

BAB III

KONSEP PEMBEBANAN

3.1 TINJAUAN BEBAN

Dalam melakukan analisis desain suatu struktur bangunan, perlu adanya gambaran yang jelas mengenai perilaku dan besar beban yang bekerja pada struktur. Hal penting yang mendasar adalah pemisahan antara beban-beban yang bersifat statis dan dinamis.

1. Beban statis

Beban statis adalah beban yang memiliki perubahan intensitas beban terhadap waktu berjalan lambat atau konstan. Jenis-jenis beban statis menurut Peraturan Pembebanan Indonesia untuk Rumah dan Gedung 1983 adalah sebagai berikut:

- **Beban mati (*dead load/ DL*)**

Beban mati adalah semua beban yang berasal dari berat bangunan, termasuk segala unsur tambahan tetap yang merupakan satu kesatuan dengannya.

Tabel 3. 1 Beban Mati pada Struktur

Beban Mati	Besar Beban
Batu alam	2600 kg/m ³
Beton Bertulang	2400 kg/m ³
Dinding Pasangan ½ Bata	250 kg/m ²
Langit-langit + penggantung	18 kg/m ²
Lantai ubin dari semen Portland	24 kg/m ²
Spesi per cm tebal	21 kg/m ²
Kolam renang	1000 kg/m ²

- **Beban Hidup (*Live Load/LL*)**

Beban hidup adalah semua beban tidak tetap, kecuali beban angin, beban gempa dan pengaruh-pengaruh khusus yang diakibatkan oleh selisih suhu, pemasangan (erection), penurunan pondasi, susut, dan pengaruh-pengaruh khusus lainnya. Meskipun dapat berpindah-pindah, beban hidup masih dapat dikatakan bekerja perlahan-lahan pada struktur. Beban hidup diperhitungkan berdasarkan perhitungan matematis dan menurut kebiasaan yang berlaku pada pelaksanaan konstruksi di Indonesia. Untuk menentukan secara pasti beban hidup yang bekerja pada suatu lantai bangunan sangatlah sulit, dikarenakan fluktuasi beban hidup bervariasi, tergantung dari banyak faktor. Oleh karena itu faktor pengali pada beban hidup lebih besar jika dibandingkan dengan faktor pengali pada beban mati.

Tabel 3.2 Beban Hidup pada Struktur

Beban Hidup Pada Lantai Bangunan	Besar Beban
Lantai Apartemen	250 kg/m ²
Tangga dan Bordes	300 kg/m ²
Plat Atap	100 kg/m ²
Lantai Ruang rapat	400 kg/m ²
Beban Pekerja	100 kg

2. **Beban Dinamik**

Beban dinamik adalah beban dengan variasi perubahan intensitas beban terhadap waktu yang cepat. Beban dinamis ini terdiri dari beban gempa dan beban angin.

a) **Beban Gempa**

Gempa bumi adalah fenomena getaran yang dikaitkan dengan kejutan pada kerak bumi. Beban kejut ini dapat disebabkan oleh

banyak hal, tetapi salah satu faktor utamanya adalah benturan/pergesekan kerak bumi yang mempengaruhi permukaan bumi. Lokasi gesekan ini disebut *fault zone*. Kejutan tersebut akan menjalar dalam bentuk gelombang. Gelombang ini menyebabkan permukaan bumi dan bangunan di atasnya bergetar. Pada saat bangunan bergetar timbul gaya-gaya pada struktur bangunan karena adanya kecenderungan dari massa bangunan untuk mempertahankan dirinya dari gerakan. Gaya yang timbul disebut gaya inersia, besar gaya tersebut bergantung pada banyak faktor yaitu:

1. Massa bangunan
2. Pendistribusian massa bangunan
3. Kekakuan struktur
4. Jenis tanah
5. Mekanisme redaman dari struktur
6. Perilaku dan besar alami getaran itu sendiri
7. Wilayah kegempaan
8. Periode getar alami

Dalam tugas akhir ini, faktor-faktor yang berpengaruh antara lain:

- Faktor Keutamaan Struktur (I)
Untuk gedung apartemen, nilai faktor keutamaan struktur yang dimiliki sebesar 1.
- Faktor Reduksi Gempa (R)
Gedung apartemen dalam Tugas Akhir ini menurut tabel 2.2 masuk dalam kategori point 3.3(a), yaitu sistem rangka pemikul momen dimana sistem struktur memiliki rangka ruang pemikul beban gravitasi secara lengkap dan beban lateral dipikul rangka pemikul momen terutama melalui mekanisme lentur. Sistem pemikul beban gempanya adalah struktur rangka pemikul momen biasa (SPRMB) beton bertulang. Nilai faktor reduksi gempa (R) dari sistem tersebut di atas adalah sebesar 3,5.

- Faktor Respon Gempa (C)

Faktor respon gempa ini bergantung pada spektrum respon gempa yang besarnya dipengaruhi oleh:

- Zona gempa

Lokasi pembangunan apartemen ini adalah di kota Salatiga yang masuk zona kegempaan 2

- Jenis tanah

Jenis tanah tergantung pada kecepatan rambat gelombang geser v_s , nilai hasil test penetrasi standar N , dan kuat geser niralir S_n .

b) Beban Angin

Berdasarkan Peraturan Muatan Indonesia 1971, muatan angin diperhitungkan dengan mengangap adanya tekanan positif dan tekanan negatif (isapan), yang bekerja tegak lurus pada bidang-bidang yang ditinjau. Besarnya tekanan positif dan tekanan negatif ini dinyatakan dalam kg/m^2 , ditentukan dengan mengalikan tekanan tiup (velocity pressure) yang ditentukan dalam pasal 4.2 dengan koefisien-koefisien angin yang ditentukan dalam pasal 4.3.

3.2 FAKTOR BEBAN DAN KOMBINASI PEMBEBANAN

Untuk keperluan desain, analisis dari sistem struktur perlu diperhitungkan terhadap adanya kombinasi pembebanan (*Load combination*) dari beberapa kasus beban yang dapat bekerja secara bersamaan selama umur rencana. Menurut peraturan pembebanan Indonesia untuk rumah dan gedung 1983, ada dua kombinasi pembebanan yang perlu ditinjau pada struktur yaitu: Kombinasi pembebanan tetap dan kombinasi pembebanan sementara. Kombinasi pembebanan tetap dianggap beban bekerja secara terus-menerus pada struktur selama umur rencana. Kombinasi pembebanan tetap disebabkan oleh bekerjanya beban mati dan beban hidup.

Kombinasi pembebanan sementara tidak bekerja secara terus-menerus pada stuktur, tetapi pengaruhnya tetap diperhitungkan dalam analisa struktur. Kombinasi pembebanan ini disebabkan oleh bekerjanya beban

mati, beban hidup, dan beban gempa. Nilai-nilai tersebut dikalikan dengan suatu faktor magnifikasi yang disebut faktor beban, tujuannya agar struktur dan komponennya memenuhi syarat kekuatan dan layak pakai terhadap berbagai kombinasi beban.

Faktor beban memberikan nilai kuat perlu bagi perencanaan pembebanan bagi struktur. Rancangan Standar Nasional Tata Cara Perencanaan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung menentukan nilai kuat perlu sebagai berikut:

1) Kuat perlu U untuk menahan beban mati D paling tidak harus sama dengan

$$U = 1.4D \quad (3.1)$$

Kuat perlu U untuk menahan beban mati D , beban hidup L , dan juga beban atap A atau beban hujan R , paling tidak harus sama dengan

$$U = 1.2D + 1.6L + 0.5 (A \text{ atau } R) \quad (3.2)$$

2) Bila ketahanan struktur terhadap beban angin W harus diperhitungkan dalam perencanaan, maka pengaruh kombinasi beban $D, L,$ dan W berikut harus ditinjau untuk menentukan nilai U yang terbesar, yaitu:

$$U = 1.2D + 1.0L \pm 1.6W + 0.5 (A \text{ atau } R) \quad (3.3)$$

Kombinasi beban juga harus memperhitungkan kemungkinan beban hidup L yang penuh dan kosong untuk mendapatkan kondisi yang paling berbahaya, yaitu:

$$U = 0.9D \pm 1.6W \quad (3.4)$$

Perlu dicatat bahwa untuk setiap kombinasi beban $D, L,$ dan $W,$ kuat perlu U tidak boleh kurang dari persamaan 3.2.

3) Bila ketahanan struktur terhadap beban gempa E harus diperhitungkan dalam perencanaan, maka nilai kuat perlu U harus diambil sebagai:

$$U = 1.2D + 1.0L \pm 1.0E \quad (3.5)$$

atau

$$U = 0.9D \pm 1.0E \quad (3.6)$$

Dalam hal ini nilai E ditetapkan berdasarkan ketentuan Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Bangunan Gedung (SNI 03-1726-2003).

4) Bila ketahanan terhadap tekanan tanah H diperhitungkan dalam perencanaan, maka pada persamaan 3.2, 3.4 dan 3.6 ditambahkan $1.6H$, kecuali bahwa pada keadaan dimana aksi struktur akibat H mengurangi pengaruh W atau E, maka beban H tidak perlu ditambahkan pada persamaan 3.4 dan 3.6.

5) Bila ketahanan terhadap pembebanan akibat berat dan tekanan fluida F yang berat jenisnya dapat ditentukan dengan baik, dan ketinggian maksimumnya terkontrol, diperhitungkan dalam perencanaan, maka beban tersebut harus dikalikan dengan faktor beban 1.4, dan ditambahkan pada persamaan 3.1, yaitu:

$$U = 1.4(D \pm F)$$

Untuk kombinasi beban lainnya, beban F tersebut harus dikalikan dengan faktor beban 1.2 dan ditambahkan pada persamaan 3.2.

6) Bila ketahanan terhadap pengaruh kejut diperhitungkan dalam perencanaan maka pengaruh tersebut harus disertakan pada perhitungan beban hidup L.

7) Bila ketahanan structural T dari perbedaan penurunan pondasi, rangkai, susut, ekspansi beton, atau perubahan sangat menentukan dalam perencanaan, maka kuat perlu U minimum harus sama dengan:

$$U = 1.2(D + T) + 1.6L + 0.5(A \text{ atau } R)$$

Perkiraan atas perbedaan penurunan pondasi, rangkai, susut, ekspansi beton, atau perubahan suhu harus didasarkan pada pengkajian yang realistis dari pengaruh tersebut selama masa pakai.

8) Untuk perencanaan daerah pengangkutan pasca tarik harus digunakan faktor beban 1.2 terhadap gaya penarikan tendon maksimum.

9) Jika pada bangunan terjadi benturan yang besarnya P, maka pengaruh beban tersebut dikalikan dengan faktor 1.2

3.3 FAKTOR REDUKSI KEKUATAN

Dalam menentukan kuat rencana suatu struktur, kuat minimalnya harus direduksi dengan faktor reduksi kekuatan sesuai dengan sifat beban yang bekerja. SKSNI T-15-1991-01 menetapkan berbagai nilai reduksi kekuatan (ϕ) untuk berbagai jenis besaran gaya dalam perhitungan struktur.

Tabel 3.3 Faktor reduksi kekuatan

Kondisi Pembebanan	Faktor Reduksi (ϕ)
Beban lentur tanpa gaya aksial	0,8
Gaya aksial tarik, aksial tarik dengan lentur	0,8
Gaya aksial tekan, aksial tekan dengan lentur	
▪ Dengan tulangan spiral	0,7
▪ Dengan tulangan biasa	0,65
Lintang dan torsi	0,75
Tumpuan pada beton	0,65