

BAB II

PERANCANGAN BANGUNAN GEDUNG

2.1 Latar Belakang

Perkembangan infrastruktur kerap berjalan semakin pesat dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi dalam bidang konstruksi guna memajukan berbagai aspek dalam membangun negeri menjadi lebih baik, terutama di Indonesia sendiri. Perkembangan infrastruktur yang ada di Indonesia sudah terjadi pada banyak bidang pembangunan seperti pembangunan jalan, gedung dan lain sebagainya. Pembangunan infrastruktur gedung merupakan salah satu pembangunan yang sedang pesat terjadi dalam negeri. Bangunan gedung sendiri memiliki berbagai macam fungsi seperti bangunan rumah sakit, sekolah, perkantoran, dan lain sebagainya. Pembangunan gedung sendiri harus memiliki perencanaan rancangan yang baik sebelum gedung tersebut direalisasikan. Dalam perencanaannya gedung harus memiliki bangunan yang kuat, aman, serta efisien dalam biaya dan waktu pengerjaannya.

Secara umum, infrastruktur bangunan gedung memiliki dua bagian yaitu struktur gedung atas yang meliputi kolom, balok, lantai, dinding serta atap dan juga struktur gedung bagian bawah yang meliputi fondasi dan balok sloof. Seiring berjalannya perkembangan teknologi dalam bidang konstruksi di Indonesia, semakin banyak gedung bertingkat tinggi seperti perkantoran. Gedung perkantoran memiliki faktor yang berbeda pula dengan gedung lain dalam perancangannya terutama dari faktor keamanan gedung perkantoran itu sendiri. Keamanan bangunan gedung merupakan faktor utama yang harus diperhatikan dalam perancangannya seperti gaya lateral maupun aksial harus diperhitungkan agar gedung memiliki ketahanan terhadap gaya-gaya tersebut. Analisis gaya-gaya dalam perancangan sangat dibutuhkan untuk memperkirakan reaksi apa yang akan berdampak pada suatu struktur yang terdampak oleh gaya-gaya tersebut.

2.2 Tinjauan umum

Pada perancangan struktur bangunan gedung, ada beberapa tahapan perancangan agar bangunan gedung menjadi lebih tepat dalam perencanaannya saat di lapangan. Beberapa tahapan perancangan tersebut terdiri dari perancangan gording, elemen kuda-kuda, sambungan elemen kuda-kuda, denah tuang tangga, rencana beban tangga, rencana penulangan tangga, rencana plat lantai, balok, kolom, portal, sloof, dan pondasi. Beberapa beban yang mempengaruhi struktur bangunan diperhitungkan dalam perancangannya seperti beban mati, beban hidup, beban gempa, dan juga beban angin. Bangunan gedung yang dirancang merupakan gedung kantor setinggi 3 lantai yang didukung oleh beberapa aplikasi untuk mempermudah perancangan gedung seperti ETABS, SAP 2000, AutoCAD, dan juga Microsoft Excel untuk perhitungan data mentah yang akan diolah kembali di aplikasi ETABS dan SAP 2000. Perancangan ini menggunakan pedoman sebagai berikut :

- SNI 1726:2012 tentang Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung
- SNI 2847:2013 tentang Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung
- SNI 1727:2013 tentang Beban Minimum Untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lain
- SNI 1729:2015 tentang Spesifikasi Untuk Bangunan Gedung Baja Struktural

2.3 Metode Perancangan

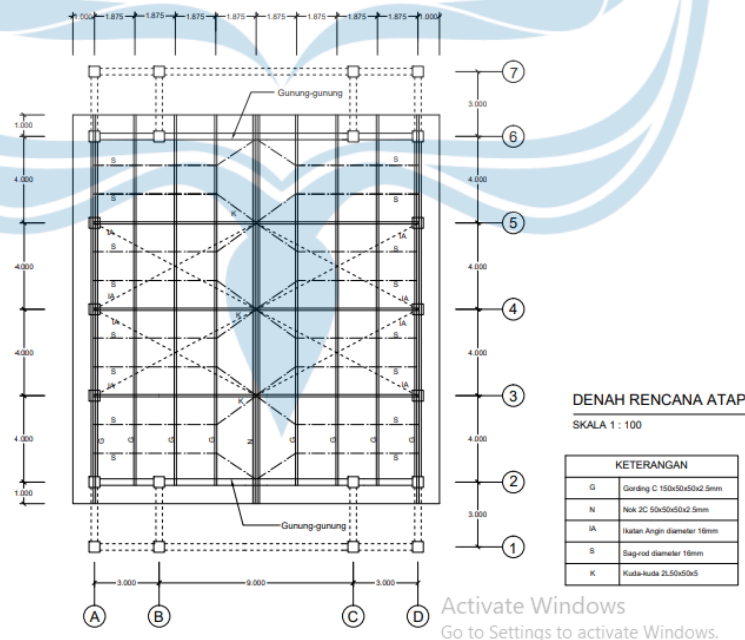
Perancangan bangunan gedung dimulai dengan tahap penentuan data struktur seperti fungsi bangunan lalu menentukan mutu material yang akan digunakan seperti mutu beton, mutu baja, juga beban-beban yang bekerja pada bangunan seperti beban hidup, beban mati, beban angin dan beban gempa.

Tahap selanjutnya merupakan analisis data dan perancangan bangunan gedung tersebut untuk menentukan spesifikasi material bangunan seperti rangka atap, kuda-kuda, kolom, balok, plat lantai, dan tangga serta jumlah tulangan yang akan digunakan. Struktur bangunan dilakukan dengan menggunakan bantuan dari beberapa aplikasi seperti ETABS, SAP2000, AutoCAD, dan Microsoft Excel.

2.4 Hasil Perancangan

a. Struktur Atap

Desain denah rencana atap yang telah dibuat adalah sebagai berikut.



Gambar 2. 1 Denah Rencana Atap

Rencana atap memiliki sudut kemiringan atap sebesar 30° dan jenis atap yang digunakan merupakan genteng biasa serta beban angin sebesar 25 kN/m^2 . Denah rencana atap yang telah dibuat memiliki kuda-kuda dengan bentang sepanjang 15 meter menggunakan material baja. Profil gording yang direncanakan menggunakan C 150x50x50x2.5 mm, kemudian dilakukan pengecekan kekuatan kontrol lentur, kontrol lendutan dan kontrol penampang dan hasil perhitungan tersebut telah memenuhi syarat sehingga profil tersebut digunakan sebagai profil gording. Profil kuda-kuda yang direncanakan merupakan Double Angle 2L50x50x5 dan double angle 2L60x60x6 yang telah dilakukan pengecekan kekuatan batang tarik dan tekan. Setelah memenuhi syarat, profil double angle 2L60x60x6 diletakkan di sisi luar gording agar dapat menahan beban lebih kuat, dan double angel 2L50x50x5 diletakkan di sisi dalam gording karena menahan beban lebih kecil dan juga dari segi biaya lebih hemat sehingga digunakan 2 profil yang berbeda dan telah memenuhi syarat. Sambungan yang digunakan untuk kuda-kuda adalah sambungan baut dengan diameter 12 mm dengan mutu $f_{ub} = 560 \text{ MPa}$ dilanjutkan dengan menghitung kekuatan geser baut, kekuatan tumpu baut, kebutuhan baut, dan pemasangan baut dan mendapatkan hasil sambungan baut dengan jumlah 2 baut dengan jarak 40 mm.

b. Plat Lantai

Perencanaan plat lantai dimulai dengan menentukan panjang bentang plat lantai untuk menentukan plat lantai yang akan digunakan 2 arah atau 1 arah. Setelah dilakukan penentuan didapati plat lantai yang digunakan adalah plat 2 arah. Tahap selanjutnya adalah menentukan rasio kekakuan plat lantai (α) untuk mengetahui ketebalan minimum plat lantai yang akan digunakan. Setelah menentukan rasio kekakuan plat lantai didapati ketebalan minimum sebesar 120 mm dan ketebalan plat yang digunakan sebesar 145 mm.

Tahap selanjutnya dari perhitungan plat lantai adalah menentukan jumlah dan kebutuhan tulangan yang akan digunakan dengan menghitung rasio

penulangan (ρ perlu) lalu dibandingkan dengan rasio maksimum (ρ maks) dan juga rasio minimum (ρ min) dan harus memenuhi syarat dimana $\rho \text{ min} \leq \rho \text{ perlu} \leq \rho \text{ maks}$. Setelah perhitungan rasio, dilanjutkan dengan tahap perhitungan luas tulangan yang diperlukan (A_s perlu) dan harus melebihi dari luas tulangan minimum (A_s min) kemudian dilanjutkan dengan menghitung jarak tulangan (s), menghitung tulangan susut dan juga suhu. Tahap terakhir yang dilakukan yaitu memeriksa kemaanan plat.

c. Tangga

Tahap pertama pada perencanaan tangga dan plat adalah menentukan dimensi tangga seperti L1, L2, B1, B2, kemudian membuat denah ruang tangga dengan optrede 185 mm dan antrede 300 mm. Jumlah anak tangga yang direncanakan sebanyak 20 anak tangga. Selanjutnya dimulai dengan perhitungan beban tangga dari berat sendiri tangga, berat anak tangga, berat ubin & spasi dan berat railing yang telah diperkirakan dengan menggunakan program SAP 2000.

d. Analisis Gempa

Tahap perhitungan analisis gempa pada perencanaan gedung ini mengacu pada SNI 1726-2012 tentang Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung. Analisis gempa yang dilakukan dengan menggunakan metode analisis dinamik *spektrum respons*. Analisis dimulai dengan menentukan wilayah dimana bangunan berada yaitu di kota Yogyakarta yang mempunyai nilai $S_s = 1,118g$ dan $S_1 = 0,438g$. Kategori resiko yang diambil merupakan kategori II karena gedung difungsikan sebagai kantor yang memiliki faktor keutamaan gempa (I_e) = 1,0 .

Lokasi bangunan digunakan juga untuk menentukan nilai S_s dan S_1 agar dapat menentukan kelas situs dan menentukan nilai F_a dan F_v berdasarkan nilai S_s dan S_1 . Selanjutnya menghitung S_{ms} dengan cara F_a dikalikan dengan S_s , lalu perhitungan S_{m1} dengan cara F_v dikalikan dengan S_1 , lalu dikalikan

2/3 yang menghasilkan nilai SDs sebesar 0,722 g dan SD1 sebesar 0,423 g. Dari nilai SDs dan SD1 yang dihasilkan, dapat diketahui kategori gedung masuk dalam kategori desain seismik D. Dari kategori desain seismik dapat disimpulkan bahwa struktur gedung perkantoran menggunakan system SRPMK (Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus) dan memiliki nilai koefisien respon (R) sebesar 8, dan periode fundamental (T) sebesar 0,62 detik.

e. Balok

Tahap perencanaan balok diawali dengan menentukan dimensi balok induk dan balok anak. Ukuran balok direncanakan dengan rumus $h=1/10 L$ sampai $1/15 L$ dan lebar $b = \frac{1}{2} h$ sampai dengan $\frac{2}{3} h$. Tahap selanjutnya merupakan perhitungan rasio penulangan (ρ perlu) yang akan dibandingkan dengan rasio maksimum (ρ maks) dan rasio minimum (ρ min) dan harus memenuhi syarat bahwa $\rho \text{ min} \leq \rho \text{ perlu} \leq \rho \text{ maks}$, setelah syarat terpenuhi tahap selanjutnya adalah menentukan luas tulangan (A_s perlu) dan jumlah (n) tulangan yang dibutuhkan untuk balok.

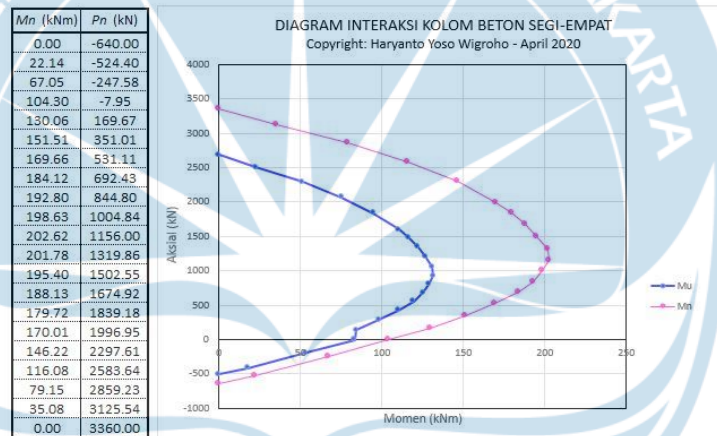
Tahap selanjutnya adalah memeriksa keamanan balok yaitu dengan cara melakukan perbandingan momen lentur akibat beban berfaktor (M_u) dengan momen nominal (M_n) yang harus memenuhi syarat bahwa $M_u < M_n$. Tulangan tumpuan dan lapangan juga memiliki syarat yang sama yaitu $M_u < M_n$. Penentuan tulangan geser dilakukan dengan menghitung kuat geser beton (V_c) lalu dilanjutkan dengan menghitung kuat geser sengkang yang diperlukan (V_s). Untuk perhitungan jarak sengkang (s) dilakukan dengan cara mengalikan luas penampang kaki sengkang (A_v) dengan mutu tulangan baja (f_y) dan tinggi efektif balok (d) lalu dibagi dengan kuat geser sengkang yang diperlukan (V_s).

$$s = \frac{A_v \cdot f_y \cdot d}{V_s}$$

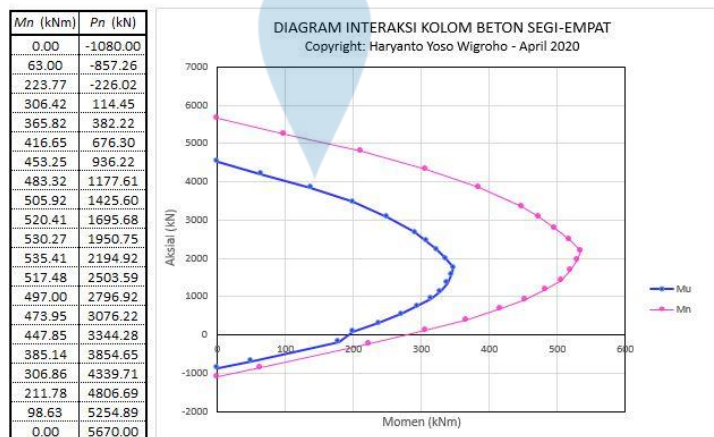
Setelah mendapatkan hasilnya, kemudian dilakukan pengecekan keamanan dengan membandingkan A_v dengan A_v minimal dan memiliki syarat $A_v > A_v$ minimal.

f. Kolom

Tahap perencanaan kolom dengan ketinggian antar lantai setinggi 3700 mm menggunakan 2 tipe kolom yang berukuran 400 x 400 mm dan 450 x 600 mm. Gaya yang terjadi pada kolom didapatkan dari perhitungan analisis struktur beton yang bekerja pada bangunan dengan bantuan software ETABS. Hasil yang didapatkan kemudian dianalisis dan diperhitungkan kembali untuk menentukan dimensi kolom. Tahap selanjutnya merupakan perhitungan nilai M_{ux} dan M_{uy} dengan menggunakan diagram interaksi kolom Nod – Mod untuk mendapatkan kebutuhan tulangan kolom. Perhitungan kebutuhan tulangan geser kolom diperoleh dari data gaya geser (V_u) yang telah diperoleh.



Gambar 2. 2 Diagram Interaksi Kolom 400 x 400 mm

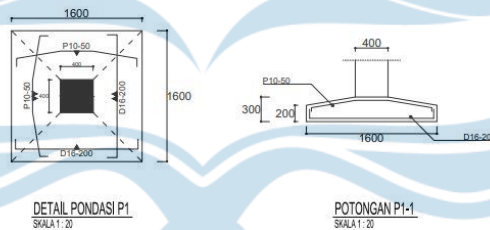


Gambar 2. 3 Diagram Interaksi Kolom 450 x 600 mm

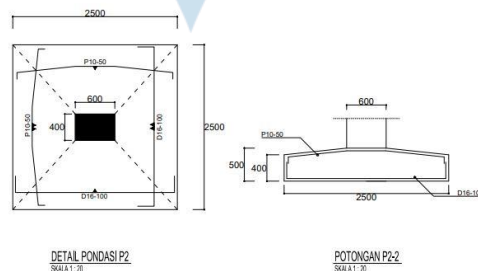
g. Pondasi

Perencanaan pondasi yang digunakan merupakan pondasi telapak dengan kedalaman tanah keras (d) = 1,8 m, berat volume tanah = 17 kN/m^3 , dan daya dukung tanah = 150 kN/m^2 . Direncanakan tebal pondasi P1 dengan $h = 0,3 \text{ m}$ dan pondasi P2 dengan $h = 0,5 \text{ m}$. Perhitungan daya dukung efektif tanah (σ efektif) dihitung dengan rumus, $\sigma \text{ efektif} = \sigma \text{ tanah} - \gamma \text{ tanah} (H - h) - \gamma \text{ beton} \cdot h - q$

Setelah mendapatkan perhitungan daya dukung efektif tanah, dilanjutkan ke tahap perhitungan beban berfaktor per satuan luas (q_u) dengan cara membagi beban pada kolom di atasnya (P_u) dengan luas permukaan pondasi (A). Tahap selanjutnya yaitu pemeriksaan syarat kuat geser 1 arah dan 2 arah pada beton pondasi telapak, dengan syarat $\phi V_c \geq V_u$. Untuk perhitungan kuat geser 2 arah diambil nilai V_c terkecil dari V_{c1} , V_{c2} dan V_{c3} . Apabila syarat sudah terpenuhi maka pondasi dinyatakan aman.



Gambar 2. 4 Detail Pondasi P1



Gambar 2. 5 Detail Pondasi P2

2.5 Kesimpulan

Dari perancangan gedung yang telah dilakukan, telah dirancang gedung perkantoran setinggi 3 lantai yang berada di kota Yogyakarta dengan nilai $S_s = 1,118g$ dan $S_1 = 0,438g$, memiliki kategori II, ukuran balok yang digunakan pada lantai 2 dan 3 adalah ukuran 300 x 400 mm dan 300 x 650 mm, balok pada DAG yang digunakan sebesar 250 x 300 mm dan 250 x 500 mm, balok ring sebesar 250 x 300 mm dan 250 x 500 mm, ukuran kolom yang digunakan adalah 400 x 400 mm dan 450 x 600 mm, dan pondasi yang digunakan berukuran 1600 x 1600 mm dan 2500 x 2500 mm, dan pada perancangan ini dapat ditarik kesimpulan bahwa gedung yang dirancang aman dan dapat dibangun pada kota Yogyakarta. Pada tabel berikut ini merupakan rekap penulangan plat tangga, bordes, plat lantai, balok, dan kolom.

Tabel 2. 1 Rekap Penulangan Plat Tangga dan Bordes

Tulangan tangga tumpuan	Tulangan pokok	D16-400
	Tulangan susut	P8-100
Tulangan tangga lapangan	Tulangan pokok	D16-200
	Tulangan susut	P8-100
Tulangan balok bordes tumpuan	Tulangan pokok	2D16
Tulangan balok bordes lapangan	Tulangan pokok	3D16
Tulangan pondasi	Tulangan pokok	D13-200
	Tulangan susut	P8-100

Tabel 2. 2 Rekap Penulangan Plat Lantai

Plat atap A = B	Tulangan pokok	P8-200
	Tulangan bagi	P6-150
Plat Lantai A	Tulangan pokok	P8-200
	Tulangan bagi	P6-150
Plat lantai B	Tulangan pokok	P8-200
	Tulangan bagi	P6-150

Plat lantai C	Tulangan pokok	P8-200
	Tulangan bagi	P6-150
Plat lantai D	Tulangan pokok	P8-200
	Tulangan bagi	P6-150
Plat lantai E = F	Tulangan pokok arah x	P8-200
	Tulangan pokok arah y	P8-150
	Tulangan bagi	P6-150

Tabel 2. 3 Rekap Penulangan Balok

Balok	Tulangan Tumpuan	Tulangan lapangan	Tulangan sengkang
300 x 400	3D19	2D19	2P10-150
300 x 650	8D19	5D19	2P10-100
250 x 300 DAG	2D19	2D19	2P10-100
250 x 500 DAG	3D19	2D19	2P10-100
250 x 300 ring	2D19	2D19	2P10-100
250 x 500(ring)	3D19	2D19	2P10-100

Tabel 2. 4 Rekap Penulangan Kolom

Kolom	Tulangan	Sengkang
400 x 400	8D19	2P10-100
450 x 600	12D19	2P10-100