

STUDI ALTERNATIF PERENCANAAN GEDUNG BERTINGKAT DENGAN METODE SISTEM GANDA (*DUAL SYSTEM*) PADA GEDUNG REHABILITASI MEDIK TERPADU DAN MANAJEMEN RUMAH SAKIT SAIFUL ANWAR KOTA MALANG

Dian Rahmatulloh¹, Warsito², Bambang Suprpto³

¹Mahasiswa Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Malang
e-mail : dianrahmat24@gmail.com

²Dosen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Malang
e-mail : warsito@gmail.com

³Dosen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Malang
e-mail : bambang.suprpto@gmail.com

ABSTRACT

Generally, earthquake-resistant buildings can consist of a moment-resisting frame (MRF), shear walls, or a combination of both systems. The combination of these two systems is commonly referred to as a dual system. Among these systems, shear walls bear 75% of the load, while the MRF will bear 25%. The Rehabilitation and Management Building of RSSA is planned using a combination of MRF and shear walls. This redesign alternative is expected to enable the structural elements of the building to function optimally in minimizing the repetitive seismic forces while also resulting in a stable and strong structure. The planning of this building is based on SNI 1726:2019 and SNI 2847:2019. The software used for this final project includes ETABS v.18 for structural modeling, spColumn, and AutoCAD 2021 for technical drawings. Load analysis includes dead loads, live loads, and seismic loads. The results of the structural analysis show the design earthquake with an orthogonal two-way combination in the X and Y directions of $V_x = 4225.460$ kN and $V_y = 4485.520$ kN. The floor slab has a thickness of 120 mm, using main reinforcement of $\phi 10$ –125 mm and distribution reinforcement of $\phi 10$ –150 mm. The main beam B1 has dimensions of 500 × 700 mm, with top support reinforcement of 6 D22, bottom reinforcement of 3 D22, stirrups of 2 $\phi 10$ –75, and top field reinforcement of 3 D22, bottom reinforcement of 6 D22, stirrups of 2 $\phi 10$ –125. The secondary beam B2 has dimensions of 400 × 600 mm, with top support reinforcement of 5 D19, bottom reinforcement of 3 D19 with stirrups of 2 $\phi 10$ –125, and top field reinforcement of 3 D19, bottom reinforcement of 5 D19, stirrups of 2 $\phi 10$ –200. Column K1 has dimensions of 900 × 900 mm, with main reinforcement of 24 D22 and support stirrups of 4 $\phi 19$ –75 and field stirrups of 4 $\phi 19$ –125. The shear wall is 350 mm thick with a total main reinforcement of 48 D22 and stirrups of 2 $\phi 16$ –250 mm.

Keywords: *Building Design, Dual System, Earthquake, MRF, Shear Wal*

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pembangunan Gedung Rehabilitasi Medik dan Manajemen Rumah Sakit Saiful Anwar kota Malang berfungsi sebagai gedung pelayanan dengan 7 lantai struktur dan tinggi gedung 28 m, dimana merupakan wilayah dengan resiko gempa kuat, sehingga diperlukan perencanaan struktur yang mampu menerima beban gempa resiko tinggi. Oleh karena itu, bangunan harus didesain dengan secara khusus

berkaitan dengan fenomena gempa yaitu dengan konsep capacity design. Sehingga pada struktur akan terbentuk sendi plastis yang menyebabkan terjadinya mekanisme kkeruntuhan plastis atau yang biasa disebut dalam istilah *Strong Column Weak Beam*. (Septian, 2022).

Menurut SNI 1726-2019, filosofi dasar dari perencanaan struktur bangunan tahan gempa adalah terdapatnya komponen struktur yang diperbolehkan untuk mengalami kelelahan. Salah satu aspek penting dalam merencanakan bangunan

terhadap gempa merupakan daktilitas. Daktilitas diartikan sbagai kemampuan suatu material yang berfungsi secara plastis yang disebut deformasi tanpa fraktur. Berdasarkan masalah yang ditemukan penulis melakukan studi alternatif perencanaan Gedung Rehabilitasi Medik dan Manajemen Rumah Sakit Saiful Anwar kota Malang dengan Sistem Ganda (*Dual System*).

1.2 Rumusan Masalah

1. Berapa besaran beban direncanakan terhadap gempa pada metode sistem kombinasi ganda dengan *respons spektrum*?
2. Berapa ukuran serta penulangan pada struktur portal pada Gedung Rehabilitasi Medik dan Manajemen Rumah Sakit Saiful Anwar Kota Malang?
3. Berapa dimensi komponen dinding geser (*Shear Wall*) sebagai pengaku yang efektif pada komponen struktur pada Gedung Rehabilitasi Medik dan Manajemen Rumah Sakit Saiful Anwar Kota Malang?

1.3 Tujuan

1. Memperoleh besaran beban terhadap gaya gempa dihasilkan pada metode sistem kombinasi ganda menggunakan *respons spektrum*.
2. Memperoleh ukuran pelat lantai, balok, kolom dan pondasi pada Gedung Rehabilitasi Medik dan Manajemen Rumah Sakit Saiful Anwar Kota Malang.
3. Memperoleh dimensi ukuran komponen dinding pengaku struktur (*Shear Wall*) pada Gedung Rehabilitasi Medik dan Manajemen Rumah Sakit Saiful Anwar Kota Malang.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Sistem Ganda

Metode sistem kombinasi atau ganda (*Dual System*) merupakan gabungan metode struktur dengan kombiasi rangka yang menopang keseluruhan beban akibat gempa dan beban gaya lateral berupa dinding struktural atau rangka sistem pengaku dengan rangka pemikul momen. (SNI 1726:2019).

2.2 Pengertian SPRMK

Merupakan sistem penopang beban lateral juga aksial, dan momen yang disebabkan oleh gempa mampu dipikul dengan sebuah sistem yang disebut sistem rangka pemikul momen. karena komponen pada elemen dan sambungan ditujukan menopang gaya yang diterima. Sistem rangka memegang tingkat daktilitas penuh pada sistem yang digunakan pada wilayah tingkat resiko gempa relatif tinggi, prinsip pada sistem rangka yaitu *Strong Column Weak Beam*, mampu terhadap geser serta pendetailan yang khusus, sistem rangka memiliki keuntungan yaitu dari pemodelannya relatif sederhana serta mempunyai kekurangan yaitu komponen yang mendetail (Prihatmoko W, 2012).

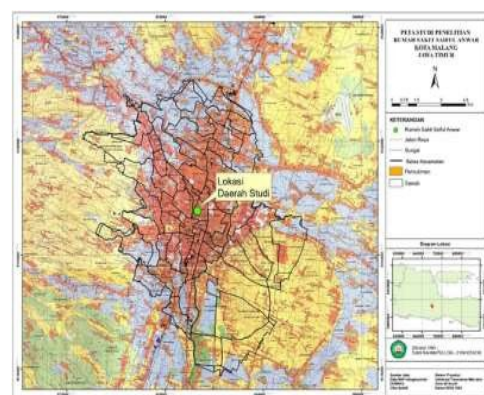
2.3 Pengertian Dinding Geser

Dinding struktural khusus merupakan komponen struktur campuran beton serta penulangan memenuhi mutu yang ditentukan serta difungsikan untuk menopang gaya horizontal terhadap gedung yang disebabkan terhadap beban tertentu, struktur dengan komponen pengaku ini lebih baik dan proporsional sehingga membantu meningkatkan kekakuan struktur dalam menerima gaya yang disebabkan. (S. Septian & Sanjaya, 2014).

3. METODE PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian

Penelitian ini bertempat di Rumah Sakit Saiful Anwar, Kecamatan Klojen, Kota Malang, Jawa Timur.



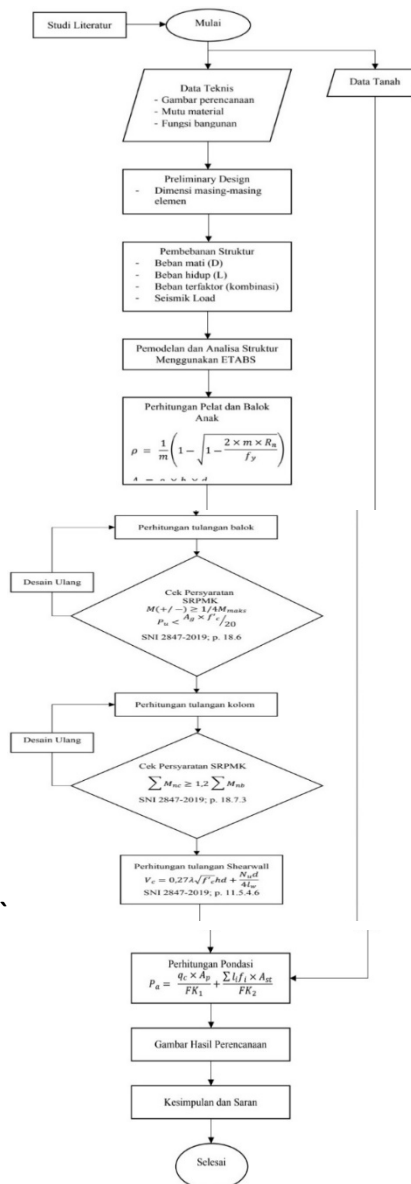
Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

3.2 Pengumpulan Data

Data teknis didapatkan dengan cara penelitian langsung di lokasi pembangunan serta penganbilen berkas pada bagian Diklit Rumah sakit. Berkas teknis ini meliputi hasil dokumentasi, DED, surat izin penelitian dan keterangan lainnya seperti :

- Teknis perencanaan gedung
- Teknis gambar struktur
- Teknis mutu material
- Teknis tanah (Sondir atau SPT)

3.3 Diagram Alir Penelitian



Gambar 2. Diagram Alir (Flowchart)

Sumber: Hasil penelitian

4. PEMBAHASAN DAN HASIL

4.1 Data Perencanaan

- | | |
|---------------------------|-----------------------|
| 1. Lokasi Penelitian | : Kota Malang |
| 2. Fungsi Bangunan Gedung | : Fasilitas Pelayanan |
| 3. Komponen Struktural | : Beton Bertulang |
| 4. Metode Struktur | : Sistem Ganda |
| 5. Tipe Tanah | : Tanah Sedang |
| 6. Total Lantai | : 7 Lantai + 1 atap |
| 7. Tinggi Bangunan | : 28,00 m |
| 8. Mutu Komponen Struktur | |
| a. Beton (f_c') | : 30 MPa |
| b. Baja Polos (f_y) | : 200 MPa |
| c. Baja Ulir (f_y) | : 400 MPa |
| 9. Ketebalan Pelat | : 120 mm |

4.2 Analisa Dinamik Terhadap Respons Spektrum

a. Kategori Terhadap Resiko dan Faktor Keutamaan yang Disebabkan oleh Gempa

Sebuah gedung harus mempunyai nilai gempa terhadap rencana pada rentan umur struktur gedung 50 tahun yaitu 2%, serta akibat gempa terhadap rencana dapat dikali menggunakan faktor keutamaan gempa didasarkan dengan fungsi bangunan. Bangunan gedung dengan fungsi terkait tergolong kedalam kategori atau level resiko IV yang memiliki nilai faktor keutamaan terhadap gempa (I_e) 1,50.

b. Klasifikasi Situs

Nilai situs lebih baik diperoleh diawal masuk dalam perumusan gaya yang dihasilkan oleh gempa dengan nilai yang didapatkan dari sondir SPT. Hasil dari sondir SPT bisa dikalkulasikan dengan perumusan di bawah ini.

$$\bar{N} = \frac{\sum_{i=1}^n d_i}{\sum_{i=1}^n d_i / N_i} \quad \dots \text{SNI 1726 (2019:20)}$$

Hasil dari perhitungan menggunakan perumusan tersebut mencapai kedalamannya hingga 30 m dan nilai hasil dari tes standarisasi ($\bar{N}$) yang didapat senilai 22,50. Didapatkan pada penabelan klasifikasi nilai situs dari SNI 1726-2019, dengan nilai $\bar{N}$ diperkirakan antara 15-

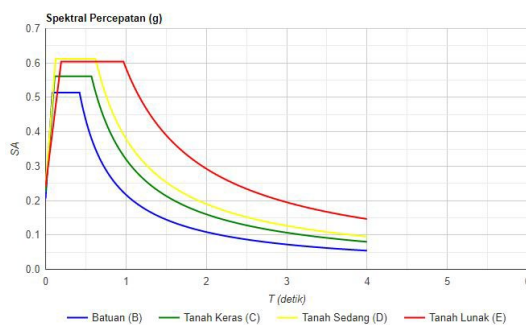
50.

c. Kategori Desain Seismik

Diperoleh dari situs web Puskim RSA milik Kementerian Pekerjaan Umum guna memperoleh hasil parameter terhadap desain seismik supaya nilai yang diperoleh relatif tepat. diperoleh hasil dari $S_{D5} = 0.613$ serta $S_{D1} = 0.390$ oleh kategori terhadap resiko bangunan IV, yaitu perencanaan tergolong kedalam kategori desain seismik dengan sebutan KDS D. Angka faktor redudansi (ρ) terhadap kategori desain seismik dengan sebutan KDS D sampai F yaitu sebesar 1.3.

d. Respons Spektrum Besaran Gempa Rencana

Desain spektrum dapat diartikan sebagai pergeseran atau perpindahan akibat representasi pergerakan lapisan tanah yang disebabkan getaran yang diperoleh akibat gempa. Respons spektrum diperoleh berdasarkan percepatan geser tanah. Zona wilayah gempa serta jenis tanah perlu dipertimbangkan pada area sekitar bangunan. Berikut kurva respons spektrum pada koordinat area sekitar bangunan dengan kondisi tanah sedang:



Gambar 3. Respons Spektrum Area Pembangunan

Sumber: Hasil pada puskim.go.id

e. Penentuan Angka Koefisien R, Cd, dan Ω_0

Berdasar dari SNI 1726 (2019:36) dijelaskan mengenai penentuan koefisien desain (R , C_d , dan Ω_0) oleh penahan gaya seismik pada sistem dinding struktural dan sistem rangka pemikul momen khusus poin dinding geser beton bertulang khusus, diperoleh angka :

$$R = 8$$

$$\Omega_0 = 2.5$$

$$C_d = 5.5$$

f. Pelat Lantai

SNI 2847 (2019:72) ketebalan pelat minimal pada $\alpha_{fm} > 2.0$ dari $h = \frac{\ln(0.8 + \frac{fy}{1400})}{36 + 9\beta}$, serta tidak diperbolehkan di bawah nilai 90 mm. Analisa hasil perhitungan didapatkan nilai $h = 7,563$ cm, dan direncanakan ketebalan pelat 120 mm.

Kontrol ketebalan pelat $\alpha_{fm} > 2,0$

$$h = \frac{\ln(0.8 + \frac{fy}{1400})}{36 + 5\beta(\alpha_{fm} - 0.2)} \rightarrow \alpha_{fm} < 0.2$$

$$\rightarrow -1.019 < 0.2$$

SNI 2847 (2019:72) dijelaskan, mengenai penentuan ketebalan pelat minimal, apabila nilai $\alpha_{fm} \leq 0.2$, seharusnya perlu digunakan *drop panels*. didapatkan ketebalan pelat rencana 120 mm memenuhi.

g. Balok

secara umum mengenai dimensi balok perlu diperhitungkan menggunakan rumus, $h = \frac{1}{10} s/d \frac{1}{15} L$ dan perumusan sisi balok digunakan, $b = \frac{1}{2} h$ dan $\frac{2}{3} h$. Dalam perhitungan penelitian ini kapasitas pendimensionan balok induk diperhitugkan dengan, $h_{min} = \frac{1}{12} \times L$, $h_{max} = \frac{1}{10} \times L$, serta $b_{min} = \frac{1}{2} \times L$, $b_{max} = \frac{2}{3} \times L$. Sementara pendimensionan balok anak dihitung dengan $h_{min} = \frac{1}{15} \times L$, $h_{max} = \frac{1}{10} \times L$, serta $b_{min} = \frac{1}{2} \times L$, $b_{max} = \frac{2}{3} \times L$. Hasil perhitungan dimensi pada balok induk 500/700 dan pada balok anak 400/600.

h. Kolom

Perhitungan berdasarkan *tributary area* pada kolom lantai paling dasar, diketahui kolom tersebut yang menahan beban terbesar serta didapatkan hasil sbb:

- beban mati lantai atap : 355,375 kN

- beban mati lantai tipikal : 2843,071kN

- beban hidup : 940,115 kN

perhitungan kolom lantai 1 - 3

$$P = 1.2 \text{ DL} + 1.6 \text{ LL}$$

$$= (1.2 \times (3198.446)) + (1.6 \times (940.115))$$

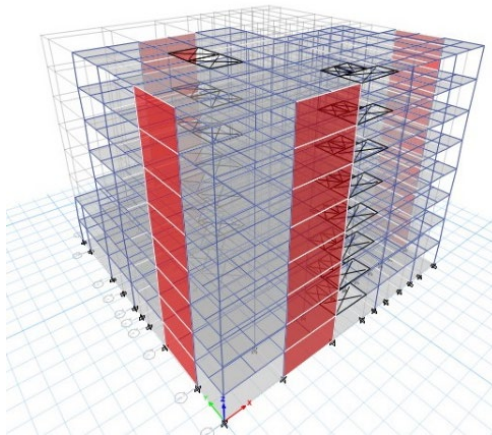
$$= 5342.319 \text{ kN}$$

$$A = \frac{P}{0.30 \times f_c}$$

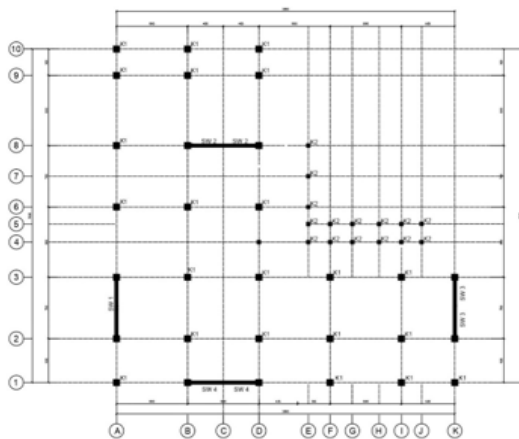
$$= \frac{5342319}{0.30 \times 30}$$

$= 593591 \text{ mm}^2$
 $h = \sqrt{593591}$
 $= 770,448 \sim 800 \text{ mm}$
 Didapat dimensi kolom (K1) lantai 1 - 7 adalah 800/800 mm.

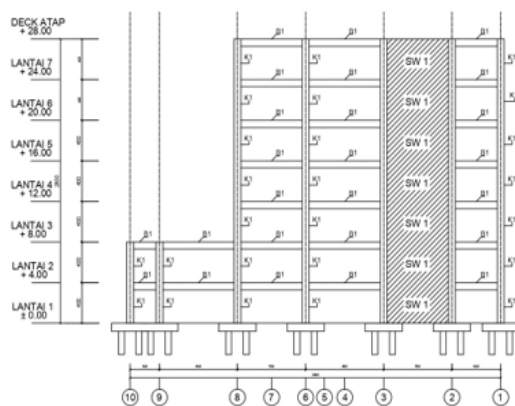
i. Dinding Geser



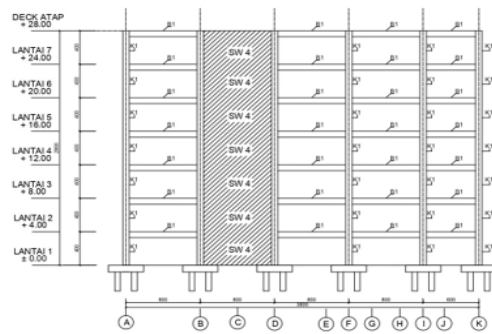
Gambar 4. Permodelan struktur menggunakan ETABS v.18



Gambar 5. Denah Rencana Dinding Geser (*Shear wall*)



Gambar 6. Portal AS – 1



Gambar 7. Portal AS – A

Berdasarkan portal berikut dapat diketahui perencanaan dimensi awal dinding geser. Perencanaan terhadap gaya aksial, momen serta gaya geser dari hasil *running* aplikasi ETABS v.18 adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 P_u &= 5005,9045 \text{ kN} \\
 M_u &= 37,9575 \text{ kNm} \\
 V_u &= 2617,936 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

Data perencanaan:

$$\begin{aligned}
 f'_c &= 30 \text{ Mpa} & D_{tul \text{ pokok}} &= 22 \text{ mm} \\
 f_y &= 420 \text{ Mpa} & \phi_{tul \text{ sengkang}} &= 16 \text{ mm} \\
 E_s &= 200000 \text{ Mpa} & \phi &= 0,6
 \end{aligned}$$

1. Jumlah Layer pada penulangan

Tidak kurang dua lapis penulangan harus diterapkan pada dinding jika V_u melebihi $0.17 \times \lambda \times \sqrt{f'_c}$ (SNI 2847 (2019:231)).

$$\begin{aligned}
 V_c &= 0.17 \times A_{cv} \times \lambda \times \sqrt{f'_c} \\
 &= 0.17 \times 2800000 \times 1 \times \sqrt{30} \\
 &= 1272907.223 \text{ N} \\
 V_u &= 2617936 \text{ N} \geq V_c = 1272907.223 \text{ N} \dots \text{SESUAI}
 \end{aligned}$$

Maka ditentukan tulangan dinding geser digunakan dua tirai.

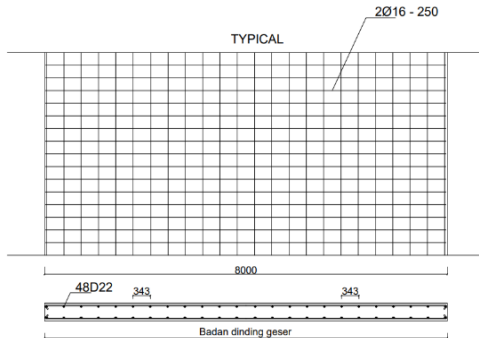
Kuat Geser Penampang Optimal

$$\begin{aligned}
 V_n &= V_c + V_s \\
 &= 2085727,498 + 246553,804 \\
 &= 2332281,302 \text{ N} \\
 V_n &= 2332281,302 \leq \\
 A_{cv} (a_c \lambda \sqrt{f'_c} + \rho_t f_{yt}) &= 5631159,373 \text{ kN} \dots \text{SESUAI}
 \end{aligned}$$

Gaya geser yang dihasilkan masih di ambang kuat geser rencana.

2. Penulangan Melintang serta Penulangan Bagi yang diperlukan

SNI 2847 (2019:197) dijelaskan mengenai rasio tulangan induk terkhususkan terhadap dinding struktural harus lebih besar dari 0.0025 dan jarak antar penulangan pada setiap arah dinding struktural harus lebih kecil dari 450 mm.



Gambar 8. Detail Dinding Struktural
Sumber: Hasil perhitungan

Luas dinding geser :

$$= 0,35 \times 1 = 0,35 \text{ m}^2$$

Jarak minimal tulangan :

$$= 0.35 \times 0.0025$$

$$= 0.00075 \text{ m}^2 = 750 \text{ mm}^2$$

Menggunakan penulangan 2 D19

$$A_s = 2 \times \frac{\pi}{4} \times \phi^2$$

$$= 2 \times \frac{3,14}{4} \times (19^2) = 566,710 \text{ mm}^2$$

Jumlah tulangan yang dipakai karena digunakan dua layer adalah

$$= \frac{750}{566,710}$$

$$= 1.323 \rightarrow 2 \text{ pasang}$$

$$s = \frac{750}{2} = 375 \text{ mm} < 450 \text{ mm} \dots \text{OK}$$

Jarak memenuhi yang disyaratkan, yaitu jarak maksimal 45 cm, maka:

$$n = \frac{l_w}{2}$$

$$= \frac{3150}{375} = 8.6 \sim 9$$

$$A_{sada} = 9 \times A_s$$

$$= 9 \times 566.770 = 5100.930 \text{ mm}^2$$

$$\rho_t = \frac{A_{sada}}{\text{tebal shearwall} \times \text{panjang shearwall}}$$

$$= \frac{5100,930}{300 \times 3150} = 0.0054 > \rho_{min} = 0.0025$$

Diasumsikan penulangan dua arah yaitu D19 mm dan digunakan jarak penulangan 37,5 cm.

Kuat Geser Nominal Maksimum

$$V_n = A_{cv} \times (\alpha_c \times \lambda \times \sqrt{f_c'} + \rho_t \times f_y)$$

Diketahui koefisien α_c yaitu

$$0.25 \text{ untuk } \frac{h_w}{l_w} \leq 1.5 ; 0.17 \text{ untuk } \frac{h_w}{l_w} \geq 2.0$$

$$\frac{h_w}{l_w} = \frac{28000}{8000} = 3.5$$

Dimana:

h_w = tinggi bangunan gedung

l_w = panjang dinding geser

Karena $\frac{h_w}{l_w} = 13.333 \geq 2.0$, maka koefisien

yaitu α_c adalah 0.17

$$V_n = (8000 \times 350) \times (0.17 \times 1 \times \sqrt{30} + 0.0054 \times 400)$$

$$= 2332281,302 \text{ N}$$

$$V_n = 2332281,302 \text{ N} \leq 0,66 A_{cv} \sqrt{f_c'} = 10121912,862 \text{ kN} \dots \text{OK}$$

J. Pondasi

Desain penggunaan pondasi pada perencanaan ini yaitu pondasi dalam tiang pancang berpenampang bulat. Perencanaan pondasi ini memperhatikan daya dukung tanah tiang yang diperlukan, efisiensi kelompok tiang, pile cap dan penulangannya.

Diambil contoh perhitungan pondasi pada kolom tengah, Dengan Nilai beban aksial (P_u) sebesar 710,760 ton.

$$np = \frac{P_u}{\frac{P_a}{376,272}} = 1,88$$

Sehingga diambil 4 tiang

Jarak antar tiang pada kelompok tiang bisa diambil 2,5D – 3D dan jarak tepi ke tiang diambil D, Diketahui D adalah diameter tiang (Pamungkas 2013: 87)

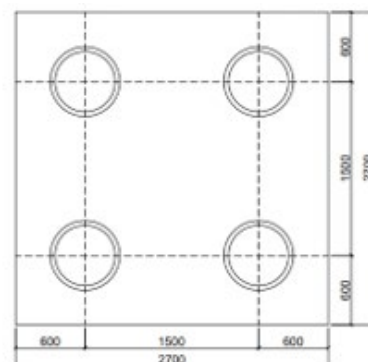
Jarak antar tiang (s)

$$2,5D = 2,5 \times 600$$

$$= 1500 \text{ mm}$$

Jarak tiang ke tepi

$$D = 600 \text{ mm}$$



Gambar 9. Formasi Tiang Pancang

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

1. Besaran beban gempa terhadap rencana struktur sistem ganda yaitu $V_s = 4255.460$ kN (pada arah absis) dan $V_y = 4485.520$ kN (pada arah ordinat). Kombinasi metode ini, yaitu Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus adalah 27.300% sedangkan pada Dinding geser yaitu 72.700%.
2. pelat lantai memiliki ketebalan senilai 120 mm digunakan penulangan pada daerah tepi dan daerah tengah yaitu $\emptyset 10$ –125 mm pada keseluruhan arah, dan pada penulangan bagi digunakan $\emptyset 10$ –250 mm. Dari analisa pada balok induk tipe B1 digunakan ukuran 500 × 700 mm, serta didapatkan penulangan pada daerah tumpuan bagian atas 6D22 dan penulangan pada bagian bawah 3D22 dengan tulangan bagi 2 $\emptyset 10$ – 75, penulangan pada lapangan bagian atas 3D22 dan penulangan pada bagian bawah 6D22 dengan penulangan bagi 2 $\emptyset 10$ –125. Balok anak tipe B2 digunakan dimensi 400 × 600 mm, dan diperoleh penulangan pada daerah tumpuan bagian atas 5D19 serta penulangan pada bagian bawah 3D19 dengan tulangan bagi 2 $\emptyset 10$ –125, serta penulangan pada daerah lapangan bagian atas 3D19 dan penulangan pada bagian bawah 5D19 dengan penulangan bagi 2 $\emptyset 10$ –200. Hasil yang didapatkan dari analisis kolom yaitu tipe K1 dengan dimensi 800 × 800 mm, dan digunakan penulangan utama 24D22 dengan penulangan sengkang daerah tumpuan 3 $\emptyset 16$ –75 dan sengkang daerah lapangan 3 $\emptyset 16$ –125.
3. Ketebalan pada dinding struktural geser diperoleh 350 mm dengan jumlah tulangan utama 48D22 dengan jarak tulangan as – as 343,391 mm, pada tulangan sengkang 2 $\emptyset 16$ – 250.

5.2 Saran

1. Dalam perolehan hasil analisa struktur bangunan gedung, penulis memakai bantuan *software* ETABS, dalam studi berikutnya dapat memakai Robot Structural Analysys Profesional karena

pemodelan pada tampilan dan input pembebanan lebih ringkas.

2. Dapat digunakan dinding geser tipe U dan L.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Andalas, G., Suyadi, & Husni, H. R. (2016). Analisis Layout Shearwall terhadap Perilaku Struktur Gedung. *Jurnal Rekayasa Sipil Dan Desain (JRSDD)*, 1(1), 491–502.
- [2] Badan Standardisasi Nasional. 2020. *Beban Desain Minimum dan Kriteria Terkait untuk Bangunan Gedung dan Struktur Lain*. SNI 03-1727-2020. Jakarta.
- [3] Badan Standardisasi Nasional. 2019. *Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung*. SNI 1726-2019. Jakarta.
- [4] Badan Standardisasi Nasional. 2019. *Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung*. SNI 2847-2019. Jakarta.
- [5] Kamal, M., Warsito, W., & Suprpto, B. (2019). “Studi Perencanaan Struktur Dengan Sistem Ganda (Dual System) Untuk Menahan Beban Lateral Pada Pembangunan Gedung Pasca Sarjana Universitas Islam Malang.” *Jurnal Rekayasa Sipil*.
- [6] Prihatmoko W, A. (2012). Perencanaan Struktur Gedung Beton Bertulang dengan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) dan Sistem Rangka Pemikul Momen Menengah (SRPMM). *Universitas Negeri Yogyakarta*, 6(6), 1–260.
- [7] Septian, N., Turuallo, G., & Sulendra, I. K. (2022). *Kinerja Portal Struktur Gedung*.
- [8] Septian, S., & Sanjaya, R. (2014). *Universitas Sriwijaya Palembang Dengan Penahan Lateral Kombinasi Sistem Rangka Pemikul Momen Dan Dinding Struktural*. 2(1), 139–145.
- [9] Widiati, I.R., Ingsih, I.S., & Winaktu, G (2024). A STUDY ON EFFICIENCIES AND HINDRANCES TO BIM IMPLEMENTATION IN INDONESIAN CONSTRUCTION PROJECTS. *Journal Innovation of Civil Engineering (JICE)*, 5(1), 1-7.

- [10]Zulkarnaen, L. V., Rosanti, I., & Ariyansyah, R. (2021). *Analisis Struktur Gedung Tahan Gempa Dengan Metode Sistem Ganda (Dual System) sering terkena bencana alam yaitu gempa didesain 2020 (Tentang Beban Minimum). teknik sipil maupun arsitek, agar efisien elemen yang sering digunakan yaitu horizontal utama.* 3(3).