

PERENCANAAN STRUKTUR RSNU BONDOWOSO

Mohammad Ghozi^{[1]*}, Muamar Dwivan^[2], Anik Budiati^[3], Ubaidillah Zuhdi^[4], Hendro Sutowijoyo^[5]

^{[1], [2], [3]}Universitas Bhayangkara Surabaya, Indonesia

^[4]Universitas Nahdlatul Ulama Surabaya, Indonesia

^[5]Universitas Narotama Surabaya, Indonesia

e-mail: ^{[1]*}mghozi@ubhara.ac.id, ^[2]muamardwivan@gmail.com, ^[3]anikbudiati2013@ubhara.ac.id,

^[4]ubaidillah.zuhdi@unusa.ac.id, ^[5]hendro.sutowijoyo@narotama.ac.id

Diterima: 27 Oktober ; Direvisi: 6 November ; Diterbitkan: 18 November

ABSTRACT

Abstract: This hospital building is planned to be built in the city of Bondowoso. The building structure was designed using the Special Moment Resisting Frame Structure (SRPMK) system based on the Procedure for Calculating Concrete Structures for Buildings (SNI 2847:2019). Earthquake load analysis uses the response spectrum method based on the Procedure for Earthquake Resistance Planning for Building and Non-Building Structures (1726:2019). The aim of using this concept is that if a strong earthquake occurs which causes the formation of plastic joints in structural elements, it is hoped that this will occur in the beam. The foundation design has accommodated the possibility of liquefaction. The results of the calculations that have been carried out show that the structure of the NU Bondowoso Hospital Building is analytically safe.

Keywords: Moment Resisting Frame System, Concrete Structure, Earthquake, SNI 1726-2012, SNI 2847:2019, SNI 8460:2017

ABSTRAK

Gedung rumah sakit ini direncanakan dibangun di kota Bondowoso. Struktur gedung didesain menggunakan sistem Struktur Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) berdasarkan Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung (SNI 2847:2019). Analisis beban gempa menggunakan metode spektrum respon berdasarkan Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung (1726:2019). Adapun penggunaan konsep ini bertujuan agar apabila terjadi gempa kuat yang menyebabkan terbentuknya sendi plastis pada elemen struktur diharapkan dapat terjadi pada balok. Pada disain pondasi telah diakomodasi kemungkinan terjadinya likuifaksi. Dari hasil perhitungan yang telah dilakukan menunjukkan bahwa struktur Gedung Rumah Sakit NU Bondowoso ini aman secara analisis.

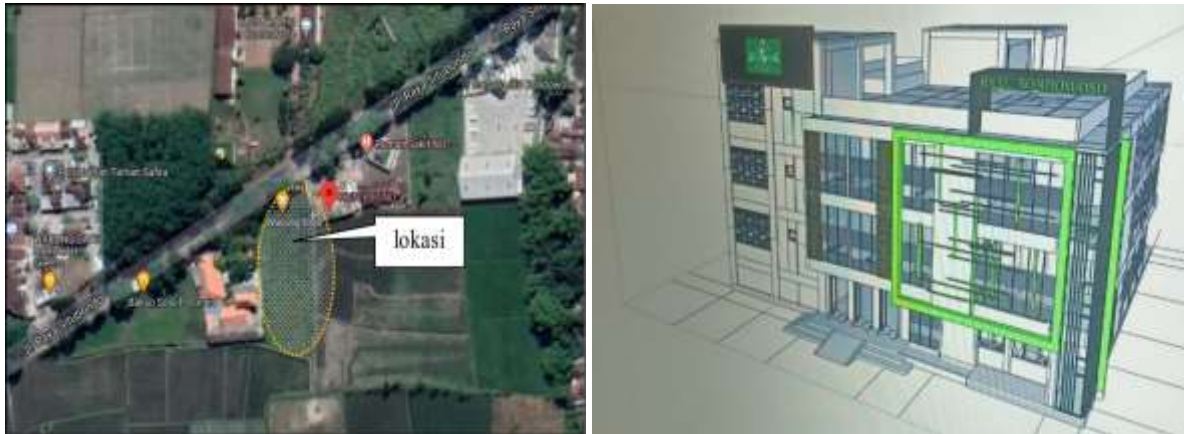
Kata kunci : Sistem Rangka Pemikul Momen, Struktur Beton, Gempa, SNI 1726-2012, SNI 2847:2019, SNI 8460:2017

1. Pendahuluan

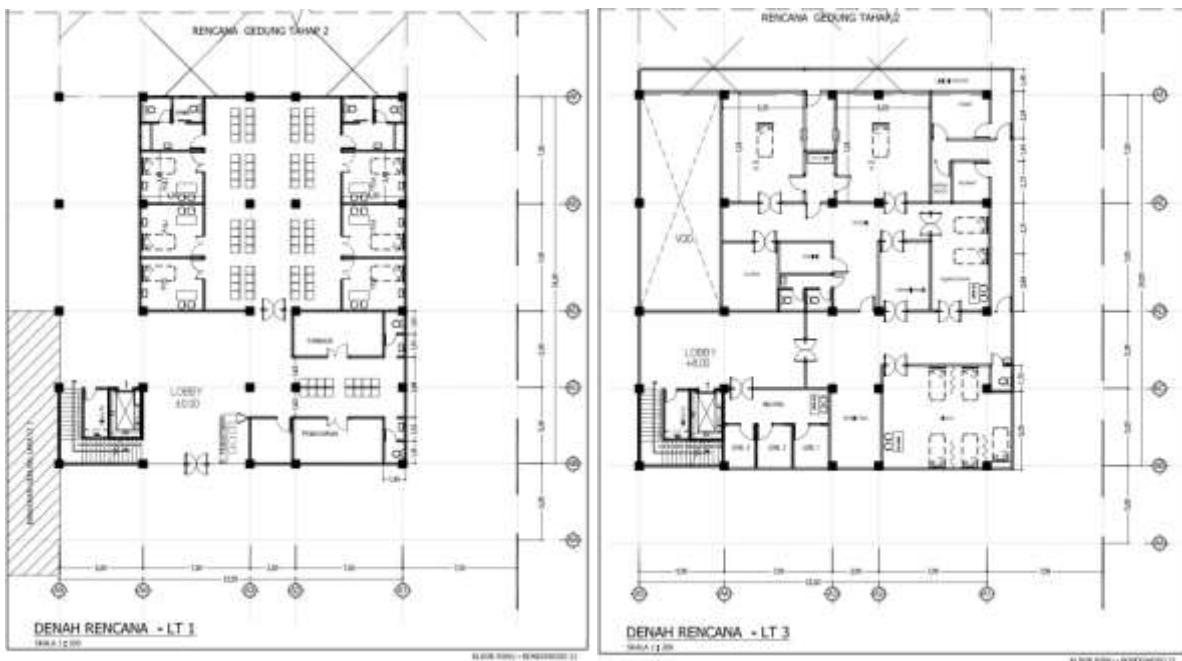
Disain ini adalah kelanjutan dari Pengabdian pada Masyarakat dengan topik Perencanaan Struktur Baja Gedung Parkir Motor Unusa Jemursari, Perencanaan Pondasi Genset 250kva RSI Ahmad Yani Surabaya ((Ghozi & Budiati, 2022);(Ghozi & Budiati, 2023)). Dan juga PkM ini adalah kelanjutan dari penelitian tentang perencanaan jembatan Unusa Kampus C (PAMUNGKAS et al., 2024), Optimasi Penampang Gedung Perpustakaan Unesa Menggunakan Metode Harmony Search (Budiarto & Ghozi, 2019), Program Aplikasi FEM Untuk Analisis Struktur Rangka Baja 2D (Eka Wati & Ghozi, 2023), Optimization system for Indonesian steel structure using genetic algorithm (Ghozi & Budiati, 2016), Performance Of 2D Frame Optimization Considering The Sequence Of Column Failure Mechanism Using GA-SAP2000 (Ghozi et al., 2011), (Suprobo et al., 2013) Design E.R. Building At CT Arsa Palu Hospital With Liquefaction Potential.

Gedung rumah sakit yang didisain di kota Bondowoso, Jawa Timur, harus memenuhi syarat yang ditetapkan oleh pemerintah dan kementerian terkait. Ketentuan yang harus dipenuhi adalah SNI 1726:2019 (Badan Standardisasi Nasional, 2019a), SNI 1727:2020, SNI 2847:2019 (Badan Standardisasi Nasional, 2019b) dan Permenkes RI Nomor 40 Tahun 2022 . Untuk itu dibutuhkan keseluruhan perencanaan yang memadai. Sehingga pada akhir artikel ini akan didapatkan struktur gedung dan pondasi yang memenuhi SNI 1726:2019, 1727:2020, SNI 2847:2019, SNI SNI 8460:2017 dan Permenkes RI Nomor 40 Tahun 2022.

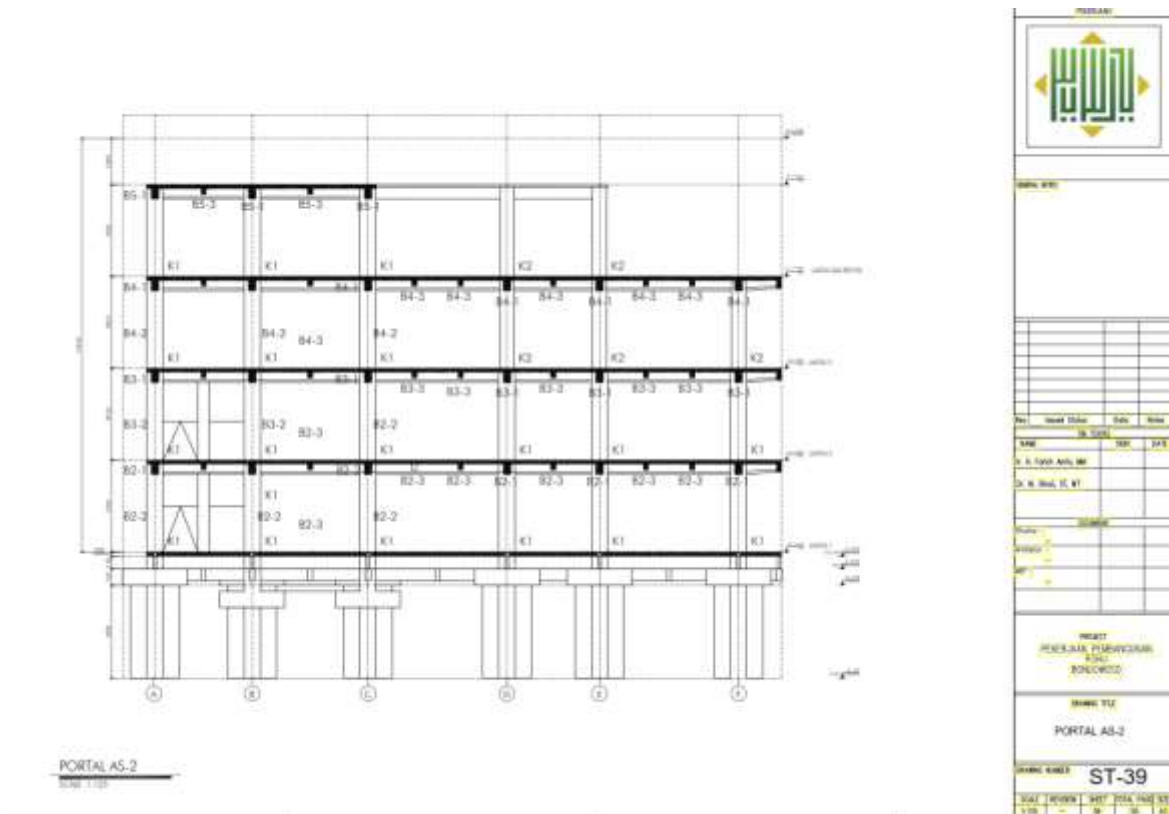
Syarat yang harus dipenuhi adalah Perencanaan Beban sesuai SNI 1727:2020 yaitu Ruang pasien = $1,92 \text{ KN/M}^2 = 192 \text{ Kg/m}^2$, Ruang Operasi / Lab = $2,87 \text{ KN/M}^2 = 287 \text{ Kg/m}^2$, dan Ruang Koridor lantai dua = $3,83 \text{ KN/m}^2 = 383 \text{ Kg/M}^2$. Perencanaan Gempa Sesuai SNI 1726:2019 Tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan Gedung dan nongedung. Kolom lantai 1 & 2 menggunakan dimensi $70 \times 70 \text{ cm}$, FC' 30MPa, Kolom Lantai 3 & 4 $60 \times 60 \text{ cm}$, FC' 30MPa, Balok B1 bentang 7 M $35/60 \text{ cm}$, FC' 30MPa, Pelat Beton bertulang, FC' 30MPa. Program Bantu SAP2000 dioperasikan dengan mengacu Buku ajar Program Aplikasi Analisa Struktur (Ghozi & Budiati, 2024). Kombinasi beban Sesuai SNI 1729-2019, 1) $1,4D$, 2) $1,2 D + 1,6 L + 0,5 (L_r \text{ atau } R)$ 3) $1,2 D + 1,6 (L_r \text{ atau } R) + 0,5 W (L \text{ atau } 0,5W)$, 4) $1,2 D + 1,0 W + L + 0,5 (L_r \text{ atau } R)$, 5) $0,9 D + 1,0 W$, 6) $1,2 D + E_v + E_h + 0,5 L$; (Karena $L < 4,78 \text{ kN/m}^2$), 6) $0,9 D - E_v + E_h$. Kategori resiko = IV, maka didapatkan Faktor Keutamaan gempa $I_e = 1,5$ (Sesuai Tabel 3 & 4, SNI 1726:2019)



Gambar 1. Lokasi dan tampak Gedung RS NU Bondowoso.



Gambar 2. Denah RS NU Bondowoso



Gambar 3. Potongan Melintang



Gambar 4. Peninjauan lokasi

2. Teori

2.1 Beton Bertulang

Balok beton bertulang harus memenuhi persyaratan SNI 2847:2019 yaitu

$$\beta_1 = 0,85 \dots (\text{untuk } f_c' \leq 30 \text{ Mpa})$$

$$\rho_{\text{balance}} = \frac{0,85 \times \beta_1 \times f_c'}{f_y} \times \frac{600}{600 + f_y}$$

$$\rho_{\text{max}} = 0,75 \times \rho_{\text{balance}} = 0,4962$$

$$\rho \text{ min} = \frac{1,4}{f_y}$$

Dan akan didapatkan :

$$R_n = \frac{m l x}{b \cdot d^2}$$
$$m = \frac{F_y}{0,85 F_{cr}}$$
$$\rho = \frac{1}{m} \left[1 - \sqrt{\frac{2 R_n m}{F_y}} \right]$$

Kolom bertulang harus memenuhi persyaratan SNI 2847:2019 yaitu

$$\rho \text{ max} = 0,75 \times \rho \text{ balance}$$

$$\rho \text{ min} = \frac{1,4}{f_y}$$

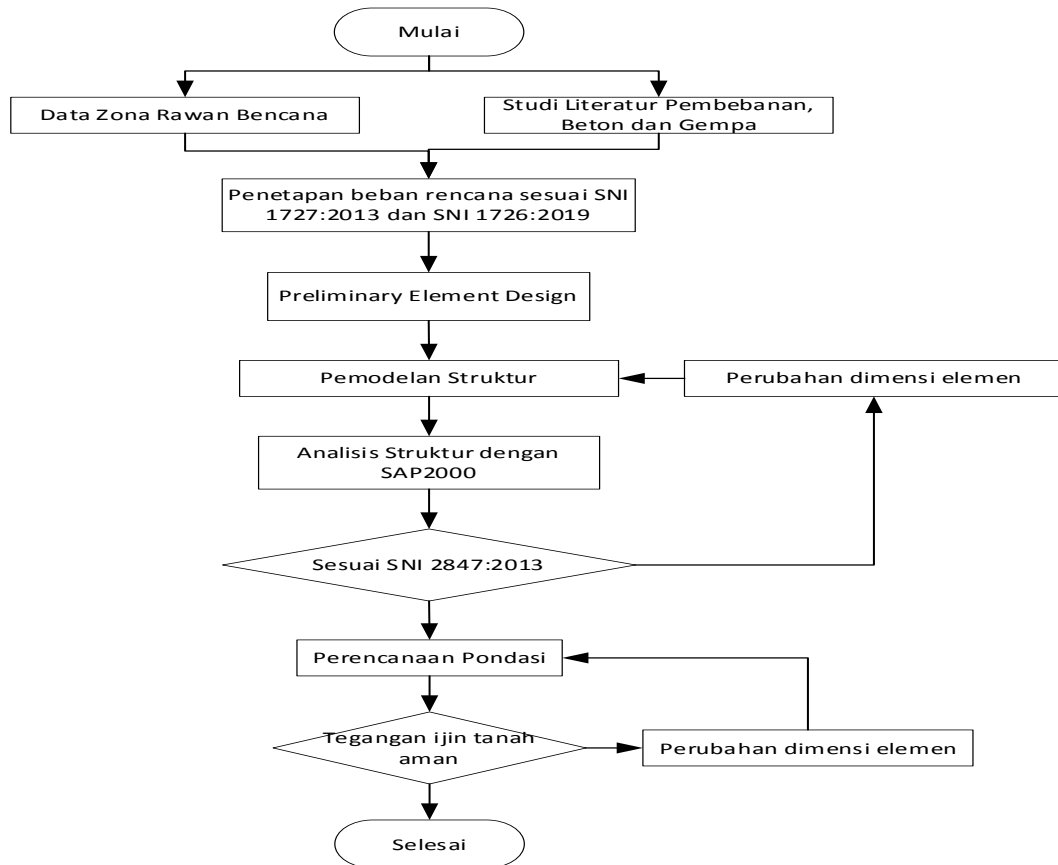
2.2 Perancangan Pondasi Tiang.

Perancangan fondasi tiang (BSN, 2017, 9.4.4) harus meliputi analisis sebagai berikut (Badan Standardisasi Nasional, 2017):

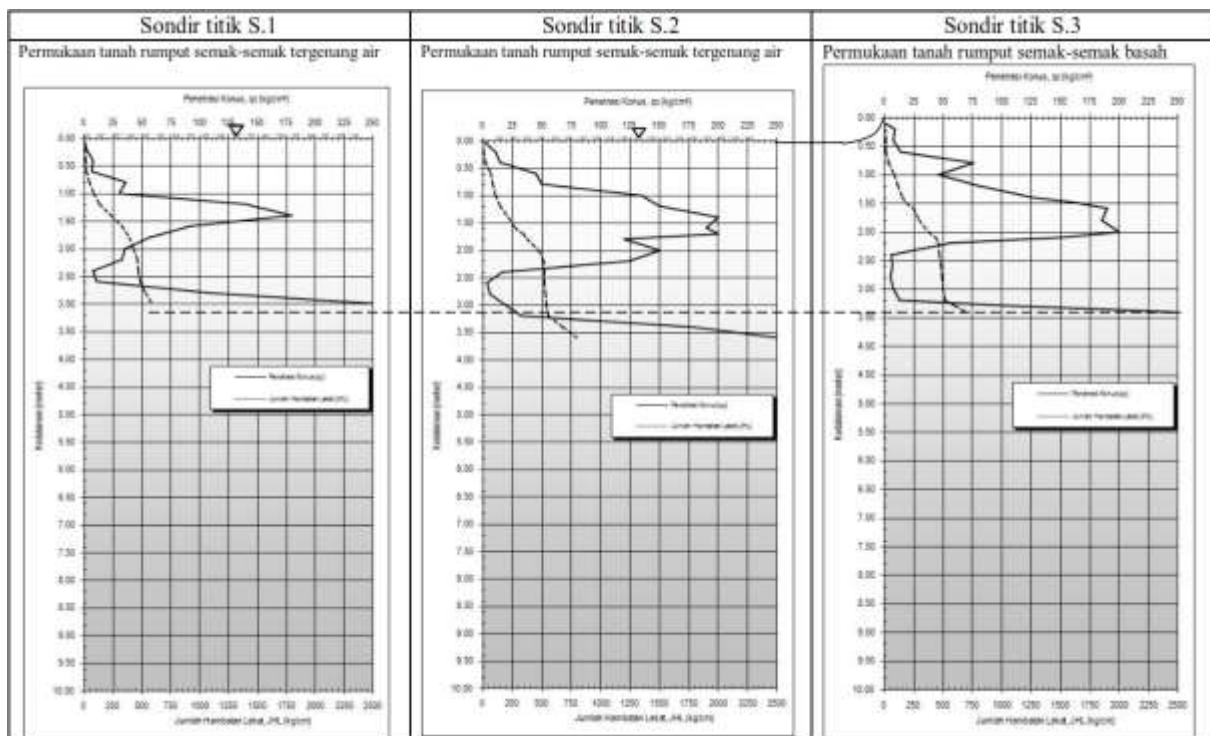
- Sesuai SNI 8460:2017 Pasal 9.4.1,
- Daya dukung tiang fondasi tunggal dan kelompok tiang,
- Efek kelompok tiang fondasi,
- Pengaruh *negative skin friction*,
- Distribusi beban pada masing-masing tiang fondasi,
- Pengaruh beban lateral pada kepala tiang fondasi,
- Analisis detail kelompok tiang terhadap kombinasi beban aksial, lateral, dan momen dengan kombinasi statik dan dinamik,
- Penurunan total dan beda penurunan,
- Penetapan konstanta pegas aksial sistem fondasi rencana,
- Analisis kepala tiang (*pile cap*),
- Perhitungan balok penghubung (*sloof/tie beam*) dan khususnya kekuatan *tie beam* terhadap beda penurunan,
- Pengaruh pengangkatan oleh tekanan hidrostatik atau gaya cabut oleh pengaruh gempa,
- Rencana uji pembebanan yang akan dilakukan,
- Sambungan tiang fondasi kecuali dengan sistem yang telah melalui serangkaian pengujian,
- Kapasitas fondasi yang harus dibuat lebih kuat dari kolom dasar dan atau dinding geser,
- Langkah-langkah pengaman tiang fondasi pada keadaan “satu kolom satu tiang fondasi” dan “satu kolom dua tiang fondasi”.

3. Metode Perencanaan

Perencanaan didasarkan pada metode yang dapat dilihat dalam Gambar 5. Yaitu dimulai dari studi literatur, penetapan beban, preliminary disain, pemodelan struktur, analisis struktur dan perencanaan pondasi. Perencanaan pondasi didasarkan pada hasil penyelidikan tanah seperti yang terlihat pada Gambar 6.



Gambar 5. Diagram Alir perencanaan



Gambar 6. Hasil Boring dan tes SPT (Lab Mektan ITN, 2022)

4. Hasil dan Pembahasan

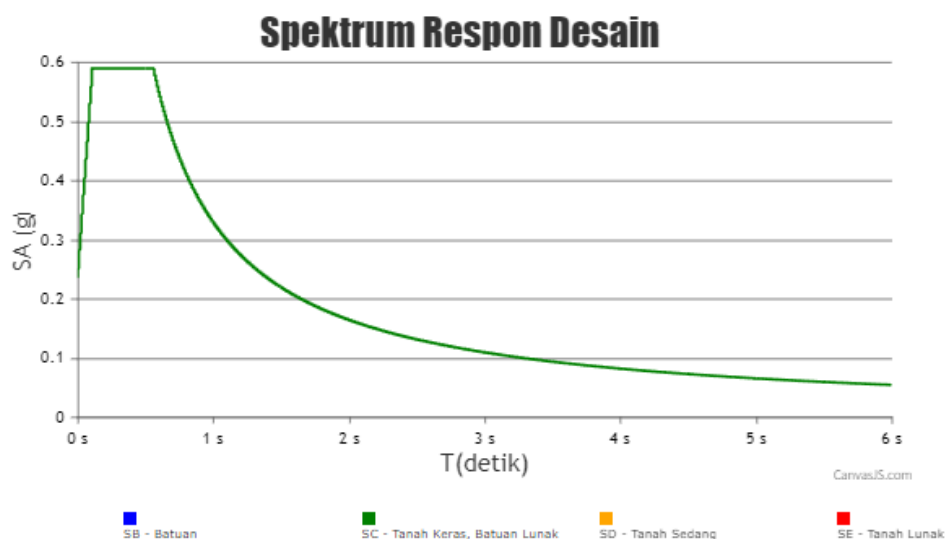
Pembebanan didasarkan pada SNI pembebanan khusus untuk rumah sakit dan dimodelkan seperti yang terlihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Disain beban

4.2 Beban Gempa Statis

Dari Aplikasi Spektrum Respon Desain Indonesia 2021 dengan laman <https://rsa.ciptakarya.pu.go.id/2021/> pada koordinat Lintang -7.90033620950232, Bujur 113.86929519474506 Kota Bondowoso, sesuai SNI 1726:2019 didapatkan :



Gambar 8. Gambar Disain Respons Spektrum

$$Cs \text{ max} = \begin{cases} T < TL & SD1/(T.R/I) \\ T > TL & SD1.TL/(T.T.R/I) \end{cases}$$

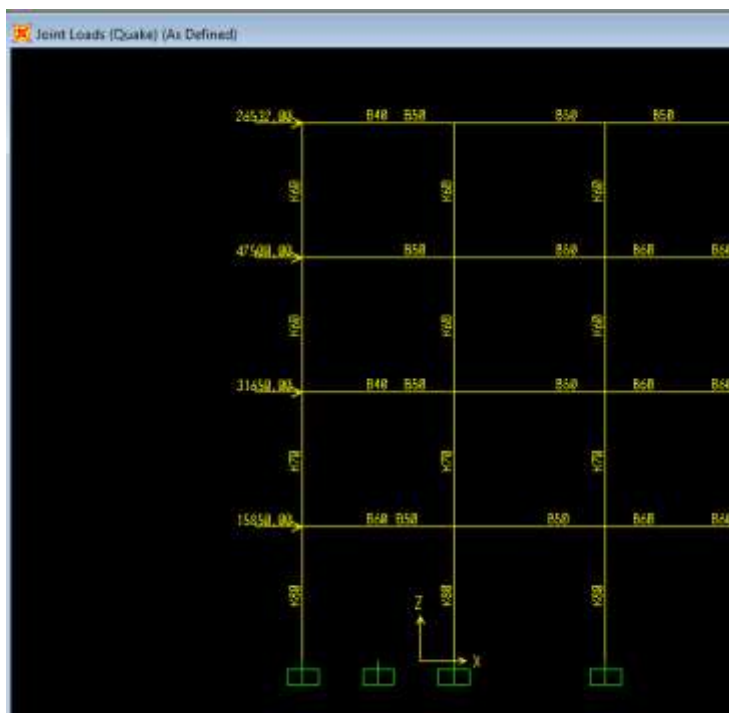
$$Cs = Sds/(R/I) = 0,05025 \quad R=8, \quad I=1,5 \quad sds=0,603$$

$$Cs \text{ Min} = 0,044 \cdot SDS \cdot I \cdot > 0,01$$

L	P	Weight	FX	
24,5	24	0,408	239,9	ton
24,5	24	0,2	117,6	ton
			357,5	

	H1 (M)	H1K	W1 (ton)	A=W1 x H1K	A x Cs	Ton per portal arah x (Ton)	per portal arah Y (Ton)
atap	16	17,6	150	2640	132,66	26,53	8,80
4	12	13,2	358	4725,6	237,4614	47,49	15,85
3	8	8,8	358	3150,4	158,3076	31,66	10,55
2	4	4,4	358	1575,2	79,1538	15,83	5,30
			1224				

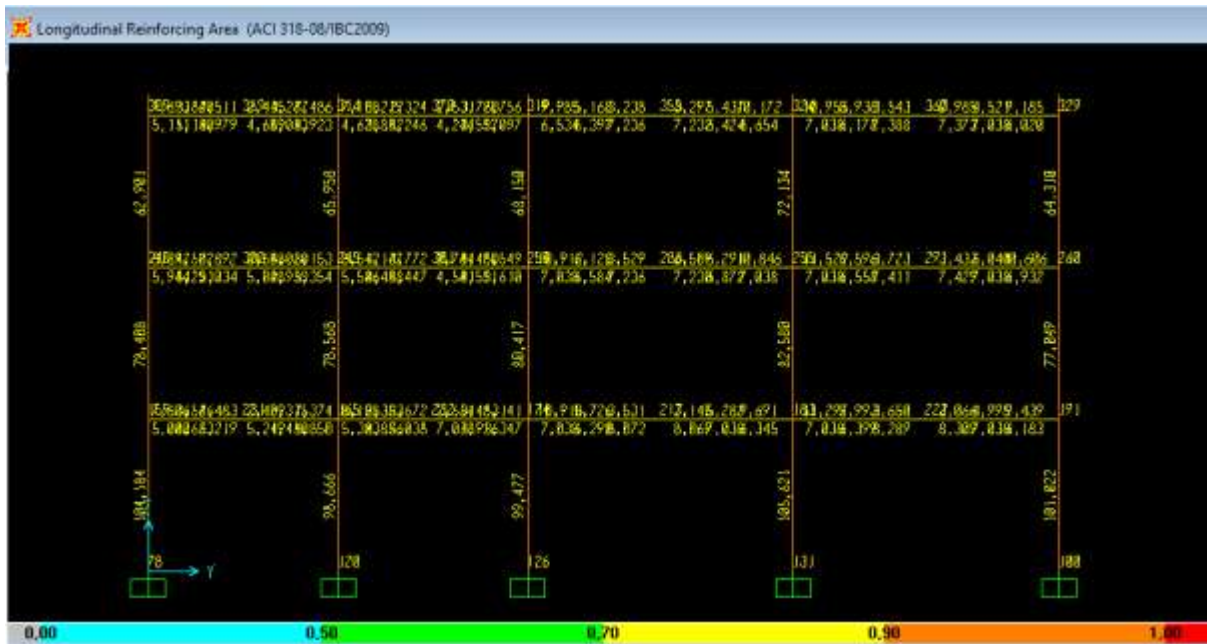
Dari Timur tiap Portal



Gambar 9. *Beban Gempa Portal melintang*

4.3 Perencanaan Balok

Bidang Momen dan geser hasil analisis struktur dapat dilihat di bawah ini.



Gambar 10. Bidang Momen (satuan KN,M)

Diambil Momen Tumpuan terbesar membutuhkan luas tulangan lentur sebesar :

A butuh = 24,68 cm²

Tulangan yang digunakan adalah D22 maka dibutuhkan sebanyak :

$\text{Rho min} = 1,4/f_y = 1,4/390 = 0,359$

$\text{Amin} = 0,359 * 35 * 60 = 7,54 \text{ cm}^2 \gg \gg 6\text{D}22 (\text{As} = 26,81 \text{ cm}^2)$

Diambil Momen Lapangan terbesar membutuhkan luas tulangan lentur sebesar :

A butuh = 11,59 cm²

Tulangan yang digunakan adalah D22 maka dibutuhkan sebanyak :

$\text{Rho min} = 1,4/f_y = 1,4/390 = 0,359$

$\text{Amin} = 0,359 * 35 * 60 = 7,54 \text{ cm}^2 \gg \gg 4\text{D}22 (\text{As} = 15,21 \text{ cm}^2)$

Tulangan Minimum = 7,54 >> 2D22 (As=7,61cm²)

Gaya geser maksimal Elemen 276) adalah $V_u = 42272 \text{ Kg}$ (elemen nomor 276, Balok 35/60)

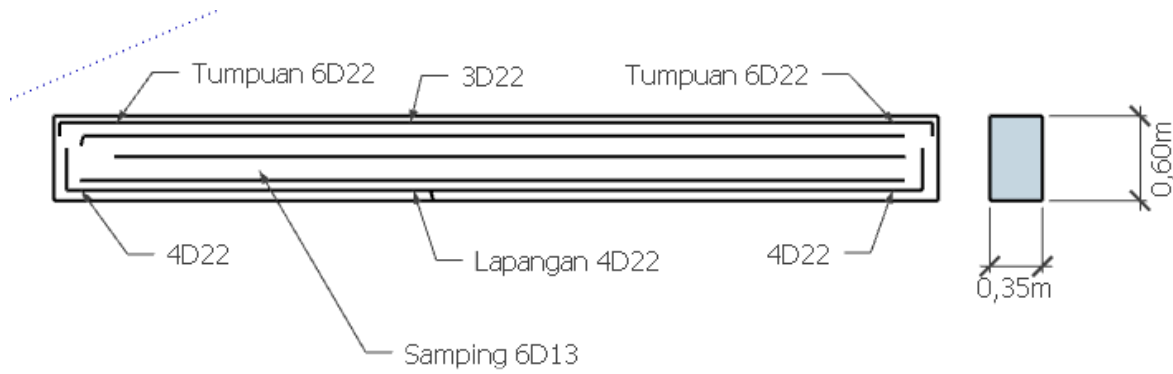
$A_v = 0,288 \text{ cm}^2/\text{cm}$

Tiap 10 cm balok dibutuhkan 2,88 cm

Digunakan tulangan geser D10 >> $A_v \text{ tul} = 2 \times 0,7854 * 1,0 * 1,0 = 1,57 \text{ cm}^2 \text{ ok}$

Jadi : Begel D10-100 mm di daerah tumpuan

: Begel D10-150 mm di daerah lapangan



Gambar 11. Detil Penulangan Balok Induk

Tabel 1. Tabel penulangan Balok

Balok 60/30		Tumpuan			Lapangan		
		CM2	PAKAI	<u>n D19</u>	CM2	PAKAI	<u>n D19</u>
Atap	Atas	10,40	10,4	<u>4,0</u>	3,5	7,5	<u>3,0</u>
	Bawah	6,53	7,5	<u>3,0</u>	9,23	9,2	<u>4,0</u>
Lantai 4	Atas	24,68	22,3	<u>9,0</u>	2,1	7,5	<u>3,0</u>
	Bawah	12,10	12,1	<u>5,0</u>	12,1	12,1	<u>5,0</u>
Lantai 3	Atas	26,65	26,7	<u>10,0</u>	2,41	7,5	<u>3,0</u>
	Bawah	14,59	14,6	<u>6,0</u>	14,59	14,6	<u>6,0</u>
Lantai 2	Atas	17,90	17,9	<u>7,0</u>	2,8	7,5	<u>3,0</u>
	Bawah	9,00	9,0	<u>4,0</u>	14,59	14,6	<u>6,0</u>
Ramp	Atas	7,10	7,5	<u>3,0</u>	2,8	7,5	<u>3,0</u>
	Bawah	5,10	7,5	<u>3,0</u>	14,59	14,6	<u>6,0</u>
Konsol	Atas	7,10	7,1	<u>3,0</u>		2,0	2,0
	Bawah	4,50	6,5	<u>3,0</u>		2,0	<u>2,0</u>

4.4 KOLOM

Gaya Aksial Kolom akibat beban kombinasi UDCON 3 dan UDCON 4 (beban gempa timur-barat berbalik arah) menghasilkan gaya dalam yang dihitung dan selanjutnya digambarkan luas tulangan yang dibutuhkan seperti yang terlihat pada Gambar 12, Tabel 2 dan Tabel 3.



Gambar 12. Luas Tulangan longitudinal yang dibutuhkan

Tabel 2. Luas Tulangan yang dipasang

Lantai	Kolom cm		Frame #	cm ²	D (mm)	n	A (mm ²)	Rho
1	70	70	233	64,00	19	24	68,05	1,1%
2	70	70	362	64,00	19	24	68,05	1,4%
3	60	60	491	49,00	19	20	56,71	1,6%
4	60	60	620	49,00	19	16	45,36	1,3%

Tulangan Senggang Kolom

Tabel 3. Luas Tulangan Begel kolom yang dipasang

Lantai	cm	cm	Av (cm ² /cm)	d begel	Av begel	S butuh (cm)	Jarak pasang	Confinement
1	80	80	0,071	12	0,7854	11,1	10,00	6 x D13-400mm
2	70	70	0,066	10	0,7854	11,9	10,00	4 x D13-400mm
3	60	60	0,054	10	0,7854	14,5	12,50	---
4	60	60	0,054	10	0,7854	14,5	12,50	----

4.5 Pondasi dan Pile Cap

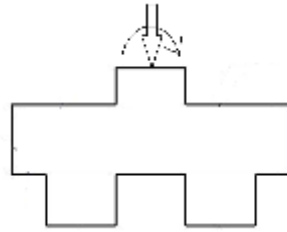
Reaksi kolom Hasil dari SAP2000 yaitu dari Kombinasi beban : Beban Kerja (DL x 1 + LL x 1 + Gempa x 1) :

$P = 273,19 \text{ Ton}$

$M_x = 14070 \text{ kg-cm} = 137,98 \text{ kN-M}$

$M_y = 65858 \text{ Kg-cm} = 645,85 \text{ kN-M}$

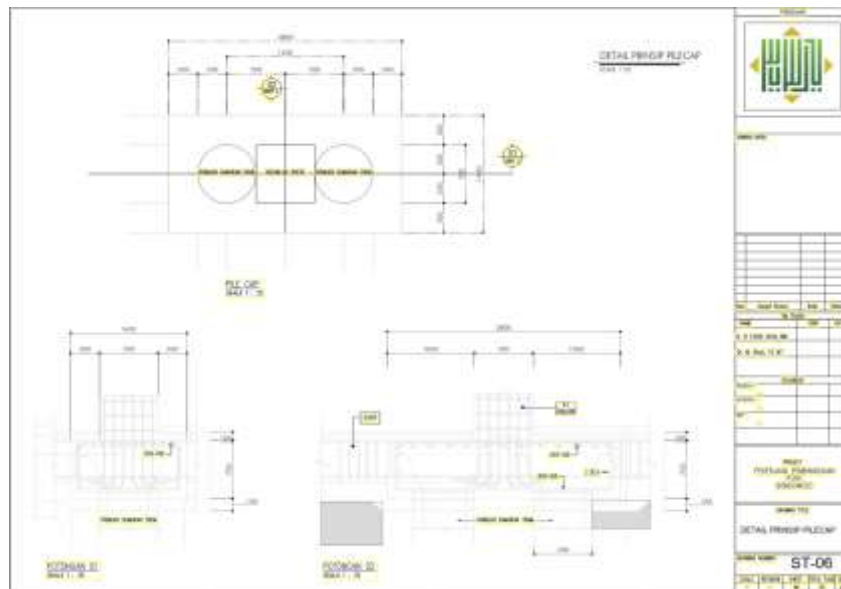
Model Pembebanan Pile Cap dan tiang Pancang :



Gambar 13. Model Pembebanan Pile Cap

4.6 Perhitungan dimensi tiang pancang

Didapatkan reaksi pada satu Tiang Pancang yang terbesar yaitu $P_{TP}=71428 \text{ Kg} = 71,428 \text{ Ton}$. Dari hasil sondir didapat tanah keras di kedalaman -4 meter dengan tegangan akhir conus adalah 250 kg/cm^2 . Hasil perhitungan Digambar dan ditampilkan dalam Gambar 14. Hasil seluruh pekerjaan dapat dilihat pada Gambar 15.



Gambar 14. Detil Pile Cap



Gambar 15. Hasil Pekerjaan Bulan Nopember 2023.

5. SIMPULAN

Telah dilaksanakan perencanaan struktur gedung RS NU Bondowoso yaitu kolom 70/70 pada lantai 1 & 2, Kolom 60/60 pada lantai 3 & 4, balok Induk 35/70 dan Balok anak 25/40. Pondasi yang dipilih adalah 2 borpile diameter 70cm tiap pilecap. Pile cap yang didapatkan adalah berukuran 80x80x200cm. Secara keseluruhan hasil disain struktur aman sesuai SNI 1726-2012 Beton, SNI 2847:2019 Gempa, SNI 1727:2020 Beban, SNI 8460:2017 Geotek.

SAMPAIAN TERIMA KASIH

Terima kasih disampaikan pada Tim Perencana Yarsis, dan Dekanat FT Ubhara Surabaya dengan agenda Pengabdian Masyarakat Mandiri berdasar Surat Tugas Dekan FT Nomor TUG/ 11.A /FTK/08/2021.

REFERENSI

- Kementerian PUPR, 2023, <https://rsa.ciptakarya.pu.go.id/2021/> koordinat -0.898724, 119.858745 kota Bondowoso, diakses 01 Desember 2021.
- Laboratorium Mekanika Tanah ITN, 2022, Laporan Akhir Penyelidikan Tanah Proyek Pembangunan RSNU Bondowoso, 2022.
- Permenkes Nomor 40 Tahun 2022, Persyaratan Teknis Bangunan, Prasarana, Dan Peralatan Kesehatan Rumah Sakit.
- Badan Standardisasi Nasional. (2017). SNI-8460-2017 Persyaratan perancangan geoteknik. *BSN*. www.bsn.go.id
- Badan Standardisasi Nasional. (2019a). SNI 1726:2019 Tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan nongedung. *BSN*. www.bsn.go.id
- Badan Standardisasi Nasional. (2019b). *SNI-2847-2019-Persyaratan-Beton-Struktural-Untuk-Bangunan-Gedung*.
- Budiarto, D. W., & Ghazi, M. (2019). Optimasi Penampang Gedung Perpustakaan Unesa Dengan Struktur Baja Menggunakan Metode Harmony Search Dan SAP2000 Berdasarkan SNI 1729-2015. *Eprints.Ubhara.Ac.Id*. <http://eprints.ubhara.ac.id/592/1/TA%20DANANG%20WISNU%201514211022.pdf>
- Eka Wati, D., & Ghazi, M. (2023). Program Aplikasi FEM Untuk Analisis Struktur Rangka Baja 2D. *INTER TECH*, 1(1), 1–8. <https://doi.org/10.54732/i.v1i1.1007>
- Ghazi, M., & Budiati, A. (2016). Optimization system for Indonesian steel structure using genetic algorithm and SNI 1726-2012. *International Journal of Applied Engineering Research*, 11(14). <https://www.ripublication.com/Volume/ijaerv11n14.htm>
- Ghazi, M., & Budiati, A. (2022). *Perencanaan Struktur Baja Gedung Parkir Motor Unusa Jemursari Sesuai SNI (2874-2013-2019)*. http://ejournal.lppm.ubhara.id/index.php/jurnal_abdi/article/view/256/252
- Ghazi, M., & Budiati, A. (2023). Perencanaan Pondasi Genset 250KVA RSI Ahmad Yani Surabaya. *Abdimas Ubhara Surabaya*. <http://ejournal.lppm.ubhara.id>
- Ghazi, M., & Budiati, A. (2024). *Buku Ajar Program Aplikasi Analisis Struktur* (F. Ayunindya, Ed.; 1st ed., Vol. 1). PT. Jeef Legal Corpora.
- Ghazi, M., Pujo, A., & Suprobo, P. (2011). *Performance Of 2D Frame Optimization Considering The Sequence Of Column Failure Mechanism Using GA-SAP2000*. 1(3). www.savap.org.pk/www.journals.savap.org.pk
- Pamungkas, S., Oktaviansyah, R., Ghazi, M., Budiati, A., & Zuhdi, U. (2024). Perencanaan Jembatan Kampus C Unusa. *SEMERU*, 1(1), 53–62. <https://doi.org/https://doi.org/10.55499/semeru.v1i01.1108>
- Suprobo, P., Aji, P., & Ghazi, M. (2013). Repaired chromosome in genetic algorithm for steel structure optimization. *Proceedings of the 13th East Asia-Pacific Conference on Structural Engineering and Construction, EASEC 2013*.