

JURNAL

**PERENCANAAN STRUKTUR GEDUNG *APARTEMEN*
14 (EMPAT BELAS) LANTAI DI BOYOLALI DENGAN
SISTEM RANGKA PEMIKUL *MOMEN* KHUSUS (SRPMK)**



Disusun oleh :

AHMAD IHAN NASUHA

A.0117087

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS TUNAS PEMBANGUNAN
SURAKARTA**

2021

PERENCANAAN STRUKTUR GEDUNG APARTEMEN 14 (EMPAT BELAS) LANTAI DI BOYOLALI DENGAN SISTEM RANGKA PEMIKUL *MOMEN* KHUSUS (SRPMK)

Ahmad Ihsan Nasuha

Nim : A0117087

nasuhaihsan76@gmail.com

ABSTRAK

Indonesia saat ini sedang melaksanakan pembangunan di segala bidang, salah satunya berupa pembangunan fisik prasarana rumah tinggal. Hal ini semakin tegas dengan adanya pembangunan rumah tinggal, baik berupa rumah susun sewa ataupun yang berupa *apartemen*. Untuk membentuk aplikasi nyata di Indonesia, maka di Kabupaten Boyolali akan didirikan *Apartemen* 14 lantai, *apartemen* dipilih karena dapat menyediakan sejumlah hunian yang aman, nyaman dan eksklusif.

Kabupaten Boyolali merupakan Kabupaten dalam masa proses berkembang dan dalam peningkatan taraf hidup masyarakatnya seperti kota-kota lainnya. Selain itu, yang mana letak Kabupaten Boyolali merupakan salah satu daerah pendorong perkembangan untuk kota Surakarta, maka Boyolali terus berkembang dan membangun fasilitas maupun prasarana fisik, seperti jalan, perumahan untuk tempat tinggal, pertokoan dan fasilitas pendukung lainnya. Kabupaten Boyolali juga memerlukan *apartemen* berkenaan dengan meningkatnya jumlah penduduk di Boyolali, juga jumlah pendatang dari tahun ke tahun yang semakin meningkat.

Untuk mengatasi permasalahan tersebut, maka tugas Akhir ini akan direncanakan Gedung *Apartemen* 14 lantai dengan Sistem Rangka Pemikul *Momen* Khusus. Pembangunan gedung *Apartemen* ini diharapkan mampu menyediakan hunian bagi masyarakat sekitar maupun pendatang dari luar Kabupaten Boyolali. Perencanaan struktur *Apartemen* di Boyolali dengan Sistem Rangka Pemikul *Momen* Khusus (SRPMK) ini bertujuan untuk memperoleh desain perencanaan struktur gedung bertingkat yang aman dan tahan terhadap bencana gempa yang sering terjadi di Indonesia. Perhitungan struktur yang menghasilkan *Spesifikasi* dan desain gambar juga harus bisa dipertanggung jawabkan keamanan dan kekuatannya berdasarkan peraturan yang berlaku di Indonesia.

Struktur gedung direncanakan berdasarkan analisa gempa *statik* ekuivalen dan dinamik respons spektrum. Berdasarkan perhitungan gempa grafik *respons spectrum* yang ialah dari hasil analisa data tanah yang diperoleh dari Laboratorium Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Tunas Pembangunan Surakarta serta nilai parameter percepatan tanah dari *Website* kementerian PU *puskim Pu.go.id* .Pemilihan Kategori

Desain *Seismik* sesuai dengan peraturan SNI-1726 : 2019. Didapatkan Kategori Desain *Seismik* D dengan nilai $SD_s = 0,73$, nilai $SD1 = 0,55$ SNI-2847:2019 pasal 18.2.1.4 menyebutkan struktur yang dikenakan Kategori Desain *Seismik* D dapat terkena guncangan tanah yang kuat maka dari itu direncanakan struktur Sistem Rangka Pemikul *Momen* Khusus dengan kombinasi dengan dinding geser. Dalam analisis struktur menggunakan program *SAP 2000 v 19*.

Hasil dari perhitungan ini berupa dimensi struktur beserta penulangannya didapatkan pelat atap didesain sebagai pelat dua arah dengan hasil analisa penulangan dengan tulangan arah x 10-200, tulangan arah y 10-200. Pelat lantai didesain sebagai pelat dua arah dengan hasil analisa penulangan dengan tulangan arah x 13-330, tulangan arah y 13-330. Balok induk 6 m 60 cm x 70 cm dengan tulangan tumpuan 9D32, tulangan lapangan 8D29, tulangan geser tumpuan 10-300, tulangan geser lapangan 10-300, tulangan susut tumpuan 4D16, tulangan susut lapangan 4D16. Balok induk 7 m 60 cm x 70 cm dengan tulangan tumpuan 9D36, tulangan lapangan 8D32, tulangan geser tumpuan 10-300, tulangan geser lapangan 10-300, tulangan susut tumpuan 4D16, tulangan susut lapangan 4D16. Balok anak 3 m 20 cm x 35 cm dengan tulangan tumpuan 3D19, tulangan lapangan 3D13, tulangan geser tumpuan 10-140, tulangan geser lapangan 10-140, tulangan susut tumpuan 2D13, tulangan susut lapangan 2D13. Balok anak 3,5 m 20 cm x 35 cm dengan tulangan tumpuan 3D22, tulangan lapangan 3D13, tulangan geser tumpuan 10-140, tulangan geser lapangan 10-140, tulangan susut tumpuan 2D13, tulangan susut lapangan 2D13. *Sloof* 6 m 30 cm x 45 cm dengan tulangan tumpuan 4D16, tulangan lapangan 4D16, tulangan geser tumpuan 10-190, tulangan geser lapangan 10-190, tulangan susut tumpuan 2D13, tulangan susut lapangan 2D13. *Sloof* 7 m 30 cm x 45 cm dengan tulangan tumpuan 4D16, tulangan lapangan 4D16, tulangan geser tumpuan 10-190, tulangan geser lapangan 10-190, tulangan susut tumpuan 2D13, tulangan susut lapangan 2D13. Kolom ukuran 90 cm x 90cm tinggi 5m dengan tulangan utama 24D25, tulangan geser 6D12–100. Kolom ukuran 90 cm x 90cm tinggi 4m dengan tulangan utama 24D25, tulangan geser 6D12–100. Dinding geser dengan tulangan utama *horizontal* 2D16–300, tulangan utama *vertikal* 2D16–300. Podasi tiang pancang, jumlah tiang pancang 8 tiang, diameter tiang pancang 0,8 m, panjang tiang pancang 8 m, mutu beton (f_c') 30 mpa. *Pile cap* dengan lebar *pile cap* arah x 4 m, lebar *pile cap* arah y 4 m, tebal *pile cap* 0,12 m. Tulangan *pile cap* arah x D22-125mm, Tulangan *pile cap* arah y D22-125mm.

Kata Kunci: *Apartemen*, Perencanaan Gedung Bertingkat, Struktur Beton Bertulang, Dimensi Struktur, Tulang.

**APARTMENT BUILDING STRUCTURE PLANNING
14 (FOUR TEEN) FLOORS IN BOYOLALI WITH THE SYSTEM
SPECIAL MOMENT RESISTANCE FRAME (SRPMK)**

Ahmad Ihsan Nasuha

Nim : A0117087

nasuhaihsan76@gmail.com

ABSTRACT

Indonesia is currently carrying out development in all fields, one of which is the physical construction of residential infrastructure. This is increasingly confirmed by the construction of residential houses, either in the form of rental flats or in the form of apartments. To form a real application in Indonesia, in Boyolali Regency, a 14-storey apartment will be established, the apartment was chosen because it can provide a number of safe, comfortable and exclusive housing.

Boyolali Regency is a Regency in the process of developing and improving the standard of living of its people like other cities. In addition, where Boyolali Regency is one of the driving areas for development for the city of Surakarta, Boyolali continues to develop and build physical facilities and infrastructure, such as roads, housing for housing, shops and other supporting facilities. Boyolali Regency also needs apartments due to the increasing number of residents in Boyolali, as well as the increasing number of immigrants from year to year.

To overcome these problems, this final project will plan a 14-story Apartment Building with an Special Moment Resistant Frame System. The construction of this apartment building is expected to be able to provide housing for the surrounding community and immigrants from outside Boyolali Regency. The planning of the apartment structure in Boyolali with the Special Moment Resistant Frame System (SRPMK) aims to obtain a high-rise building structure planning design that is safe and resistant to earthquake disasters that often occur in Indonesia. Structural calculations that produce specifications and design drawings must also be accountable for their safety and strength based on applicable regulations in Indonesia.

The building structure is planned on the basis of an equivalent static seismic analysis and a dynamic Response Spectrum. Based on the seismic calculations, the graph of the Response Spectrum used in the structural analysis is taken from the results of the soil data analysis obtained from the Public Works

Bureau of Public Works of the Regency of Sragen and the value of the ground acceleration parameter from the ministry Website. of Public Works Pu.go.id Selection of seismic design categories according to SNI-1726: 2019. Seismic design category D was obtained with a value of $S_{Ds} = 0.73$, $S_{DI} = 0.55$ SNI- 2847: 2019 Article 18.2.1.4 states that structures subject to seismic design category D may be exposed to strong impacts from the ground, therefore the structure of the frame system resistant to special Moments is provided in combination with bracing walls. In structural analysis using SAP 2000 v 19.

The results of this calculation in the form of the dimensions of the structure and its reinforcement, the roof slab is designed as a two-way slab with the results of the analysis of reinforcement with reinforcement in the x 10-200 direction, the y direction reinforcement 10-200. The floor slab is designed as a two-way slab with the results of reinforcement analysis with reinforcement in the x 13-330 direction, the reinforcement in the y direction 13-330. The main beam is 6 m 60 cm x 70 cm with 9D32 bearing reinforcement, 8D29 field reinforcement, 10-300 bearing shear reinforcement, 10-300 field shear reinforcement, 4D16 bearing shrinkage reinforcement, 4D16 field shrinkage reinforcement. The main beam is 7 m 60 cm x 70 cm with 9D36 bearing reinforcement, 8D32 field reinforcement, 10-300 bearing shear reinforcement, 10-300 field shear reinforcement, 4D16 bearing shrinkage reinforcement, 4D16 field shrinkage reinforcement. Child beams 3 m 20 cm x 35 cm with bearing reinforcement 3D19, field reinforcement 3D13, bearing shear reinforcement 10-140, field shear reinforcement 10-140, support shrinkage reinforcement 2D13, field shrinkage reinforcement 2D13. Child beams 3.5 m 20 cm x 35 cm with 3D22 bearing reinforcement, 3D13 field reinforcement, 10-140 bearing shear reinforcement, 10-140 field shear reinforcement, 2D13 support shrinkage reinforcement, 2D13 field shrinkage reinforcement. Sloof 6 m 30 cm x 45 cm with bearing reinforcement 4D16, field reinforcement 4D16, bearing shear reinforcement 10-190, field shear reinforcement 10-190, support shrinkage reinforcement 2D13, field shrinkage reinforcement 2D13. Sloof 7 m 30 cm x 45 cm with bearing reinforcement 4D16, field reinforcement 4D16, bearing shear reinforcement 10-190, field shear reinforcement 10-190, support shrinkage reinforcement 2D13, field shrinkage reinforcement 2D13. Column size 90 cm x 90cm height 5m with main reinforcement 24D25, shear reinforcement 6D12–100. Column size 90 cm x 90cm height 4m with main reinforcement 24D25, shear reinforcement 6D12–100. Shear walls with 2D16-300 horizontal main reinforcement, 2D16-300 vertical main reinforcement. Pile foundation, the number of piles 8 piles, pile diameter 0.8 m, pile length 8 m, concrete quality (f_c') 30 mpa. Pile cap with pile cap width x 4 m, pile cap width y direction 4 m, pile cap thickness 0.12 m. Pile cap reinforcement x direction D22-125mm, Reinforcement pile cap y direction D22-125mm.

Keywords: *Apartmen, Planning Of Multi-Storey Buildings, Reinforced Concrete Structure, Structural Dimensions, Reinforcement.*

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia saat ini sedang melaksanakan pembangunan di segala bidang, salah satunya berupa pembangunan fisik prasarana rumah tinggal. Hal ini semakin tegas dengan adanya pembangunan rumah tinggal, baik berupa rumah susun sewa ataupun yang berupa *apartemen*. Untuk membentuk aplikasi nyata di Indonesia, maka di Kabupaten Boyolali akan didirikan *Apartemen* 14 lantai, *apartemen* dipilih karena dapat menyediakan sejumlah hunian yang aman, nyaman dan eksklusif.

Kabupaten Boyolali merupakan Kabupaten dalam masa proses berkembang dan dalam meningkatkan taraf hidup masyarakatnya seperti kota-kota lainnya. Selain itu, yang mana letak Kabupaten Boyolali merupakan salah satu daerah pendorong perkembangan untuk kota Surakarta, maka Boyolali terus berkembang dan membangun fasilitas maupun prasarana fisik, seperti jalan, perumahan untuk tempat tinggal, pertokoan dan fasilitas pendukung lainnya. Kabupaten Boyolali juga memerlukan *apartemen* berkenaan dengan meningkatnya jumlah penduduk di Boyolali, juga jumlah pendatang dari tahun ke tahun yang semakin meningkat.

Untuk mengatasi permasalahan tersebut, maka tugas Akhir ini akan direncanakan "**Gedung Apartemen 14 lantai dengan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus**". Pembangunan gedung *Apartemen* ini diharapkan mampu menyediakan hunian bagi masyarakat sekitar maupun pendatang dari luar

Kabupaten Boyolali. Perencanaan struktur *Apartemen* di Boyolali dengan Sistem Rangka Pemikul *Momen* Khusus (SRPMK) ini bertujuan untuk memperoleh desain perencanaan struktur gedung bertingkat yang aman dan tahan terhadap bencana gempa yang sering terjadi di Indonesia. Perhitungan struktur yang menghasilkan *Spesifikasi* dan desain gambar juga harus bisa dipertanggung jawabkan keamanan dan kekuatannya berdasarkan peraturan yang berlaku di Indonesia.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang maka rumusan masalah yang bisa diambil adalah : Bagaimana merencanakan struktur bangunan *Apartemen* 14 lantai yang tahan gempa dengan Sistem Rangka Pemikul *Momen* Khusus (SRPMK) yang efisien sesuai kebutuhan berdasarkan SNI terbaru di Indonesia?

1.3. Batasan Masalah

Batasan Masalah dalam perencanaan struktur bangunan *Apartemen* tahan gempa dengan Sistem Rangka Pemikul *Momen* Khusus (SRPMK) ini meliputi:

- 1). Peraturan yang digunakan :
 - a. SNI-1727:2013, Beban Minimum Untuk Perancangan Bangunan Gedung Dan Struktur Lain.
 - b. SNI-2847:2013, Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung.
 - c. SNI-1727:2013, Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Gedung dan Non-Gedung.

- d. SNI-2847:2013, Sistem Rangka menggunakan Sistem Rangka Pemikul *Momen* Khusus (SRPMK).
- e. PPURG 1989, tentang Peraturan Pembebanan Untuk Rumah dan Gedung

2). Perhitungan dan pembahasan

Perhitungan dan pembahasan diutamakan pada hal-hal sebagai berikut:

- a. Struktur gedung yang direncanakan adalah bangunan *apartemen* dengan 14 lantai dengan Sistem Rangka Pemikul *Momen* Khusus (SRPMK). Lokasi gedung yang direncanakan berada di wilayah Boyolali.
- b. Perencanaan desain struktur meliputi :
 - 1. Struktur atas : Pelat Atap, Pelat Lantai, Balok, Kolom, Dinding Geser (*Shear wall*).
 - 2. Struktur bawah : Pondasi *Pile Cap*, Pondasi *Bored pile*.
- c. Perhitungan struktur yang dilakukan meliputi perhitungan analisa struktur, perhitungan desain plat, perhitungan desain dinding geser (*Share wall*), perhitungan desain balok, perhitungan desain kolom dan perhitungan desain pondasi.
- d. Perencanaan menggunakan aplikasi *Microsoft Office 2016, Sap 2000 v.19.0.0*, dan *Autocad 2014*.

1.4. Manfaat Perencanaan

Manfaat perencanaan yang diperoleh bagi mahasiswa adalah menambah pengetahuan mengenai ilmu struktur terutama dalam merencanakan gedung yang kuat, efisien, dan tahan terhadap gempa mulai dari proses desain awal, analisa mekanika sampai desain beton bertulang. Hasil perencanaan ini juga bisa digunakan sebagai referensi untuk pembaca dalam merencanakan struktur

gedung tahan gempa dengan Sistem Rangka Pemikul *Momen* Khusus (SRPMK) yang efisien sesuai kebutuhan.

1.5. Tinjauan

1.5.1. Dimensi Bangunan Utama

Struktur bangunan gedung yang ditinjau adalah bangunan gedung *apartemen* dengan spesifikasi sebagai berikut :

Panjang Bangunan : 56 m
 Lebar Bangunan : 36 m
 Tinggi Bangunan : 63 m

Elevasi Lantai Dasar :

Elevasi Lantai 1 : ± 0.00 mater
 Elevasi Lantai 2 : + 5.00 meter
 Elevasi Lantai 3 : + 10.00 meter
 Elevasi Lantai 4 : + 15.00 meter
 Elevasi Lantai 5 : + 20.00 meter
 Elevasi Lantai 6 : + 25.00 mete
 Elevasi Lantai 7 : + 30.00 meter
 Elevasi Lantai 8 : + 35.00 meter
 Elevasi Lantai 9 : +39.00 meter
 Elevasi Lantai 10 : + 43.00 meter
 Elevasi Lantai 11 : + 47.00 meter
 Elevasi Lantai 12 : + 51.00 mete
 Elevasi Lantai 13 : + 55.00 meter
 Elevasi Lantai 14 : + 59.00 meter
 Elevasi Lantai Atap : + 63.00 meter
 Jumlah Lantai : 14 Lantai

Tinggi Lantai :

Lantai 1-7 : 4.00 meter
 Lantai 8-15 : 5.00 meter

1.5.2 Dimensi Elemen Struktur Plat, Kolom, Balok, *Sloof*, dan Material.

Dimensi elemen struktur beton yang direncanakan sebagai berikut :

Plat Lantai : 12 cm (Tebal)
 Plat Atap : 10 cm (Tebal)
 Kolom 1 : 90 cm x 90 cm
 (Tinggi 5 m Lantai 1-7)
 Kolom 2 : 90 cm x 90 cm

	(Tinggi 4 m Lantai 8-14)
Balok Induk	: 60 cm x 70 cm (Bentang 6 m)
Balok Induk	: 60 cm x 70 cm (Bentang 7 m)
Balok Anak	: 20 cm x 35 cm (Bentang 3 m)
Balok Anak	: 20 cm x 35 cm (Bentang 3,5 m)
Sloof	: 30 cm x 45 cm (Bentang 6 m)
Sloof	: 30 cm x 45 cm (Bentang 7 m)
Mutu baja f_y	: 400 MPa (BJTS tulangan utama)
Mutu baja f_{yt}	: 240 MPa (BJTP tulangan geser)

1.6. Lokasi Perencanaan

Lokasi perencanaan Gedung Apartemen 14 (empat belas) lantai dengan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus ini berada di Jl. Embarkasi H., Banaran, Donohudan, Kec.Ngemplak, Kabupaten Boyolali pada koordinat lokasi bangunan $7^{\circ}31'23.5''S$ (kordinat lintang) dan $110^{\circ}45'09.8''E$ (kordinat bujur).



Gambar 1. 1 Lokasi Perencanaan Yang Diambil Dari Foto Google Maps

2. TINJAUAN PUSTAKA

1.1. Dasar Perencanaan

Perencanaan adalah cara perhitungan atau percobaan yang rasional sesuai dengan prinsip mekanika struktur yang lazim, berlaku perencanaan struktur

harus mampu menahan beban-beban yang bekerja pada struktur tersebut. Perancangan konstruksi di dasarkan pada analisis kekuatan batas (*ultimate -strength*) yang mempunyai daktilitas cukup untuk menyerap energi gempa sesuai peraturan yang berlaku.

Gempa bumi adalah suatu gejala (*physic*) yang di tandai dengan bergetarnya bumi dengan berbagai intensitas. Selama gempa berlangsung, sruktur bangunan akan mengalami gerakan *vertikal* dan *horizontal*. Dengan adanya gerakan tersebut bangunan gedung harus ada perencanaan supaya mampu menahannya, maka diperlukan perencanaan dengan sistem daktilitas dan sendi plastis.

1.2. Spesifikasi Material Tulangan

Baja tulangan salah satu parameter yang berpengaruh terhadap perilaku plastifikasi yang dihasilkan pada elemen struktur tahan gempa, baja tulangan dapat dibagi menjadi 2 jenis, yaitu baja tulangan polos dan baja tulangan ulir.

1.3. Struktur Beton Bertulang

Beton bertulang adalah merupakan gabungan logis dari dua jenis bahan: beton polos yang memiliki kekuatan tekan yang tinggi akan tetapi kekuatan tarik 9 yang rendah dan batang-batang baja yang ditanamkan didalam beton dapat memberikan kekuatan tarik yang diperlukan. (Wang, 1993:1).

1.4. Sistem Rangka Pemikul Momen

Berdasarkan SNI 1726:2019 tentang Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung, ada beberapa sistem struktur yang diterapkan dalam bangunan untuk menahan gempa,:

- Sistem Rangka Pemikul Momen Biasa (SRPMB).

- b. Sistem Rangka Pemikul Momen Menengah (SRPMM).
- c. Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK).

1.5. Pembebanan

1. Beban Mati

Beban mati (*dead load*) adalah berat dari semua bagian dari suatu gedung yang bersifat konstan/tetap dan berada pada posisi yang sama setiap saat. *plafond*, *elektrikal*, berdasarkan PPURG 1989

2. Beban Hidup

Beban hidup adalah semua beban yang terjadi akibat penghunian atau penggunaan suatu gedung, mengacu pada peraturan SNI 1727:2013.

3. ANALISIS BEBAN MATI DAN BEBAN HIDUP

Perhitungan Beban Mati dan Beban Hidup untuk perencanaan ini dihitung dengan pedoman peraturan untuk beban mati menggunakan peraturan PPURG:1989, beban hidup menggunakan peraturan SNI 1727:2019. Hasil dari perhitungan beban tersebut lalu digunakan untuk *input* pembebanan pada program SAP2000 v.19.

3.1. Perhitungan Beban Mati

Perhitungan berat sendiri pada bangunan perkantoran ini berdasar pada PPURG:1989 sebagai berikut:

a. Pelat atap

$$\text{Berat sendiri pelat} = 0.10 \text{ m} \times 2500 \text{ Kg/m}^3 = 250 \text{ Kg/m}^2$$

$$\text{Berat Plafond} + \text{penggantung} = 11 + 7 = 18 \text{ Kg/ m}^2$$

$$\text{Asphalt Sheet} = 0,02 \times 14 = 0,28 \text{ Kg/ m}^2$$

$$\underline{\text{Berat elektrikal} = 25 = 25 \text{ Kg/ m}^2}$$

$$\text{DL}_{\text{Plat lantai atap}} = 293,28 \text{ Kg/ m}^2$$

b. Pelat lantai

$$\text{Berat sendiri pelat lantai} = 0.12 \text{ m} \times 2500 = 300 \text{ Kg/m}^2$$

$$\text{Berat Plafond} + \text{penggantung} = 11 + 7 = 18 \text{ Kg/ m}^2$$

$$\text{Berat elektrikal} = 25 = 25 \text{ Kg/ m}^2$$

$$\text{Berat pasir urug } 5 \text{ cm} = 0,05 \times 18 = 90 \text{ Kg/ m}^2$$

$$\text{Berat Spesi } 3 \text{ cm} = 0,03 \times 21 = 63 \text{ Kg/ m}^2$$

$$\underline{\text{Berat keramik } 1 \text{ cm} = 24 = 24 \text{ Kg/ m}^2}$$

$$\text{DL}_{\text{Plat lantai lantai}} = 510 \text{ Kg/ m}^2$$

c. Beban Dinding ½ bata

$$\text{Berat dinding } \frac{1}{2} \text{ bata} = 4 \times 250 = 1000 \text{ Kg/ m}^2$$

3.2. Perhitungan Beban Hidup

Perhitungan beban hidup pada bangunan perkantoran ini berdasar peraturan SNI-1727:2013 sebagai berikut:

a. Beban hidup lantai *apartemen*

$$\text{koridor diatas lantai pertama} = 3,83 \text{ KN/m}^2 = 383 \text{ Kg/m}^2$$

b. Beban hidup atap *apartemen*

$$\text{Beban hidup atap} = 96 \text{ Kg/ m}^2$$

$$\underline{\text{Beban air hujan} = 20 \text{ Kg/ m}^2}$$

$$\text{LL}_{\text{Plat atap}} = 116 \text{ Kg/ m}^2$$

4. ANALISIS BEBAN GEMPA

4.1. Parameter Beban Gempa

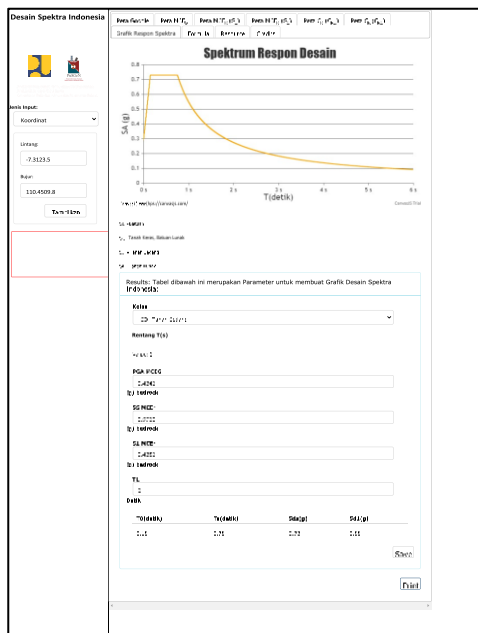
Pedoman perencanaan untuk beban gempa adalah SNI 1727:2019 tentang Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung.

Faktor resiko bangunan pada gedung perkantoran dapat dilihat pada tabel berikut ini sesuai dengan peraturan 1726-2019 pasal 4.2.2 tentang Faktor keutamaan gempa dan kategori risiko struktur bangunan, pada bangunan rumah susun termasuk pada kategori resiko II,

Faktor keutamaan gempa pada gedung resiko II sebesar 1,0.

Berdasarkan SNI-1726:2019 pasal 5.3, dari hasil diatas diperoleh nilai rata-rata N sebesar 18,45 termasuk kedalam kategori tanah sedang (SD).

Nilai S_s dan S_1 dapat dilihat melalui link sebagai berikut : <http://rsa.ciptakarya.pu.go.id/2021/>. Data yang di *Input* dalam *Situs* tersebut adalah sebagai berikut :



Gambar 4. 2 Output Desain Spektra pada Website Ciptakarya.pu.go.id (S_s, S_1)

Tabel 5. 1 Parameter Percepatan Tanah Website Ciptakarya.pu.go.id

Variabel	Nilai
PGA MCEG (g)	0,4346
SS Mcer (g)	0,996
S1 Mcer (g)	0,4386
TL (g)	6
TO (detik)	0,15
TS (detik)	0,75
SD (g)	0,73
SD 1 (g)	0,55

Sumber : <http://rsa.ciptakarya.pu.go.id/2021>

5. KOMBINASI BEBAN

5.1. Kombinasi Yang Digunakan

Perencanaan kombinasi pembebanan berpedoman pada Peraturan SNI 1746:2019. Berikut merupakan kombinasi yang di gunakan :

Tabel 5.1. Perhitungan Kombinasi Pembebanan

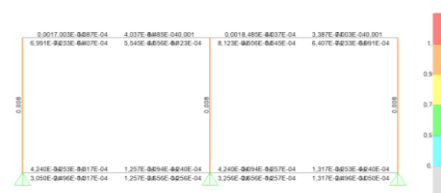
No	Jenis Kombinasi	
1	Kombinasi 1	1,4 D
2	Kombinasi 2	1,2 D + 1,6 L
3	Kombinasi 3	1,346 D + 1,0 L + 1,3 EX + 0,39 EY
4	Kombinasi 4	1,346 D + 1,0 L + 1,3 EX - 0,39 EY
5	Kombinasi 5	1,346 D + 1,0 L - 1,3 EX + 0,39 EY
6	Kombinasi 6	1,346 D + 1,0 L - 1,3 EX - 0,39 EY
7	Kombinasi 7	0,754 D + 1,3 EX + 0,39 EY
8	Kombinasi 8	0,754 D + 1,3 EX - 0,39 EY
9	Kombinasi 9	0,754 D - 1,3 EX + 0,39 EY
10	Kombinasi 10	0,754 D - 1,3 EX - 0,39 EY
11	Kombinasi 11	1,346 D + 1,0 L + 1,3 DX + 0,39 DY
12	Kombinasi 12	1,346 D + 1,0 L + 1,3 DX - 0,39 DY
13	Kombinasi 13	1,346 D + 1,0 L - 1,3 DX + 0,39 DY
14	Kombinasi 14	1,346 D + 1,0 L - 1,3 DX - 0,39 DY
15	Kombinasi 15	0,754 D + 1,3 DX + 0,39 DY
16	Kombinasi 16	0,754 D + 1,3 DX - 0,39 DY
17	Kombinasi 17	0,754 D - 1,3 DX + 0,39 DY
18	Kombinasi 18	0,754 D - 1,3 DX - 0,39 DY

Sumber : Perhitungan Pribadi

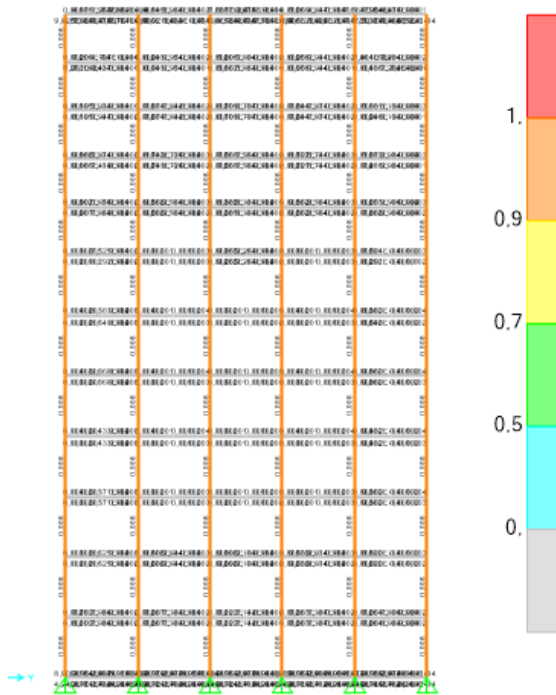
6. CEK DESAIN STRUKTUR

6.1. Hasil Desain Pada Program SAP 200 V.19

Pengecekan stuktur dapat dilakukan pada menu *Design - Conrete Frame Design - Star Design/Check of Sructure*, waktu pengecekan tergantung tingkat kerumitan model struktur.



Gambar 6. 1. Check Of Structure Arah X₁



Gambar 6. 2. Check Of Structure Arah X_1

7. HASIL ANALISIS PERHITUNGAN PERENCANAAN

7.1. Penulangan Pelat

Dalam perhitungan perencanaan Pelat didapat hasil penulangan sebagai berikut :

1. Pelat Atap (10 cm)

$$L_x = 3,00 \text{ m}$$

$$L_y = 3,50 \text{ m}$$

$$\frac{L_y}{L_x} = \frac{3,00}{3,00}$$

$$= 1,2 \text{ (Perhitungan Pelat 2 Arah)}$$

Hasil penulangan :

- Tulangan Arah X
Tul.Tunpuan = $\emptyset 10-200$
Tul.Lapangan = $\emptyset 10-200$
- Tulangan Arah Y
Tul.Tunpuan = $\emptyset 10-200$
Tul.Lapangan = $\emptyset 10-200$

2. Pelat Lantai (12 cm)

$$L_x = 3,00 \text{ m}$$

$$L_y = 3,50 \text{ m}$$

$$\frac{L_y}{L_x} = \frac{3,00}{3,50}$$

$$= 1,2 \text{ (Perhitungan Pelat 2 Arah)}$$

Hasil penulangan :

- Tulangan Arah X
Tul.Tunpuan = $\emptyset 13-330$
Tul.Lapangan = $\emptyset 13-330$
- Tulangan Arah Y
Tul.Tunpuan = $\emptyset 13-330$
Tul.Lapangan = $\emptyset 13-330$

7.2. Penulangan Balok

Dalam perhitungan perencanaan Balok didapat hasil penulangan sebagai berikut :

Tabel 7.1. Rekapitulasi Perhitungan Tulangan Pokok Balok

Posisi	Jenis Tulangan	Tul. Pakai
Balok Induk I Bentang 6 m (60 x 70)	Tumpuan	9D32
	Lapangan	8D29
Balok Induk I Bentang 7 m (60 x 70)	Tumpuan	9D36
	Lapangan	8D32
Balok Anak Bentang 3 m (20 x 35)	Tumpuan	3D19
	Lapangan	3D13
Balok Anak Bentang 3,5 m (20 x 35)	Tumpuan	3D22
	Lapangan	3D13
<i>Sloof</i> Bentang 6 m (30 x 45)	Tumpuan	4D16
	Lapangan	4D16

Sloof Bentang 7 m (30 x 45)	Tumpuan	4D16
	Lapangan	4D16

Sumber : Perhitungan Pribadi

Tabel 7.2. Rekapitulasi Perhitungan Tulangan Geser Balok

Posisi	Jenis Tulangan	Tul. Pakai
Balok Induk I Bentang 6 m (60 x 70)	Geser	Ø10-300
Balok Induk I Bentang 7 m (60 x 70)	Geser	Ø10-300
Balok Anak Bentang 3 m (20 x 35)	Geser	Ø10-140
Balok Anak Bentang 3,5 m (20 x 35)	Geser	Ø10-140
Balok Sloof Bentang 6 m (30 x 45)	Geser	Ø10-190
Balok Sloof Bentang 7 m (30 x 45)	Geser	Ø10-190

Sumber : Perhitungan Pribadi

Tabel 7.3. Rekapitulasi Perhitungan Tulangan Susut/Pinggang Balok

Posisi	Jenis Tulangan	Tul. Pakai
Balok Induk I Bentang 6 m (60 x 70)	Susut/ Pinggang	4D16
Balok Induk I Bentang 7 m (60 x 70)	Susut/ Pinggang	4D16
Balok Anak Bentang 3 m (20 x 35)	Susut/ Pinggang	2D13
Balok Anak Bentang 3,5 m	Susut/ Pinggang	2D13

(20 x 35)		
Balok Sloof Bentang 6 m (30 x 45)	Susut/ Pinggang	2D13
Balok Sloof (25 cm x 30 cm)	Susut/ Pinggang	2D13

Sumber : Perhitungan Pribadi

7.3. Penulangan Kolom

Dalam perhitungan perencanaan Kolom didapat hasil penulangan sebagai berikut :

Tabel 7.4. Rekapitulasi Perhitungan Tulangan Kolom

Posisi	Elemen	Jenis Tul.	Tul. Pakai
LT 1-7	K-1	Tul. Utama	24 D 25
		Geser	Ø12 -100
LT 8-14	K-1	Tul. Utama	24 D 25
		Geser	Ø12 -100

Sumber : Perhitungan Pribadi

7.4. Penulangan Dinding Geser

Dalam perhitungan perencanaan Dinding Geser didapat hasil penulangan sebagai berikut :

- Tulangan Utama *Horizontal*
= 2 D 16 - 250
- Tulangan Utama *Vertikal*
= 2 D 16 - 250

7.5. Penulangan Bore Pile

Dalam perhitungan perencanaan *Bore Pile* didapat hasil sebagai berikut :

Diameter Bore = 80 cm
Jumlah tulangan = 8 buah
Kedalaman Bore = 8 m

- Tul. Pokok = 10D19
- Tul. geser = Ø19-330

7.5.1. Penulangan *Pile Cap*

Dalam perhitungan perencanaan *Pile Cap* didapat hasil sebagai berikut :

Jarak antar tiang = 200 cm

jarak tepi ke tiang = 80 cm

- Tulangan Arah X = D22-125
- Tulangan Arah Y = D22-125

8. Kesimpulan

8.1. Kesimpulan

Pada penyusunan Tugas Akhir ini penulis dapat mengambil beberapa kesimpulan dalam perancangan Struktur Gedung Apartemen 14 (Empat Belas) Lantai Di Boyolali dengan Sistem Rangka Pemikul *Momen* Khusus, antara lain :

1. Analisa gempa yang digunakan untuk perancangan struktur bangunan ini menggunakan metode analisis gempa sesuai SNI 03 – 1726-2019.
2. Perancangan plat lantai dan plat atap menggunakan cara *konvensional* dengan hasil :
 - a. Plat atap tebal 10 cm dengan tulangan sebagai berikut :
 - Tulangan pada tumpuan arah x dan y = D10 – 200
 - Tulangan pada lapangan arah x dan y = D10 – 200
 - b. Plat lantai tebal 12 cm dengan tulangan sebagai berikut:
 - Tulangan pada lapangan arah x dan y = D13 – 330
 - Tulangan pada tumpuan arah x dan y = D13 – 330
3. Perancangan perhitungan struktur utama (pelat, balok dan kolom) menggunakan analisa dari program SAP 2000 versi 19 dan *Microsoft Excel* 2016.
4. Perancangan balok dengan tulangan sebagai berikut :

1. Balok induk I Bentang 6 m (60 x 70)

- a. Tumpuan
 - Tulangan Tarik = 9 D 32 mm
 - Tulangan Geser = \emptyset 10 – 300
 - Tulangan Susut = 4 D 16
- b. Lapangan
 - Tulangan Tarik = 8 D 29 mm
 - Tulangan Geser = \emptyset 10 – 300
 - Tulangan Susut = 4 D 16

2. Balok induk I Bentang 7 m (60 x 70)

1. Tumpuan
 - Tulangan Tarik = 9 D 36 mm
 - Tulangan Geser = \emptyset 10 – 300
 - Tulangan Susut = 4 D 16
2. Lapangan
 - Tulangan Tarik = 8 D 32 mm
 - Tulangan Geser = \emptyset 10 – 300
 - Tulangan Susut = 4 D 16

3. Balok anak Bentang 3 m (20 x 35)

- a. Tumpuan
 - Tulangan Tarik = 3 D 19 mm
 - Tulangan Geser = \emptyset 10 – 140
 - Tulangan Susut = 2 D 13
- b. Lapangan
 - Tulangan Tarik = 3 D 13 mm
 - Tulangan Geser = \emptyset 10 – 140
 - Tulangan Susut = 2 D 13

4. Balok anak Bentang 3,5 m (20 x 35)
 1. Tumpuan
 - Tulangan Tarik
= 3 D 22 mm
 - Tulangan Geser
= \emptyset 10 – 140
 - Tulangan Susut = 2 D 13
 2. Lapangan
 - Tulangan Tarik
= 3 D 13 mm
 - Tulangan Geser
= \emptyset 10 – 140
 - Tulangan Susut = 2 D 13
5. *Sloof* Bentang 6 m (30 x 45)
 - a. Tumpuan
 - Tulangan Tarik
= 4 D 16 mm
 - Tulangan Geser
= \emptyset 10 – 190
 - Tulangan Susut = 2 D 13
 - b. Lapangan
 - Tulangan Tarik
= 4 D 16 mm
 - Tulangan Geser
= \emptyset 10 – 190
 - Tulangan Susut
= 2 D 13
6. *Sloof* Bentang 7 m (30 x 45)
 1. Tumpuan
 - Tulangan Tarik
= 4 D 16 mm
 - Tulangan Geser
= \emptyset 10 – 190
 - Tulangan Susut
= 2 D 13
 2. Lapangan
 - Tulangan Tarik
= 4 D 16 mm
 - Tulangan Geser
= \emptyset 10 – 190
 - Tulangan Susut
= 2 D 13
5. Perancangan kolom dengan ukuran 90 cm x 90 cm

Kolom lantai 1 – 7

 - Tulangan Utama
= 24 D 25
 - Tulangan Geser
= 6 D 12 – 100 mm
6. Perancangan kolom dengan ukuran 90 cm x 90 cm

Kolom lantai 8 – 14

 - Tulangan Utama
= 24 D 25
 - Tulangan Geser
= 6 D 12 – 100 mm
7. Perhitungan Struktur Dinding Geser
 - Dinding geser direncanakan dengan tebal 25 cm
 - Tinggi dinding geser lantai 1 – 7
= 4 m dengan lebar = 7 m
 - Tinggi dinding geser lantai 8 – 14
= 4 m dengan lebar = 7 m
 - Tulangan *vertikal* dan *horizontal* dinding geser = 2 D16 – 250 mm.
8. Perhitungan Pondasi
 - a. Pondasi Tiang *Bored Pile*
 - Berdasarkan analisis perhitungan data tanah direncanakan pondasi tiang dengan diameter = 80 cm dan kedalaman tiang = 8 m
 - Jumlah pondasi tiang pada tiap kolom adalah 8 buah
 - Jarak antar tiang = 200 cm
 - Jarak tiang ke tepi = 80 cm
 - Tulangan Geser
= 10 D 19 - 330
 - b. Pondasi *Pile Cap*
 - Dimensi *Pile Cap*
 - Lx = 4000 mm
 - Ly = 4000 mm
 - Tebal = 1200 mm
 - Penulangan *Pile Cap* Tulangan arah X

= (D 22 – 125 mm)
Tulangan arah Y
= (D 22 – 125 mm)

DAFTAR PUSTAKA

https://id.wikipedia.org/wiki/Kabupaten_Bojonegara
lali#cite_note-Permendagri-137-2017-3

<https://www.dataarsitek.com/2016/12/jenis-dan-macam-macam-pondasi-dangkal-dalam.html>

<https://drive.google.com/file/d/0ByopSn7KYDtHaV6bnRTY2tmLWM/view>

Arrizki, T. 2017. *Planning for 7-storey + 1 Basement Apartment with an Intermediate Moment Resisting Frame System in the Surakarta Area* Civil Engineering Study Program, Muhammadiyah University of Surakarta, Surakarta.

Eka Putra, A. 2019. *Planning of a 5-storey Apartment Building Structure in Boyolali with an Intermediate Moment Resisting Frame System (SRPMM)* Civil Engineering Study Program, Muhammadiyah University of Surakarta, Surakarta.

Febriyanda, Y. 2020. *Planning of 9 (nine) Floor Office Building Structures in Boyolali Regency, Central Java Province* Civil Engineering Study Program, Tunas Pembangunan University, Surakarta, Surakarta.

Priyan Wuandari, I. 2020. *Perencanaan Struktur Gedung Perhotelan 12 Lantai di Purwodadi Grobogan* Program Studi Teknik Sipil Universitas Tunas Pembangunan Surakarta, Surakarta.

Rony Eko Prasetyo. 2020. *Perencanaan Struktur Gedung Mall Dan Apartemen 12(Dua Belas) Lantai Di Kabupaten Wonogiri Provinsi Jawa Tengah [skripsi]*. Surakarta (ID): Universitas Tunas Pembangunan.

SAP 2000 V.19, *Intergrated Finite, Elment Analiysis and Design Structures, Computers and Structures, Inc, Berkeley, California, USA.*

SAP 2000, *Concrate Design Manual Steel Design Manual, Computer and Structures, Inc, Barely, California USA.*

SNI 1726:2012. *Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung* SNI 1726:2012. Dinas Pekerjaan Umum.

SNI 1727:2013. *Beban Minimum Untuk Perencanaan Bangunan Gedung dan Struktur lain* SNI 1727:2013. Dinas Pekerjaan Umum.

SNI 2847:2013. *Persyaratan Beton Struktur Untuk Bangunan Gedung* SNI 2847:2013. Dinas Pekerjaan Umum.