

Kajian Seismik Perencanaan Gedung Universitas 17 Agustus 1945 Samarinda Berdasarkan Sni 1726:2019

Alif¹, Hence Michael Wuaten², Wahyu Mahendra Tyas Admaja³

¹Prodi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Samarinda

Email: ¹Alifsruser1@gmail.com, ²hence@untag-smd.ac.id, ³wahyu@untag-smd.ac.id

Artikel Informasi

Riwayat Artikel

Diterima, 9 April 2024

Direvisi, 14 Mei 2024

Disetujui, 27 Mei 2024

Kata Kunci:

Analisa Struktur, Struktur Gedung, Sistem Rangka Pemikul Momen

Keywords:

Structural Analysis, Building Structure, Moment Bearing Frame System.

ABSTRAK

Dalam standard SNI 1727-2019 ada beberapa sistem struktur yang dapat diterapkan yaitu Sistem Rangka Pemikul Momen (SRPM), yang salah satunya yaitu Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) untuk Kategori Desain Seismik A, B, C, D, E, dan F. Dalam penelitian ini pemodelan Gedung 17 Lantai Universitas 17 Agustus 1945 Samarinda menggunakan Software Etabs V.19 dan perhitungan gaya/beban gempa yang bekerja dengan metode Analisis Statik Ekuivalen. Dari hasil perhitungan Analisa Struktur dengan software Etabs V.19 dan perhitungan manual untuk mendapatkan output nilai struktur yang digunakan untuk menghitung kebutuhan dimensi dan tulangan pada struktur gedung 17 Lantai Universitas 17 Agustus 1945 Samarinda, dan perhitungan beban seismik untuk menentukan Kategori Desain Seismik dan ketidakberaturan struktur pada gedung tersebut.

ABSTRACT

A In the SNI 1727-2019 standard, there are several structural systems that can be applied, namely the Moment Bearing Frame System (SRPM). one of which is the Special Moment Bearing Frame System (SRPMK) for Seismic Design Categories A, B, C, D, E, and F. In this study, modeling the 17-storey Building of the University of August 17, 1945 Samarinda used Etabs V.19 Software and the calculation of earthquake force / load working with the equivalent static analysis method. From the results of Structural Analysis calculations with Etabs V.19 software and manual calculations to obtain the output of structural values used to calculate dimensional and reinforcement requirements in the 17-storey building structure of the University of August 17, 1945 Samarinda, and seismic load calculations to determine the Seismic Design Category and structural irregularities in the building.



This is an open access article under the [CC BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license.

Penulis Korespondensi:

Alif

Prodi Teknik Sipil, Universitas 17 Agustus 1945 Samarinda

Email : Alifsruser1@gmail.com

PENDAHULUAN

Indonesia menjadi salah satu negara yang berada di jalur gempa teraktif di dunia karena dikelilingi oleh Cincin Api Pasifik (*Ring of Fire*) dan berada di atas tiga tumbukan lempeng benua (*triple junction plate convergence*), yakni, Indo-Australia, Eurasia dan Pasifik yang masing-masing bergerak ke barat dan ke utara relatif terhadap eurasia.

Perencanaan struktur merupakan suatu proses desain berdasarkan peraturan-peraturan yang berlaku. Perencanaan struktur dilakukan untuk menghasilkan suatu gedung dengan standar yang kuat, aman dan ekonomis. Secara umum, struktur bangunan gedung terdiri dari dua bagian yaitu berupa struktur bagian atas berupa plat lantai, balok, dan kolom, serta struktur bagian bawah berupa sloof dan pondasi.

Struktur gedung dirancang untuk memenuhi standar keselamatan para penghuninya, maka dari itu gedung yang direncanakan harus memenuhi standar. Beberapa standar yang digunakan untuk perencanaan struktur bangunan adalah SNI 1726-2019, SNI 1727-2020, & SNI 2847-2019. (*Dandy Nugroho, dkk, 2020*)

Sistem Rangka Pemikul adalah sistem rangka ruang dalam dimana komponen-komponen struktur dan join-joinnya menahan gaya-gaya yang bekerja melalui aksi lentur, geser dan aksial. Dalam penelitian ini pemodelan Gedung 17 Lantai Universitas 17 Agustus 1945 Samarinda menggunakan Software *Etabs V.19* dan perhitungan gaya/beban gempa yang bekerja dengan metode *Analisis Statik Ekuivalen*.

Dengan Pedoman Standar Nasional Indonesia ini, diharapkan struktur mampu bertahan dari beban gravitasi dan beban gempa tanpa mengalami kegagalan struktur. Dan apabila terjadi kegagalan struktur, kegagalan yang pertama kali terjadi adalah pada struktur balok sehingga dapat memberikan tanda dan waktu bagi penghuni gedung untuk menyelamatkan diri sebelum kegagalan kolom terjadi.

METODE PENELITIAN

Pengumpulan Data

Dalam pengumpulan data dilakukan dengan cara mencari data primer dan data sekunder. Data Primer diperoleh dengan cara melakukan survei lapangan dengan cara mengukur area lahan yang akan dijadikan bahan penelitian yang berada di Kampus Universitas 17 Agustus 1945 Samarinda. Sedangkan data sekunder adalah data pendukung untuk dijadikan bahan penelitian yaitu berupa Data Sondir yang dilakukan oleh mahasiswa universitas 17 agustus 1945 samarinda yang melakukan pratikum mekanika tanah.

Data denah gambar sebagai berikut :

Dimensi Bangunan : 57 x 16 M

Tinggi Antar Lantai : 5 M

Jumlah Lantai : 17 Lantai

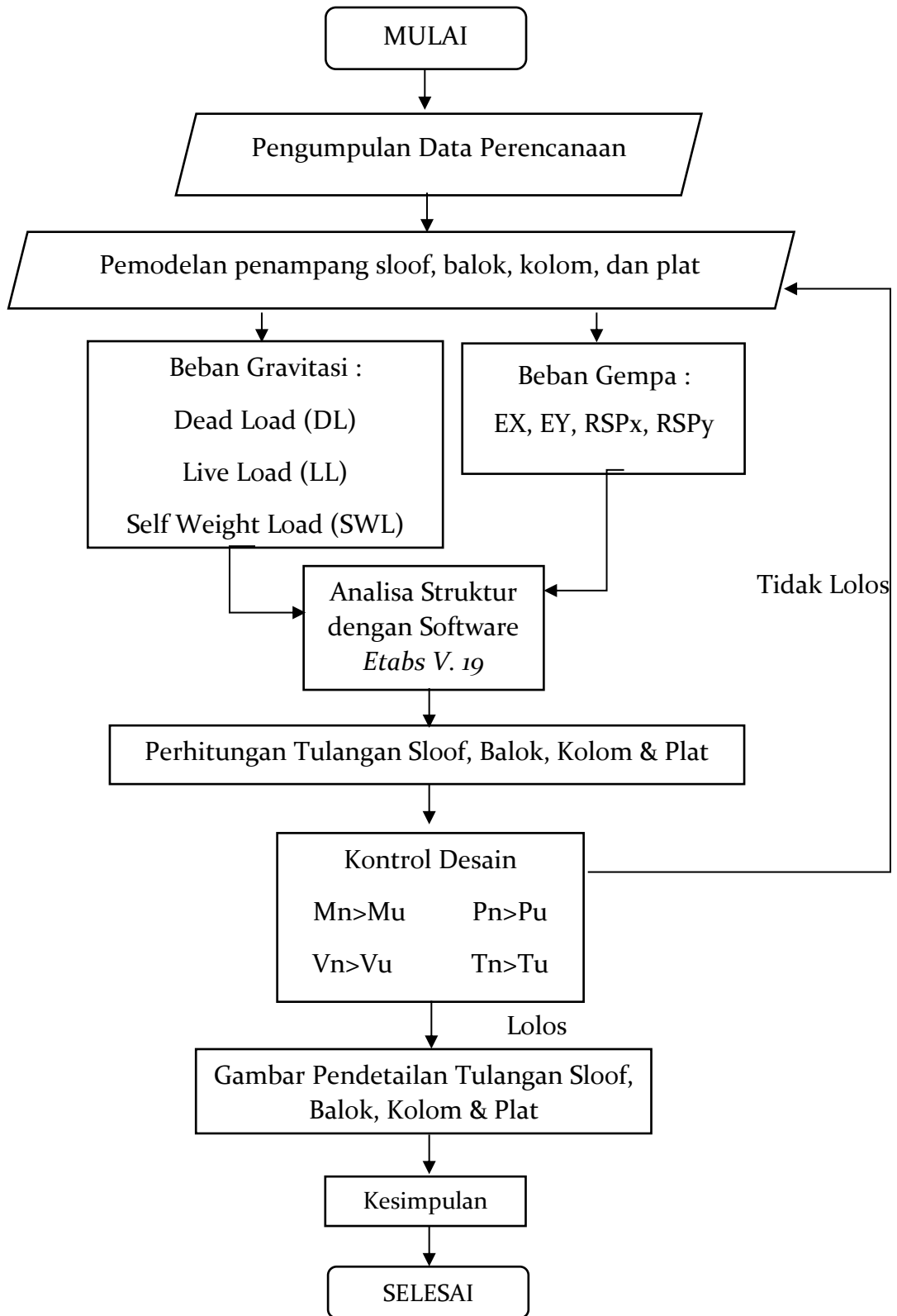
Fungsi Bangunan : Kantor

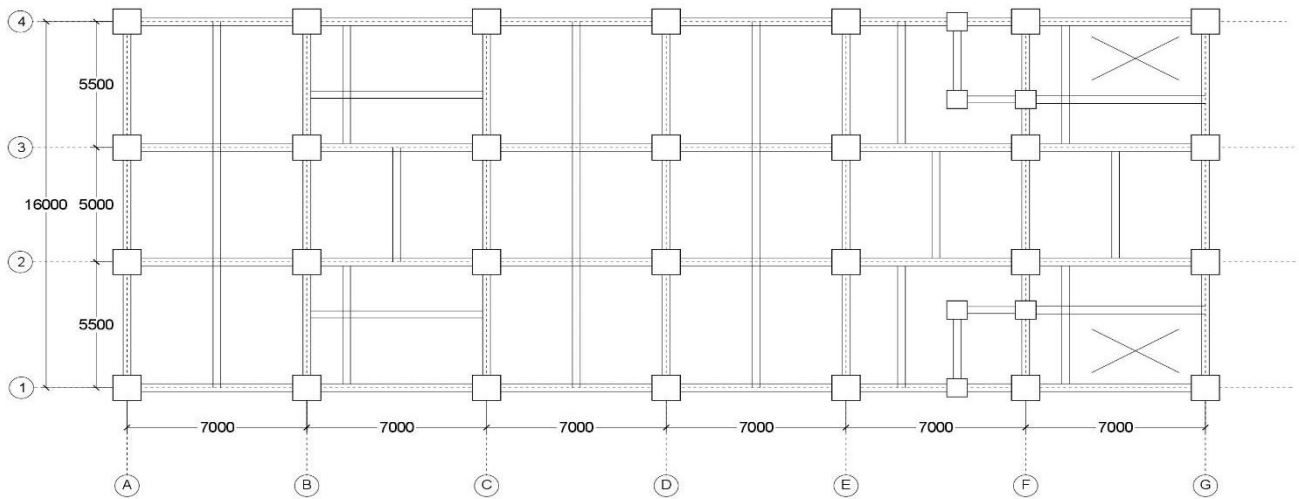
Struktur Gedung : Struktur Beton Bertulang

Data Tanah

Berdasarkan Hasil Sondir didapatkan nilai N-SPT sebesar 148,32 kN kedalaman 11 m

Bagan Alir





Gambar 1. Denah Bangunan

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perhitungan *preliminary* Balok dan Kolom

Pada SNI 2847-2019 Tabel 9.3.1.1 dan pasal 18.7.2.1 dengan bentang 7m didapat hasil dimensi balok sebagai berikut :

Balok :

Balok B₁ : 0,3 x 0,6 m

Balok B₁' : 0,35 x 0,7 m

Balok BA₁ : 0,25 x 0,35 m

Balok B₂ : 0,65 x 0,90 m

Balok B₃ : 0,35 x 0,55 m

Kolom :

Kolom K₁ : 1,1 x 1,1 m

Kolom K₂ : 0,9 x 0,9 m

Kolom K₃ : 0,8 x 0,8 m

Kolom K₄ : 0,7 x 0,7 m

Perhitungan Manual Plat Lantai Dengan bentang 5,5 m x 7m didapat hasil tebal plat lantai 130 mm

Pembebanan

Pembebanan yang dipakai mengacu pada standar SNI 1727-2020, jenis pembebanan yang dipakai adalah beban hidup, beban mati. Pembebanan yang mengacu pada standar SNI 1726-2019 adalah jenis pembebanan dinamik yang berubah-ubah dengan variasi perubahan intensitas.

Kombinasi beban yang dipakai pada struktur gedung maupun non gedung tersebut diantaranya :

1. 1,4D
2. 1,2 D + 1,6 L + 0,5 (Lr Atau R)
3. 1,2 D + 1,6 (Lr Atau R) + (L Atau 0,5W)
4. 1,2 D + 1,0 W + L + 0,5 (Lr atau R)
5. 0,9 D + 1,0 W.

Perhitungan respons spektrum yang berpedoman pada SNI 1726-2019, setelah menggunakan metode dinamis, lalu di kontrol menggunakan metode statik ekuivalen agar persyaratan terpenuhi yaitu minimal 100% dari geser dasar metode statik ekuivalen. Nilai Respons spektrum didapat dengan cara memasukan koordinat tempat dengan menggunakan website RSA Cipta Karya.

$$\text{Kelas Situs} = 148,32 * \frac{1}{4} = 37,08 \text{ (Tanah Sedang)}$$

$$S_s = 0,13 \text{ g}, \quad F_a = 1,6$$

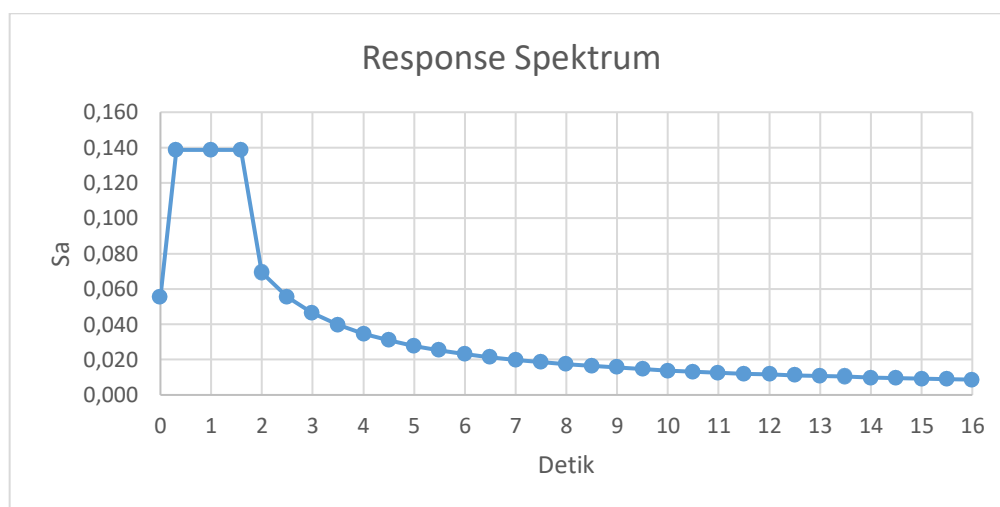
$$S_1 = 0,15 \text{ g}, \quad F_v = 2,2$$

$$S_{ds} = \frac{2}{3} \times F_a \times S_s = \frac{2}{3} \times 1,6 \times 0,13 = 0,139 \text{ g}$$

$$S_{d1} = \frac{2}{3} \times F_v \times S_1 = \frac{2}{3} \times 2,2 \times 0,15 = 0,22 \text{ g}$$

$$T_0 = 0,2 \times S_{d1} / S_{ds} = 0,2 \times 0,22 / 0,139 = 0,317 \text{ detik}$$

$$T_s = S_{d1} / S_{ds} = 0,22 / 0,139 = 1,587 \text{ detik}$$



Gambar 2. Grafik Respons Spektrum

untuk nilai S_{ds} pada Tabel 7 dan Tabel 8 SNI 1726 - 2019 maka nilai $0,139 < 0,167 \text{ g}$ maka termasuk kategori desain seismik A dan termasuk kategori SRPMK, dan nilai S_{d1} pada tabel 4 maka nilai $0,220 > 0,2 \text{ g}$ maka termasuk kategori desain seismik D dan termasuk kategori SRPMK. Maka kategori desain seismik pada bangunan gedung 17 lantai universitas 17 1945 samarinda adalah desain seismik D dan sistem yang di pakai adalah SRPMK.

Perkiraan Periode Fundamental Alami

Berdasarkan SNI 1726-2019 Untuk struktur dengan ketinggian > 12 tingkat dimana sistem penahan gaya seismik terdiri dari rangka penahan momen beton atau baja secara keseluruhan dan tinggi tingkat lebih tinggi dari 3 m.

Nilai Parameter respons spektral ditentukan dengan melihat tabel 17 dan tabel 18 SNI 1726-2019, h_n adalah ketinggian struktur (m), di atas dasar sampai tingkat tertinggi struktur, dan koefisien C_t dan x ditentukan sebagai berikut :

$$T_{a x} = 0,0466 \times 5_{18}^{0,9} = 2,674 \text{ detik}$$

$$T_{a y} = 0,0488 \times 5_{18}^{0,75} = 1,426 \text{ detik}$$

$$S_{d1} = 0,220 \text{ g} \quad \text{jadi nilai } C_u \text{ adalah } 1,5$$

$$\begin{aligned} T_{\max X} &= C_u \times T_{a x} & T_{\max Y} &= C_u \times T_{a y} \\ &= 1,5 \times 2,674 & &= 1,5 \times 1,426 \\ &= 4,01 \text{ dtk} & &= 2,14 \text{ dtk} \end{aligned}$$

Batasan penggunaan prosedur analisis gaya lateral ekuivalen (ELF).

Kontrol:

$$\begin{aligned} T_s &= \left(\frac{S_{d1}}{S_{ds}} \right) \\ &= \left(\frac{0,220}{0,139} \right) = 1,587 \end{aligned}$$

$$3.5 T_s = 5,553$$

$$4,01 < 5,553 \quad T_s, \text{ Sehingga digunakan analisa prosedur gempa **Dinamis**.$$

Menentukan faktor R , C_d dan Ω_0 ,

Dengan sistem gaya penahan gempa pada Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus berdasarkan tabel 12 SNI 1726-2019 didapat nilai sebagai berikut:

$$R \text{ (Koefisien modifikasi Respons)} = 8$$

$$\Omega_0 \text{ (Faktor Kuat lebih sistem)} = 3$$

$$C_d \text{ (Faktor Kuat lebih sistem)} = 5,5$$

Hasil Gaya Geser Dasar Seismik.

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

$$V = C_s \cdot W \quad C_s = \frac{S_{ds}}{\left(\frac{R}{I_e}\right)}$$

Nilai C_s ditentukan dengan rumus yang dihitung dan tidak perlu melebihi nilai berikut ini:

$$T \leq T_L = C_s = \frac{S_{d1}}{T \left(\frac{R}{I_e}\right)} \quad T \leq T_L = C_s = \frac{S_{d1} \cdot T_L}{T^2 \left(\frac{R}{I_e}\right)}$$

$$C_s = 0,044 S_{DS} I_e \geq 0,0$$

$$C_s = 0,139 / (8/1) = 0,01733 \text{ g}$$

$$C_s \text{ maks } x = 0,220 / 4,01 * (8/1) = 0,00686 \text{ g}$$

$$\begin{aligned}
 C_s \text{ maks } y &= 0,220 / 2,14 * (8/1) &= 0,01286 \text{ g} \\
 C_s \text{ min} &= 0,044 * 0,139 * 1 \geq 0,01 &= 0,0061 \geq 0,01 \\
 C_s X &= 0,139 / (8/1) = 0,0173 \text{ g} &(\text{dipakai nilai } C_s \text{ max } x) \\
 C_s Y &= 0,139 / (8/1) = 0,0173 \text{ g} &(\text{dipakai nilai } C_s \text{ max } y) \\
 V_x &= 0,00686 \times 210054,16 = 1440,02 \text{ kN} \\
 V_y &= 0,01286 \times 210054,16 = 2700,67 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan SNI 1726-2019 gaya geser dasar respon spektrum minimal 100% dari geser dasar menggunakan metode statik ekuivalen. Hasil perhitungan dengan metode respon spektrum hasil dari output Etabs V.19 di kontrol dengan menggunakan metode statik ekuivalen sebagai berikut :

Arah X	Arah Y
Respons Spektrum X (R _{spx}) = 32884,71 kN	Respons Spektrum X (R _{spx}) = 30141,14 kN
Statik Ekuivalen X (Eq x) = 1440,02 kN	Statik Ekuivalen X (Eq x) = 2700,67 kN

Berdasarkan hasil di atas syarat telah terpenuhi.

Hasil Perhitungan Simpangan Antar Lantai

Tabel Simpangan Antar Lantai Arah X dan Arah Y

Lantai	h	dx	dy	δ _{ex}	δ _{ey}	Δx	Δy	Δi	x	y
18	5000	29,519	19,594	2,418	1,406	13,299	7,733	76,92	Ok	Ok
17	5000	27,101	18,188	2,387	1,455	13,129	8,002	76,92	Ok	Ok
16	5000	24,714	16,733	2,353	1,471	12,942	8,091	76,92	Ok	Ok
15	5000	22,361	15,262	2,276	1,473	12,518	8,102	76,92	Ok	Ok
14	5000	20,085	13,789	2,203	1,465	12,117	8,058	76,92	Ok	Ok
13	5000	17,882	12,324	2,146	1,445	11,803	7,948	76,92	Ok	Ok
12	5000	15,736	10,879	2,065	1,415	11,358	7,783	76,92	Ok	Ok
11	5000	13,671	9,464	1,960	1,368	10,780	7,524	76,92	Ok	Ok
10	5000	11,711	8,096	1,846	1,308	10,153	7,194	76,92	Ok	Ok
9	5000	9,865	6,788	1,741	1,239	9,576	6,815	76,92	Ok	Ok
8	5000	8,124	5,549	1,602	1,149	8,811	6,320	76,92	Ok	Ok
7	5000	6,522	4,4	1,423	1,040	7,827	5,720	76,92	Ok	Ok
6	5000	5,099	3,36	1,249	0,919	6,870	5,055	76,92	Ok	Ok
5	5000	3,85	2,441	1,121	0,806	6,166	4,433	76,92	Ok	Ok
4	5000	2,729	1,635	0,953	0,672	5,242	3,696	76,92	Ok	Ok
3	5000	1,776	0,963	0,777	0,512	4,274	2,816	76,92	Ok	Ok
2	5000	0,999	0,451	0,708	0,339	3,894	1,865	76,92	Ok	Ok
1	5000	0,291	0,112	0,291	0,112	1,601	0,616	76,92	Ok	Ok

Hasil perhitungan P - Delta

Tabel P - Delta Arah X

Lantai	Px	Δx	Ie	Vx	h	Cd	θ	θ Max	Ket.
18	8982,69	13,299	1,3	1440	85000	5,5	0,000	0,069	Ok
17	22106,25	13,129	1,3	1440	80000	5,5	0,000	0,069	Ok
16	35018,86	12,942	1,3	1440	75000	5,5	0,001	0,069	Ok
15	49137,71	12,518	1,3	1440	70000	5,5	0,001	0,069	Ok
14	62093,46	12,117	1,3	1440	65000	5,5	0,001	0,069	Ok
13	75407,59	11,803	1,3	1440	60000	5,5	0,002	0,069	Ok
12	87239,54	11,358	1,3	1440	55000	5,5	0,002	0,069	Ok
11	98868,22	10,780	1,3	1440	50000	5,5	0,003	0,069	Ok
10	110496,89	10,153	1,3	1440	45000	5,5	0,003	0,069	Ok
9	122125,57	9,576	1,3	1440	40000	5,5	0,004	0,069	Ok
8	133211,13	8,811	1,3	1440	35000	5,5	0,005	0,069	Ok
7	144296,68	7,827	1,3	1440	30000	5,5	0,006	0,069	Ok
6	155382,24	6,870	1,3	1440	25000	5,5	0,007	0,069	Ok
5	166869,32	6,166	1,3	1440	20000	5,5	0,008	0,069	Ok
4	178785,66	5,242	1,3	1440	15000	5,5	0,010	0,069	Ok
3	189495,77	4,274	1,3	1440	10000	5,5	0,013	0,069	Ok
2	200607,39	3,894	1,3	1440	5000	5,5	0,019	0,069	Ok
1	210054,16	1,601	1,3	1440	0	5,5	0,000	0,069	Ok

Tabel P - Delta Arah Y

Lantai	Px	Δy	Ie	Vy	h	Cd	θ	θ Max	Ket.
18	8982,69	7,733	1,3	2700,6	85000	5,5	0,000	0,069	Ok
17	22106,25	8,002	1,3	2700,6	80000	5,5	0,000	0,069	Ok
16	35018,86	8,091	1,3	2700,6	75000	5,5	0,001	0,069	Ok
15	49137,71	8,102	1,3	2700,6	70000	5,5	0,001	0,069	Ok
14	62093,46	8,058	1,3	2700,6	65000	5,5	0,001	0,069	Ok
13	75407,59	7,948	1,3	2700,6	60000	5,5	0,002	0,069	Ok
12	87239,54	7,783	1,3	2700,6	55000	5,5	0,002	0,069	Ok

11	98868,22	7,524	1,3	2700,6	50000	5,5	0,003	0,069	Ok
10	110496,89	7,194	1,3	2700,6	45000	5,5	0,003	0,069	Ok
9	122125,57	6,815	1,3	2700,6	40000	5,5	0,004	0,069	Ok
8	133211,13	6,320	1,3	2700,6	35000	5,5	0,005	0,069	Ok
7	144296,68	5,720	1,3	2700,6	30000	5,5	0,006	0,069	Ok
6	155382,24	5,055	1,3	2700,6	25000	5,5	0,007	0,069	Ok
5	166869,32	4,433	1,3	2700,6	20000	5,5	0,008	0,069	Ok
4	178785,66	3,696	1,3	2700,6	15000	5,5	0,010	0,069	Ok
3	189495,77	2,816	1,3	2700,6	10000	5,5	0,013	0,069	Ok
2	200607,39	1,865	1,3	2700,6	5000	5,5	0,019	0,069	Ok
1	210054,16	0,616	1,3	2700,6	0	5,5	0,000	0,069	Ok

Tabel Ketidakberaturan Horizontal 1a dan 1b Arah x

Lantai	δx	δx_i	δy	δy_i	δ_{max}	δ_{avg}	$\delta_{avg 1,2}$	$\delta_{avg 1,4}$	Keterangan
18/atap	18,78	1,28	18,78	1,28	1,28	1,28	1,54	1,80	Ok
17	17,50	1,31	17,50	1,31	1,31	1,31	1,57	1,84	Ok
16	16,19	1,33	16,19	1,33	1,33	1,33	1,60	1,86	Ok
15	14,86	1,35	14,86	1,35	1,35	1,35	1,62	1,89	Ok
14	13,51	1,35	13,51	1,35	1,35	1,35	1,62	1,89	Ok
13	12,16	1,35	12,16	1,35	1,35	1,35	1,61	1,88	Ok
12	10,82	1,33	10,82	1,33	1,33	1,33	1,59	1,86	Ok
11	9,49	1,30	9,49	1,30	1,30	1,30	1,55	1,81	Ok
10	8,20	1,25	8,20	1,25	1,25	1,25	1,50	1,74	Ok
9	6,95	1,19	6,95	1,19	1,19	1,19	1,43	1,67	Ok
8	5,76	1,12	5,76	1,12	1,12	1,12	1,34	1,57	Ok
7	4,64	1,03	4,64	1,03	1,03	1,03	1,23	1,44	Ok
6	3,61	0,93	3,61	0,93	0,93	0,93	1,11	1,30	Ok
5	2,69	0,83	2,69	0,83	0,83	0,83	1,00	1,16	Ok
4	1,86	0,71	1,86	0,71	0,71	0,71	0,86	1,00	Ok
3	1,14	0,57	1,14	0,57	0,57	0,57	0,69	0,80	Ok

2	0,57	0,42	0,57	0,42	0,42	0,42	0,51	0,59	Ok
1	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,18	0,21	Ok

Tabel Ketidakberaturan Horizontal ia dan ib Arah y

Lantai	δx	δxi	δy	δyi	δmax	δavg	$\delta avg_{1,2}$	$\delta avg_{1,4}$	Keterangan
18/atas	5,64	0,088	5,64	0,050	0,088	0,069	0,083	0,097	OK
17	5,26	0,088	5,26	0,053	0,088	0,071	0,085	0,099	OK
16	4,86	0,091	4,86	0,053	0,091	0,072	0,086	0,101	OK
15	4,46	0,093	4,46	0,056	0,093	0,075	0,089	0,104	OK
14	4,06	0,094	4,06	0,056	0,094	0,075	0,090	0,105	OK
13	3,65	0,006	3,65	0,057	0,057	0,032	0,038	0,044	OK
12	3,25	0,186	3,25	0,057	0,186	0,122	0,146	0,170	OK
11	2,85	0,095	2,85	0,057	0,095	0,076	0,091	0,106	OK
10	2,46	0,093	2,46	0,055	0,093	0,074	0,089	0,104	OK
9	2,09	0,090	2,09	0,054	0,090	0,072	0,086	0,101	OK
8	1,73	0,086	1,73	0,052	0,086	0,069	0,083	0,097	OK
7	1,39	0,080	1,39	0,047	0,080	0,064	0,076	0,089	OK
6	1,08	0,072	1,08	0,044	0,072	0,058	0,070	0,081	OK
5	0,81	0,062	0,81	0,038	0,062	0,050	0,060	0,070	OK
4	0,56	0,049	0,56	0,032	0,049	0,041	0,049	0,057	OK
3	0,34	0,035	0,34	0,024	0,035	0,030	0,035	0,041	OK
2	0,17	0,022	0,17	0,015	0,022	0,019	0,022	0,026	OK
1	0,04	0,003	0,04	0,002	0,003	0,003	0,003	0,004	OK

Hasil Perhitungan Ketidakberaturan Vertikal

Lantai	h_{xx} (mm)	h (mm)	δe (mm)	Δ (mm)	Story Drift	70% Ket	80% Ket	Rata - rata 3 Tingkat Diatas	Ket	
18	85000	5000	29,519	162,355	0,032	0,0227	oke	0,0260	0,032	oke

17	80000	5000	27,101	149,056	0,030	0,0209	oke	0,0238	0,032	oke
16	75000	5000	24,714	135,927	0,027	0,0190	oke	0,0217	0,031	oke
15	70000	5000	22,361	122,986	0,025	0,0172	oke	0,0197	0,030	oke
14	65000	5000	20,085	110,468	0,022	0,0155	oke	0,0177	0,027	oke
13	60000	5000	17,882	98,351	0,020	0,0138	oke	0,0157	0,025	oke
12	55000	5000	15,736	86,548	0,017	0,0121	oke	0,0138	0,022	oke
11	50000	5000	13,671	75,191	0,015	0,0105	oke	0,0120	0,020	oke
10	45000	5000	11,711	64,411	0,013	0,0090	oke	0,0103	0,017	oke
9	40000	5000	9,865	54,258	0,011	0,0076	oke	0,0087	0,015	oke
8	35000	5000	8,124	44,682	0,009	0,0063	oke	0,0071	0,013	oke
7	30000	5000	6,522	35,871	0,007	0,0050	oke	0,0057	0,011	oke
6	25000	5000	5,099	28,045	0,006	0,0039	oke	0,0045	0,009	oke
5	20000	5000	3,850	21,175	0,004	0,0030	oke	0,0034	0,007	oke
4	15000	5000	2,729	15,010	0,003	0,0021	oke	0,0024	0,006	oke
3	10000	5000	1,776	9,768	0,002	0,0014	oke	0,0016	0,004	oke
2	5000	5000	0,999	5,495	0,001	0,0008	oke	0,0009	0,003	oke
1	0	5000	0,291	1,601	0,000	0,0002	oke	0,0003	0,002	oke

Perancangan Struktur

Kolom yang akan direncanakan ulang menggunakan Etabs V.19 yaitu kolom dengan ukuran sebagai berikut :

Mutu Beton 40 Mpa

Kolom K1 : 1,1 x 1,1 m Pu = 12500 kN Vu = 138 kN

Kolom K2 : 0,9 x 0,9 m Pu = 8200 kN Vu = 137 kN

Kolom K3 : 0,8 x 0,8 m Pu = 4500 kN Vu = 358 kN

Kolom K4 : 0,75 x 0,75 m Pu = 2200 kN Vu = 188 Kn

Tabel Diagram Interaksi Kolom K1

Tabel Diagram Interaksi Kolom K2

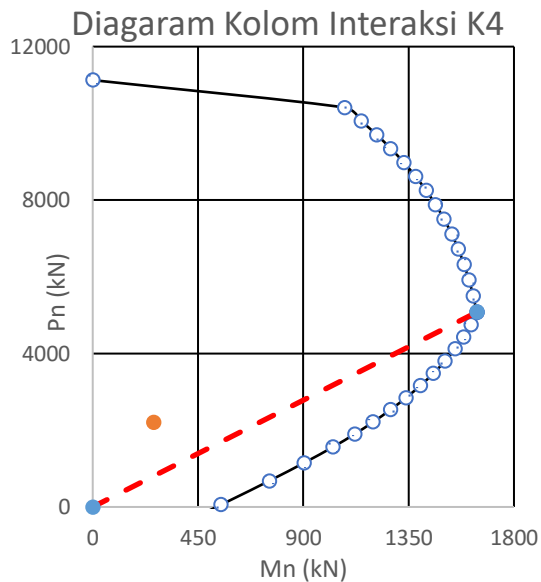
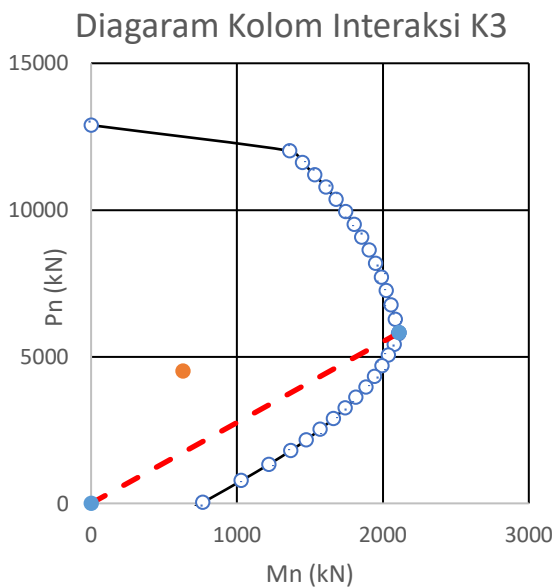
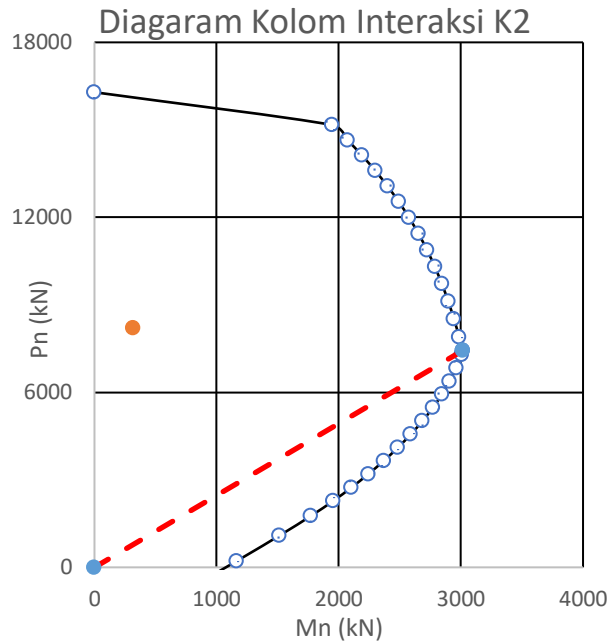
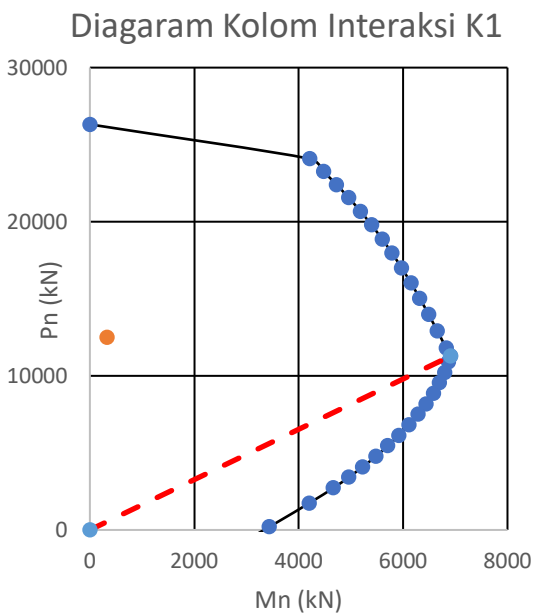
Kondisi	50 D 25	
	Φ Pn (kN)	Φ Mn (kNm)
Sentris	26555,90	0
Patah Desak	16945,45	6105,04

Seimbang	11235,44	7052,14
Patah Tarik	11147,87	7044,32
Lentur	0	5121,66
Kondisi	20 D 25	
	Φ Pn (kN)	Φ Mn (kNm)
Sentris	16256,96	0
Patah Desak	9722,9	2843,94
Seimbang	7435,39	3016,30
Patah Tarik	6080,66	2866,96
Lentur	0	1721,68

Tabel Diagram Interaksi Kolom K3

Tabel Diagram Interaksi Kolom K4

Kondisi	16 D 25	
	Φ Pn (kN)	Φ Mn (kNm)
Sentris	12605	0
Patah Desak	10286,4	1585,7
Seimbang	5786,5	1971,5
Patah Tarik	4053,7	1760,6
Lentur	0	1027,8
Kondisi	10 D 25	
	Φ Pn (kN)	Φ Mn (kNm)
Sentris	9647,9	0
Patah Desak	9722,9	2843,94
Seimbang	7435,39	3016,30
Patah Tarik	6080,66	2866,96
Lentur	0	1721,68



Penulangan Kolom

Kolom K1	Tulangan Utama = 50 D25	Tulangan Geser = \emptyset 16 - 100
Kolom K2	Tulangan Utama = 20 D25	Tulangan Geser = \emptyset 16 - 100
Kolom K3	Tulangan Utama = 16 D25	Tulangan Geser = \emptyset 16 - 150
Kolom K4	Tulangan Utama = 10 D25	Tulangan Geser = \emptyset 16 - 150

Balok yang akan direncanakan ulang menggunakan Etabs V.19 yaitu balok dengan ukuran sebagai berikut :

Mutu Beton : 25 Mpa

Balok B1 : 0,3 x 0,6 m $Mu+$ = 130 kNm $Mu-$ = 243 kNm Vu = 262 kNm

Balok B1' : 0,35 x 0,7 m	Mu+ = 384 kNm	Mu- = 486 kNm	Vu = 428 kNm
Balok B2 : 0,65 x 0,9 m	Mu+ = 1075 kNm	Mu- = 1861 kNm	Vu = 754 kNm
Balok B3 : 0,35 x 0,55 m	Mu+ = 122 kNm	Mu- = 335 kNm	Vu = 242 kNm
Balok BA : 0,3 x 0,45 m	Mu+ = 126 kNm	Mu- = 185 kNm	Vu = 176 kNm

Penulangan Balok

Balok B1	Tulangan Tumpuan = 7 D19 Tulangan Lapangan = 4 D19	Tulangan Geser = 3 Ø 10 - 100 Tulangan Torsi = 4 D19
Balok B1'	Tulangan Tumpuan = 7 D25 Tulangan Lapangan = 6 D25	Tulangan Geser = 3 Ø 14 - 140 Tulangan Torsi = 4 D25
Balok B2	Tulangan Tumpuan = 18 D25 Tulangan Lapangan = 10 D25	Tulangan Geser = 5 Ø 10 - 125 Tulangan Torsi = 4 D25
Balok B3	Tulangan Tumpuan = 11 D19 Tulangan Lapangan = 4 D19	Tulangan Geser = 4 Ø 10 - 150 Tulangan Torsi = 2 D25
Balok BA	Tulangan Tumpuan = 6 D22 Tulangan Lapangan = 4 D22	Tulangan Geser = 2 Ø 14 - 140 Tulangan Torsi = 2 D22

Perhitungan Pilecap

Pilecap yang akan direncanakan ulang menggunakan Etabs V.19 dengan kombinasi beban 1 Beban Hidup + 1 Beban Mati + 1 Beban Tambahan yaitu pilecap dengan ukuran sebagai berikut :

Mutu Beton 50 Mpa

Pilecap F1

Dimensi : P x L x T = 5 x 6 x 1 m

Jumlah Titik Pancang : 30 Titik

Data Gaya Struktur :

Puk = 11300 kN

Mux = 20 kN/m

Muy = 32 kN/m

Tul. Lentur D25 - 150

Tul. Susut D19 - 125

Tul. Pinggang 2 D19

Pilecap F2

Dimensi : P x L x T = 4 x 5 x 1 m

Jumlah Titik Pancang : 20 Titik

Data Gaya Struktur :

Puk = 11350 kN

Mux = 24 kN/m

Muy = 15 kN/m

Tul. Lentur D25 - 150

Tul. Susut D19 - 125

Tul. Pinggang 2 D19

Pilecap F3

Dimensi : P x L x T = 3 x 4 x 1 m

Jumlah Titik Pancang : 12 Titik

Data Gaya Struktur :

Puk = 7500 kN

Mux = 24 kN/m

Muy = 15 kN/m

Tul. Lentur D25 - 150

Tul. Susut D19 - 125

Tul. Pinggang 2 D1

KESIMPULAN

Dari hasil diatas untuk KDS D tidak memiliki ketidakberaturan vertikal tipe 5b seperti yang dijelaskan di SNI 1726-2019 Pasal 7.3.3.1 bahwa Struktur dengan kategori desain seismik E atau F dan memiliki ketidakberaturan horizontal Tipe 1b atau ketidakberaturan vertikal Tipe 1b, 5a, atau 5b tidak diizinkan. Struktur yang didesain untuk kategori desain seismik D dan memiliki ketidakberaturan vertikal Tipe 5b tidak diizinkan. Hasil perhitungan dan desain struktur bangunan tahan gempa dengan bentuk tidak beraturan horizontal dengan menggunakan sistem rangka pemikul momen khusus (SRPMK), maka diperoleh kesimpulan bahwa dimensi masing-masing elemen struktur dan jumlah tulangan yang didesain telah memenuhi syarat sesuai dengan SNI 2847-2019 dengan menggunakan SRPMK.

DAFTAR PUSTAKA

- Almufid & Santoso, Egi. (2021). Struktur SRPMK dan SRPMM Pada Bangunan Tinggi. Tangerang. Universitas Muhammadiyah Tangerang.
- Badan Standarisasi Nasional . (2019). Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung Dan Penjelasan SNI 2847:2019. Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional . (2019). Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung Dan Non Gedung SNI 1726:2019. Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional . (2020). Beban Desain Minimum Dan Kriteria Terkait Untuk Bangunan Gedung Dan Struktur Lain SNI 1727:2020. Jakarta.
- Belo, J. M. (2015). Studi Perencanaan Struktur Tahan Gempa Dengan Sistem Rangka Pemikul Momen Pada Bangunan Gedung B Program Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer Universitas Brawijaya Malang Tahap 1. Malang: Institut Teknologi Nasional Malang.
- Budiono Bambang Dkk. (2017). Contoh Desain Bangunan Tahan Gempa Dengan Desain Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus Dan Sistem Dinding Struktur Khusus Di Jakarta. Bandung: ITB Press.

- Direktorat Bina Teknik Pemukiman Dan Perumahan . (2021). Direktorat Jenderal Cipta Karya. Kementrian Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat. Retrieved from <http://rsa.ciptakarya.pu.go.id/2021/>
- Moreira, N. B. (2016). Studi Perencanaan Struktur Beton Bertulang Dengan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus Pada Bangunan Gedung Serbaguna Widya Bhakti Jl. Ijen Kota Malang. Malang: Institut Teknologi Nasional Malang.
- Nugroho, Dandy, dkk (2020). Analisis Balok dan Kolom Struktur Beton (Studi Kasus Café di Jl. Manunggal, Desa Gedongombo, Kecamatan Semanding, Kabupaten Tuban). Gresik. Universitas Gresik.
- Saraswati, Ida Ayu P. E. C. & Rofiq, Hilda Imama. (2020). Perancangan Gedung Bertingkat 10 Lantai Dengan Beton Bertulang Mutu Tinggi. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Syahnandito, dkk. (2015). Evaluasi Desain Struktur Gedung Fakultas Ilmu Komunikasi Universitas Islam Riau Terhadap Gempa Berdasarkan SNI 1726:2012. Riau. Universitas Islam Riau.