

STUDI PERENCANAAN PORTAL BETON BERTULANG DENGAN SRPMK PADA GEDUNG PASCASARJANA UNIVERSITAS MERDEKA MALANG

Bambang Wedyantadji¹, Yosimson P. Manaha², Calliztha T. Safira³
^{1,2,3} Jurusan Teknik Sipil S-1 Institut Teknologi Nasional Malang
Email : callizthaa@gmail.com¹

ABSTRACT

The importance of infrastructure development cannot be ignored, especially considering the increasing challenge of limited land availability in construction projects over the years. Therefore, the government has begun implementing vertical development approaches. In the planning of buildings, whether multi-story or not, it is essential to consider aspects such as the structural elements to meet criteria for safety, comfort, efficiency, and aesthetics for the occupants, while still prioritizing humanitarian principles. After conducting calculations and analysis using the ETABS software, the evaluation results for existing buildings indicate the use of a reinforced concrete frame for moment-resisting. For floor slab elements, Wiremesh M10 with a spacing of 150 is employed, while in beam B1, the upper reinforcement consists of 8 D22 and the lower reinforcement comprises 4 D22. In the field, upper reinforcement uses 4D22, and lower reinforcement uses 8 D22. In columns, the reinforcement formation consists of 32 D22, and for the beam-column connections, a reinforcement formation of 8 layers with a diameter of 4 feet D13 is required.

Keywords : Reinforced concrete portal, Special moment resisting frame system

ABSTRAK

Pentingnya pembangunan infrastruktur tidak dapat diabaikan, terutama mengingat kendala lahan yang semakin menjadi masalah dalam proyek konstruksi dari tahun ke tahun. Oleh karena itu, pemerintah mulai menerapkan pendekatan pembangunan secara vertikal. Dalam perencanaan gedung, baik yang bertingkat maupun tidak, perlu mempertimbangkan aspek-aspek seperti struktur bangunan agar memenuhi kriteria keamanan, kenyamanan, efisiensi, dan estetika bagi penghuninya, dengan tetap mengutamakan prinsip kemanusiaan. Setelah melakukan perhitungan dan analisis menggunakan perangkat lunak ETABS, hasil evaluasi pada gedung yang sudah ada menunjukkan bahwa rangka beton bertulang pemikul momen digunakan. Untuk elemen pelat lantai, digunakan Wiremesh M10 dengan jarak 150, sedangkan pada balok B1, tulangan atas terdiri dari 8 D22 dan tulangan bawah terdiri dari 4 D22. Untuk lapangan, tulangan atas menggunakan 4D22 dan tulangan bawah menggunakan 8 D22. Pada kolom, formasi tulangan terdiri dari 32 D22, sementara pada hubungan balok kolom diperlukan formasi tulangan 8 lapis dengan diameter 4 kaki D13.

Kata kunci : Portal beton bertulang, Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus

1. PENDAHULUAN

Pembangunan infrastruktur memegang peran yang sangat vital dalam pembangunan. Seiring dengan kendala lahan yang semakin menjadi masalah dalam pembangunan konstruksi dari waktu ke waktu, pemerintah telah mulai menerapkan pendekatan pembangunan secara vertikal. Dalam merencanakan sebuah gedung, baik bertingkat maupun tidak, aspek struktur bangunan menjadi pertimbangan utama. Gedung tersebut harus memenuhi syarat keamanan, kenyamanan, efisiensi ekonomis, dan estetika bagi penggunaannya, dengan memprioritaskan prinsip kemanusiaan. Penting juga untuk mempertimbangkan mitigasi risiko gempa bumi agar bangunan tidak langsung roboh dalam kejadian gempa, sehingga dapat mengurangi jumlah korban

jiwa. Penggunaan Sistem Rangka Pemikul Momen pada bangunan bertingkat tinggi

memiliki keunggulan tertentu, terutama jika didesain dengan baik, di mana struktur portal dapat menjadi lebih detail dan memberikan sistem pengekangan/kekakuan yang memadai (Prawirodikromo, 2012). Sebagai contoh, pembangunan Gedung Pascasarjana Universitas Merdeka Malang yang terdiri dari 9 lantai akan menjadi fokus dalam merencanakan desain struktur tahan gempa dengan menggunakan judul "Studi Perencanaan Portal Beton Bertulang Menggunakan Sistem Rangka Pemikul Momen pada Gedung Universitas Merdeka Malang." Proses perencanaan ini akan didukung oleh program bantu ETABS serta mengacu pada peraturan dan standar yang berlaku

seperti SNI 1726:2019 tentang tata cara perencanaan ketahanan gempa, SNI 1727:2020 tentang beban desain minimum untuk bangunan, dan SNI 2847:2019 tentang persyaratan beton struktural.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Bangunan tahan gempa

Tidak dapat disangkal bahwa Indonesia sering dilanda gempa bumi. Gempa-gempa ini bervariasi dalam skala Richter, mulai dari yang kecil hingga besar. Gempa kecil sering terjadi dan biasanya tidak menyebabkan kerusakan, sedangkan gempa sedang kadang-kadang menyebabkan kerusakan ringan. Gempa kuat jarang terjadi tetapi dapat menyebabkan kerusakan minor hingga major. Oleh karena itu, pentingnya sebuah bangunan terkait dengan beban rencana bangunan yang harus bertahan selama periode ulang gempa. Semakin penting bangunan tersebut, semakin besar gaya gempa yang harus dipertimbangkan. Dalam desain filosofi bangunan, hal ini diperhitungkan untuk melindungi manusia sambil tetap mempertimbangkan aspek ekonomis pembangunan. (Prawirodikromo, 2012)

Daktilitas

Daktilitas adalah kemampuan struktur untuk mengalami deformasi pasca-elastik secara berulang dan bergantian karena beban gempa, yang mengakibatkan lelehan awal tetapi tetap mempertahankan kekuatan dan kekakuan yang memadai.

Pembebanan

Pembebanan pada struktur memainkan peran yang penting dalam perencanaan bangunan gedung, sehingga diperlukan analisis yang cermat untuk memastikan bahwa bangunan dapat menanggung semua beban yang diberikan.

a. Beban gempa

Beban gempa merujuk pada semua beban statis setara yang diterapkan pada bangunan atau bagian bangunan yang mensimulasikan dampak gerakan tanah akibat gempa. Ini juga mencakup beban lateral yang memengaruhi desain elemen-elemen vertikal dan horizontal struktur. Petaturan perencanaan ketahanan gempa dalam tugas akhir ini mengacu pada SNI 1726-2019.

Kombinasi Pembebanan

Desain struktur, komponen struktur, dan pondasi harus memastikan kekuatannya setara atau lebih besar dari pengaruh beban yang terjadi dengan berbagai kombinasi sebagaimana yang diatur dalam standar SNI 1726:2019.

Perilaku Struktur

a. Partisipasi massa

Analisis perlu dilakukan untuk mengidentifikasi berbagai getaran alami struktur. Analisis

tersebut harus mencakup jumlah yang mencukupi dari getaran alami agar total massa yang terlibat mencapai 100% dari massa struktur, sesuai standar. Sebagai alternatif, analisis dapat memperhitungkan jumlah minimal getaran alami untuk mencapai setidaknya 90% dari massa aktual dalam setiap arah horizontal yang relevan.

b. Simpangan

Simpangan antar tingkat desain (Δ) harus dihitung sebagai perbedaan simpangan pada pusat massa di atas dan di bawah tingkat yang diperiksa. Jika pusat massa tidak berada pada garis lurus vertikal, simpangan di dasar tingkat dapat dihitung dengan memproyeksikan vertikal dari pusat massa tingkat di atasnya. Ketika menggunakan desain tegangan izin, Δ harus dihitung dengan menggunakan gaya seismik desain tanpa melakukan reduksi.

c. Eksentrisitas

Menurut ketentuan dalam SNI 1726:2019 pasal 11.3.4, analisis harus memperhitungkan eksentrisitas bawaan yang disebabkan oleh perbedaan pusat massa dan kekakuan di setiap tingkat. Oleh karena itu, eksentrisitas tak terduga yang meliputi perpindahan pusat massa di setiap lokasi dengan jarak setara dengan 5% dari dimensi diafragma struktur sejajar dengan arah pergeseran massa harus diambil dalam pertimbangan.

Perencanaan Pelat

Pelat lantai adalah elemen struktural yang memisahkan antara lantai satu dengan lantai lainnya. Pelat lantai ditopang oleh balok-balok yang terhubung dengan kolom-kolom. Fungsi utama pelat lantai adalah menanggung beban mati dan beban hidup secara bersamaan, sesuai dengan kombinasi pembebanan yang dikenakan di atasnya.

Perencanaan Balok

Balok, kolom, pelat, dan pondasi, merupakan elemen penting dalam struktur bangunan. Fungsinya adalah untuk menyalurkan beban dari pelat. Biasanya, balok dicetak bersama dengan pelat lantai, membentuk balok penampang T di dalam ruangan dan balok penampang L di tepi bangunan, sesuai dengan batasan dimensi yang ditetapkan. Menurut standar SNI 2847-2019, dalam perencanaan komponen struktur lentur rangka momen khusus, balok harus memiliki minimal dua batang tulangan yang berkelanjutan di bagian atas dan bawah penampangnya. Jumlah tulangan dan rasio tulangan harus mematuhi ketentuan yang ditetapkan dalam standar tersebut.

Perencanaan Kolom

Kolom merupakan elemen utama dalam struktur bangunan yang bertanggung jawab menahan beban baik beban hidup maupun beban mati, serta harus direncanakan untuk menanggung beban lateral seperti angin dan gempa. Standar SNI 2847-2019 Pasal 18.7.2 mengatur batasan dimensi kolom, yaitu dimensi penampang terkecil harus memiliki ukuran tidak kurang dari 300 mm, diukur dari garis lurus yang melalui pusat geometri, dan rasio dimensi penampang terkecil terhadap dimensi tegak lurus tidak boleh kurang dari 0,4.

Perencanaan Hubungan Balok Kolom

Menurut SNI 2847-2019, ada beberapa persyaratan yang harus dipenuhi dalam hubungan antara balok dan kolom (HBK):

1. Gaya-gaya pada tulangan balok longitudinal di depan HBK harus diasumsikan bahwa tulangan tarik lenturnya memiliki kekuatan 1,25 fy. (18.8.2.1)
2. Jika tulangan longitudinal balok melintasi HBK secara terus menerus, dimensi kolom sejajar dengan tulangan balok tidak boleh kurang dari 20 kali diameter tulangan balok longitudinal terbesar untuk beton normal, dan tidak boleh kurang dari 26 kali diameter tulangan untuk beton ringan. (18.8.3.3)
3. Ketika komponen struktur merangka ke dalam empat sisi joint dan setiap lebar komponen struktur minimal tiga perempat lebar kolom, jumlah tulangan dapat dikurangi setengahnya, dan spasi antar tulangan dapat ditingkatkan hingga 150 mm di ketinggian balok terendah pada joint tersebut. (18.8.3.2)
4. Perhitungan geser nominal harus dilakukan dengan asumsi tegangan pada tulangan tarik lentur sebesar 1,25 fy.

- Tulangan Sengkang : 525 MPa (Fu)
- : BJTS 280
- : 350 MPa (Fu)

Teknik Pengumpulan Data

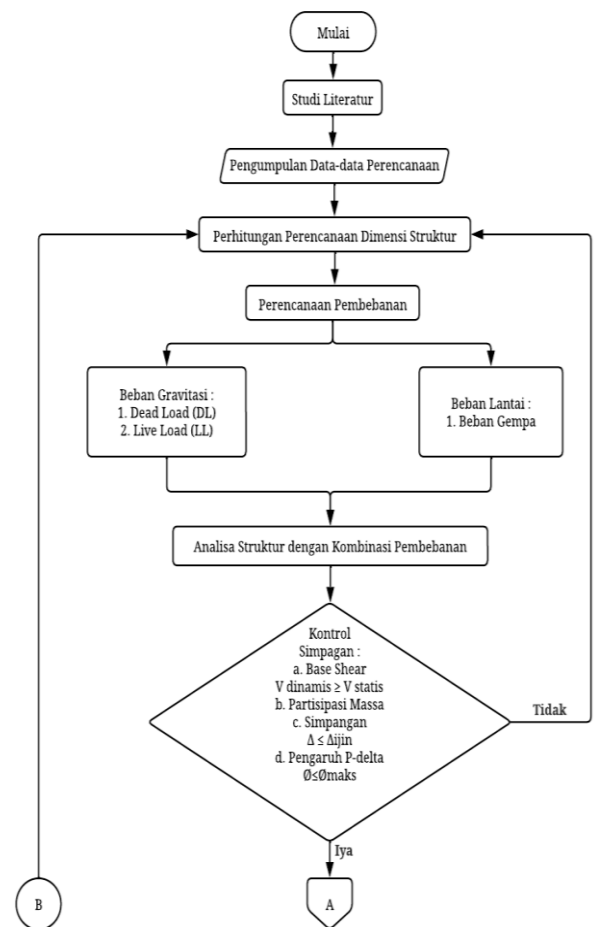
Teknik pengumpulan data dilakukan dengan cara meminta data yang diperlukan kepada kontraktor yang bersangkutan.

Studi Literatur

Literatur-literatur yang digunakan sebagai pedoman perencanaan meliputi :

1. SNI 2847-2019 Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung.
2. SNI 1726-2019 Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung.
3. SNI 1727-2020 Beban Minimum Untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lain.
4. SNI 2052-2017 Baja Tulangan Beton.

Diagram Alir Perencanaan

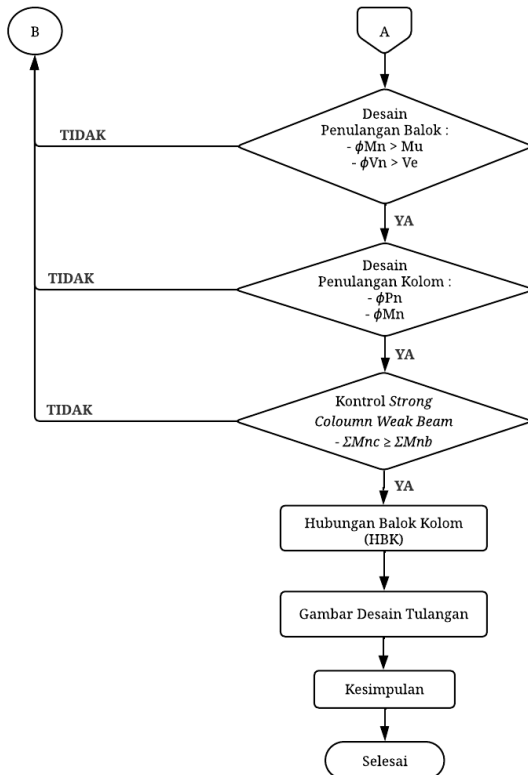


3. METODOLOGI STUDI

Data teknis proyek

- Nama bangunan : Gedung Pascasarjana Universitas Merdeka Malang
- Lokasi proyek : Jl. Terusan Dieng No 55/57 Malang-65146
- Fungsi bangunan : Gedung perkuliahan
- Jumlah lantai : 9 lantai
- Struktur bangunan : Beton bertulang
- Panjang bangunan : 38,275 meter
- Lebar bangunan : 28,8 meter
- Tinggi bangunan : 36,3 meter
- Mutu beton : 30 MPa
- Tulangan utama : BJTS 420A

lantai. Didapatkan hasil ketebalan pelat lantai senilai 12 cm.



Gambar 1 Diagram Alir

4. PEMBAHASAN

Dimensi Balok

Dimensi balok yang digunakan dalam studi perencanaan ini adalah dimensi yang sesuai dengan kondisi eksisting nya.

- B1 = 30 × 60
- B2 = 25 × 50
- B3 = 15 × 25
- B4 = 25 × 35
- B5 = 30 × 50
- B6 = 30 × 60
- B7 = 12 × 25

Dimensi Kolom

Dimensi kolom yang digunakan dalam studi perencanaan ini adalah dimensi yang sesuai dengan kondisi eksisting nya.

- K1 = 70 × 70
- K2 = 40 × 40
- K3 = 25 × 25
- K4 = 25 × 25
- KP = 15 × 15

Dimensi Pelat

Mengacu pada SNI 2847-2019 Pasal 8.3.1.2 halaman 135 terkait ketebalan minimum pada pelat

Perhitungan Pembebanan

Secara umum, pembebanan yang diperhitungkan dalam perencanaan Gedung Pascasarjana Universitas Merdeka Malang adalah sebagai berikut:

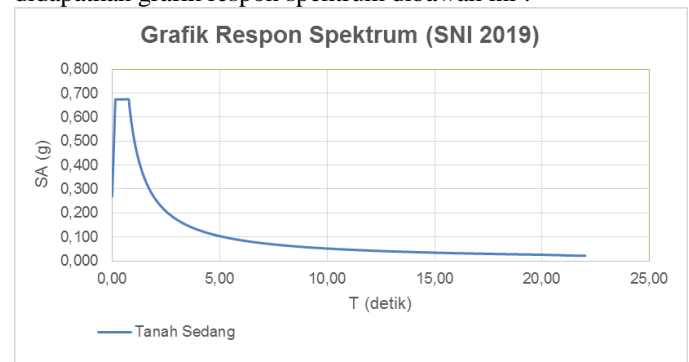
- a. Beban mati (*Dead Load*)
 1. Berat sendiri struktur
 2. Beban mati tambahan pada pelat
 3. Beban mati tambahan pada atap
 4. Beban mat tambahan akibat dinding
- b. Beban hidup (*Live Load*) peraturan yang digunakan SNI 1727:2019.
- c. Beban Gempa (*Earthquake Load*), untuk kota Malang berdasarkan SNI 1726:2019 dan PUSKIM tahun 2021 untuk menentukan nilai percepatan batuan dasar periode pendek (S_s) serta parameter percepatan batuan dasar periode 1 detik (S_1). Berikut rekapitulasi perhitungan parameter gempa

Tabel 1 Rekapitulasi Parameter Gempa

Keterangan	Data
Kategori resiko	IV
Faktor Keutamaan Gempa	1,50
Kelas situs tanah	SD
Parameter percepatan batuan dasar pada periode pendek (S_s) g	0,881
Parameter percepatan batuan dasar pada periode 1 detik (S_1) g	0,410
Parameter peta transisi periode panjang (TL) detik	20
Faktor amplifikasi periode pendek (F_a)	1,148
Faktor amplifikasi periode 1 detik (F_v)	1,890
Percepatan spektrum pada periode pendek (S_{M_s}) g	1,011
Percepatan spektrum pada periode 1 detik (S_{M_1}) g	0,779
Percepatan desain spektrum pada periode pendek (S_{D_s}) g	0,674
Percepatan desain spektrum pada periode 1 detik (S_{D_1}) g	0,519
Kategori desain seismik (KDS)	D

Respon Spektrum

Perhitungan respon spektrum rencana dilakuan menggunakan program bantu *Microsoft Excel* dan didapatkan grafik respon spektrum dibawah ini :



Gambar 2 Grafik Respon Spektrum

Kombinasi Pembebanan

Seperti yang ada pada ketentuan (SNI 1726:2019) pada pasal 7.4.2.2 halaman 65, diperlukan pertimbangan terhadap pengaruh beban gempa baik secara horizontal maupun vertikal. Selain itu, beban gempa perlu disesuaikan untuk memperhitungkan

kekuatan lebih dari sistem, sebagaimana yang diatur dalam (SNI 1726:2019) pasal 7.4.3.1 halaman 66.

Kontrol Perilaku Struktur

Menurut SNI 1726:2019 pasal 11.3.4, penting untuk mempertimbangkan eksentrisitas bawaan yang timbul akibat pergeseran pada pusat massa dan kekakuan di setiap tingkat saat melakukan analisis. Perhitungan pusat massa rencana dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

Tabel 2 Koordinat Pusat Massa

No	Lantai	Koordinat Pusat Massa	
		XCM	YCM
1	Lantai Rooftop	22,925	17,957
2	Lantai 8	22,764	18,655
3	Lantai 7	22,572	19,062
4	Lantai 6	22,332	13,922
5	Lantai 5	22,013	18,678
6	Lantai 4	21,618	18,350
7	Lantai 3	21,327	18,186
8	Lantai 2	21,337	18,520
9	Lantai 1	21,450	19,157

Partisipasi Massa

Tabel 3 Rekapitulasi Ragam Getar Alami

Case	Mode	Period sec	UX	UY	Sum UX	Sum UY
Modal	1	2,250	0,0013	0,6609	0,0013	0,6609
Modal	2	2,145	0,7011	0,0013	0,7023	0,6623
Modal	3	1,801	0,7011	0,0394	0,7023	0,7017
Modal	4	0,821	0,0002	0,1298	0,7025	0,8315
Modal	5	0,791	0,1478	0,0002	0,8503	0,8317
Modal	6	0,724	0,0028	0,0187	0,8531	0,8505
Modal	7	0,578	0,0005	0,0011	0,8535	0,8516
Modal	8	0,487	0,0027	0,0374	0,8562	0,8890
Modal	9	0,470	0,0482	0,0041	0,9045	0,8931
Modal	10	0,434	0,0012	0,0165	0,9057	0,9096
Modal	11	0,366	0,0071	0,0001	0,9128	0,9097
Modal	12	0,355	0,0009	0,0001	0,9138	0,9098

Sesuai SNI 1726:2019 Pasal 7.9.1.1 halaman 77, dari hasil perhitungan diatas, jumlah ragam minimum untuk mencapai massa ragam tekombinasi 90% dari massa aktual terdapat pada ragam getar (*modal*) 10.

Gaya Geser Dasar (V base shear)

Berdasarkan (SNI 1726:2019) pasal 7.9.1.4.1 halaman 78 gaya geser dasar hasil analisis dinamis (Vt) harus memikul 100 % dari gaya geser (V) yang dihitung melalui metode statik ekuivalen.

Tabel 4 Gaya Geser Dasar Sebelum Penskalaan Gaya

Tipe Beban Gempa		Fx kN	Fy kN
Statis	User load EQx	3018,917	0,000
	User load EQy	0,000	3018,917
Dinamis	Respon Sepektrum X (RSPx)	2055,82	176,476
	Respon Sepektrum Y (RSPy)	176,475	1830,47

Cek konfigurasi $V_{dinamis} \geq V_{statis}$

Arah	V dinamis	V Statis	Keterangan
X	2055,82	3018,917	V Statis
Y	1830,474	3018,917	V Statis

Dari hasil output diatas, syarat dari (SNI 1726:2019) pasal 7.9.1.4.1 yaitu $V_{dinamis} \geq V_{statis}$ tidak terpenuhi maka gaya tersebut harus dikalikan dengan V/V_t atau penskalaan gaya. Setelah analisis dinamis dikalikan penskalaan gaya, hasil dari gaya geser dasar (*base shear*) adalah sebagai berikut:

Tabel 5 Gaya Geser Dasar Setelah Penskalaan Gaya

Arah	V dinamis	V Statis	Keterangan
X	3018,933	3018,917	Memenuhi
Y	3018,920	3018,917	Memenuhi

Kontrol Simpangan

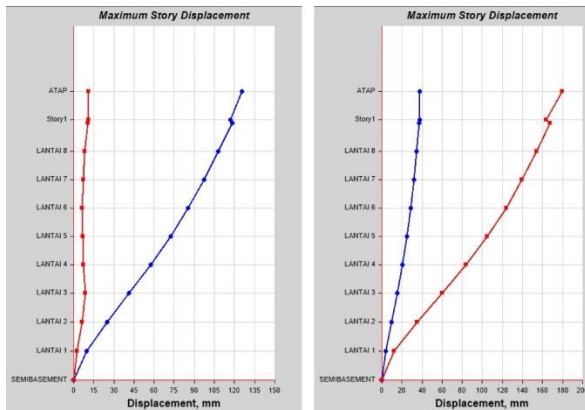
Menurut ketentuan yang tercantum dalam (SNI 1726:2019) pasal 7.8.6 halaman 75, untuk struktur yang dirancang untuk kategori desain seismik C, D, E, atau F, simpangan antar tingkat yang dihitung sebagai perbedaan maksimum antara simpangan vertikal di sepanjang tepi struktur, baik di atas maupun di bawah tingkat yang sedang dievaluasi, dari titik-titik yang berada dalam satu garis lurus.

Tabel 6 Kontrol Simpangan Arah X

No	Lantai	h _{sx} mm	δ _e mm	Δ mm	Δ _i mm	Δ _a mm	Kontrol Δ _i ≤ Δ _a
1	Lantai Rooftop	4000	116,91	428,68	38,584	60	Memenuhi
2	Lantai 8	4000	106,39	390,10	38,166	60	Memenuhi
3	Lantai 7	4000	95,981	351,93	42,915	60	Memenuhi
4	Lantai 6	4000	84,277	309,02	46,552	60	Memenuhi
5	Lantai 5	4000	71,581	262,46	54,072	60	Memenuhi
6	Lantai 4	4000	56,834	208,39	59,081	60	Memenuhi
7	Lantai 3	4100	40,721	149,31	57,559	61,5	Memenuhi
8	Lantai 2	4100	25,023	91,75	57,266	61,5	Memenuhi
9	Lantai 1	4100	9,405	34,49	34,485	61,5	Memenuhi

Tabel 7 Kontrol Simpangan Arah Y

No	Lantai	hsx mm	δe mm	Δ mm	Δi mm	Δa mm	Kontrol Δi ≤ Δa
1	Lantai Rooftop	4000	39,00	142,98	9,959	60	Memenuhi
2	Lantai 8	4000	36,28	133,02	10,725	60	Memenuhi
3	Lantai 7	4000	33,35	122,30	12,511	60	Memenuhi
4	Lantai 6	4000	29,94	109,79	14,740	60	Memenuhi
5	Lantai 5	4000	25,92	95,05	17,413	60	Memenuhi
6	Lantai 4	4000	21,17	77,63	18,667	60	Memenuhi
7	Lantai 3	4100	16,08	58,97	22,598	61,5	Memenuhi
8	Lantai 2	4100	9,92	36,37	22,616	61,5	Memenuhi
9	Lantai 1	4100	3,75	13,75	13,754	61,5	Memenuhi



Grafik 1 Simpanan Arah X dan Y

Penulangan Pelat

Tabel 8 Rekapitulasi Momen Kapasitas Pelat Lantai

Momen Pelat Lantai t = 120 mm	Tulangan	Momen Rencana ØMn (kNm)	Momen Rencana Mu (kNm)	Rasio	Cek ØMn > Mu
Tumpuan X (-)	M10 - 150	20,406	12,831	1,590	Memenuhi
Lapangan X (+)	M10 - 150	18,820	6,278	2,998	Memenuhi
Tumpuan Y (-)	M10 - 150	20,751	18,775	1,105	Memenuhi
Lapangan Y (+)	M10 - 150	16,740	12,903	1,297	Memenuhi

Penulangan Balok B1 (30 × 60)

Data perencanaan :

- Lebar balok : 300 mm
- Tinggi balok : 600 mm
- Selimum beton : 40 mm
- Mutu beton : 30 MPa
- fy tul utama : 420 MPa
- fy tul sengkang : 280 MPa
- fy tul torsi : 280 MPa
- Es : 200000 MPa
- Diameter tul pokok : 22 mm
- Diameter tul sengkang : 13 mm
- Diameter tul torsi : 19 mm
- Bentang balok : 7200 mm
- Bentang bersih balok : 6500 mm
- Tebal pelat (hf) : 120 mm

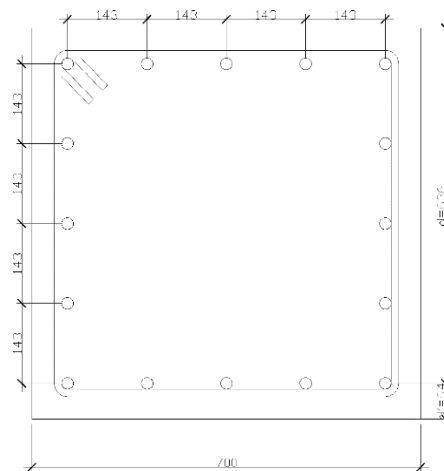
Dari hasil perhitungan tulangan longitudinal dan transversal balok didapatkan :

- a. Tulangan tumpuan daerah tarik 8 D22 dan daerah tekan 4 D22.
- b. Tulangan lapangan daerah tarik 4 D22 dan daerah tekan 8 D22
- c. Kontrol momen negatif tumpuan $\phi M_n > M_u$: $522,984 \text{ kNm} > 392,05 \text{ kNm}$ (OK)
- d. Kontrol momen positif tumpuan $\phi M_n > M_u$: $594,432 \text{ kNm} > 327,88 \text{ kNm}$ (OK)
- e. Kontrol momen negatif lapangan $\phi M_n > M_u$: $522,984 \text{ kNm} > 145,372 \text{ kNm}$ (OK)
- f. Kontrol momen positif lapangan $\phi M_n > M_u$: $594,432 \text{ kNm} > 147,81$
- g. Kontrol tulangan transversal daerah sendi plastis dengan 2 kaki D13-100 mm $\phi V_n > V_e$ = $298655,45 \text{ N} > 292301,93 \text{ N}$ (OK)
- h. Kontrol tulangan transversal daerah luar sendi plastis dengan 2 kaki D13-100 mm $\phi V_n > V_e$ = $410949,53 \text{ N} > 271781,51 \text{ N}$ (OK)
- i. Kontrol tulangan samping/torsi dengan 4 D19 AI samping > AI min torsi : $1133,54 \text{ mm}^2 > 242,763 \text{ mm}^2$ (OK)

Penulangan Kolom K1 (700 × 700)

Data perencanaan :

- Lebar kolom : 700 mm
- Tinggi kolom : 700 mm
- Selimum beton : 40 mm
- Mutu beton : 30 MPa
- fy ullir : 420 MPa
- fy sengkang : 280 MPa
- Es : 200000 MPa
- Diameter tul pokok : 22 mm
- Diameter tul sengkang : 13 mm
- Tinggi lantai : 4100 mm
- Tinggi balok : 600 mm
- Tinggi kolom : 3400 mm
- Bentang balok : 7200 mm
- Vu maks : 178,4841 kN
- Pu maks : 1882,146 kN



Gambar 3 Penampang Kolom K1

Direncanakan kolom dengan 16 D22 dan didapatkan nilai Pn dan Mn sebagai berikut :

Tabel 9 Nilai ϕP_n dan ϕM_n tulangan 16D22

Kondisi	16 D 22	
	ϕP_n (Kn)	ϕM_n (Kn)
Sentris	7744,454266	0,000
Patah Desak	5498,924	927,799
Seimbang	3646,690	1031,609
Seimbang 1.25 fy	3260,703	1091,523
Patah Tarik	3687,544	1035,102
Lentur Murni	0,000	497,236

Tabel 10 Nilai ϕP_n dan ϕM_n tulangan 20D22

Kondisi	20 D 22	
	ϕP_n (Kn)	ϕM_n (Kn)
Sentris	8056,218	0,000
Patah Desak	4115,381	1142,133
Balance	3899,447	1127,552
Seimbang 1.25 fy	2473,344	1076,501
Patah Tarik	3552,746	1111,955
Lentur Murni	0,000	610,431

Tabel 11 Nilai ϕP_n dan ϕM_n tulangan 24D22

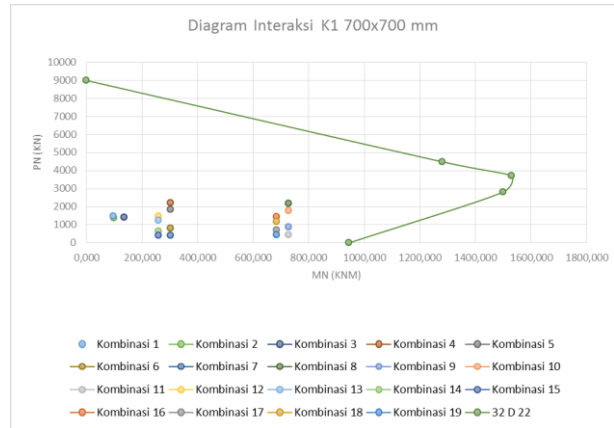
Kondisi	24 D 22	
	ϕP_n (Kn)	ϕM_n (Kn)
Sentris	8367,981	0,000
Patah Desak	5141,825	1110,630
Balance	3609,381	1200,621
Seimbang 1.25 fy	3380,106	1282,309
Patah Tarik	3359,016	1319,939
Lentur Murni	0,000	724,901

Tabel 12 Nilai ϕP_n dan ϕM_n tulangan 28D22

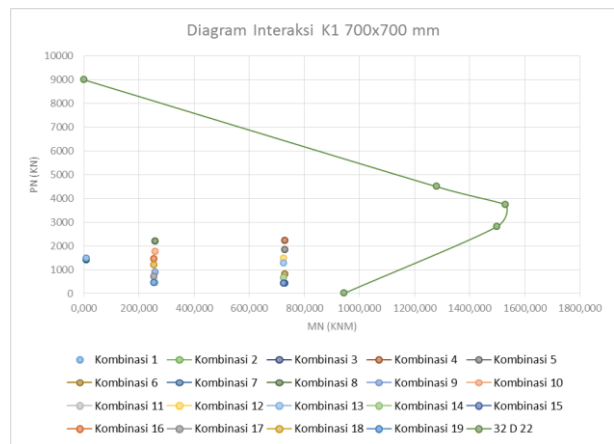
Kondisi	28 D 22	
	ϕP_n (Kn)	ϕM_n (Kn)
Sentris	8367,981	0,000
Patah Desak	4312,725	1266,629
Balance	4015,959	1292,739
Seimbang 1.25 fy	2402,612	1020,099
Patah Tarik	3150,964	1068,832
Lentur Murni	0,000	835,101

Tabel 13 Nilai ϕP_n dan ϕM_n tulangan 32D22

Kondisi	32 D 22	
	ϕP_n (Kn)	ϕM_n (Kn)
Sentris	8991,509	0,000
Patah Desak	4492,689	1279,668
Balance	3723,108	1529,960
Seimbang 1.25 fy	2289,453	1077,026
Patah Tarik	2813,727	1499,540
Lentur Murni	0,000	944,394



Gambar 4 Diagram Interaksi K1 arah X



Gambar 5 Diagram Ineraksi K1 arah Y

Kontrol tulangan transversal daerah sendi plastis 4 kaki D13-100 mm $\phi V_n > V_e = 1488,676 \text{ kN} > 959,58 \text{ kN}$ (OK)

Persyaratan Strong Column Weak Beam

Kontrol syarat SCWB :

$$\sum M_{nc} \geq 1,2 \sum M_{nb}$$

$$1888788237,98 \text{ Nmm} \geq 1489888413,1 \text{ Nmm}$$

Dari Analisa diatas, dapat diketahui bahwa persyaratan desain kapasitas SCWB terpenuhi.

Penulangan HBK (Hubungan Balok Kolom)

a. Kontrol kuat geser joint arah X dan Y $\phi V_n > V_{jh} = 1955369,53 > 1941057,990$

b. Kontrol geser horizontal arah X as pasang > as joint = $4245,28 \text{ mm}^2 > 3908,2492 \text{ mm}^2$

c. Kontrol geser horizontal arah Y as pasang > as joint = $12158,1 \text{ mm}^2 > 4444,05 \text{ mm}^2$

5. PENUTUP

Kesimpulan

Berdasarkan hasil perhitungan studi perencanaan Gedung Pascasarjana Universitas Merdeka Malang dengan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus mengacu dengan SNI terbaru, yaitu :

1. Jarak tulangan yang digunakan pada elemen pelat lantai yaitu menggunakan wiremesh M10 jarak 150 dengan mutu U50.
2. Penulangan pada elemen struktur balok B1 didapatkan hasil :
Tulangan longitudinal :
 - Tumpuan :
Tarik : 8 D 22
Tekan : 4 D 22
 - Lapangan :
Tarik : 4 D 22
Tekan : 8 D 22Tulangan geser :
 - Daerah sendi plastis : 2 kaki D13-100
 - Daerah luar sendi plastis : 2 kaki D13-100Tulangan torsi : 4 D 19
3. Penulangan pada elemen struktur kolom K1 didapatkan hasil :
Tulangan longitudinal : 32 D 32
Tulangan transversal pada daerah sendi plastis dan luar sendi plastis : 4 kaki D 13
4. Pada perencanaan hubungan balok kolom, diperoleh tulangan geser horizontal : 8 lapis 4 kaki D 13
5. Gambar detail penulangan pada lampiran.

Saran

Menyadari bahwa dalam proses penyusunan skripsi ini masih jauh dari kata sempurna, sehingga diharapkan dalam menjabarkan isi skripsi, penulis lebih fokus dan detail terlebih lagi harus lebih memahami pada aturan yang sudah diterapkan.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. (2017). *SNI 2052:2017 Baja Tulangan Beton*. Badan Standardisasi Nasional.
- Anonim. (2019a). *SNI 1726:2019 Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung* (p. 254). Badan Standardisasi Nasional.
- Anonim. (2019b). *SNI 2847:2019 Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung* (p. 720). Badan Standardisasi Nasional.
- Anonim. (2020). *SNI 1727:2020 Beban Desain Minimum dan Kriteria Terkait untuk Bangunan Gedung dan Struktur Lain* (Issue 8, pp. 1–336). Badan Standardisasi Nasional.
- Prawirodikromo, W. (2012). *Sismologi Teknik Rekayasa Kegempaan* (1st ed.). PUSTAKA PELAJAR (Anggota IKAPI).