

STUDI ALTERNATIF PERENCANAAN GEDUNG RSUD IBNU SINA KLANONGAN KECAMATAN KEBOMAS KABUPATEN GRESIK DENGAN SISTEM RANGKA PEMIKUL MOMEN KHUSUS (SRPMK)

Muhammad Sya’Ronny¹, Warsito², Anang Bakhtiar³

¹Mahasiswa Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Malang
e-mail : 22001051089@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@unisma.ac.id

ABSTRACT

The structural design of hospital buildings requires special attention, especially in earthquake-prone areas such as Gresik Regency. This study aims to propose an alternative structural design using the Special Moment Resisting Frame (SMRF) system for the eight-story RSUD Ibnu Sina Gresik building. The method involves manual calculations and structural modeling using ETABS v18.1.1 software. Analysis was performed on the main structural elements including slabs, beams, columns, and bore pile foundations, considering lateral forces from seismic loads based on SNI 1726:2019. The results indicate that the selected dimensions for slabs, beams, and columns meet structural safety standards, while the bore pile foundations are capable of withstanding the building's maximum load. The SMRF system demonstrates excellent performance in resisting deformation under lateral loads, making it a suitable solution for hospital buildings in moderate to high seismic zones. From the calculation results, it is known that the floor slab thickness is 140 mm with the main reinforcement in the x and y directions $\varnothing 10 - 100$ And the dimensions for the child beams are 30/60 and 5D19 support section with a stirrup distance of $2\varnothing 10 - 100$ and in the field 3D19 with a stirrup distance of $2\varnothing 10 - 150$ while the main beam wiht dimensions 40/70 and 7D19 support section with a stirrup distance of $2\varnothing 10 - 100$ and in the field 5D19 The column dimensions are 50x50 cm with longitudinal reinforcement 20D22 and transverse support 4D12-100 and transverse field reinforcement 4D12-130. The diameter of the bore pile foundation is 40 cm with a total foundation requirement of 6 pieces.

Keywords: *Alternative, SRPMK, ETABS, hospital.*

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

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[1].

Kabupaten Gresik berperan signifikan dalam perekonomian Jawa Timur, sehingga mengalami pertumbuhan penduduk dan ekonomi yang pesat. Struktur bangunan RSUD Ibnu Sina Gresik berada pada zona seismik 3 dengan respons gempa sedang, kategori risiko gempa IV, dan KDS D. Bangunan ini dirancang

menggunakan beton bertulang yang bersifat getas, sehingga sistem struktur yang digunakan adalah Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) untuk meningkatkan ketahanan terhadap beban gempa.

Digunakannya sistem struktur rangka dengan berdeformasi terlebih dahulu hingga mencapai batas plastisnya Sehingga struktur tersebut tidak mengalami keruntuhan secara tiba-tiba (brittle)[2].

SRPMK dirancang dengan mempertimbangkan daktilitas untuk menghadapi beban gempa, berbeda dari metode konvensional yang hanya fokus pada perilaku elastis. Pada zona sendi plastis,

kekuatan geser beton diabaikan dan hanya tulangan baja yang diperhitungkan untuk menjaga stabilitas struktur sebelum keruntuhan [3].

Berdasarkan uraian latar belakang, bangunan ini berfungsi sebagai fasilitas RSUD yang berlokasi di Jl. Dr. Wahidin Sudiro Husodo No. 243B, Klangonan, Kecamatan Kebomas, Kabupaten Gresik. Mengingat lokasi berada pada wilayah dengan tingkat risiko gempa yang relatif tinggi, perencanaan dan analisis struktur dirancang agar mampu mempertahankan fungsi bangunan dalam berbagai kondisi. Untuk mendukung proses perhitungan beban, pemilihan material, sistem perletakan, serta analisis struktur secara keseluruhan, digunakan perangkat lunak bantu ETABS versi 18.1.1 sebagai bagian dari penerapan teknologi dalam perencanaan struktur.

1.2 Identifikasi Masalah

1. Kondisi Struktur gedung RSUD Ibnu Sina masih menggunakan SRPMM
2. Terdapat kemungkinan dan peluang terjadinya gempa bumi dengan magnitudo besar yang dapat mengakibatkan kerusakan pada bangunan RSUD Ibnu Sina.

1.3 Rumusan Masalah

1. Berapa tebal atap dan lantai serta penulangan pada perencanaan pembangunan gedung RSUD Ibnu Sina?
2. Berapa dimensi pada balok gedung rumah sakit Ibnu Sina Kebomas Kabupaten Gresik?
3. Berapa dimensi dan penulangan kolom menggunakan menggunakan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK)?
4. Berapa daya dukung tiang, jumlah kebutuhan tiang dan beban maksimum yang bekerja pada tiang pancang pada RSUD Ibnu Sina?

1.4 Batasan Masalah

1. Hanya menganalisis beban gempa menggunakan SNI 1726-2019 tentang tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan non gedung
2. Hanya memperhitungkan aspek struktural, tanpa memperhatikan aspek arsitektural;

3. Perencanaan ini tidak mencakup perhitungan untuk sistem instalasi air bersih, instalasi air kotor, serta instalasi listrik.

4. Perencanaan ini tidak meninjau analisa biaya dan manajemen serta pelaksanaan konstruksi dilapangan.

1.5 Tujuan Penelitian

1. Mengetahui tebal pelat dan penulangan gedung RSUD Ibnu Sina.
2. Mengetahui dimensi pada balok gedung RSUD Ibnu Sina.
3. Mengetahui dimensi dan penulangan kolom menggunakan menggunakan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK).
4. Mengetahui dimensi dan jumlah tiang pancang yang mampu menahan beban yang bekerja pada gedung RSUD Ibnu Sina.

2. TINJAUAN PUSTAKA

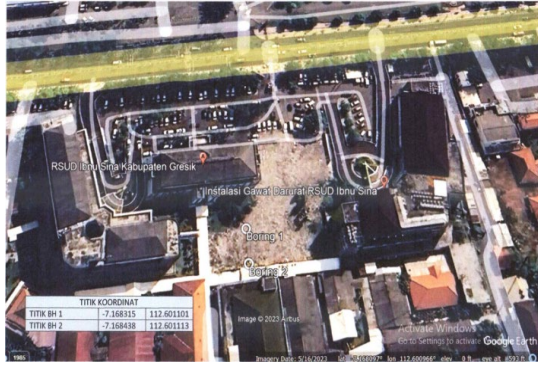
2.1 Tinjauan Umum

Gaya gempa memiliki potensi besar untuk merusak gedung-gedung bertingkat. Semakin tinggi bangunan, semakin besar pula deformasi yang akan terjadi akibat getaran gempa. Penting untuk mempertimbangkan kekakuan dan kekuatan struktur bangunan, karena faktor-faktor ini sangat berpengaruh dalam perancangan dan perhitungan desain gedung bertingkat kekuatan gedung berkaitan dengan aspek keamanan dan ketahanan terhadap beban yang diterima oleh bangunan tersebut. Selain itu penting untuk memperhitungkan dampak gempa di area yang akan dibangun. Pengaruh dari gempa yang direncanakan terhadap kemungkinan risiko pada bangunan harus dikalikan dengan faktor keutamaan (I_e). Untuk mengklasifikasi resiko sesuai kategori, digunakan SNI 1726-2019 Pasal 4.1.2 Tabel (3)

3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian

lokasi penelitian yang digunakan pada tugas akhir ini berada di Jalan DR. Wahidin Sudiro Husodo No.243B, Klangonan, Kecamatan Kebomas, Kabupaten Gresik Jawa Timur. Gedung RSUD Ibnu Sina ini berjumlah 8 lantai.



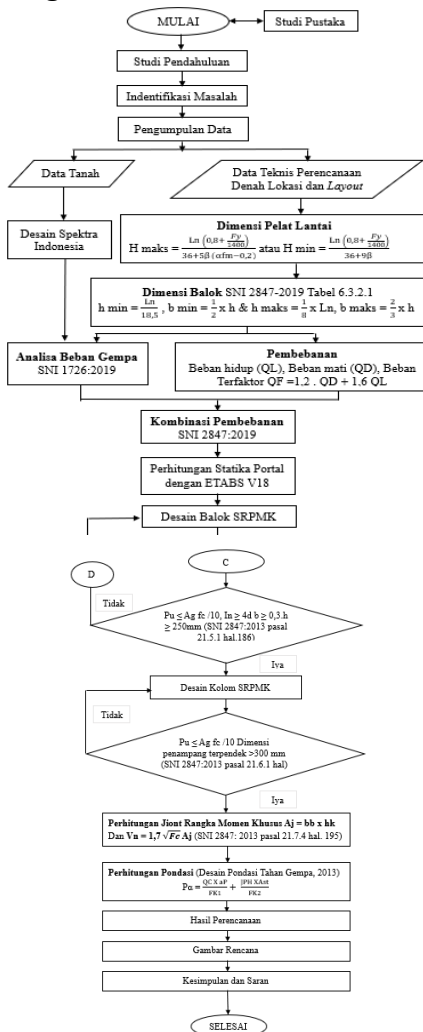
Gambar 1. Peta Lokasi Gedung RSUD
Sumber: (Peta Digital, 2024)

3.2 Pengumpulan Data

Adapun data pada penelitian ini yaitu:

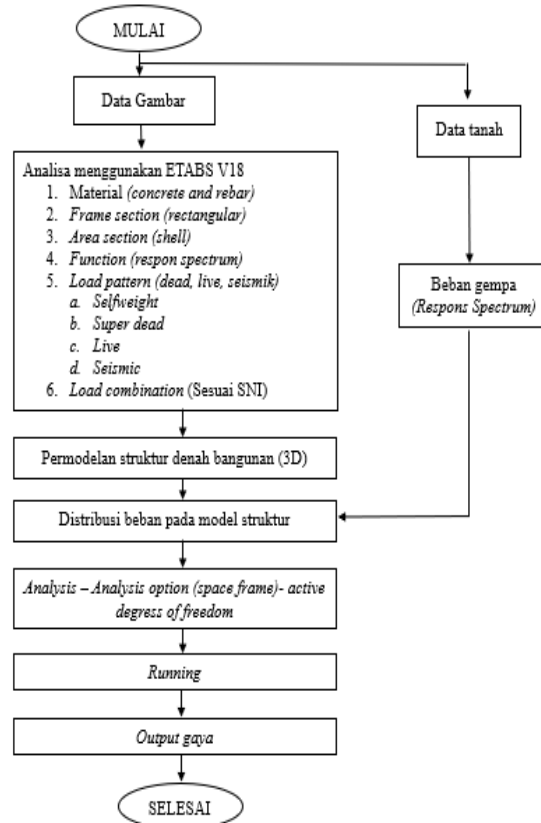
1. Gambar struktur
2. Data tanah
3. Spesifikasi teknis

3.3 Diagram Alir Penelitian



Gambar 2. Bagan Alir Penelitian
Sumber: Gambar Pribadi, 2025

3.4 Bagan Alir Analisis Menggunakan ETABS



Gambar 3. Bagan Alir Analisis ETABS
Sumber: Gambar Pribadi, 2025

4. HASIL & PEMBAHASAN

4.1 Data Perencanaan

1. Kontruksi Bangunan : Struktur Beton Bertulang
2. Perencanaan Alternatif : (SRPMK)
3. Jumlah Lantai : 8 Lantai
4. Tinggi Bangunan : 2
5. Alamat : Jalan DR. Wahidin Sudiro Husodo No.243B, Klangonan, Kecamatan Kebomas, Kabupaten Gresik

4.2 Perencanaan Gempa

Kategori Resiko Bangunan IV (SNI 1726-2019)
Faktor Keutamaan Gempa (Ie) 1,50

$$N = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{d_i}{N_i}}{\frac{25}{1,292}} = \frac{25}{1,292} = 19,35332 \rightarrow \text{Tanah}$$

Sedang (SNI 1726-2019 Pasal 5.3)

Ss = 0,6726 g, S1 = 0,2963 g

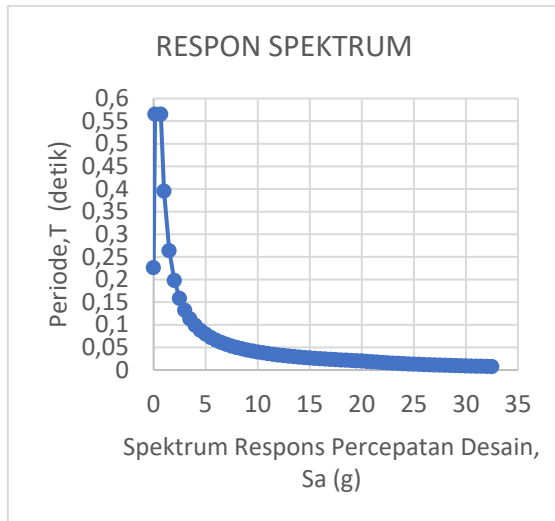
TL = 20 detik (SNI 1726-2019 Pasal 15)

Fa = 1,26 (SNI 1726-2019 Tabel 6)

Fv = 2,0 (SNI 1726-2019)

$$\begin{aligned}
S_{MS} &= F_a \cdot S_s = 1,26 \times 0,6726 = 0,85 \\
S_{M1} &= F_v \cdot S_1 = 2,0 \times 0,2963 = 0,59 \\
S_{DS} &= \frac{2}{3} \cdot S_{MS} = \frac{2}{3} \cdot 0,85 = 0,56 \\
S_{D1} &= \frac{2}{3} \cdot S_{M1} = \frac{2}{3} \cdot 0,59 = 0,40 \\
T_0 &= 0,2 \cdot \frac{SD1}{SDS} = 0,2 \cdot \frac{0,40}{0,56} = 0,14 \text{ detik} \\
T_s &= \frac{SD1}{SDS} = \frac{0,40}{0,56} = 0,70 \text{ detik} \\
S_a &= S_{DS} \cdot (0,4 + (0,6 \cdot \frac{T}{T_0})) = 0,56 \cdot (0,4 + (0,6 \cdot \frac{0}{0,14})) = 0,23 \text{ g} \\
S_a &= S_{DS} = 0,56 \text{ g} \quad S_{a1} = \frac{SD1}{T} = \frac{0,40}{1} = 0,40 \text{ g} \\
S_a &= \frac{SD1 \times TL}{T^2} = \frac{0,40 \times 20}{21^2} = 0,01 \text{ g}
\end{aligned}$$

Sesuai perhitungan, termasuk dalam Kelas desain seismik yaitu **KDS-D**
 $R = 8, \Omega_0 = 3$ dan $C_d 5,5$ (SNI1726-2019)



Gambar 4. Respon Spektrum

Sumber: Analisa dan Perhitungan Excel, 2025

Analisa Ketahanan Gempa

$$\begin{aligned}
C_t &= 0,0466 \text{ dan } X = 0,9 \text{ (SNI 1726-2019)} \\
T_a &= C_t \cdot h_n^x = 0,0466 \cdot 29,850^{0,9} = 0,99045 \text{ detik} \\
C_s &= \frac{SDS}{R/I_e} = \frac{0,56}{8/1,5} = 0,105 \\
C_s \text{ maks} &= \frac{SD1}{T \cdot (R/I_e)} = 0,075 \text{ detik} \\
C_s &< C_s \text{ maks } 0,105 < 0,075 \dots \text{OK} \\
C_s \text{ min} &= 0,044 \\
S_{DS} \cdot I_e &\geq 0,01 = 0,044 \cdot 0,56 \cdot 1,5 \geq 0,01 \\
&= 0,0369 \geq 0,01 \dots \text{OK} \\
W &= 14195158 \text{ Kg (EATABS V.18)} \\
V &= C_s \cdot W = 0,105 \cdot 14195158 \\
&= 1490491,59 \text{ kg} \\
&= 14616,73 \text{ kN} \\
V_{ETABS} &= 7234,409 \text{ kN}
\end{aligned}$$

$$= 72344,09 \text{ kg}$$

4.3 Perencanaan pelat

1. Pelat Tipe A

$$h = \frac{\ln(0,8 + \frac{fy}{1400})}{36 + 9\beta} = \frac{500(0,8 + \frac{240}{1400})}{36 + (9 \cdot 1,4)} = 9,9 \text{ cm} \approx 10 \text{ cm}$$

Jadi dipakai pelat dengan ketebalan 14 cm

$$L_y = 540 \text{ cm}, L_x = 390 \text{ cm}$$

2. Tinggi efektif plat

$$dx = hf - t \text{ selimut} - (\frac{1}{2} \cdot \emptyset \text{ tulangan}) = 140 - 20 - (0,5 \times 10) = 115 \text{ mm}$$

$$dy = hf - t \text{ selimut} - \emptyset \text{ tulangan} - (\frac{1}{2} \cdot \emptyset \text{ tulangan}) = 140 - 20 - (0,5 \times 10) = 105 \text{ mm}$$

$$L_n = L_y - 2(\frac{1}{2} \cdot b) = 540 - 2(\frac{1}{2} \cdot 40) = 500 \text{ cm}$$

$$L_u = L_x - 2(\frac{1}{2} \cdot b) = 390 - 2(\frac{1}{2} \cdot 40) = 350 \text{ cm}$$

3. Pembebanan Pelat

Beban Mati (QDL) = 468,4 kg/m² dan Beban hidup (QLL) = 306,4 kg/m² Beban ultimit (QU) = 1052,32 kg/m². Mlx = 34 Mly = 18 -Mtx 73 -Mty = 57 (PBI, 1971). Mlx = 0,001 x 10,5232 x 39² x 34 = 5,442 kNm. Mly = 0,001 x 10,5232 x 39² x 18 = 2,881 kNm. -Mtx = -0,001 x 10,5232 x 39² x 73 = -11,684 kNm. -Mty = -0,001 x 10,5232 x 39² x 57 = -9,123 kNm.

4 Penulangan

$$\begin{aligned}
-Mtx &= 11,684 \text{ kNm (perhitungan). } p_b = \frac{0,85 \cdot \beta_1 \cdot F_{cr}}{F_y} \cdot \frac{600}{600 + F_y} = \frac{0,85 \cdot 0,8 \cdot 25}{240} \cdot \frac{600}{600 + 240} = 0,03506. \\
p \text{ maks} &= 0,75 \times p_b = 0,75 \times 0,03506 = 0,0379. \\
m &= \frac{F_y}{0,85 \cdot F_{cr}} = \frac{240}{0,85 \cdot 25} = 11,294. \\
R_n &= \frac{Mlx \cdot 10^6}{\phi \cdot b \cdot dx^2} = \frac{11,684 \cdot 10^6}{0,9 \cdot 1000 \cdot 100^2} = 1,178 \text{ Mpa. (p)} = \frac{1}{11,294 (1 - (\sqrt{1 - (2 \cdot m \cdot R_n)/fy}))} = \frac{1}{11,294 (1 - (\sqrt{1 - (2 \cdot 11,294 \cdot 1,178)/240}))}
\end{aligned}$$

$$= 0,00505. (p \text{ min}) = \frac{1,4}{fy} = \frac{1,4}{240} = 0,00583.$$

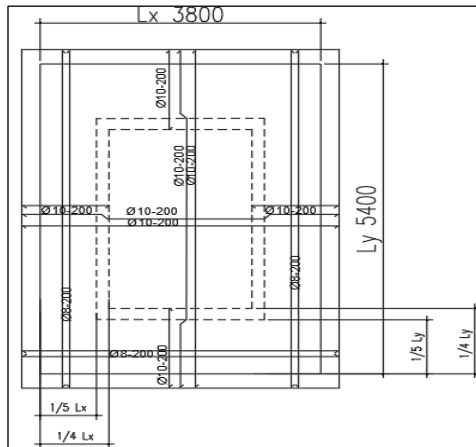
Kontrol rasio menulangan perlu : $p \text{ min } 0,00583 > p 0,00505 < 0,0379$ Gunakan $p \text{ min} = 0,00583$.

$$As \text{ perlu} = p \text{ min} \times b \times dx = 0,00583 \times 1000 \times 115 = 670,8 \text{ mm}^2. S \text{ rencana} \leq \left(\frac{\pi}{4} \cdot \frac{\emptyset^2}{As \text{ Perlu}} \right) \cdot b \leq$$

$$\left(\frac{3,14}{4} \cdot \frac{10^2}{670,8} \right) \cdot 1000 \leq 117,019 \text{ mm; Dipilih jarak} = 100 \text{ mm. } S \text{ maks} \leq 3h = \leq 3 \cdot 140 \leq 420 \text{ mm dan } S \text{ maks } 450 \text{ mm (SNI 2847-2013 Pasal 10.5.4).}$$

$$As \text{ pakai} = \frac{b}{s} \cdot \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot \emptyset^2 = \frac{1000}{100} \cdot \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot 10^2 = 785 \text{ mm}^2. As \text{ pakai} > As \text{ perlu} = 785 \text{ mm}^2 > 670,8 \text{ mm}^2 \dots \text{memenuhi}$$

Jadi penulangan digunakan **Ø10 – 100 mm**



Gambar 5 Penulangan pelat Intai
Sumber: Analisa dan Perhitungan, 2025

4.4 Perencanaan Balok

$h_{\min} = \frac{Ln}{18,5} = \frac{780}{18,5} = 45,16 \text{ cm}$, $b_{\min} = \frac{1}{2} \times h = \frac{1}{2} \times 45,16 = 21,08 \text{ cm}$. $h_{\max} = \frac{1}{8} \cdot Ln = \frac{1}{8} \cdot 780 = 97,5 \text{ cm}$, $b_{\max} = \frac{2}{3} \times 97,5 = 65 \text{ cm}$. Bentang terpanjang 780 cm, maka digunakan dimensi **40/70 cm**.

Momen ultimit tumpuan (M_u^-) : -379,8403 kNm (ETABS V.18)

Momen ultimit tumpuan (M_u^+) : 260,9901 kNm (ETABS V. 18)

Momen ultimit lapangan (M_u^-) : -272,2624 kNm (ETABS V. 18)

Momen ultimit lapangan (M_u^-) : 256,5335 kNm (ETABS V. 18)

Kebutuhan tulangan tumpuan

Dipasang tulangan lentur tekan **7D-19**

Dipasang tulangan lentur tarik **5D-19**

Kebutuhan tulangan lapangan

Dipasang tulangan tekan **5D-19**

Dipasang tulangan tarik **5D-19**

Penulangan Geser Balok Wilayah Tumpuan

$V_s \text{ perlu} = \frac{V_{e1} - \phi V_c}{\phi} = \frac{275,822 - (0,75 \cdot 221,17)}{0,75} = 146,592 \text{ kN}$ (SNI 2847-2019 R 22.5.1)

$V_s \text{ maks} = 0,66 \cdot \sqrt{F_c} \cdot b \cdot d = 0,66 \cdot \sqrt{25} \cdot 400 \cdot 640,5 \cdot 10^{-3} = 845,46 \text{ kN}$

$V_s \text{ min} = 0,33 \cdot b \cdot d = 0,33 \cdot 400 \cdot 640,5 \cdot 10^{-3} = 84,546 \text{ kN}$. $V_s \text{ min} < V_s \text{ perlu} < V_s \text{ maks} = 84,546 < 146,592 < 845,46 \text{ kN} \dots (\mathbf{Vs \text{ perlu}})$

$V_s \text{ perlu} = \frac{A_v \cdot F_y \cdot d}{S} = \frac{V_s}{F_y \cdot d} = \frac{146,592 \cdot 10^3}{240 \cdot 640,5} = 0,93 \text{ mm}^2/\text{mm}/\text{dua kaki}$

Direncanakan menggunakan tulangan geser 2 kaki $\emptyset 10$ luasan tulangan geser:

$$A_v = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot \emptyset^2 \cdot 2 = 0,25 \cdot 3,14 \cdot 10^2 \cdot 2 = 157 \text{ mm}$$

$$S = \frac{A_v}{A_v/s} = \frac{157}{0,93} = 168,817 \text{ mm} \approx 170 \text{ mm}. \text{ Dipilih jarak } \mathbf{100 \text{ mm}}$$

Berdasarkan SNI 2847-2019 Pasal 18.6.4.4 Syarat jarak sengkang SRPMK.

$$S \text{ pakai} \leq \frac{d}{4} = 100 \leq \frac{640,5}{4} = 100 \leq 160,125 \text{ mm} \dots (\mathbf{Memenuhi})$$

$$S \text{ pakai} \leq 6 \cdot D \text{ lentur} = 100 \leq 6 \cdot 19 = 100 \leq 114 \dots (\mathbf{Memenuhi})$$

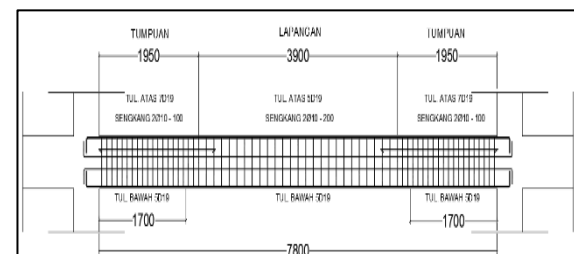
$$S \text{ pakai} \leq 150 = 100 \leq 150 \text{ mm} \dots (\mathbf{Memenuhi})$$

$$V_s \text{ pakai} \frac{A_v \cdot F_y \cdot d}{S} = \frac{157 \cdot 240 \cdot 640,5}{100} \cdot 10^{-3} = 241,34 \text{ kN}. \emptyset(V_s + V_c) \geq V_u = 0,75 (241,34 + 221,17) \geq 237,7363 \text{ kN} = 346,882 \geq 237,7363 \dots (\mathbf{OK}).$$
 Sehingga untuk wilayah tumpuan, tulangan geser dipasang **2 Ø10-100** mm.

Digunakan cara yang sama didapatkan untuk wilayah lapangan, tulangan geser dipasang **2 Ø10-200** mm.

Tabel 1 Rekapitulasi Tulangan Balok Induk

Jenis Tulangan	Tumpuan	Lapangan
Tulangan Lentur (Atas)	7 D 19	5 D 19
Tulangan Lentur (Bawah)	5 D 19	5 D 19
Tulangan Geser	2 Ø10 – 100	2 Ø10 – 200



Gambar 6 Detail Penulangan Balok Induk
Sumber: Analisa dan Perhitungan, 2025

4.5 Perencanaan Kolom

Perhitungan Penulangan Kolom

Momen (M_u) = 420,0386 (ETABS)

Gaya Aksial (P) = -4100,763 (ETABS)

Digunakan tulangan lentur D-22 mm dan digunakan tulangan geser D12 mm

$$d' = h \text{ kolom} - \text{tebal selimut} - \emptyset \text{ sengkang}$$

$$\frac{D \text{ lentur}}{2} = 500 - 40 - 10 \frac{22}{2} = 439 \text{ mm}$$

$$\left(\frac{\phi P_n}{F_c \cdot A_g} \right) = \frac{P_u}{F_c \cdot b \text{ kolom} \cdot h \text{ kolom}} = \frac{4191,763 \cdot 10^3}{25 \cdot 500 \cdot 500} =$$

$$0,670 \left(\frac{\phi M_n}{F_c \cdot A_g} \right) = \frac{M_u}{F_c \cdot b \text{ kolom} \cdot h \text{ kolom}}$$

$$= \frac{462,0386 \cdot 10^6}{25 \cdot 500 \cdot 500^2} = 0,14$$

Digunakan diagram intraksi 4 sisi (p) pakai = 3,1 % = 0,031 %

As pakai = $p \cdot b \text{ kolom} \cdot h \text{ kolom} = 0,031 \cdot 500 \cdot 500 = 7750 \text{ mm}^2$

As min = 0,01 Ag = 0,01 $\cdot b \text{ kolom} \cdot h \text{ kolom} = 0,01 \cdot 500 \cdot 500 = 2500 \text{ mm}^2$

As maks = 0,08 Ag = 0,08 $\cdot b \text{ kolom} \cdot h \text{ kolom} = 0,08 \cdot 500 \cdot 500 = 20000 \text{ mm}^2$

As min < As pakai < As maks = $2500 \text{ mm}^2 < 7750 \text{ mm}^2 < 20000 \text{ mm}^2 \dots (\text{OK})$

$n = \frac{As \text{ pakai}}{\frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D^2} = \frac{7750}{\frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot 22^2} = 20 \text{ buah}$

As pasang = $n \cdot \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D^2 = 20 \cdot \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot 22^2 = 7598,8 \text{ mm}^2$

As pakai > As min = $7598,8 > 2500 \text{ mm}^2 \dots (\text{OK})$

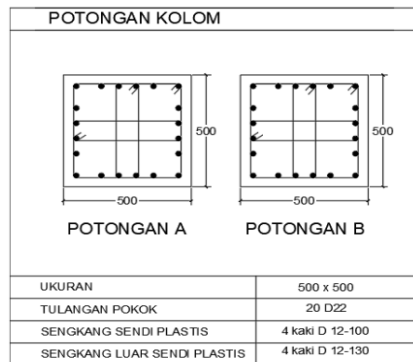
Jadi digunakan penulangan kolom **20 D 22**

Tulangan Geser (*Confinement*) untuk Sendi Plastis

$\frac{1}{4} \cdot b \text{ kolom} = \frac{1}{4} \cdot 500 = 125 \text{ mm}$

$6 \cdot Db = 6 \cdot 22 = 132 \text{ mm}$. $Hx = \frac{2}{3} \cdot (b - 2 \cdot (Ts + \frac{\phi \text{ tulangan geser}}{2})) = \frac{2}{3} \cdot (500 - 2 \cdot (40 + \frac{12}{2})) = 272 \text{ mm}$. So maks = $100 + (\frac{350 - Hx}{3}) = 100 + (\frac{350 - 272}{3}) = 126 \text{ mm}$.

Namun tidak boleh melebihi 150 mm dan tidak kurang dari 100 mm. Maka digunakan jarak **100 mm**



Gambar 7 Detail Kolom

Sumber: Analisa dan Perhitungan, 2025

Menentukan luas penampang sengkang tidak kurang dari salah satu terbesar di antara :

Karena penampang persegi bc-arah x = bc-arah y. bc-x = bc-y = b kolom - (2 $\cdot$ Selimut beton) = $500 - (2 \cdot 40) = 420 \text{ mm}$. Ach = bc-x $\cdot$ bc-y = $420 \cdot 420 = 176400 \text{ mm}^2$

$Ash_1 = 0,3 \cdot \frac{S \cdot bc \cdot Fc}{Fy} \cdot (\frac{Ag}{Ach} - 1) = 0,3 \cdot \frac{100 \cdot 420 \cdot 25}{400} \cdot (\frac{500 \cdot 500}{176400} - 1) = 328,571 \text{ mm}^2$

$Ash_2 = 0,09 \cdot \frac{S \cdot bc \cdot Fc}{Fy} = 0,09 \cdot \frac{100 \cdot 420 \cdot 25}{400} = 236,25 \text{ mm}^2$, Dipilih Ash = $328,571 \text{ mm}^2$

Hitung Av pasang = $n \cdot \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot \phi^2 = 4 \cdot \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot 12^2 = 452,16 \text{ mm}^2$

Av pasang > Ash = $452,16 > 328,571 \text{ mm}^2 \dots (\text{OK})$.

Digunakan **4 Kaki D12-100 mm**

$\phi(Vs + Vc) = 0,75 \cdot (793,992 + 186,577) = 735,426 \text{ kN}$. $\phi(Vs + Vc) \geq Ve_1 = 735,426 \geq 483,712 \text{ kN} \dots (\text{OK})$

4.6 Pondasi

Daya dukung tiang pancang

Diameter tiang pancang (Dtp) = 400 mm

Tinggi Pile cap (h) = 1500 mm

Gaya aksial (P) = 4138,1136 kN (ETABS)

Momen kaki kolom (M) = 283,8591 kNm (ETABS).

Data tanah

Tabel 2 Perhitungan Daya Dukung Tekan Tiang Berdasarkan Data SPT

li m	h m	Jenis tanah	N-Spt	Koef	qc t/m ²
2,5	2,5	Sandy clay	8	20	160
3	5,5	Sandy silt	13	40	520
1,5	7	Sandy silt	19	40	760
2,5	9,5	Sandy silt	44	40	1760
2,5	12	Sandy silt	46	40	1840
2,5	14,5	Sandy silt	49	40	1960
2,5	17	Sandy silt	27	40	1080
2,5	19,5	Sandy silt	22	40	880
2,5	22	Sandy silt	22	40	880
2,5	24,5	Sandy clay	20	20	400

Ag m ²	Ast m	Fi ton/m	li.fi ton/m	$\sum li.fi$ ton/m	Pa ton
0,1256	1,256	1,6	4,00	4,000	7,703
0,1256	1,256	2,6	7,80	11,800	24,735
0,1256	1,256	2,533	3,80	15,600	35,737
0,1256	1,256	5,867	14,67	30,267	81,288
0,1256	1,256	12	30,00	60,267	92,174
0,1256	1,256	49	122,50	182,767	127,970
0,1256	1,256	5,4	13,50	196,267	94,518
0,1256	1,256	2,933	7,33	203,600	87,987
0,1256	1,256	2,933	7,33	210,933	89,829
0,1256	1,256	2,667	6,67	217,600	71,408

Sumber : Perhitungan dan excel, 2025

$W = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot \phi^2 \cdot \text{kedalaman tanah keras} \cdot Bj \text{ beton} = \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot 0,4^2 \cdot 14,5 \cdot 2,4 = 4,370 \text{ ton}$

$Qsp = (Pu_{14,5 \text{ meter}}) - W = 127,970 - 4,370 = 123,6 \text{ ton}$

$n = \frac{P}{Qsp} = \frac{413,8116}{123,6} = 3,34 \approx 6 \text{ buah}$

Maka digunakan dimensi pondasi (400 x 310 x 150 cm)

Efisiensi kelompok tiang arah-x (η -x)

$m \times n = 3$ baris, $S_x = 1500$ mm

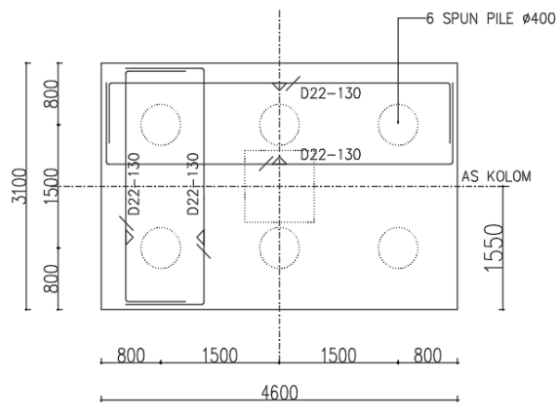
$$\theta_x = \text{Arc} \cdot \tan \frac{Dtp}{S} = \text{Arc} \cdot \tan \frac{400}{1500} = 14,93^\circ$$

$$\eta_x = 1 - \left[\frac{\theta_x}{90} \cdot \left(\frac{(n-1) \cdot m \times n + (m \times n - 1) \cdot n}{m \times n} \right) \right] = 1 - \left[\frac{14,93}{90} \cdot \left(\frac{(6-1) \cdot 3 + (3-1) \cdot 6}{3 \cdot 6} \right) \right] = 0,751$$

$$P \text{ ijin} = \eta \cdot n \cdot P_u \text{ saat tanah keras} = 0,751 \cdot 6 \cdot 127,970 = 576,632 \text{ ton} \approx 5766,32 \text{ kN... (OK)}$$

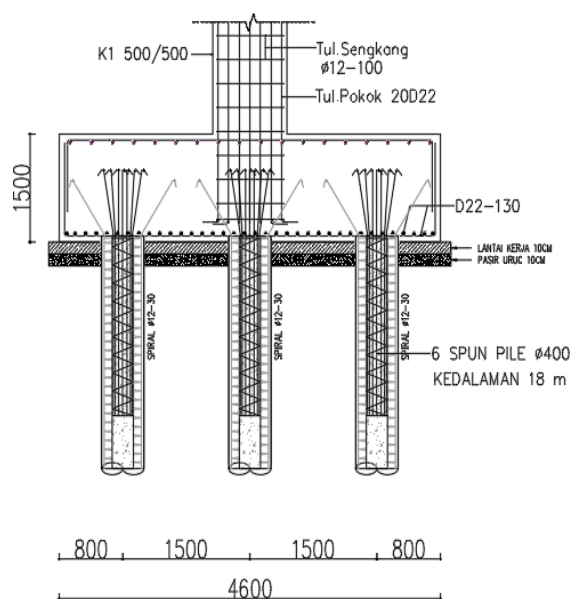
Penulangan

Momen (M_u) = 283,8591 kNm (ETABS V.18) maka digunakan D22 – 130 mm dan diameter tiang pancang 0,4 meter dengan tulangan longitudinal 7 D 22 dan tulangan geser spiral D12-30 mm



Gambar 8. Penulangan *Pile cap*

Sumber: Hasil perhitungan, 2025



Gambar 9 Pondasi Tiang Pancang

Sumber: Hasil perhitungan, 2025

5 PENUTUP

5.1 Kesimpulan

1. ketebalan pelat lantai 140 mm digunakan tulangan $\varnothing 10$ – 100 mm dengan As pakai 785 mm² sementara ketebalan pelat atap 120 mm juga menggunakan tulangan $\varnothing 10$ – 100 dengan As pakai 785 mm² dan menggunakan tulangan susut $\varnothing 8$ – 100 mm dengan As pakai 502,4 mm²
2. Digunakan dimensi balok induk (40/70 cm) menggunakan tulangan tekan tumpuan 7D19 (1983 mm²), tulangan tarik tumpuan 5D19 (1416,925 mm²), tulangan tekan lapangan 5D19, tulangan tarik lapangan 5D19, tulangan geser tumpuan 2 $\varnothing 10$ -100 dan tulangan geser lapangan 2 $\varnothing 10$ -200, serta tulangan torsi 4D10. Untuk dimensi balok anak (30/60) menggunakan tulangan tarik tumpuan 3D19 (850,155 mm²), tulangan tekan lapangan 5D19, tulangan tarik lapangan 3D19, tulangan geser tumpuan 2 $\varnothing 10$ – 100 dan tulangan geser lapangan 2 $\varnothing 10$ – 150, serta tulangan torsi 2D10.
3. Kolom berukuran 50 x 50 cm menggunakan tulangan longitudinal 20D22 serta tulangan transversal pada tumpuan masing-masing 4D12 dengan jarak 100 mm dan 130 mm.
4. Pondasi berupa tiang pancang dengan kedalaman 18 meter dan pilecap berukuran 4 x 3,1 x 1,5 meter, menggunakan tulangan longitudinal D22 dengan jarak 130 mm. Tiang pancang memiliki diameter 0,4 meter, dilengkapi dengan 7D22 sebagai tulangan longitudinal dan tulangan geser spiral D12 dengan jarak 30 mm.

5.2 Saran

1. Analisis dan pemodelan struktur dapat disederhanakan dengan memanfaatkan perangkat lunak pendukung terkini berbasis Building Information Modelling (BIM), seperti Tekla, Archicad, Autodesk Revit, dan lainnya.
2. Untuk struktur dengan ketinggian 8 lantai perlu menggunakan sistem ganda (*Shear Wall*), Dinding Geser dapat meningkatkan kekakuan lateral struktur, sehingga

membantu mencegah keruntuhan bangunan saat terjadi bencana

DAFTAR PUSTAKA

- [1] I Putu Adi Sadu Gunawan, I Wayan Giatmajaya, & I Gede Gegiranang Wiryadi. (2021). ANALISIS DAN PEMODELAN STRUKTUR GEDUNG RUMAH SAKIT PADA WILAYAH GEMPA TINGGI.
- [2] Bagus Alam, M. A., Warsito , & Rokhmawati, A. (2022). Studi Perencanaan Struktur Gedung Muhammadiyah 1 Gresik Dengan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK). Jurnal Rekayasa Sipil | Vol. 12 No. 1 Agustus 2022.
- [3] Agustina, E., Warsito, & Suprpto, B. (2021). STUDI ALTERNATIF PERENCANAAN SHEARWALL SEBAGAI STRUKTUR PENAHAN GEMPA PADA GEDUNG RUMAH SAKIT GIGI DAN MULUT UNIVERSITAS BRAWIJAYA MALANG.
- [4] Badan Standarisasi Nasional. (2012). Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung SNI 1726-2012. Jakarta: Standari Nasional Indonesia.
- [5] Badan Standarisasi Nasional. (2013). Beban minimum untuk perancangan bangunan gedung dan struktur lain SNI 03-1727-2013. Jakarta: Standar Nasinal Indonesia.
- [6] Badan Standarisasi Nasional. (2013). Persyaratan Beton Strutural Persyaratan Beton Strutural untuk Bangunan Gedung SNI 2847-2013. Jakarta: Standar Nasional Indonesia.
- [7] Badan Standarisasi Nasional. (2019). Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung dan Penjelasan SNI 2847-2019. Jakarta: Standar Nasional Indonesia.
- [8] Badan Standarisasi Nasional. (2019). Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Nongedung SNI 1726-2019. Jakarta: Standar Nasional Indonesia.
- [9] Kementerian Pekerjaan Umum. (2010). Peta Hazard Gempa Indonesia. Jakrata: Departemen Pekerjaan Umum