

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Pembebanan Struktur

Dalam perencanaan komponen struktur terutama struktur beton bertulang harus dilakukan berdasarkan ketentuan yang tercantum dalam Tata Cara Perhitungan Untuk Bangunan Gedung SK SNI 03-2847-2002 (BSN, 2002a). Beban-beban yang harus diperhitungkan untuk perencanaan suatu struktur adalah beban mati, beban hidup, beban gempa, dan kombinasi dari beban-beban tersebut.

Berdasarkan buku pedoman Peraturan Pembebanan Indonesia untuk Gedung 1983, beban-beban yang mempengaruhi struktur bangunan adalah sebagai berikut:

1. Beban mati (*Dead Load*) adalah berat dari semua bagian dari suatu gedung yang bersifat tetap, termasuk segala unsur tambahan, penyelesaian-penyelesaiannya, mesin-mesin serta peralatan tetap yang merupakan bagian yang tidak terpisahkan dari gedung itu.
2. Beban hidup (*Live Load*) adalah semua beban yang terjadi akibat penghunian atau penggunaan suatu gedung, dan kedalamnya termasuk beban-beban pada lantai yang berasal dari barang-barang yang dapat berpindah, mesin-mesin serta peralatan yang tidak merupakan bagian yang tidak terpisahkan dari struktur dan dapat diganti selama masa hidup gedung itu, sehingga mengakibatkan perubahan dalam pembebanan lantai dan atap tersebut.

3. Beban gempa (*Eartquake Load*) adalah semua beban statik ekuivalen yang bekerja pada gedung atau bagian gedung yang menirukan pengaruh dari gerakan tanah akibat gempa tersebut. Dalam hal pengaruh gempa pada struktur gedung ditentukan berdasarkan analisis dinamik, maka yang diartikan dengan gempa disini adalah gaya-gaya didalam struktur tersebut yang terjadi oleh gerakan tanah akibat gempa itu.

2.2. Perencanaan Terhadap Gempa

Suatu bangunan gedung harus direncanakan tahan terhadap gempa sesuai dengan peraturan yang ada yaitu SNI 03-1726-2003. Ada beberapa hal yang harus diperhatikan dalam perencanaan gempa yaitu wilayah gempa, kategori gedung, jenis sistem struktur gedung, dan daktilitas.

2.2.1. Wilayah Gempa

Sesuai dengan SNI 1726, Indonesia terbagi dalam 6 wilayah gempa. Wilayah gempa 1 dan 2 adalah termasuk wilayah dengan tingkat kegempaan yang rendah, wilayah gempa 3 dan 4 adalah wilayah dengan tingkat kegempaan menengah dan wilayah 5 dan 6 dengan tingkat kegempaan tinggi. Makassar termasuk dalam wilayah gempa 3 dengan tingkat kegempaan menengah.

2.2.2. Kategori Gedung

Untuk berbagai kategori gedung yang sesuai dengan SNI 03-1726-2003 Tabel 1 dibagi menjadi 5 kategori gedung. Untuk berbagai kategori gedung, bergantung pada tingkat kepentingan gedung pasca gempa, pengaruh gempa terhadapnya harus dikalikan dengan suatu faktor Keutamaan I. Gedung Parkir *Menara Bossowa Makassar* ini termasuk dalam kategori gedung umum.

Tabel 2.1 Faktor keutamaan I untuk berbagai kategori gedung dan bangunan

Kategori Gedung	Faktor Keutamaan		
	I ₁	I ₂	I
Gedung umum seperti perumahan, perniagaan dan perkantoran	1,0	1,0	1,0
Monumen dan bangunan monumental	1,0	1,6	1,6
Gedung penting pasca gempa seperti rumah sakit, instalansi air bersih, pembangkit tenaga listrik, pusat penyelamatan dalam keadaan darurat, fasilitas radio dan televisi.	1,4	1	1,4
Gedung untuk menyimpan bahan berbahaya seperti gas, produk minyak bumi, asam, bahan beracun	1,6	1,0	1,6
Cerobong, tangki di atas menara	1,5	1,0	1,5

2.2.3. Keteraturan Gedung

Keteraturan gedung akan sangat mempengaruhi kinerja gedung sewaktu kena gempa rencana, karena itu menurut SNI 03-1726-2003 struktur gedung dapat dibedakan menjadi dua golongan yaitu yang beraturan (Ps. 4.2.1.) dan yang tidak beraturan (Ps. 4.2.2). Gedung Parkir *Menara Bossowa Makassar* termasuk gedung yang beraturan, pengaruh Gempa Rencana dapat ditinjau sebagai pengaruh beban gempa statik ekuivalen, sehingga analisisnya dapat dilakukan berdasarkan analisis statik ekuivalen.

2.2.4. Jenis Sistem Struktur Gedung

Sistem struktur utama yang tercantum dalam SNI-1726 Tabel 3 antara lain:

1. Sistem dinding penumpu

Pada sistem dinding penumpu (*bearing wall system*) baik beban gravitasi maupun beban lateral didukung oleh dinding. Dinding penumpu mendukung hampir semua beban gravitasi. Beban lateral juga dipikul oleh dinding sebagai dinding geser.

2. Sistem Rangka Gedung

Sistem struktur yang pada dasarnya memiliki rangka ruang pemikul beban gravitasi secara lengkap. Beban lateral dipikul oleh dinding geser. Sistem rangka gedung umumnya diharapkan digunakan pada daerah dengan wilayah gempa sedang sampai tinggi. Pada sistem rangka gedung, kolom-kolom dianggap tidak memikul beban lateral. Walaupun demikian, karena dinding geser dan portal-portal merupakan satu kesatuan sistem struktur yang mendukung beban secara bersama-sama, maka struktur akan mengalami perpindahan secara bersama-sama. Untuk itu perpindahan pada portal-portal harus kompatibel dengan perpindahan dinding gesernya, sehingga portal-portalnya tidak mengalami keruntuhan pada pembebanan gempa besar.

3. Sistem Rangka Pemikul Momen

Sistem struktur yang pada dasarnya memiliki rangka ruang pemikul beban gravitasi secara lengkap. Beban lateral dipikul oleh rangka pemikul momen terutama melalui mekanisme lentur.

4. Sistem Ganda

Sistem ganda adalah suatu sistem struktur kombinasi dinding geser dan rangka pemikul momen. Dalam hal ini :

1. rangka ruang yang memikul seluruh beban gravitasi;
2. pemikul beban lateral berupa dinding geser dengan rangka pemikul momen;
3. kedua sistem harus direncanakan untuk memikul secara bersama-sama seluruh beban lateral dengan memperhatikan interaksi/sistem ganda.
4. Rangka pemikul momen harus direncanakan secara terpisah mampu memikul sekurang-kurangnya 25% dari seluruh beban lateral.

Selain itu disyaratkan juga bahwa sistem rangka beton direncanakan dengan SRPMK. Sistem ini digunakan dalam perancangan gedung ini.

5. Sistem struktur bangunan gedung kolom kantilever.

6. Sistem interaksi dinding geser dengan rangka.

7. Subsistem tunggal

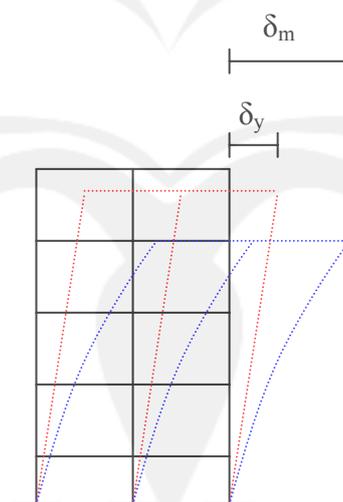
Subsistem struktur bidang yang membentuk struktur bangunan gedung secara keseluruhan.

2.2.5. Pengertian Daktilitas

Tata Cara Perencanaan Ketahanan untuk bangunan gedung SNI 03-1726-2002 pasal 3.13, memberikan pengertian daktilitas dan faktor daktilitas sebagai berikut ini :

Daktilitas adalah kemampuan gedung untuk mengalami simpangan pasca-elastik yang besar secara berulang kali dan bolak-balik akibat beban gempa diatas beban gempa yang menyebabkan terjadinya pelepasan pertama, sambil mempertahankan kekuatan dan kekakuan yang cukup, sehingga struktur gedung tetap berdiri, walaupun sudah berada dalam kondisi di ambang keruntuhan.

Faktor daktilitas struktur gedung adalah rasio antara simpangan maksimum struktur gedung akibat pengaruh gempa rencana pada saat mencapai kondisi di ambang keruntuhan δ_m dan simpangan struktur gedung pada saat terjadinya pelepasan pertama δ_y .



Gambar 2.1 Ilustrasi faktor daktilitas

2.2.6 Tingkat *Daktilitas*

Mengenai tingkatan *daktilitas*, Tata Cara Perencanaan Struktur Ketahanan Gempa untuk bangunan gedung SNI 03-1726-2002, mengklasifikasikan tingkat *daktilitas* sebagai berikut :

1. *Daktail penuh* adalah suatu tingkat *daktilitas* struktur gedung, di mana strukturnya mampu mengalami simpangan *pasca-elastik* pada saat mencapai kondisi diambang keruntuhan yang paling besar, yaitu dengan mencapai nilai faktor *daktilitas* sebesar 5,3 (SNI 03-1726-2002 pasal 3.1.3.3).
2. *Daktail parsial* adalah seluruh tingkat *daktilitas* struktur gedung dengan nilai faktor *daktilitas* diantara untuk struktur gedung yang *elastik penuh* sebesar 1,5 dan untuk struktur gedung yang *daktail penuh* sebesar 5,0 (SNI 03-1726-2002 pasal 3.1.3.4).
3. *Elastik penuh* adalah suatu tingkat *daktilitas* struktur gedung dengan nilai faktor *daktilitas* sebesar 1,0

2.2.7. Dasar Pemilihan Tingkat *Daktilitas*

Tipe gempa bumi yang ada di Indonesia terdiri dari 6 wilayah gempa. Berdasarkan faktor resiko, wilayah gempa diklasifikasikan menjadi 3 yaitu wilayah 1 dan 2 masuk resiko wilayah gempa rendah, 3 dan 4 masuk pada resiko wilayah gempa sedang, sedangkan wilayah gempa 5 dan 6 masuk pada resiko wilayah gempa yang tinggi. Pembagian wilayah gempa dapat membantu menentukan perencanaan gedung dalam menentukan faktor *daktilitas* yang sesuai. Tidak hanya wilayah gempa tetapi jenis struktur yang digunakan juga menjadi

dasar pertimbangan dalam perencanaan. Wilayah Makassar yang masuk pada wilayah gempa 3 dengan resiko gempa yang sedang direncanakan dengan daktilitas penuh.

2.3. Pelat

Pelat merupakan panel – panel beton bertulang yang mungkin bertulangan dua atau satu arah saja, tergantung sistem strukturnya. Apabila nilai perbandingan antara panjang dan lebar plat tidak lebih dari 2, digunakan penulangan dua arah. (Dipohusodo, 1994).

2.4. Balok

Balok merupakan elemen struktur yang menyalurkan beban – beban dan plat lantai ke kolom penyangga vertikal. Balok adalah batang struktural yang menahan gaya–gaya yang bekerja dalam arah transversal terhadap sumbunya yang mengakibatkan terjadinya momen lentur dan gaya geser sepanjang bentangnya.

Berdasarkan jenis keruntuhannya, keruntuhan yang terjadi pada balok dapat dikelompokkan menjadi 3 kelompok sebagai berikut ini :

1. Penampang *balanced*.

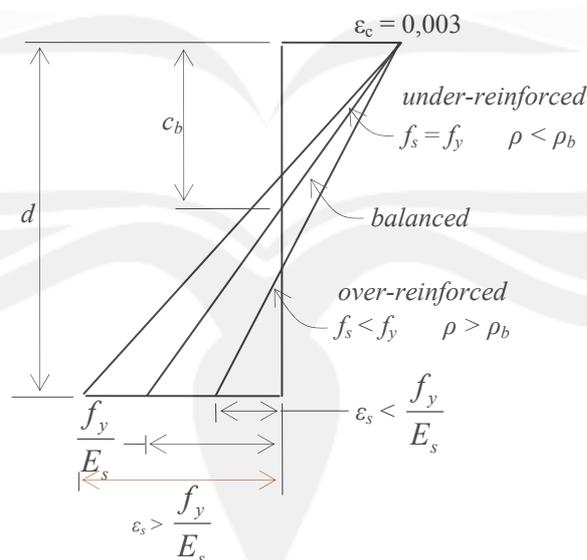
Tulangan tarik mulai leleh tepat pada saat beton mencapai regangan batasnya dan akan hancur karena tekan. Pada awal terjadinya keruntuhan, regangan tekan yang diijinkan pada saat serat tepi yang tertekan adalah 0,003, sedangkan regangan baja sama dengan regangan lelehnya yaitu $\epsilon_y = f_y/E_s$.

2. Penampang *over-reinforced*.

Keruntuhan ditandai dengan hancurnya beton yang tertekan. Pada awal keruntuhan, regangan baja ε_s yang terjadi masih lebih kecil daripada regangan lelehnya ε_y . Dengan demikian tegangan baja f_s juga lebih kecil daripada tegangan lelehnya ε_y , kondisi ini terjadi apabila tulangan yang digunakan lebih banyak daripada yang diperlukan dalam keadaan *balanced*.

3. Penampang *under-reinforced*.

Keruntuhan ditandai dengan terjadinya leleh pada tulangan baja. Tulangan baja ini terus bertambah panjang dengan bertambahnya regangan ε_y . Kondisi penampang yang demikian dapat terjadi apabila tulangan tarik yang dipakai pada balok bertulang kurang dari yang diperlukan dibawah kondisi *balanced* (Nawy, 1990).



Gambar 2.2 Distribusi regangan penampang balok

Perencanaan gedung di daerah gempa harus memperhatikan terbentuknya sendi plastis diujung-ujung balok bukan pada kolom (*strong column weak beam*). Ini dimaksudkan agar, apabila terjadi gempa yang besar maka yang boleh mengalami kerusakan lebih dahulu adalah komponen baloknya sedangkan kolomnya harus masih kuat berdiri (tidak runtuh).

2.5. Kolom

Kolom adalah komponen struktur bangun yang tugas utamanya adalah menyangga beban aksial tekan vertikal dengan bagian tinggi yang tidak ditopang paling tidak tiga kali dimensi lateral kecil (Dipohusodo, 1994).

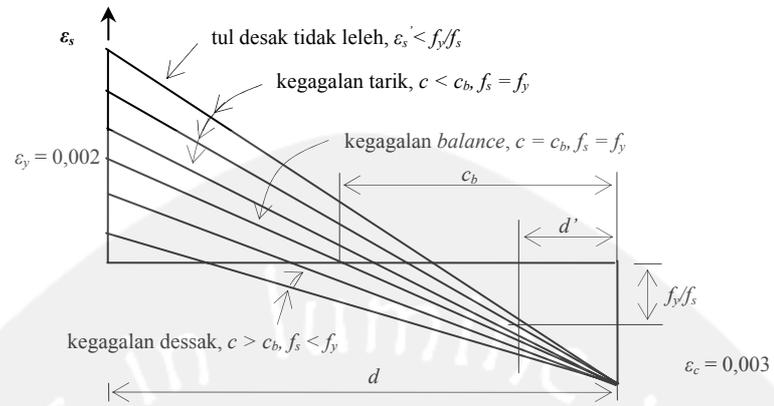
Kolom dievaluasi berdasarkan prinsip - prinsip dasar sebagai berikut ini :

1. Distribusi tegangan linier diseluruh tebal kolom.
2. Tidak ada gelincir antara beton dengan tulangan baja (ini berarti regangan pada baja sama dengan regangan pada beton yang mengelilinginya).
3. Regangan beton maksimum yang diizinkan pada keadaan gagal (untuk perhitungan kekuatan) adalah 0,003.
4. Kekuatan tarik beton diabaikan dan tidak digunakan dalam perhitungan.

Besarnya regangan pada tulangan baja yang tertarik (gambar 1.3), penampang kolom dapat dibagi menjadi dua kondisi awal keruntuhan, yaitu :

1. keruntuhan tarik, yang diawali dengan lelehnya tulangan yang tertarik.
2. keruntuhan tekan, yang diawali dengan hancurnya beton yang tertekan

Kondisi *balanced* terjadi apabila keruntuhan diawali dengan lelehnya tulangan yang tertarik sekaligus juga hancurnya beton yang tertekan (Nawy, 1990).



Gambar 2.3 Diagram regangan untuk kegagalan eksentrisitas beban kolom