

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

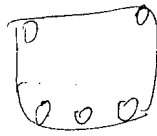
2.1 Hasil Penelitian yang Pernah Dilakukan

Penelitian yang pernah dilakukan oleh Yoong-soo Yoon, William D. Cook, dan Denis Mitchell tentang geser minimum pada balok memberikan beberapa kesimpulan sebagai berikut:

- a. Kode ACI 1983 maupun standar CSA 1984 berisi ekspresi jumlah tulangan geser minimum tidak tergantung pada kekuatan beton. Hal ini menyebabkan kekuatan tulangan geser untuk beton berkekuatan tinggi bisa lebih rendah dari pembandingnya yakni beton berkekuatan rendah, dan dapat mengakibatkan respon geseran tanpa cadangan kekuatan setelah terjadi retakan.
- b. Untuk beton berkekuatan hingga 69 Mpa kode ACI 1989 memerlukan jumlah tulangan geser minimum yang bukan merupakan fungsi kekuatan beton.

2.2 Perilaku Lentur pada Komponen Balok Beton Bertulang

Beban-beban yang bekerja pada struktur, baik yang berupa beban gravitasi (berarah vertikal) maupun beban-beban lain, seperti beban angin (dapat berarah

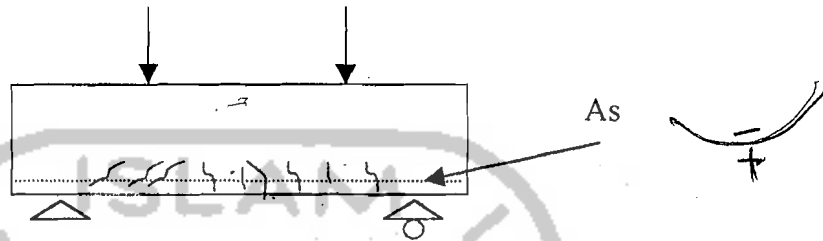


$A_s =$

$$C = 0,25 f'c \cdot b \cdot a \rightarrow C = 4070$$

7

horizontal), atau juga beban karena susut dan beban karena perubahan temperatur, menyebabkan adanya lentur dan deformasi pada elemen struktur.



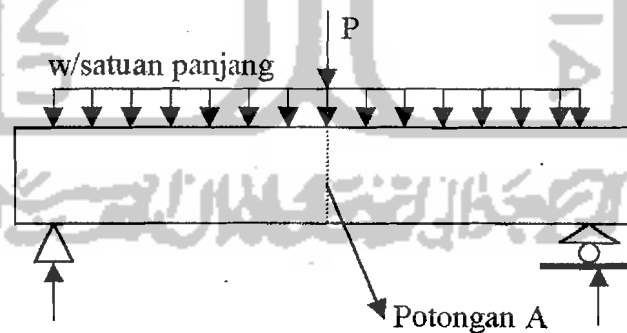
Gambar 2.1 Distribusi retak-tarik

Lentur pada balok merupakan akibat dari adanya regangan yang timbul karena beban luar. Apabila bebannya bertambah, maka pada balok terjadi deformasi dan regangan tambahan yang mengakibatkan retak lentur di sepanjang bentang balok (Gambar 2.1). Apabila beban semakin bertambah, pada akhirnya dapat terjadi keruntuhan elemen struktur, yaitu pada saat beban luar mencapai kapasitas elemen. Taraf pembebanan demikian disebut keadaan limit dari keruntuhan pada lentur. Apabila suatu gelagar balok sederhana menahan beban yang mengakibatkan timbulnya momen lentur, akan terjadi deformasi (regangan) lentur di dalam balok tersebut. Pada kejadian momen lentur positif, regangan tekan terjadi di bagian atas dan regangan tarik di bagian bawah dari penampang. Regangan-regangan tersebut menyebabkan timbulnya tegangan-tegangan yang harus ditahan oleh balok, tegangan tekan di sebelah atas dan tegangan tarik di bagian bawah. Agar stabilitasnya terjamin, batang balok sebagai bagian dari sistem yang menahan lentur harus kuat menahan

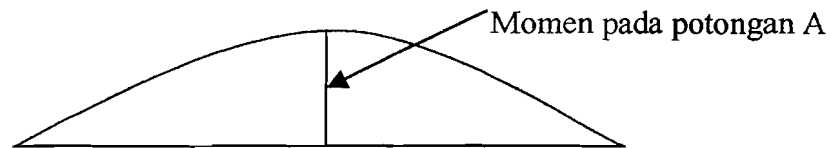
tegangan tekan dan tarik tersebut. Karena beton hanya dapat menahan tekan, maka pada daerah dimana tegangan tarik bekerja diperkuat dengan batang tulangan baja.

2.3 Tegangan Geser pada Komponen Balok Beton Bertulang

Balok adalah elemen struktur yang mendukung beban luar dan berat sendiri, terutama oleh momen dan geser internal (MacGregor, J.G., 1997). Gambar 2.2 menunjukkan *simple beam* yang mendukung berat sendiri balok, w merupakan beban terbagi merata per satuan panjang, dan beban berguna, P . Akibat beban w dan P , menimbulkan momen lentur seperti pada gambar 2.3. Pada penampang momen dan geser internal balok, terdapat momen tahanan internal M yang diperlukan untuk keseimbangan momen lentur yang terjadi, dan geser tahanan internal V , seperti ditunjukkan dalam gambar 2.4 (MacGregor, J.G., 1997).



Gambar 2.2. Balok



Gambar 2.3 Diagram momen lentur



Gambar 2.4 Diagram *free body* yang menunjukkan momen internal dan gaya geser

Dalam desain struktur beton bertulang, lentur selalu menjadi pertimbangan pertama untuk menentukan momen perlawanan bersyarat yang dapat digunakan untuk memastikan jika akan terjadi keruntuhan dapat memberikan peringatan kepada penghuninya. Pada saat yang sama, balok juga menahan gaya geser akibat lenturan. Sifat keruntuhan akibat gaya geser pada suatu elemen struktur beton bertulang adalah getas (*brittle*), tidak daktil, dan keruntuhannya terjadi secara tiba-tiba tanpa ada peringatan. Hal tersebut disebabkan kekuatan geser struktur beton bertulang terutama tergantung pada kekuatan tarik dan tekan beton. Karena kekuatan tarik beton lebih kecil dibandingkan dengan kekuatan tekannya, maka desain terhadap geser merupakan hal yang sangat penting dalam struktur beton. Untuk komponen struktur beton bertulang, apabila gaya geser yang bekerja sedemikian besar hingga diluar

kemampuan beton untuk menahannya, perlu dipasang baja tulangan tambahan untuk menahan geser tersebut.

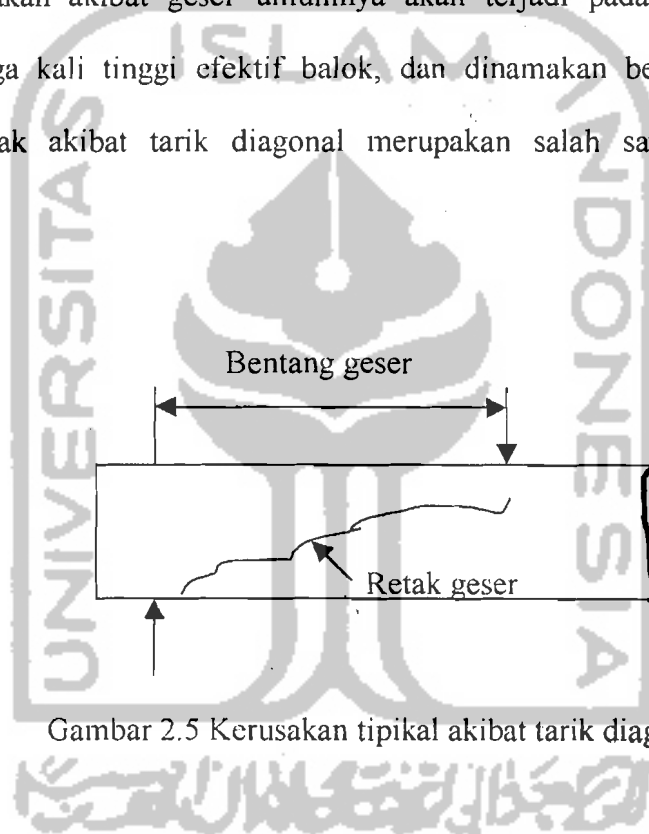
Pada balok beton bertulang lentur arah memanjang, tulangan baja sepenuhnya menahan gaya tarik yang timbul akibat lenturan. Sementara itu, apabila beban yang bekerja terus meningkat, tegangan tarik dan geser juga akan meningkat seiring dengan beban. Sedangkan tulangan baja yang diperuntukkan menahan tarik dalam balok letaknya tidak berada pada tempat timbulnya tegangan tarik diagonal. Untuk itu diperlukan tulangan sengkang untuk menahan tegangan tarik diagonal tersebut di tempat-tempat yang dibutuhkan.

Dengar demikian penulangan geser mempunyai empat fungsi (Nawy, 1990) sebagai berikut :

1. memikul sebagian gaya geser luar rencana V_u ,
2. mencegah penjarangan retak diagonal sehingga tidak menerus ke bagian tekan beton,
3. memegang dan mengikat tulangan memanjang pada posisinya sehingga tulangan memanjang ini mempunyai kapasitas yang baik untuk memikul lentur,
4. memberikan semacam ikatan pada daerah beton yang tertekan apabila sengkang ini berupa sengkang tertutup.

2.4 Beberapa Jenis Retak pada balok

Tegangan tarik dengan variasi besar dan kemiringan, baik sebagai akibat geser saja maupun gabungan dengan lentur, akan timbul disetiap tempat disepanjang balok, yang harus diperhitungkan pada analisis dan perencanaan. Pada balok beton tanpa tulangan, kerusakan akibat geser umumnya akan terjadi pada daerah sepanjang kurang lebih tiga kali tinggi efektif balok, dan dinamakan bentang geser. Pada gambar 2.5 retak akibat tarik diagonal merupakan salah satu cara terjadinya kerusakan geser.



Gambar 2.5 Kerusakan tipikal akibat tarik diagonal

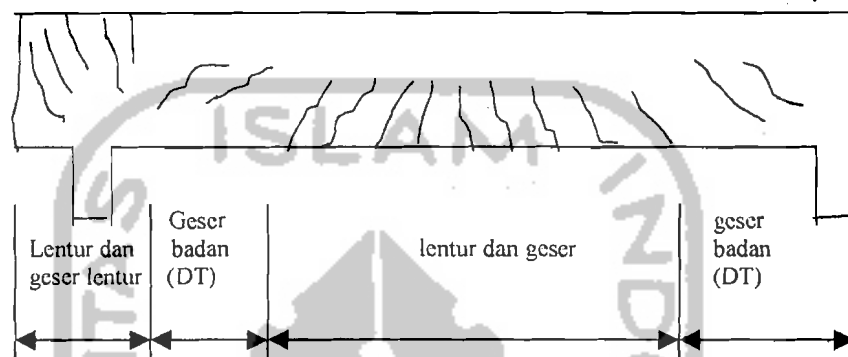
Pada dasarnya, macam-macam retak dalam balok dibagi menjadi tiga jenis yang dijelaskan sebagai berikut ini . (Gambar 2.6)

1. Retak lentur (*flexural crack*), terjadi di daerah yang mengalami momen yang besar, proses terjadinya retak lentur dimulai dari tepi balok tarik, terus masuk merambat kedalam balok dengan arah hampir vertikal ($\theta \cong 0$). Kecenderungan

retak lentur terjadi pada balok yang semakin langsing. Agar berperilaku daktail, biasanya perbandingan antara bentang geser dengan tinggi penampang (a/d) harus lebih besar dari 5,5 untuk beban terpusat, dan lebih besar dari 15 untuk beban terdistribusi.

2. Retak geser lentur (*flexural shear crack*), terjadi pada balok sebagai kelanjutan dari retak lentur, dan panjang retak ini dikendalikan oleh adanya tulangan memanjang. Bila tegangan tarik diagonal pada daerah di atas retak ini melampaui kekuatan tarik beton, retak tersebut akan menjalar membelok ke arah diagonal. Retak jenis ini dapat dijumpai pada balok beton bertulang biasa dan prategang. Keruntuhan ini dapat terjadi apabila kekuatan balok dalam diagonal tarik lebih kecil dari pada kekuatannya. Perbandingan antara bentang geser dengan tinggi penampang adalah menengah, yaitu a/d bervariasi antara 2,5 dan 5,5 untuk beban terpusat.
3. Retak geser badan (*web shear crack*), adalah retak miring yang tanpa didahului oleh retak lentur, biasa terjadi pada daerah garis netral penampang dengan gaya geser maksimum dan tegangan aksial sangat kecil ($\theta \cong 45^\circ$). Kejadian retak geser badan jarang dijumpai pada balok beton bertulang biasa, tetapi lebih sering dijumpai pada balok beton prategang berbentuk huruf I dengan badan tipis dan *flens* (sayap lebar). Balok-balok yang mengalami keruntuhan demikian mempunyai perbandingan antara bentang geser dan tinggi penampang (a/d)

sebesar antara 1 sampai 2,5 untuk beban terpusat, dan kurang dari 5 untuk beban terdistribusi.



Gambar 2.6 Jenis-jenis retak pada balok beton bertulang (Nawy, 1990)

Jadi, keretakan diagonal pada badan balok dapat berkembang sebelum terjadinya retak lentur (*flexural crack*) ataupun sebagai perpanjangan retak lentur yang telah ada. Jenis retak diagonal *web-shear crack* terjadi pada titik yang tegangan gesernya melampaui kekuatan tarik beton, dan *flexural-shear crack* timbul apabila kombinasi tegangan geser dan tegangan tarik melampaui kekuatan tarik beton. *Flexural-shear crack* ini hampir selalu diawali dengan keretakan lentur (standar Baru SNI T-15-1991-03).

Beberapa penelitian menunjukkan bahwa pada beton mutu tinggi, bagian retak tarik diagonal lebih halus bila dibandingkan dengan beton normal. Pada beton mutu normal retak-retak biasanya berkembang pada ikatan (*interface*) antara agregat

dengan pasta semen, kemudian berkembang melalui pasta ke segala arah. Sebaliknya retak pada beton mutu tinggi terjadi melalui agregat yang disebabkan oleh perbedaan kekuatan dan kekakuan relatif pasta terhadap batuan lebih kecil atau tidak mencukupi (*4th international symposium on utilization of HSC / HPC, Paris, 1996*)

