

## KUAT TEKAN BETON DENGAN PENAMBAHAN SERBUK BESI DAN BAJA

Ninik Paryati<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>Teknik Sipil Universitas Islam "45" Bekasi  
Jl. Cut meutia No. 83 Bekasi Telp. 021- 88344436  
Email: [nparvati@yahoo.com](mailto:nparvati@yahoo.com)

### Abstrak

Di Indonesia, serbuk besi dan baja hasil kegiatan penggergajian besi dan baja jarang dimanfaatkan, sehingga menyebabkan pencemaran lingkungan. Dalam penelitian yang dilakukan Ninik Paryati pada tahun 2001, serbuk besi dan baja digunakan sebagai bahan tambah dalam pembuatan beton sebagai usaha pemecahan masalah limbah tersebut, dengan cara meneliti seberapa jauh pemanfaatan limbah berupa serbuk besi dan baja dapat digunakan sebagai bahan tambah dalam campuran beton dengan presentase 0%, 25%, 50%, 75% ditinjau dari kuat tekannya.

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan benda uji berupa kubus 15cmx15cmx15cm yang ditekan pada umur 28 hari. Setiap variasi penambahan berjumlah 6 benda uji dengan perbandingan berat antara semen : agregat halus : agregat kasar adalah 1 : 3 : 5, sehingga keseluruhan benda uji berjumlah 24 buah.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kuat tekan karakteristik beton pada variasi penambahan 0%, serbuk besi dan baja  $\sigma_k = 125,4894 \text{ kg/cm}^2$ , 25% serbuk besi dan baja  $\sigma_k = 121,9823 \text{ kg/cm}^2$ , 50% serbuk besi dan baja  $\sigma_k = 118,063 \text{ kg/cm}^2$ , 75% serbuk besi dan baja  $\sigma_k = 80,3928 \text{ kg/cm}^2$ . Hasil tersebut menunjukkan bahwa semakin besar penambahan, maka kuat tekan beton yang dicapai semakin menurun. Hal ini disebabkan karena beberapa faktor, antara lain adalah adanya kesalahan pemilihan permukaan yang ditekan, adanya korosi antar butir, adanya segregasi dan timbulnya gelembung air serta proses pencampuran baha-bahan penyusun beton yang tidak sempurna.

### I. PENDAHULUAN

Dewasa ini, besi dan baja banyak digunakan dalam pembangunan, pembuatan alat-alat berat maupun pembuatan berbagai macam alat lainnya. Dalam pembuatan alat-alat tersebut melalui beberapa tahap, diantaranya adalah tahap penggergajian dan pembubutan besi dan baja. Dari kegiatan tersebut, akan dihasilkan limbah serbuk besi dan baja.

Di Indonesia, serbuk besi dan baja jarang dimanfaatkan sehingga dapat menyebabkan pencemaran lingkungan. Penelitian ini dilakukan dalam usaha pemecahan masalah limbah tersebut, sehingga manfaat dan nilai tambah serta kontribusinya dapat digunakan sesuai dengan situasi dan kondisi yang ada. Limbah penggergajian dan pembubutan besi dan baja yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari hasil kegiatan praktek di bengkel teknik mesin, Universitas Negeri Yogyakarta yang cukup banyak dan belum dimanfaatkan secara optimal.

Faktor lain yang menjadi pertimbangan digunakan serbuk besi dan baja sebagai bahan tambah pada pasir dalam campuran beton adalah kesamaan karakteristik antara pasir dan serbuk besi dan baja, baik ukuran maupun gradasinya. Berangkat dari permasalahan tersebut, maka timbullah pemikiran untuk meneliti seberapa jauh pemanfaatan limbah serbuk besi dan

baja dapat digunakan sebagai bahan tambah pada campuran beton, untuk mengetahui kualitas beton yang dihasilkan dengan cara menguji kuat tekannya.

## II. METODOLOGI PENELITIAN

### A. Tempat dan Waktu Penelitian

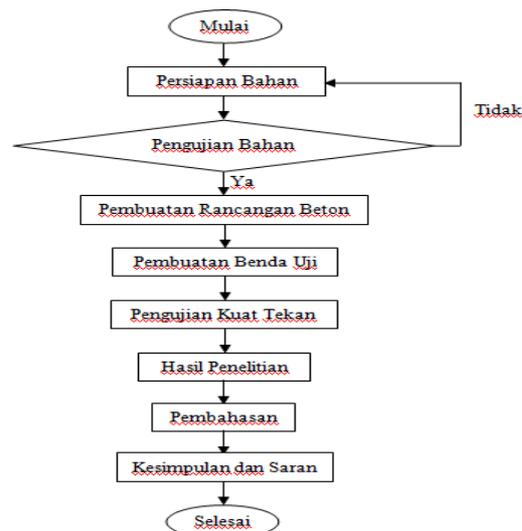
Penelitian dilakukan di Laboratorium Bahan, Jurusan Teknik Sipil dan Bangunan, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Yogyakarta yang berlangsung selama 3 bulan yaitu bulan November 2000 sampai dengan Januari 2001.

### B. Desain Penelitian

Beton yang dibuat pada penelitian ini terdiri dari semen, air, kerikil, pasir serta serbuk besi dan baja dengan perbandingan berat untuk tiap 6 benda uji. Adapun perbandingan berat untuk 6 benda uji antara semen : air : agregat halus : agregat kasar adalah 5 : 3,4 : 15 : 28. Agregat halus terdiri dari pasir dan serbuk besi dan baja dengan variasi penambahan serbuk besi dan baja 0%, 25%, 50% dan 75%.

### C. Metode Penelitian

Dalam penelitian ini menggunakan metode eksperimen. Pengertian eksperimen adalah suatu cara untuk mencari hubungan sebab akibat antara dua factor yang sengaja ditimbulkan oleh peneliti dengan mengeliminir atau mengurangi faktor-faktor yang mengganggu.



Gambar 1. Bagan Alir Penelitian

### D. Metode Pengambilan Data dan Jumlah Sampel Penelitian

Pada penelitian ini data diperoleh dengan teknik uji laboratorium. Benda uji berupa kubus 15cm x 15cm x 15cm dengan variasi penambahan serbuk besi pada agregat halus 25%

sebanyak 6 buah, 50% berjumlah 6 buah, 75% sebanyak 6 buah dan beton normal (0%) berjumlah 6 buah. Jadi keseluruhan sampel berjumlah 24 benda uji.

## **E. Bahan dan Alat Penelitian**

### **1. Untuk Pembuatan Benda Uji**

#### **a. Bahan Penelitian**

- Semen Portland S-550 (Semen Gresik) : 20kg
- Pasir Progo: 37,50kg
- Serbuk Besi dan Baja : 22,50kg
- Air dari Laboratorium : 13,6 kg
- Kerikil Krasak : 112kg
- Minyak (Oli)

#### **b. Alat dan Instrumen Penelitian**

- Mesin Pengaduk (Molen)
- Model : No. GIL 26459A

Serial : No. 9134T1584

- Tongkat Baja
- Ember
- Bak ( tempat penuangan)
- Cetakan kubus 15cm x 15cm x15cm
- Cethok
- Kuas

### **2. Untuk Menguji Kuat Tekan Beton**

#### **a. Bahan Penelitian**

- Beton berbentuk kubus 15cm x15cm x 15cm berjumlah 24 buah
- Kapur Tulis

#### **b. Alat dan Instrumen penelitian**

- Jangka Sorong
- Mesin Tekan
- Timbangan Ohaus
- Kapur Tulis
- Lap (Kain Pel)

## **F. Cara Pengujian**

### **1. Pembuatan Benda Uji**

- Menyiapkan benda uji sesuai dengan rancangan campuran beton yang telah dibuat
- Memasukan bahan-bahan yaitu semen, pasir + bahan tambah, kerikil dan air kedalam mesin pengaduk, kemudian mesin pengaduk dihidupkan. Setelah tercampur rata mesin pengaduk dimatikan.
- Campuran dituang ke dalam bak penuangan
- Dilakukan uji slump.
- Adukan dimasukkan kedalam cetakan kubus 15cm x 15cm x 15cm, yang sebelumnya sudah diolesi minyak, tiap-tiap lapis di tusuk dengan tongkat baja.
- Kubus-kubus uji yang telah dicetak disimpan di laboratorium selama 24 jam, dilepaskan dari cetakan, ditandai kemudian dimasukkan kedalam bak perendaman sampai 28 hari.

### **2. Pengujian Kuat Tekan Beton**

- Menyiapkan beton dengan cara mengambil dari bak perendaman kemudian dilap hingga kerng permukaannya.

- Mengukur panjang, lebar dari beberapa sisi.
- Memberi tanda permukaan yang akan ditekan
- Menimbang benda uji
- Menguji benda uji dengan mesin tekan
- Mencatat hasilnya

#### G. Teknik Analisa Data

Dalam penelitian ini, digunakan rumus sebagai berikut :

$$\sigma = \frac{P}{A}$$

Dimana,

$\sigma$  = kuat tekan beton, kg/cm<sup>2</sup>

P = gaya tekan beton, kg

$$P = \frac{f}{g}$$

F = beban hancur, KN

G = grafitasi, m/s<sup>2</sup>

A = Luas permukaan beton, cm<sup>2</sup> → A= p x l

**Untuk menghitung luas permukaan rata-rata beton dengan rumus :**

$$\bar{A} = \frac{\sum A}{n}$$

Dimana,

$\bar{A}$  = luas permukaan rata-rata beton, cm<sup>2</sup>

$\sum A$  = total luas permukaan beton, cm<sup>2</sup>

n = jumlah benda uji

**Kuat tekan rata-rata beton dihitung dengan rumus :**

$$\bar{\sigma} = \frac{\sum \sigma}{n}$$

Dimana,

$\bar{\sigma}$  = kuat tekan rata-rata beton, kg/cm<sup>2</sup>

$\sum \sigma$  = total kuat tekan beton, kg/cm<sup>2</sup>

n = jumlah benda uji

**Kuat tekan karakteristik beton dihitung dengan rumus :**

$$\sigma_k = \bar{\sigma} - 1,64S$$

Dimana,

$\sigma_k$  = kuat tekan karakteristik beton, kg/cm<sup>2</sup>

$\bar{\sigma}$  = kuat tekan rata-rata beton, kg/cm<sup>2</sup>

S= Standart deviasi, kg/cm<sup>2</sup>

$$s = \sqrt{\frac{\sum_1^n (\sigma - \bar{\sigma})^2}{n}}$$

n = jumlah benda uji

### III. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

#### A. HASIL PENELITIAN

Dari hasil penelitian yang diadakan di Laboratorium, diperoleh hasil sebagai berikut :

Tabel 1. Beton dengan 0% Serbuk Besi dan Baja+ 100% Pasir (Beton Normal)

Benda Uji	p(cm)	l(cm)	t(cm)	Berat (Kg)	Beban Hancur (KN)
I	15.04	15	14.92	7.774	265
II	15.12	15.02	15.13	8.27	305
III	15.0	14.78	15.11	7.828	300
IV	15.03	15.04	15.21	8.32	280
V	15.15	14.96	14.97	7.92	250
VI	15.01	15	15.16	8.032	265

Tabel 2. Beton dengan 25% Serbuk Besi dan Baja+ 75% Pasir

Benda Uji	p(cm)	l(cm)	t(cm)	Berat (Kg)	Beban Hancur (KN)
I	14.84	15.08	15.12	8.064	250
II	15.01	15.15	15.13	8.086	270
III	15.07	15.01	15.05	8.292	300
IV	15.01	15.05	15.21	8.194	250
V	15.12	15.2	15.3	8.295	300
VI	15.06	15.27	15.13	8.06	260

Tabel 3. Beton dengan 50% Serbuk Besi dan Baja+ 50% Pasir

Benda Uji	p(cm)	l(cm)	t(cm)	Berat (Kg)	Beban Hancur (KN)
I	15.10	15.15	15.10	8.11	250
II	15.08	15.01	15.02	8.253	265
III	15.05	15.02	15.3	8.178	260
IV	15.15	15.0	15.21	8.241	270
V	15.07	15.04	15.1	8.285	280
VI	15.0	15.08	15.04	8.132	250

Tabel 4. Beton dengan 25% Serbuk Besi dan Baja+ 75% Pasir

Benda Uji	p(cm)	l(cm)	t(cm)	Berat (Kg)	Beban Hancur (KN)
I	15.15	15.09	15.12	8.397	145
II	15.07	15.12	15.15	8.555	100
III	15.09	15.17	15.25	8.303	140
IV	14.82	15.1	15.35	8.28	280
V	14.91	15.13	15.16	8.526	150
VI	15.1	15.06	8.443	8.132	255

Dimana :p= panjang, l=lebar, t = tebal (tinggi)

## B. PEMBAHASAN

Dari hasil penelitian diatas, dapat dianalisa sebagai berikut :

Untuk benda uji I pada beton dengan 0% serbuk besi dan baja + 100% pasir (Beton normal) adalah :

$$A = 15,04 \times 15 = 225,6 \text{ cm}^2$$

$$P = \frac{265 \times 1000 \text{ kgm/s}^2}{9,8 \text{ m/s}^2} = 27040,8163 \text{ kg}$$

$$\sigma = \frac{P}{A} = \frac{27040,8163 \text{ kg}}{225,6 \text{ cm}^2} = 119,8618 \text{ kg/cm}^2$$

Dengan perhitungan yang sama, maka kuat tekan beton pada beberapa variasi pencampuran, disajikan dalam bentuk tabel sebagai berikut :

Tabel 5. Kuat Tekan Beton dengan 0% Serbuk Besi dan Baja + 100% Pasir (Beton Normal)

Benda Uji	Luas (cm <sup>2</sup> )	P (Kg)	Kuat Tekan (kg/cm <sup>2</sup> )
I	225.6	27040.8163	119.8618
II	227.1024	31122.449	137.0415
III	221.7	30612.2449	138.0796
IV	226.0512	28571.4286	126.3936
V	226.644	25510.2041	112.5563
VI	225.15	27040.8163	120.1547
n = 6	ΣA = 1352.2476	ΣP = 166326.5306	Σσ = 754.0875

Tabel 6. Kuat Tekan Beton dengan 25% Serbuk Besi dan Baja + 75% Pasir

Benda Uji	p(cm)	Berat (Kg)	Kuat Tekan (kg/cm <sup>2</sup> )
I	223.7872	25510.2041	113.9931
II	227.4015	27551.0204	121.1558
III	226.2007	30612.2449	135.3322
IV	225.9005	25510.2041	112.9267
V	229.824	30612.2449	133.1986
VI	229.9662	26530.6122	115.3674
n = 6	ΣA = 1363.0801	ΣP = 166326.5306	Σσ = 731.9736

Tabel 7. Kuat Tekan Beton dengan 50% Serbuk Besi dan Baja + 50% Pasir

Benda Uji	p(cm)	Berat (Kg)	Kuat Tekan (kg/cm <sup>2</sup> )
I	228.765	25510.2041	111.5127
II	226.3508	27040.8163	119.4642
III	226.051	26530.6122	117.3656
IV	227.25	27551.0204	121.2366

V	226.6528	28571.4286	126.0581
VI	226.2	25510.2041	120.1547
n = 6	$\Sigma A = 1361.2696$	$\Sigma P = 160714.2857$	$\Sigma \sigma = 708.4144$

Tabel 8. Kuat Tekan Beton dengan 75% Serbuk Besi dan Baja + 25% Pasir

Benda Uji	p(cm)	Berat (Kg)	Beban Hancur (KN)
I	228.6135	14795.9184	64.7202
II	227.8584	10204.0816	44.7826
III	228.9153	14285.7143	62.4061
IV	223.041	28571.4286	128.0994
V	225.5883	15306.1224	67.8498
VI	227.225	26020.4082	120.1547
n = 6	$\Sigma A = 1361.2715$	$\Sigma P = 109183.6736$	$\Sigma \sigma = 482.3568$

**Luas permukaan rata-rata beton pada beberapa variasi penambahan adalah :**

- Luas permukaan rata-rata pada beton dengan 0% serbuk besi dan baja + 100% Pasir

$$\bar{A} = \frac{1352,2476 \text{ cm}^2}{6} = 225,3746 \text{ cm}^2$$

- Luas permukaan rata-rata pada beton dengan 25% serbuk besi dan baja + 75% Pasir

$$\bar{A} = \frac{1363,0801 \text{ cm}^2}{6} = 226,8783 \text{ cm}^2$$

- Luas permukaan rata-rata pada beton dengan 50% serbuk besi dan baja + 50% pasir

$$\bar{A} = \frac{1361,2696 \text{ cm}^2}{6} = 226,8783 \text{ cm}^2$$

- Luas permukaan rata-rata pada beton dengan 75% serbuk besi dan baja + 25% pasir

$$\bar{A} = \frac{1361,2715 \text{ cm}^2}{6} = 226,8786 \text{ cm}^2$$

**Kuat tekan rata-rata beton pada beberapa variasi penambahan adalah :**

- Kuat tekan rata-rata beton dengan 0% serbuk besi dan baja + 100% pasir adalah :

$$\bar{\sigma} = \frac{754,0873 \text{ kg/cm}^2}{6} = 125,7 \text{ kg/cm}^2$$

- Kuat tekan rata-rata beton dengan 25% serbuk besi dan baja + 75% pasir adalah :

$$\bar{\sigma} = \frac{731,9736 \text{ kg/cm}^2}{6} = 121,9956 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \approx 122 \text{ kg/cm}^2$$

- Kuat tekan rata-rata beton dengan 50% serbuk besi dan baja + 50% pasir adalah :

$$\bar{\sigma} = \frac{708,4144 \text{ kg/cm}^2}{6} = 118,0691 \text{ kg/cm}^2$$

- Kuat tekan rata-rata beton dengan 75% serbuk besi dan baja + 25% pasir adalah :

$$\bar{\sigma} = \frac{482,3568 \text{ kg/cm}^2}{6} = 80,3928 \text{ kg/cm}^2$$

**Kuat tekan karakteristik beton pada beberapa variasi penambahan adalah :**

- Kuat tekan karakteristik beton dengan 0% serbuk besi dan baja + 100% pasir adalah :

$$s = \sqrt{\frac{\sum_1^6 (-0,3145)^2}{6}} = 0,1284 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_k = 125,7 \text{ kg/cm}^2 - 1,64 \times 0,1284 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_k = 125,4894 \text{ kg/cm}^2$$

- Kuat tekan karakteristik beton dengan 25% serbuk besi dan baja + 75% pasir adalah :

$$s = \sqrt{\frac{\sum_1^6 (-0,0264)^2}{6}} = 0,0108 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_k = 122 \text{ kg/cm}^2 - 1,64 \times 0,0108 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_k = 121,9823 \text{ kg/cm}^2$$

- Kuat tekan karakteristik beton dengan 50% serbuk besi dan baja + 50% pasir adalah :

$$s = \sqrt{\frac{\sum_1^6 (-0,0093)^2}{6}} = 0,003796 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_k = 118,0691 \text{ kg/cm}^2 - 1,64 \times 0,003796 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_k = 118,063 \text{ kg/cm}^2$$

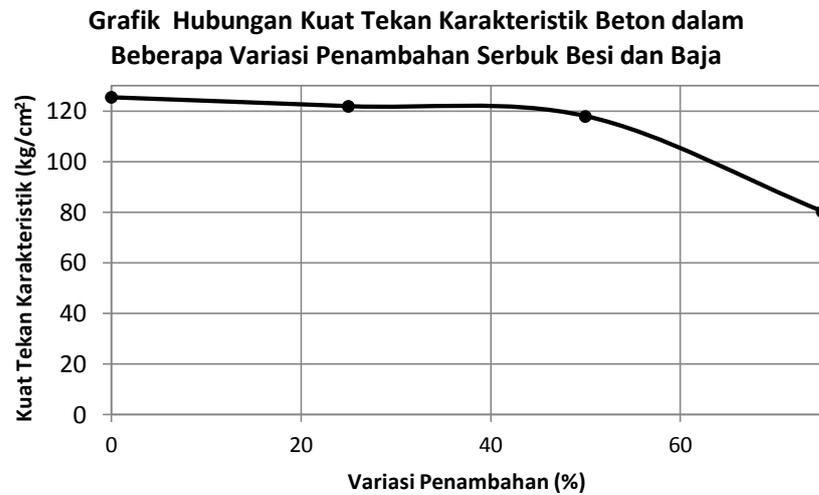
- Kuat tekan karakteristik beton dengan 75% serbuk besi dan baja + 25% pasir adalah :

$$s = \sqrt{\frac{\sum_1^6 (0)^2}{6}} = 0 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_k = 80,3928 \text{ kg/cm}^2 - 0$$

$$\sigma_k = 80,3928 \text{ kg/cm}^2$$

Hubungan kuat tekan karakteristik beton pada beberapa variasi penambahan serbuk besi dan baja dapat digambarkan sebagai berikut:



Gambar 2. Grafik Hubungan Kuat Tekan Karakteristik Beton dalam beberapa variasi penambahan serbuk besi dan baja

Dari grafik diatas, dapat diketahui bahwa penggunaan serbuk besi dan baja paling optimal adalah 25% dengan  $\sigma_k = 121,9823 \text{ kg/cm}^2 < 125 \text{ kg/cm}^2$  (kuat tekan karakteristik yang ditentukan dalam rancangan). Hal ini disebabkan karena adanya kendala-kendala yang dihadapi dalam penelitian antara lain adalah :

1. Adanya kesalahan pemilihan permukaan yang akan ditekan. Ketidakrataan permukaan, menyebabkan rendahnya kuat tekan yang dicapai. Hal ini dapat dilihat pada gambar sebagai berikut :



Gambar 3. Ketidakrataan Permukaan yang Ditekan

Dari gambar diatas, menunjukkan bahwa ketidakrataan permukaan bidang yang ditekan merupakan salah satu sumber keretakan.

2. Adanya korosi antar butir, menyebabkan rendahnya kuat tekan.
3. Adanya segregasi (pemisahan butir) dan timbulnya gelembung air, menyebabkan kuat tekan betonnya berkurang.

#### IV. KESIMPULAN DAN SARAN

##### A. Kesimpulan

Berdasarkan atas pembahasan masalah yang ada, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Kuat tekan beton pada masing-masing persentase penambahan serbuk besi dan baja:
  - Kuat tekan rata-rata beton dengan 0% serbuk besi dan baja + 100% pasir,  $\sigma=125,7\text{kg/cm}^2$
  - Kuat tekan rata-rata beton dengan 25% serbuk besi dan baja + 75% pasir,  $\sigma=122\text{kg/cm}^2$
  - Kuat tekan rata-rata beton dengan 50% serbuk besi dan baja + 50% pasir,  $\sigma=118,0691\text{kg/cm}^2$
  - Kuat tekan rata-rata beton dengan 75% serbuk besi dan baja + 25% pasir,  $\sigma=80,3928\text{kg/cm}^2$
2. Kuat tekan beton karakteristik pada masing-masing penambahan adalah :
  - Kuat tekan karakteristik beton dengan 0% serbuk besi dan baja + 100% pasir,  $\sigma_k=125,4894\text{kg/cm}^2$
  - Kuat tekan karakteristik beton dengan 25% serbuk besi dan baja + 75% pasir,  $\sigma_k=121,9823\text{kg/cm}^2$
  - Kuat tekan karakteristik beton dengan 50% serbuk besi dan baja + 50% pasir,  $\sigma_k=118,063\text{kg/cm}^2$
  - Kuat tekan karakteristik beton dengan 75% serbuk besi dan baja + 25% pasir,  $\sigma_k=80,3928\text{kg/cm}^2$
3. Untuk mendapatkan kuat tekan beton yang optimal, penambahan serbuk besi dan baja sebesar 25%.
4. Kendala-kendala yang dihadapi pada proses pembuatan beton adalah :
  - Kesalahan pemilihan permukaan yang ditekan.
  - Adanya korosi antar butir
  - Adanya segregasi (pemisahan butir)
  - Pencampuran bahan-bahan penyusun kurang rata
5. Semakin besar penambahan serbuk besi dan baja, kuat tekan karakteristik semakin keil.

##### B. Saran

Berdasarkan kesimpulan di atas, maka saran yang dapat penulis berikan yang mungkin berguna bagi penelitian selanjutnya adalah :

1. Dalam memilih permukaan bidang yang ditekan pada masing-masing benda uji, hendaknya dipilih yang benar-benar rata agar dapat meningkatkan kuat tekan beton yang dihasilkan.
2. Untuk mengurangi korosi yang terjadi, hendaknya serbuk besi dan baja yang akan digunakan, dicuci dahulu dengan bensin/minyak tanah atau tindakan pencegahan lainnya.
3. Dalam pencampuran bahan-bahan penyusun beton, hendaknya dilakukan dengan baik agar bahan-bahan dapat tercampur rata, sehingga meningkatkan kuat tekan yang dihasilkan.
4. Dalam pembuatan beton, penggunaan serbuk besi dan baja hendaknya tidak lebih 25% dari agregat halus yang digunakan.

**DAFTAR PUSTAKA**

- Anonim, 1971, *Peraturan Beton Bertulang Indonesia*, LPMB Departemen Pekerjaan Umum , Bandung.
- Anonim, 1982, *Persyaratan Umum Bahan Bangunan di Indonesia*, LPMB Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Edward G. Nawi, 1998, *Beton Bertulang*, Refika Aditama, Jakarta
- Istimawan Dipohusodo, 1996, *Struktur Beton Bertulang*, PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- L. Wahyudi, Syahril A.Rahim,1999, *Struktur Beton Bertulang*, PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Sutarto, 1998, *Konstruksi Beton Bertulang dengan Pendimensian Cara Ultimit*, Departemen Pendidikan dan Kebudayaan, Jakarta.
- Tata Sudira, Shinroku Saito, 1992, *Pengetahuan Bahan Teknik*, PT. Pradnya Paramita, Jakarta.
- Ulla Kizer, 1978, *Rancangan Campuran Beton*, LPMB, Bandung.