

ARTIKEL JURNAL

**PERENCANAAN STRUKTUR GEDUNG APARTEMEN 14
(EMPAT BELAS) LANTAI DI KOTA YOGYAKARTA
PROVINSI D.I. YOGYAKARTA**

Diajukan Guna Melengkapi Persyaratan untuk Mencapai
Gelar Sarjana Strata Satu (S-1) Teknik Sipil pada Fakultas Teknik
Universitas Tunas Pembangunan Surakarta



Disusun Oleh :

HARI JATMIKO

A0118062

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

2022

**PERENCANAAN STRUKTUR GEDUNG APARTEMEN 14
(EMPAT BELAS) LANTAI DI KOTA YOGYAKARTA
PROVINSI D.I. YOGYAKARTA**

Hari Jatmiko
Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik
Universitas Tunas Pembangunan Surakarta
e-mail : harri.jatmiko@gmail.com

ABSTRAK

Urbanisasi membawa pengaruh besar dalam berbagai bidang kehidupan di Yogyakarta. Salah satu dampak urbanisasi tersebut adalah meningkatnya jumlah penduduk Yogyakarta yang juga berdampak pada terbatasnya lahan sebagai tempat tinggal. Untuk menyelesaikan permasalahan tersebut, perencanaan ini bertujuan untuk mengembangkan model konstruksi bangunan tinggi yaitu apartemen. Berdasarkan hasil parameter *response spectra* percepatan gempa untuk lokasi gedung apartemen tersebut sebesar ($SD_s = 0,79$, $SD_1 = 0,61$) bangunan masuk dalam kategori *desain seismic* (KDS) D. Oleh karena itu, gedung dirancang menggunakan stuktur beton bertulang dengan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) mengacu pada SNI 2847:2019 yang meliputi desain struktur atas (pelat, *sloof*, balok, kolom, dan *Shear wall*) dan struktur bawah (pondasi *bored pile* dan *pile cap*). Gedung direncanakan sedemikian rupa sehingga mampu bekerja dengan baik menahan beban yang terjadi akibat gempa bumi serta diperhitungkan juga gaya-gaya aksial berupa gaya akibat beban hidup dan beban mati yang mengacu pada SNI 1727:2020 dan PPURG 1989, sedangkan beban gempa mengacu pada SNI 1726:2019. Analisis struktur menggunakan program *Software* SAP2000 V.19. Hasil dari perancangan diperoleh data ukuran dimensi dan jumlah tulangan sebagai berikut : Ketebalan pelat atap 10 cm dan pelat lantai 12 cm dengan tulangan yang digunakan $\varnothing 10$ mm; Dimensi *sloof* 300×400 mm dengan tulangan pokok D 22 dan sengkang $\varnothing 10$ mm; Balok Induk 1 (B_1) dimensi 400×600 mm dan Kolom 1 dimensi 950×950 mm menggunakan tulangan utama yang sama yaitu D 29 dengan sengkang $\varnothing 12$ mm; Balok Induk 2 (B_2) dimensi 300×500 mm dan Kolom 2 dimensi 700×700 mm menggunakan tulangan D 25 dengan sengkang $\varnothing 10$ mm; Balok anak (B_A) dimensi 200×300 mm menggunakan tulangan utama D 19 dengan sengkang $\varnothing 10$ mm; ketebalan dinding geser 250 mm dengan tulangan vertikal dan horizontal 2 D 16-300 mm. Untuk pondasi didesain menggunakan *pile cap* berdimensi $4,8 \times 4,8 \times 1,2$ m dan *bored pile* berdiameter 0,80 m berjumlah 4 tiang di setiap kolom dengan kedalaman pondasi 10 m. Hasil analisa dan perencanaan stuktur gedung apartemen menunjukkan bahwa dimensi dan tulangan tiap elemen stuktur yang direncanakan aman terhadap beban yang bekerja.

Kata kunci : Apartemen, Beton Bertulang, SRPMK.

**STRUCTURE PLANNING OF 14 (FOURTEEN) FLOOR
APARTMENT BUILDING IN YOGYAKARTA CITY,
PROVINCE D.I. YOGYAKARTA**

Hari Jatmiko
Civil Engineering Study Program, Faculty of Engineering
Tunas Pembangunan University of Surakarta
e-mail : harri.jatmiko@gmail.com

ABSTRACT

Urbanization takes considerable influence in various fields of life in Yogyakarta. One of the impacts of urbanization is the increasing population of Yogyakarta which also has an impact on the limited land as a place to live. To resolve these problems, this planning aims to develop a high-rise construction model, namely apartments. Based on the results of the response spectra parameters for the acceleration of the earthquake for the location of the apartment building by ($SD_s = 0.79$, $SD_1 = 0.61$) the building is included in the category of seismic design (KDS) D. Then, the building is designed using reinforced concrete structures with a Special Moment Bearing Frame System (SRPMK) referring to SNI 2847: 2019 which includes the design of the upper structure (pelates, sloofs, beams, columns, and Shear walls) and lower structures (bored pile and pile cap foundations). The building is planned in such a way that it is able to work well to withstand the load that occurs due to the earthquake and also takes into account the axial forces in the form of forces due to living loads and dead loads which refers to SNI 1727:20 20 and PPURG 1989, while the earthquake load refers to SNI 1726:2019. Structure analysis using SAP2000 software program V.19. The results of the design obtained data on the size of the dimensions and the number of reinforcement as follows: The thickness of the roof pelate is 10 cm and the thickness of floor pelate is 12 cm with the reinforcement used $\varnothing 10$ mm; Sloof dimensions of 300×400 mm with principal reinforcement D 22 and sliding reinforcement $\varnothing 10$ mm; main Beam 1 (B_1) dimensions 400×600 mm and Column 1 dimension 950×950 mm use the same main reinforcement which is D 29 with a sting of $\varnothing 12$ mm; main Beam 2 (B_2) dimensions 300×500 mm and Column 2 dimensions 700×700 mm using reinforcement D 25 with a sting of $\varnothing 10$ mm; Secondary beams (B_A) dimensions of 200×300 mm using the main reinforcement D 19 with sliding reinforcement $\varnothing 10$ mm; sliding wall thickness 250 mm with vertical and horizontal reinforcement 2 D 16-300 mm. The foundation is designed using a pile cap with dimensions of $4.8 \times 4.8 \times 1.2$ m and a bored pile with a diameter of 0.80 m totaling 4 poles in each column with a foundation depth of 10 m. The results of the analysis and planning of the structure of the apartment building show that the dimensions and reinforcement of each element of the planned structure are safe towards the working load.

Keywords: Apartment, Reinforced Concrete, SRPMK.

PENDAHULUAN

Distribusi penduduk yang tidak merata di Indonesia telah terjadi jauh sebelum masa penjajahan Belanda, di mana penduduk terkonsentrasi di Pulau Jawa dan Bali. Hasil Sensus Penduduk Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta tahun 2020 menunjukkan jumlah penduduk Provinsi D.I. Yogyakarta sebesar 3.882.288 jiwa (BPS, 2021). Jumlah penduduk sebanyak itu mempengaruhi kepadatan penduduk di Provinsi D.I. Yogyakarta.

Kepadatan penduduk tertinggi di Provinsi D.I. Yogyakarta terdapat di Kota Yogyakarta sebanyak 373.589 jiwa dengan luas wilayah 32,5 Km² atau 1,02 % dari luas wilayah Provinsi (BPS, 2021). Berarti dalam setiap 1 Km² wilayah Kota Yogyakarta dihuni oleh 11.495 jiwa penduduk. Hal ini terjadi karena Kota Yogyakarta adalah ibukota Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta, sehingga dijadikan sebagai pusat segala aktivitas dan kegiatan mulai dari pendidikan, pemerintahan dan perkonomian.

Sistem kehidupan masyarakat, secara khusus masyarakat di Kota Yogyakarta dari hari ke hari juga terus berkembang. Urbanisasi membawa pengaruh besar dalam berbagai bidang kehidupan di Yogyakarta. Salah satu dampak urbanisasi tersebut adalah Yogyakarta kian hari kian padat

penduduk yang juga berdampak pada terbatasnya lahan sebagai tempat tinggal. Di samping itu semakin padatnya jumlah penduduk di Yogyakarta, urbanisasi membawa dampak pada perubahan pola kehidupan sosial masyarakat dengan trend kehidupan kota.

Apartemen merupakan sebuah model tempat tinggal yang hanya mengambil sebagian kecil ruang dari suatu bangunan. Berdasarkan pengertian ini, fungsi utama apartemen adalah sebagai pemukiman vertikal dengan kegiatan yang relatif sama dengan pemukiman pada umumnya. Selain itu apartemen juga dimaksudkan untuk hunian atau tempat tinggal sebagai solusi dari keterbatasan lahan pemukiman di kota-kota besar seperti kota Yogyakarta.

Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dikemukakan di atas, dapat diambil beberapa rumusan masalah, di antaranya sebagai berikut :

1. Bagaimana desain struktur bangunan Gedung Apartemen 14 (Empat Belas) lantai di Kota Yogyakarta sesuai dengan SNI yang berlaku?
2. Bagaimana memperoleh data ketahanan suatu bangunan terhadap beban yang bekerja baik beban mati, beban hidup, dan beban gempa?

3. Berapakah ukuran dimensi dan jumlah tulangan yang dibutuhkan?

Batasan Masalah

Adapun batasan masalah pada Perencanaan Struktur Gedung Apartemen 14 (Empat Belas) Lantai di Kota Yogyakarta yaitu sebagai berikut:

1. Perencanaan struktur Gedung Apartemen 14 (Empat Belas) Lantai di Kota Yogyakarta dengan struktur beton bertulang.
2. Perhitungan pembebanan dengan beban terfaktor yang meliputi beban mati (*dead load*), beban hidup (*live load*), beban gempa (*earthquake*).
3. Perhitungan perencanaan elemen struktur yaitu pondasi, *sloof*, balok, kolom, pelat lantai, dan dinding geser (*Shear wall*).
4. Perhitungan struktur menggunakan SNI 2847:2019 tentang Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung.
5. Perhitungan beban menggunakan SNI 1727:2020 Tentang Beban Minimum untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lainnya.
6. Perhitungan beban gempa SNI 1726:2019 Tentang Peraturan Perencanaan Ketahanan Gempa Indonesia untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung.

7. Analisis struktur menggunakan bantuan *software* SAP 2000 versi 19.

Tujuan Perencanaan

Tujuan dari Perencanaan Struktur Gedung Apartemen 14 (Empat Belas) Lantai di Kota Yogyakarta ini antara lain:

1. Menghasilkan struktur Bangunan Gedung Apartemen 14 (Empat Belas) lantai di Kota Yogyakarta sesuai dengan SNI yang berlaku.
2. Memperoleh data ketahanan suatu bangunan terhadap beban yang bekerja baik beban mati, beban hidup, dan beban gempa.
3. Menentukan ukuran dimensi dan jumlah tulangan yang dibutuhkan.

Manfaat Perencanaan

Manfaat dari Perencanaan Struktur Gedung Apartemen 14 (Empat Belas) Lantai di Kota Yogyakarta antara lain:

1. Manfaat bagi pembaca

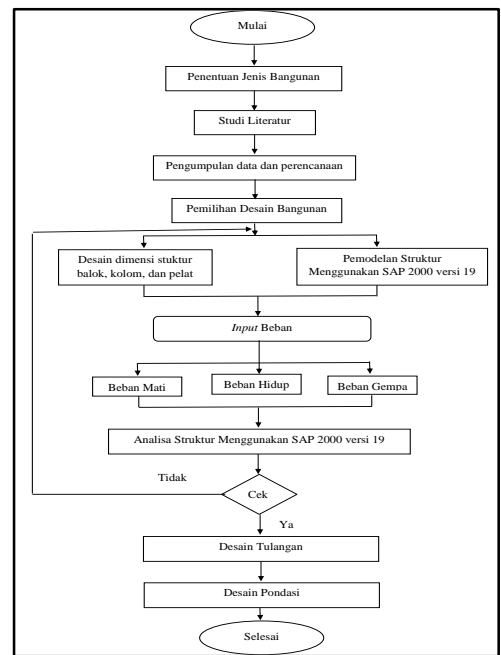
Dapat digunakan untuk referensi perencanaan struktur gedung tinggi serta memberikan gambaran perhitungan perencanaan struktur Gedung Apartemen 14 (Empat Belas) lantai yang aman sesuai dengan SNI yang berlaku.

2. Manfaat bagi penulis
 - a. Sebagai persyaratan untuk memenuhi tugas akhir Strata Satu (S-1) Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Tunas Pembangunan Surakarta.
 - b. Penulis dapat mengetahui desain ukuran struktur bangunan gedung yang aman sesuai SNI yang berlaku.
 - c. Penulis mampu menentukan jumlah tulangan yang diperlukan pada struktur bangunan gedung sesuai SNI yang berlaku.

Metode Perencanaan

1. Pengumpulan Data dan Studi Literatur.
2. Pemilihan Desain Bangunan.
3. *Preliminary Design*.
4. Pemodelan Struktur Bangunan
5. Perhitungan Pembebanan
6. Perhitungan Nilai Kategori Desain Sismik (KDS)
7. Analisa Struktur
8. Cek Persyaratan
9. Desain Tulangan

Diagram Alir Metode Perencanaan



Gambar 1. Diagram Alir Metode Perencanaan

Lokasi Perencanaan

Perencanaan Struktur Gedung Apartemen 14 (Empat Belas) Lantai berlokasi di Jalan Jendral Sudirman No. 54-56, Kotabaru, Kec. Gondokusuman, Kota Yogyakarta. Adapun letak koordinat dan batas-batasnya sebagai berikut:

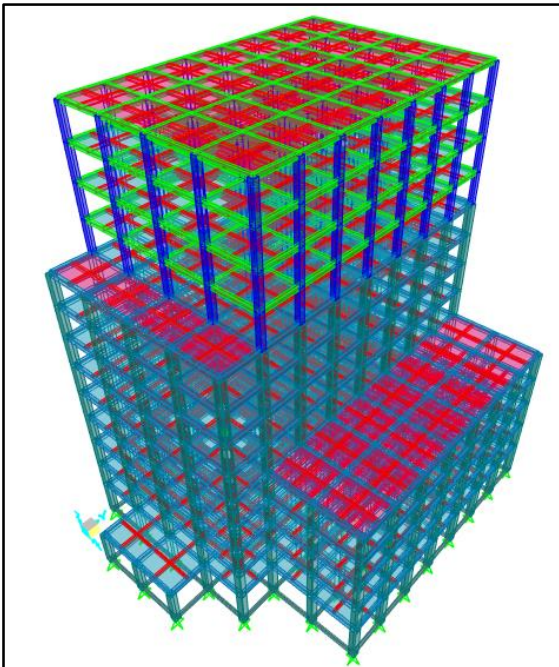
Lintang : -7.7833918
 Bujur : 110.3719749
 Batas Utara : The Harvest Cakes
 Batas Selatan : SMA Stella Duce 1 Yogyakarta
 Batas Timur : Ayara Coffee Shop
 Batas Barat : Permukiman penduduk

Struktur Bangunan

Jumlah Tingkat : 13 Lantai + Atap
Lokasi Bangunan : Jalan Jendral
Sudirman No .54-56, Kotabaru, Kec.
Gondokusuman, Kota Yogyakarta
Fungsi Bangunan : Apartemen
Panjang Bangunan : 45 m
Lebar Bangunan : 36 m
Luas Bangunan : 1.440 m²
Luas Lahan : 6.158 m²
Struktur Bangunan : Beton
Bertulang
Mutu Bahan

Beton f_c' : 35 Mpa
Baja F_{yd} : 400 Mpa
 F_{yp} : 240 Mpa

Pemodelan Tiga Dimensi (3D)



Gambar 2. Penulangan Tiga Dimensi (3D).

Analisa Struktur dan Pembahasan

Perencanaan dimensi struktur beton:

Sloof : 30 x 40 cm.
Kolom I : 95 x 95 cm.
Kolom II : 70 x 70 cm.
Balok Induk I : 40 x 60 cm.
Balok Induk II : 30 x 50 cm.
Balok Anak : 20 x 30 cm.
Shearwall : 25 cm.
Tebal pelat atap : 10 cm.
Tebal pelat lantai : 12 cm.

Perhitungan Beban Mati

Beban Mati Pada Pelat

1. Pelat Lantai : 1,43 kN/m²
2. Pelat Atap : 0,57 kN/m²

Beban Mati Pada Balok

1. Lantai 1 : 12 kN/m²
2. Lantai 2 – 13 : 10 kN/m²

Perhitungan Beban Hidup

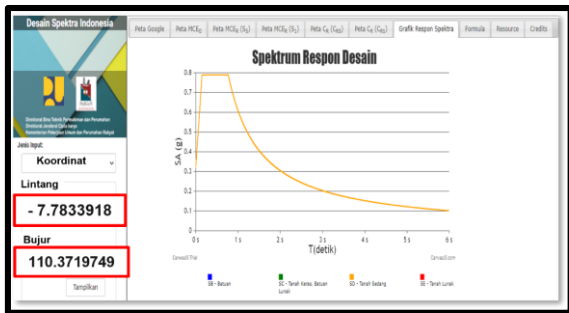
1. Pelat Lantai 1 -13: 1,92 kN/m²
2. Pelat Atap : 1,16 kN/m²

Perhitungan Beban Gempa

Berdasarkan SNI-1726-2019 Pasal 4.1.2 jenis bangunan gedung Apartemen termasuk dalam kategori resiko II, maka memiliki faktor keutamaan gempa I_e yaitu 1,0.

Dari data sondir yang diperoleh maka diperoleh nilai rata-rata N sebesar 25,23. Berdasarkan tabel klasifikasi situs nilai tersebut masuk ke dalam kategori tanah sedang (SD).

Untuk menentukan parameter percepatan gempa dan parameter *response spectra* percepatan gempa dapat diketahui dengan menggunakan bantuan situs online Dinas Pekerjaan Umum melalui link : <http://rsa.ciptakarya.pu.go.id/2021/>.



Dari hasil *ouput* parameter percepatan gempa dan parameter *response spectra* percepatan gempa maka diperoleh nilai sebagai berikut :

$$S_s = 1,1324 \text{ g,}$$

$$S_1 = 0,5097 \text{ g}$$

Berdasarkan SNI 1726-2019 Pasal 6.5 penentuan kategori desain seismic (KDS), Tengah didapatkan nilai parameter *response spectra* pada periode pendek, $S_{Ds} = 0,79 \text{ g}$ dan parameter percepatan spectra pada periode 1 detik $S_{D1} = 0,5097 \text{ g}$. Maka dari hasil tersebut termasuk Kategori Desain Seismic (KDS) **D** dan termasuk Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK).

Berdasarkan SNI 1726-2019 Tabel 12, perencanaan struktur gedung Apartemen termasuk sistem ganda dengan rangka pemikul momen khusus yang mampu

menahan paling sedikit 25 % gaya *seismic* yang ditetapkan. Perencanaan ini menggunakan dinding geser atau *shear wall* maka nilai R, Cd, Ω_0 dapat diketahui sebagai berikut :

$$R = 7 \text{ (Koefisien Modifikasi Response).}$$

$$\Omega_0 = 2,5 \text{ (Faktor Kuat-Lebih Sistem).}$$

$$C_d = 5,5 \text{ (Faktor Pembesaran Defleksi).}$$

Berdasarkan SNI 1726-2019 Pasal 7.3.4.2 untuk struktur dengan Kategori Desain *Seismic* (KDS) **D** yang memiliki ketidakberaturan torosi maka ρ harus sebesar 1,3.

Sesuai SNI 1726-2019 maka *input respons spectrum* diberikan nilai pengali sebesar :

$$\begin{aligned} \text{Faktor Pengali} &= g \times I/R \\ &= 9,81 \times 1/7 = 1,401 \end{aligned}$$

Keterangan :

g = Gravitasi Bumi (9,81)

I = Faktor Keutamaan Gedung (I)

R = Faktor Reduksi Gempa (7)

Pemeriksaan Simpangan Antar Lantai

Untuk kontrol drift pada SNI 03-1726-2019 pasal 7.8.6, dirumuskan sebagai berikut:

$$\Delta_x = (C_d \times \delta) / I$$

Dimana:

δ = defleksi pada lantai ke-x

Cd = faktor pembesaran defleksi = 5,5 (SNI 03-1726-2019 tabel 12)

I = faktor keutamaan gedung = 1 (SNI 03-1726-2019 tabel 4)

Perhitungan simpangan lantai 1:

$$\Delta_x = (Cd \times \delta) / I$$

Perhitungan simpangan lantai 2 keatas:

$$\Delta_x = (\delta_{\text{lantai atas}} - \delta_{\text{lantai bawah}}) \times \delta / I$$

Untuk struktur beton bertulang simpangan antar lantai ijin dibatasi sebesar:

$$\Delta_s \text{ ijin} = 0,02 h_{sx} / \rho$$

$\rho = 1,3$ (untuk KDS kategori D, berdasarkan SNI 03-1726-2019).

Kombinasi Pembebanan

Kombinasi pembebanan yang digunakan untuk perencanaan tersebut sebagai berikut:

- a. 1,4 DL
- b. 1,2 DL + 1,6 LL
- c. 1,2 DL + 1,0 LL + 1,0 E
1,2 DL + 1,0 LL + p QE + 0,2 S_{D_s} DL
1,2 DL + 1,0 LL + 1,3 (EX) + 0,2
(0,7904) DL + 0,3 (1,3) EY
1,358 DL + 1,0 LL + 1,3 EX + 0,39 EY
- d. 1,358 DL + 1,0 LL + 1,3 EX - 0,39 EY
- e. 1,358 DL + 1,0 LL - 1,3 EX + 0,39 EY
- f. 1,358 DL + 1,0 LL - 1,3 EX - 0,39 EY
- g. 1,358 DL + 1,0 LL + 1,3 EY + 0,39 EX
- h. 1,358 DL + 1,0 LL + 1,3 EY - 0,39 EX
- i. 1,358 DL + 1,0 LL - 1,3 EY + 0,39 EX
- j. 1,358 DL + 1,0 LL - 1,3 EY - 0,39 EX
- k. 0,9 DL + 1,0 E
0,9 DL + 1,3 EX + 1,3 (0,3) EY - 0,2
(0,7904) DL
0,742 DL + 1,3 EX + 0,39 EY
- l. 0,742 DL + 1,3 EX - 0,39 EY
- m. 0,742 DL - 1,3 EX + 0,39 EY

- n. 0,742 DL - 1,3 EX - 0,39 EY
- o. 0,742 DL + 1,3 EY + 0,39 EX
- p. 0,742 DL + 1,3 EY - 0,39 EX
- q. 0,742 DL - 1,3 EY + 0,39 EX
- r. 0,742 DL - 1,3 EY - 0,39 EX
- s. 1,0 DL + 1,0 LL + 1,3 EX + 0,39 EY
- t. 1,0 DL + 1,0 LL + 0,39 EX + 1,3 EY

Hasil Perhitungan

1. Struktur Atas
 - a. Pelat Atap (Tebal 10 cm)
 - Tumpuan arah X = \emptyset 10–150 mm
 - Tumpuan arah Y = \emptyset 10–150 mm
 - Lapangan arah X = \emptyset 10–150 mm
 - Lapangan arah Y = \emptyset 10–150 mm
 - b. Pelat Lantai (Tebal 12 cm)
 - Tumpuan arah X = \emptyset 10–100 mm
 - Tumpuan arah Y = \emptyset 10–100 mm
 - Lapangan arah X = \emptyset 10–100 mm
 - Lapangan arah Y = \emptyset 10–100 mm
 - c. Perhitungan *Sloof* 300 x 400 mm
 - Tumpuan atas = 3 D 22 mm
 - Tumpuan tengah = 2 D 10 mm
 - Tumpuan bawah = 2 D 22 mm
 - Geser tumpuan = 2 \emptyset 10–160 mm
 - Lapangan atas = 2 D 22 mm
 - Lapangan tengah = 2 D 10 mm
 - Lapangan bawah = 2 D 22 mm
 - Geser lapangan = \emptyset 10–160 mm
 - d. Perhitungan Balok BI 400 x 600 mm
 - Tumpuan atas = 10 D 29 mm
 - Tumpuan tengah = 2 D 12 mm
 - Tumpuan bawah = 3 D 29 mm
 - Geser tumpuan = 2 \emptyset 10–100 mm

- Lapangan atas = 3 D 29 mm
- Lapangan tengah = 2 D 12 mm
- Lapangan bawah = 6 D 29 mm
- Geser lapangan = 2Ø10–100 mm

e. Perhitungan Balok BII 300 x 500 mm

- Tumpuan atas = 8 D 25 mm
- Tumpuan tengah = 2 D 12 mm
- Tumpuan bawah = 3 D 25 mm
- Geser tumpuan = 2Ø10–140 mm
- Lapangan atas = 3 D 25 mm
- Lapangan tengah = 2 D 12 mm
- Lapangan bawah = 4 D 25 mm
- Geser lapangan = 2Ø10–140 mm

f. Perhitungan Balok Anak 200 x 300 mm

- Tumpuan atas = 3 D 19 mm
- Tumpuan bawah = 2 D 19 mm
- Geser tumpuan = 2Ø10–120 mm
- Lapangan atas = 2 D 19 mm
- Lapangan bawah = 2 D 19 mm
- Geser lapangan = 2Ø10–120 mm

g. Perhitungan Kolom (K_1) 950 x 950 mm

- Tulangan utama = 16 D 29
- Tulangan geser = Ø12 – 170 mm

h. Perhitungan Kolom (K_2) 700 x 700 mm

- Tulangan utama = 12 D 25
- Tulangan geser = Ø12 – 160 mm

i. Perhitungan Dinding Geser

Mempunyai ketebalan 250 mm
Tulangan vertikal dan horizontal
= 2 D 16 – 350 mm

2. Struktur Bawah

a. Perhitungan Pondasi *Bored Pile*

- Diameter tiang = 80 cm

- Kedalaman pondasi = 10 m
- Jumlah tiang setiap kelompok = 4 tiang
- Tulangan utama = 11 D 25
- Tulangan geser = Ø10-150 mm

b. Perhitungan *Pile Cap*

- Lebar *pile cap* = 4,8 m
- Panjang *pile cap* = 4,8 m
- Tebal *pile cap* = 1,2 m
- Tulangan arah X = D25 – 120 mm
- Tulangan arah Y = D25 – 120 mm

Daftar Pustaka

[BSN] Badan Standarisasi Nasional. 1983. SNI 1727:1983. Tata Cara Perencanaan Ketahanan: Jakarta.

[BSN] Badan Standarisasi Nasional. 2013. SNI 2847-2013. Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung: Jakarta.

[BSN] Badan Standarisasi Nasional. 2019. SNI-03-1726-2019. Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung. Badan Standarisasi Nasional: Jakarta.

[BSN] Badan Standarisasi Nasional. 2019. SNI-03-2847-2019. Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung. Badan Standarisasi Nasional: Jakarta.

[BSN] Badan Standarisasi Nasional. 2020. SNI-1727-2020. Beban Minimum untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lain. Badan Standarisasi Nasional: Jakarta.

Aritonang, R. V. 2020. *Pengaruh Variasi Jarak Tulangan Sengkang Spiral Terhadap Kuat Lentur Balok*

- Beton Bertulang* (Doctoral dissertation, Universitas Medan Area).
- Asroni, A. 2010. *Balok dan Pelat Beton Bertulang*. Yogyakarta : Graha Ilmu.
- Badan Pusat Statistik Provinsi D. I. Yogyakarta. *Proyeksi Penduduk Kabupaten/Kota Provinsi D. I. Yogyakarta 2010-2020*. URL : <https://yogyakarta.bps.go.id/indicator/12/133/1/jumlah-penduduk-menurut-kabupaten-kota-di-d-i-yogyakarta-.html>. Diakses Pada 12 Januari 2022.
- Boyoh, E. R., Windah, R. S., & Dapas, S. O. 2019. Perencanaan Hotel Konstruksi Beton Bertulang 12 Lantai Di Jln. Ahmad Yani Kota Manado. *Jurnal Sipil Statik*, 7(8).
- Hardiyatmo, H. C. 2011. *Analisis dan Perancangan Fondasi II (Edisi Kedua)*. Yogyakarta : Gadjah Mada University Press.
- Hardiyatmo, H. C. 2015. *Analisis dan Perancangan Fondasi II (Edisi Ketiga)*. Yogyakarta : Gadjah Mada University Press.
- Imran, I. dan Hendrik, F. 2014. *Perencanaan Lanjut Struktur Beton Bertulang*. Bandung: ITB.
- Kamus Besar Bahasa Indonesia. [Online]. Tersedia di kbbi.kemdikbud.go.id/entri/religius. Diakses 12 Januari 2022.
- Marlina, E. 2008. *Panduan perancangan bangunan komersial*. Yogyakarta: Andi Offset.
- Putra, A. A. P. A., Indramanik, I. B. G., & Sudarma, I. M. 2016. Analisa perbandingan perencanaan struktur antara pondasi *bore pile* dengan pondasi tiang pancang. *Jurnal Teknik Gradien*, 8(2), 15-30.
- Sigar, R. 2016. Perencanaan Pondasi Tiang Pancang dan Metode Pelaksanaan pada Proyek Pembangunan Ruko Mega Profit Kawasan Megamas Manado. *Disertasi*. Politeknik Negeri Manado. Manado.
- Renaldy, D. K. dan Alisjahbana, S. W. 2018. Analisis Kenyamanan Pelat Lantai Terhadap Beban Mesin Bergetar. *Jurnal Muara Sains, Teknologi, Kedokteran dan Ilmu Kesehatan*, 2(1), 87-95.