

Bab II

PRAKTIK PERANCANGAN BANGUNAN GEDUNG

2.1. Tinjauan umum

Pekerjaan perencanaan gedung dalam laporan Praktik Perancangan ini menggunakan material beton bertulang untuk struktur portal (pelat, balok, dan kolom), dan baja konvensional untuk struktur atap. Struktur bawah gedung menggunakan tipe fondasi caisson/ fondasi sumuran. Selain itu, Gedung yang di rencanakan termasuk dalam bangunan SPRMK (*Sistem Pemikul Rangka Momen Khusus*). Adapun Beban-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 rumah sakit yang memiliki 4 lantai. Dalam perhitungan struktur, Adapun beberapa aplikasi yang mendukung perhitungan tersebut seperti ETABS, SAP 2000, AutoCAD, dan juga Microsoft Excel untuk perhitungan data mentah yang akan diolah kembali di aplikasi ETABS dan SAP 2000. Selain itu, Perancangan ini menggunakan beberapa pedoman sebagai berikut :

1. Beban Minimum untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lain
(SNI 1727:2013)
2. Standar Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung
(SNI 1726:2012)
3. Tata Cara Perhitungan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung
(SNI 2847:2013)
4. Tata Cara Perencanaan Struktur Baja untuk Bangunan Gedung
(SNI 1729:2015)
5. Buku *Steel-Design* William T. Segui *6th Edition*

2.2. Metode Perancangan

Perancangan bangunan gedung rumah sakit diawali dengan tahap penentuan data struktur seperti 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, beban salju, beban hujan dan beban gempa. Tahap selanjutnya merupakan analisis data dan perancangan bangunan gedung tersebut. Mulai dari perhitungan struktur atap dengan pembebanannya, selanjutnya dengan perhitungan gempa dan kolom-balok dan pembuatan pemodelan dengan beban dari atap serta tangga, Setelah itu masukkan kombinasi beban-beban sesuai dengan peraturan. Lalu dianalisis kebutuhan setiap element hingga kondisi aman dan setelah itu semua aman baru memuat desain ulang dari bangunan tersebut. Selain itu, Struktur bangunan dianalisis dan didesain dengan menggunakan bantuan dari beberapa aplikasi seperti *ETABS*, *SAP2000*, *AutoCAD*, dan *Microsoft Excel*.

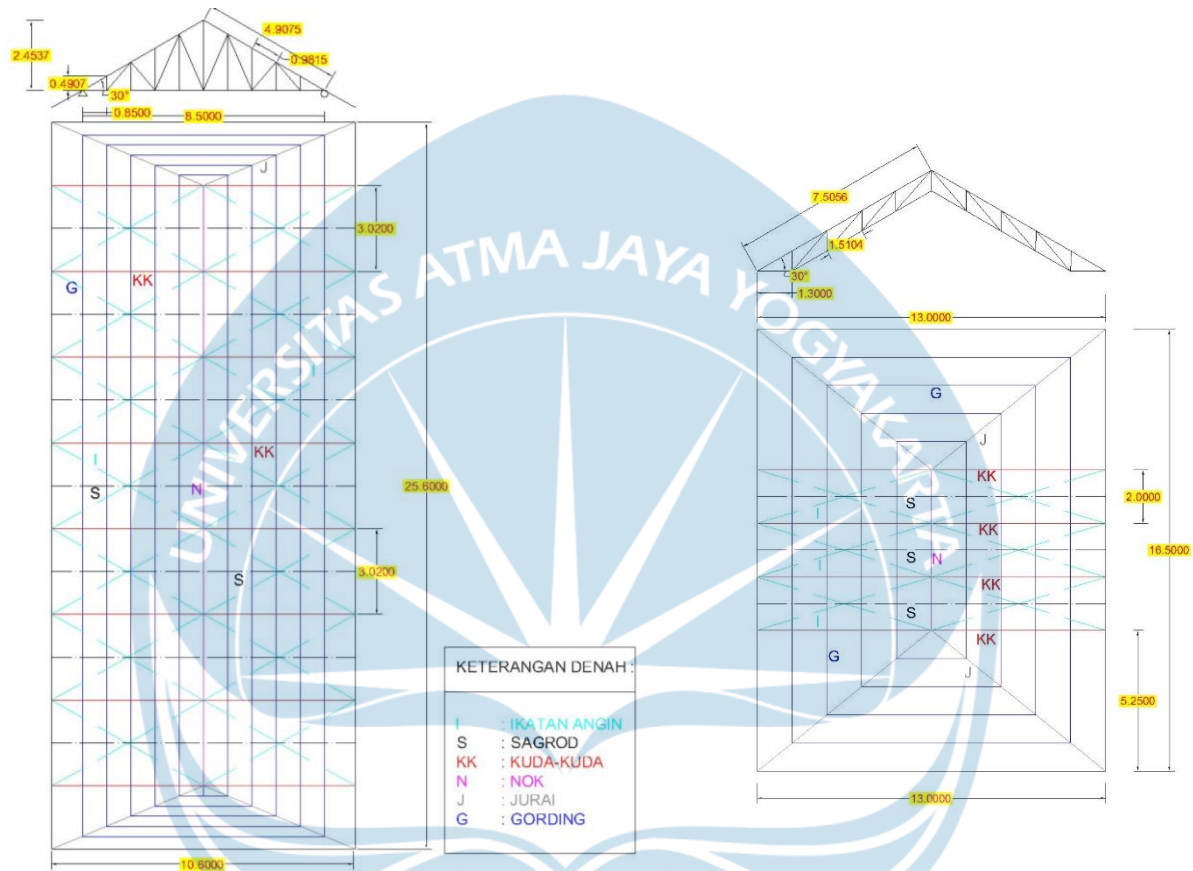


Gambar 2.1. *Flow Chart* Perancangan Bangunan Gedung

2.3. Hasil Perancangan

a. Struktur Atap

Desain denah rencana atap yang telah dibuat adalah sebagai berikut.



Gambar 2.2. Denah Rencana Atap 1, 2

Pada perancangan Atap pada rumah sakit ini memiliki 3 atap rencana. Dimana, setiap atap memiliki masing-masing sudut kemiringan atap sebesar 30° , 30° , 6° dan jenis atap yang digunakan merupakan atap metal serta beban-beban yang diperhitungkan seperti beban angin sebesar 45 km/jam atau dikonversi 0.096 kN/m^2 , beban salju 2.1 kN/m^2 , dan beban hujan 0.16 kN/m^2 . Pada perencanaan Atap ini memiliki bentang dan profil kuda-kuda yang berbeda hal tersebut dikarenakan adanya rasio kelangsingan yang sebelumnya di perhitungkan. Atap 1 memiliki bentang $25.6 \text{ m} \times 10.6 \text{ m}$ dengan profil gording C100x50c20x2,8 mm dan kuda-kuda profil 2L40x40x4 mm setiap jarak 3.02 m, Atap 2 memiliki bentang $16.5 \text{ m} \times 13 \text{ m}$ dengan profil gording C100x50x20x2,3 mm dan kuda-kuda profil

2L40x40x4 mm setiap jarak 2 m, Atap 3 memiliki bentang 26,95 m x 18,5 m dengan profil gording C100x50x20x2,3 mm dan kuda-kuda profil 2L70x70x7 mm setiap jarak 3.7 m dan material yang digunakan adalah baja. Setelah itu dilakukan pengecekan kekuatan kontrol lentur, kontrol lendutan dan kontrol penampang dan hasil perhitungan tersebut dibandingkan jika telah memenuhi syarat profil tersebut digunakan sebagai profil gording. Profil kuda-kuda yang direncanakan merupakan Double Angle setelah itu dilakukan pengecekan kekuatan batang tarik dan tekan jika sudah memenuhi syarat, profil double angle digunakan sebagai profil kuda-kuda. Lalu, setelah perencanaan material gording dan kuda-kuda sudah ditentukan dan desainnya lanjut pada sambungan kuda-kuda. Pada sambungan kuda-kuda material yang digunakan adalah baut dan untuk setiap desain rencana atap memiliki jumlah dan ukuran yang berbeda karena disebabkan dari perhitungan geser baut, kekuatan tumpu baut, kebutuhan baut dan pemasangannya. Pada atap 1 memiliki baut dengan jumlah 2 buah diameter 12 mm, Atap 2 memiliki jumlah baut 2 buah dan berdiameter 16 mm, Atap 3 memiliki jumlah baut 2 buah dan berdiameter 16 mm. baut yang digunakan pada setiap atap memiliki mutu A-325 dengan tebal gusset 9 mm.

b. **Plat Lantai**

Perencanaan plat lantai dimulai dengan menentukan plat lantai yang akan digunakan 2 arah atau 1 arah dan didapati plat lantai yang digunakan pada penelitian ini 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 plat yang digunakan sebesar 150 mm.

Tahap selanjutnya dari perhitungan plat lantai adalah menentukan jumlah dan kebutuhan tulangan X dan Y 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 ρ min \leq ρ perlu \leq ρ maks. Setelah perhitungan rasio,

dilanjutkan dengan tahap perhitungan luas tulangan yang diperlukan (A_s perlu) dan luas tulangan minimum (A_s min) diambil paling besar untuk membandingkan dengan jarak tulangan (s) dan untuk hasil mendapatkan tulangan tumpuan dan lapangan dengan jarak adalah P10-150 mm dan P10-250 mm .

c. Tangga

Pada perencanaan tangga di praktek ini memiliki 2 jenis tangga yaitu tangga ram dan tangga biasa. Dalam perhitungannya langkah awal dimulai dengan menentukan beban-beban yang akan terjadi sesuai SNI-1727-2013. Setelah itu, analisis gaya-gaya yang bekerja dengan aplikasi ETABS dan SAP2000 untuk mengitung hasil ultimate gaya yang bekerja dan dibandingkan dengan hitungan desain sesuai peraturan hingga ditemukan $A_s > A_s$ perlu untuk perhitungan tulangan pokok dan $OVC > VU$ untuk perhitungan tulangan geser. Tangga biasa mendapatkan spesifikasi optrade 165 mm, antrede 300 mm, tebal 150 mm pada bordesk dengan dimensi balok 450x300 mm dan tulangan geser P10-200 serta tulangan pokok untuk balok bordesk dan tangga 4D22-200. Tangga Ram memiliki tebal plat 150 mm pada bordesk dengan dimensi balok 450x300 mm dan tulangan geser P10-200 serta tulangan pokok untuk balok bordesk dan tangga 4D22-200.

d. Analisis Gempa

Tahap analisis gempa pada perencanaan rumah sakit ini mengacu pada SNI 1726-2012 tentang Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung. Dalam perhitungan analisis gempa ini menggunakan metode analisis dinamik *spektrum respons*. Analisis dimulai dengan menentukan wilayah melalui situs resmi <https://Puskim.pu.go.id>. Dimana bangunan yang diteliti berada di kota Jakarta dengan nilai $S_s = 0,51$ g dan $S_1 = 0,298$ g. Kategori resiko yang diambil merupakan kategory IV karena gedung difungsikan sebagai Rumah Sakit yang memiliki faktor keutamaan gempa (I_e) = 1.5, Selanjutnya

menentukan nilai F_a dan F_v berdasarkan nilai S_s dan S_1 . Setelah itu menghitung $S_{ms} = F_a \times S_s = 0.764g$, lalu perhitungan $S_{m1} = F_v \times S_1 = 0.447g$, lalu $SD_s = 2/3 \times S_{ms} = 0.51g$ dan $SD_1 = 2/3 \times S_{m1} = 0.298g$. Dari nilai SD_s dan SD_1 dihasilkan gedung masuk dalam kategori desain seismik D dan dapat disimpulkan bahwa struktur gedung Rumah sakit masuk dalam bangunan SRPMK (*Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus*) dan memiliki nilai koefisien respon (R) sebesar 8, Faktor kuat lebih sistem (Ω_0) sebesar 3, Faktor pembesaran defleksi (C_d) sebesar 5.5 dan periode fundamental (T) didapatkan sebesar 0,783 detik, dimana diketahui $T = T_c$ dari persamaan $T_a < T_c < C_u.T_a$. setelah itu menghitung koefisien respon seismik (C_s) dari 3 cara diambil terbesar hingga didapatkan nilai $C_s = 0,139$ dan berat seismik efektif (W) sebesar= 56477,435 kN. Tahap paling akhir menghitung Gaya geser dasar Seismik (V_{elf}) = $W \times C_s$ dan didapatkan nilai sebesar 7850,3 kN.

e. Balok

Dalam perencanaan balok, Tahap pertama adalah menentukan dimensi balok induk dan balok anak. Dimana perhitungan balok induk dan anak dihitung dengan rumus $h=1/10 L$ dan $1/15 L$ serta lebar $b = 1/2 h$ dan $2/3 h$. selanjutnya menentukan rasio penulangan (ρ perlu), Dimana, cara menentukan ρ perlu adalah membuat pemodelan yang sudah terselesaikan dengan pembebanan dan kombinasinya, setelah itu kita cek pada design lalu lihat angka nilai as tulangan pokok yang diperlukan pada etabs dibalok. setelah itu, menentukan luas tulangan (A_s perlu) dan jumlah (n) tulangan yang dibutuhkan untuk balok.

Setelah nilai tersebut didapatkan tahap berikutnya adalah memeriksa keamanan balok dengan cara melakukan perbandingan, dalam fase ini perhitungan momen ultimate dan geser ultimate didapatkan dengan bantuan aplikasi ETABS. Setelah itu bandingkan antara 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 $\mu < m_n$. 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) menggunakan rumus sebagai berikut :

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

Setelah mendapatkan hasilnya, kemudian dilakukan pengecekan keamanan dengan membandingkan A_v dengan A_v minimal dan memiliki syarat $A_v > A_v$ minimal. Pada praktek ini ada 5 buah balok, dengan spesifikasi :

Tabel 2.1. Detail Penulangan Balok

Keterangan	B1 (650x400)			B2 (900x600)			B3 (450x300)		
	Tumpuan Kiri	Lapangan	Tumpuan Kanan	Tumpuan Kiri	Lapangan	Tumpuan Kanan	Tumpuan Kiri	Lapangan	Tumpuan Kanan
Tulangan Atas	3D22	2D22	3D22	6D22	2D22	6D22	2D22	2D22	2D22
Tulangan Bawah	2D22	4D22	2D22	4D22	7D22	4D22	2D22	2D22	2D22
Sengkang / Begel	P10-200	P10-200	P10-200	P10-100	P10-300	P10-100	P10-300	P10-300	P10-300

Tabel 2.2. Detail Penulangan Balok Anak

Keterangan	BA1 (600x350)			BA2 (500x300)		
	Tumpuan Kiri	Lapangan	Tumpuan Kanan	Tumpuan Kiri	Lapangan	Tumpuan Kanan
Tulangan Atas	3D22	2D22	3D22	2D22	2D22	2D22
Tulangan Bawah	2D22	3D22	2D22	2D22	3D22	2D22
Sengkang / Begel	P10-300	P10-300	P10-300	P10-300	P10-300	P10-300

f. Kolom

Pada tahap perencanaan kolom praktek ini terdapat 3 buah kolom yaitu kolom K1 (1000 x 750), kolom K2 (750 x 750), dan kolom K3 (750 x 550) dengan tinggi antar lantai 4,65 meter. Tahap pertama yang harus dilakukan ialah menghitung dimensi kolom dengan rumus $B/H = 1/10L$ dan setelah itu menghitung tulangannya seperti perhitungan balok hingga ditemukan nilai ρ sebesar 1.5%. setelah itu analisis untuk kebutuhan Sengkang seperti perhitungan balok jika pengecekan sudah aman, Gaya yang terjadi pada kolom dari perhitungan analisis struktur beton yang bekerja pada bangunan dengan bantuan software ETABS di bandingkan

dengan diagram interaksi kolom Nod – Mod untuk pengecekan kebutuhan tulangan kolom dan dimensinya. Perhitungan kebutuhan tulangan geser kolom diperoleh dari data gaya geser (V_u) yang telah diperoleh untuk pengecekannya dan didapatkan kolom dengan spesifikasi sebagai berikut:

Tabel 2.3. Detail Penulangan Kolom

Keterangan	K1 (1000 x 750)	K2 (750 x 750)	K3 (750 x 550)
Tulangan Pokok	24D25	18D25	14D25
Sengkang/ Begel	P10-150	P10-300	P10-100

