

# PEMANFAATAN SERAT BAMBUNYUNTUK MENINGKATKAN KUAT TEKAN BETON

**A. Junaidi**

Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik  
Universitas Muhammadiyah Palembang

## Abstrak

Beton merupakan salah satu bahan konstruksi pekerjaan sipil yang sangat berperan penting dalam pembangunan seperti gedung, jembatan, bendungan, pelabuhan dan lain-lain. Penelitian beton telah dilakukan sejak lama. Berbagai penelitian mengenai beton, baik materialnya, komposisi, bahan tambahan dan lain-lain telah banyak dilakukan oleh para ahli. Penelitian tersebut terus berlangsung hingga sekarang ini seperti pemakaian serat bambu sebagai bahan tambah pada campuran beton. Tujuan dari semua itu adalah untuk menciptakan beton yang berkualitas baik. Penelitian ini menggunakan benda uji kubus dengan menggunakan 5 variasi yaitu beton pada kondisi normal (0%) dan variasi penambahan serat bambu terhadap kuat tekan beton dari N+2%, N+3%, N+4% dan N+5% terhadap berat semen pada umur 28 hari dan panjang serat bambu  $\pm 4$  cm. Hasil uji kuat tekan beton menyatakan bahwa kuat tekan beton karakteristik yang tertinggi dicapai pada saat penambahan persentase serat bambu sebesar 4% yaitu  $440,505 \text{ kg/cm}^2$ . Penambahan serat bambu sebesar 2%, 3%, dan 5% menghasilkan kuat tekan beton karakteristik secara berturut-turut yaitu  $381,681 \text{ kg/cm}^2$ ,  $419,835 \text{ kg/cm}^2$  dan  $429,637 \text{ kg/cm}^2$ . Penambahan serat bambu sebanyak 4% dapat meningkatkan kuat tekan beton sebesar 20.8% dari beton normal

*Kata kunci : serat bambu, beton, kuat tekan beton*

## PENDAHULUAN

Beton merupakan salah satu bahan konstruksi pekerjaan sipil yang sangat berperan penting dalam pembangunan. Keistimewaan dari beton adalah mudah dibentuk sesuai dengan keinginan, memiliki nilai kuat tekan yang tinggi, memiliki ketahanan dalam jangka panjang dengan perawatan yang sederhana dan relatif murah karena menggunakan bahan dasar dari bahan lokal (Tjokrodinuljo, 1992). Penelitian beton sudah dilakukan sejak lama. Berbagai penelitian mengenai beton, baik materialnya, komposisi, bahan tambahan dan lain-lain telah banyak dilakukan oleh para ahli. Penelitian tersebut terus berlangsung hingga sekarang ini. Tujuan dari semua ini adalah untuk menciptakan beton yang semakin berkualitas baik.

Beton memiliki kekurangan, diantaranya adalah lemah menahan gaya tarik, maka sebagai pengganti penahan gaya tarik digunakan tulangan didalam beton tersebut (Tjokrodinuljo, 1992). Tulangan yang digunakan pada umumnya berupa tulangan baja utama dan sengkang-sengkang pada daerah tertentu yang memerlukannya. Untuk menambah ketahanan terhadap lentur, biasanya orang menambahkan serat-serat sebagai tulangan mikro atau tulangan sekunder yang biasanya disebar secara acak. Banyak mikro atau tulangan sekunder yang biasanya disebar secara acak. Banyak jenis serat yang dapat digunakan diantaranya serat

alami dan serat sintetis, contoh serat alami adalah serat bambu, setat daun pandan, serat ijuk, dan lain-lain, sedangkan serat sintesis antara lain serat baja (*steel*), plastik (*polypropylene*), kaca (*glass*) dan karbon (*carbon*). Penelitian ini menggunakan serat bambu sebagai bahan tambahan yang termasuk dalam jenis serat alami. Serat bambu merupakan salah satu jenis serat alami yang dapat digunakan sebagai campuran beton dan sampai saat ini masih dalam penelitian untuk pembuatan beton struktur dalam jangka waktu yang lama.

Permasalahan dalam penelitian ini adalah seberapa besar persentase penambahan serat bambu tersebut sehingga dihasilkan kuat tekan beton yang optimum. Benda uji yang akan digunakan adalah benda uji kubus dengan menggunakan masing-masing empat variasi yaitu beton pada kondisi normal (0%) dan pengaruh variasi penambahan serat bambu terhadap kuat tekan beton dari 2%, 3% , 4% dan 5% terhadap berat semen. Uji yang dipakai untuk penelitian ini adalah uji tekan dengan dimensi kubus 15 x 15 x 15 cm dengan umur beton 28 hari, panjang serat bambu  $\pm 4$  cm dan karakteristik mutu beton adalah 350 kg/cm<sup>2</sup>. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui sejauh mana pengaruh serta manfaat dari variasi penambahan persentase serat bambu terhadap kuat tekan beton sehingga dihasilkan kuat tekan beton yang paling optimum.

## TINJAUAN PUSTAKA

### Pengertian Beton

Beton dapat diartikan sebagai bahan yang berasal dari campuran bahan-bahan susunan agregat halus dan kasar kemudian diikat dengan semen yang bereaksi dengan air sebagai bahan perekat. Campuran bahan-bahan yang membentuk beton harus ditetapkan sedemikian rupa sehingga menghasilkan beton yang basah yang mudah dikerjakan, memenuhi syarat kekuatan tekan rencana setelah mengeras dan cukup ekonomis. Secara umum komposisi unsur pembentuk beton adalah agregat kasar dan halus berkisar antara 60% - 80%, semen berkisar antara 7% - 15%, udara berkisar antara 1% - 8%, dan air berkisar antara 14% - 21%.

### Sifat-sifat Beton

Beton dalam penggunaannya mempunyai keuntungan dan kerugian. Adapun keuntungan-keuntungan dari penggunaan beton sebagai bahan konstruksi adalah sebagai berikut :

1. Beton mempunyai sifat tekan yang tinggi serta tahan terhadap perkaratan atau pembusukan oleh kondisi lingkungan.
2. Beton segar dengan mudah untuk diangkut dan dicetak dalam bentuk dan ukuran berapapun.
3. Beton segar dapat disemprotkan dipermukaan beton lama yang retak maupun disisihkan dalam beton dalam proses perbaikan.
4. Beton segar dapat dipompa sehingga memungkinkan untuk dituangkan pada tempat-tempat yang sulit.
5. Beton tahan terhadap panas (api) sehingga biaya perawatan termasuk rendah.

Kerugian-kerugian dari penggunaan beton adalah antara lain sebagai berikut :

1. Beton memiliki kekuatan tarik yang rendah sehingga mudah mengalami keretakan. Kelemahan ini dapat diatasi dengan penambahan tulangan baja.
2. Beton segar mengerut saat pengeringan dan beton keras mengembang jika basah sehingga perlu diatasi pada beton yang panjang atau lebar untuk memberikan tempat bagi susut pengerasan dan pengembangan
3. Beton sulit untuk kedap air sempurna.
4. Beton bersifat getas sehingga harus dihitung dan didetail secara seksama agar setelah dikomposisikan dengan baja tulangan menjadi bersifat daktil, terutama pada struktur tahan gempa.

### **Bahan Pembentuk Beton**

Bahan pembentuk beton adalah campuran antara bahan-bahan dasar beton yaitu semen, air, agregat kasar dan agregat halus dengan perbandingan yang baik. Pembentukan ini dilakukan sampai warna tampak rata, kelecakan yang cukup (tidak cair tidak padat) dan tampak campurannya juga homogen. Pemisahan butir-butir seharusnya tidak boleh terjadi selama proses pengadukan. Cara pengadukan dapat dilakukan dengan mesin dan tangan.

### **Semen**

Semen adalah suatu jenis bahan yang memiliki sifat adhesi dan kohesi yang memungkinkan melekatnya fragmen-fragmen mineral menjadi suatu massa yang padat. Berdasarkan sifatnya semen dapat dibagi menjadi dua bagian , yaitu :

1. Semen non hidrolis, yaitu semen yang tidak dapat mengeras dan tidak stabil didalam air. Contohnya gips dan kapur keras.
2. Semen hidrolis, yaitu semen yang dapat mengeras bila dicampur dengan air. Contohnya semen portland.

### **Komposisi Semen**

Ada empat senyawa kimia yang membentuk bahan semen terhadap pengikatan dan pengerasan yang terdiri dari batu kapur atau lime stone (CaO), silika (SiO<sub>2</sub>), alumunium (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), besi oksida (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>). Keempat senyawa tersebut bereaksi satu sama lain didalam klim berbentuk klinker. Klinker mengandung empat senyawa kompleks seperti tercantum pada tabel dibawah ini.

**Tabel 1. Senyawa semen**

<b>Nama senyawa</b>	<b>Rumus kimia</b>	<b>Singkat nama</b>
Tricalcium silicate	3CaO.SiO <sub>2</sub>	C <sub>3</sub> S
Dicalcium silicate	2CaO.SiO <sub>2</sub>	C <sub>2</sub> S
Tricalcium aluminate	3CaO.Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	C <sub>3</sub> A
Tetracium aluminate	4CaO.Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	C <sub>4</sub> AF

Sumber : M.S Shetty, 2002.

**Tabel 2. Komposisi limit semen**

Oksida	Jumlah %
CaO	60 – 67
SiO <sub>2</sub>	17 – 25
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3,0 – 8,0
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,5 – 6,0
MgO	0,1 – 4,0
Alkali (K <sub>2</sub> O + Na <sub>2</sub> O)	0,4 – 1,3
SO <sub>3</sub>	1,3 – 3,0

Sumber : M.S. Shetty, 2002.

Dari keempat senyawa yang terkandung di dalam semen menyebabkan sifat semen setiap senyawa semen memiliki kelakuan masing-masing bila bereaksi dengan air.

#### Klasifikasi Semen

Adanya perbedaan kasar semen mengakibatkan sifat semen, maka semen portland dibagi menjadi beberapa jenis. Sesuai dengan tujuan pemakaiannya, semen portland di Indonesia (S II 001381) dibagi menjadi 5 jenis, yaitu :

1. Semen portland type I : semen portland untuk digunakan umum tanpa syarat khusus.
2. Semen portland type II : semen portland untuk digunakan bila ada gangguan sulfat serta panas hidrasi sedang.
3. Semen portland type III : semen portland yang pengembangan pengerasannya cepat atau perkembangan kekuatan awal tinggi.
4. Semen portland type IV : semen portland untuk penggunaan panas hidrasinya rendah.
5. Semen portland type V : semen portland untuk digunakan bila ada gangguan sulfat tinggi atau semen tahan sulfat.

#### Agregat

Agregat adalah butiran material alami yang berfungsi sebagai bagian bahan pengisi dalam campuran beton. Agregat ini mempunyai kira-kira 75% dari volume beton. Walaupun agregat berfungsi sebagai bahan pengisi akan tetapi sangat berpengaruh terhadap sifat-sifat beton sehingga pemilihan agregat merupakan bagian penting dalam pembuatan beton.

Cara membedakan jenis agregat paling banyak dilakukan ialah dengan didasarkan pada butir-butirnya. Agregat yang mempunyai ukuran butir-butir kecil disebut agregat halus. Sebagai batas antara ukuran butir yang kasar dan yang halus tampaknya belum ada nilai yang pasti, masih berbeda antara satu disiplin ilmu dengan disiplin ilmu yang lainnya dalam bidang teknologi beton nilai batas tersebut umumnya adalah 4,75 mm atau 4,80 mm. Agregat yang butir-butirnya lebih besar dari 4,80 mm disebut agregat kasar dan agregat yang butir-butirnya lebih kecil dari 4,80 mm disebut agregat halus. Secara umum agregat kasar sering disebut sebagai kerikil, keracak, batu pecah, atau *split*, adapun agregat halus disebut pasir. Baik pasir alami yang diperoleh langsung dari sungai, tanah galian maupun dari pecahan batu. Agregat yang butirnya lebih kecil dari 1,20 mm kadang-kadang disebut pasir halus, sedangkan butir-butir yang lebih kecil dari 0,075 mm disebut *silt* dan yang lebih kecil dari 0,02 mm disebut *clay*.

Menurut peraturan SNI dalam praktek agregat umumnya dikelompokkan menjadi tiga kelompok, yaitu :

1. Batu, untuk besar butiran lebih dari 40 mm.
2. Kerikil, untuk butiran antara 5 mm dan 40 mm.
3. Pasir, untuk butiran 0,15 mm dan 5 mm.

#### Agregat Kasar

Agregat kasar berupa kerikil sebagai hasil disintegrasi alami dari batu-batuan atau berupa batu pecah yang diperoleh dari pecahan batu. Umumnya yang dimaksud dengan agregat kasar adalah agregat dengan besar butir lebih dari 5 mm. agregat kasar harys terdiri dari butir-butir yang keras dan tidak berpori. Agregat kasar yang mengandung butir-butir pipih hanya dapat dipakai apabila jumlah butir-butir pipih tersebut tidak melampaui 20% dari berat agregat seluruhnya. Butir-butir agregat kasar harus bersifat kekal, artinya tidak pecah atau hancur oleh pengaruh-pengaruh cuaca, seperti terik matahari dan hujan. Agregat kasar tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 1% (ditentukan terhadap berat kering), yang diartikan dengan lumpur adalah bagian-bagian yang terdapat melalui ayakan 0,063 mm. Apabila kadar lumpur melalui 1%, maka agregat halus harus dicuci. Agregat kasar tidak boleh mengandung zat-zat yang dapat merusak beton seperti zat-zat reaktif alkali.

#### Agregat Halus

Agregat halus untuk beton dapat berupa pasir alam sebagai hasil disintegrasi alami dari batu-batuan atau berupa pasir buatan yang dihasilkan oleh alat-alat pemecah batu. Agregat halus tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 5% (ditetapkan terhadap berat kering), yang diartikan dengan lumpur adalah bagian-bagian yang melalui ayakan 0,063 mm. Apabila kadar lumpur melampaui 5%, maka agregat halus harus dicuci. Agregat halus tidak boleh mengandung bahan-bahan organis terlalu banyak yang harus dibuktikan dengan percobaan warna dari Abrams-Harder (dengan larutan NaOH). Agregat halus yang tidak memenuhi percobaan warna ini dapat juga dipakai, asal kekuatan tekan adukan agregat tersebut pada umur 7 dan 28 hari tidak kurang dari 95% dari kekuatan adukan agregat yang sama. Agregat yang halus harus terdiri dari butir yang beraneka ragam besarnya dan apabila diayak dengan susunan ayakan yang ditentukan harus memenuhi syarat-syarat sebagai berikut :

1. Sisa-sisa ayakan 4 mm, harus minimum 2% berat,
2. Sisa di atas ayakan 1 mm, harus minimum 10% berat,
3. Sisa di atas ayakan 0,25 mm, harus berkisar antara 80% dan 95% berat.

#### *Air*

Sumber-sumber air yang dikenal adalah air laut, air hujan, air permukaan dan air tanah. Air sangat diperlukan dalam pembuatan beton agar menjadi reaksi kimiawi dengan semen, di samping itu juga untuk membasahi agregat dan melumasi campuran agar mudah pengerjaannya. Pada umumnya air minum dapat dipakai untuk campuran beton. Air yang digunakan untuk beton harus bebas dari asam, alkali, minyak atau bahan kimia lainnya. Bila dipakai untuk campuran beton akan sangat menurunkan kekuatannya dan dapat juga mengubah sifat-sifat semen, kecuali bila terbukti bahwa air yang mengandung bahan tersebut diatas setelah diperiksa tidak membahayakan untuk dipakai sebagai campuran.

Air yang berlebihan akan menyebabkan banyaknya gelembung-gelembung setelah proses hidrasi selesai, sedangkan air yang terlalu sedikit akan menyebabkan proses hidrasi tidak seluruhnya selesai. Sebagai akibatnya beton yang harus dipenuhi menurut standar AASHTO-26-72 (*Quality of Water Used in Concrete*) di antaranya :

1. Air asam dengan harga pH kurang dari 3 harus dihindarkan penggunaannya.
2. Air dengan konsentrasi natrium hidrosida (NaOH) > 0,5% dari berat semen dapat mengurangi kekuatan beton.
3. Air limbah yang mengandung > 0,2% zat organik akan mengurangi kekuatan beton.

### **Faktor-faktor yang Mempengaruhi Kuat Tekan Beton**

#### ***Faktor Air – Semen***

Hubungan antara faktor air-semen (fas) dan kuat tekan beton secara umum dapat ditulis dengan rumus yang diusulkan Duff Abrams pada tahun 1919 sebagai berikut :

$$F_c = \frac{A}{B^{1,5 \cdot x}} \quad (1)$$

Dengan :

- F<sub>c</sub> = kuat tekan beton  
 X = fas yang semula dalam proposi (volume)  
 A, B = konstanta

Semakin besar fas semakin rendah kuat tekan betonnya. Walaupun menurut rumus tersebut tampak semakin rendah fas kekuatan beton semakin tinggi, tetapi karena kesulitan pemadatan maka di bawah fas tertentu yaitu sekitar 0,40 (menurut SK-SNI-T-15\_1990-03) kekuatan beton itu malahan lebih rendah karena betonnya kurang padat akibat pemadatannya sulit. Dengan demikian ada suatu nilai fas optimum yang menghasilkan kuat tekan beton maksimum. Dari referensi yang ada dapat kita ketahui bahwa semakin kecil fas, maka makin tinggi nilai kekuatan betonnya. Sebaliknya semakin besar fas, maka makin rendah nilai kekuatan betonnya.

#### ***Umur Beton***

Pada pengujian kuat tekan dipakai benda uji kuat tekan 2 buah atau lebih. Proporsi campuran akan mempengaruhi umur pengujian beton pada beton yang tidak memakai bahan tambahan mineral biasanya umur benda uji sampai 28 hari. Bila pembuatan beton menggunakan bahan tambahan mineral maka akan terjadi reaksi-reaksi sekunder setelah reaksi primer atau hidrasi dan untuk melihat pengaruh dari bahan tambahan mineral itu diperlukan waktu perawatan yang lebih panjang lagi sampai umur 90 hari.

#### ***Sifat-Sifat Agregat***

Beton akan mempunyai kuat tekan yang tinggi jika tersusun dari bahan-bahan lokal yang berkualitas baik. Bahan penyusun beton yang perlu mendapat perhatian adalah agregat, karena agregat mempunyai volume besar dalam beton. Hal-hal yang perlu diperhatikan pada agregat adalah sebagai berikut :

### Jenis agregat

Cara membedakan jenis agregat yang paling banyak dilakukan ialah dengan didasarkan pada ukuran butir-butirnya. Agregat yang mempunyai ukuran butir-butir besar disebut agregat kasar yang ukurannya melebihi 5 mm. Agregat kasar ini dibagi menjadi dua bagian yaitu agregat alami dan agregat buatan, sedangkan agregat yang berbutir kecil disebut agregat halus yang butirannya halus dan menembus ayakan ukuran kurang dari 5 mm. Agregat kasar diperoleh dari sumber daya alam yang telah mengalami pengecilan ukuran secara alamiah (misalnya kerikil) atau dapat pula diperoleh dengan cara memecah batu alam menjadi berukuran butiran yang diinginkan dengan cara meledakkan, memecah, menyaring dan seterusnya. Dari kronologinya agregat alami maupun yang hasil pemecahan, dapat dibagi menjadi beberapa jenis kelompok agregat yang memiliki sifat-sifat yang khusus.

### Bentuk agregat

Agregat alam atau batu pecah dapat mempunyai berbagai bentuk butiran. Ditinjau dari bentuk butiran dapat digolongkan dalam bentuk sebagai berikut :

1. Agregat bulat (dari sungai atau pantai), mempunyai rongga udara minimum 33%. Hal ini berarti mempunyai rasio luas permukaan-volume kecil, sehingga hanya memerlukan pasta semen yang sedikit untuk menghasilkan beton yang baik, namun ikatan antara butir-butirnya kurang kuat sehingga lekatannya lemah, sehingga tidak cocok untuk beton mutu tinggi maupun perkerasan jalan raya,
2. Agregat bulat, sebagian mempunyai rongga lebih tinggi yaitu berkisar antara 35% - 38%. Dengan demikian membutuhkan lebih banyak pasta semen untuk mendapatkan beton segar yang dapat dikerjakan. Ikatan antara butir-butir lebih baik dari pada agregat bulat, namun belum cukup untuk dibuat beton mutu tinggi,
3. Agregat bersudut, mempunyai rongga berkisar antara 38% - 40%. Ikatan antara butir-butirnya baik sehingga membentuk daya lekat yang baik (ingat batu pecah yang dipakai untuk balast jalan kereta api). Pasta semen yang digunakan lebih banyak untuk membuat adukan beton dapat dikerjakan, namun baik untuk beton mutu tinggi maupun lapis perkerasan jalan.
4. Agregat pipih adalah agregat yang ukuran terkecil butirannya kurang dari  $\frac{3}{5}$  ukuran rata-ratanya. Ukuran rata-rata agregat ialah rata-rata ukuran ayakan yang meloloskan dan yang menahan butiran agregat. Jadi, agregat mempunyai ukuran rata-rata 15 mm jika lolos pada lubang ayakan 10 mm. Agregat akan dinamakan pipih jika ukuran terkecil butirannya lebih kecil dari  $\frac{3}{5} \times 15 \text{ mm} = 9 \text{ mm}$ .
5. Agregat memanjang adalah agregat yang ukuran terbesarnya (yang paling panjang) lebih dari  $\frac{9}{5}$  dari ukuran rata-rata. Jika pada agregat di atas, jika ukuran terbesar butirnya lebih dari 27 mm.

### Tekstur permukaan butiran

Tekstur permukaan adalah suatu sifat permukaan yang tergantung pada ukuran apakah permukaan butiran termasuk halus atau kasar, mengkilap atau kusam, dan macam dari bentuk kekasaran permukaan. Umumnya permukaan butiran hanya disebut sebagai kasar, agak kasar, agak licin dan licin. Berdasarkan pada pemeriksaan visual butiran agregat, tekstur permukaan butiran agregat dapat dibedakan menjadi : sangat halus (*glassy*), halus, granuler, kasar, berkilat (*crystalline*), berpori dan berlubang-lubang. Ukuran tekstur

permukaan secara numerik, misalnya seperti yang dipakai dalam logam, belum dipakai dalam agregat.

Tekstur permukaan tergantung pada kekerasan, ukuran molekul, tekstur buatan, dan juga tergantung pada besar gaya yang bekerja pada permukaan yang telah membuat licin atau kasar permukaan tersebut. Bahan agregat yang keras, padat, berbutir kecil-kecil umumnya menjadikan permukaan butiran agregat bertekstur halus. Butir-butir dengan tekstur permukaan yang licin membutuhkan air lebih sedikit dari pada butir-butir yang bertekstur permukaan kasar. Di lain pihak hasil-hasil penelitian menunjukkan bahwa jenis tertentu dari agregat kasar, kekasaran menambah kekuatan tarik maupun kekuatan lentur beton, oleh karena itu menambah gesekan antara pasta semen dan permukaan butir-butir agregat.

#### Gradasi agregat

Gradasi agregat ialah distribusi ukuran butiran dari agregat. Bila butir-butir agregat mempunyai ukuran yang sama (seragam) volume pori akan besar, sebaliknya bila ukuran butir-butirnya bervariasi akan terjadi volume pori yang kecil. Hal ini karena butiran yang kecil mengisi pori diantara butiran yang lebih besar, sehingga pori-porinya menjadi sedikit, dengan kata lain kemampatannya tinggi. Agregat untuk pembuatan mortar atau beton diinginkan suatu butiran yang kemampatannya tinggi, karena volume porinya sedikit, dan ini berarti hanya membutuhkan bahan ikat sedikit saja (bahan ikat mengisi pori antara butir-butir agregat, bila volume pori sedikit berarti bahan ikat sedikit pula). Pernyataan gradasi dipakai nilai persentase dari berat butiran yang tertinggal atau terlewatkan didalam suatu susunan ayakan. Susunan ayakan ini ialah ayakan dengan lubang : 76 mm, 38 mm, 19 mm, 9,6 mm, 4,80 mm, 2,40 mm, 1,20 mm, 0,60 mm, 0,30 mm, dan 0,15 mm.

Agradasi agregat terutama agregat halus sangat penting penanganannya dalam membuat beton yang bermutu, karena gradasi sangat berpengaruh terhadap sifat beton, antara lain :

1. Terhadap beton segar
  - mempengaruhi kelecakan (*workability*),
  - mempengaruhi sifat kohesif atau gaya lekat,
  - mempengaruhi jumlah air dan semen yang diperlukan untuk suatu campuran beton,
  - mempengaruhi pengecoran beton dan pematatan,
  - mempengaruhi finishing atau permukaan,
  - kontrol terhadap segregasi datar pemisahan butir dan bleeding atau terpisahnya air permukaan beton.
2. Terhadap beton keras

Tujuan penggunaan agregat kasar dalam membuat beton adalah untuk menghemat biaya dan mengurangi penyusutan, apabila agregat berkualitas tinggi, maka akan menambah kekuatan untuk menahan beban, goresan dan cuaca. Bila beton segar sukar dipadatkan, terjadi segregasi dan bleeding, menghasilkan beton keras yang tidak kedap air, tidak merata dan terdapat banyak rongga atau cacat yang tentu saja mempengaruhi ketahanan dan kekuatan beton. Sangat penting untuk menjaga gradasi agregat selalu konstan agar diperoleh kelecakan (*workability*) dan sifat beton segar yang konstan pula,

#### Jumlah Semen

Pada jumlah kandungan agregat yang normal, pengaruh jumlah volume agregat per kubik beton sebenarnya hanya kecil saja. Beton dengan kandungan semen lebih sedikit mempunyai

kekuatan lebih tinggi. Hal ini karena kalau jumlah semen sedikit maka jumlah air yang digunakan sedikit, ini berarti kandungan pori lebih sedikit dari pada beton dengan kandungan semen lebih banyak. Perlu diketahui bahwa bila faktor air semen sama dan kandungan semen lebih sedikit maka akan terjadi adukan yang lebih kental (nilai slump lebih rendah) sehingga pematatannya akan lebih sulit dari yang biasanya.

### **Pengaruh Serat terhadap Kuat Tekan Beton**

Pemakaian beton sebagai bahan bangunan teknik sipil telah lama dikenal karena beton mempunyai kelebihan dalam mendukung tegangan desak, mudah dibentuk sesuai dengan kebutuhan dan perawatannya mudah. Meskipun demikian bahan tersebut mempunyai keterbatasan dalam penggunaannya karena sifatnya yang getas (*brittle*) dan kuat tariknya yang sangat rendah. Sifat getas alami beton dapat menyebabkan keruntuhan seketika, setelah terjadi formasi keretakan. Pada pekerjaan konstruksi di lapangan sifat-sifat beton yang kurang baik tersebut diperbaiki dengan penambahan serat berupa serat baja (*steel*), plastik (*polypropylene*), kaca (*glass*) dan karbon (*carbon*) atau bisa juga dengan serat alami yang berupa serat bambu, serta daun pandan, serat ijuk dan serat rami. Menurut Tjokrodinulyo (1992) beton serat sering dipakai pada :

1. Lapisan perkerasan jalan dan lapangan udara, untuk mengurangi retak dan ketebalan
2. *Spill way* pada dam, untuk mengurangi kerusakan akibat adanya gravitasi
3. Bagian beton yang tipis agar tidak mudah retak.

Serat pada umumnya berupa batang dengan diameter antara 5 sampai 500  $\mu\text{m}$  (mikrometer) dan panjang sekitar 25 mm, dalam hal ini serat dapat dianggap sebagai agregat yang bentuknya setitiga tidak bulat. Adanya serat mengakibatkan berkurangnya sifat kemudahan dikerjakan dan mempersulit terjadinya segregasi. Segregasi merupakan pemisahan agregat kasar dari campuran beton segar. Jika serat yang dipakai modulus elastisitas lebih tinggi daripada beton, misalnya kawat baja, maka beton serat itu bersifat lebih tahan benturan dan lenturan. Adapun jika modulus elastisitasnya lebih rendah, misalnya rami sering atau plastik, hanya membuat beton lebih tahan benturan daripada beton biasa, maka sering dipakai pada bangunan hidrolik, landasan peawat udara, jalan raya dan lantai jembatan. Selanjutnya menurut Soroushian & Bayasi (1987), beton serat mempunyai kelebihan dari beton tanpa serat dalam beberapa sifat strukturnya antara lain :

1. Keliatan (*ductility*)
2. Ketahanan terhadap beban kejut (*impact resistance*)
3. Kuat tarik dan kuat lentur (*tensile and flexural strength*)
4. Ketahanan terhadap kelelahan (*fatigue life*)
5. Ketahanan terhadap pengaruh susutan (*shrinkage*)
6. Ketahanan terhadap keausan (*abrasion*)

Swammy dan Al-Noori (1974) dalam penelitiannya menggunakan *steel fibers* dengan orientasi random, menghasilkan peningkatan kuat lentur beton sekitar dua sampai tiga kali lipat dari kuat lentur beton tanpa serat. Sudarmoko (1998) juga berhasil meningkatkan kuat lentur beton sampai dua kali lipat dengan penambahan *plain steel fibers* (PSF) 1,5% pada beton. Peningkatan kuat lentur tersebut menjadi lebih tinggi lagi dengan menggunakan *duofrom steel fibers* (DSF). Kehadiran serat beton menunjukkan bahwa keruntuhan akan terjadi secara perlahan-lahan dan sifat beton menjadi lebih liat (*ductile*) Menurut Suhendro, ada beberapa hal yang perlu mendapat perhatian khusus pada beton serat ini :

1. Masalah *fiber dispersion* atau teknik pencampuran adukan, agar fiber yang ditambahkan dapat tersebar merata dengan orientasi yang random dalam beton. Secara umum dapat dijelaskan, dengan memodifikasi proposi adukan, misalnya dengan menambahkan *superplasticizer* ataupun dengan memperkecil diameter maksimum sgregat dan memodifikasi teknik pencampuran adukan (*mixing technique*)
2. Masalah kelecakan (*workability*) adukan. Nilai kelecakan adukan dengan sendirinya akan menurun seiring makin banyaknya persentase fiber yang ditambahkan dan makin besarnya rasio kelangsungan fiber (panjang/diameter fiber).

### ***Serat Alami***

Serat alami yang digunakan antara lain adalah serat bambu, serat daun pandan, serat ijuk dan serat rami. Serat ijuk memiliki beberapa kelebihan yang dapat digunakan sebagai tulangan sekunder, diantaranya adalah memiliki sifat yang liat dan lentur, tahan terhadap asam dan garam, mudah didapat dan murah harganya serta mempunyai umur yang relatif lama.

### ***Serat Sintetis***

Dinegara-negara maju penggunaan serat adalah umum, sebagai penguat untuk struktur-struktur yang ringan, seperti mortar dan untuk struktur yang mendapat serangan terhadap serangan-serangan alkali. Beberapa macam serat telah dicoba untuk digunakan sesuai dengan pemanfaatannya. Serat-serat yang digunakan dapat diklasifikasikan sebagai berikut :

#### ***1. Serat metal atau *metallic fibers****

Serat metal terdiri dari serat baja atau serat baja tahan karat. Serat baja (*steel fiber*) telah berarti penting dalam pertambahan sifat-sifat dan kekuatan beton normal, dibandingkan dengan jenis serat yang lain. Kekuatan tersebut mencakup tegangan (*tension*), tekanan (*compression*) lentur (*bending*), puntir (*torsion*), dan ketahanan terhadap kombinasi pembebanan. Menurut Thomas W. Brockenbrough dan Donal N. Petterson, serat baja mempunyai diameter 0,40 mm dan panjang 30 mm (Sudarmoko, 1998). Berdasarkan hasil percobaan, pemakaian serat baja ini banyak manfaatnya antara lain :

- Menaikan kokoh tekan, makin besar persentase serat baja yang dipakai makin tinggi pula besarnya kokoh tekan (dalam percobaan tersebut memakai persentase serat baja 1% sampai dengan 3% volume tekan).
- Mengecilkan nilai sudut mortar atau beton, semakin besar jumlah serat baja yang dipakai semakin kecil nilai sudutnya.
- Menaikan tegangan tarik, semakin besar persentase serat maka semakin tinggi tegangan tariknya.
- Mempermudah kelecakan.
- Menaikan tetangan lentur mortar, semakin besar persentase serat maka semakin tinggi tegangan lenturnya.

#### ***2. Serat polimer atau *polymeric fibers****

Serat polimerik yang biasa digunakan adalah *acrylic, aramid, carbon, nilon, polyster*, serat kaca tahan alkali atau *alkali resistant glass fibers, fibers mech* dan *polypropylene*. *Polyster fiber* digunakan karena kelebihannya, selain sebagai penguat juga merupakan bahan yang tahan terhadap korosi. Serat ini bisa menaikan tegangan lentur dengan koefisien 1,3 dan bisa menaikan kokoh tekan sebesar 33% dengan persentase serat optimum. Serat ini memakai variasi panjang antara 25,4 mm, 38,3 mm dan 50,8 mm

sedangkan hasil yang efektif ialah untuk  $l = 38,1$  mm. selain hal tersebut diatas persentase juga bervariasi dari 5%, 7%, sampai dengan 9%. Sedang hasil optimum untuk pembebanan adalah untuk persentase 7%.

Menurut Thomas W. Brockenbrough dan Donal N. Petterson serat nilon mempunyai panjang 12,7 mm dengan diameter perbelend ( $\pm 3$  mm) terdiri dari 1600 serat, jadi serat nilon ini sangat halus. Percobaannya menyebutkan bahwa pemakaian serat nilon ini bisa mereduksi nilai sudut dari mortar (Sudarmoko, 1998).

Serat kaca dipakai sebagai struktur penguat yang tahan terhadap unsur-unsur alkali. Menurut percobaan J.L.K. Ho dan R.T. Wood Hams bisa menaikkan kekuatan lentur beton dengan koefisien 3,5 serta juga menaikkan kokoh tekan 50%, pemotongan serat dibuat panjang 5 cm. ada beberapa tipe serat kaca dimana masing-masing mempunyai kelebihan tersendiri antara lain AR-GFRC (*glass fibers* yang tahan terhadap alkali) dan (P) GFRC yang mempunyai sistem terdiri dari E glass (Sudarmoko, 1998). Menurut J. Bijen, pemakaian serat kaca tipe AR- GFRC lebih menguntungkan dari pada tipe (P) GFRC untuk menaikkan ultimate tegangan tarik (*tensile stress*), kekuatan lentur dan kekuatan minimum akibat beban kejut (*impact strenght*) namun demikian pemakaian penguat dari AR-GFRC kadang-kadang menunjukkan kelemahan-kelemahan (Sudarmoko, 1998)

*Carbon fibers* memiliki kekuatan tarik yang sangat tinggi 2110 N/mm<sup>2</sup> sampai 2815 N/mm<sup>2</sup>. Manfaat lain dari serat karbon adalah untuk struktur seperti pakaian, panel-panel dan plat akan menjanjikan dimasa yang akan datang. Serat karbon juga memiliki kelemahan, karena mempunyai diameter yang sangat kecil ( $\pm 0,02$  mm), sehingga mempersulit proses pencampuran agar tersebar merata dalam adukan beton, seperti penelitian yang telah dilakukan oleh Ohama dkk (Sudarmoko, 1998)

## METODOLOGI

### Serat Bambu

Serat bambu yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh dari daerah 26 Ilir dan pengrajin layang-layang di Kelurahan Tangga Buntung. Jenis bambu yang digunakan adalah bambu betung dengan umur bambu  $\pm 5$  tahun. Sebelum serat bambu dicampurkan pada campuran beton, terlebih dahulu digunting dengan ukuran  $\pm 4$  cm kemudian dipisahkan atau disebar secara acak lalu dicampurkan kedalam adukan beton.



**Gambar 1. Serat bambu**

### **Pembuatan Benda Uji**

Penelitian ini menggunakan 5 variasi, yaitu kondisi beton normal, beton ditambah serat bambu sebanyak 2 % dari berat semen, beton normal ditambah serat bambu sebanyak 3 %, beton normal ditambah serat bambu sebanyak 4 % dan beton normal ditambah serat bambu sebanyak 5 %. Masing masing kondisi dibuat benda uji kubus sebanyak 5 buah dan pengujian kuat tekannya dilakukan setelah beton berumur 28 hari dengan mutu beton K 350 kg/cm<sup>2</sup>.

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

### **Hasil Pengujian**

Setelah dilakukan uji tekan beton terhadap benda uji, baik itu dari berat maupun kuat tekan, dapat dihitung hasil kuat tekan tersebut yang dibagi berdasarkan persentase berat serat bambu. Di bawah ini adalah hasil perhitungan uji kuat tekan yang dilaksanakan di Laboratorium Beton FT UMP terhadap benda uji yang dibuat berdasarkan 5 variasi yaitu, beton normal, N +2% serat bambu, N + 3% serat bambu, N + 4% serat bambu dan N + 5% serat bambu. Masing masing kondisi dibuat 5 buah benda uji. Pengujian kuat tekan beton dilakukan pada saat beton berumur 28 hari, dan hasilnya dapat dilihat pada tabel berikut ini :

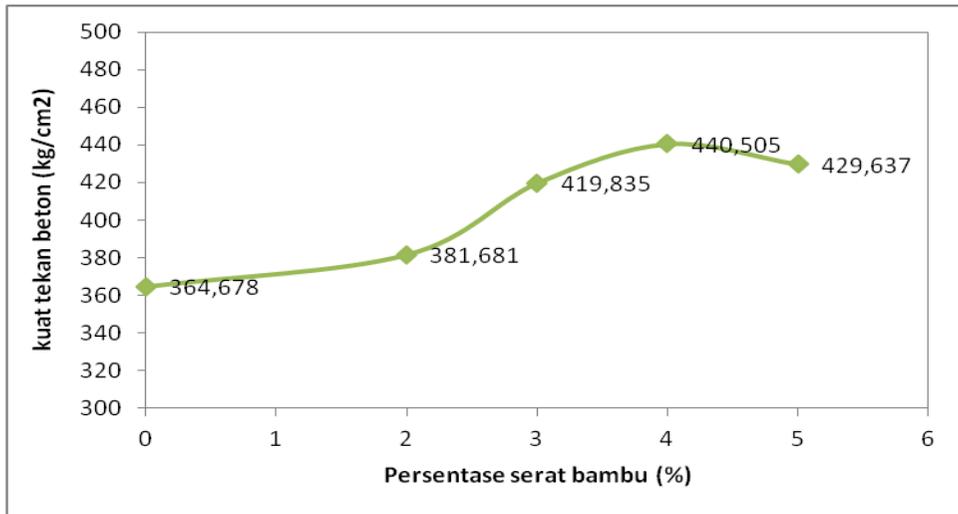
**Tabel 3. Kuat tekan beton karakteristik pada umur 28 hari**

Kondisi	Umur (hari)	Berat (kg)	Beban		Luas	Kuat tekan (kg/cm <sup>2</sup> )	Kuat tekan rata-rata (kg/cm <sup>2</sup> )	Standar deviasi	Kuat tekan karakteristik
			Ton	Kg					
Normal	28	8,225	835	85.086,5	225	378,162	371,822	4,356	364,678
	28	8,280	825	84.067,5	225	373,633			
	28	8,330	810	82.239,0	225	366,840			
	28	8,265	815	83.048,5	225	369,840			
	28	8,335	820	83.558,0	225	371,369			
N + 2%	28	8,550	850	86.615,0	225	364,955	385,861	2,546	381,681
	28	8,575	860	87.634,0	225	389,464			
	28	8,440	850	86.615,0	225	384,955			
	28	8,455	855	87.124,5	225	387,220			
	28	8,480	845	86.105,5	225	382,691			
N + 3%	28	8,360	880	99.864,0	225	443,840	441,150	12,997	419,835
	28	8,365	1010	102.919,0	225	457,410			
	28	8,420	1000	101.900,0	225	425,889			
	28	8,085	990	100.881,0	225	446,360			
	28	8,570	950	96.805,0	225	430,244			
N + 4%	28	8,480	1020	103.938,0	225	461,947	460,704	11,292	440,505
	28	8,495	1100	112.090,0	225	478,173			
	28	8,450	1120	114.128,0	225	477,236			
	28	8,415	1000	101.900,0	225	452,889			
	28	8,380	1045	106.485,5	225	473,269			
N + 5%	28	8,300	960	97.824,0	225	434,773	433,867	2,579	429,637
	28	8,365	955	97.314,5	225	432,509			
	28	8,310	965	98.333,5	225	437,038			
	28	8,525	960	97.824,0	225	434,773			
	28	8,395	950	96.905,0	225	430,244			

Sumber : Hasil penelitian di Laboratorium Beton FT.UMP

Dari tabel diatas dapat dilihat bahwa terjadi peningkatan kondisi beton normal dengan penambahan serat bambu dari beton normal. Peningkatan kuat tekan beton yang terjadi sebanding dengan penambahan persentase serat bambu. Dari penelitian yang dilakukan dapat diketahui bahwa penambahan serat bambu sebesar 4% dapat menghasilkan nilai kuat tekan yang optimum, yaitu sebesar 440,505 kg/cm<sup>2</sup>, tetapi penambahan serat bambu lebih dari 4% dapat menyebabkan penurunan kuat tekan dari nilai optimum .

Peningkatan kuat tekan yang terjadi disebabkan oleh karena serat bambu yang dicampurkan pada adukan beton normal dapat membantu daya tarik beton sehingga beton tersebut tidak pecah pada saat menahan beban lebih besar dari beton normal. Kondisi penambahan 4% adalah yang paling ideal pada campuran beton karena serat bambu masih dapat tersebar secara merata dan sempurna pada adukan campuran beton. Pada penambahan serat bambu melebihi 4 % terjadi penggumpalan serat bambu pada campuran beton normal. Artinya serat bambu sudah tidak lagi tersebar secara merata dan sempurna di dalam campuran beton bahkan terjadi penggumpalan serat bambu. Penggumpalan serat bambu tersebut menghalangi campuran beton untuk masuk di celah-celah serat. Hal ini menjadikan gumpalan serat bambu terbungkus oleh campuran beton sehingga pada saat benda uji beton tersebut ditekan akan cepat hancur. Pengaruh penambahan serat bambu terhadap kuat tekan beton dapat dilihat pada grafik berikut ini :



**Gambar 2. Grafik hubungan kuat tekan beton dan persentase serat bambu pada umur 28 hari**

## SIMPULAN

Hasil penelitian uji kuat tekan karakteristik beton dengan variasi penambahan serat bambu memberikan kesimpulan bahwa hasil kuat tekan beton karakteristik beton pada beton normal adalah 364,678 kg/cm<sup>2</sup>, penambahan serat bambu 2% sebesar 381,681 kg/cm<sup>2</sup>, untuk penambahan serat bambu 3%, 4% dan 5% secara berturut-turut kuat tekan karakteristiknya adalah 419,835 kg/cm<sup>2</sup>, 440,505 kg/cm<sup>2</sup> dan 429,637 kg/cm<sup>2</sup>. Kenaikan kuat tekan optimum didapat dari hasil persentase penambahan serat bambu sebesar 4% yaitu 440,505 kg/cm<sup>2</sup>. Peningkatannya mencapai 20,8% dibandingkan dengan kenaikan kuat tekan beton tanpa serat atau kondisi normal. Semakin tinggi persentase penambahan serat bambu pada campuran beton ternyata dapat menurunkan kuat tekan beton. Hal ini disebabkan konsentrasi peningkatan agregat oleh semen terganggu oleh penambahan serat bambu yang diperkirakan mengalami penggumpalan. Beton serat bambu ini mampu menahan atau mencegah keretakan awal pada saat pembebanan terjadi. Hasil uji *slump* dapat disimpulkan bahwa semakin besar penambahan serat bambu terhadap beton, maka penurunan *slump* semakin kecil.

## SARAN

Sebaiknya dilakukan penelitian lebih lanjut dengan penambahan serat bambu lebih dari 5% agar didapatkan data yang lebih akurat. Saat melakukan pengecoran hendaknya agregat yang dipakai memiliki mutu yang baik dan ukuran yang sama supaya tidak mempengaruhi hasil uji coba. Sebaiknya dalam percobaan penggunaan serat bambu ini, dilakukan juga uji kuat lentur karena serat bambu dapat menjadi tulangan sekunder yang dapat mencegah keretakan awal dari beton akibat beban yang dipikul.

**DAFTAR PUSTAKA.**

- Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah Badan Penelitian dan Pengembangan. 2002. *Metode, Spesifikasi dan Tata cara*. Jakarta.
- Direktorat Jenderal Bina Marga Departemen Pekerjaan Umum. 1990. *Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal SK SNI T-15-1990-03*. Bandung.
- Direktorat Jendral Cipta Karya Departemen Pekerjaan Umum. 1971. *Peraturan Beton Bertulang Indonesia (PBBI) N.1-2*
- M.S. Shetty. 2002. *Concrete Technology Theory and Practice*.
- Mulyono. T.. 2003. *Teknologi Beton*. Andi Ofset, Yogyakarta.
- Nugraha, P dan Antoni. 2007. *Teknologi Beton*. Penerbit Andi, Yogyakarta
- Souroshian & Bayasi. 1987. *Fibre Reinforced Concrete Design and Application*. Seminar Proceeding Composite and Structure Centre. Michigan State University. Michigan
- Sudarmoko. 1998. *Kuat Lentur Beton Serat Bendrat dengan Model Skala Penuh*. PAU Ilmu Teknik. UGM. Yogyakarta.
- Suhendro, B. 1991. *Pengaruh Fiber Kawat pada Sifat-Sifat Beton dan Beton Bertulang*. PAU Ilmu Teknik UGM. Yogyakarta.
- Sumekto, W dan Rahmadiyanto, C. 2001. *Teknologi Beton*. Kanisius. Jakarta.
- Swamy, RN and Al-Noori, K. 1974. *Bond Strength of Steel Fibre Reinforced Concrete*. Concrete Journal. Proceeding V.8 No.8 pp 36-37.
- Tjokrodimulyo. K. 1992. *Teknologi Beton*. Teknik Sipil dan Lingkungan UGM, Yogyakarta.