

**PERANCANGAN ULANG
STRUKTUR ATAS GEDUNG A RUMAH SUSUN
POLITEKNIK PEKERJAAN UMUM (PU)
SEMARANG**
*(Redesign of A Building at Flats Public Works Polytechnic of
Semarang)*

¹Ananda Fadhil Darmawan, ²Bayu Jaya Pratama*, ³Prabowo Setiyawan,
⁴Hermin Poedjiastoeti

^{1,2,3,4}Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Islam Sultan Agung Semarang

*Corresponding Author:
bayujayap01@gmail.com

Abstrak

Perancangan bangunan merupakan suatu hal yang sangat penting untuk diperhatikan dalam proses akan didirikannya sebuah bangunan. Perancangan merupakan salah satu hal mendasar yang harus dikerjakan terlebih dahulu. Ada banyak aturan – aturan dan spesifikasi yang telah ditetapkan untuk merancang sebuah bangunan. Tujuan dalam merancang ulang bangunan ini adalah untuk menganalisis struktur gedung bertingkat untuk beban gempa dan mendesain dimensi serta penulangan balok, pelat, kolom, dinding geser, dan joint.

Gedung A Rumah Susun Politeknik Pekerjaan Umum Semarang yang memiliki 8 lantai dirancang menggunakan struktur rangka beton bertulang. Gedung ini memiliki fungsi sebagai tempat tinggal mahasiswa/i Politeknik Pekerjaan Umum Semarang.

Perancangan struktur Gedung A Rumah Susun Politeknik Pekerjaan Umum Semarang ini mengacu pada peraturan SNI 1726:2019, SNI 2847:2019 dan SNI 1727:2019. Software menggunakan ETABS V18.1.1 yang berfungsi untuk perancangan permodelan, pembebanan, pelat, balok, kolom, dinding geser. Gedung ini menggunakan sistem ganda yaitu, Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) dan Sistem Dinding Struktural Khusus (SDSK).

Hasil analisis gaya geser lantai akibat beban statik arah x dan arah y diperoleh nilai 1.038,68 kN. Beban gempa dinamik senilai 855,92 untuk arah x dan 922,13 untuk arah y. Simpangan antar lantai senilai 147,88 untuk arah x dan 146,18 untuk arah y. Pada perancangan Strong Column Weak Beam telah memenuhi syarat $\sum M_{nc} > 1,2M_{nb}$ dengan diperoleh hasil $1068,27 \geq 429,04$

Kata Kunci : Rumah Susun ; SDSK ; SRPMK

Abstract

Building design is a very important thing to consider in the process of construction a building. Design is one of the fundamental things that must be done first. There are many rules and specifications for designing a building. The purpose of redesigning this building is to analyze the structure of a multi – storey building for earthquake loads and design the dimensions and reinforcement of beams, plates, columns, shear walls and joints.

A Building at Flats Public Works Polytechnic of Semarang which has 8 floors, is designed using a reinforced concrete frame structure. This building has a function as a living for students of Public Works Polytechnic of Semarang.

This structural design of A Building Flat Public Works Polytechnic of Semarang refers to the regulations of SNI 1726:2019, SNI 2847:2019 and SNI 1727:2019. Whereas, software uses includes ETABS V18.1.1 which functions for modeling design, loading, plates, beams, coloumns, shear wall. The design of this building used a reinforced concrete structur design with a Dual System and the Special Momen Bearing Frame System (SRPMK) and Special Structural Wall System (SDSK).

The result of the analysis of the floor shear force due to static load in the x and the y direction obtained a value of 1,038.68 kN. A value of dynamic earthquake load for x direction is 855.92 and for y direction is 922.13. The deviation between floors is 147.88 for x direction and 146.18 for y direction. In the desugn of the Strong Column Weak Beam, tf fulfilss the requirements for $\sum M_{nc} > 1,2M_{nb}$ with the result being $1068.27 \geq 429.04$.

Keywords : Flats; SDSK ; SRPMK

1. PENDAHULUAN

Perancangan bangunan merupakan suatu hal yang sangat penting untuk diperhatikan dalam proses akan didirikannya sebuah bangunan. Perancangan merupakan salah satu hal mendasar yang harus dikerjakan terlebih dahulu. Ada banyak aturan – aturan dan spesifikasi yang telah ditetapkan untuk merancang sebuah bangunan. Penulis memilih Perancangan sebagai Tugas Akhir karena ingin mengetahui lebih dalam mengenai tata cara, aturan – aturan dan spesifikasi apa saja yang perlu diterapkan dalam merancang bangunan, sehingga nantinya Penulis dapat merancang bangunan sesuai kriteria yang telah ditetapkan agar bangunan itu dapat memberi rasa aman dan nyaman bagi para penggunanya.

Dalam era perkembangan zaman Perancangan suatu bangunan selalu berkembang dengan ditemukannya sistem – sistem dan penelitian yang terbaru. Bangunan gedung bertingkat tinggi merupakan salah satu bangunan yang akan terus berkembang dalam beberapa tahun kedepan. Di kota – kota besar bangunan gedung bertingkat tinggi dibutuhkan dalam beberapa hal seperti sebagai tempat tinggal, perkantoran, tempat usaha dan lain sebagainya. Hal itu dikarenakan lahan yang semakin sempit untuk mendirikan bangunan dan harga lahan yang semakin mahal sehingga lebih efisien untuk pembangunan gedung secara bertingkat.

Rumah Susun merupakan bangunan yang dibangun dengan salah satu fungsinya adalah mengantisipasi pertumbuhan penduduk Indonesia yang meningkat pada tiap tahunnya,

sehingga kebutuhan untuk tempat tinggalpun akan mengalami peningkatan. Rumah Susun merupakan salah satu bangunan gedung bertingkat tinggi dan bangunan yang kompleks, sehingga dalam sistem perancangannya harus benar – benar memperhatikan struktur bangunannya. Struktur bangunan harus dirancang berdasarkan SNI sehingga akan menciptakan struktur bangunan yang kuat dan akan memberikan rasa aman dan nyaman bagi penghuni Rumah Susun nantinya.

Bangunan gedung 8 lantai Gedung A Rumah Susun Politeknik Pekerjaan Umum Semarang akan dirancang menggunakan *software* ETABS V18.1.1 menggunakan struktur beton bertulang. Perancangan Gedung A Rumah Susun Politeknik Pekerjaan Umum Semarang ini menggunakan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) dan Sistem Dinding Struktural Khusus (SDSK). Perancangan gedung ini disesuaikan dengan Standar Perancangan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung (SNI 1726-2019) dan Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung (SNI 2847-2019).

Redesign merupakan sebuah proses perancangan untuk melakukan suatu perubahan pada struktur dan fungsi suatu benda, bangunan, maupun sistem untuk manfaat yang lebih baik dari desain sebelumnya. Pada perancangan ulang Gedung A Rumah Susun Politeknik Pekerjaan Umum Semarang ini Penulis akan merancang kembali dimensi komponen struktur atas dari gedung tersebut agar lebih efisien.

2. TINJAUAN PUSTAKA/ LANDASAN TEORI

Bangunan gedung bertingkat tinggi merupakan bangunan yang perlu diperhatikan dalam proses perancangannya. Dalam proses perancangan yang dilakukan harus sesuai aturan-aturan yang telah ditetapkan sehingga bangunan tersebut aman dan layak digunakan. Dalam proses perancangan bangunan gedung bertingkat tinggi harus memperhatikan ketahanan strukturnya terhadap berat sendiri bangunannya, beban hidup yang nantinya akan bekerja pada bangunan tersebut dan beban gempa.

Proses perancangan bangunan gedung bertingkat tinggi mengacu pada beberapa peraturan agar dihasilkan struktur yang aman dan kokoh antara lain Beban Desain Minimum dan Kriteria Terkait untuk Bangunan Gedung dan Bangunan Lain (SNI 1727:2020), Standar Perancangan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung (SNI 1726-2019) dan Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung (SNI 2847 - 2019).

A. Beban – Beban yang Bekerja Pada Bangunan

Pembebanan merupakan faktor penting dalam merancang struktur bangunan. Untuk itu dalam merancang struktur perlu mengidentifikasi beban-beban yang bekerja pada gedung. Beban pada gedung meliputi berat sendiri, beban kerja, pengaruh gaya prategang, gempa, kekangan terhadap volume dan perbedaan penurunan:

1. Beban Mati

Beban mati adalah beban yang didominasi berat sendiri struktur bangunan yang tetap diam dan beberapa perlengkapan serta barang yang tidak bergerak.

2. Beban Hidup

Beban hidup adalah beban yang diakibatkan oleh penghuni dan penggunaan

bangunan gedung atau struktur lain. Termasuk beban lingkungan seperti beban angin, beban hujan, beban banjir dan beban gempa.

3. Beban Gempa

Gempa bumi merupakan beban dinamis, yaitu beban yang besar dan arahnya dapat berganti-ganti menurut waktu. Salah satu akibat dinamis ini adalah gedung akan mengalami simpangan horisontal, apabila suatu bangunan telah melebihi syarat aman dari simpangan horisontal yang telah ditetapkan maka bangunan tersebut akan mengalami keruntuhan.

4. Beban Angin

Beban angin adalah beban pada gedung yang terjadi karena adanya selisih dalam tekanan udara. Arah gaya beban angin tegak lurus dengan bangunan. Gaya terbesar beban angin berada pada bangunan yang paling tinggi. Beban Hujan

Beban hujan yaitu beban akibat akumulasi massa air yang terjadi pada atap bangunan selama hujan bercurah tinggi. Air yang terkumpul di atap bangunan akibat hujan dapat menimbulkan beban struktural yang besar.

B. Sistem Rangka Pemikul Momen

Sistem Rangka Pemikul Momen (SRPM) adalah sistem rangka pemikul momen yang melalui mekanisme lentur dapat memikul beban lateral yang ditimbulkan oleh gempa bumi serta gravitasi dalam ruang tumpuan lengkap.

1. Sistem Rangka pemikul Momen Biasa (SRPMB)

Pada desain seismik kategori A digunakan Sistem Rangka Pemikul Momen Biasa (SRPMB). Dengan menggunakan sistem ini, struktur bangunan di zona satu dan dua dengan kegempaan rendah dapat dihitung.

2. Sistem Rangka Pemikul Momen Menengah (SRPMM)

Pada desain seismik kategori C, digunakan Sistem Rangka Pemikul Momen Menengah (SRPMM). Sistem Rangka yang dikenal dengan Sistem Rangka Pemikul Momen Menengah (SRPMM) memiliki elemen struktur yang dapat menahan tegangan lentur, geser dan aksial.

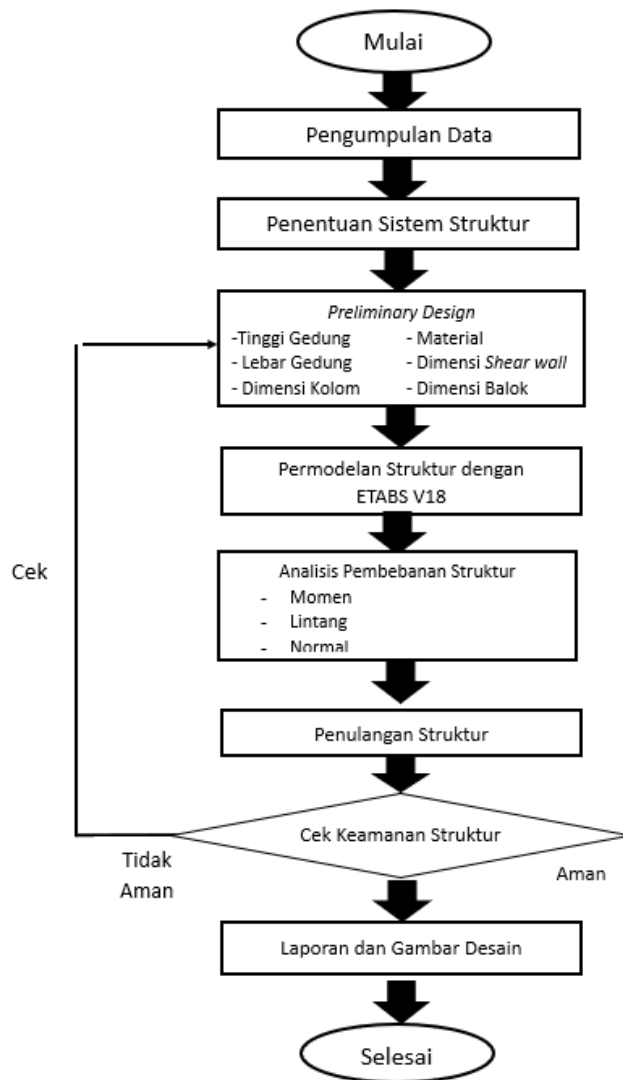
3. Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK)

Pada desain seismik kategori D dan E digunakan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK). Sistem rangka ini pada struktur beton bertulang dengan detail menghasilkan struktur yang fleksibel sehingga memiliki daktilitas yang tinggi.

3. METODE

Perancangan ulang Gedung A Rumah Susun Politeknik Pekerjaan Umum Semarang ini menggunakan software ETABS V18.1.1 dalam permodelan struktur, analisis dan perancangannya.

Langkah dalam melakukan perancangan dalam Tugas Akhir ini dimulai dengan pengumpulan data dari proyek, kemudian penentuan sistem struktur dilanjutkan dengan *preliminary design* dan dimasukkan dalam permodelan dengan ETABS V18, sehingga keluar analisis perancangan struktur. Langkah – langkah dalam perancangan juga dapat dilihat pada Gambar berikut :



Gambar 1 Diagram Alir Perancangan

(Sumber : Dokumen Penulis, 2022)

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data Perencanaan Struktur

1. Struktur : Beton Bertulang
2. Jumlah Lantai : 5
3. Tinggi lantai 1 : 3,6 m
4. Tinggi lantai 2-atap : 3,4 m
5. Fungsi : Gedung Rumah Susun
6. f_c : 35 MPa
7. f_y Baja Tulangan : 420 MPa
8. f_y Baja Profil : 420 MPa

Dimensi Struktur (*Preliminary Design*)

1. Pelat
 - Pelat Lantai : 120 mm
2. Balok
 - Balok G1 : 450 x 700 mm
 - Balok G2 : 350 x 500 mm
 - Balok G3 : 250 x 500 mm
 - Balok G4 : 200 x 250 mm
 - Balok B1 : 200 x 400 mm
3. Kolom
 - Kolom K1 : 550 x 550 mm
 - Kolom K2 : 450 x 450 mm
 - Kolom K3 : 400 x 400 mm
4. Dinding Geser
 - SW 01 : 300 mm
 - SW 02 : 200 mm
 - SW 03 : 300 mm
 - SW 04 : 200 mm

Analisa Pembebanan

1. Beban Mati Berat Sendiri (DL)
 - Berat Jenis Material Beton : 24 kN/m³
 - Berat Jenis Baja Tulangan : 78,5 kN/m³
2. Beban Mati Tambahan (SIDL)
 - Beban Pada Pelat Lantai

Tabel 1 Beban Mati Berat Sendiri (DL)

| No` | Jenis Beban Mati | Berat Jenis (kN/m ³) | Beban Merata (kN/m ²) |
|--------------|--------------------------------|-------------------------------------|---|
| 1 | Pasir setebal 1 cm | 16 | 0,16 |
| 2 | Spesi setebal 3 cm | 22 | 0,66 |
| 3 | Keramik setebal 1 cm | 22 | 0,22 |
| 4 | Plafond & Penggantung | | 0,2 |
| 5 | ME (Mekanikal & Elektrikal) | | 0,25 |
| TOTAL | | | 1,49 |

(Sumber : SNI 1727:2020)

- Beban Akibat Pasangan Dinding :0,1 kN/m
- Beban Pada Pelat Atap

Tabel 2 Beban pada Pelat Atap

| No | Jenis Beban Mati | Beban Merata (kN/m ²) |
|--------------|-----------------------------|-----------------------------------|
| 1 | Finishing Beton | 0,21 |
| 2 | Plafond & Penggantung | 0,2 |
| 3 | ME (Mekanikal & Elektrikal) | 0,25 |
| 4 | Beban Waterproofing | 0,1 |
| TOTAL | | 0,76 |

(Sumber : SNI 1727:2020)

3. Beban Hidup (LL)

Beban hidup adalah beban yang diakibatkan oleh penghuni dan penggunaan bangunan gedung atau struktur lain. Beban hidup dapat dilihat pada Tabel 3:

Tabel 3 Beban Hidup

| No | Jenis Ruangan | Beban Merata (kN/m ²) |
|----|---------------|-----------------------------------|
| 1 | Ruang Asrama | 1,92 |
| 2 | Loby Koridor | 4,79 |
| 3 | Atap Datar | 0,96 |

(Sumber : SNI 1727:2020)

Penentu Sistem Penahan Seismik

Gedung yang direncanakan merupakan gedung Rumah Susun dimana termasuk dalam kategori risiko II dengan faktor keutamaan gempa = 1. Lokasi perencanaan gedung berada di kota Semarang. Parameter respons spektrum dan penentuan kategori desain seismik ditentukan sesuai dengan SNI 1726- 2019 dengan hasil Perhitungan sebagai berikut :

Tabel 4 Parameter Respon Spektra

| Variabel | Nilai |
|---------------|---------------|
| S_s (g) | 0,911 |
| S_1 (g) | 0,391 |
| F_a | 1,1356 |
| F_v | 1,909 |
| S_{DS} (g) | 0,69 |
| S_{D1} (g) | 0,50 |
| T_L (detik) | 6 |

(Sumber : SNI 1727:2020)

Karena nilai $SDS = 0,69$ dan $SD1 = 0,5$ maka diperoleh kategori desain seismik D (KDS D).

Tabel 5 Kategori Desain Seismik

| Nilai S_{DS} | Kategori Risiko | |
|----------------------------|--------------------|----|
| | I atau II atau III | IV |
| $S_{DS} < 0,167$ | A | A |
| $0,167 \leq S_{DS} < 0,33$ | B | C |
| $0,33 \leq S_{DS} < 0,5$ | C | D |
| $0,5 \leq S_{DS}$ | D | D |

(sumber : SNI 1726:2019)

Tabel 6 Kategori desain Seismik

| Nilai S_{D1} | Kategori Risiko | |
|-----------------------------|--------------------|----|
| | I atau II atau III | IV |
| $S_{DS} < 0,067$ | A | A |
| $0,067 \leq S_{D1} < 0,133$ | B | C |
| $0,133 \leq S_{D1} < 0,2$ | C | D |
| $0,20 \leq S_{DS}$ | D | D |

(sumber : SNI 1726:2019)

Faktor R , Ω_0 , dan C_d Sistem Struktur

- Parameter Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK)

Tabel 7 Parameter Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK)

| Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) | | |
|--|------------|-----|
| Faktor koefisien modifikasi | R | 8 |
| Faktor kuat lebih sistem | Ω_0 | 3 |
| Faktor pembesaran defleksi | C_d | 5,5 |

(Sumber : SNI 1726-2019)

- Parameter Sistem Ganda

Tabel 8 Parameter Sistem Ganda

| Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) | | |
|--|------------|-----|
| Faktor koefisien modifikasi | R | 7 |
| Faktor kuat lebih sistem | Ω_0 | 2,5 |
| Faktor pembesaran defleksi | C_d | 5,5 |

(Sumber : SNI 1726-2019)

Simpangan Antar Lantai

Mengacu pada SNI 1726-2019, penentuan simpangan antar lantai tingkat desain (Δ) harus dihitung sebagai perbedaan defleksi pada pusat massa tingkat teratas dan terbawah yang ditinjau. Simpangan antar lantai didapat dari hasil analisis struktur pada program komputer.

Setelah didapat hasil simpangannya maka sesuai SNI 1726-2012 Pasal 7.12.1 bahwa simpangan antar lantai tingkat desain (Δ), tidak boleh melebihi simpangan antar lantai tingkat izin ($\Delta\alpha$) dimana didapat simpangan antar lantai izin.

Tabel 9 Simpangan Antar Lantai Arah X

| Story | hsx | δe | Δ | Δi | $\Delta izin$ | Ket |
|-------|------|------------|----------|------------|---------------|-----|
| | (mm) | (mm) | (mm) | (mm) | (mm) | |
| 9 | 3400 | 28,99 | 159,45 | 11,76 | 26,15 | OK |
| 8 | 3400 | 26,85 | 147,68 | 15,61 | 26,15 | OK |
| 7 | 3400 | 24,01 | 132,07 | 20,61 | 26,15 | OK |
| 6 | 3400 | 20,27 | 111,46 | 24,62 | 26,15 | OK |
| 5 | 3400 | 15,79 | 86,85 | 24,53 | 26,15 | OK |
| 4 | 3400 | 11,33 | 62,32 | 25,34 | 26,15 | OK |
| 3 | 3400 | 6,72 | 36,98 | 23,14 | 26,15 | OK |
| 2 | 3600 | 2,52 | 13,84 | 13,84 | 27,69 | OK |

(Sumber : Dokumen Penulis, 2022)

Tabel 10 Simpangan Antar Lantai Arah Y

| Story | hsx | δe | Δ | Δi | $\Delta izin$ | Ket |
|-------|------|------------|----------|------------|---------------|-----|
| | (mm) | (mm) | (mm) | (mm) | (mm) | |
| 9 | 3400 | 26,78 | 147,27 | 18,71 | 26,15 | OK |
| 8 | 3400 | 23,38 | 128,56 | 20,17 | 26,15 | OK |
| 7 | 3400 | 19,71 | 108,39 | 21,70 | 26,15 | OK |
| 6 | 3400 | 15,76 | 86,69 | 22,53 | 26,15 | OK |
| 5 | 3400 | 11,67 | 64,16 | 21,74 | 26,15 | OK |
| 4 | 3400 | 7,71 | 42,43 | 19,67 | 26,15 | OK |
| 3 | 3400 | 4,14 | 22,76 | 15,29 | 26,15 | OK |
| 2 | 3600 | 1,36 | 7,47 | 7,47 | 27,69 | OK |

(Sumber : Dokumen Penulis, 2022)

Cek Kestabilan Akibat Gempa dan Efektifitas Struktur

Pengecekan P-delta berdasarkan SNI 1726–2019 pasal 7.8.7, untuk nilai θ merupakan acuan dalam menentukan kestabilan bangunan terhadap P – Delta. Jika nilai θ lebih kecil dari nilai θ maks, maka pengaruh P – Delta bisa diabaikan. Hasil analisis kestabilan gempa arah X maupun Y dapat dilihat pada Tabel 11 dan Tabel 12.

Tabel 11 Cek Kestabilan Gempa Arah X

| STORY | hsx (mm) | ΔI (mm) | P (kN) | Vx (kN) | θ | θ_{max} | Keterangan |
|---------|----------|-----------------|----------|---------|----------|----------------|------------|
| ATAP | 3400 | 13,40 | 6606,16 | 1104,14 | 0,0043 | 0,0909 | STABIL |
| Story 7 | 3400 | 16,29 | 16068,22 | 2471,86 | 0,0057 | 0,0909 | STABIL |
| Story 6 | 3400 | 19,99 | 25530,27 | 3626,91 | 0,0075 | 0,0909 | STABIL |
| Story 5 | 3400 | 22,89 | 34992,33 | 4591,54 | 0,0093 | 0,0909 | STABIL |
| Story 4 | 3400 | 22,64 | 44900,77 | 5355,09 | 0,0102 | 0,0909 | STABIL |
| Story 3 | 3400 | 22,35 | 54809,22 | 5918,83 | 0,0111 | 0,0909 | STABIL |
| Story 2 | 3400 | 19,29 | 64717,66 | 6276,78 | 0,0106 | 0,0909 | STABIL |
| Story 1 | 3600 | 11,02 | 75031,58 | 6451,21 | 0,0065 | 0,0909 | STABIL |

(Sumber : Dokumen Penulis, 2022)

Tabel 12 Cek Kestabilan Gempa Arah Y

| <i>STORY</i> | <i>hsx</i> (mm) | ΔI (mm) | <i>P</i> (kN) | <i>V_x</i> (kN) | θ | θ_{max} | Keterangan |
|----------------|-----------------|-----------------|---------------|---------------------------|----------|----------------|------------|
| ATAP | 3400 | 18,47 | 6606,16 | 1189,56 | 0,0055 | 0,0909 | STABIL |
| Story 7 | 3400 | 19,94 | 16068,22 | 2623,03 | 0,0065 | 0,0909 | STABIL |
| Story 6 | 3400 | 21,49 | 25530,27 | 3759,68 | 0,0078 | 0,0909 | STABIL |
| Story 5 | 3400 | 22,36 | 34992,33 | 4660,42 | 0,0090 | 0,0909 | STABIL |
| Story 4 | 3400 | 21,62 | 44900,77 | 5383,61 | 0,0096 | 0,0909 | STABIL |
| Story 3 | 3400 | 19,60 | 54809,22 | 5938,39 | 0,0097 | 0,0909 | STABIL |
| Story 2 | 3400 | 15,25 | 64717,66 | 6293,23 | 0,0084 | 0,0909 | STABIL |
| Story 1 | 3600 | 7,46 | 75031,58 | 6445,74 | 0,0044 | 0,0909 | STABIL |

(Sumber : Dokumen Penulis, 2022)

Tabel 13 Perbandingan Gaya Lateral Dinding Geser dan Rangka Pemikul Momen

| Arah | <i>V_{desain}</i> | <i>V_{dinding geser}</i> | | <i>V_{kolom}</i> | | Status |
|------|---------------------------|----------------------------------|---------|--------------------------|---------|--------|
| | (kN) | (kN) | (%) | (kN) | (%) | |
| X | 5918,83 | 3743,5547 | 63,2482 | 2175,28 | 35,7518 | OK |
| Y | 5938,39 | 3367,4902 | 56,7071 | 2570,90 | 43,2929 | OK |

(Sumber : Dokumen Penulis, 2022)

Struktur bangunan ini sudah memenuhi syarat karena struktur frame menerima gaya lateral > 25%, sehingga sistem struktur ini dapat digunakan.

Ketidakteraturan Struktur

Struktur harus dikategorikan beraturan atau tidak beraturan berdasarkan kriteria dalam pasal-pasal dalam SNI 1726 2019, yang meliputi ketidakteraturan struktur secara horizontal dan vertikal. Hal ini sesuai dengan Pasal 7.3.2 SNI 1726 2019 yang meliputi klasifikasi bangunan beraturan dan tidak beraturan.

Tabel 14 Rekapitulasi Cek Ketidakteraturan horizontal

| No | Jenis Ketidakteraturan | Keterangan |
|----|--|------------|
| 1 | Ketidakteraturan torsi 1a dan 1b | Tidak Ada |
| 2 | Ketidakteraturan sudut dalam | Tidak Ada |
| 3 | Ketidakteraturan diskontinuitas diafragma | Tidak Ada |
| 4 | Ketidakteraturan akibat pergeseran tegak lurus terhadap bidang | Tidak Ada |
| 5 | Ketidakteraturan sistem non paralel | Tidak Ada |

(Sumber : Dokumen Penulis, 2022)

Tabel 15 Rekapitulasi Cek Ketidakteraturan horizontal

| No | Jenis Ketidakteraturan | Keterangan |
|----|--|------------|
| 1 | Ketidakteraturan kekakuan tingkat lunak 1a dan 1b | Tidak Ada |
| 2 | Ketidakteraturan Berat (Massa) | Tidak Ada |
| 3 | Ketidakteraturan Geometri Vertikal | Tidak Ada |
| 4 | Ketidakteraturan akibat diskontinuitas bidang pada elemen vertikal pemikul gaya lateral | Tidak Ada |
| 5 | Ketidakteraturan tingkat lemah akibat diskontinuitas pada kekuatan lateral tingkat 5a 5b | Tidak Ada |

(Sumber : Dokumen Penulis, 2022)

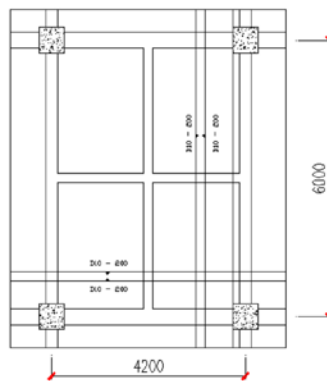
Desain Penulangan Pelat

Pada program analisis struktur, pelat dimodelkan dengan bentuk shell dimana pelat dirancang menerima beban vertikal dan beban horizontal. Pelat lantai merupakan komponen struktur lentur. Pelat direncanakan sesuai dengan kebutuhannya pada tiap lantai dengan ketebalan 12 mm .

Tabel 16 Rekapitulasi Penulangan Pada Pelat Lantai

| Pelat | L_x (m) | L_y (m) | Arah | Tumpuan | | Lapangan | |
|-------|--------------|--------------|------|---------|---------|----------|---------|
| | | | | Atas | Bawah | Atas | Bawah |
| S1 | 4,2 | 6 | X | D10-200 | D10-200 | D10-200 | D10-200 |
| | | | Y | D10-200 | D10-200 | D10-200 | D10-200 |

(Sumber : Dokumen Penulis, 2022)



Gambar 2 Penulangan Pelat

(Sumber : Dokumen Penulis, 2022)

Desain Penulangan Balok

Sistem penahan gaya gempa yang dij pada SNI 2847 2019 pasal 18.6.1.1, termasuk balok sistem rangka tahan momen khusus (SRPMK) yang pada prinsipnya didesain untuk dapat menahan lentur geser dan memiliki batasan dimensi yang tercantum dalam pasal 18.6.2.1. Hasil perhitungan tulangan pada balok ditinjau dengan satu sempel balok dengan rincian sebagai berikut:

Tabel 17 Rekapitulasi Penulangan Pada Balok

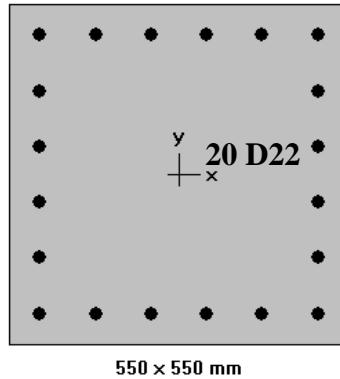
| Balok Kode | Dimensi (cm) | Lokasi | Tulangan Longitudinal | | Tulangan Transversal | | Tulangan Torsi |
|------------|--------------|--------|-----------------------|----------|----------------------|----------|----------------|
| | | | Tumpuan | Lapangan | Tumpuan | Lapangan | |
| | | | G1 | 40x70 | Atas | 7 D 22 | |
| | | Bawah | 5 D 22 | 7 D 22 | | | |
| G2 | 35x50 | Atas | 6 D 19 | 4 D 19 | 3D10-100 | 3D10-150 | 2 D 10 |
| | | Bawah | 4 D 19 | 6 D 19 | | | |
| G3 | 25x50 | Atas | 4 D 19 | 3 D 19 | 2D10-100 | 2D10-150 | 2 D 10 |
| | | Bawah | 3 D 19 | 4 D 19 | | | |
| G4 | 20x25 | Atas | 3 D 19 | 3 D 19 | 2D10-100 | 2D-100 | 2 D 10 |
| | | Bawah | 3 D 19 | 3 D 19 | | | |
| B1 | 20x40 | Atas | 3 D 19 | 3 D 19 | 2D10-100 | 2D-100 | 2 D 10 |
| | | Bawah | 3 D 19 | 3 D 19 | | | |

(Sumber : Dokumen Penulis, 2022)

Desain Penulangan Kolom

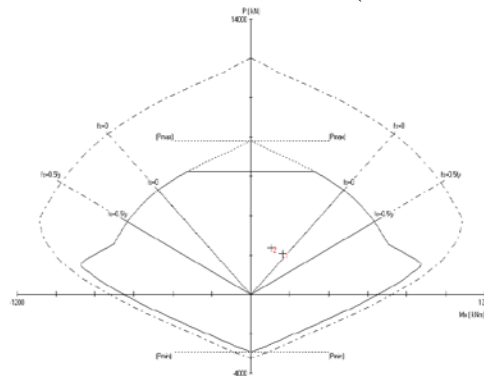
Sistem penahan gaya gempa yang dijelaskan pada SNI 2847 2019, meliputi kolom dengan sistem rangka pemikul momen Khusus (SRPMK) yang terutama dibuat untuk menangani gaya lentur, geser, dan aksial. Hasil perhitungan tulangan pada kolom ditinjau dengan satu sampel kolom dengan rincian sebagai berikut:

Luas tulangan longitudinal tidak diizinkan kurang dari $0,01A_g$ dan tidak lebih dari $0,06A_g$ sesuai SNI 2847:2019 Pasal 18.7.4.



Gambar 3 Tulangan Longitudinal Kolom K1

(Sumber : Dokumen Penulis, 2022)



Gambar 4 Diagram Interaksi P_n-M_{pr} SPColumn Kolom K1

(Sumber : Dokumen Penulis, 2022)

Tabel 18 Hasil Analisis Interaksi P_n-M_{pr} Kolom K1

| No | P_u (kN) | M_{ux} (kNm) | ϕM_{nx} (kNm) | $\phi M_n/M_u$ | NA depth (mm) | d_t depth (mm) | ϵ_t | ϕ |
|----|---------------|-------------------|------------------------|----------------|---------------------|------------------------|--------------|--------|
| 1 | 2077,00 | 164,00 | 790,52 | 4,820 | 241 | 499 | 0,00322 | 0,747 |
| 2 | 2371,00 | 104,00 | 734,99 | 7,067 | 275 | 499 | 0,00245 | 0,681 |

(Sumber : Dokumen Penulis, 2022)

Tabel 19 Rekapitulasi Tulangan Kolom

| No | Tipe Kolom | Dimensi Kolom | Tulangan Pokok | Tulangan Geser | |
|----|------------|---------------|----------------|----------------|-----------|
| | | | | Tumpuan | Lapangan |
| 1 | K550x550 | 550 × 550 | 20 D22 | 4 D13-100 | 4 D13-150 |
| 2 | K450x450 | 450 × 450 | 16 D22 | 3 D13-100 | 3 D13-150 |
| 3 | K400x400 | 400 × 400 | 16 D22 | 3 D13-100 | 3 D13-150 |

(Sumber : Dokumen Penulis, 2022)

Desain Penulangan Dinding Geser

Dari hasil analisis struktur pada program komputer diperoleh gaya dalam pada Dinding Geser sebagai berikut: diambil sampel momen pada Dinding Geser SW03 (300 mm).

Tabel 20 Gaya Aksial-Lentur pada Dinding Geser SW03

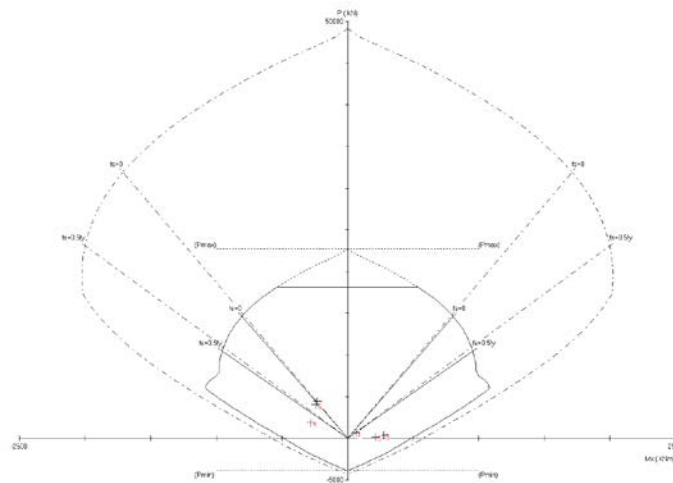
| Gaya Aksial – Lentur | | | |
|----------------------|----------|-------------|-------------|
| Kondisi | P (kN) | M_2 (kNm) | M_3 (kNm) |
| P_{max} | 727,434 | 278,585 | 25665,913 |

(Sumber : Dokumen Penulis, 2022)

Tabel 21 Gaya Geser pada Dinding Geser SW03

| Gaya Geser | |
|------------|----------|
| V_2 (kN) | 2757,527 |
| V_3 (kN) | 160,807 |

(Sumber : Dokumen Penulis, 2022)



Gambar 5 Diagram Interaksi SPColumn Dinding Geser SW03

(Sumber : Dokumen Penulis, 2022)

Tabel 22 Hasil Analisis Interaksi SPColumn Dinding Geser SW03

| No | P_u (kN) | M_{uy} (kNm) | ϕM_{ny} (kNm) | $\phi M_n/M_u$ | NA depth (mm) | dt depth (mm) | ϵ_t | ϕ |
|----|---------------|-------------------|------------------------|----------------|------------------|------------------|--------------|--------|
| 1 | 727 | 64 | 567,64 | 8,869 | 43 | 250 | 0,01451 | 0,9 |

(Sumber : Dokumen Penulis, 2022)

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis Desain Struktur Gedung Rumah Sakit yang telah dibahas pada laporan Tugas Akhir ini didapatkan kesimpulan sebagai berikut.

1. Pada perancangan struktur gedung ini menggunakan Struktur Sistem Ganda Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) dan Sistem Dinding Struktural Khusus (SDSK).
2. Hasil analisis pada perancangan struktur gedung ini tidak terjadi ketidakberaturan horizontal maupun ketidakberaturan vertikal.
3. Hasil perancangan struktur :
Desain penulangan pelat, balok, kolom dan dinding geser direncanakan telah mampu menahan gaya-gaya yang bekerja.

DAFTAR PUSTAKA

- Standardisasi Nasional Indonesia. (2019). SNI 1726:2019 “*Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan Nongedung*”. BSN, Jakarta, Indonesia.
- Standardisasi Nasional Indonesia. (2019). SNI 2847:2019 “*Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung dan Penjelasan*”. BSN, Jakarta, Indonesia.
- Standardisasi Nasional Indonesia. (2020). SNI 1727:2020 “*Beban Desain Minimum dan Kriteria Terkait Untuk Bangunan Gedung dan Struktur Lain*”. BSN, Jakarta, Indonesia.
- Noer, Adji, Alim Agus, and Joko Prayogi. (2022). “*REDESAIN GEDUNG HOTEL 12 LANTAI (Studi Pada Gedung SkySuites Soho Kedung Baruk Surabaya)*”. Semarang: Universitas Islam Sultan Agung Semarang
- SALAMAH, UMI. (2015). “*PERENCANAAN ULANG STRUKTUR ATAS GEDUNG (OK,CSSD) RUMAH SAKIT PARU JEMBER 8 LANTAI DENGAN STRUKTUR BETON BERTULANG MENGGUNAKAN SRPMM*”. Jember: Universitas Jember
- Septiyadi, muchammad Danang Fajri dan Alleandro Cahya Pratama. (2022). “*PERENCANAAN STRUKTUR GEDUNG HOTEL TUJUH LANTAI ADHYASTA ABIMANA SEMARANG*”. Semarang: Universitas Semarang
- Fadli, M. Hamzah. (2015). “*Aplikasi ETABS pada Perancangan Gedung 15 Lantai Dengan Struktur Beton Bertulang Menggunakan Sistem Ganda Sebagai Penahan Beban Gempa Sesuai SNI 1726:2012*”. Jakarta: Universitas Gunadarma
- Imran, I. dan Zulkifli, E. (2014). “*Perencanaan Dasar Struktur Beton Bertulang*”. Bandung: ITB Press
- Imran, I. dan Hendrik, F. (2016). “*Perencanaan Lanjut Struktur Beton Bertulang*”. Bandung: ITB Press
- Frinsilia Jaglien Liando dkk. (2020). *Perencanaan Struktur Beton Bertulang Gedung Kuliah 5 Lantai. Jurnal Sipil Statik*. Vol 8, Nomer 4: 471-482. Manado: Universitas Sam Ratulangi Manado

- Laresi, Y. T. (2017). *Analisis Pushover Terhadap Ketidakberaturan Struktur Gedung Universitas 9 Lantai, Skripsi*. Jakarta: Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer Universitas Bakrie
- Puspita, Rizka Rahmi. (2017). *Desain Struktur Gedung Hotel Swiss-Bellin Darmocentrum Pekerjaan Balok-Plat Lantai*. Surabaya: ITS Digilib
- Raga, Chyntya Novita. (2021). *Perencanaan Ulang Struktur Atas dan Utama Gedung Perkantoran Bumi Mandiri Surabaya Jawa Timur*. Malang: Politeknik Negeri Malang