

PERENCANAAN STRUKTUR GEDUNG KANTOR 4 LANTAI PADA KELAS TANAH E: STUDI KASUS PENGEMBANGAN GEDUNG BINA MARGA DAN CIPTA KARYA DI MADUKORO, SEMARANG

Rahman Maulana Satriya Maudy^{1*}, M.Adrian Rheza Ghiffari Savero², Antonius³
Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Islam Sultan Agung, Semarang

*Corresponding author e-mail: adrianrheza71@gmail.com

ARTICLE INFO

ABSTRACT

Planning multi-storey buildings on soft soils (category E) requires a meticulous method due to the nature of this soil worsening earthquake impacts and having low bearing capacity. This study designs a four-storey office building in Madukoro, Semarang, with the addition of one floor to the existing three-storey Bina Marga and Cipta Karya building. The structural planning refers to SNI 1727:2020 (minimum loads), SNI 1726:2019 (earthquake resistance), and SNI 2847:2019 (concrete structures). The results of the study indicate the need for a deep foundation system to transfer loads to more stable soil layers, which is expected to serve as a reference for planning in earthquake-prone areas.

Perencanaan bangunan bertingkat di tanah lunak (kategori tanah E) memerlukan metode yang cermat karena sifat tanah ini memperburuk dampak gempa dan memiliki kemampuan dukung tanah yang rendah. Studi ini merancang struktur gedung perkantoran empat lantai di Madukoro, Semarang, dengan penambahan satu lantai pada gedung eksisting tiga lantai Bina Marga dan Cipta Karya. Perencanaan struktur mengacu pada SNI 1727:2020 (beban minimum), SNI 1726:2019 (ketahanan gempa), dan SNI 2847:2019 (struktur beton). Hasil studi menunjukkan perlunya sistem pondasi dalam untuk menyalurkan beban ke lapisan tanah yang lebih stabil, diharapkan menjadi acuan perencanaan di daerah rawan gempa.

Keyword :

Structural Planning, 4-Story Office Building, Earthquake Resistant Design, Soil Class E

©2025 Jurnal Pondasi All rights reserved.

1. PENDAHULUAN

Perkembangan infrastruktur di Indonesia mendorong peningkatan jumlah bangunan bertingkat, baik untuk fungsi komersial maupun perkantoran. Namun, pembangunan di wilayah rawan gempa dengan kondisi tanah yang kurang mendukung menghadirkan tantangan tersendiri. Kota Semarang, sebagai salah satu kota besar di Jawa Tengah, memiliki area dengan kondisi tanah lunak, terutama di wilayah pesisir. Menurut klasifikasi SNI 1726:2019,

tanah dengan nilai N-SPT rendah, kecepatan gelombang geser kecil, dan kedalaman lapisan lemah yang signifikan dikategorikan sebagai kelas tanah E.

Pada kondisi tersebut, perencanaan struktur harus memperhitungkan dua hal utama:

- (1) pengaruh beban gempa yang lebih besar akibat faktor amplifikasi, dan
- (2) keterbatasan daya dukung tanah terhadap beban vertikal.

Kasus yang dikaji dalam penelitian ini adalah pengembangan gedung Bina Marga dan Cipta Karya yang berlokasi di Jl. Madukoro, Semarang. Bangunan eksisting setinggi tiga lantai akan ditambah satu lantai, sehingga memerlukan evaluasi dan perencanaan ulang struktur. Fokus penelitian adalah perencanaan ulang struktur atas (superstruktur) dan struktur bawah (substruktur) agar memenuhi persyaratan keselamatan, kekuatan, dan layanan.

2. TINJAUAN PUSTAKA

A. Perencanaan Struktur Bangunan Gedung

Perencanaan struktur merupakan proses sistematis untuk menentukan dimensi, detail, dan jenis elemen struktur agar bangunan mampu memikul seluruh beban yang bekerja selama masa layanannya, dengan mempertimbangkan aspek keamanan, kenyamanan, dan ekonomi. Pada bangunan bertingkat, beban yang diperhitungkan meliputi beban mati, beban hidup, beban angin, beban gempa, dan beban lingkungan lain yang relevan.

Beban mati mencakup seluruh berat permanen bangunan seperti struktur, dinding, dan komponen arsitektural yang tidak berpindah. Beban hidup mencakup beban variabel seperti perabot, manusia, dan peralatan. SNI 1727:2020 memberikan nilai standar beban hidup untuk berbagai jenis ruang dan fungsi bangunan.

B. Kelas Tanah dan Dampaknya terhadap Beban Gempa

Menurut SNI 1726:2019, klasifikasi tanah dibagi menjadi enam kelas (A–F) berdasarkan parameter kecepatan gelombang geser rata-rata (V_{s30}), nilai N-SPT, dan kekuatan geser tak terdrainase. Kelas tanah E adalah tanah lunak dengan ciri-ciri $V_{s30} < 180$ m/s, $N-SPT < 15$, atau kuat geser < 50 kPa. Tanah ini cenderung mengalami amplifikasi gelombang gempa, yang berarti percepatan tanah pada permukaan bisa jauh lebih besar dibandingkan di lapisan keras. Faktor amplifikasi ini meningkatkan gaya gempa desain pada struktur.

C. Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK)

SRPMK adalah sistem struktur beton bertulang dengan daktilitas penuh yang dirancang untuk menahan beban gempa besar tanpa kehilangan kekuatan secara signifikan. SRPMK pada tanah kelas E adalah strategi yang umum digunakan untuk meminimalkan kerusakan struktural pada gempa besar.

D. Pondasi Bored Pile pada Tanah Lunak

Bored pile adalah pondasi tiang yang dibuat dengan pengeboran tanah, pemasangan tulangan, dan pengecoran beton di tempat. Keunggulannya dibanding tiang pancang adalah getaran rendah sehingga aman untuk lingkungan padat penduduk, dapat mencapai kedalaman signifikan (> 20 m) untuk menembus lapisan tanah lemah, dan daya dukung yang tinggi baik secara aksial maupun lateral. Daya dukung tiang dihitung dari kontribusi tahanan ujung dan tahanan selimut. Pada tanah lunak, tahanan ujung di lapisan keras di kedalaman tertentu menjadi dominan.

3. METODE PERANCANGAN

A. Tinjauan Umum

Perancangan struktur gedung Bina Marga dan Cipta Karya 4 lantai (perkantoran dan atap). Perencanaan struktural meliputi perhitungan beban, elemen struktur utama (pondasi, kolom, balok induk), dan komponen pendukung (pelat lantai, balok anak, tangga).

B. Pengumpulan Data

1. Data Tanah Proyek: Data Borlog dari proyek Fly Over Arteri (Simpang Madukoro).
2. Data Gambar: *As-Built Struktur* dan *As-Built Arsitektur*.
3. Data Proyek:
 - a. Nama Proyek: Perencanaan Struktur Gedung Bina Marga dan Cipta Karya Provinsi Jawa Tengah.
 - b. Fungsi Bangunan: Gedung Perkantoran.
 - c. Jumlah Lantai: 4 (empat) lantai.
 - d. Lokasi: Jl. Madukoro Blok AA-BB, Tawangmas, Kec. Semarang Barat, Kota Semarang, Jawa Tengah.
 - e. Struktur Bangunan: Konstruksi rangka beton bertulang.

f. Struktur Atap: Konstruksi Baja

C. Standar Perancangan

1. SNI 1726:2019: Tata Cara Ketahanan Gempa untuk Struktur Gedung dan Non-Gedung.
2. SNI 2847:2019: Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung.
3. SNI 1727:2020: Beban Desain Minimum dan Kriteria Terkait untuk Bangunan Gedung dan Struktur Lain.

D. Tahapan Analisis dan Perancangan

1. Tahapan Analisis

Mencari gaya-gaya dalam (geser, aksial, momen) untuk perhitungan tulangan pelat, balok, dan kolom.

a. Pemodelan Struktur

Menggunakan perangkat lunak analisis struktur (SAP2000 v.14) berdasarkan gambar kerja. Langkah-langkah:

1. Buka perangkat lunak, pilih *new model* dengan satuan kN, m, C.
2. Konfigurasi Bangunan (Grid): Edit grid sesuai denah bangunan.
3. Material Properties: Definisikan material (beton f_c 25 MPa, baja f_y -240 untuk sengkang, f_y -420 untuk tulangan pokok).
4. Elemen Struktur: Tentukan dimensi elemen (kolom K1 50/70, balok G1 30/60, dll.) dan definisikan sebagai *frame* dengan tipe *column* atau *beam*.
5. Pembebanan Struktur:
 - Berat Sendiri Elemen: Dihitung otomatis oleh SAP2000.
 - Pembebanan Struktur Atap: Dari *Joint Reaction* kuda-kuda.
 - Pembebanan Lantai: Beban hidup merata untuk perkantoran.
 - Pembebanan Dinding: Beban dinding utama pada balok induk.
 - Pembebanan Gempa: Beban gempa seismik menggunakan spektrum sesuai Data Spektra Indonesia.
6. Restraint: Tentukan jenis perletakan pada bagian bawah struktur (jepit).
7. Eksekusi Data: Jalankan analisis setelah semua data beban dan kombinasi dimasukkan.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Data Struktur Gedung

1. Deskripsi Umum

Struktur Bangunan 4 lantai berfungsi sebagai perkantoran di Semarang, dengan satu lantai atap. Material utama beton bertulang, denah persegi panjang, total ketinggian 18 meter. Sistem struktur: Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK).

- Tinggi Antar Lantai:

Lantai 1: 4.20 m

Lantai 2, 3, 4, Atap: 3.75 m

- Spesifikasi Material:

Mutu Baja Tulangan: BJTS ($D \geq 13$ mm) $f_y = 320$ MPa, $f_u = 500$ MPa; BJTP ($\Phi \leq 10$ mm) $f_y = 240$ MPa, $f_u = 390$ MPa.

Mutu Beton (Balok dan Pelat): $F'_c = 30$ MPa, $E = 257429,60$ MPa.

2. Perencanaan Awal Dimensi Struktur (Preliminary Design)

a. Preliminary Elemen Pelat

- Tebal minimum pelat 1 arah (SNI 2847:2019 Pasal 7.3.1.1): $L/20$ (sederhana), $L/24$ (satu ujung menerus), $L/28$ (kedua ujung menerus), $L/10$ (kantilever).
- Tebal minimum pelat 2 arah (SNI 2847:2019 Pasal 8.3.1.1): $L_n/33$ (untuk $f_y = 420$ MPa, tanpa *drop panel*, panel interior).
- Dimensi pelat yang digunakan: Lantai 120 mm (2 arah), Atap 100 mm (2 arah).

b. Preliminary Elemen Balok

- Tinggi balok minimum: Balok induk $L/12$, balok anak $L/15$, balok kantilever $L/8$.
- Lebar balok: $H/2$. Tipe balok: persegi panjang.
- Contoh dimensi balok: G1 (Induk) 300x600 mm, B1 (Anak) 250x500 mm.

c. Preliminary Elemen Kolom

- Dimensi kolom yang digunakan: K1 (500x700 mm), K2 (400x600 mm), K3 (300x500 mm), K4 (400x400 mm).

B. Pemodelan Elemen Struktur

1. Pemodelan Pelat

Tebal pelat 125 mm. Momen inersia dan kekakuan torsi direduksi 25% untuk mengakomodasi pengaruh retak akibat gempa.

2. Pemodelan Balok

Dimodelkan sebagai elemen rangka portal. Momen inersia dan torsi direduksi 25% untuk memperhitungkan keretakan beton akibat gempa.

3. Pemodelan Kolom

Empat tipe dimensi kolom, perbedaan setiap dua lantai. Dimodelkan sebagai frame dengan ujung jepit-jepit. Momen inersia efektif kolom direduksi 70%, torsi 25%.

4. Pemodelan Struktur

Gedung dirancang sebagai sistem ganda. Pemodelan awal menggunakan SAP2000 dengan sistem grid.

Pengecekan Story Drift:

- Arah X: Simpangan antar tingkat aman, nilai terbesar 17.226 mm (Lantai 3), batas izin 94 mm.
- Arah Y: Simpangan antar tingkat aman, nilai terbesar 0.5665 mm (Lantai 3), batas izin 94 mm.

C. Pembebanan Struktur

1. Pembebanan Gravitasi

Berdasarkan SNI 1727:2020.

- Beban Mati Berat Sendiri (DL): Dihitung otomatis oleh SAP2000 (beton 24 kN/m³, tulangan 78.50 kN/m³).
- Beban Mati Tambahan (SDL): Lantai (pasir 0.16 kN/m², spesi 0.66 kN/m², plafon 0.18 kN/m², keramik 0.24 kN/m²; total 1.24 kN/m²), dinding bata ringan 2.5 kN/m. Kantilever (waterproofing 0.1 kN/m²).
- Beban Hidup (LL): Untuk kantor 2.5 kN/m².
- Kumulatif Beban Struktur: Total 8922.627 kN.

2. Pembebanan Gempa

- Menggunakan Analisis Respons Spektra (SNI 1726:2019).
- Kategori Risiko dan Faktor Keutamaan Gempa: Kategori Risiko II, $I_e = 1,0$.
- Klasifikasi Situs: Berdasarkan N-SPT rata-rata 7.4 (kedalaman 30 m), termasuk kategori Tanah Lunak (SE).
- Parameter Respons Spektra Percepatan Gempa Terpetakan: $F_{PGA} = 0,363$, $S_s = 0,818$ g, $S_1 = 0,359$ g, $T_L = 6$ detik.

- Parameter Respons Spektra Percepatan Gempa Tertarget: $F_a = 1,118$, $F_v = 2,562$, $S_{MS} = 0,951$, $S_{M1} = 0,921$.
 - Parameter Respons Spektra Percepatan Gempa Desain: $S_{DS} = 0,610$, $S_{D1} = 0,614$.
 - Kategori Desain Seismik: Kategori D (tinggi) karena $S_{DS} \geq 0,50$ dan $S_{D1} \geq 0,20$.
 - Faktor R , Ω_0 , C_d Sistem Struktur: Untuk SRPMK, $R = 8$, $\Omega_0 = 3$, $C_d = 5,5$.
3. Kombinasi Pembebanan Struktur
- Menggunakan kombinasi beban ultimit sesuai SNI 2847:2019.

D. Pengecekan Perilaku Struktur Bangunan

1. Rasio Partisipasi Massa

Diperoleh 12 ragam untuk partisipasi massa 100%. Mode 1 translasi arah Y (0.673 detik, 76.3%), Mode 2 translasi arah X (0.604 detik, 76.2%), Mode 3 rotasi arah Z (0.517 detik, 73.5%).

2. Perhitungan Koefisien Respons Seismik (C_s)

- Periode Minimum (T_{min}): 0.666 detik.
- Periode Maksimum (T_{max}): 0.932 detik.
- Periode SAP2000: $T_{cx} = 0,604$ detik (arah X), $T_{cy} = 0,673$ detik (arah Y).
- C_s arah X = 0.115, C_s arah Y = 0.114.
- $C_{s,min} = 0,027$, $C_{s,max} = 0,077$.
- C_s yang dipakai: 0.1507 (untuk kedua arah, karena harus lebih besar dari jika perhitungan melebihi).

3. Simpangan Antar Lantai

Simpangan antar lantai desain (Δ) tidak melebihi batas maksimum yang diizinkan ($\Delta a = 0.025 h_{sx}$).

- Arah X: Maksimum 17.226 mm, batas izin 94 mm. OK.
- Arah Y: Maksimum 0.5665 mm (Lantai 3), batas izin 94 mm. OK.

E. Perancangan Atap

Menggunakan kuda-kuda baja mutu ST 37 profil IWF 200.100.5.5.8 dan gording profil Canal C.

1. Spesifikasi Struktur Atap

- Bentang kuda-kuda: 11.00 m
- Jarak kuda-kuda (S): 7.00 m
- Jarak gording (a): 1.00 m
- Kemiringan atap (α): 34
- Mutu baja (F_y) BJ 37: 2400 kg/m²

2. Perencanaan Gording

- Profil: Lip Channels 150 × 50 × 20 × 3.2.
- Beban Mati (q_D): 62.44 kg/m.
- Beban Angin (q_a): 40 kg/m². Angin tekan (W_t) 11.20 kg/m, Angin hisap (W_h) -24.00 kg/m.
- Momen maksimum: $M_{ux} = 46962,92$ kgcm, $M_{uy} = 7484,64$ kgcm.
- Kontrol Lentur: $0,99 < 1,00$ (Aman).
- Kontrol Tekuk: $M_{ux} = 46962,92$ kgcm $< \phi M_{nx} = 80784$ kgcm (Aman), $M_{uy} = 7484,64$ kgcm $< \phi M_{ny} = 17712$ kgcm (Aman).
- Kontrol Lendutan: $F = 2,657$ cm $< f_{izin} = 3,889$ cm (Aman).

3. Perencanaan Rangka Atap Kuda-Kuda

- Profil: IWF 200.100.5.5.8.
- Gaya Tarik Maksimum (N_u): 35136.51 Kg.
- Gaya Tekan Maksimum (N_u): -9716.59 Kg.
- Kontrol Kelangsingan: $\lambda = 10,08 < 240$ (Aman).
- Kontrol Tegangan (Batang Tarik): $N_u = 35136,51$ kg $< \phi N_n = 150960$ kg (Aman terhadap leleh dan fraktur).
- Kontrol Tegangan (Batang Tekan): $N_u = 9716,59$ kg $\leq \phi N_n = 118391,85$ kg (Aman).

F. Perancangan Elemen Struktur Beton Bertulang

1. Perancangan Pelat

- Data Teknis: $L_x = L_y = 2,75$ m (Pelat 2 Arah). Mutu beton $f'_c = 25$ MPa, mutu baja $f_y = 420$ MPa.
- Tebal Pelat Lantai: 120 mm.
- Analisa Pembebanan: Beban Mati (q_D) = 3.91 kN/m², Beban Hidup (q_L) = 2.5 kN/m. Kombinasi beban $q_u = 8,692$ kN/m.

- Momen yang Bekerja: $M_{lx} = 1,380 \text{ kNm}$, $M_{ly} = 1,380 \text{ kNm}$, $M_{tx} = -3,418 \text{ kNm}$, $M_{ty} = -3,418 \text{ kNm}$.
 - Kebutuhan Tulangan: Digunakan tulangan D10 – 100 untuk lapangan dan tumpuan arah X dan Y.
2. Perancangan Tangga
- Data Perencanaan: Tinggi antar lantai 4.25 m. Mutu beton $f'_c = 30 \text{ MPa}$, mutu baja $f_y = 240 \text{ MPa}$.
 - Tebal Pelat Tangga dan Bordes: 17 cm.
 - Beban Plat Tangga: Beban Mati (D) = 8.18 kN/m^2 , Beban Hidup (LL) = 3 kN/m^2 .
 - Beban Pelat Bordes: Beban Mati (D) = 6.25 kN/m^2 , Beban Hidup (LL) = 3 kN/m^2 .
 - Penulangan Tangga:
 - a. Pelat Tangga (Tulangan Pokok): D13 – 150 (tumpuan dan lapangan arah X).
 - b. Pelat Tangga (Tulangan Bagi): D10 – 200 (tumpuan dan lapangan arah Y).
 - c. Pelat Bordes (Tulangan Pokok): D13 – 150 (tumpuan dan lapangan arah X).
 - d. Pelat Bordes (Tulangan Bagi): D10 – 200 (tumpuan dan lapangan arah Y).
3. Perancangan Balok
- Contoh Balok G1 (Induk): Dimensi 300x600 mm. Mutu beton $f'_c = 30 \text{ MPa}$, mutu baja $f_y = 320 \text{ MPa}$ (lentur), $f_{ys} = 240 \text{ MPa}$ (geser).
 - Momen Rencana: Positif $M_u = 107,233 \text{ kNm}$, Negatif $M_u = 240,490 \text{ kNm}$. Gaya Geser $V_u = 175,336 \text{ kN}$. Momen Torsi $T_u = 36,552 \text{ kNm}$.
 - Perhitungan Tulangan Lentur:
 - a. Momen Positif: Dipasang 3 D19, $\phi M_n = 113,82 > M_u = 107,223$ (Aman).
 - b. Momen Negatif: Dipasang 6 D19, $\phi M_n = 219,89 > M_u = 200,490$ (Aman).
 - Perhitungan Tulangan Geser: Perlu tulangan geser. Dipasang $\phi 10 - 150$, $S = 54,564 < S_{maks} = 270,250$ (Aman).
 - Perhitungan Tulangan Geser dan Torsi: Dipasang tulangan $\phi 10 - 150$. Kebutuhan tulangan memanjang torsi 2 $\phi 10$.
4. Perancangan Kolom
- Contoh Kolom K1 (Tingkat Pertama): Dimensi 500x700 mm. Mutu beton $f'_c = 30 \text{ MPa}$, mutu baja $f_y = 320 \text{ MPa}$ (lentur), $f_{ys} = 240 \text{ MPa}$ (geser).
 - Gaya Aksial $P_u = 1662,204 \text{ kN}$. Momen $M_u = 200,368 \text{ kNm}$.

- Perhitungan Tulangan Lentur: Dipakai tulangan 16 D19 (Aman).
- Perhitungan Tulangan Geser: Perlu tulangan geser minimum. Dipasang $\phi 10 - 150$ (Aman).

G. Perancangan Struktur Bawah

1. Analisa Perhitungan Daya Dukung Pondasi Bored Pile

- Metode Reese and Wright:
 - a. Diameter bored pile: 0.4 m.
 - b. Daya Dukung Ultimit Tanah Pondasi Satu Tiang (Q_u): 4369.7 kN (pada kedalaman 28.5 m).
 - c. Daya Dukung Izin Pondasi: Safety Factor = 2.5.
 - d. Daya Dukung Kelompok Tiang: Direncanakan 4 bored pile (2x2).
 - e. Efisiensi Kelompok Tiang (E_g): 0.757.
 - f. Cek Daya Dukung Kelompok Tiang: $Q_g = 5292,64 \text{ kN} \geq V = 1811,03 \text{ kN}$ (Aman).

2. Penulangan Bored Pile

- Diameter 0.4 m. Mutu beton $f'_c = 30 \text{ MPa}$, mutu baja $f_y = 320 \text{ MPa}$ (lentur), $f_{ys} = 240 \text{ MPa}$ (geser).
- Gaya Aksial $P_u = 1811,03 \text{ kN}$. Momen $M_u = 194,996 \text{ kNm}$.
- Perhitungan Tulangan Lentur: Dipakai tulangan 10 D16 (Aman).
- Perhitungan Tulangan Geser: Perlu tulangan geser minimum. Dipasang $\phi 10 - 150$ (Aman).

3. Perancangan Pile Cap

- Data Dimensi: Lebar kolom arah x = 0.50 m, arah y = 0.70 m. Tebal pilecap = 0.70 m.
- Gaya Aksial pada Bore Pile: $P_{u\max} = 624,21 \text{ kN} < f \cdot P_n = 1747,90 \text{ kN}$ (Aman).
- Gaya Lateral pada Bore Pile: $h_{u\max} = 27,07 \text{ kN} < f \cdot H_n = 74,50 \text{ kN}$ (Aman).
- Tinjauan Geser Satu Arah (X): $f \cdot V_c = 1581,549 \text{ kN} \geq V_{ux} = 591,140 \text{ kN}$ (Aman).
- Tinjauan Geser Satu Arah (Y): $f \cdot V_c = 2396,286 \text{ kN} \geq V_{uy} = 626,478 \text{ kN}$ (Aman).
- Tinjauan Geser Dua Arah (Pons): $f \cdot V_{np} = 3464,345 \text{ kN} \geq P_{uk} = 1811,033 \text{ kN}$ (Aman).

4. Pembesian Pilecap

- Tulangan Lentur Arah X: D19 - 150.
- Tulangan Lentur Arah Y: D19 - 150.
- Tulangan Susut: $\phi 10$ - 100 (arah X dan Y).

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan analisis data yang dilakukan dalam perancangan ini, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Desain Komponen Struktur (SNI 2847-2019):

- Kolom (500x700 mm): Tulangan utama 16 D19, sengkang $\phi 10$ – 100 (tumpuan) dan $\phi 10$ – 150 (lapangan).
- Balok (300x600 mm): Tulangan tumpuan atas 6D19, tumpuan bawah 3D19. Sengkang tumpuan $\phi 10$ - 100. Tulangan lapangan atas dan bawah 6D19, sengkang lapangan $\phi 10$ – 150. Tulangan torsi 2 $\phi 10$.
- Pelat (2750x2750 mm, tebal 120 mm): Tulangan D10 – 100.

2. Analisis Ketahanan Gempa (SNI 1726-2019):

- Partisipasi Massa: 100% dengan 12 ragam. Mode 1 translasi arah Y (0,673 detik, 76,3%), Mode 2 translasi arah X (0,604 detik, 76,2%), Mode 3 rotasi arah Z (0,517 detik, 73,5%).
- Simpangan Antar Tingkat: Aman, simpangan arah X dan Y tidak melebihi batas 93.75 mm. Nilai terbesar 17,226 mm (lantai menara).

3. Perancangan Struktur Bawah (Pondasi dan Pile Cap):

- Pondasi Borepile: Diameter 0.4 m, kedalaman 28.5 m, 4 buah tiang. Daya dukung aksial kelompok 1811.033 kN (lebih besar dari beban aksial 1747.90 kN). Penulangan utama 10 D16, sengkang $\phi 10$ – 150.
- Pile Cap: Penulangan lentur D19 – 150, tulangan susut $\phi 10$ – 150.

Dari perancangan yang telah dilakukan dapat diambil beberapa saran untuk membuat hasil yang lebih akurat pada penelitian berikutnya :

1. Memahami cara kerja perangkat lunak analisis struktur (SAP2000) untuk menghindari kekeliruan.
2. Mengikuti SNI terbaru yang relevan dengan kondisi yang berubah.

3. Meningkatkan pemahaman dan ketelitian terhadap peraturan serta keterampilan penggunaan perangkat lunak.
4. Mempertimbangkan efisiensi struktur selain keamanan dalam perancangan.

6. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Fakultas Teknik Universitas Islam Sultan Agung Semarang yang telah memberikan kesempatan dan fasilitas untuk melaksanakan perencanaan ini. Terima kasih juga kepada Prof. Dr. Ir. Antonius . MT, yang telah memberikan bimbingan, arahan, dan dukungan selama proses perencanaan ini, serta memberikan saran yang berharga dalam setiap tahap perencanaan ini.

Semoga perencanaan ini dapat memberikan kontribusi yang bermanfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, serta bagi kemajuan pembangunan infrastruktur di Indonesia.

7. DAFTAR PUSTAKA

- Frinsilia Jaglien Liando dkk (2020). *Perencanaan Struktur Beton Bertulang Gedung Kuliah 5 Lantai. Jurnal Sipil Statik*. Volume 8, Nomor 4: 471-482. Manado: Universitas Sam Ratulangi Manado.
- Ramadhan, D. R., & Firmansyah, R. (2023). *Perancangan Ulang Gedung Fasilitas Pendidikan 10 Lantai*. Tugas Akhir Teknik Sipil: Universitas Islam Sultan Agung.
- Mutholib, A., & Numusawa, B. A. 2023. *Perancangan Ulang Gedung Asrama Putri 10 Lantai Universitas Islam Sultan Agung*. Tugas Akhir Teknik Sipil: Universitas Islam Sultan Agung.
- Rajatman, Buyung, dan Amin Marzuki. 2024. *Perancangan Struktur Beton Bertulang Tahan Gempa Gedung Fasilitas Pendidikan 11 Lantai*. Tugas Akhir Teknik Sipil: Universitas Islam Sultan Agung.
- Asy'arie, Farhan Nur, dan Satrio Wicaksono. 2024. *Redesain Struktur Gedung Empat Lantai Berdasarkan SNI 1726:2019*. Tugas Akhir Teknik Sipil: Universitas Islam Sultan Agung.
- Standardisasi Nasional Indonesia. (2017). SNI 2052:2017 Baja Tulangan Beton. BSN, Jakarta, Indonesia.
- 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.