

Bab II

Perancangan Bangunan Gedung Kantor Tiga Lantai di Kota Manado

2.1. Spesifikasi Gedung

Jenis bangunan yang akan dirancang dalam praktik perancangan bangunan gedung adalah bangunan kantor dengan tiga lantai yang berlokasi di Manado. Berikut adalah spesifikasi detail dari bangunan kantor tiga lantai yang akan dirancang :

1.1. Atap

- | | |
|------------------------------------|--------------------------|
| a. α (Sudut miring truss) | = 35° |
| b. Jenis atap | = Atap Beton |
| c. Berat atap | = 0,6 kN |
| d. Berat plafon | = 0,2 kN |
| e. f_u (Mutu baja profil) | = 290 MPa |
| f. f_{ub} (Jenis sambungan baut) | = 560 MPa |
| g. Tiupan angin | = 0,25 kN/m ² |

1.2. Struktur Bawah dan Struktur Atas (Mengikuti variabel gambar petunjuk) :

- | | |
|-----------------------|-------------------|
| a. Panjang B1 | = 3 m |
| b. Panjang B2 | = 10 m |
| c. Panjang L1 | = 4,5 m |
| d. Panjang L2 | = 3,5 m |
| e. Jenis bangunan | = Bangunan kantor |
| f. Lokasi pembangunan | = Kota Manado |
| g. Struktur tanah | = Sedang |
| h. Mutu beton | = 20 MPa |
| i. Mutu baja sengkang | = 240 MPa |
| j. Mutu baja lentur | = 420 MPa |

2.2. Standar peraturan dalam perancangan struktur gedung

Dalam merancang sebuah gedung, aturan- aturan yang sudah disediakan oleh lembaga standar nasional harus dipatuhi agar keamanan dapat dijamin, dan untuk negara Indonesia, adalah SNI (Standar Nasional Indonesia). Berikut adalah standar yang digunakan dalam perancangan antara lain :

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

2.3. Metode dan Hasil Perancangan

Dalam praktik perancangan bangunan gedung, urutan perancangan akan dimulai dari perancangan atap, tangga, plat, balok dan sloof pondasi, kolom, hingga pondasi.

2.3.1. Perancangan Atap

Untuk perancangan atap terdiri dari perancangan gording, perancangan kuda- kuda, elemen kuda-kuda, hingga sambungan kuda- kuda.

a. Perancangan Gording

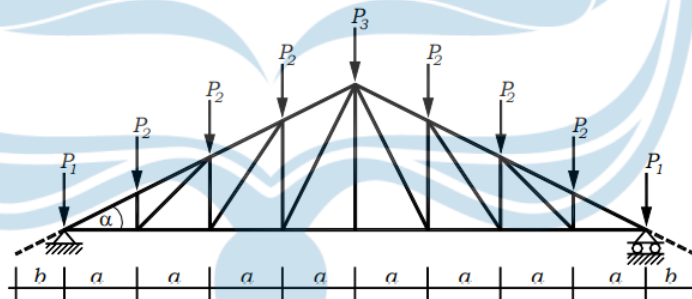
Dalam perancangan gording, mula- mula dilakukan perhitungan untuk menentukan syarat profil gording dengan menghitung beban gording, momen gording. Untuk beban gording terdiri dari beban mati (D), dan beban hidup (L) dan dilakukan dengan menjumlah semua beban yang ada sehingga mendapatkan nilai beban mati sebesar $q(D) = 1,96 \text{ kN/m}$ dan beban hidup sebesar $q(L) = 1 \text{ kN}$.

Selanjutnya, dilakukan perhitungan rencana momen gording dari dua arah sumbu, yaitu dari arah sumbu 2 dan arah sumbu 3, serta dari beban mati dan hidup dengan total sebanyak 4 variabel momen gording. Setelah menghitung momen, tentukan momen ultimit dari kedua sumbu, untuk arah sumbu dua, ditemukan $M_{2U} = 0,72 \text{ kNm}$, dan untuk momen ultimit dari arah sumbu tiga, ditemukan $M_{3U} = 6,36 \text{ kNm}$.

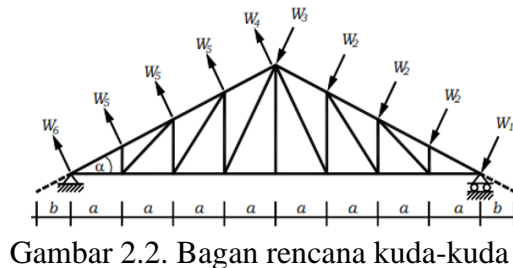
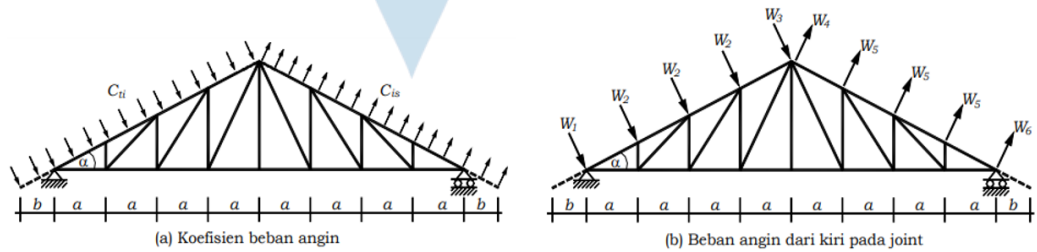
Untuk melanjutkan perhitungan, dilakukan penentuan profil baja C untuk gording dengan melakukan pemeriksaan persyaratan profil. Pertama, dipilih dimensi gording C150x65x20x2,8 dengan $I_3 = 2950000 \text{ mm}^4$, $I_2 = 480000 \text{ mm}^4$, $W_3 = 39400 \text{ mm}^3$ dan $W_2 = 11000 \text{ mm}^3$. Dengan spesifikasi profil baja C yang dipilih, dilakukan cek tegangan dengan nilai $\theta = 0,9$ dengan $F_y = 290 \text{ MPa}$ dan ditemukan $F_b = 252,64 \text{ MPa}$. Karena nilai F_b dibawah F_y , maka tegangan profil baja C yang dipilih diizinkan. Setelah itu dilakukan pemeriksaan defleksi gording dan ditemukan $\delta = 17,24 \text{ mm}$, dan lebih kecil dari 18,75 mm sebagai angka dari defleksi syarat, sehingga defleksi gording sesuai persyaratan. Dengan ini dimensi baja gording C150x65x20x2,8 memenuhi persyaratan untuk diaplikasikan.

b. Rencana Kuda- Kuda.

Panjang bentang kuda- kuda rencana adalah sepanjang 16 m yang dibagi menjadi 8 bagian dengan pinggir masing- masing 1 m yang akan membebani di titik yang sesuai dengan gambar 2.1. Dari hasil perhitungan beban $P_1, P_2,$ dan P_3 , P_1 yang didapat dari hasil penjumlahan beban yang ada di atasnya adalah $P_1 = 9,34 \text{ kN}$, $P_2 = 9,84 \text{ kN}$, dan $P_3 = 10,29 \text{ kN}$.



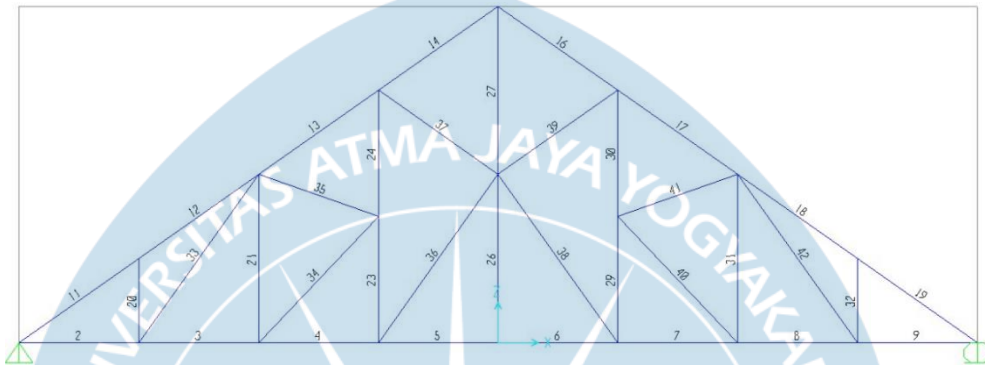
Gambar 2.1. Bagan rencana kuda-kuda



Gambar 2.2. Bagan rencana kuda-kuda

Lalu dilakukan perhitungan beban angin disetiap titik dan arah yang digambarkan di gambar 2.2. Terdapat 6 variabel beban dengan hasil perhitungan sebesar $W_1 = 1,1 \text{ kN}$, $W_2 = 1,1 \text{ kN}$, $W_3 = 0,55 \text{ kN}$, $W_4 = 0,82 \text{ kN}$, $W_5 = 1,65 \text{ kN}$, dan $W_6 = 1,65 \text{ kN}$ serta diketahui koefisien beban angin $C_{ti} = 0,4$ dan $C_{is} = 0,6$.

c. Rencana Elemen Kuda- Kuda



Gambar 2.3. Pelabelan batang kuda-kuda

Rangkaian kuda- kuda yang telah direncanakan dilakukan penomoran pada setiap batangnya agar dapat dikenal seperti pada gambar 2.3 beserta data beban yang mewakili setiap batang yang tertera di gambar 2.2. Mula- mula dilakukan pemilihan profil baja untuk setiap batangnya dan digunakan profil baja L50x50x5, kecuali untuk batang nomor 11 hingga 19 yaitu menggunakan profil baja L60x60x6 karena batang nomor 11 hingga 19 adalah batang yang berada dipaling atas dan menahan beban lebih besar daripada batang yang berada dibawahnya dan diperiksa dengan bantuan *software* analisis struktur SAP2000.

Setelah itu, dilakukan pengecekan pada tiap batang dengan baja profil kuda-kuda L60x60x6 dan L50x50x5 dengan mengecek gaya tarik terbesar (N_u), syarat kelangsingan batang, hingga kuat tekan batang dengan kesimpulan akhir bahwa baja profil kuda- kuda L60x60x6 dan L50x50x5 dapat digunakan untuk perancangan kuda-kuda sesuai nomor batangnya.

d. Rencana Sambungan Elemen Kuda- Kuda

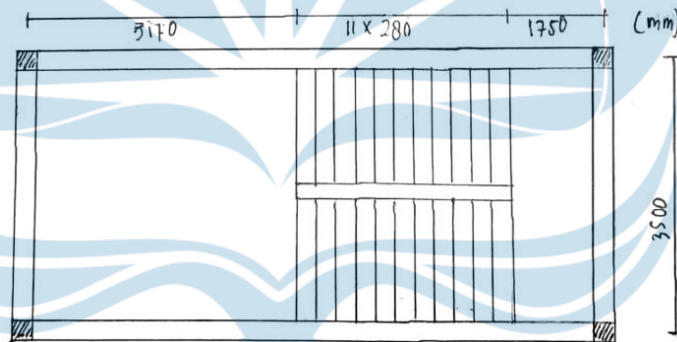
Sambungan pada tiap elemen kuda- kuda dihitung dengan diameter baut yang tersedia yaitu dengan diameter baut ukuran 12 mm dan untuk jumlah baut setelah dilakukan perhitungan yaitu dibutuhkan 3 baut pada setiap sambungan elemen kuda-kuda.

2.3.2. Perencanaan Tangga

Struktur tangga terdiri dari anak tangga, bordes, induk tangga, dan railing. Dalam perancangan struktur tangga, harus dilakukan denah ruang, rencana pembebanan tangga, hingga rencana penulangan tangga.

a. Denah ruang

Dimensi dari setiap bagian tangga harus direncanakan terlebih dahulu, dari dimensi bordes, optrede dan antrede anak tangga, hingga sudut kemiringan tangga. Setelah dilakukan perhitungan, optrede (O) yang direncanakan adalah 161 mm (memenuhi syarat 150 – 200 mm) dan antrede (A) sepanjang 280 mm (memenuhi syarat 280 – 300). Untuk bentang tangga dari tampak atas memiliki rentang 10 m dengan lebar sepanjang 3,5 m. Dari data yang sudah ada, didapatkan jumlah anak tangga adalah $n = 22$ buah, lebar bordes = 1750 mm, lebar tangga sepanjang 3080 mm, dan sudut kemiringan tangga sebesar $29,89^\circ$. Untuk tampak atas akan terlihat seperti gambar 2.4.



Gambar 2.4. Dimensi tampak atas tangga

b. Rencana Pembebanan Tangga

Dalam merencanakan pembebanan tangga, pembebanan dibagi menjadi beban mati (DL) dan beban hidup tangga (LL) dan beban mati dibagi lagi menjadi beban tangga dan bordes. Untuk beban mati tangga didapatkan hasil $q_{tg} = 8,133 \text{ kN/m}^2$, untuk beban mati bordes didapatkan $q_{bd} = 5,65 \text{ kN.m}^2$. Untuk beban hidup keseluruhan tangga, untuk spesifikasi tangga kantor maka disimpulkan $LL = 4,79 \text{ kN/m}^2$.

Untuk mengetahui gaya yang dibebankan pada tangga seperti SFD dan BMD dari beban hidup dan mati, dapat dicari dengan bantuan *software* SAP2000 dengan hasil yang akan dicantumkan di lampiran 2.1.

c. Rencana penulangan tangga

Setelah dilakukan analisa beban menggunakan perangkat lunak analisis struktur SAP2000, dapat dilakukan perencanaan penulangan pada tangga. Dengan data-data variabel dari analisis struktur pada tangga, maka nilai Mu dan Vu dapat ditemukan yaitu $Mu = 46,276 \text{ kNm}$, dan $Vu = 40,68 \text{ kN}$, $Mu \text{ tumpuan} = Mu/2 = 23,138 \text{ kNm}$ serta spesifikasi kekuatan beton dan baja yaitu $F_y = 420 \text{ MPa}$ dan $F'_c = 20 \text{ MPa}$, dan $\beta = 0,85$.

Untuk tulangan pokok, direncanakan D13 mm sehingga dari hasil perhitungan menggunakan data-data yang ada, didapatkan jarak/ spasi tiap tulangan dengan D13 adalah 200mm, sehingga digunakan D13-200. Untuk tulangan susut, direncanakan menggunakan P8, setelah diproses, spasi tiap tulangan berjarak 150 mm, sehingga digunakan P8-150 untuk tulangan susut. Untuk tangga lapangan, direncanakan menggunakan D13, setelah diproses maka mendapatkan spasi berjarak 100 mm, sehingga digunakan D13-100.

2.3.3. Perencanaan Balok dan Kolom

Dalam merencanakan balok dan kolom, harus dilakukan perencanaan dimensi penampang struktur batang, lalu dilakukan perencanaan penulangan lentur dan geser. Untuk rencana dimensi balok dan kolom dapat dilihat ditabel 2.1 dan 2.2 serta nilai kombinasi geser dan momen rencana kolom dan balok dapat dilihat di lampiran 2.2 untuk menentukan nilai Mu dan Vu.

a. Penulangan Balok dan Sloof

Dengan nilai kombinasi geser dan momen rencana balok yang telah dianalisa menggunakan SAP2000, dapat ditemukan nilai Mu dan Vu sehingga didapatkan spesifikasi tulangan yang digunakan dalam struktur balok ini akan ditampilkan dalam bentuk tabel :

Tabel 2.1. Dimensi dan penulangan balok

Jenis Balok	Dimensi (mm)	Tulangan Lentur		Tulangan Geser	
		Tumpuan	Lapangan	Tumpuan	Lapangan
Lantai 3	300x400	3D25	2D25	2P10-150	-
dan 2	300x650	6D25	5D25	2P10-50	-

Balok Dag	250x300	2D19	2D19	2P10-100	-
	250x500	3D19	2D19	2P10-200	-
Balok Ring	250x300	2D19	2D19	2P10-100	-
	250x500	6D19	3D19	2P10-200	-
Balok Sloof	200x500	3D19	3D19	2P10-100	-
	250x500	3D19	3D19	2P10-100	-

b. Penulangan Kolom

Gaya rencana yang direncanakan harus diuji terlebih dahulu menggunakan diagram interaksi kolom segi-empat beton bertulang agar dapat digunakan sebagai gaya rencana. Dengan nilai M_u dan V_u yang didapatkan dari hasil perhitungan, didapatkan spesifikasi tulangan dalam struktur kolom sebagai berikut :

Tabel 2.2. Dimensi dan penulangan kolom

Jenis Kolom	Dimensi (mm)	Lantai	Tulangan Lentur	Tulangan Geser	
				Tumpuan	Lapangan
Kolom C2	400x400	1	8D19	2P10-100	2P10-100
		2	8D19	2P10-100	2P10-100
		3	8D19	2P10-100	2P10-100
Kolom C27	450x600	1	8D22	2P10-100	2P10-100
		2	8D22	2P10-100	2P10-100
		3	8D19	2P10-100	2P10-100

2.3.4. Perencanaan Pondasi

Dalam perancangan struktur pondasi, diperlukan analisa kombinasi beban rencana, dan momen rencana dengan bantuan software SAP2000. Proses dalam perencanaan struktur pondasi antara lain menentukan dimensi, analisis geser secara dua arah, dan menentukan jenis dan jumlah tulangan lentur dan geser yang dapat dilihat di tabel 2.3.

Tabel 2.3. Dimensi dan penulangan pondasi

Jenis Pondasi	Dimensi (mm)	Tulangan Lentur		Tulangan Susut	
		Arah x	Arah y	Arah x	Arah y
Pondasi P1	1500x1500	D10-200	D10-200	P8-200	P8-200
Pondasi P2	3200x2000	D13-100	D13-300	P13-50	P10-100