

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1. Pembebanan Struktur**

Dalam perencanaan suatu struktur bangunan gedung bertingkat tinggi sebaiknya mengikuti peraturan-peraturan pembebanan yang berlaku untuk mendapatkan suatu struktur bangunan yang aman secara konstruksi. Dalam Peraturan Pembebanan Untuk Gedung 1983, dijelaskan bahwa pembebanan yang harus diperhitungkan adalah beban mati, beban hidup, dan beban gempa, beserta kombinasi bebannya. Disini juga dicantumkan bahwa pengertian beban-beban tersebut adalah sebagai berikut :

1. Beban Mati adalah berat dari semua bagian dari suatu gedung yang bersifat tetap, termasuk segala unsur tambahan penyelesaian-penyelesaian, mesin-mesin, serta peralatan tetap yang merupakan bagian yang terpisahkan dari gedung.
2. Beban Hidup adalah berat semua beban yang terjadi akibat penghunian atau penggunaan suatu gedung, termasuk beban-beban pada lantai yang berasal dari barang-barang yang berpindah, mesin-mesin serta peralatan yang tidak terpisahkan dari gedung dan dapat diganti selama masa hidup dari bangunan itu, sehingga mengakibatkan perubahan dalam pembebanan lantai dan atap tersebut.
3. Beban Gempa adalah semua beban statik ekuivalen yang bekerja pada bagian gedung yang menirukan pengaruh dari gerakan tanah akibat gempa tersebut,

maka yang diartikan dengan gempa disini adalah gaya-gaya didalam struktur tersebut yang terjadi oleh gerakan tanah akibat gempa.

Suatu struktur bangunan terdiri dari kombinasi dari balok, kolom dan pelat yang dihubungkan bersama-sama secara tegar yang membentuk suatu kerangka yang nantinya akan ditopang oleh pondasi. Adapun definisi dari elemen-elemen struktur yang menjadi pendukung utama bangunan adalah :

1. Kolom adalah elemen vertikal dari sebuah konstruksi yang berfungsi untuk meneruskan beban dari balok-balok dan plat-plat ke bawah sampai ke pondasi, dan karenanya kolom-kolom merupakan bagian konstruksi tekan meskipun harus pula menahan momen lentur.
2. Balok adalah elemen horizontal yang berfungsi untuk menyalurkan beban dari *slab* lantai ke kolom penyangga yang vertical.
3. Pelat adalah komponen struktur yang merupakan sebuah bidang datar yang lebar dengan permukaan atas dan bawahnya sejajar. Pelat bisa bertulang 1 arah atau 2 arah, tergantung sistem strukturnya. Bila perbandingan antara panjang dan lebar tidak melebihi 2, digunakan penulangan 2 arah (Istimawan Dipohusodo, 1994).

## **2.2. Perencanaan Terhadap Gempa**

Wilayah gempa yang selalu berbeda-beda menentukan pentingnya faktor *daktilitas*, untuk memastikan jenis struktur yang akan digunakan. Semakin rendah nilai *daktilitas* yang dipilih harus direncanakan dengan beban gempa yang semakin besar, tetapi semakin sederhana (ringan) pendetailan yang diperlukan

dalam hubungan-hubungan antar unsur dari struktur tersebut (SNI 03-1726-2002 Lampiran A.4.3.4)

### 2.2.1. Pengertian *daktilitas*

Menurut SNI 03-1726-2002 pasal 3.12 dan pasal 3.13 tentang Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk bangunan gedung, pengertian *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.

Sedangkan faktor *daktilitas* struktur gedung adalah rasio antara simpangan maksimum struktur gedung akibat pengaruh gempa rencana pada saat mencapai kondisi di ambang keruntuhan  $\delta_m$  dan simpangan struktur gedung pada saat terjadinya pelepasan pertama  $\delta_y$ .

### 2.2.2. Tingkat *daktilitas*

Berdasarkan SNI 03-1726-2002 Tata Cara Perencanaan Struktur Ketahanan Gempa untuk bangunan gedung, tingkat daktilitas dibagi menjadi tiga yaitu :

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 *daktalitas* sebesar 5,3 (SNI 03-1726-2002 pasal 3.14).

2. *Daktail parsial* adalah seluruh tingkat *daktalitas* struktur gedung dengan nilai faktor *daktalitas* 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 3.15).
3. *Elastik* penuh adalah suatu tingkat *daktalitas* struktur gedung dengan nilai faktor *daktalitas* sebesar 1,0

### **2.2.3. Dasar pemilihan tingkat *daktalitas***

Tipe gempa bumi yang ada di Indonesia terdiri dari 6 wilayah gempa. 6 wilayah gempa tersebut diklasifikasikan menjadi 3 yaitu wilayah 1 dan 2 termasuk resiko wilayah gempa rendah, 3 dan 4 termasuk pada resiko wilayah gempa menengah, sedangkan wilayah gempa 5 dan 6 termasuk pada resiko wilayah gempa yang tinggi. Pembagian wilayah gempa dapat membantu menentukan perencanaan gedung dalam menentukan faktor *daktalitas* yang sesuai. Tidak hanya wilayah gempa tetapi jenis struktur yang digunakan juga menjadi dasar pertimbangan dalam perencanaan. Wilayah Surabaya yang masuk pada wilayah 2 dengan resiko gempa rendah, direncanakan dengan *daktalitas parsial* dan sistem struktur berupa sistem rangka pemikul momen menengah (SRPMM).

### **2.3. Pelat**

Pelat lantai merupakan sebuah elemen dari bangunan yang biasanya ditumpu oleh gelagar-gelagar, balok beton bertulang, ataupun kolom. Pelat lantai sangat dipengaruhi oleh momen lentur dan gaya geser yang terjadi. Sisi tarik pada pelat terlentur ditahan oleh tulangan baja, sedangkan gaya geser pada pelat lantai ditahan oleh beton yang menyusun pelat lantai itu sendiri. Lentur pada pelat lantai dapat dibedakan menjadi dua yaitu lentur satu arah, jika perbandingan bentang panjang dan bentang pendek lebih besar dari 2, serta lentur dua arah, jika perbandingan bentang panjang dan bentang pendek lebih kecil sama dengan 2.

### **2.4. Balok**

Balok adalah elemen yang menyalurkan beban-beban merata dari pelat lantai ke kolom penyangga vertikal.

Asumsi-asumsi yang digunakan dalam menetapkan perilaku penampang adalah sebagai berikut ini :

1. Distribusi regangan dianggap linier.

Asumsi ini berdasarkan hipotesis Bernoulli yaitu penampang yang datar sebelum mengalami lentur akan tetap datar tegak lurus terhadap sumbu netral setelah mengalami lentur.

2. Beton lemah terhadap tarik.

Beton akan retak pada taraf pembebanan kecil, yaitu sekitar 10% dari kekuatan tekannya. Akibatnya bagian beton yang mengalami tarik pada penampang

diabaikan dalam perhitungan analisis dan desain, juga tulangan tarik yang dianggap memikul gaya tarik tersebut (Nawy, 1990).

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

1. Penampang *balanced*.

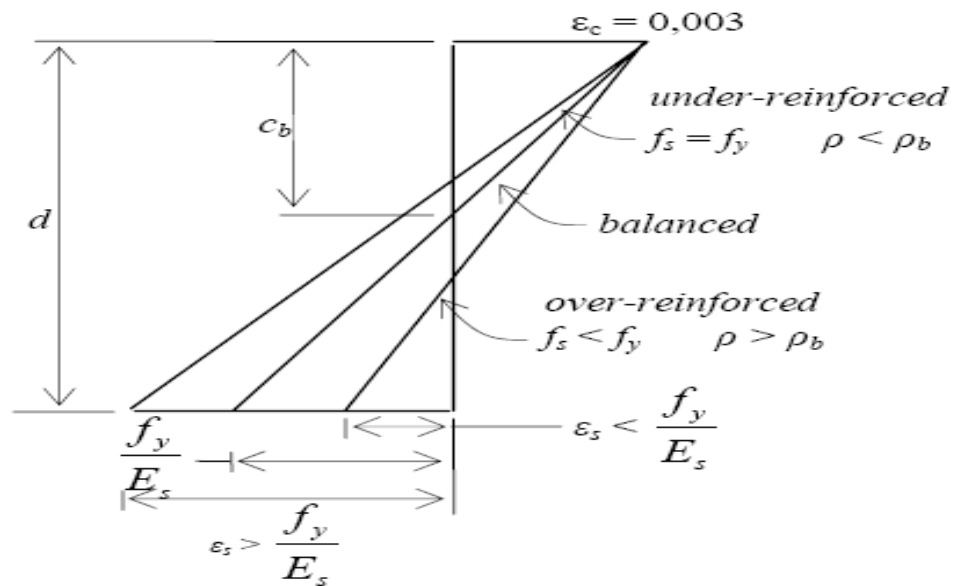
Tulangan tarik mulai leleh tepat pada saat beton mencapai regangan batasnya dan akan hancur karena tekan. Pada awal terjadinya keruntuhan, regangan tekan yang diijinkan pada saat serat tepi yang tertekan adalah 0,003, sedangkan regangan baja sama dengan regangan lelehnya yaitu  $\varepsilon_y = f_y/E_c$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

2. Penampang *over-reinforced*.

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

3. Penampang *under-reinforced*.

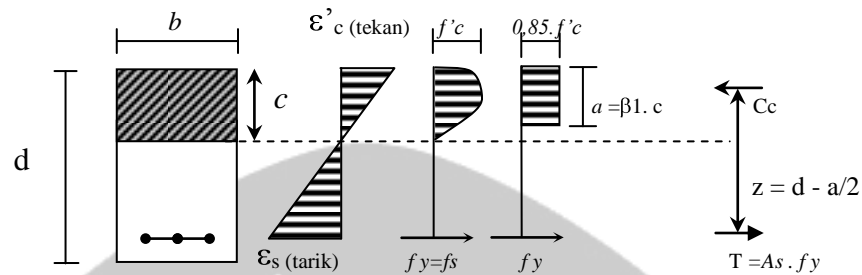
Keruntuhan ditandai dengan terjadinya leleh pada tulangan baja. Tulangan baja ini terus bertambah panjang dengan bertambahnya regangan  $\varepsilon_y$ . Kondisi penampang yang demikian dapat terjadi apabila tulangan tarik yang dipakai pada balok bertulang kurang dari yang diperlukan dibawah kondisi *balanced*.



Gambar 2.1 Distribusi Regangan Penampang Balok (Nawy,1990)

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).

Dalam perencanaan balok pada langkah awal ditentukan terlebih dahulu apakah balok tersebut berperilaku sebagai balok persegi atau balok T. Balok dianggap sebagai balok persegi jika seluruh daerah tekan terdapat pada daerah *flens*, sedangkan balok dianggap sebagai balok T jika seluruh daerah tekan terdapat dibawah daerah *flens*.



Gambar 2.2. Distribusi Tegangan Regangan Balok (Istimawan Dipohusodo, 1999)

## 2.5. Kolom

Kolom adalah elemen struktur yang digunakan untuk menahan beban *aksial* tekan. Sebagai batang tekan, kolom juga menahan beban yang diakibatkan kombinasi dari momen lentur dan gaya tekan. Elemen struktur ini pada kondisi khusus misalnya karena adanya pengaruh beban gempa dan beban angin pada struktur, kolom direncanakan untuk menahan gaya tarik *aksial* dan momen lentur.

Kolom dievaluasi berdasarkan prinsip - prinsip dasar sebagai berikut :

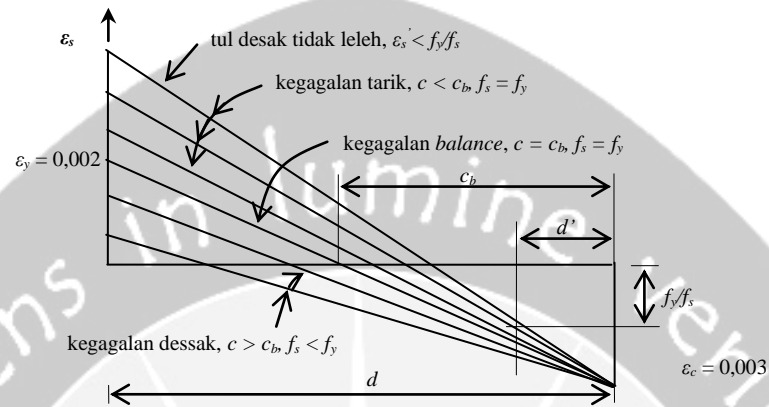
1. Distribusi tegangan linier diseluruh tebal kolom.
2. Tidak ada gelincir antara beton dengan tulangan baja (ini berarti regangan pada baja sama dengan regangan pada beton yang mengelilinginya).
3. Regangan beton maksimum yang diizinkan pada keadaan gagal (untuk perhitungan kekuatan) adalah 0,003.
4.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

Besarnya regangan pada tulangan baja yang tertarik (gambar 2.2), penampang kolom dapat dibagi menjadi dua kondisi awal keruntuhan, yaitu :

1. keruntuhan tarik, yangawali 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