

# BAB I

## PENDAHULUAN

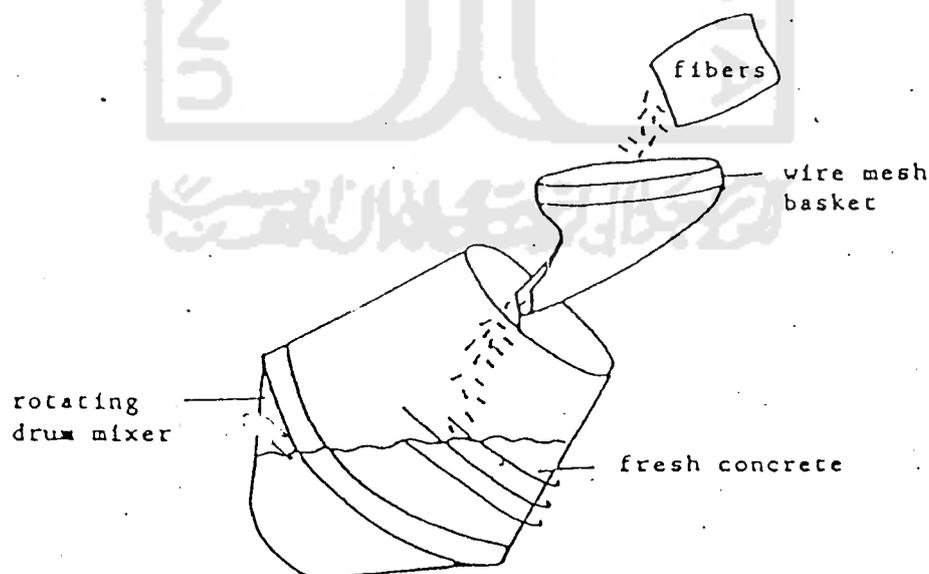
### 1.1. Latar Belakang

Beton telah lama dikenal dan sangat populer dalam pekerjaan sipil karena mempunyai beberapa keunggulan dibanding bahan lain. Bahan susun beton tersedia cukup banyak. Disamping itu beton hampir tidak memerlukan perawatan dalam pemakaiannya. Hal tersebut sangat cocok untuk negara berkembang seperti Indonesia, karena perawatan belum begitu banyak mendapat perhatian begitu besar.

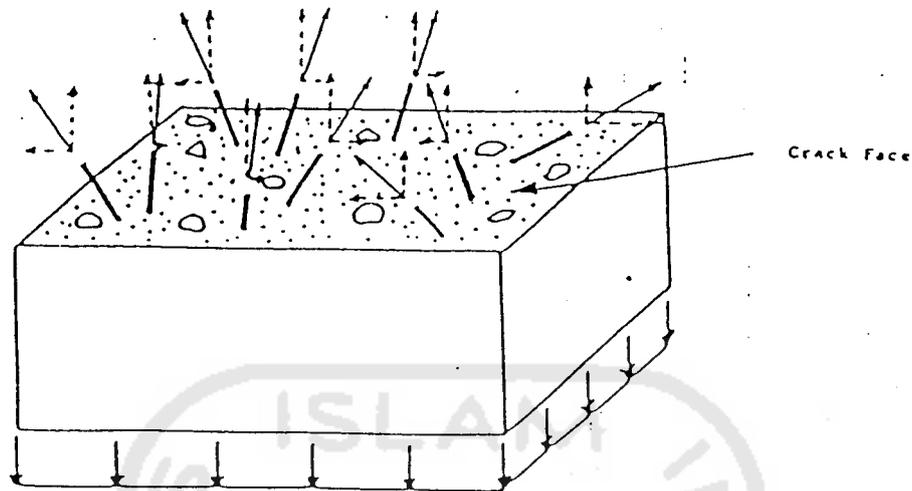
Kelebihan lain adalah sifat-sifatnya yang tahan terhadap api, mudah dibentuk, tahan cuaca, tidak berkarat serta mampu mendukung tegangan desak yang cukup tinggi. Meski demikian, karena sifatnya yang getas ("brittle") dan tidak mampu menahan tegangan tarik, bahan tersebut punya keterbatasan dalam penggunaannya. Dalam praktek, sifat kurang baik tersebut dapat ditanggulangi dengan pemakaian tulangan baja. Dalam perancangan struktur, tegangan tarik tidak diperhitungkan dan beton dianggap hanya mampu menahan tegangan desak. Pada struktur yang didominasi tarik dan lentur lebih besar (balok misalnya), bagian tarik beton akan segera retak bila mendapat tegangan. Secara struktural kondisi ini tidak membahayakan karena tegangan tarik telah ditahan sepenuhnya oleh tulangan. Namun retak-retak yang timbul memungkinkan terjadinya kontak antara

tulangan dan oksigen yang dapat menyebabkan korosi pada tulangan, sehingga luas tampang tulangan baja menjadi berkurang.

Para peneliti terdahulu telah melakukan percobaan untuk memperbaiki sifat kurang baik dari beton dengan cara penambahan berbagai bahan tambah, baik bahan tambah yang bersifat kimiawi maupun fisik pada adukan beton. Salah satu bahan tambah tersebut adalah fiber. Ide dasar penambahan fiber tersebut adalah menulangi beton dengan fiber yang disebarkan secara merata ke dalam adukan beton dengan orientasi random (acak), sehingga dapat mencegah terjadinya retakan-retakan beton yang terlalu dini akibat pembebanan (Soroushian dan Bayasi, 1987), seperti yang ditunjukkan pada gambar 1.1 dan 1.2.

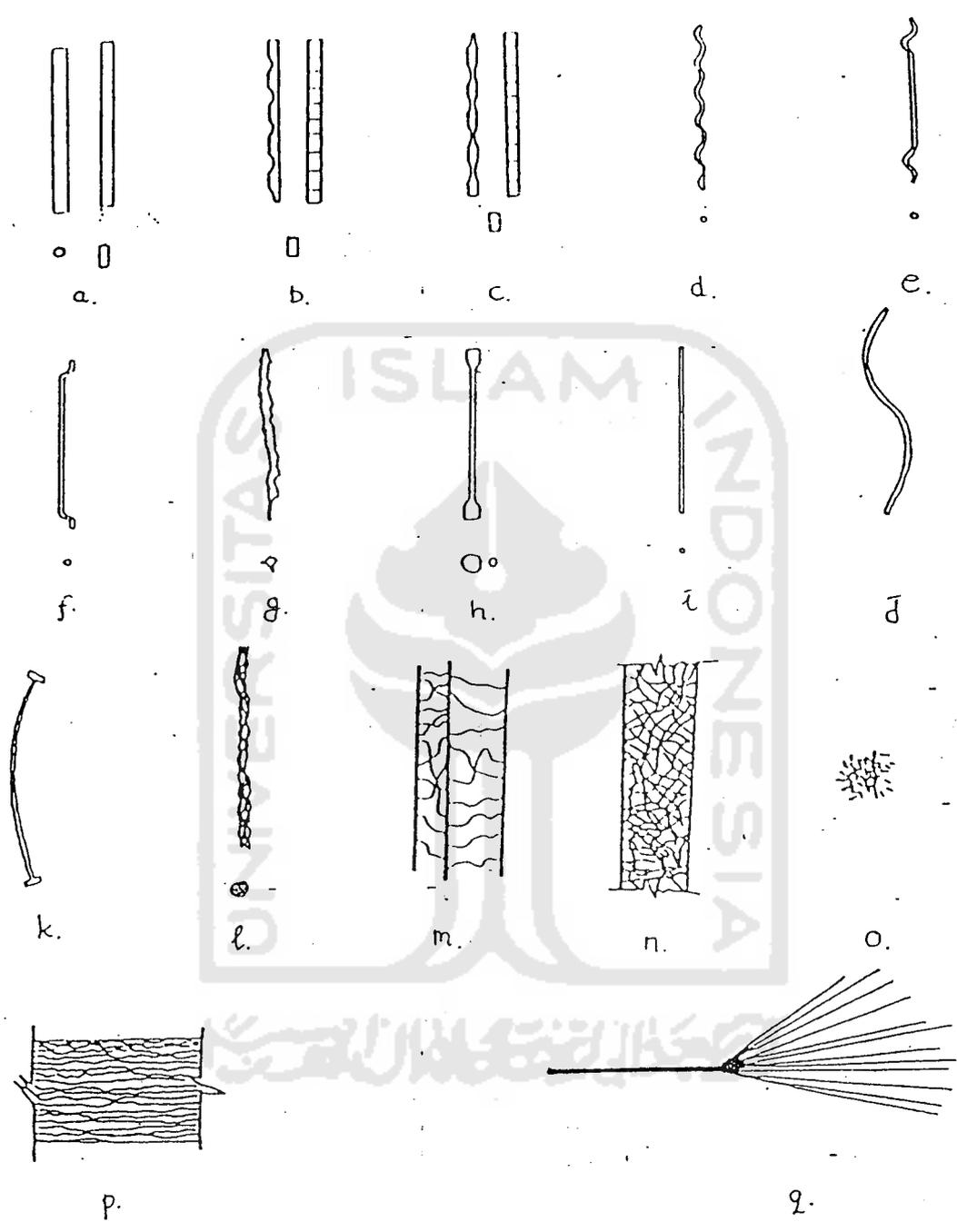


Gambar 1.1. Cara penambahan fiber pada adukan beton



Gambar 1.2. Orientasi fiber yang random.

Beberapa macam bahan fiber yang dapat dipakai untuk memperbaiki sifat kurang baik beton telah dilaporkan oleh ACI Committee 544, 1982 serta Soroushian dan Bayasi, 1987. Bahan fiber tersebut antara lain baja ("steel"), gelas ("glass"), plastik ("plastic"), dan karbon ("carbon") seperti pada gambar 1.3. Untuk keperluan non-struktur, fiber dari bahan alamiah ("natural fiber") seperti ijuk atau serat tumbuh-tumbuhan yang lainnya juga dapat digunakan. Bahan-bahan fiber tersebut masing-masing memiliki kelebihan dan kekurangan dalam memperbaiki "performance" beton. Dengan demikian pemilihan jenis bahan fiber perlu disesuaikan dengan sifat yang akan diperbaiki dalam aplikasinya. Beberapa sifat tambahan yang dimiliki fiber, seperti kemudahan sewaktu pencampuran, tahan terhadap korosi, dan kemudahan dibuat atau didapatkan di pasaran adalah merupakan bahan pertimbangan dalam penentuan jenis fiber yang akan digunakan.



Gambar 1.3. Beberapa variasi jenis fiber  
(a) - (h) "steel fibers"  
(i) "glass fibers"  
(j) - (n) "plastic fibers"  
(o) - (q) "carbon fibers"

"Steel fibers" memiliki kekuatan serta modulus elastisitas yang relatif tinggi, sehingga daktilitas beton dapat ditingkatkan. Disamping itu "steel fibers" tidak mengalami perubahan bentuk terhadap pengaruh alkali semen. Ikatan dalam komposisi campuran dapat meningkat karena pengangkuran secara mekanikal. Kelemahan yang dimiliki adalah, bila "steel fibers" tidak dalam posisi terlindung dalam beton, maka resiko terjadinya korosi dapat timbul. Hal lain adalah menyangkut berat "steel fibers" yang jelas akan menambah berat betonnya. Sifat kohesi yang tinggi dari "steel fibers" juga akan mengakibatkan terjadinya "balling effect", yaitu fiber tidak tersebar secara merata pada saat dicampur tetapi menggumpal seperti bola, sehingga perlu diusahakan cara penyebaran "steel fibers" secara merata pada adukan.

"Glass fibers" dalam hal kekuatan hampir menyamai "steel fibers", tetapi berat jenisnya lebih rendah dan modulus elastisitasnya hanya sepertiga dari "steel fiber", sehingga beton fiber yang dihasilkan memiliki bobot yang lebih ringan dibanding beton "steel fibers". Kekurangan yang paling menonjol adalah kurang tahan terhadap pengaruh alkali semen sehingga dalam jangka waktu yang panjang dapat menyebabkan kerusakan pada fibernya.

Jenis "plastic fiber" yang sering digunakan untuk keperluan penulangan beton adalah jenis "polypropylene". Sifat-sifat "polypropylene" adalah tidak menyerap air semen, modulus elastisitas yang rendah, ikatan dengan

semen kurang baik, mudah terbakar serta titik lelehnya rendah, sehingga jenis plastic fiber ini mudah sekali mengalami slip, kurang tahan lama karena bisa menjadi getas dan tidak tahan suhu yang tinggi yang menyebabkan perubahan sifat kimianya.

Ikatan dalam beton perlu ditingkatkan dengan memperbaiki bentuk permukaan serta ujung "plastic fibers". Cara yang dapat ditempuh yaitu dengan menggabungkan beberapa fiber dan dibuat simpul pada ujungnya agar dihasilkan "pull out resistance" yang lebih besar.

Bahan fiber yang lain adalah "carbon fibers". Meskipun harga "carbon fibers" lebih murah, stabil pada suhu tinggi, mempunyai ketahanan terhadap abrasi, relatif kaku dan tahan lama, namun penyebaran fiber pada adukan beton lebih sulit bila dibanding jenis fiber yang lain (Ohama dkk, 1985).

Sifat-sifat dasar ("basic properties") berbagai macam fiber yang telah diuraikan diatas telah diuji di luar negeri, disajikan secara ringkas pada tabel 1.2. berikut.

Tabel 1.2. Spesifikasi fiber yang sering digunakan  
(sumber : Soroushian dan Bayasi, 1987)

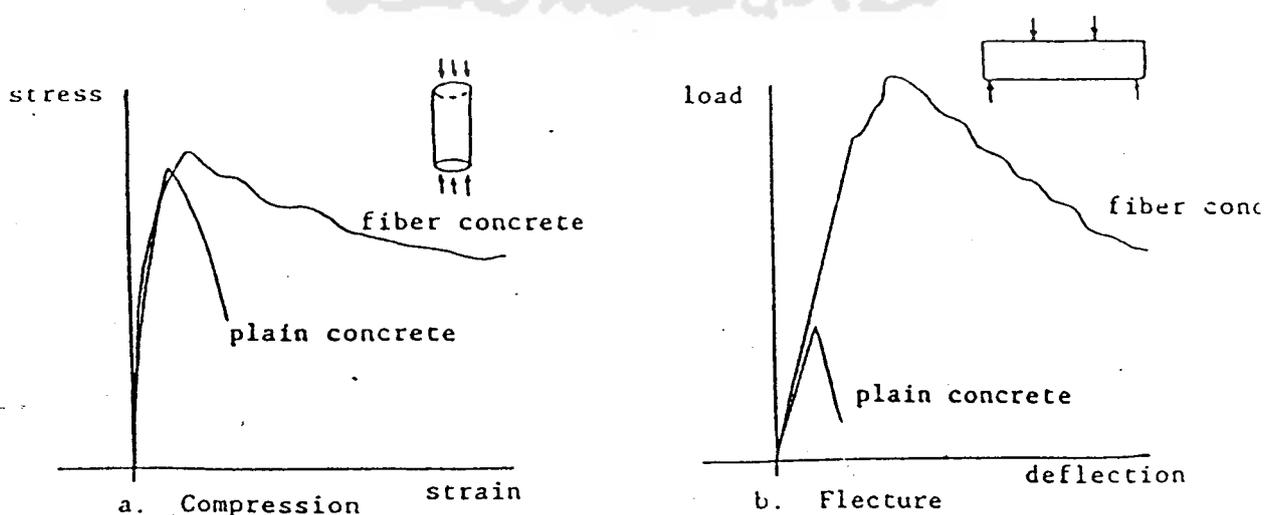
fiber	berat jenis	kuat tarik Ksi	modulus youngs $10^3$ Ksi	volume fract %	diameter in	panjang in
Baja	7,86	100 - 300	30	0,75-3	0,0005 - 0,04	0,5-1,5
Kaca	2,70	up to 100	11	2 - 8	0,004 - 0,03	0,5-1,5
Plastik	0,91	up to 100	0,14 - 1,20	1 - 3	up to 0,10	0,5-1,5
Karbon	1,60	up to 100	up to 7,20	1 - 5	0,0004 - 0,0008	0,02 - 0,50

Hasil penelitian terdahulu menunjukkan bahwa sifat-sifat beton yang dapat diperbaiki adalah :

- a. daktilitas ("ductility"), kemampuan bahan menyerap energi ("energy absorbtion"),
- b. ketahanan terhadap beban kejut ("impact resistance"),
- c. ketahanan terhadap beban beban tarik dan lentur ("tensile and flexural strength"),
- d. ketahanan terhadap kelelahan ("fatigue life"),
- e. ketahanan terhadap pengaruh susut ("shrinkage"),

#### a. Daktilitas

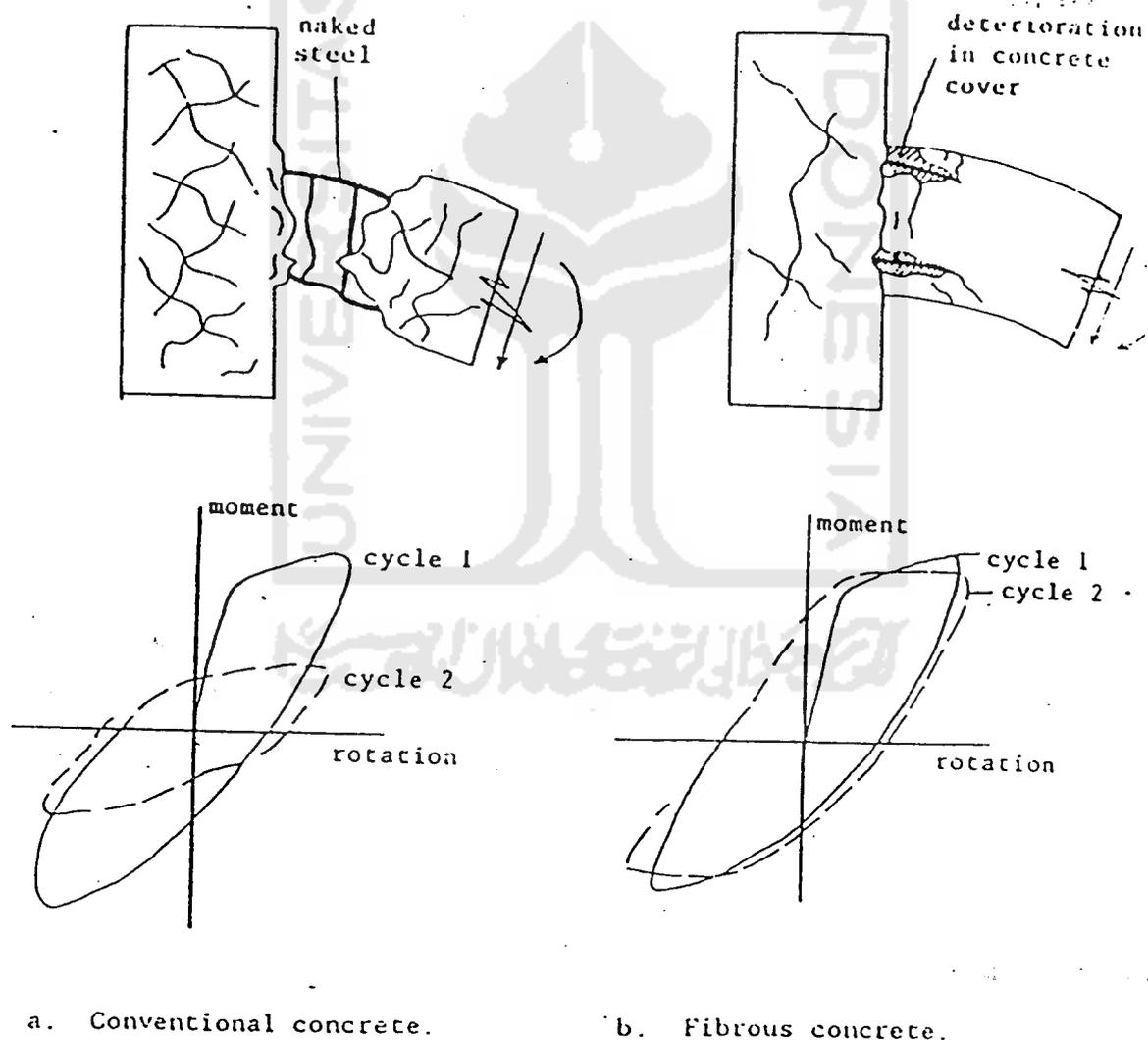
Salah satu problem mendasar beton adalah sifat getasnya. Dengan adanya fiber energi yang timbul akibat beban luar akan diserap oleh fiber tersebut, sehingga bahan menjadi lebih daktil (liat). Gambar 1.4a dan 1.4b memperlihatkan perbandingan diagram tegangan regangan beban desak dan beban lendutan pada beton biasa dan beton fiber. Kegagalan pada beton adalah pada sifat getasnya, sedangkan beton fiber mampu menahan deformasi yang cukup besar.



Gambar 1.4. Peningkatan daktilitas beton fiber.

Peningkatan daktilitas sebagai hasil penambahan fiber terlihat jelas pada struktur tahan gempa. Struktur tersebut mampu menyerap energi yang besar yang menyebabkan terjadinya sendi plastis tanpa terjadi atau mengalami keruntuhan.

Gambar 1.5. memperlihatkan perbedaan perilaku struktur pada pertemuan balok dan kolom dengan pembebanan berulang-ulang antara beton konvensional dan beton fiber.



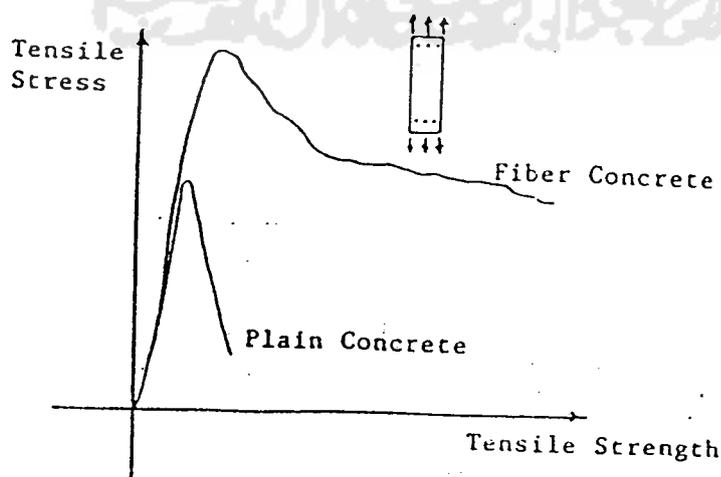
Gambar 1.5. Peningkatan daktilitas pada perilaku joint beton fiber.

b. Ketahanan terhadap beban kejut

Material dasar semen tidak memiliki ketahanan terhadap beban kejut. Peningkatan ketahanan secara menyolok terhadap beban kejut ("impact resistance") diperoleh dengan penambahan fiber ke dalam adukan beton. Keuntungan peningkatan ini sering diterapkan pada perkerasan landasan udara dan struktur-struktur pelindung.

c. Ketahanan terhadap beban tarik dan lentur

Kecilnya kuat tarik merupakan kelemahan utama beton. Kelemahan tersebut dapat diatasi dengan penambahan fiber. Gambar 1.6. memperlihatkan perbandingan diagram tegangan regangan antara beton biasa dengan beton fiber pada pengujian beton. Perbandingan serupa dapat dilihat pada gambar 1.4b untuk pengujian lentur. Pengaruh utama beton fiber terlihat pada peningkatan daktilitas/keliatan bahan. Kuat tarik dan kuat lentur juga diamati untuk meningkatkan penggunaan fiber.



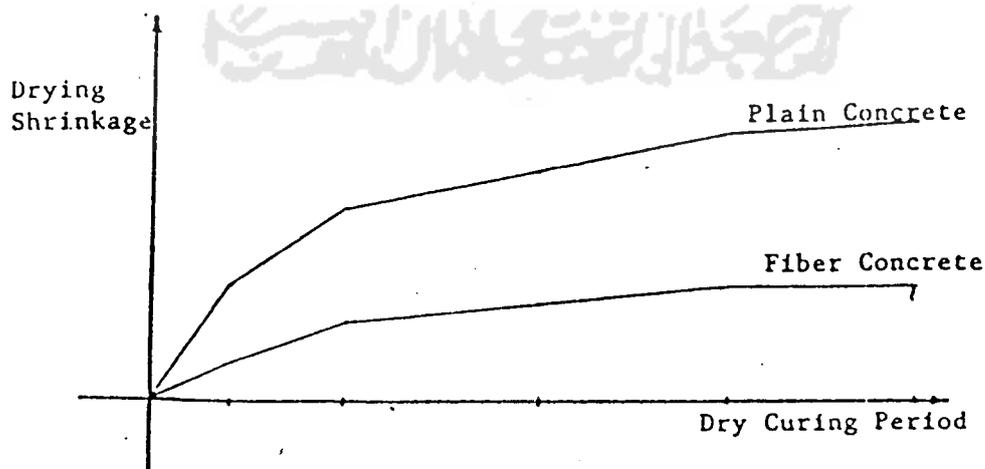
Gambar 1.6. Perilaku bahan akibat beban tarik

d. Ketahanan terhadap kelelahan

Hasil tes menunjukkan bahwa peningkatan kuat lelah sejalan dengan penambahan prosentase fiber. Penambahan fiber juga mengurangi lebarnya retakan dan defleksi yang terjadi dibawah beban lelah. Peningkatan kekuatan terhadap kelelahan pada beton fiber mendorong konstruktor menerapkannya untuk kepentingan perkerasan jalan dan jembatan. Dengan beton fiber, tebal perkerasan jalan dapat dikurangi hingga 50% perkerasan beton konvensional.

e. Ketahanan terhadap pengaruh susutan

Keretakan pada beton dapat di hindari dengan cara pengekangan oleh fiber untuk menghilangkan pengaruh susut pada struktur. Penelitian beton fiber menunjukkan bahwa penambahan fiber dapat mengurangi susut dan retak akibat susut tersebut. Gambar 1.7. menunjukkan perbedaan susut kering antara beton biasa dengan beton fiber.



Gambar 1.7. Susut kering beton biasa dan beton fiber

Akhir-akhir ini penerapan "fiber reinforced concrete" meliputi beberapa sifat struktur. Tabel 1.1. menunjukkan beberapa aplikasi dari "fiber reinforced concrete" serta perbaikan sifat yang diperoleh dengan adanya penambahan fiber tersebut.

Di Indonesia bahan fiber belum banyak dikenal dalam pemakaian untuk bangunan struktur maupun non-struktur, hal ini dikarenakan belum tersedianya bahan fiber di pasaran dan penggunaannya belum memasyarakat, oleh karena itu penggunaan bahan-bahan lokal dapat dimodifikasi menjadi bahan fiber sebagai penelitian awal.

Mengingat penambahan fiber ke dalam adukan beton berakibat mempermahal harga satuan betonnya, maka dicari suatu alternatif, antara lain penggunaan bahan limbah tas plastik sebagai bahan fiber. Alasan pemilihan tas plastik sebagai bahan fiber antara lain :

- a. bahan tersebut murah dan mudah didapat,
- b. sebagai limbah, tas plastik tersebut tidak mudah untuk dimusnahkan,
- c. mencari kemungkinan limbah tas plastik dapat dimanfaatkan untuk kepentingan konstruksi,
- d. membantu mengatasi masalah lingkungan, dalam hal ini masalah limbah plastik.

Diharapkan hasil-hasil yang diperoleh dari penelitian ini dapat dilanjutkan dan dikembangkan sehingga memberikan nilai tambah yang sebesar-besarnya bagi kepentingan konstruksi maupun bagi lingkungan hidup.

Tabel 1.1. Penerapan fiber reinforced concrete

<p style="text-align: center;">IMPROVEMENTS</p> <p style="text-align: center;">APPLICATIONS</p>	Ductility (Energy Absorption)	Dynamic Stiffness and Strength	Impact Resistance	Tensile (Flexural) Strength	Shear Strength	Serviceability (Cracking & Deflec.)	Fatigue Properties	Reduced Size and Weight	Abrasion & Corrosion Resistance	Cavitation Resistance	Multi-Axial Strength	Behavior under High Temperature	Reduced Water Absorption
Seismic-Resistant Structures	•	•		•	•	•	•	•			•		
Airfield and Highway Pavements			•	•	•	•	•	•	•				
Thin Shells				•	•	•	•	•			•		
Frames, Beams, and Flat Slabs	•	•		•	•	•	•	•			•		
Bridge Structures	•	•		•	•	•	•	•			•		
Blast-Resistant Structures	•	•	•	•	•	•	•	•			•		
Water Tanks				•	•	•	•	•			•		
Hydraulic Structures				•	•	•	•	•	•	•	•		
Precast and Prestressed Concrete Structures	•			•	•	•	•	•			•		
High-Strength Concrete and High-Strength Steel	•			•	•	•	•	•			•		
Overlay in Industrial Environments				•	•	•	•	•	•		•		
Refractory Structures				•	•	•	•	•	•		•		
Patching, and Repair with Shotcrete				•	•	•	•	•			•		
Rock Slope Stabilization				•	•	•	•	•	•		•		
Concrete Pipes				•	•	•	•	•	•		•		
Nuclear Reactors	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Mine Tunneling				•	•	•	•	•	•		•		

## 1.2. Batasan Masalah

Ketidakmampuan beton dalam menahan beban tarik merupakan persoalan pokok dan menjadi tantangan bagi para ahli konstruksi untuk memecahkan masalah tersebut. Berbagai penelitian telah dilakukan untuk mendapatkan suatu bahan tambah yang dapat memberikan kekuatan untuk menahan beban tarik.

Salah satu cara yang dipilih untuk meningkatkan tegangan tarik adalah dengan penambahan "fiber" ke dalam adukan beton. Retak-retak kecil yang terjadi diharapkan akan dapat ditahan oleh "fiber", sebelum terjadi retak yang cukup besar karena beban yang bekerja melebihi kapasitas tampangnya, sehingga beton mengalami keruntuhan.

## 1.3. Rumusan Masalah

Pada penelitian ini yang menjadi permasalahan adalah apakah beton fiber plastik mampu menghasilkan daya dukung lentur yang lebih besar dengan tidak menurunkan kekuatan desaknya.

## 1.4. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini disamping untuk mencari alternatif bagi pemecahan masalah limbah plastik, juga dimaksudkan agar limbah plastik tersebut dapat dimanfaatkan bagi kepentingan konstruksi, khususnya beton.

Untuk melihat pengaruh yang ditimbulkan akibat penambahan serat ("fiber") plastik dalam campuran adukan beton serta perilakunya dalam menahan beban dengan kondisi seperti keadaan sesungguhnya, dilakukan pengujian terhadap

sampel balok berukuran  $10 \times 10 \times 40 \text{ cm}^3$  untuk beban lentur dan sampel kubus berukuran  $15 \times 15 \times 15 \text{ cm}^3$  untuk beban desak.

### 1.5. Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan memberi manfaat bagi :

#### 1. Lingkungan Hidup

Dengan diadakannya penelitian ini akan menjadikan banyak orang menyadari, bahwa barang-barang yang dianggap sepele dan hanya menjadikan tambahan masalah pencemaran dapat dimanfaatkan menjadi suatu bahan yang berguna dengan ilmu pengetahuan yang cukup sederhana.

#### 2. Lapangan Kerja

Pada penelitian ini bahan fiber yang digunakan adalah kantong plastik (plastik HDPE) yang banyak digunakan dalam kehidupan sehari-hari. Sehingga apabila kelak bahan tersebut dapat digunakan secara luas, maka kantong-kantong plastik yang biasanya setelah dipakai langsung dibuang, dapat dimanfaatkan bagi kepentingan konstruksi, sehingga suatu saat nanti akan banyak orang yang berprofesi sebagai pengumpul plastik tersebut. Dalam jumlah besar akan memungkinkan didirikannya pabrik pengolahan plastik yang khusus disediakan untuk kebutuhan bahan campuran beton. Dengan demikian diharapkan akan dapat menampung banyak tenaga kerja.

#### 3. Fakultas

Hasil penelitian ini selain sebagai bahan bacaan, juga dapat menjadi suatu langkah awal bagi penelitian selanjutnya, khususnya mengenai beton fiber.

### **1.6. Hipotesa**

Sebagai penuntun kerja dalam penelitian ini adalah : Beton fiber dengan plastik sebagai bahan fiber akan meningkatkan daya lentur dan mengurangi kuat desak beton.

### **1.7. Metode penelitian**

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah membandingkan kuat tegangan desak dan lentur antara sampel beton standar (tanpa serat) dengan beton "fibre" yang memiliki konsentrasi penambahan serat plastik berturut-turut sebesar 1%, 2%, 3%, 4% dan 5% pada umur beton 28 hari untuk uji kuat lentur dan 7 hari untuk kuat desak beton.

