

Perencanaan Ulang Struktur Bangunan Gedung *Training Center* (Jalan Durian Raya, Banyumanik Semarang)

Febry Candra Perkasa¹; Hugo Messara²; David Widiyanto³; Budi Setiadi⁴
email: ¹febry.candra96@gmail.com; ²hugomessara@gmail.com

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik
Universitas Katolik Soegijapranata, Semarang

Abstrak

Gedung merupakan salah satu tempat yang digunakan untuk kegiatan kemahasiswaan baik untuk hiburan, perkuliahan hingga bekerja khususnya di kota-kota besar. Gedung ini difungsikan sebagai Pusat Pelatihan bagi mahasiswa dan dosen. Bangunan dengan tinggi 32 meter dengan 8 lantai dan 1 lantai atap dengan luas tanah 3192 m² dan luas bangunan 5616 m². Bangunan ini memiliki dinding geser pada arah x dan di tengah struktur.

Struktur gedung balai pelatihan menggunakan kode indonesia SNI 1726:2019, SNI 2847:2019, SNI 1727:2019, PBI 1971 dan PPURG. Perencanaan struktur bawah meliputi pondasi, tiang pancang, dan tiebeam. Sedangkan perencanaan struktur atas meliputi balok, kolom, pelat lantai, tangga, dan dinding geser. Untuk menghitung momen dan reaksi pada bangunan menggunakan ETABS versi 16. Hasil perencanaan pelat lantai dan pelat atap dengan tebal 13 cm. Perencanaan desain balok BI-A = 350 x 700, BI-B = 250 x . 500 , BA = 200 x 300. Perencanaan perencanaan kolom K1 = 500 x 500, K2 = 450 x 450, K3 = 400 x 400, K4 = 350 x 350. Perencanaan perencanaan pondasi tiang pancang 30 cm dengan kedalaman 20 meter.

Kata kunci : Perencanaan, Struktur Gedung, Momen, SNI 1726:2019, SNI 2847:2019, SNI1727:2019, PBI 1971 dan PPPURG.

Abstract

Building is one of the places used for student activities both for entertainment, lectures to work, especially in major cities. This building is functioned as a Training Center for students and lecturers.

Building with a height of 32 meters with 8 floors and 1 roof floor with a land area of 3192 m² and a building area of 5616 m². The building has a shearwall in the directions of x and in the central of structure.

A structure of training center building use indonesian code SNI 1726:2019, SNI 2847:2019, SNI 1727:2019, PBI 1971 and PPURG. Planning of the lower structure includes the foundation, pilecaps, and tiebeam. While planning of the upper structure includes beam, column, floor plates, stairs, and shearwall. To calculate the moments and reactions to the building using ETABS version 16.

The result of planning floor slabs and roof slabs with a thickness of 13 cm. Beam design planning BI-A = 350 x 700, BI-B = 250 x . 500 , BA = 200 x 300. Column planning design K1 = 500 x 500, K2 = 450 x 450, K3 = 400 x 400, K4 = 350 x 350. Design planning of pile foundation 30 cm with a depth of 20 meters.

Keywords: Planning, building structure, Moments, SNI 1726:2019, SNI 2847:2019, SNI1727:2019, PBI 1971 and PPPURG.

1 PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Gedung merupakan salahsatu tempat yang digunakan untuk aktivitas manusia baik untuk hiburan, perkuliahan hingga untuk tempat bekerja khususnya di kota-kota besar. Dalam hal pendidikan, Kota Semarang diharapkan berperan sebagai pusat pendidikan di Jawa Tengah khususnya pendidikan perguruan tinggi. Tercatat terdapat 64 perguruan tinggi di Kota Semarang, dalam perkembangan pendidikan maka diperlukan tempat untuk memfasilitasi kegiatan yang akan berlangsung. Oleh karena itu, perencanaan pembangunan Gedung *Training Center* di harap dapat memenuhi kebutuhan mahasiswa dan tenaga pendidik.

1.2 Lokasi proyek

Berikut merupakan batas-batas wilayah dari gedung *training center*:

- a. Sebelah Utara : Jalan Durian Raya
- b. Sebelah Selatan : Perumahan warga
- c. Sebelah Timur : Jalan Durian Selatan 2
- d. Sebelah Barat : Jalan Durian Selatan 1

1.3 Data Proyek

Berikut data-data penunjang dalam perencanaan gedung *training center*:

1. Luas bangunan : $\pm 5.616 \text{ m}^2$
2. Luas tanah : $\pm 3.192 \text{ m}^2$
3. Jumlah lantai : 8 lantai dan lantai atap

1.4 Tujuan Penulisan Tugas Akhir

Tujuan penulisan merupakan uraian singkat yang berisi arah dari isi penulisan tugas akhir tersebut. Berikut tujuan dari penulisan tugas akhir perencanaan gedung *training center*:

1. Penulis diharapkan dapat merencanakan suatu proyek pembangunan gedung,
2. Mampu menguasai gambar *detail engineering design* (DED),
3. Mampu mengimplementasikan perhitungan analisa struktur beton bertulang sehingga didapatkan hasil perencanaan gedung sesuai dengan kaidah yaitu kuat, aman, nyaman, ekonomis dan tahan lama.

1.5 Pembatasan masalah

Berikut ini batasan-batasan masalah agar perhitungan perencanaan struktur tidak terlalu luas cakupannya dan juga mempermudah dalam melakukan perencanaan:

1. Perencanaan gedung menggunakan sistem perhitungan rangka kaku (*rigid frame*),
2. Tidak melakukan perhitungan campuran beton *mix design*,
3. Analisa perhitungan gaya geser (*shear force*) menggunakan program ETABS v.16,
4. Pada perhitungan analisis dan pembuatan RAB, kurva S dan jaringan pekerjaan (*network planning*) hanya difokuskan pada pekerjaan yang bersifat struktur beton bertulang.

2. Tinjauan Pustaka

2.1 Uraian Umum

Perencanaan struktur merupakan proses merencanakan atau merancang suatu konstruksi sehingga menghasilkan perhitungan struktur gedung yang stabil, kuat dan awet. Struktur bangunan disebut stabil apabila tidak mudah terguling miring, atau geser selama umur bangunan yang direncanakan.

2.2 Modifikasi Perencanaan Gedung

Perencanaan struktur bangunan gedung ini merupakan hasil modifikasi yang dilakukan pada beberapa bagian yaitu:

1. Jarak antar as kolom A4-B4 dan C4-D4 yang semula 3,65 m dimodifikasi menjadi 5 m.
2. Jarak antar as kolom B4-C4 yang semula 4,7 m dimodifikasi menjadi 5 m.
3. Lebar bangunan semula 12 m dimodifikasi menjadi 15 m.
4. Panjang bangunan semula 24 m dimodifikasi menjadi 40 m.
5. Memperbesar luasan serta melakukan modifikasi jumlah dan tata letak ruangan.

2.3 Dasar Perencanaan

Berikut peraturan dan berbagai buku yang dipakai sebagai dasar perencanaan gedung *training center*:

1. SNI 1726:2019 tentang standar perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung,
2. SNI 2847:2019 tentang persyaratan beton struktural untuk bangunan gedung,
3. SNI 1727:2019 tentang beban minimum untuk perancangan bangunan gedung dan struktur lain.
4. Pedoman perencanaan pembebanan untuk rumah dan gedung (PPPURG),
5. Peraturan beton bertulang Indonesia (PBI tahun 1971),
6. Buku struktur beton bertulang jilid I dan II edisi ke 5 Jack C McCormac tahun 2003.

2.4 Landasan Teori

2.4.1. Peraturan – peraturan

Berikut ini adalah beberapa kombinasi pembebanan dalam menghitung beban ultimit :

$$U = 1,4D$$

$$U = 1,2D + 1,6L + 0,5(Lr \text{ atau } R)$$

$$U = 1,2D + 1,6L(Lr \text{ atau } R) + (L \text{ atau } 0,5W)$$

$$U = 1,2D + 1,0W + L + 0,5(Lr \text{ atau } R)$$

$$U = 1,2D + 1,0E + L$$

$$U = 0,9D + 1,0W \quad U = 0,9D + 1,0E$$

Dengan :

$$U = \text{beban ultimit (kg/m}^2\text{)}$$

$$D = \text{beban mati (kg/m}^2\text{)}$$

$$L = \text{beban hidup (kg/m}^2\text{)}$$

$$Lr = \text{beban hidup di atap (kg/m}^2\text{)}$$

$$R = \text{beban hujan (kg/m}^2\text{)}$$

$$W = \text{beban angin (kg/m}^2\text{)}$$

$$E = \text{beban gempa (kg/m}^2\text{)}$$

2.4.2. Pembebanan Gempa Dengan Analisis Statik Ekuivalen

Gaya akibat gempa pada bangunan merupakan bentuk dari gaya lateral arah horizontal yang berdampak pada tiap lantai dari gedung tersebut. Menurut SNI 1726-2019 terdapat beberapa perhitungan gempa seperti berikut

$$F_x = C_{vx} \times V$$

$$C_{vx} = \frac{W_x \times H_x^k}{\sum W_i \times H_i^k}$$

Keterangan

C_{vx} = faktor distribusi vertical

V = gaya lateral desain total atau geser didasar struktur (kN)

W_i dan W_x = bagian berat seismik efektif total struktur (W) yang ditempatkan atau dikenakan pada tingkat i atau x

H_i dan H_x = tinggi dari dasar sampai tingkat i atau x

K = eksponen yang terkait dengan perioda struktur kurang dari atau sama dengan 0,5 nilai $k = 1$ perioda antara 0,5 - 2,5 nilai $k = 2$ atau dilakukan interpolasi perioda struktur lebih dari 2,5 nilai $k = 2$

Sedangkan beban geser dasar dari gedung merupakan gaya lateral arah horizontal yang dapat dihitung menggunakan rumus berikut

$$V = C_s \cdot W$$

Keterangan

- V = beban geser dasar nominal
- W = berat seismic efektif (ton)
- C_s = koefisien respons seismic

$$T_{xy} = 6,3 \sqrt{\frac{\sum W_i \times d_{i,x,y}^2}{g \times F_{i,x,y} \times d_{i,x,y}}}$$

Keterangan :

- T = waktu getar alami (detik),
- W_i = berat lantai ke- i (kg),
- $d_{i,x,y}$ = deformasi lateral akibat F_i (m),
- g = percepatan gravitasi (m/det^2)
- $F_{i,x,y}$ = gaya gempa lantai ke- i (kg)

2.4.3. Perhitungan Plat lantai

Pada perencanaan gedung *Training Center* ini menggunakan pelat dua arah yang memiliki tebal 13 cm untuk masing-masing lantai. Perhitungan yang digunakan berdasarkan Peraturan Beton Indonesia (PBI) 1971 dengan rumus-
rumus sebagai berikut

$$h_{(min)} = \frac{l_n (0,8 + \frac{f_y}{1400})}{36 + 9\beta}$$

$$h_{(max)} = \frac{l_n (0,8 + \frac{f_y}{1400})}{36}$$

$$d_x = h - C_v - \frac{\phi}{2}$$

$$d_y = h - C_v - 3 \frac{\phi}{2}$$

$$M_{lx} = 0,001 \times q_u \times l_x^2 \times C_x$$

$$M_{ly} = 0,001 \times q_u \times l_y^2 \times C_y$$

$$M_n = \frac{M_u}{\phi}$$

Luas tulang minimum

$$A_s = \frac{0,85 f'_c 1000 a}{f_y}$$

$$A_{s \min} = \frac{1,4 \times b \times d}{f_y}$$

$$A_{s \min} = \frac{1000 \times d \times \sqrt{f'_c}}{4 \times f_y}$$

$$\text{Jarak (s)} = \frac{\frac{1}{4} \pi \times \phi^2 \times 1.000}{A_s}$$

2.4.4. Perhitungan Tangga

Perhitungan momen maksimum didapat dari hasil pengolahan program ETABS v.16. Kemudian dihitung dengan rumus-
rumus berikut ini

$$R_n = \frac{M_u}{\phi b d^2}$$

$$\rho = \frac{0,85 f_c'}{f_y} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2R_n}{0,85 f_c'}} \right]$$

$$\rho_b = \frac{0,85 \theta f_c'}{f_y} \left[\frac{87.000}{87.000 + f_y} \right]$$

$$\rho_{max} = 0,75 \rho_b$$

$$A_s = \rho \times b \times d$$

$$A_s \times f_y = 0,85 \times f_c' \times a \times b$$

$$A_s \text{ min} = 0,25 \% \times b \times h$$

$$S = \frac{\frac{1}{4} \pi \times \phi^2 \times 1.000}{A_s}$$

$$\rho_{min} = \frac{3 \sqrt{f_c'}}{f_y}$$

2.4.5. Perhitungan Balok

Perencanaan pada gedung *Training Center* ini menggunakan balok berbentuk persegi. Perhitungan yang digunakan berdasarkan panduan “Desain Beton Bertulang edisi ke-5 jilid 1” oleh Jack. C. McCormac. Dengan rumus-rumus sebagai berikut

1. Menghitung $A_{s \text{ min}}$

$$K = \frac{\sqrt{f_c'}}{4}$$

$$A_{s \text{ min}} = \frac{k}{f_y} b.d$$

2. Menghitung nilai β_1

$$\beta_1 = 0,85 - \frac{0,05}{7} (f_c' - 28)$$

3. Menghitung M_n

$$M_n = \frac{M_u}{\phi}$$

$$c = 0,3 d$$

$$\alpha = \beta_1 c$$

$$C_c = 0,85 f_c' \alpha b$$

4. Cek tulangan tunggal

$$A_{s1} = \frac{C_c}{f_y}$$

$$M_{n1} = C_c \left(d - \frac{a}{2} \right)$$

$$M_{n2} = M_n - M_{n1}$$

5. Perhitungan A_s tulangan tunggal

$$A_s = \frac{d - \sqrt{d^2 - 4 \left(\frac{f_y}{1,7 b f_c'} \right) \left(\frac{M_u}{f_y} \right)}}{2 \left(\frac{f_y}{1,7 b f_c'} \right)}$$

$$c = \frac{A_s f_y - A_{s1} f_y}{0,85 \beta_1 f_c' b}$$

6. Perhitungan A_s maksimum

$$A_{s \text{ max}} = 0,31875 \theta_1 b d \frac{f_c'}{f_y}$$

7. Perhitungan Mu

$$a = \frac{A_s f_y}{0,85 f_c \cdot b}$$

$$c = \frac{a}{\beta_1}$$

$$M_n = A_s f_y \left(d - \frac{a}{2} \right)$$

$$M_u = \phi M_n$$

8. Cek desain tulangan torsi

$$A_{cp} = b_w \cdot h$$

$$P_{cp} = 2(b_w + h)$$

$$T_u = \frac{\phi \sqrt{f_c'} A_{cp}}{12 P_{cp}}$$

$$T_n = \frac{T_u}{\phi}$$

9. Perhitungan penulangan geser

$$V_n = \frac{V_u}{\phi}$$

$$V_s = V_n - V_c$$

10. Perhitungan s_{max}

$$s_{max} = \frac{1}{8} P_h \leq 300 \text{ mm}$$

2.4.6. Perhitungan Kolom

Kolom yang berfungsi sebagai perantara beban dari struktur atas menuju struktur bawah. Perhitungan sesuai buku panduan dengan rumus-rumus sebagai berikut

$$d = c_v + d_{sengkan} + \frac{d_{longitudinal}}{2}$$

1. Luas tulangan sisi atas

$A = \text{jumlah tulangan}^2 \times 14 \times \text{phi} \times D$
 tulangan^2

2. Kondisi pada keadaan gaya aksial sentris

$$P_{o,n} = [0,85 f_c' (A_g - A_{s \text{ total}})] + (f_y A_{s \text{ total}})$$

$$P_{o,r} = 0,80 \theta P_{o,n}$$

3. Jarak garis netral dari tepi tekan beton

$$C_b = \frac{0,003}{0,003 + \left(\frac{f_y}{f_s}\right)} d$$

4. Tebal lapisan beton tekan

$$a_b = 0,85 C_b$$

5. Gaya tekan beton

$$C_1 = a_b b 0,85 f_c'$$

6. Gaya tarik tulangan baja tarik

7. Gaya tekan tulangan tekan

$$f_s' = 600 \left(\frac{C_b - d'}{C_b} \right) \leq 400 \text{ MPa}$$

$$C_3 = A_2 f_s'$$

8. Momen nominal kolom

$$M_{n,b} = C \left[\left(\frac{h}{2} \right) - \left(\frac{a_b}{2} \right) \right]$$

$$M_{n,b} = C \left[\left(\frac{h}{2} \right) - d' \right]$$

$$P_{r,b} = 0,65 P_{n,b}$$

$$M_{r,b} = 0,65 M_{n,b}$$

2.4.7. Perhitungan Shearwall

1. Tulangan minimum

$$A_{cv} = h \times l_w$$

$$0,083 A_{cv} \lambda \sqrt{f_c}$$

2. Tulangan horisontal dan vertikal

$$s = \frac{A_g}{0,0025 A_{cv}}$$

3. Kuat geser

$$V_n = A_{cv} (\alpha \lambda \sqrt{f_c} + \rho f_y)$$

4. Tulangan lentur

$$\rho_b = \frac{0,85 \theta f_c'}{f_y} \left[\frac{87.000}{87.000 + f_y} \right]$$

$$\rho_{max} = 0,75 \rho_b$$

$$\rho_{min1} = \frac{3 \sqrt{f_c'}}{f_y}$$

$$M_u = V_u \times h_w$$

$$\rho = \left(\frac{0,85 f_c'}{f_y} \right) \times \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2R_n}{\theta f_c'}} \right)$$

$$A_s = \rho \cdot b \cdot d$$

2. Daya dukung ijin tekan (Pa)

$$P_a = \frac{q_c \times A_p}{FK1} + \frac{T_f \times A_{st}}{FK2}$$

3. Daya dukung ijin tarik (P_{ta})

$$P_{ta} = \frac{(T_f \times A_{st}) \times 0,70}{FK2} + W_p$$

4. Perhitungan jumlah tiang pancang (n_p)

$$n_p = \frac{P_u}{P_a}$$

5. Perhitungan efisiensi kelompok tiang pancang (E_g)

$$E_g = 1 - \theta \frac{(n-1)m + (m-1)n}{90mn}$$

6. Perhitungan daya dukung vertikal kelompok tiang

$$P_g = E_g \times n_p \times P_a$$

7. Perhitungan beban maksimum tiang dalam kelompok tiang

$$X_{max} = \frac{0,5 \times (3 \times D)}{100}$$

$$Y_{max} = \frac{0,5 \times (3 \times D)}{100}$$

$$P_{max} = \frac{P_u}{n_p} + \frac{M_y \times X_{max}}{n_y \times \sum X^2} + \frac{M_x \times Y_{max}}{n_x \times \sum Y^2}$$

2.4.8. Perhitungan Pondasi

Perhitungan pondasi menyesuaikan data tanah yang didapat dari hasil tes sondir. Perhitungan sesuai buku panduan dengan rumus-rumus sebagai berikut

1. Momen Nominal

$$M_n = \frac{M_u^B}{\phi}$$

$$K = \frac{M_n}{b d^2 R1}$$

$$F = 1 - \sqrt{1 - 2K}$$

$$A_s = F \times b \times d \times \frac{R1}{f_y}$$

2.4.9. Perhitungan Pondasi

Perhitungan *pile cap* berdasarkan pada buku “Desain Pondasi Tahan Gempa” yang ditulis oleh Anugrah Pamungkas dan Erny Harianti. Dengan rumus-rumus sebagai berikut :

1. Kontrol gaya geser 1 arah

$$\sigma = P_u / A$$

$$d = h - \text{selimut beton}$$

$$G' = b_l - (b_l/2 + l/2 + d)$$

$$V_u = \sigma \times b_l \times G'$$

2. Kontrol gaya geser 2 arah

$$B_1' = l + 2(d/2)$$

$$B_2' = p + 2(d/2)$$

$$V_u = \sigma \times \{(b_1 - B_1') \times (b_2 - B_2')\}$$

$$V_{c1} = \left(1 + \frac{2}{\beta_c}\right) \frac{\sqrt{f_c'} b_o d}{6}$$

$$V_{c2} = \left(\frac{\alpha_s d}{b_o} + 2\right) \frac{\sqrt{f_c'} b_o d}{12}$$

$$V_{c3} = \frac{1}{3} \sqrt{f_c'} b_o d$$

3. Perhitungan tulangan pile cap

$$B' = b_2/2 + p/2$$

$$q' = \gamma_{\text{beton}} \times b_2 \times h$$

$$M_u = 2 \times (P_u/n_p) \times D - 0,5 q' B'^2$$

$$A_s = 1/4 \times \pi \times \phi^2 \times 18$$

$$a = \frac{A_s \times f_y}{0,85 \times f_c' \times b_2}$$

$$M_n = A_s \times f_y (d - 1/2 a)$$

$$\phi M_n = 0,8 \times M_n$$

2.5 Asumsi – asumsi

Dalam perencanaan gedung Training Center ini digunakan beberapa asumsi didalam perhitungan. Berikut asumsi yang digunakan :

1. Beton yang digunakan merupakan beton *ready mix* dengan mutu K-350.
2. Beberapa ketetapan beban mati menurut PPPURG 1987 :
 - a. Beton bertulang = 2400 kg/m³
 - b. Keramik (1 cm) = 2400 kg/m³ × 0,01 m = 24 kg/m²
 - c. Pasir (4 cm) = 1800 kg/m³ × 0,04m = 72 kg/m²

$$d. \text{ Spesi (2 cm)} = 2100 \text{ kg/m}^3 \times 0,02 \text{ m} = 42 \text{ kg/m}^2$$

$$e. \text{ Plafon dan penggantung} = 11 \text{ kg/m}^2$$

$$f. \text{ Mechanical and engineering} = 25 \text{ kg/m}^2$$

$$g. \text{ Pasangan setengah bata} = 250 \text{ kg/m}^2.$$

$$h. \text{ Waterproofing} = 24 \text{ kg/m}^2$$

3. Balok

Terdapat beberapa ukuran balok dalam

$$a. \text{ Dimensi balok BI-A} = 350 \times 700 \text{ mm}$$

$$b. \text{ Dimensi balok BI-B} = 250 \times 500 \text{ mm}$$

$$c. \text{ Dimensi balok BA} = 200 \times 300 \text{ mm}$$

$$d. \text{ Dimensi balok TB} = 500 \times 700 \text{ mm}$$

4. Kolom

Terdapat beberapa ukuran balok dalam perencanaan tugas ini yaitu sebagai berikut:

$$a. \text{ Dimensi kolom K1} = 500 \times 500 \text{ mm}$$

$$b. \text{ Dimensi kolom K2} = 450 \times 450 \text{ mm}$$

$$c. \text{ Dimensi kolom K3} = 400 \times 400 \text{ mm}$$

$$d. \text{ Dimensi kolom K4} = 350 \times 350 \text{ mm}$$

5. Tipe pondasi pada perencanaan ini menggunakan tiang pancang dengan diameter 30 cm dan panjang 20 m. Material penyusun pondasi tersebut adalah beton *ready mix* K-600

3. Metode Perencanaan

Berikut ini adalah langkah-langkah yang dilakukan dalam perencanaan gedung *training center* Semarang:

- a. Pengenalan lokasi
- b. Mengolah data dan menyusun visualisasi
- c. Membuat perhitungan struktur
- d. Membuat tabel bobot pekerjaan

4. Perhitungan Struktur

4.1 Analisis Gempa

Berdasarkan SNI 1726:2019 analisis beban gempa pada gedung direncanakan dengan tujuan menghindari terjadinya korban jiwa akibat gempa. Berikut distribusi gaya geser akibat gempa menurut data gedung :

Tabel 4.1 Hasil Perhitungan Simpangan Antar Lantai

STORY	Delta arah x (mm)	Delta arah y (mm)
Lantai Atap	30.62233333	1.074333333
Lantai 8	30.371	0.924
Lantai 7	31.185	0.883666667
Lantai 6	31.65433333	0.817666667
Lantai 5	29.96033333	0.707666667
Lantai 4	27.11866667	0.568333333
Lantai 3	21.33633333	0.392333333
Lantai 2	13.15966667	0.190666667
Ground Floor	32,62233333	1.074333333

4.2 Perencanaan Balok dan Kolom

Perencanaan balok dan kolom dilakukan dengan melihat asumsi yang telah ditentukan selanjutnya dilakukan permodelan menggunakan program ETABS v.16. Hasil yang didapat dari perhitungan menggunakan rumus yang telah ada sebagai berikut:

Tabel 4.2 Hasil perhitungan Balok

Tipe	Dimensi	Tulangan	Tulangan
BI-A	350x700	5D25	3D25
BI-B	250x500	3D22	2D22
B	200x300	3D19	2D19

Tabel 4.2 Hasil perhitungan Kolom

Tipe	Dimensi	Tulangan	Tulangan
K 1	500x500	20D25	D10-200
K 2	450x450	20D22	D10-200
K 3	400x400	16D22	D10-200
K 4	350x350	16D19	D10-200

4.3 Pelat Lantai

Analisa perhitungan pelat lantai dan plat atap disesuaikan dengan beban yang telah ditentukan menggunakan material beton K-350 dan baja tulangan f_y 240 Mpa. Didapat hasil perencanaan pelat lantai dengan tebal 130 mm untuk lantai 1 sampai 8 dan 100 mm untuk lantai atap.

Tabel 4.3 Hasil rekap Tulangan pelat

Tipe pelat	Tebal pelat	Tulangan Lx	Tulangan Ly
PL	130 mm	D13-200	D13-200
PA	100 mm	D13-200	D13-200

4.4 Perhitungan Tangga

Tangga pada gedung ini memiliki dimensi tipikal dengan data sebagai berikut:

1. Tebal plat = 0,15 m
2. Panjang tangga = 3,00 m
3. Lebar tangga = 1,38 m
4. Tebal keramik = 0,01 m
5. Tebal adukan = 0,03 m
6. Tinggi tangga = 4,00 m
7. Lebar bordes = 2,85 m
8. Tanjakan = 0,165 m
9. Injakan = 0,28 m
10. Sudut kemiringan = 31 derajat

Dari hasil perhitungan menggunakan program ETABS v.16 didapatkan desain tangga dengan tulangan arah melintang D10-125 mm dan tulangan utama D13-100 mm.

4.5 Perencanaan Pondasi

Pondasi yang direncanakan adalah pondasi borepile. Perhitungan pondasi berdasarkan data tanah yang didapat dari uji SPT dan CPT. Didapat hasil perhitungan menggunakan rumus ukuran pondasi

diameter 30 cm dengan kedalaman 20 meter.

4.6 Perencanaan *pilecap*

Desain *pilecap* yang digunakan 3 macam yaitu *Pilecap ShearWall*, *Pilecap Lift* dan *Pilecap pondasi*.

4.7 Perencanaan *Tiebeam*

Desain *tiebeam* didapat dari perhitungan dengan pedoman SNI dan didapat ukuran dimensi *tiebeam* 500x700 mm dengan tulangan utama 5D29, tulangan sengkang D13-150.

5. RAB dan Kurva S

Dalam analisis biaya konstruksi dijelaskan mengenai perhitungan harga satuan pekerjaan, menurut harga satuan pekerjaan tahun 2019 didapat hasil perhitungan RAB pada gedung ini sebesar Rp.23.752.044.206 dengan harga permeter persegi Rp. 4.229.353 .

6. Penutup

1. Kesimpulan

1. Hasil gaya gempa simpangan antar lantai nilai $\Delta_{ijin} = 40,3846$ mm dan nilai Δ_i terbesar terjadi pada lantai 6 sebesar $\Delta_i = 31,6543$ mm.
2. Pelat lantai dan pelat atap menggunakan beton bertulang tebal 120 mm dengan $M_u = 19,8114$ kN.m menggunakan tulangan D13-200.
3. Elemen struktur gedung seperti kolom, balok, *shear wall*, *tie beam* dan *pile cap* menggunakan beton bertulang dengan mutu beton K-350 dengan mutu baja tulangan yang digunakan $f_y = 240$ MPa untuk

tulangan ulir dan polos diameter ≤ 10 mm, dan $f_y = 400$ MPa untuk tulangan ulir diameter ≥ 10 mm.

4. Pondasi menggunakan tiang pancang dengan diameter 30 cm dan Panjang 35 m dengan mutu beton K-600.
5. Hasil perhitungan Rencana Anggaran Biaya sebesar Rp 23.752.044.206 didapat harga per m^2 sebesar Rp 4.229.353.

2. Saran

1. Dalam penyelesaian perhitungan dan analisis, sebaiknya mengikuti perkembangan pedoman terbaru pada peraturan-peraturan yang telah ditetapkan dan berlaku di Indonesia.
2. Dalam perhitungan struktur menggunakan aplikasi ETABS tahun 2016 tidak selalu benar, harus melakukan peninjauan kembali perhitungan lebih detail secara manual.
3. Rutin berdiskusi dengan dosen pembimbing supaya penyelesaian Tugas Akhir bisa terselesaikan dengan baik dan benar.

DAFTAR PUSTAKA

- SNI 1726-2019. (2019): Tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan nongedung, SNI 2847-2019.. (2019): Persyaratan beton struktural untuk bangunan gedung,
SNI 1727-2019. (2019): Beban minimum untuk perancangan bangunan gedung dan struktur lain,

Data BPS Jumlah Perguruan Tinggi di Semarang diperoleh,

PBI 1971. (1971): Peraturan beton bertulang indonesi,

Mc Cormac, J.C. (2003) : Desain beton bertulang jilid 1, Edisi 5, *Erlangga*

Mc Cormac, J.C. (2003) : Desain beton bertulang jilid 2, Edisi 5, *Erlangga*,

Wijaya, U. dan Tawio (2018) : Desain rekayasa gempa berbasis kinerja (*Performance based design*), Edisi 2, *Andi Yogyakarta*.