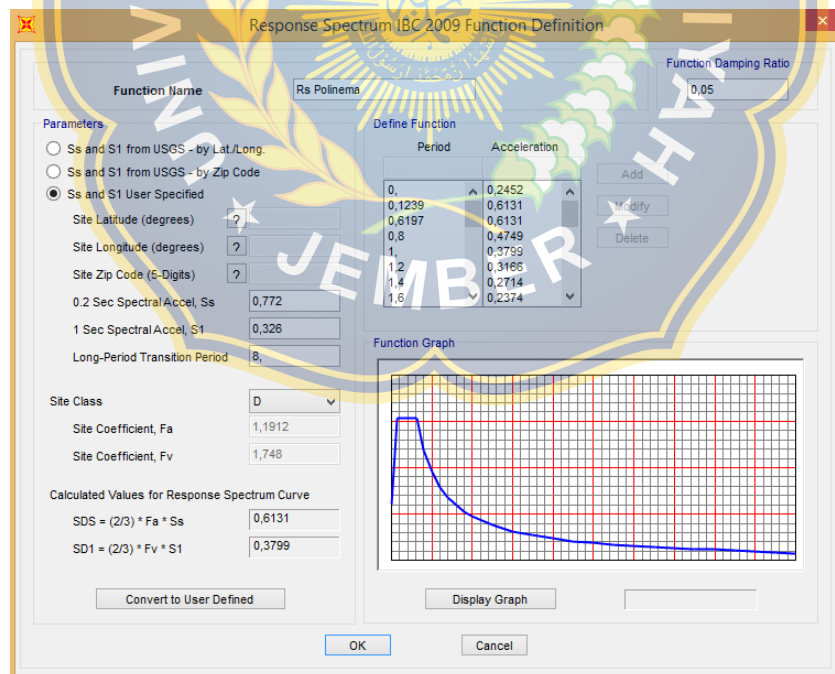
- Tinggi bangunan : 30 m
- T_a : $C_t \cdot h_n^x$ Pers. 36 SNI 1726-2019, hal-72

: 0.9949 detik

Sesuai SNI 1726:2019,

- T_{maks} : $C_u \cdot T_a$
- : 1.3292 detik

K. Penerapan Beban Gempa pada SAP2000



Gambar 4.12 Input Respon Spektrum

Load Case Data - Response Spectrum

Load Case Name: Set Def Name Modify/Show...

Load Case Type: Response Spectrum Design...

Modal Combination:

- CQC
- SRSS
- Absolute
- GMC
- NRC 10 Percent
- Double Sum

 GMC f1:
 GMC f2:
 Periodic + Rigid Type: SRSS

Directional Combination:

- SRSS
- CQC3
- Absolute

 Scale Factor:

Mass Source: Previous (MSSSRC1)

Diaphragm Eccentricity:

- Eccentricity Ratio:
- Override Eccentricities: Override...

Modal Load Case: MODAL

Use Modes from this Modal Load Case:

- Standard - Acceleration Loading
- Advanced - Displacement Inertia Loading

Loads Applied

Load Type	Load Name	Function	Scale Factor
Accel	U1	Rs Polinema	1838,7469
Accel	U1	Rs Polinema	1838,7469
Accel	U2	Rs Polinema	551,6241

Buttons: Add, Modify, Delete

Other Parameters:

- Modal Damping: Constant at 0,05
- Buttons: Modify/Show..., OK, Cancel

Gambar 4.13 Input koefisien beban gempa arah x

Load Case Data - Response Spectrum

Load Case Name: Set Def Name Modify/Show...

Load Case Type: Response Spectrum Design...

Modal Combination:

- CQC
- SRSS
- Absolute
- GMC
- NRC 10 Percent
- Double Sum

 GMC f1:
 GMC f2:
 Periodic + Rigid Type: SRSS

Directional Combination:

- SRSS
- CQC3
- Absolute

 Scale Factor:

Mass Source: Previous (MSSSRC1)

Diaphragm Eccentricity:

- Eccentricity Ratio:
- Override Eccentricities: Override...

Modal Load Case: MODAL

Use Modes from this Modal Load Case:

- Standard - Acceleration Loading
- Advanced - Displacement Inertia Loading

Loads Applied

Load Type	Load Name	Function	Scale Factor
Accel	U1	Rs Polinema	551,6241
Accel	U1	Rs Polinema	551,6241
Accel	U2	Rs Polinema	1838,7469

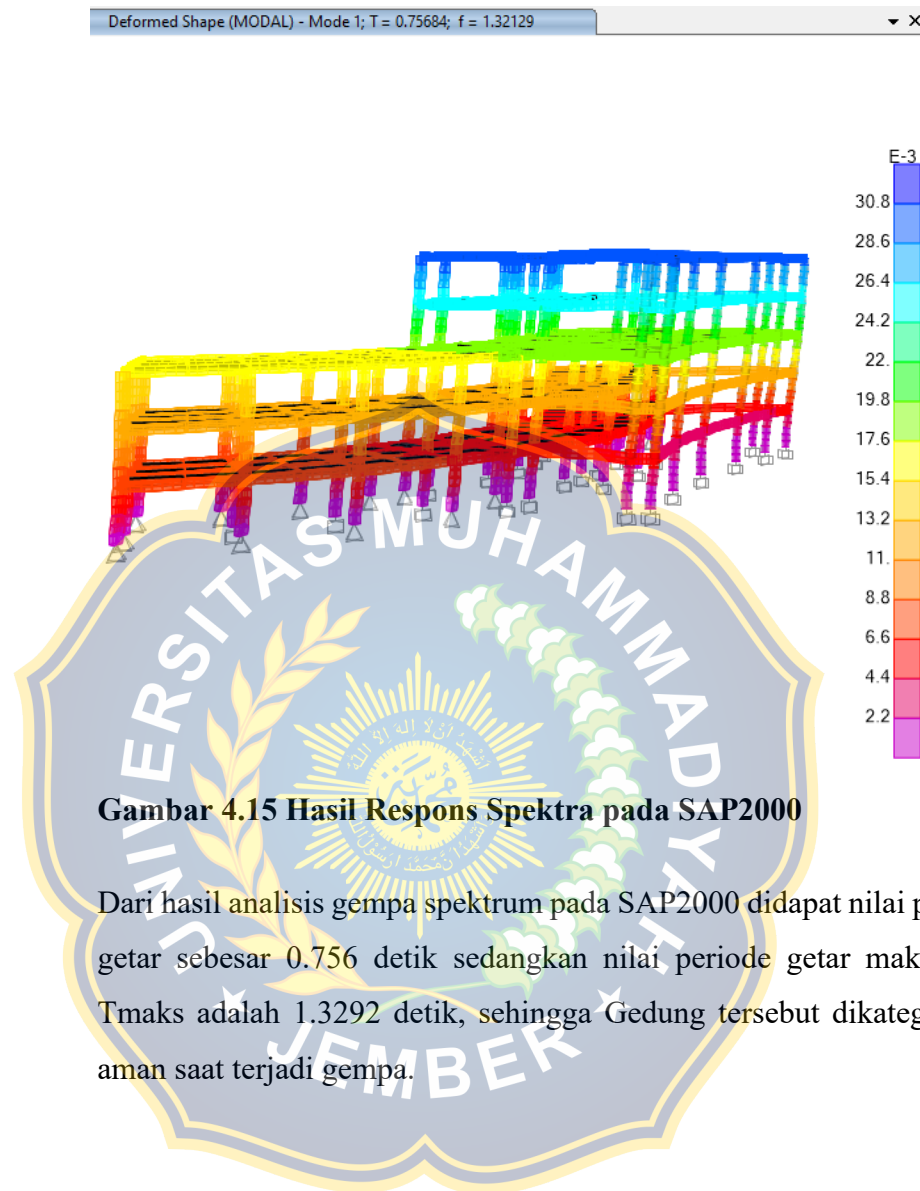
Buttons: Add, Modify, Delete

Other Parameters:

- Modal Damping: Constant at 0,05
- Buttons: Modify/Show..., OK, Cancel

Gambar 4.14 Input koefisien beban gempa arah y

L. Hasil Analisis Respons Spektrum Gempa



4.3 Pembahasan Analisis Kuat Tekan Karakteristik

4.3.1 Perbandingan Kuat Tekan Hasil Pengujian dengan Kuat Tekan Rencana

No	Segmentasi	Standart Deviasi Kuat Tekan Mutu Beton Uji	Kuat Tekan Rencana (Kg/cm ²)	Kuat Tekan Uji Korelasi Standart Deviasi (Kg/cm ²)	Persentase Kuat Tekan Uji terhadap Kuat Tekan rencana (%)
1	Segment I Lantai 1	97.659	350	339	96.802%
2	Segment II Lantai 1	19.706	350	479	136.843%
3	Segment I Lantai 2	64.952	350	389	111.107%
4	Segment II Lantai 2	13.654	350	421	120.275%
5	Segment I Lantai 3	62.171	350	393	112.220%
6	Segment II Lantai 3	65.676	350	378	107.878%
7	Segment II Lantai 4	58.384	350	376	107.446%
8	Segment II Lantai 5	46.839	350	386	110.217%

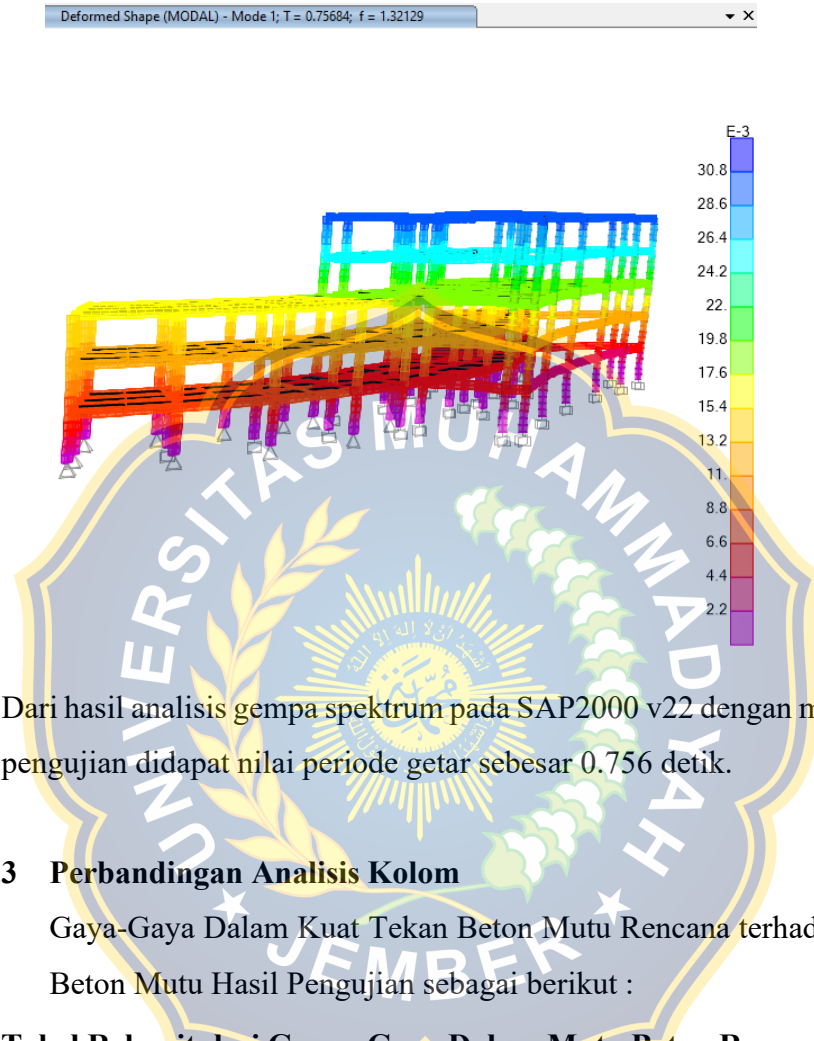
4.3.2 Perbandingan Periode Getar

Periode Getar Kuat Tekan Beton Mutu Rencana



Dari hasil analisis gempa spektrum pada SAP2000 v22 dengan mutu beton rencana didapat nilai periode getar sebesar 0.7800 detik sedangkan

Periode Getar Kuat Tekan Beton Mutu Hasil Pengujian



Dari hasil analisis gempa spektrum pada SAP2000 v22 dengan mutu beton hasil pengujian didapat nilai periode getar sebesar 0.756 detik.

4.3.3 Perbandingan Analisis Kolom

Gaya-Gaya Dalam Kuat Tekan Beton Mutu Rencana terhadap Kuat Tekan Beton Mutu Hasil Pengujian sebagai berikut :

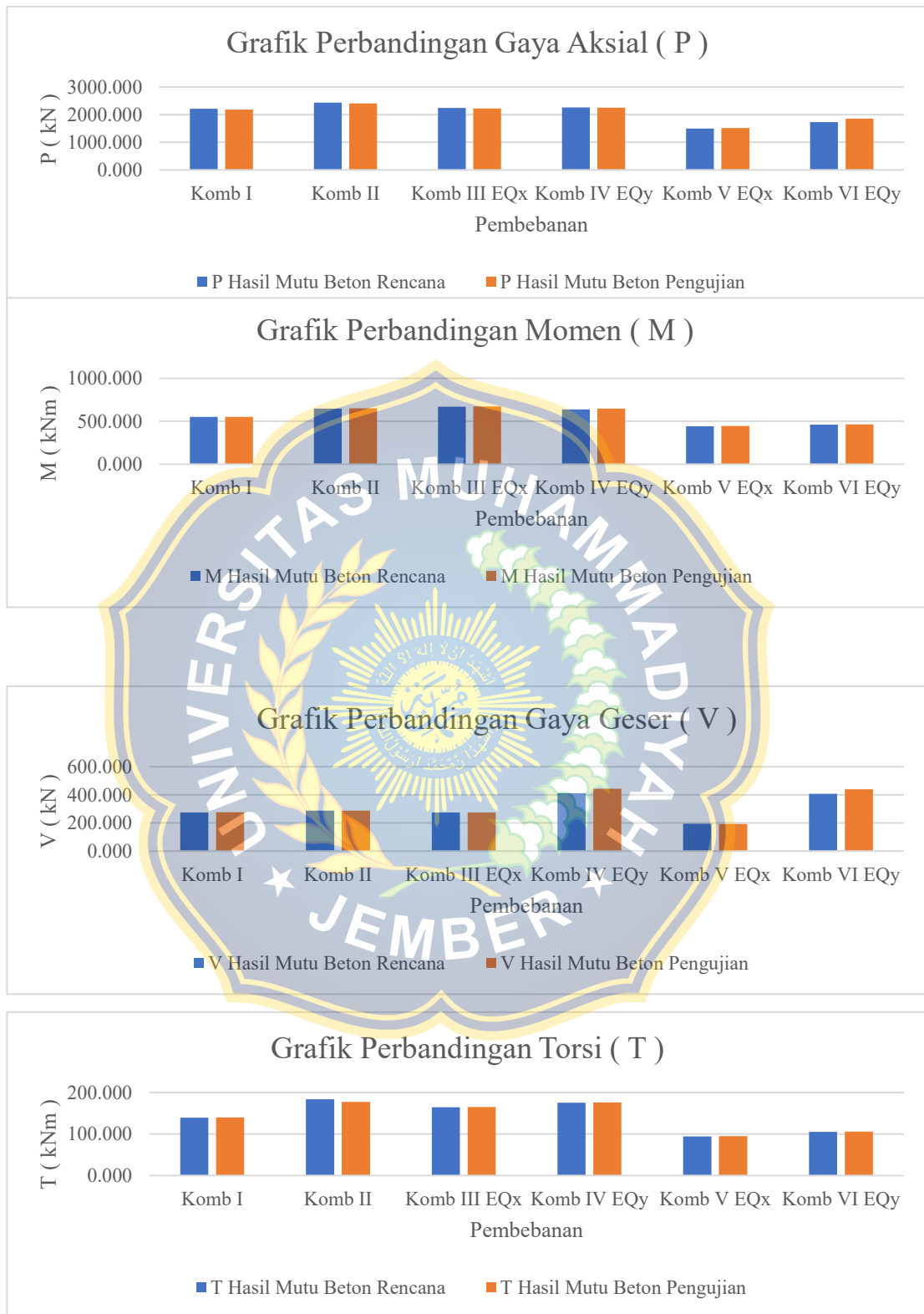
Tabel Rekapitulasi Gaya - Gaya Dalam Mutu Beton Rencana

Hasil Ouput Gaya Dalam				
Kombinasi	P	V	T	M
	KN	KN	KN-m	KN-m
Komb I	2215.607	274.271	139.708	552.175
Komb II	2430.896	287.789	184.148	647.358
Komb III EQx	2242.089	273.475	164.824	669.088
Komb IV EQy	2259.174	410.547	175.453	638.516
Komb V EQx	1493.578	193.606	94.637	441.288
Komb VI EQy	1732.924	408.022	105.267	460.358

Tabel Rekapitulasi Gaya - Gaya Dalam Mutu Beton Hasil Pengujian

Hasil Ouput Gaya Dalam				
Kombinasi	P	V	T	M
	KN	KN	KN-m	KN-m
Komb I	2182.958	275.891	140.015	552.343
Komb II	2403.924	288.470	177.755	650.399
Komb III EQx	2223.275	274.196	165.310	673.371
Komb IV EQy	2248.846	444.193	176.431	646.308
Komb V EQx	1512.153	193.005	95.056	444.410
Komb VI EQy	1853.457	439.598	106.177	465.145

Persentase Perbandingan				
Kombinasi	P	V	T	M
	KN	KN	KN-m	KN-m
Komb I	98.526%	100.591%	100.220%	100.030%
Komb II	98.890%	100.237%	96.528%	100.470%
Komb III EQx	99.161%	100.264%	100.295%	100.640%
Komb IV EQy	99.543%	108.195%	100.558%	101.220%
Komb V EQx	101.244%	99.690%	100.442%	100.707%
Komb VI EQy	106.955%	107.739%	100.865%	101.040%



Berdasarkan analisis gaya-gaya dalam akibat kombinasi pembebanan perbandingan terhadap kuat tekan mutu beton hasil pengujian dengan kuat tekan mutu beton rencana. Terjadi perbedaan gaya-gaya dalam yang dipengaruhi mutu beton dan terjadi perbedaan pada gaya aksial P karena dalam penelitian ini yang ditinjau perbedaan deviasi mutu beton pada kolom.

4.3.4 Perhitungan Pemeriksaan Simpangan Antar Lantai

Pemeriksaan simpangan antar lantai dilakukan untuk mengetahui apakah ada yang melebihi simpangan antar lantai ijin berdasarkan SNI 1726:2019 sebesar 2% tinggi lantai. Pemeriksaan simpangan antar lantai ini diperiksa pada kolom dan terhadap kinerja batas ultimate *deflection* yang diambil dari SAP2000 arah x dan y dengan perbedaan standart deviasi standart mutu beton. Pemeriksaan simpangan antar lantai ditampilkan sebagai berikut :

Perpindahan Terhadap Kuat Tekan Beton Hasil Pengujian

Displacement Respon Spektrum arah x		
Δ -x =		1.5916 mm
Δ 2-x =		4.2179 mm
Δ 3-x =		7.0106 mm
Δ 4-x =		9.8896 mm
Δ 5-x =		12.6755 mm

Displacement Respon Spektrum arah y		
δ 1-y =		3.6048 mm
δ 2-y =		8.4544 mm
δ 3-y =		12.8134 mm
δ 4-y =		17.8433 mm
δ 5-y =		22.689 mm

Perpindahan Terhadap Kuat Tekan Beton Rencana

Displacement Respon Spektrum arah x		
Δ -x =		1.7439 mm
Δ 2-x =		4.5016 mm
Δ 3-x =		7.2803 mm
Δ 4-x =		10.211 mm
Δ 5-x =		13.0855 mm

Displacement Respon Spektrum arah y		
δ 1-y =		3.7583 mm
δ 2-y =		8.5982 mm
δ 3-y =		12.8152 mm
δ 4-y =		17.4433 mm
δ 5-y =		21.6823 mm

Simpangan arah x Terhadap Kuat Tekan Beton Hasil Pengujian

Simpangan Antar Lantai Respon Spektrum Arah-X (kinerja batas ultimit)						
Lt.	Elevasi (m)	Perpindahan lantai δ x (mm)	Perpindahan Total δ x (mm)	Simpangan Antar Lantai (Δ) (mm)	Simpangan Antar Lantai Yang Dijinkan (Δ a) (mm)	Status
1	4	1.5916	8.7538	8.75	61.54	aman
2	8	4.2179	23.20	14.44	61.54	aman
3	12	7.0106	38.56	15.36	61.54	aman
4	16	9.8896	54.39	15.83	61.54	aman
5	20	12.6755	69.72	15.32	61.54	aman

Simpangan arah x Terhadap Kuat Tekan Beton Rencana

Simpangan Antar Lantai Respon Spektrum Arah-X (kinerja batas ulitimit)						
Lt.	Elevasi (m)	Perpindahan lantai δx (mm)	Perpindahan Total δx (mm)	Simpangan Antar Lantai (Δ) (mm)	Simpangan Antar Lantai Yang Dijinkan (Δa) (mm)	Status
1	4	1.7439	9.59145	9.59	61.54	aman
2	8	4.5016	24.76	15.17	61.54	aman
3	12	7.2803	40.04	15.28	61.54	aman
4	16	10.211	56.16	16.12	61.54	aman
5	20	13.0855	71.97	15.81	61.54	aman

Simpangan arah y Terhadap Kuat Tekan Beton Hasil Pengujian

Simpangan Antar Lantai Respon Spektrum Arah-Y (kinerja batas ulitimit)						
Lt.	Elevasi (m)	Perpindahan lantai (mm)	Perpindahan Total (mm)	Simpangan Antar Lantai (Δ) (mm)	Simpangan Antar Lantai Yang Dijinkan (Δa) (mm)	Status
1	4	3.6048	19.8264	19.83	61.54	aman
2	8	8.4544	46.50	26.67	61.54	aman
3	12	12.8134	70.47	23.97	61.54	aman
4	16	17.8433	98.14	27.66	61.54	aman
5	20	22.689	124.79	26.65	61.54	aman

Simpangan arah y Terhadap Kuat Tekan Beton Rencana

Simpangan Antar Lantai Respon Spektrum Arah-Y (kinerja batas ulitimit)						
Lt.	Elevasi (m)	Perpindahan lantai (mm)	Perpindahan Total (mm)	Simpangan Antar Lantai (Δ) (mm)	Simpangan Antar Lantai Yang Dijinkan (Δa) (mm)	Status
1	4	3.7583	20.67065	20.67	61.54	aman
2	8	8.5982	47.29	26.62	61.54	aman
3	12	12.8152	70.48	23.19	61.54	aman
4	16	17.4433	95.94	25.45	61.54	aman
5	20	21.6823	119.25	23.31	61.54	aman

