

BAB II

Perancangan Bangunan Gedung

II.1 Latar Belakang Perancangan Gedung

Praktik perancangan bangunan gedung disini membuat proyek gedung 4 lantai dengan menggunakan aplikasi Auto CAD dan untuk analisis strukturnya sendiri menggunakan aplikasi Etabs.

Perencanaan ini sendiri dilakukan secara bertahap yang mana pembuatan awal di mulai dengan desain & perencanaan : atap – tangga & pelat – balok & kolom – pondasi. Perencanaan ini sendiri meliputi perhitungan matematis mengenai analisa perencanaan (manual), gambar/bentuk 3 dimensi proyek itu sendiri dan analisa perencanaan (software).

II.2 Tinjauan Umum Perancangan Gedung

Percancangan struktur yang didesain berupa bangunan 4 lantai. Fungsi bangunan sebagai apartemen yang berlokasi di kota Yogyakarta.

Material rangka bangunan terbuat dari struktur beton dan rangka atap terbuat dari struktur baja. Perancangan meliputi pembebanan struktur, perencanaan struktur atap, perencanaan struktur tangga dan pelat lantai, perencanaan struktur balok, struktur kolom, struktur pondasi dan sloof. Mutu bahan yang digunakan dalam perancangan struktur gedung ini adalah beton $f_c' = 25$ MPa. Baja tulangan menggunakan mutu baja $f_y = 420$ MPa untuk tulangan pokok dan $f_y = 270$ MPa untuk tulangan sengkang serta menggunakan kuda-kuda baja dengan mutu baja (f_u) = 290 MPa untuk perencanaan struktur rangka atap.

Untuk perencanaan gedung ini menggunakan pedoman agar pembuatan konstruksi tersebut bisa masuk dalam kategori aman. Adapun pedoman yang digunakan dalam pembuatan sebagai berikut :

- Peraturan Baja menggunakan “Spesifikasi untuk Bangunan Gedung Baja Struktural” SNI 1729:2015.
- Peraturan Pembebanan menggunakan “Beban Minimum untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lain” SNI 1727:2013.
- Peraturan Beton menggunakan “Tata Cara Perhitungan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung” SNI 2847:2013.
- Peraturan Gempa menggunakan “Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung” SNI 1726:2012.
- Perhitungan kekuatan dari struktur tersebut menggunakan software Etabs. Untuk mendesain gambar menggunakan software AutoCAD.

II.3 Perencanaan Atap

Sebagai permulaan, kami diminta untuk membangun atap dan menghitung kekuatan bangunan tersebut. Untuk tahapan perencanaan dimulai dengan :

- Merancang bentuk atap

Disini mahasiswa diminta untuk merencanakan bentuk atap (segitiga) dan membuat denah rencana atap agar tau posisi penempatan atap dari ujung ke ujung dimana saja. Untuk bahan menggunakan baja dengan profil C 150 x 65 x 20 dengan tebal 2,3 mm.

Kemudian dilakukan pengecekan defleksi dengan rumus : $\delta = \frac{5}{384} \cdot \frac{q \cos \alpha (L_1)^4}{EI} + \frac{1}{48} \cdot \frac{P \cos \alpha (L_1)^3}{EI}$ dan pengukuran batasan lendutan maksimum menggunakan rumus : $\frac{1}{240} \cdot L_1$ dengan hasil $11,13 \text{ mm} \leq 16,67 \text{ mm}$ yang berarti aman.

- Merencanakan beban kuda-kuda

Sub bab ini menjelaskan terkait perencanaan beban atap yang terdiri dari berat kuda-kuda, berat gording, berat atap dan berat plafon.

- Merencanakan elemen kuda-kuda

Perencanaan disini menggunakan profil batang L dengan dimensi 60 x 60 x 60 dengan tebal 6 mm & profil batang 50 x 50 x 50 dengan tebal 5 mm.

Profil batang yang dihitung disini berupa gaya tarik dengan rumus gaya tarik : $f_t = \frac{N_u}{\phi \cdot A_g} \leq f_y$ dengan nilai $\phi = 0,9$. Direncanakan syarat f_y yang digunakan bernilai 240

Mpa dan untuk hasilnya $56,45 \leq 240$ (60 x 60 x 60) & $32,367 \leq 240$ (50 x 50 x 50) yang berarti aman untuk digunakan. Untuk syarat kelangsingan menggunakan rumus : $\lambda = \frac{L_k}{r} \leq 240$ yang mana hasil untuk profil batang 60 x 60 x 60 sebesar $103,02 \leq 240$ & profil batang 50 x 50 x 50 sebesar $212,23 \leq 240$ yang berarti aman digunakan.

Profil batang yang dihitung disini berupa gaya tekan dengan rumus gaya tekan : $f'_c = \frac{\omega \cdot N_u}{\phi \cdot A_g} \leq f_y$ dengan nilai $\phi = 0,85$. Direncanakan syarat f_y yang digunakan bernilai 240

Mpa dan untuk hasilnya $186,627 \leq 240$ (60 x 60 x 60) & $84,123 \leq 240$ (50 x 50 x 50) yang berarti aman untuk digunakan. Untuk syarat kelangsingan menggunakan rumus : $\lambda = \frac{L_k}{r} \leq 200$ yang mana hasil untuk profil batang 60 x 60 x 60 sebesar $125,48 \leq 240$ & profil batang 50 x 50 x 50 sebesar $172,7 \leq 200$ yang berarti aman digunakan.

- Merencanakan sambungan elemen kuda-kuda.

Sambungan untuk kuda-kuda disini menggunakan baut dengan diameter 12 mm dengan baut yang digunakan berjumlah 2 yang di dapat dari rumus : $n_b = \frac{N_u}{2 \cdot V_d}$

II.4 Perencanaan Tangga & Plat

Setelah atap selesai direncanakan, selanjutnya merencanakan tangga dan pelat. Perencanaan ini dibuat dengan tahapan :

- Membuat denah ruang tangga (desain)

Pembuatan denah ruang tangga ini dibuat dengan spesifikasi panjang bordes 2000 mm yang didapat dari rumus ; $\frac{1}{2} \cdot L_{denah}$ Untuk jumlah anak tangga menggunakan rumus

: $n_{tg} = \frac{h_{lt}}{o}$ dan didapatkan hasil 20 buah anak tangga. Untuk lebar tangga menggunakan rumus : $L_{tg} = (\frac{1}{2} \cdot \frac{h_{lt}}{o} - 1) \cdot A$ dan didapatkan hasil 2700 mm. Untuk perhitungan sudut kemiringan tangga menggunakan rumus : $\alpha = \tan^{-1} \cdot (\frac{o}{A})$ dan didapatkan hasil $31,6^\circ$.

- Rencana beban tangga

Untuk pembebanan tangga sendiri menggunakan rumus yang sudah terlampirkan dibawah dan setelah didapatkan data-data dari hasil penjumlahan, data tersebut di input

ke dalam pemodelan sap 2000 agar bisa dilakukan analisis struktur. Adapun hasil yang didapat dengan menjumlahkan hasil dari rumus yang digunakan seperti berat tangga = $\frac{h_{tg}}{\cos \alpha} \cdot \text{berat volume beton}$, berat anak tangga = $\frac{1}{2} \cdot O \cdot \text{berat volume beton}$, berat ubin & spesi = 0,05 . berat volume ubin & berat railing.

- Rencana penulangan tangga tumpuan & lapangan
 - Sub bab ini menjelaskan terkait perencanaan beban tangga dengan menghitung momen gaya yang terjadi. Adapun rumus yang digunakan sebagai berikut :

$$M_u = 1,4 \cdot MDL$$

$$M_v = 1,2 \cdot MDL + 1,6 \cdot MLL$$
- Perencanaan balok bordes tangga
 - Setelah melakukan perencanaan penulangan tangga, penulangan balok bordes tangga pun dilakukan dengan perencanaan berupa pembebanan pada bordes, perhitungan tulangan geser, dimensi balok bordes, tulangan tumpuan & jumlah tulangan.
- Perencanaan pondasi tangga
 - Perencanaan pondasi tangga sendiri menghitung tegangan yang terjadi sehingga perencanaan pondasi tangga tersebut menjadi aman untuk digunakan. Setelah menghitung tegangan, dilakukan perencanaan penulangan pada plat tangga tersebut.
- Perencanaan plat lantai & atap
 - Perencanaan plat lantai & atap dimulai dengan menghitung beban mati yang terjadi pada plat lantai. Kemudian menghitung momen yang terjadi dan dilakukan pengecekan kuat geser. Setelah itu, dilakukan perencanaan penulangan dengan arah sumbu x & y kemudian dilakukan analisis tulangan untung mengetahui apakah sudah aman atau belum. Adapun rumus yang digunakan seperti menghitung dead load : $W = 1,2 \cdot W_D + 1,6 \cdot W_L$ & menghitung momen : $M_L = 0,001 \cdot W \cdot L \cdot x$

II.5 Perencanaan Balok & Kolom

Perancangan balok & kolom dilakukan dengan menghitung momen yang terjadi pada balok menggunakan aplikasi etabs. Setelah diketahui momennya, dilakukan pengecekan tegangan yang terjadi pada tulangan tumpuan, lapangan & geser. Adapun perancangan yang dilakukan sebagai berikut :

- Perencanaan balok
 - B30 x 40 lantai 2 & 3
 - Perancangan balok ini menggunakan $f'c = 20 \text{ Mpa}$, $f_y = 420 \text{ Mpa}$, $f_{ys} = 240 \text{ Mpa}$, $b \times h = 300 \times 400 \text{ mm}$, d asumsi = 16 mm, A_s tulangan = $201,062 \text{ mm}^2$, tebal selimut beton 40 mm & panjang sengkang 10 mm. Setelah data terkumpul, dilakukan perhitungan momen yang terjadi pada tulangan tumpuan yang mana momen nominal harus lebih besar dari momen ultimate dengan hasil $72,314 > 63,651$ (aman), tulangan lapangan $49,468 > 2,260$ (aman) & perhitungan gaya geser yang terjadi pada tulangan geser dengan hasil 152,947 kN.
 - B30 x 65 lantai 2 & 3
 - Perancangan balok ini menggunakan $f'c = 20 \text{ Mpa}$, $f_y = 420 \text{ Mpa}$, $f_{ys} = 240 \text{ Mpa}$, $b \times h = 300 \times 650 \text{ mm}$, d asumsi = 16 mm, A_s tulangan = $201,062 \text{ mm}^2$, tebal selimut beton 40 mm & panjang sengkang 10 mm. Setelah data terkumpul, dilakukan perhitungan

momen yang terjadi pada tulangan tumpuan yang mana momen nominal harus lebih besar dari momen ultimate dengan hasil $249,3 > 248,51$ (aman), tulangan lapangan $209,232 > 176,356$ (aman) & perhitungan gaya geser yang terjadi pada tulangan geser dengan hasil 264,75 kN.

➤ B25 x 30 (dak)

Perancangan balok ini menggunakan $f'c = 20$ Mpa, $f_y = 420$ Mpa, $f_{ys} = 240$ Mpa, $b \times h = 250 \times 300$ mm, d asumsi = 13 mm, A_s tulangan = $132,73 \text{ mm}^2$, tebal selimut beton 30 mm & panjang sengkang 10 mm. Setelah data terkumpul, dilakukan perhitungan momen yang terjadi pada tulangan tumpuan yang mana momen nominal harus lebih besar dari momen ultimate dengan hasil $24,121 > 20,09$ (aman), tulangan lapangan $35,47 > 1,89$ (aman) & perhitungan gaya geser yang terjadi pada tulangan geser dengan hasil 94,47 kN.

➤ B25 x 50 (dak)

Perancangan balok ini menggunakan $f'c = 20$ Mpa, $f_y = 420$ Mpa, $f_{ys} = 240$ Mpa, $b \times h = 250 \times 500$ mm, d asumsi = 13 mm, A_s tulangan = $132,73 \text{ mm}^2$, tebal selimut beton 30 mm & panjang sengkang 10 mm. Setelah data terkumpul, dilakukan perhitungan momen yang terjadi pada tulangan tumpuan yang mana momen nominal harus lebih besar dari momen ultimate dengan hasil $65,298 > 50,655$ (aman), tulangan lapangan $65,298 > 14,966$ (aman) & perhitungan gaya geser yang terjadi pada tulangan geser dengan hasil 169 kN.

➤ B25 x 30 (ring)

Perancangan balok ini menggunakan $f'c = 20$ Mpa, $f_y = 420$ Mpa, $f_{ys} = 240$ Mpa, $b \times h = 250 \times 300$ mm, d asumsi = 13 mm, A_s tulangan = $132,73 \text{ mm}^2$, tebal selimut beton 30 mm & panjang sengkang 10 mm. Setelah data terkumpul, dilakukan perhitungan momen yang terjadi pada tulangan tumpuan yang mana momen nominal harus lebih besar dari momen ultimate dengan hasil $65,298 > 31,72$ (aman), tulangan lapangan $24,12 > 2,804$ (aman) & perhitungan gaya geser yang terjadi pada tulangan geser dengan hasil 94,97 kN.

➤ B25 x 50 (ring)

Perancangan balok ini menggunakan $f'c = 20$ Mpa, $f_y = 420$ Mpa, $f_{ys} = 240$ Mpa, $b \times h = 250 \times 500$ mm, d asumsi = 13 mm, A_s tulangan = $132,73 \text{ mm}^2$, tebal selimut beton 30 mm & panjang sengkang 10 mm. Setelah data terkumpul, dilakukan perhitungan momen yang terjadi pada tulangan tumpuan yang mana momen nominal harus lebih besar dari momen ultimate dengan hasil $124,673 > 106,63$ (aman), tulangan lapangan $65,377 > 61,432$ (aman) & perhitungan gaya geser yang terjadi pada tulangan geser dengan hasil 226,75 kN.

• Perencanaan kolom

➤ K40 x 40

Kolom 400×400 mm ini direncanakan memiliki mutu beton ($f'c$) 20 Mpa, 8 tulangan utama dengan diameter 16 mm, tulangan sengkang dengan diameter 10 mm dan selimut beton 30 mm. Disini diperlukan perencanaan gaya geser pada kolom berdasarkan kapasitas yang dapat ditahan oleh kolom tersebut dengan hasil 59,312 kN gaya yang bekerja $< 83,636$ gaya yang dapat ditahan, dengan kesimpulan kolom ini aman digunakan.

➤ K45 x 60

Kolom 450 x 600 mm ini direncanakan memiliki mutu beton ($f'c$) 20 Mpa, 12 tulangan utama dengan diameter 19 mm, tulangan sengkang dengan diameter 10 mm dan selimut beton 30 mm. Disini diperlukan perencanaan gaya geser pada kolom berdasarkan kapasitas yang dapat ditahan oleh kolom tersebut dengan hasil 110,912 kN gaya yang bekerja < 329,032 gaya yang dapat ditahan, dengan kesimpulan kolom ini aman digunakan.

II.6 Rancangan Pondasi

Setelah perencanaan balok & kolom selesai, perancangan pondasi pun dilakukan dengan tahapan membuat dimensi pondasi, melakukan control geser 1 & 2 arah, perencanaan tulangan lentur & susut.

Perencanaan pondasi bertujuan untuk membandingkan besarnya jumlah biaya yang dibutuhkan dalam pekerjaan pembuatan pondasi untuk abutment jembatan Labuhan Madura. Sehingga nantinya dari dua jenis pondasi dapat dipilih untuk digunakan. Perencanaan pondasi ini menggunakan perhitungan kapasitas dukung ultimit cara statis P1 & P2 Kolom P1 yang dipakai 400 x 400 , sedangkan pada Kolom P2 dipakai 450 x 600.

Perencanaan Balok Sloof, Sloof adalah suatu elemen struktural dari bangunan yang terletak diatas pondasi yang mampu menahan beban dari struktur lain yang berada di atasnya ke struktur pondasi dengan menolak membungkuk. Balok sloof yang dipakai dengan ukuran 250 x 500.