

## STUDI TINGKAT PERMEABILITAS BETON SERAT BAJA BENRAT

Atur P.N. Siregar \*

### Abstract

*Beton fiber using steel benrat which is waste material from any construction industries as well as other industries, is lack of exploited. Used of steel benrat fiber in concrete will decrease quality of concrete durability, which is its permeability. In this research, concrete was adding by free form steel benrat fiber, 20-40-60 l/d ratio and 1% up to 4% of volume concrete. Concrete's permeability was Increasing significantly by raising l/d ratio as well as volume of steel fiber. Permeability of concrete increase more than 5% each raise 1% volume of steel fiber with 20 l/d ratio and more than 100% if raising 1% volume of steel fiber with 40 l/d ratio. Moreover increasing every 1% of steel fiber with 60 l/d ratio will lift up the concrete permeability more than 200%. On the other hand, quality of fresh concrete workability decline slightly.*

**Key word:** fiber concrete, steel benrat fiber, concrete permeability

### Abstrak

Beton serat yang memanfaatkan baja benrat yang merupakan limbah industri konstruksi maupun industri lainnya masih belum banyak dimanfaatkan. Penggunaan serat baja benrat akan berdampak pada penurunan kualitas keliatan betonnya yang termasuk diantaranya adalah permeabilitas beton. Beton serat baja benrat dalam penelitian ini menggunakan bentuk bebas dengan ratio l/d dari 20, 40 dan 60 serta volume penggunaan antara 1% hingga 4% dari volume beton yang digunakan. Kualitas permeabilitas beton akan meningkat secara signifikan dengan setiap penambahan ratio l/d dan volume serat baja benratnya bahwa peningkatan nilai permeabilitas akan lebih dari 5% setiap 1% penambahan serat baja dengan panjang ratio l/d= 20, dan untuk setiap 1% penambahan serat baja dengan ratio l/d = 40 akan bertambah nilai permeabilitasnya lebih dari 100%, sedangkan untuk setiap 1% penambahan serat baja dengan ratio l/d=60 akan bertambah nilai permeabilitasnya lebih dari 200%. Demikian juga terjadi penurunan kualitasa workabilitas dari beton segar yang dihasilkan.

**Kata kunci:** beton serat, serat baja benrat, permeabilitas beton

### 1. Pendahuluan

Beton serat telah digunakan sejak dahulu kala dengan menggunakan rambut kuda untuk memperkuat pasta cement dan jerami yang digunakan untuk memperkuat batubata (Gani, M. S. J., 1997).

Pada kemajuan berikutnya teknologi beton ini berkembang kearah perkuatan terhadap Portland Cement dengan menggunakan bahan-bahan lain seperti bahan polmersisasi yang menyerupai baja sehingga muncul teknologi beton berupa *steel fiber*

*concrete* seperti *Harex*, *Kurganstalmost* dan *Twintec*.

*Steel fiber concrete* adalah sejenis beton yang menggunakan potongan-potongan serat baja yang terdistribusi pada beton. Beton ini dapat dikategorikan sebagai beton komposit yang terdiri dari agregat, pasir, serat baja dan semen sebagai bahan pengikat elemen-elemen yang ada pada beton (Kurganstalmost, 2002).

Penambahan serat ke dalam asukan beton diharapkan akan dapat mencegah terjadinya retak-retak yang terlalu dini, baik akibat dari panas hidrasi

---

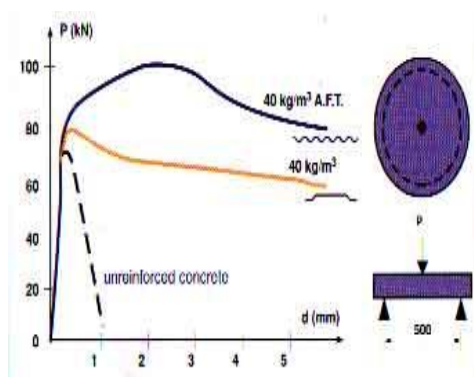
\* Staf Pengajar Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Tadulako, Palu

maupun akibat pembebanan (Soroushina dan Bayashi, 1987) Oleh karena penambahan serat berupa *steel fiber* dari potongan benrat akan mengalami kecenderungan beton menjadi lebih porous sehingga nilai permeabilitasnya akan meningkat.

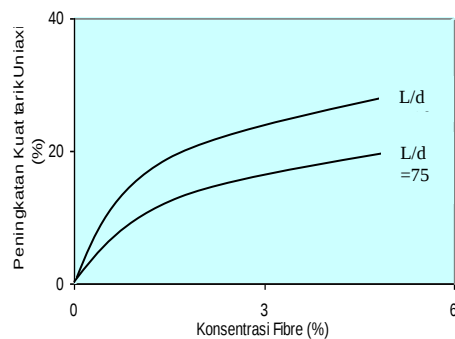
## 2. Pengaruh *Steel Fiber* terhadap Sifat Dasar Beton

### 2.1 Kuat tarik, Kuat Kejut dan Rengangan Beton

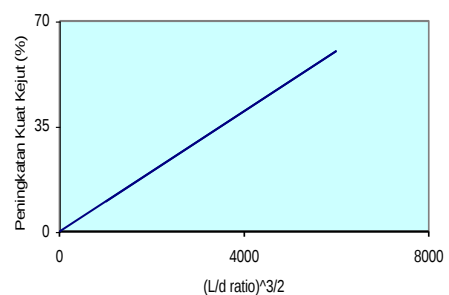
*Steel fiber* pada umumnya terbuat dari kawat yang terbuat dengan pemanasan rendah (*cold-drawn wire*) dengan diameter sekitar 50 sampai 250  $\mu\text{m}$  dan panjang 30 sampai 50 mm. Jumlah atau konsentrasi dari *steel fiber* yang akan ditambahkan pada adukan beton sangat tergantung pada ratio dari diameter dan panjangnya ( $l/d$ ). Pada Gambar 1, 2 dan 3 terlihat dengan jelas bahwa dengan bertambahnya jumlah/konsentrasi dari *steel fiber* maka berpengaruh terhadap peningkatan kuat tarik (*tensile strength*), kuat kejut/tingkat ketiatarannya (*toughness strength*) dan regangan (*strain*) betonnya. Demikian pula dengan semakin tinggi ratio  $l/d$  maka terjadi peningkatan terhadap kuat tarik dan ketiataran betonnya.



Gambar 1. Regangan *steel fiber* concrete (Twintec, 2002)



Gambar 2. Pengaruh konsentrasi serat dan ratio  $l/d$  terhadap Kuat Tarik (*tensile strength*) Beton (Beaudoin, 1990)



Gambar 3. Pengaruh ratio  $l/d$  pada serta terhadap Ketiatan (*toughness*) Beton (Beaudoin, 1990)

### 2.2 Permeabilitas beton

Beton akan memiliki kuat tekan tinggi jika terbentuk dari bahan-bahan yang berkuatitas baik dan membentuk suatu massa yang kuat dan kokoh serta pori-pori yang terbentuk sekecil mungkin. Struktur bangunan terbuat dari beton akan sangat mempertimbangkan ketiataran (*durability*) yang layak sehingga mampu bertahan terhadap jangka waktu yang layak. Scherer (1987) menyatakan bahwa parameter yang paling penting dan berpengaruh terhadap porositas adalah umur, mineralogy (kandungan butiran kuarsa) dan sortasi.

Ketiataran beton dapat ditentukan dari seberapa mudahnya

beton tersebut dapat diintrusi oleh cairan atau gas kedalam beton yang telah mengeras. Pergerakan cairan dan gas tersebut dapat terjadi karena aliran, difusi dan absorpsi. Adapun nilai keliatan beton tersebut dapat terlihat dari permeabilitas beton yang telah keras (Technical Report ACT, 2002). Dengan demikian keliatan beton dapat tercermin dari nilai koefisien permeability dari beton tersebut.

### 3. Metode Eksperimen

#### 3.1 Benda Uji dan Pengujian Dasar

Material dasar penyusun benda uji yang dipakai dalam penelitian ini berupa semen portland tipe I, agregat kasar, agregat halus, dan air telah mengalami pengujian untuk memenuhi standar sesuai SK SNI T-1990-03 sehingga material dasar tersebut layak untuk digunakan sebagai bahan penyusun beton.

Proporsi campuran beton per  $m^3$  yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut : (a) Semen

Portland Normal seberat 345,45 kg. (b) Agregat Kasar seberat 1066,93 kg. (c) Agregat Halus seberat 772,61 kg. (d) Air seberat 190 kg. Benda uji yang dipakai dalam penelitian ini yang dilakukan variasi antara panjang serta prosentase besar serta dapat dilihat pada table 1.

Benda uji yang digunakan menggunakan dimensi silinder dengan ukuran diameter 150 mm dan tinggi 300 mm. Setiap pembuatan benda uji dilakukan dengan pengecoran sebanyak 3 layer dengan dilakukan pemadatan menggunakan alat getar dengan komposisi getaran: layer pertama digetarkan selama 3 detik, layer kedua digetarkan selama 5 detik dan layer ketiga selama 5 detik. Setelah setelah pengecoran dilakukan maka benda uji mengalami perawatan (*curing*) selama 28 hari untuk kemudian dilakukan uji. Adapun uji yang dilakukan dalam penelitian ini dapat terlihat pada Tabel 2.

Tabel 1. Variasi Penambahan dan Panjang Serat Baja

| No | Prosentase Serat (%) | Panjang Serat (mm) | Jumlah Benda Uji (bh) |
|----|----------------------|--------------------|-----------------------|
| 1  | 0                    | 0                  | 3                     |
| 2  | 1                    | 20                 | 3                     |
|    |                      | 40                 | 3                     |
|    |                      | 60                 | 3                     |
| 3  | 2                    | 20                 | 3                     |
|    |                      | 40                 | 3                     |
|    |                      | 60                 | 3                     |
| 4  | 3                    | 20                 | 3                     |
|    |                      | 40                 | 3                     |
|    |                      | 60                 | 3                     |
| 5  | 4                    | 20                 | 3                     |
|    |                      | 40                 | 3                     |
|    |                      | 60                 | 3                     |

Tabel 2. Pengujian pada Sampel

| Test        |              | Parameter | Standar          |
|-------------|--------------|-----------|------------------|
| Beton Segar | Slump        | -         | SK SNI T-1990-03 |
| Beton Keras | Permeability | k         | ASTM 143-90a     |

### 3.2 Water Permeability Test

Setelah dilakukan curing selama 28 hari kemudian benda uji di lap sehingga dalam kondisi SSD serta penampang benda uji pada bagian atas dan bawah dikasarkan dengan diameter 10 cm. Benda uji tersebut kemudian lapisi dengan aspal pada sekelilingnya dan dimasukan ke dalam alat uji water permeability.

Pemberian tekanan yang seragam dilakukan pada semua benda uji yaitu 7 bar selama 24 jam. Perhitungan untuk menentukan tingkat permeabilitas dari benda uji dapat dilakukan dengan menggunakan asumsi bahwa air yang masuk pada system alat uji tersebut adalah kontinu dan laminar sehingga Hukum Darcy dapat digunakan (Aldea, 1999). Oleh karena air yang mengalir adalah kontinu maka jumlah air yang keluar dari pipet outputnya dapat dihitung sebagai berikut :

$$dV = A' \cdot (dh/dt)$$

dengan:

- A= adalah luas penampang dari pipet output alat uji
- h= adalah beda tinggi air yang terjadi antara air pada pipet dan air yang dimasukan
- t= adalah waktu yang dibutuhkan untuk melalui alat uji tersebut

Dengan Hukum Darcy diperoleh perhitungan sebagai berikut :

$$Q = k \cdot A \cdot (h/l)$$

Dengan:

Q =adalah aliran air yang melewati sample ( $\text{cm}^3/\text{dtk}$ )

k =adalah koefisien permeability ( $\text{cm}/\text{dtk}$ )

A = adalah luas penampang sample ( $\text{cm}^2$ )

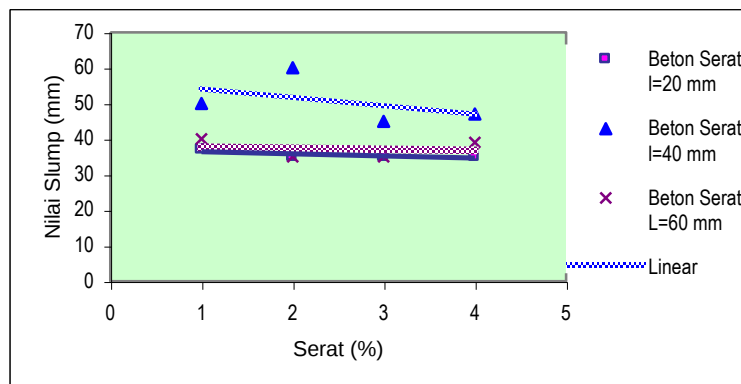
h =adalah ketinggian permukaan air yang konstan (cm)

l = adalah ketebalan sample yang dialiri air (cm)

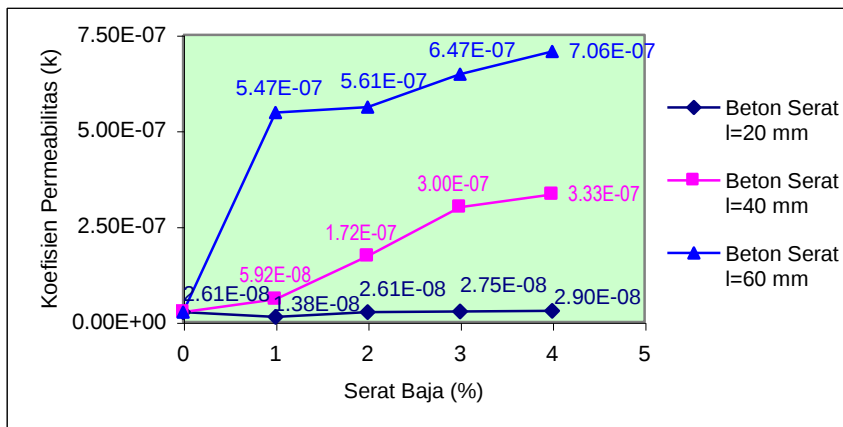
Dengan demikian akan diperoleh nilai permeabilitas (k) dari tiap sample dari formula tersebut di atas.

### 4. Hasil dan Diskusi

Dari gambar grafik hasil pengujian nilai slump yang dilakukan (Gambar 1.) maka terlihat bahwa semakin tinggi kadar serat yang digunakan dalam campuran beton maka semakin kecil (turun) nilai slumpnya sehingga akan semakin berkurangnya tingkat kemudahan dalam pengerjaan. Dengan demikian prosentase penambahan pasta semen semakin meningkat tanpa dkuatirkan terjadinya segregasi pada beton.



Gambar 1. Hubungan Nilai Slump dan Penambahan Serat



Gambar 2. Hubungan Koefisien Permeabilitas dan Penambahan Serat

Dari Gambar 2 yang merupakan grafik hubungan antara nilai koefisien permeabilitas beton dan penambahan serat beton terlihat bahwa nilai koefisien permeabilitas beton akan semakin naik dengan semakin besarnya prosentase penambahan serat baja pada campuran beton. Dan pertambahan nilai permeabilitas akan lebih dari 5% setiap 1% penambahan serat baja dengan panjang 20 mm (ratio  $l/d=20$ ), dan untuk setiap 1% penambahan serat baja dengan panjang 40 mm (ratio  $l/d=40$ ) akan bertambah nilai permeabilitasnya lebih dari 100%, sedangkan untuk 1% penambahan serat baja dengan panjang 60 mm (ratio  $l/d=60$ ) akan bertambah nilai permeabilitasnya lebih dari 200%.

Ratio serat yang dipakai dalam campuran beton juga sangat berpengaruh terhadap karakteristik dasar betonnya bahwa semakin besar ratio serat baja yang digunakan akan menyebabkan semakin besarnya nilai permeabilitas beton. Nilai permeabilitas beton akan bertambah secara signifikan setiap penambahan prosentase serat baja dan ratio serta baja.

Dengan semakin menurunnya nilai slump dan semakin besarnya nilai

permeabilitas beton akibat penambahan serat baja maka beton yang dihasilkan akan bersifat porous. Dengan demikian penambahan serat baja pada campuran beton akan menghasilkan tingkat porositas beton yang semakin besar walaupun dilain pihak akan meningkatkan nilai keliatan dan kuat tarik betonnya.

## 5. Kesimpulan

Dari hasil penelitian ini terlihat bahwa :

1. Peningkatan ratio dan prosentase serta baja yang dicampurkan ke dalam beton akan meningkatkan permeabilitas betonnya serta menurunkan tingkat kelecakan campuran beton.
2. Meningkatnya nilai permeabilitas beton akibat peningkatan ratio dan prosentase serat baja adalah tidak linier.

## 6. DAFTAR PUSTAKA

- Aldea, C. M., dkk (1999), *Permeability on Cracked Concrete*, Materials and Structures vol. 32, hal. 370-376.
- Beaudoin, J. J. (1990), *Handbook of Fiber-Reinforced Concrete*, Noyes Publications, Pearl Ridge, New York, hal 30-40

- British Standards Institution (1985), BS8110: *Structural Use of Concrete. Part 1: Code of Practice for Design and Construction; Part 2: Code of Practice for Special Circumstances*, BSI London, UK
- Gambhir, M. L., 1986, *Concrete Technology*, McGraw-Hill Publishing Company Limited, New Delhi
- Gani, M. S. J. (1997), *Cement and Concrete*, Chapman & Hall, London, hal 129.
- Krenchel, H. (1974), *Fiber Reinforced Brittle Matrix Materials In Reinforced Concrete*, SP 44-3, American Concrete Institute, Detroit, hal 45-77
- Kurganstalmost, [http://www. Steel fiber concrete.htm](http://www.Steel fiber concrete.htm), 2002
- Neville, A. M., 1981, *Properties of Concrete*, 3<sup>rd</sup> Edition, The English Book Society and Pitman Publishing, London