

BAB I

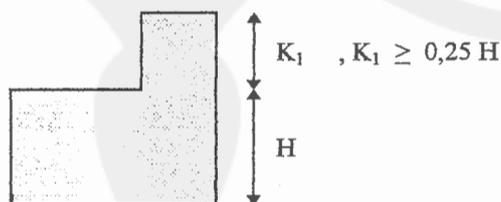
PENDAHULUAN

I.1. Latar Belakang

Struktur gedung bertingkat dengan denah tidak beraturan, misalnya I, U, L dan lain sebagainya, berkembang sesuai dengan perkembangan pembangunan gedung bertingkat yang cepat.

Dalam Tugas akhir ini, penyusun merencanakan struktur bangunan gedung bertingkat yang sesuai dengan Hotel Novotel, yang terletak di Jalan Jendral Sudirman 272, Surakarta, yaitu berbentuk denah "L" dengan beberapa modifikasi.

Denah bentuk "L" merupakan salah satu bentuk denah struktur yang tidak beraturan. Suatu denah struktur dikatakan tidak beraturan jika mempunyai tonjolan-tonjolan ke arah horisontal dan apabila tonjolan-tonjolannya melampaui seperempat dari ukuran terbesar bagian inti dari denah strukturnya.



Gambar I.1. Bentuk Denah Struktur Tidak Beraturan Bentuk "L"

I.2. Tujuan

Perencanaan yang akan diuraikan dalam Tugas akhir ini bertujuan untuk mempraktekkan ilmu yang telah didapat selama kuliah, dan mengembangkan

kemampuan penyusun dalam mengaplikasikan pengetahuan teknik sipil untuk menyelesaikan masalah yang timbul dalam perencanaan struktur bangunan gedung.

I.3. Dasar-Dasar Perencanaan

Struktur bangunan direncanakan dengan asumsi sebagai *open frame*, yaitu struktur bangunan yang terdiri dari rangka-rangka portal kaku sebagai pendukung utama bangunan, sedangkan dinding tidak ikut memikul beban tetapi hanya bersifat sebagai penyekat ruang. Kekakuan struktur dihasilkan oleh elemen-elemen balok dan kolom yang membentuk struktur portal yang menjadi satu kesatuan.

Analisis Struktur yang dipakai dalam Tugas akhir ini menggunakan analisis tiga dimensi dan metode *finite element*, yaitu membagi suatu sistem menjadi elemen-elemen yang lebih kecil, sehingga akan menghasilkan suatu harga pendekatan terhadap keadaan sesungguhnya. Pemakaian program komputer SAP90 versi 5.40 yang dikembangkan oleh Prof. Edward L. Wilson, dipakai untuk membantu menyelesaikan Tugas akhir ini karena program tersebut berdasarkan metode *finite element*.

Perencanaan struktur memakai metode *capacity design*, yaitu perancangan elemen-elemen struktur yang didasarkan pada kapasitas elemen yang membentuk sendi plastis pada balok-balok portal, sehingga kolom lebih kuat daripada baloknya.

Dalam merencanakan tampang elemen memakai metode *ultimate strength design*, yaitu menetapkan bagian-bagian struktur yang nantinya bila terlanda

gempa besar akan mengalami daktail. Metode ini disebut juga perancangan kuat batas.

Distribusi beban-gempa dihitung dengan menggunakan analisis dinamik.

Analisis dan perencanaan struktur bangunan gedung ini didasarkan pada peraturan-peraturan sebagai berikut:

- a. Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung (SK SNI T-15-1991-03),
- b. Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung 1987,
- c. Pedoman Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Rumah Dan Gedung (SKBI-1.3.53.1987),
- d. Buku Pedoman Perencanaan Untuk Struktur Beton Bertulang Biasa Dan Struktur Tembok Bertulang untuk Gedung 1987.

I.4. Dasar-Dasar Pembebanan

Beban-beban yang diperhitungkan terdiri dari beban-mati, beban-hidup dan beban-gempa.

I.4.1. Beban-Mati (*Dead Load, D*).

Berat bahan bangunan menurut Peraturan Pembebanan Indonesia untuk Gedung 1987, Tabel 2.1. adalah sebagai berikut :

- | | | |
|---|--|---|
| a. beton bertulang | 23,0000 kN/m ³ (2400 kg/m ³), | ✓ |
| b. pasir (jenuh air) | 17,2500 kN/m ³ (1800 kg/m ³), | ✓ |
| c. adukan semen, per cm tebal | 0,2012 kN/m ² (21 kg/m ²), | ✓ |
| d. dinding ¹ / ₂ batu pasangan bata merah | 2,3958 kN/m ² (250 kg/m ²), | ✓ |
| e. penutup langit-langit, semen asbes (eternit dan bahan- | | ✓ |

- bahan lain sejenis) 0,1054 kN/m²(11 kg/m²),
- f. penggantung langit-langit (dari kayu) 0,0671 kN/m²(7 kg/m²),
- g. penutup lantai dari ubin semen *portland*, teraso dan beton,
tanpa adukan, per cm tebal 0,2300 kN/m²(24 kg/m²),
- h. *finishing* plat atap, taksiran 0,9583 kN/m²(100 kg/m²),
- i. peralatan *mechanical*, *electrical* dan *air conditioning*
(M, E dan AC), taksiran 0,1917 kN/m²(20 kg/m²).

I.4.2. Beban-Hidup (*Live Load, L*).

Karena peluang untuk tercapainya beban-hidup penuh yang membebani semua bagian unsur struktur selama masa layan gedung tersebut sangat kecil, maka beban-hidup tersebut dapat dianggap tidak efektif sepenuhnya, sehingga dapat dikalikan dengan suatu koefisien reduksi seperti yang tertera dalam Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung 1987, tabel 3.3 sebagai berikut:

Penggunaan gedung untuk perumahan/penghunian (rumah tinggal, asrama, hotel, rumah sakit), koefisien reduksi beban-hidup adalah:

- a. untuk perencanaan balok-induk dan portal = 0,75
- b. untuk peninjauan gempa = 0,30

I.4.3. Beban-Gempa (*Earthquake Load, E*).

Beban-gempa dianalisis secara dinamik respon spektrum dengan waktu getar alami gedung berdasarkan diagram koefisien gempa dasar C menurut wilayah III pada buku Pedoman Perencanaan Ketahanan Gempa

Untuk Rumah dan Gedung 1987 dan tanah yang mendukung bangunan termasuk golongan tanah keras.

I.5. Kuat Perlu

Struktur dan komponennya harus direncanakan sedemikian rupa, sehingga mempunyai kuat rencana minimum sama dengan kuat perlu.

Menurut SK SNI T-15-1991-03 pasal 3.2.2, kuat perlu (U) harus ditinjau dari kombinasi beban dengan faktor beban sebagai berikut:

- a. kuat perlu (U) yang menahan beban-mati (D) dan beban-hidup (L) paling tidak harus sama dengan $U = 1,2 D + 1,6 L$,
- b. bila ketahanan struktur terhadap beban-gempa (E) harus diperhitungkan dalam perencanaan, maka nilai U harus diambil sebesar $U = 1,05 (D + L_R \pm E)$ atau $U = 0,9 (D \pm E)$, dengan :

L_R adalah beban-hidup yang telah direduksi sesuai dengan ketentuan SNI 1726-1989 F tentang Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Rumah dan Gedung yaitu sebesar $0,8 L$.

Tanda \pm menunjukkan beban-gempa dari kanan atau kiri, dalam perencanaan Tugas akhir ini disebut juga gempa arah - X atau arah - Y.

I.6. Mutu Bahan

Bahan yang digunakan untuk struktur adalah beton bertulang dengan spesifikasi sebagai berikut:

- a. mutu beton : K250 ($f'c = 25 \text{ Mpa}$),
- b. mutu baja : U_{24} ($f_y = 240 \text{ Mpa}$) dan U_{40} ($f_y = 400 \text{ Mpa}$).

I.7. Modifikasi Denah Bangunan

Dalam Tugas akhir ini penyusun mengambil denah bangunan dari denah Hotel Novotel (tempat penyusun melaksanakan kerja praktek) dengan beberapa penyederhanaan dan modifikasi.

Beberapa modifikasi dilakukan dengan alasan untuk lebih memudahkan analisis mekanikanya, yaitu:

- a. dalam keadaan sebenarnya terdiri dari 9 lantai tetapi dalam Tugas akhir ini direncanakan hanya 5 lantai,
- b. kolom langsing dalam keadaan sebenarnya diganti dengan kolom persegiempat dengan penghubung balok.

Denah bangunan dalam perencanaan ini dapat dilihat pada lampiran 1.

I.8. Perencanaan Awal Dimensi Elemen Struktur

Perencanaan awal dimensi elemen struktur adalah sangat penting karena selain untuk menghemat waktu desain juga untuk perkiraan biaya dan analisis portal. Perkiraan biaya tidak dibahas dalam Tugas akhir ini.

Komponen atap atau lantai bangunan gedung struktur beton bertulang dapat berupa plat dengan seluruh beban yang didukung bertumpu pada balok-anak yang membentuk rangka dengan balok-induk serta kolom sebagai penopang struktur secara keseluruhan. Sistem tersebut dinamakan sistem balok-anak dan balok-induk. Pada umumnya balok-anak dan balok-induk menjadi satu kesatuan monolit dengan plat. Berdasarkan anggapan antara plat dengan balok monolit, terjadi interaksi membentuk penampang huruf "T" tipikal dan oleh karena itulah balok-balok dinamakan balok "T".

I.8.1. Balok

Tinggi minimum balok yang ditahan oleh dua tumpuan (bila lendutan tidak diperhitungkan) menurut SK SNI T-15-1991-03 pasal 3.2.5.2 { tabel 3.2.5 (a) } adalah $1/16 L$ (L = panjang bentang dalam mm). Syarat di atas berlaku untuk baja tulangan dengan $f_y = 400$ Mpa dan berat beton normal $W_c = 23 \text{ kN/m}^3$ (2400 kg/m^3).

Lebar balok yang disarankan adalah:

- tidak kurang dari 250 mm,
- rasio lebar terhadap tinggi tidak boleh kurang dari 0.3.

Dari ketentuan-ketentuan di atas, tinggi minimum balok-induk dan balok-anak dapat direncanakan dimensi awalnya.

- Hitungan Tinggi minimum Balok Induk

Tabel 1.1. Tinggi minimum balok-induk

Panjang bentang (L) mm	Tinggi minimum balok ($1/16 L$) mm
$L_1 = 3000$	187,5
$L_2 = 4000$	250
$L_3 = 5200$	325
$L_4 = 2500$	156,25
$L_5 = 6000$	375
$L_6 = 7600$	475
$L_7 = 8000$	500

Berdasarkan tabel di atas maka dipakai balok-induk dengan ukuran 300/600.

- Hitungan Tinggi Minimum Balok-Anak 1 (A1).

Diambil bentang terpanjang (L_{A1}) = 4500 mm, tinggi minimum balok
($1/16 L$) = 281,25 mm.

Dipakai balok-anak (A1) dengan ukuran 250/500.

- Hitungan Tinggi Minimum Balok Anak 2 (A2).

Diambil bentang terpanjang (L_{A2}) = 4000 mm, tinggi minimum balok
($1/16 L$) = 250 mm.

Dipakai balok-anak (A2) dengan ukuran 250/400.

- Hitungan Tinggi Minimum Balok Anak 3 (A3).

Diambil bentang terpanjang (L_{A3}) = 1800 mm, tinggi minimum balok
($1/16 L$) = 112,5 mm.

Dipakai balok-anak (A3) dengan ukuran 250/300.

I.8.2 Plat

Dalam perencanaan awal dimensi plat, dipilih plat terbesar yang dapat mewakili keseluruhan plat. Perencanaan tebal plat harus memenuhi syarat tebal plat minimum pada SK SNI T-15-1991-03 pasal 3.2.5 ayat 3. Syarat-syarat tersebut adalah sebagai berikut :

- a. tidak boleh kurang dari nilai yang didapat dari

$$h = \frac{l_n (0,8 + f_y / 1500)}{36 + 5\beta [\alpha_m - 0,12 (1 + 1/\beta)]}$$

- b. tetapi tidak boleh kurang

$$h = \frac{l_n (0,8 + f_y / 1500)}{36 + 9\beta}$$

$$2.3.8.0,25.0,4.23 = 17,48 \text{ KN.}$$

$$2.6,5.0,25.0,5.23 = 37,375 \text{ KN.}$$

$$\text{balok induk} = 13.0,3.0,6.23 = 53,82 \text{ KN.}$$

$$\text{kolom (ditaksir)} = 50 \text{ KN. +}$$

$$P_{bm} = 312,89 \text{ KN.}$$

Beban-mati plat :

$$\text{finishing plat atap} = 0,9583 \text{ kN/m}^2 (100 \text{ kg/m}^2),$$

$$\text{penggantung langit-langit} = 0,0671 \text{ kN/m}^2 (7 \text{ kg/m}^2),$$

$$\text{penutup langit-langit} = 0,1054 \text{ kN/m}^2 (11 \text{ kg/m}^2),$$

$$\text{mechanical, electrical dan air conditioning} = 0,1917 \text{ kN/m}^2 (20 \text{ kg/m}^2).$$

$$q_{bm \text{ plat atap}} = 1,3225 \text{ kN/m}^2 (138 \text{ kg/m}^2).$$

$$\text{- Beban-Hidup (} P_{bh} \text{)} = 5.8.1,4375 = 57,5 \text{ KN.}$$

$$\text{Gaya aksial kolom (} P_u \text{ lantai IV)} = 1,2 P_{bm} + 1,6 P_{bh}$$

$$= 467,468 \text{ kN}$$

Dimensi kolom :

$$467,468.10^3 = 0,80.0,65. \{ 0,85.25.(A - 1,5 \% A) + 400.1,5 \% A \}$$

$$467,468.10^3 = 16,8842 A$$

$$A = 27686,6310 \text{ mm}^2$$

$$\text{Dipakai } h = 166,3930 \text{ mm.}$$

• Lantai III :

- Beban-Mati:

$$\text{b.s. plat atap} = 0,12.5.8.23 = 110,4 \text{ KN.}$$

$$\text{b.m. plat atap} = 5.8.1,7441 = 69,764 \text{ KN.}$$

$$\text{balok anak} = 2.2,7.0,25.0,3.23 = 9,315 \text{ KN.}$$

$$2.3,8.0,25.0,4.23 = 17,48 \text{ KN.}$$

$$2.6,5.0,25.0,5.23 = 37,375 \text{ KN.}$$

$$\text{balok induk} = 13.0,3.0,6.23 = 53,82 \text{ KN.}$$

$$\text{kolom (ditaksir)} = 50 \text{ KN. +}$$

$$P_{bm} = 348,154 \text{ KN.}$$

Beban-mati plat lantai :

$$\text{penutup ubin (2 cm)} = 2.0,23 = 0,46 \text{ kN/m}^2 (48 \text{ kg/m}^2),$$

$$\text{spesi (2 cm)} = 2.0,2012 = 0,4024 \text{ kN/m}^2 (42 \text{ kg/m}^2),$$

$$\text{pasir (3 cm)} = 0,03.17,25 = 0,5175 \text{ kN/m}^2 (54 \text{ kg/m}^2),$$

$$\text{penggantungan langit-langit} = 0,0671 \text{ kN/m}^2 (7 \text{ kg/m}^2),$$

$$\text{penutup langit-langit} = 0,1054 \text{ kN/m}^2 (11 \text{ kg/m}^2),$$

$$\text{mechanical, electrical dan air conditioning} = 0,1917 \text{ kN/m}^2 (20 \text{ kg/m}^2).$$

$$q_{bm \text{ plat lantai}} = 1,7441 \text{ kN/m}^2 (180 \text{ kg/m}^2).$$

$$\text{- Beban-Hidup (} P_{bh} \text{)} = 5.8.2,3958 = 95,832 \text{ KN.}$$

$$\text{Gaya aksial kolom (} P_u \text{ lantai III)} = 1,2 P_{bm} + 1,6 P_{bh} + P_u \text{ lantai IV}$$

$$= 1038,584 \text{ kN}$$

Dimensi kolom:

$$1038,584.10^3 = 0,80.0,65. \{ 0,85.25.(A - 1,5 \% A) + 400.1,5 \% A \}$$

$$1038,584.10^3 = 16,8842 A$$

$$A = 61512,1830 \text{ mm}^2$$

$$\text{Dipakai h} = 248,0165 \text{ mm.}$$

Tabel 1.4. Perencanaan awal dimensi kolom

Lantai	P_{bm} (kN)	P_{bh} (kN)	P_u (kN)	Tinggi kolom (mm)	Dipakai
IV	312,890	57,500	467,468	183,1119	600/600
III	348,154	95,832	1038,584	272,9364	600/600
II	348,154	95,832	1609,700	339,7919	700/700
I	348,154	95,832	2180,816	395,5033	700/700
Dasar	348,154	95,832	2697,932	439,9021	700/700

