

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1. UMUM

Kekuatan penampang pada konstruksi beton bertulang tergantung pada keserasian (*compatibility*) antara dua bahan yaitu beton dan baja tulangan untuk dapat bekerja sama memikul beban luar. Dalam keadaan terbebani, baja tulangan sebagai elemen penguat harus mengalami regangan atau deformasi yang sama dengan beton disekelilingnya untuk mencegah diskontinuitas atau terpisahnya kedua jenis material. Modulus elastis, daktilitas dan kekuatan leleh baja tulangan harus jauh lebih besar dari pada yang dimiliki beton agar terjadi peningkatan kapasitas tampang beton bertulang.

Baja dan fibreglass mempunyai faktor-faktor prinsip penguat beton yaitu kekuatan leleh, daktilitas dan lekatan yang cukup. Material-material yang tidak cocok digunakan sebagai penguat pada beton karena tidak memiliki faktor-faktor diatas adalah alumunium, bambu, karet atau rotan.[3]

#### 2.2. PANJANG PENYALURAN

##### 2.2.1. Tulangan Tunggal

Panjang penyaluran batang ( $L_d$ ) adalah

keperluan penanaman dalam kondisi-kondisi tertentu untuk menjamin bahwa suatu batang dapat diberi tegangan sampai pada titik lelehnya, dengan suatu cadangan untuk menjamin kekerasan bagian konstruksi. Panjang penyaluran yang dibutuhkan sangat tergantung dari diameter baja tulangan ( $d_b$ ), mutu baja ( $f_y$ ), mutu beton ( $f'_c$ ), jarak antar tulangan, jarak penutup beton dan pengaruh dari sengkang-sengkangnya. [6]

Menurut ACI (*American Concrete Institute*) bahwa tulangan deform yang mengalami tekan memerlukan panjang penyaluran dasar ( $L_d$ ) sebesar :

$$L_d = 0,24 \cdot \frac{d_b \cdot f_y}{\sqrt{f'_c}} \dots \dots \dots (2.1)$$

dan

$$L_d \geq 0,044 \cdot d_b \cdot f_y$$

Sedangkan menurut SK-SNI T-15-1991-03 adalah :

$$L_d = \frac{d_b \cdot f_y}{4 \cdot \sqrt{f'_c}} \dots \dots \dots (2.2)$$

dan

$$L_d \geq 0,04 \cdot d_b \cdot f_y$$

Untuk baja polos menurut PBI '71 adalah :

$$L'_d = 0,18 \cdot \frac{d \cdot \sigma^*_{au}}{\sqrt{\sigma'_{bk}}} \dots \dots \dots (2.3)$$

dimana :

$f'_c$  = tegangan beton yang disyaratkan (MPa)

$f_y$  = tegangan baja leleh baja (MPa)

$d_b$  = diameter baja deform (mm)

$L_d$  = panjang penyaluran baja deform (mm)

$L'_d$  = panjang penyaluran baja polos (cm)

$d$  = diameter baja polos (cm)

$\sigma^*_{au}$  = tegangan baja yang disyaratkan ( $\text{kg}/\text{cm}^2$ )

$\sigma'_{bk}$  = tegangan beton yang disyaratkan ( $\text{kg}/\text{cm}^2$ )

Dalam menentukan rumus-rumus diatas, dimana digunakan  $A_s$  yang lebih besar dari yang diperlukan, maka dapat ditentukan dengan menggunakan faktor pengali sebesar ( $A_s \text{ perlu}/A_s \text{ ada}$ ).

Bila tulangan dilingkari dengan spiral (umumnya pada kolom) yang bergaris tengah tidak kurang dari 0,25 in dan mempunyai jarak tidak kurang dari 4 in, maka dapat dikurangi 25 % dari panjang penyalurannya. [2]

#### 2.2.2. Tulangan Gabungan

Pembatasan terhadap jarak bersih antar tulangan dan persyaratan luas tulangan, menghendaki penggabungan tulangan didalam beberapa batang yang sejajar dan dikelompokkan. Batang-batang tulangan yang saling bersinggungan atau digabungkan tidak lebih dari empat batang. Batang tulangan yang lebih besar dari  $\phi 11$  mm tidak boleh digabungkan dalam balok/balok induk, terutama untuk menjamin pengendalian retak yang seksama. Didalam batang-batang lentur, pengakhiran dari batang individu



didalam suatu kelompok sepanjang batang harus dilakukan pada titik-titik yang berbeda dan dengan pengakhiran jarak minimum 40 kali diameter tulangan. Bila persyaratan spasi dan penutup beton minimal didasarkan pada ukuran batang, suatu kelompok tulangan harus diperlakukan sebagai tulangan tunggal dengan diameter ekivalen yang diturunkan dari luas total tulangan gabungan.

Bila meninjau kekuatan lekat untuk satu kelompok tulangan, maka penggabungan tiga batang akan mendapatkan reduksi sebesar 16,667 % dan penggabungan empat batang mendapatkan reduksi sebesar 25 % dalam total luas bidang kontak dari tulangan dengan beton sekelilingnya. Sedangkan panjang penyaluran tulangan individu dalam kelompok dinaikkan 20 % untuk kelompok tiga batang dan 33 % untuk kelompok empat batang. [2]



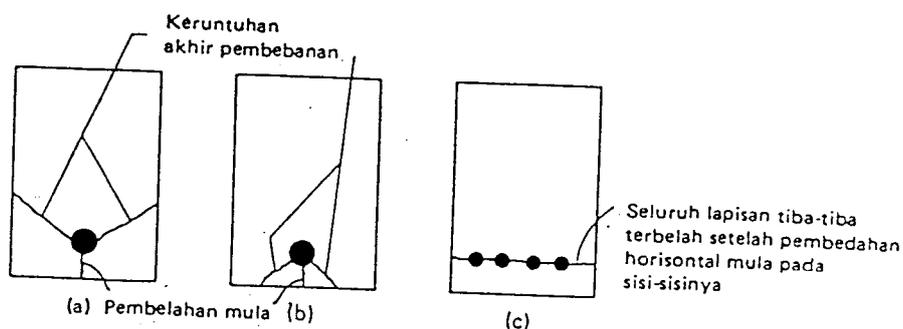
Gambar 1. Susunan berkas tulangan gabungan

### 2.3. SIFAT DARI KERUNTUHAN LEKATAN

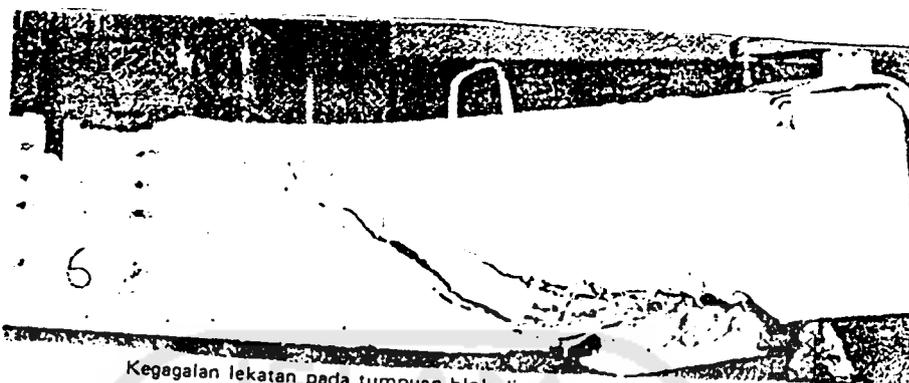
Pada penggunaan baja polos (tulangan yang relatif mulus/tidak ada tonjolan) untuk penulangan, lekatan dianggap sebagai adhesi antara pasta beton dengan permukaan dari baja. Untuk menghindari

terjadinya slip baja tulangan tersebut, berdasarkan rumus dihasilkan panjang penyaluran yang lebih besar dari panjang penyaluran untuk tulangan deform. Umumnya tulangan polos yang dibentuk dengan cara penggilingan panas, dapat terlepas dari beton karena terbelah diarah memanjang bila adhesi/ perlawanan gesek cukup tinggi atau terlepas keluar dengan meninggalkan lubang bulat didalam beton.

Batang tulangan berprofil direncanakan untuk merubah pola dari perilaku dan memperkecil andalan atas gesekan dan adhesi (sekali pun masih ada) dan lebih mengandalkan tahanan dari gerigi terhadap beton. Apa yang dinamakan 'keruntuhan lekatan (*bond failure*)' dengan tulangan berprofil dalam beton berbobot normal hampir merupakan keruntuhan akibat terbelahnya beton. Didalam pola keruntuhan pembelahan ini beton terbelah menjadi dua atau tiga bagian karena aksi baji (*wedging*) dari gerigi terhadap beton. [2]



Gambar 2. Retak-retak pembelahan



Kegagalan lekatan pada tumpuan blok di atas tumpuan sederhana.



Kegagalan lekatan dan kerusakan beton pada saat beban *rupture*.

Gambar 3. Kegagalan lekatan

#### 2.4. PENYALURAN TEGANGAN LEKATAN

Pengetahuan mengenai lekatan didalam tulangan tekan relatif sedikit kecuali tidak ada pengaruh perlemahan akibat retak tarik dan pengaruh yang membantu dari perletakan ujung tulangan pada beton.

Tegangan lekatan diakibatkan oleh adanya saling geser (*shear interlock*) antara elemen tulangan dengan beton disekitarnya yang disebabkan oleh berbagai faktor.<sup>[3]</sup> Dengan ditentukannya panjang penyaluran maka dapat ditentukan pula besar tegangan lekatan minimum yang aman terhadap pengaruh slip pada struktur beton bertulang.

Kapasitas tegangan lekatan minimum dari tulangan

tekan untuk semua ukuran diameter tulangan menurut ACI-1963 diambil  $u = 13.\sqrt{f'_c}$  tetapi tidak melebihi  $800 \text{ lb/in}^2$ .

Faktor-faktor lain yang mempengaruhi besarnya tegangan penyaluran lekatan minimal adalah jarak antar tulangan, jarak penutup beton, jarak antar sengkang, diameter tulangan, mutu beton dan mutu baja. Pengaruh pengikatan yang diakibatkan oleh spiral telah terbukti menaikkan kekuatan dari semua jenis unsur pada beton. Panjang penyaluran akibat pengaruh spiral tersebut harus minimal 8 in (200 mm). [2]

## 2.5. RENCANA CAMPURAN

Untuk merencanakan perbandingan campuran beton, umumnya didasarkan pada hubungan antara kuat tekan dan faktor air semen (fas). Dari kuat tekan yang direncanakan diperoleh nilai faktor air semen. Disini membuktikan bahwa kuat tekan tergantung pada perbandingan antara air, semen, agregat halus (pasir) dan agregat kasar (kerikil) bahkan bisa juga dengan memberikan zat additive.

Pada penelitian ini digunakan rencana campuran menurut metode ACI. Dengan melaksanakan campuran beton tersebut, dapat diketahui berapa besar kuat tekan beton yang sebenarnya dengan melalui pengujian (lampiran).