

STUDI ALTERNATIF PERENCANAAN GEDUNG FTIK UIN SATU TULUNGAGUNG MENGUNAKAN SISTEM RANGKA PEMIKUL MOMEN KHUSUS (SRPMK)

Mohammad Nafi Al Hady¹, Warsito², Anang Bakhtiar³

¹Mahasiswa Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Malang,
e-mail: 21901051143@unisma.ac.id

²Dosen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Malang,
e-mail: warsito@unisma.ac.id

³Dosen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Malang,
e-mail: anang.bakhtiar@unisma.ac.id

ABSTRACT

The concept of "Strong Column Weak Beam" serves as the fundamental principle in the design of seismic-resistant structures known as the Special Moment Resisting Frame (SMRF). This study focuses on the structural redesign of the Faculty of Tarbiyah and Teacher (FTIK) Building at UIN Satu Tulungagung. Given its location within Seismic Design Category D, the SMRF method was selected as the most viable alternative. Structural behavior analysis was conducted using ETABS V19.1.0. The results indicate that a slab thickness of 125 mm meets the SNI 2847:2013 standards, utilizing Ø10-125 mm reinforcement. For the main structural elements, the primary beam (B1) requires dimensions of 400x700 mm, while the secondary beam (B2) is set at 400x600 mm. The columns (K1) are designed with dimensions of 700x700 mm reinforced with 16D29 bars. The substructure utilizes a driven pile foundation system (4 piles per group, 60 cm diameter, 20 m depth) integrated with a 3.5 m x 3.5 m pile cap.

Keywords: Earthquake, SMRF, ETABS, Reinforced Concrete Structure, FTIK UIN Satu Tulungagung.

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Mengacu pada geografis, posisi Indonesia berada di zona interaksi tiga lempeng pada tektonik utama dunia yaitu Eurasia, Pasifik, dan Indo-Australia. Kondisi ini, ditambah dengan keberadaan cincin api vulkanik, menempatkan wilayah nusantara pada tingkat kerentanan yang tinggi terhadap aktivitas seismik. Fenomena gempa bumi membawa risiko kerusakan fatal pada infrastruktur bangunan.

Tantangan utama dalam konstruksi vertikal atau gedung bertingkat adalah besarnya gaya lateral yang bekerja saat gempa terjadi. Kenaikan elevasi struktur berbanding lurus dengan peningkatan risiko deformasi akibat beban horizontal tersebut. Oleh karena itu, integritas struktur bangunan tinggi harus dirancang tidak hanya untuk menopang beban gravitasi, tetapi juga harus tangguh melawan gaya lateral gempa. [1].

Regulasi konstruksi di Indonesia mewajibkan setiap perencanaan gedung, terutama di zona risiko gempa menengah hingga tinggi, untuk mematuhi standar ketahanan gempa yang ketat sesuai SNI yang berlaku.[2].

Struktur dibedakan menjadi sistem pemikul momen biasa, menengah, dan khusus sesuai tingkat risiko gempa di lokasi. Pemilihan material mempertimbangkan kondisi lingkungan, ketersediaan tenaga kerja, dan efisiensi biaya[3]. Efisiensi biaya ini menjadi parameter krusial dalam menentukan nilai ekonomis suatu struktur. Ekonomis memiliki makna keseimbangan antara kekuatan yang didapatkan dan proses pelaksanaan yang dilakukan [4].

Standar pada perencanaan ketahanan gempa di SNI 1726-2019 mengkategorikan beberapa sistem struktur beton bertulang, termasuk Sistem Rangka Pemikul Momen

(SRPM)[5]. SRPM terbagi lagi menjadi Sistem Rangka Pemikul Momen Biasa (SRPMB), Menengah (SRPMM), dan Khusus (SRPMK). Pemilihan kategori ini bergantung pada data tanah, kategori risiko bangunan, dan Kategori Desain Seismik (KDS). Secara spesifik, SRPMK didesain dengan memprioritaskan daktilitas tinggi. Berbeda dengan metode elastis konvensional, SRPMK memperhitungkan sendi plastis di mana kekuatan geser beton diabaikan, sehingga stabilitas struktur bergantung penuh pada tulangan baja sebelum terjadi keruntuhan.[6]

Berdasarkan uraian latar belakang, Studi kasus pada Gedung FTIK UIN Satu Tulungagung menunjukkan bahwa lokasi proyek memiliki potensi kegempaan signifikan akibat kedekatannya dengan jalur subduksi Lempeng Indo-Australia di selatan Jawa Timur. Sebagai fasilitas pendidikan lima lantai, gedung ini masuk dalam Kategori Risiko IV dan Kategori Desain Seismik D. Mengingat kondisi struktur eksisting belum menerapkan standar SRPMK sepenuhnya, penelitian ini bertujuan meredesain struktur gedung tersebut menggunakan metode SRPMK dengan bantuan analisis komputasi ETABS untuk akurasi perhitungan.

1.2 Identifikasi Masalah

Kondisi Struktur Gedung Kuliah Uin satu Tulungagung masih mengadopsi Sistem Rangka Pemikul Momen Menengah (SRPMM) dalam penentuan koefisien modifikasi respons (R) gempa, sehingga belum memenuhi kriteria desain pada Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK).

1.3 Rumusan Masalah

1. Bagaimana spesifikasi dimensi ketebalan serta konfigurasi penulangan yang diperlukan untuk elemen pelat lantai?
2. Seberapa besar nilai beban seismik atau gaya geser dasar (*base shear*) yang bekerja pada struktur akibat penerapan metode SRPMK?
3. Bagaimana desain profil penampang (dimensi) serta detail pembesian pada elemen balok beton bertulang agar memenuhi persyaratan teknis SRPMK?
4. Berapa dimensi dan penulangan pada

kolom beton bertulang yang Ditetapkan dengan menggunakan SRPMK?

5. Berapa dimensi pada pondasi dan berapa jumlah tiang pancang yang akan Ditetapkan?

1.4 Batasan masalah

1. Lingkup analisis struktur dibatasi pada rangka utama beton bertulang, dengan mengecualikan perhitungan struktur rangka atap, elemen sekunder (tangga dan lift), serta komponen struktur baja.
2. Studi ini berfokus pada perhitungan volume material konstruksi (*Bill of Quantity*) dan tidak mencakup analisis estimasi rencana anggaran biaya (RAB)
3. Standar teknis yang menjadi acuan perancangan meliputi SNI 2847:2019 untuk persyaratan beton struktural, SNI 1727:2020 terkait beban desain minimum, serta SNI 1726:2019 mengenai tata cara perencanaan ketahanan gempa..

2. TINJAUAN PUSTAKA

Sistem struktur memegang peranan fundamental dalam menjaga stabilitas dan kekokohan bangunan. Prinsip utama perancangan adalah menjamin distribusi beban yang efektif—mulai dari beban gravitasi (beban mati material dan beban hidup penghuni) hingga beban lateral (gempa)—agar tersalurkan dengan aman menuju pondasi tanpa memicu kegagalan struktur. Elemen-elemen kunci yang membentuk sistem transfer beban ini meliputi pelat lantai, balok, kolom, dan pondasi.

2.1 Pembebanan

Merujuk definisi dalam SNI 1727:2019, beban hidup dikategorikan sebagai muatan yang timbul akibat aktivitas penghuni atau fungsi ruang. Kategori ini secara spesifik memisahkan diri dari beban mati yang ada (seperti angin lalu hujan dan gempa) serta beban mati struktur itu sendiri[7].

2.2 Pelat

Pelat adalah sebuah komponen paa struktur horizontal yang berfungsi menahan beban hidup secara langsung dan menyalurkannya ke elemen-elemen struktur pendukung lainnya, seperti balok. Pelat beton bertulang umumnya berupa bidang datar yang

tegak lurus terhadap bidang struktur utama. Terdapat dua jenis utama pelat berdasarkan rasio perbandingan sisi panjang (L_y) terhadap sisi pendek (L_x): Fungsi utama pelat adalah sebagai pengaku dalam suatu struktur. Terdapat dua jenis pelat beton, yaitu pelat satu arah (*one way slab*) dan ada dua arah (*two way slab*), yang ditentukan berdasarkan pada bentang rasio panjang (L_y) lalu terhadap bentang pendek (L_x). Jika rasionya <2 , maka dikategorikan sebagai pelat dua arah [8].

2.3 Balok

Balok adalah komponen struktur yang melintang horizontal dengan tugas utama mentransfer beban dari pelat menuju kolom. Selain fungsi penyaluran beban, balok juga berperan vital sebagai pengikat (tie) antar-kolom yang memberikan kekakuan lateral pada bangunan dalam menahan gaya horizontal.

2.4 Kolom

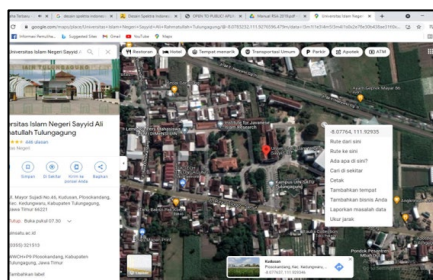
Berdasarkan ketentuan SNI 2847-2019 Pasal 8.10, perancangan kolom wajib memperhitungkan kapasitas penampang dalam menahan kombinasi gaya aksial terfaktor serta momen maksimum yang terjadi pada lantai atau atap yang sedang ditinjau.[10]

2.5 Pondasi

Dalam konstruksi sipil, pondasi didefinisikan sebagai elemen substruktur yang berkontak langsung dengan tanah dasar. Fungsi vitalnya adalah mentransfer seluruh beban statis dan juga dinamis dari elemen struktur atas (*upper structure*) menuju ke lapisan-lapisan tanah keras, guna mencegah terjadinya penurunan (*settlement*) yang berlebihan.[11]

3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian



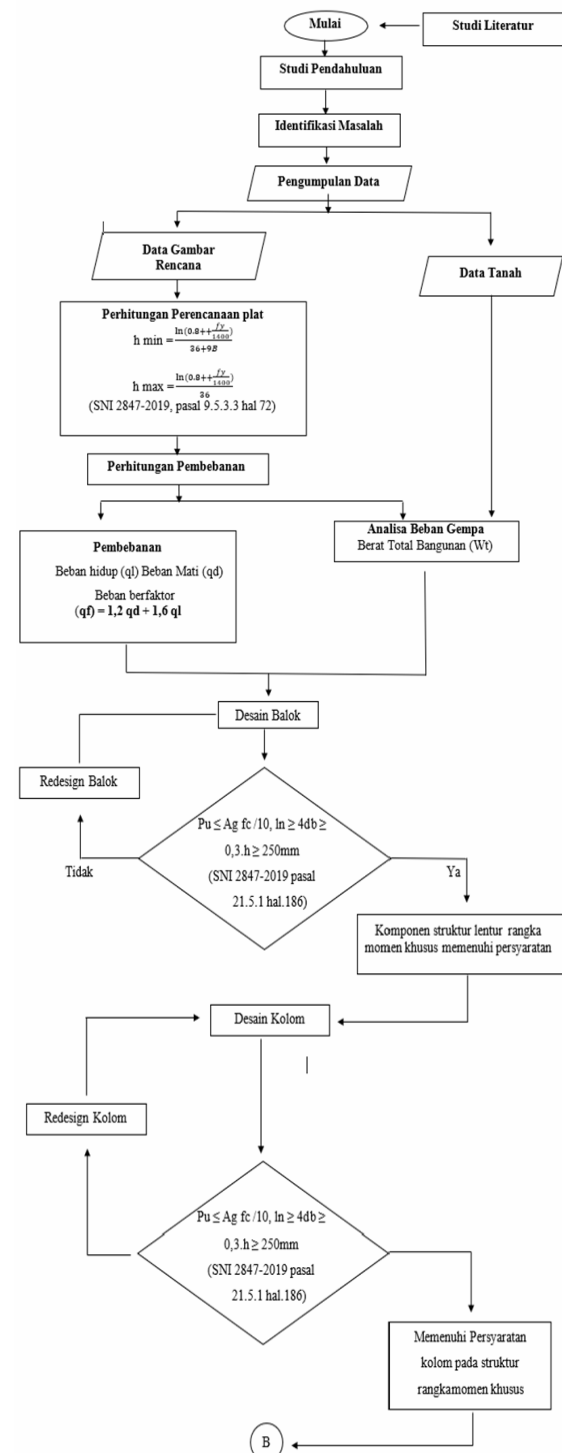
Gambar 1. Lokasi penelitian
Sumber: Data lapangan, 2025

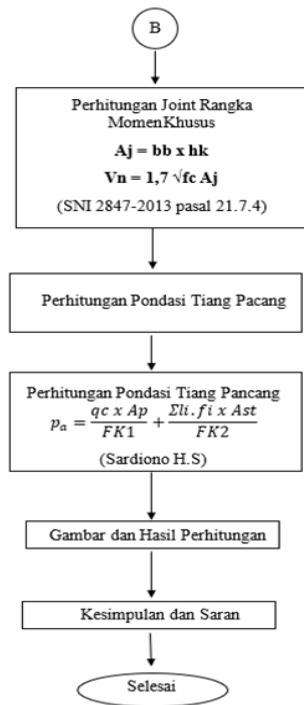
Jalan. Mayor Sujadi No.46, Kudus, Plaosokandang, pada Kecamatan Kedungwaru, Kabupaten Tulungagung, Jawa Timur 66221

3.2 Data yang Digunakan

Pada data ini, yang digunakan pada penelitian meliputi data gambar struktur dan data hasil pengeboran tanah (N-SPT).

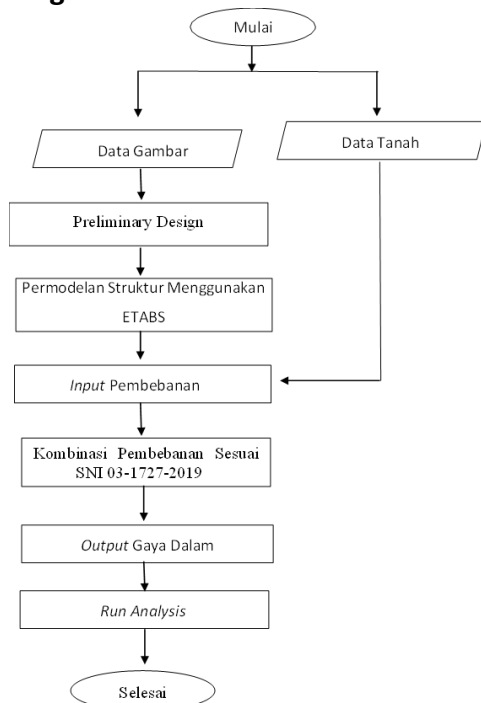
3.3 Bagan Alir Penelitian





Gambar 2. Bagan alir penelitian
Sumber: Hasil perhitungan, 2025

3.4 Bagan Alir Software



Gambar 3. Bagan alir software
Sumber: Hasil perhitungan, 2025

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Data Perencanaan

1. Lokasi bangunan : Universitas Islamo Negeri Tulungagung, Jalan. Mayor Sujadi No.46, Kudus, Tulungagung.

2. Jumlah lantai : 5 lantai
3. Panjang bangunan : 57.08 m
4. Lebar pada bangunan (L) : 19 m
5. Tinggi bangunan (H) : 20 m
6. Data-mutu-bahan
 - a. Mutu beton (f_c) : 35 Mpa
 - b. Mutu baja-polos (f_y) : 240 Mpa
 - c. Mutu baja-ulir (f_y) : 400 Mpa

4.2 Perencanaan Pelat

1. Ketebalan pelat

Perhitungan tebal pelat diambil dari contoh dimensi pelat terbesar yaitu 4 m x 4m. Untuk perencanaan pada tebal pelat diitung dengan cara:

$$\begin{aligned} L_n &= L_y - \left(\frac{1}{2}b_1\right) - \left(\frac{1}{2}b_2\right) \\ &= 400 - \left(\frac{1}{2}40\right) - \left(\frac{1}{2}40\right) \\ &= 360 \text{ cm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} S_n &= L_x - \left(\frac{1}{2}b_1\right) - \left(\frac{1}{2}b_2\right) \\ &= 400 - \left(\frac{1}{2}40\right) - \left(\frac{1}{2}40\right) \\ &= 360 \text{ cm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \beta &= \frac{L_n}{S_n} \\ &= \frac{360}{360} = 1 \text{ (maka digunakan} \end{aligned}$$

pelat dua arah)

Tebal minimum pelat tidak boleh kurang dari:

$$\begin{aligned} h_{min} &= \frac{\ln \ln \left(0,8 + \frac{f_y}{1400}\right)}{36 + 9\beta} \\ &= \frac{\left(0,8 + \frac{240}{1400}\right)}{36 + 9(1)} \\ &= 7,71 \text{ cm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} h_{max} &= \frac{\ln \ln \left(0,8 + \frac{f_y}{1400}\right)}{36} \\ &= \frac{\left(0,8 + \frac{240}{1400}\right)}{36} \\ &= 9,714 \text{ cm} \end{aligned}$$

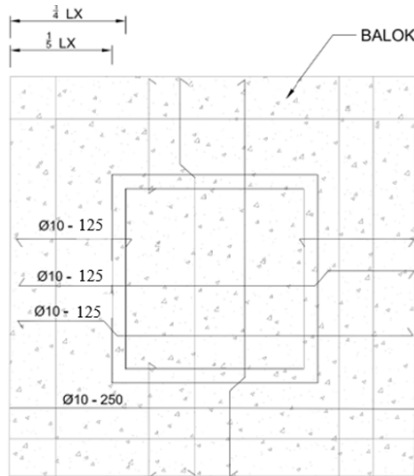
Maka tebal lantai Ditetapkan (h_f) = 12,5 cm = 125 mm

2. Perhitungan Statika Momen Pelat

Tabel 1. Statika momen pelat lantai & atap

Momen	Mu (kNm)	As_perlu (Pokok) (mm ²)	As_ada (Pokok) (mm ²)	Ø Pokok	As_perlu (Bagi) (mm ²)	As_ada (Bagi) (mm ²)	Ø Bagi
M _{lx}	6.545	583.3	628.0	Ø10 - 125	250	314	Ø10 - 250
M _{ly}	6.545	525.0	628.0	Ø10 - 125	250	314	Ø10 - 250
M _{tx}	-6.545	583.3	628.0	Ø10 - 125	250	314	Ø10 - 250
M _{ty}	-6.545	525.0	628.0	Ø10 - 125	250	314	Ø10 - 250

Sumber: Hasil perhitungan, 2025



Gambar 4. Penulangan pelat lantai
Sumber: Hasil perhitungan, 2025

4.3 Geser Desain Seismik

Berdasarkan SNI 1726-2019 pasal 7.8.1 digunakan dengan persamaan:

$$V = C_s \times W$$

$$W = 739460,80 \text{ kg (ETABS V20.)}$$

$$SDS = 0,81 \text{ g}$$

$$SD1 = 0,46$$

$$I_e = 1.5 \text{ (Untuk Resiko IV)}$$

$$R = 8 \text{ (Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus)}$$

$$C_s = \frac{SD1}{T\left(\frac{R}{I_e}\right)} = \frac{0,81}{13,929\left(\frac{8}{1,5}\right)} = 0,0054$$

Nilai ini tidak boleh > daripada $C_s \text{ max}$

$$C_s \text{ max} = \frac{SDS}{\frac{R}{I_e}} = \frac{0,81}{\frac{8}{1,5}} = 0,1518$$

Namun tidak kurang dari:

$$\begin{aligned} C_s \text{ min} &= 0,0444 \times SDS \times I_e &> 0,01 \\ &= 0,044 \times 0,81 \times 1.5 &> 0,01 \\ &= 0,05808 &> 0,01 \end{aligned}$$

Maka koefisien respon seismic yang digunakan adalah $C_s = 0.1248$, sehingga nilai geser dasar seismic V adalah

$$\begin{aligned} V &= C_s \times W \\ &= 0.1248 \times 739460,80 \\ &= 92284,7078 = 905,313 \text{ Kn} \end{aligned}$$

4.4 Perencanaan Balok

4.4.1 Balok Induk

Dimensi balok induk B1 yang Ditetapkan:

Tipe balok= B1 (perletakan menerus dua sisi)

Bentang balok (L_b) = 800 cm

$$h_{min} = \frac{1}{21} L = \frac{1}{21} 800 \text{ cm} = 38.1 \text{ cm} \approx 40 \text{ cm}$$

$$b_{min} = \frac{1}{2} h = \frac{1}{2} 40 \text{ cm} = 20 \text{ cm}$$

$$h_{max} = \frac{1}{8} L = \frac{1}{8} 800 \text{ cm} = 100 \text{ cm}$$

$$b_{max} = \frac{2}{3} h = \frac{2}{3} 100 \text{ cm} = 66.67 \text{ cm} \approx 70 \text{ cm}$$

maka digunakan dimensi 40/70 cm (B1)

Perhitungan balok induk akan dilakukan dengan bantuan *software* ETABS v.22. untuk menganalisis balok. Ditetapkan dengan spesifikasi di bawah ini:

Tabel 2. Statika momen balok induk (B1)

Lokasi	Momen (Mu)	(Tarik)	As_perlu	As (mm ²)	Rencana
Tumpuan	348.39 kNm	Tulangan Atas	1598.7	1701.18	6 D19
Lapangan	273.98 kNm	Tulangan Bawah	1191.33	1701.18	6 D19

Sumber: Hasil perhitungan, 2025

Tabel 3. Rekapitulasi momen balok

Balok induk	Bentang	Dimensi	Momen Ultimate
B1	8 m	40/70	273.98 kNm
B2	8 m	30/60	206.074 kNm

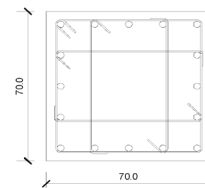
Sumber: Hasil perhitungan, 2025

DESKRIPSI	TUMPUAN	LAPANGAN
TUL. ATAS	6 D19	4 D19
TUL. BAWAH	4 D19	6 D19
TUL. PINGGANG	2 Ø10	2 Ø10
SENGKANG BEUGEL	Ø10 - 100	Ø10 - 100
SELIMUT BETON	40 cm	40 cm

Gambar 5. Balok B1 (40/70)

Sumber: Hasil perhitungan, 2025

4.5 Perencanaan Kolom



$$\begin{aligned} N &= 16 \\ D_p &= 29 \text{ mm} \\ D_s &= 12 \text{ mm} \\ T_s &= 40 \text{ mm} \\ f_c' &= 30 \text{ Mpa} \\ F_y &= 390 \text{ Mpa} \end{aligned}$$

Gambar 6. Kolom K1 (70/70)

Sumber: Hasil perhitungan, 2025

Persyaratan Kolom SRPMK :

1. Gaya tekan aksial terfaktor akibat sebaran kombinasi beban tidak kurang dari $(A_g \times f_c)/10$

$$\frac{Ag.Fc}{10} = \frac{(700 \times 700) \times 30}{10} = 1470000 = 1470kN$$

- Profil terpendek kolom tidak boleh < 300 mm, jika penampang terpendek kolom bk = 700 mm > 300 mm (Memenuhi)
- Rasio dimensi penampang terpendek terhadap profil tegak lurus tidak boleh kurang dari 0,4
 $\frac{bk}{hk} = \frac{700}{700} = 1 > 0,4$ (Memenuhi)

4.6 Perhitungan Sambungan Balok-Kolom

Data & Parameter Kunci Elemen Struktur:

Balok (B1) : 400 x 700 mm

Kolom (K1) : 700 x 700 mm

Properti Material:

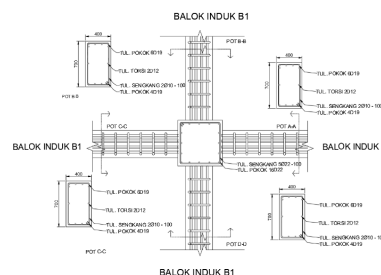
Kuat Tekan Beton (fc') : 25-MPa

Kuat Leleh Baja (fy) : 400-Mpa

- Luas Efektif Joint (Aj) :
Lebar joint efektif terhitung: 700 mm.
Luas joint efektif (Aj): 490000 mm².
- Gaya Tulangan & Momen Probable (Mpr):
Gaya tarik tulangan dihitung asumsi tegangan 1.25fy : T1 ≈ 829.3 kN , T2 ≈ 552.9 kN.
Momen probable balok yang dihasilkan:
Mpr- = 497.46 kNm , Mpr+ = 339.17 kNm.
- Gaya Geser Kolom (Vsway):
Gaya geser pada kolom akibat momen probable balok: Vsway = (Mpr- + Mpr+) / lu_kolom = 363.75 kN.
- Kuat Geser Joint:
Tuntutan (Vu): Gaya geser ultimit pada joint: Vu = T1 + T2 – Vsway = 1018.45 kN.
Kapasitas (ΦVn): Kuat geser desain joint

(asumsi terkekang 4 sisi): Vn = 1.7 . √fc' .

Aj = 4562.53 kN; ΦVn = 0.75 . Vn = 3421.90 kN.



Gambar 7. Sambungan Balok -kolom

Sumber: Hasil perhitungan, 2025

Kontrol :

Kuat geser desain (ΦVn = 3421.90 kN) > (Vu = 1018.45 kN).

Sambungan dinyatakan cukup kuat menahan gaya geser.

4.7 Pondasi Tiang Pancang

- Nilai Ijin Tekan Tiang (Pa)
Berdasarkan hasil uji N-SPT dengan Metode Mayerhoff didapatkan nilai ijin tekan tiang (Pa) sebagai berikut:
 - Luas area penampang untuk tiang (dia. 60 cm)

$$Ap = \frac{1}{4} \pi D^2 = \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot 0,6^2 = 0.1256 \text{ m}^2$$
 - Keliling pada penampang tiang

$$Ast = \pi x D = 3,14 \times 0,6 = 1.884 \text{ m}$$

Tabel 4. Nilai ijin tekan tiang (Pa)

li	Kedalaman	Jenis tanah	N-SPT	qc	Ag	Ast	Fi	li.fi	Σ li.fi	Pa	wp	Pta
M	M			t/m^2	m^2	m						
2,5	1,5	clay	13	260	0,283	1,88	1,3	2,6	2,6	25,47	1356	1357
2	3,5	clay	4	80	0,283	1,88	0,4	0,8	3,4	7,536	1356	1357
1,5	5,5	Clay	12	240	0,283	1,88	1,2	2,4	5,8	24,79	1356	1358
2	7,5	Clay	10	200	0,283	1,88	1	2	7,8	21,78	1356	1359
2	9,5	Clay	50	1000	0,283	1,88	5	10	17,8	100,9	1356	1361
2	11,5	Clay	50	1000	0,283	1,88	5	10	27,8	104,7	1356	1364
2	13,5	Clay	10	200	0,283	1,88	1	2	29,8	30,07	1356	1364
2	15,5	Clay	33	660	0,283	1,88	3,3	6,6	36,4	75,89	1356	1366
2	17,5	Clay	50	1000	0,283	1,88	5	10	58,2	116,1	1356	1372
2	19,5	Sand	46	1840	0,283	1,88	9,2	18,4	48,2	191,5	1356	1369
2	21,5	Clay	50	1000	0,283	1,88	5	10	68,2	119,9	1356	1374
2	23,5	Clay	50	1000	0,283	1,88	5	10	78,2	123,7	1356	1377
2	25,5	Clay	33	660	0,283	1,88	3,3	6,6	84,8	94,13	1356	1379

Sumber: Hasil perhitungan, 2025

- c. Nilai f_i pada kedalaman sebesar 2 m dengan jenis tanah untuk *silt/clay* sebesar 2,8 ton/m²
- d. $\Sigma f_i = \text{lix} f_i = 2 \times 2,8 = 5,6 \text{ t/m}$
- e. Daya dukung ijin tekan tiang (Pa)
- $$Pa = \frac{qc \cdot Ap}{FK1} + \frac{\Sigma li \cdot f_i \cdot Ast}{FK2}$$
- $$= \frac{260 \cdot 0,1256}{3} + \frac{5,6 \cdot 1,884}{5}$$
- $$= 26,61 \text{ ton}$$
2. keperluan Tiang untuk Bor
- a. Jumlah keperluan tiang bor (n)
- Diketahui analisa menggunakan *software* ETABS v.22. sehingga dapatkan nilai:
- $$P = 4428 \text{ kN} = 432,2 \text{ ton}$$
- $$n = \frac{Pu}{\text{daya dukung ijin tekan}}$$
- $$= \frac{431,22}{191,4}$$
- $$= 2,252 \sim \text{dipakai 4 tiang}$$
- b. Efisiensi tiang
- $$Eg = \frac{(ini - i1)m + (imi - i1i)n}{90mn}$$
- $$= \frac{(2-1)2 + (2-1)2}{90 \cdot 2 \cdot 2}$$
- $$= 0,758$$
- $P_{ijin \text{ total}} = Eg \cdot n \cdot Pa_{20 \text{ meter}}$
- $$= 0,758 \times 4 \times 191,4$$
- $$= 580,32 \text{ ton}$$
- Syarat:
- $$P_{ijin \text{ total}} > Pu$$
- $$0,758 \times 4 \times 191,4 \text{ ton} > 432 \text{ ton (OK)}$$
- c. Analisis Jarak Pusat ke Pusat Tiang (S)
- Syarat batas interval:
- $$2,5 \cdot d \leq S \leq 4d$$
- $$2,5 \cdot 60 \text{ cm} \leq S \leq 4 \cdot 60 \text{ cm}$$
- $$150 \text{ cm} \leq S \leq 240 \text{ cm}$$
- Ditetapkan pada jarak antar tiang bor sebesar 150 cm = 1500 mm
- d. Penentuan Jarak Tiang ke Tepi *Pile Cap*
- $$1,5 \cdot d \leq \text{Jarak Tepi} \leq 2 \cdot d$$
- $$1,5 (60 \text{ cm}) \leq \text{Jarak Tepi} \leq 2 \cdot 60 \text{ cm}$$
- $$90 \text{ cm} \leq \text{Jarak Tepi} \leq 120 \text{ cm}$$
- Digunakan jarak tiang bor ke tepi *cap* sebesar 100 cm = 1000 mm
3. Untuk tulangan pada Pondasi Tiang Pancang
- Ditetapkan:
- Dia. Pile (d) = 600 mm
- Dia.tul utama(D) = 22 mm

Dia.tul geser/sengkan $\emptyset = 12 \text{ mm}$

a. Penulangan utama

$$Ap = \frac{1}{4} \pi d^2$$

$$= \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot 600^2$$

$$= 282743,33 \text{ mm}^2$$

Ditetapkan tulangan utama 3% dari luas tiang

$$As \text{ perlu} = 1\% \cdot 125600$$

$$= 2827,433 \text{ mm}^2$$

$$n = \frac{As \text{ perlu}}{0,25 \cdot \pi \cdot d^2}$$

$$= \frac{2827,433}{380,132}$$

$$= 7,44 \text{ mm}^2 \sim \text{dipakai 8}$$

$$As \text{ pakai} = 8 \cdot 3280,132$$

$$= 3041,06 \text{ mm}^2$$

Syarat:

As pakai > As perlu (OK)

$$3041,06 \text{ mm}^2 > 282743,33 \text{ mm}^2$$

Dipakai 8 D22

b. Penulangan spiral

Ditetapkan dengan material:

$$Fc = 25 \text{ MPa}$$

$$Fy = 400 \text{ Mpa}$$

Tulangan untuk sengkan spiral didapatkan dengan rumus:

$$\rho_s = 0,45 \left(\frac{Ag}{Ac} - 1 \right) \frac{fc}{fy}$$

Di mana:

Ag = luas penampang pile

Ac = luas penampang pile

Mencari nilai luas penampang pile(Ag)

$$Ag = \frac{1}{4} \pi \emptyset^2$$

$$= \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot 600^2$$

$$= 282743 \text{ mm}^2$$

Mencari nilai luas penampang inti pile(Ac) luas inti tiang

$$Ac = \frac{1}{4} \pi \emptyset^2$$

$$= \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot (600 - 90)^2$$

$$= 204178,5 \text{ mm}^2$$

Maka,

$$\rho_s = 0,45 \left(\frac{Ag}{Ac} - 1 \right) \frac{fc}{fy}$$

$$= 0,45 \left(\frac{282743}{204178,5} - 1 \right) \frac{25}{400}$$

$$= 0,0132 \text{ Luas tulangan}$$

sengkan

$$Asp = \frac{1}{4} \pi \emptyset^2$$

$$= \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 12^2$$

$$= 132,732 \text{ mm}^2$$

Jarak spasi pada tulangan spiral

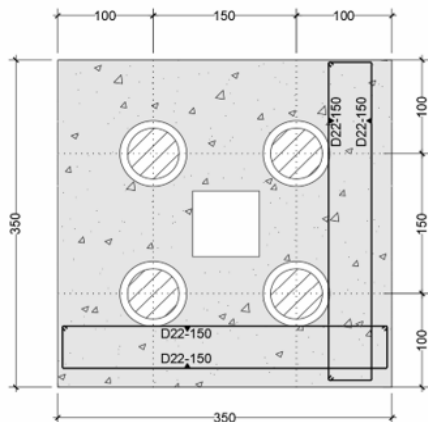
$$S = \frac{4 \times A_s \text{ perlu} \times (D_c - D_{ts})}{D_c^2 \times \pi s}$$

$$= \frac{4 \times 132.732 \times (500 - 13)}{500^2 \times 0.0132}$$

$$= 78 \text{ mm} \sim \text{diambil terkecil}$$

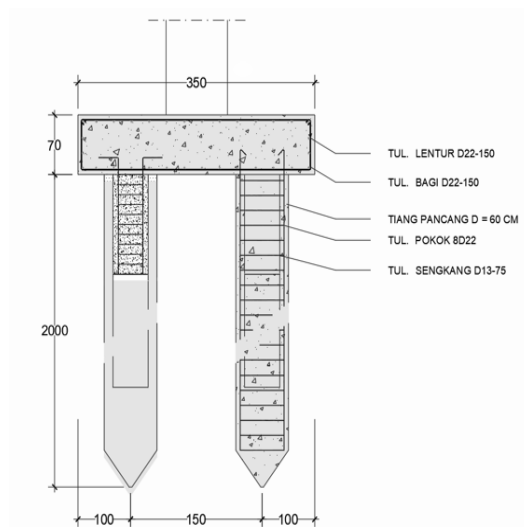
jadi 7,5 cm = 75 mm

Spesifikasi akhir untuk tulangan spiral adalah Ø13 dengan *pitch* (jarak) 75 mm



Gambar 8. Denah untuk tul. *pilecap*

Sumber: Hasil perhitungan, 2025



Gambar 9. Gambar section *borepile*

Sumber: Hasil perhitungan, 2025

5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari hasil komputasi dan analisis perencanaan menggunakan metode SRPMK pada tugas akhir ini, diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Pelat Lantai: Didesain dengan ketebalan 125 mm. Tulangan utama menggunakan besi Ø10 dengan jarak 125 mm, sedangkan

tulangan pembagi menggunakan besi Ø10 dengan jarak 250 mm

2. Beban Gempa: Perhitungan beban pada gempa untuk Gedung Kuliah di Universitas Islam Tulungagung dilakukan sesuai standar SRPMK menggunakan metode spektrum respon. Hasil perhitungan menunjukkan gaya geser dasar terskala (V) sebesar 739460,80 kN
3. Untuk komponen pemikul beban horizontal, balok induk (B1) berdimensi 40x70 cm dirancang menggunakan tulangan tumpuan sebanyak 6D19 untuk tarik dan 4D19 untuk tekan dengan sengkang 2 kaki D10–100, sedangkan area lapangan menggunakan tulangan tarik/tekan yang serupa ditambah tulangan geser 2 Ø12. Sementara itu, balok anak dengan menggunakan dimensi 30x60 cm, menggunakan tulangan pada tumpuan 6D14 (tarik) dan 4D14 (tekan), serta tulangan pada lapangan 4D19 (tarik) dan 2D19 (tekan) dengan jarak sengkang Ø10–200
4. Kolom mampu memikul gempa sesuai rencana persyaratan SRPMK yaitu pada kolom (K1) dengan dimensi 70 x 70 cm, jumlah tulangan sebesar 16D29, pada daerah sendi plastis arah X sebesar 5Ø 12 – 100 dan arah Y 5Ø 12 – 100, pada daerah luar sendi plastis mengara ke X sebesar 2Ø 12 – 150 dan arah Y 2Ø 12 – 150
5. Sistem pondasi dalam didesain menggunakan tiang pancang, yang diikat oleh *pile cap* berdimensi 3,5 x 3,5 x 0,7 meter. Tulangan utama yang diterapkan pada elemen ini adalah D22 dengan jarak spasi 150 mm. Sedangkan diameter pile/ tiang 60 cm diletakkan pada kedalam 20 m dengan dengan 4 buah tiang pancang, jarak 1.5 m pada masing-masing tiang dan 1 m dari tepi pile cap.

5.2 Saran

Dari hasil pekerjaan skripsi ini ada beberapa saran yang disampaikan untuk kedepannya, sebagai berikut:

1. Untuk perencanaan yang terintegritas , lebih baik menggunakan robot struktural analisis yang tergabung dengan aplikasi revit

2. Pada perencanaan kolom dapat menggunakan sp kolom

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Muzaki, Warsito, dan Azizah Rokhmawati 2021. *Studi Alternatif Perencanaan Gedung Gedung Unusa dengan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK)*. Malang: Universitas Islam Malang
- [2] Ahmad Rudiansyah, Bambang Suprpto, Anang Bakhtiar 2018. *Studi Perencanaan Struktur Akibat Penambahan Shearwall Pada Gedung Asrama Balai Teknik Air Minum Dan Sanitasi Wilayah Ii Provinsi Jawa Timur*. Skripsi tidak diterbitkan: Malang: Fakultas Teknik Sipil Universitas Islam Malang.
- [3] Gunawan, I. P. A. S., Giatmajaya, I. W., & Wiryadi, I. G. G. (2021). *Analisis dan Pemodelan Struktur Gedung Rumah Sakit Pada Wilayah Gempa Tinggi*.
- [4] Albari, M.H., Warsito dan Bakhtiar, A. (2022). *Studi Alternatif Gedung Malang Creative Center (MCC) Kota Malang Menggunakan Konstruksi Baja-Beton Komposit*. Skripsi. Universitas Islam Malang.
- [5] SNI 1726-2019. 2019. *Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan dan Bangunan Non Gedung*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- [6] Agustina, E., Warsito, & Suprpto, B. (2021). *Studi Alternatif Perencanaan Shearwall Sebagai Struktur Penahan Gempa Pada Gedung Rumah Sakit Gigi Dan Mulut* Universitas Brawijaya Malang.
- [7] SNI 1727-2019. 2019. *Beban Minimum untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lain*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- [8] Bagio, Hartono, T., & Tavo. (2019). *Dasar-Dasar Beton Bertulang* (Ed. 1). Yogyakarta: ANDI.
- [9] Ariestadi, D. (2008). *Teknik Struktur Bangunan*. Jakarta: Direktorat Pembinaan Sekolah Kejuruan.
- [10] SNI 2847-2019. 2019. *Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional
- [11] Alam, M. A. B., Warsito, & Rachmawati, A. (2022). *Studi perencanaan struktur gedung Muhammadiyah 1 Gresik dengan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK)* (Skripsi). Universitas Islam Malang, Malang