

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Dasar Struktur Beton Bertulang

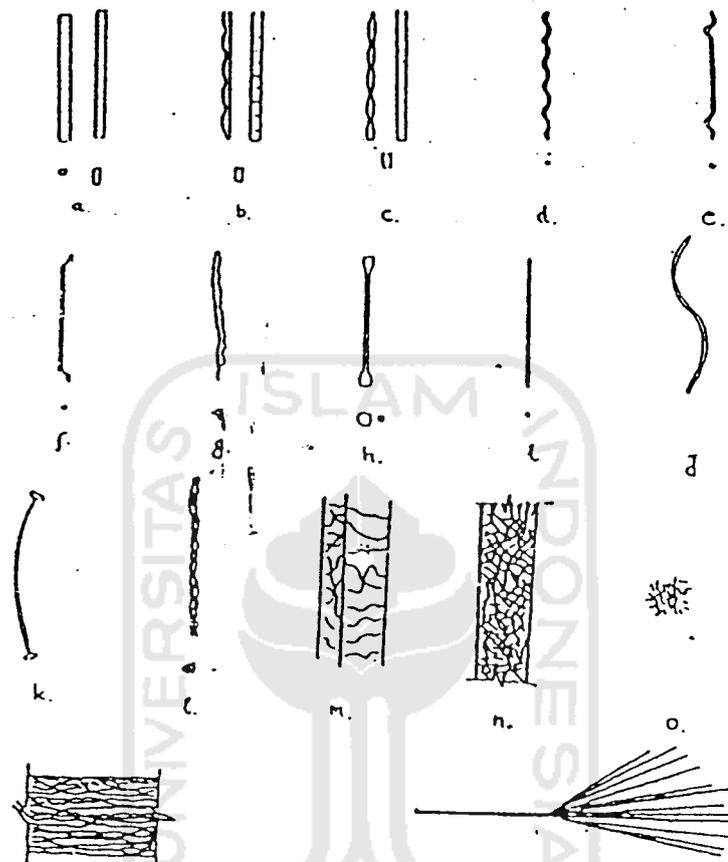
Beton didapat dari pencampuran bahan-bahan agregat halus dan kasar yaitu pasir, batu, batu pecah atau bahan semacam lainnya, dengan menambahkan secukupnya bahan perekat semen dan air sebagai bahan pembantu guna keperluan reaksi kimia selama proses pengerasan dan rawatan beton berlangsung (Istimawan Dipohusodo, 1996).

Kekuatan tarik beton jauh lebih kecil dibandingkan dengan kekuatan tekannya. Perilaku balok beton bertulang pada keadaan runtuh karena geser sangat berbeda pada keruntuhan karena lentur. Balok tersebut langsung hancur tanpa peringatan terlebih dahulu (Edward G Nawy, 1990).

Balok beton bertulang retak miring akibat geser di badan balok beton bertulang dapat terjadi tanpa disertai retak akibat lentur disekitarnya, atau dapat juga sebagai kelanjutan proses retak lentur yang telah mendahuluinya. Retak miring pada balok yang tidak mengalami retak lentur dinamakan sebagai retak geser badan (Istimawan Dipohusodo, 1996).

2.2 Macam, Jenis dan Sifat Dasar Serat

Beberapa macam bahan serat yang umum dipakai adalah baja, gelas, plastik, dan karbon, yang telah dilaporkan oleh ACI Committee 544, 1982 (lihat Gambar 2.1). Untuk keperluan struktural dapat juga dipakai serat dari bahan alamiah, seperti ijuk, rami, bambu dan tumbuh-tumbuhan lainnya. Pemakaian serat alamiah tersebut akan lebih efektif jika sebelumnya serat direndam terlebih dahulu pada larutan 10 % sodium hidroksida. Bahan serat alamiah ini kemampuannya masih disangsikan bila dipakai pada pemakaian jangka panjang. Bahan serat yang sering dipakai adalah serat baja (*steel fiber*) yang mempunyai diameter sekitar 0,80 mm, panjang sekitar 60 mm dengan bentuk geometrik yang beranekaragam dengan tujuan agar meningkatkan daya rekat (*bond strength*). Jumlah pemakaian baja sekitar 50 - 200 kg per meter kubik beton. Serat dari plastik dan kaca mempunyai kekurangan yaitu sifat-sifat mekanik untuk jangka panjang tidak diandalkan. Disamping itu serat plastik mempunyai nilai modulus elastisitas rendah, mudah terbakar, dan rekatan yang jelek terhadap adukan. Kekurangan pada serat kaca adalah harganya sangat mahal, dan sulit dalam pengadukannya karena diameter yang sangat kecil ($\pm 0,02$ mm).



Gambar 2.1 Bentuk Geometri Serat Baja (Soroshian dan Bayasi, 1987)

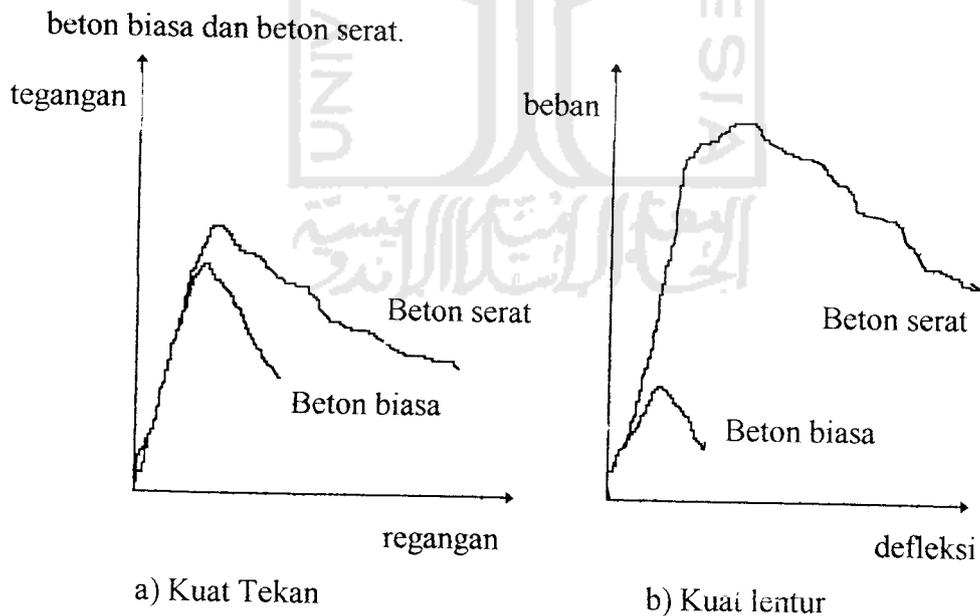
2.3 Pengaruh Bahan Tambah Serat Terhadap Kualitas Beton

Keuntungan yang dapat dicapai dengan penulangan serat yang disebarkan secara merata dengan orientasi random adalah dapat mencegah terjadinya retakan-retakan beton yang terlalu dini, baik akibat panas hidrasi maupun akibat pembebanan. Penulangan beton dengan menggunakan serat pendek dengan penyebaran secara random dapat menahan perambatan dan pelebaran retak-retak dalam beton.

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan oleh Huges (1977), Hannant (1978), Fanella (1985), dan Bayasi (1987) menunjukkan bahwa sifat-sifat beton yang dapat diperbaiki dengan penambahan serat ke dalam adukan adalah sebagai berikut :

1. Daktilitas, yang berhubungan dengan kemampuan bahan untuk menyerap energi

Salah satu masalah adalah jenis keruntuhan getas akibat tegangan tarik. Serat memungkinkan beton serat menyerap energi dan berperilaku efektif sebagai bahan yang liat. Keuntungan dari daktilitas yang dihasilkan oleh serat sangat jelas seperti ditunjukkan pada Gambar 2.2 yang secara kualitas membandingkan diagram tegangan-tegangan dan beban lentur lendutan antara beton biasa dan beton serat.

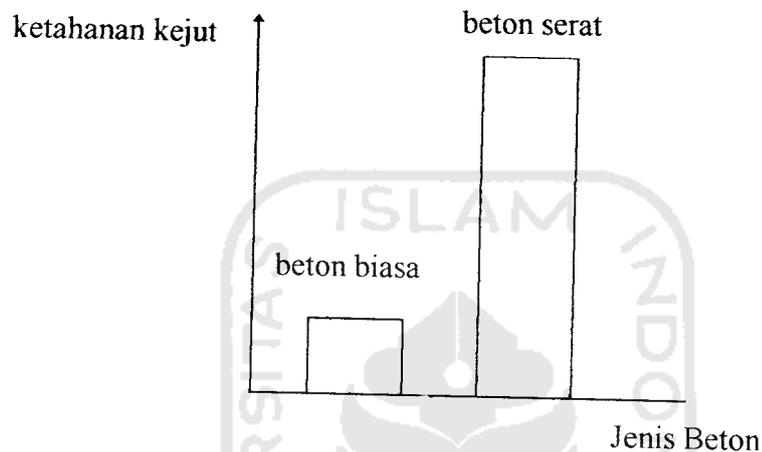


Gambar 2.2 Perbaikan daktilitas dari beton serat

(Soroshian dan Bayasi, 1987)

2. Ketahanan terhadap beban kejut (*impact*)

Bahan beton tidak dapat menahan beban kejut dengan baik. Dengan pemberian serat, akan diperoleh perbaikan yang sangat besar terhadap ketahanan kejut dan kemampuan menyerap energi (lihat Gambar 2.3).



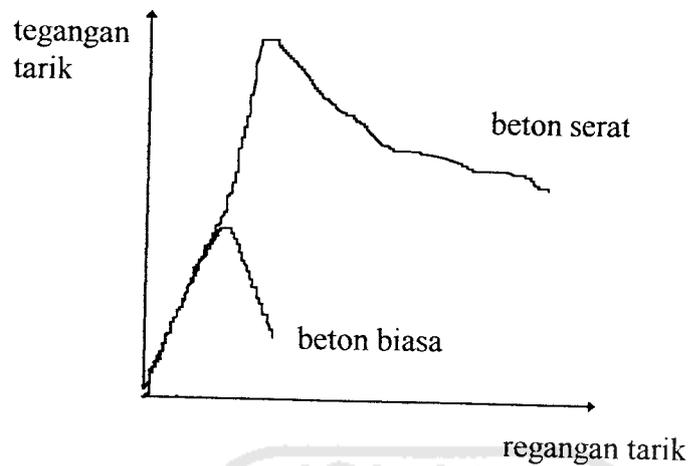
Gambar 2.3 Perbaikan ketahanan kejut dari beton serat
(Soroshian dan Bayasi, 1987)

3. Ketahanan terhadap kelelahan (*fatigue life*)

Hasil-hasil pengujian mengindikasikan peningkatan kuat lelah yang cukup berarti seiring peningkatan prosentase serat. Penambahan serat juga mengurangi lebar retak dan lendutan di bawah beban lelah.

4. Kemampuan menahan tarik dan momen lentur

Kuat tarik yang rendah merupakan kelemahan utama bahan-bahan yang terbuat dari semen. Kelemahan ini dapat diatasi dengan perkuatan serat. Gambar 2.4 membandingkan diagram tegangan regangan beton biasa dan beton serat di bawah pengujian tarik langsung.



Gambar 2.4 Perbaikan perilaku tarik aksial dari beton serat

(Soroshian dan Bayasi, 1987)

5. Ketahanan terhadap penyusutan (*shrinkage*)

Retak yang terjadi pada beton bertulang dapat terjadi karena beberapa sebab, seperti kontinuitas struktur, adanya baja tulangan dan kadar air dalam beton. Penelitian pada beton bertulang serat telah mengindikasikan bahwa keberadaan serat mengontrol retak penyusutan.

Serat baja menunjukkan beberapa potensi yang menguntungkan bila digunakan untuk menggantikan sebagian atau seluruh sengkang sebagai tulangan geser pada balok beton bertulang. Keuntungan-keuntungan tersebut adalah : 1) serat terdistribusi secara random diseluruh volume beton serta berjarak lebih rapat daripada yang diperoleh dengan penulangan batang baja, 2) kuat tarik retak pertama dan kuat tarik retak ultimit meningkat oleh serat, 3) kuat geser friksi meningkat. Dari sejumlah pengujian diketahui bahwa sengkang dan penulangan serat dapat digunakan bersama-sama secara efektif (ACI Committee 544, 1988).

Briggs dkk, 1974 (dalam Sudarmoko, 1993) meneliti bahwa batas maksimal aspek rasio serat yang masih memungkinkan dilakukan dengan mudah adalah $l/d < 100$ (l =panjang serat, d = diameter serat).

Menurut Suhendro (1991) disimpulkan bahwa penambahan serat sebanyak 0,75 s/d 1,0 % dari volume beton dan dengan menggunakan *aspect ratio* sekitar 70 akan memberikan hasil yang optimal.

Menurut Mindess (1981), serat baja dengan konsentrasi 1 % dapat meningkatkan kuat tarik, meningkatkan nilai kekakuan, dan daktilitas pada beton normal dan beton mutu tinggi. Selain itu dengan kandungan serat baja yang sama pada benda uji balok, maka untuk beton mutu tinggi akan memiliki lebar keretakan yang lebih kecil dari pada beton normal.

Menurut A.K. Sharma (1986) balok beton serat efektif dalam meningkatkan kekuatan geser beton, kekuatan tarik dari beton serat lebih besar atau lebih baik dari beton biasa dan serat pada balok beton bertulang memiliki daktilitas yang lebih dibandingkan balok beton normal.

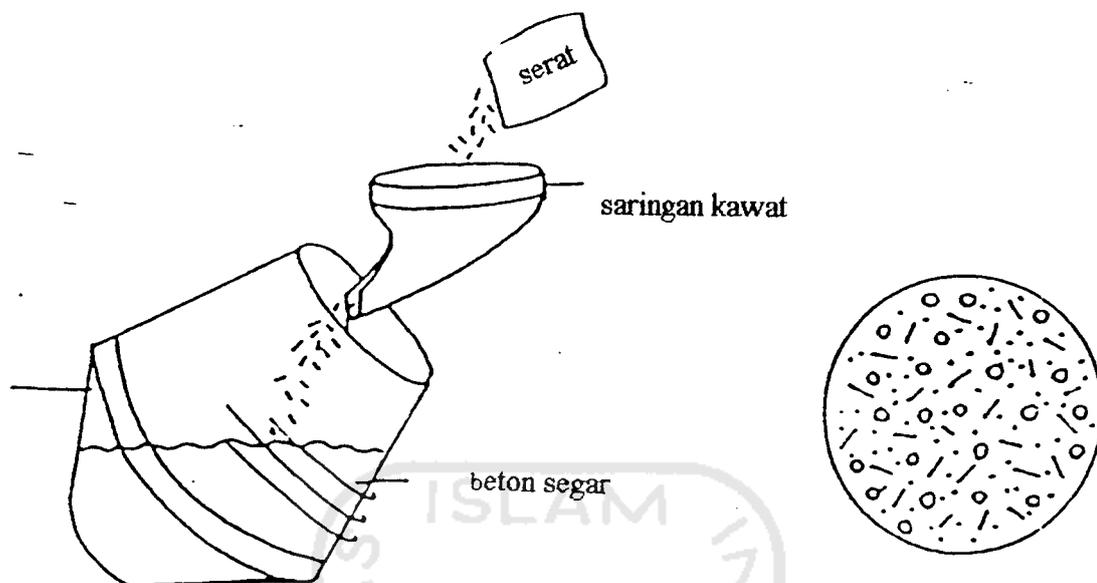
Sharma (1986) melakukan penelitian untuk memperlihatkan bahwa serat baja dapat digunakan secara efektif untuk meningkatkan kuat geser beton. Dalam penelitian tersebut digunakan 7 buah balok berukuran 150 x 300 x 1906 mm yang terdiri atas : (1) 2 buah balok beton normal tanpa sengkang, (2) 1 buah balok beton serat tanpa sengkang, (3) 2 buah balok beton normal dengan sengkang vertikal, (4) 2 buah balok beton serat dengan sengkang vertikal. Kuat desak beton direncanakan 45 MPa. Rasio bentang geser/ tinggi efektif $a/d = 1,9$. Serat yang

digunakan *hooked steel fiber* 0,6 x 50 mm, dengan volume *friction* 0,96 dan 0,9 % diameter sengkang vertikal 6 mm dengan jarak sengkang 200 mm.

Berdasarkan hasil pengujian dan penelitian-penelitian yang lain dapat disimpulkan bahwa : (1) serat baja dapat digunakan secara efektif untuk meningkatkan kuat geser beton, (2) balok beton bertulang serat baja mempunyai kekuatan pasca retak yang tinggi, (3) balok bertulang serat baja lebih liat dan mempunyai kemampuan menyerap energi yang lebih besar dibandingkan balok beton bertulang normal, (4) dengan adanya serat dalam beton akan membatasi perambatan retak dan memberikan retak yang lebih seragam, (5) untuk balok tanpa sengkang kuat gesernya meningkat 38 % oleh pengaruh serat, sedangkan untuk balok sengkang vertikal kuat gesernya meningkat 32,5 %.

2.4 Cara Pembuatan Beton Serat

Beton serat menurut ACI adalah beton yang terbuat dari campuran semen hidrolis, agregat halus, agregat kasar, dan serat dengan jumlah tertentu. Ide ini pada dasarnya adalah untuk memberi tulangan pada beton dengan serat yang disebarkan secara merata kedalam adukan beton dengan orientasi yang random. Dalam pembuatan suatu adukan beton serat sebaiknya diusahakan menggunakan mixer agar hasil dari adukan beton tersebut benar-benar homogen, seperti yang terlihat pada Gambar 2.5:



Gambar 2.5 Penambahan serat pada adukan beton dengan orientasi random (Soroushian dan Bayasi, 1987)