

## BAB VI

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 6.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian pada uji *pull – out* kuat lekat tulangan ulir terhadap beton serat tali beneser dengan variasi tulangan D13, D16 ,D19 dan variasi beton serat 0%, 0,6%, 0,9% maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Berat jenis beton rerata pada pengujian kuat tekan dengan variasi kadar serat 0%, 0,6%, dan 0,9% adalah sebesar 2508,764 kg/m<sup>3</sup>, 2422,481 kg/m<sup>3</sup>, dan 2530,035 kg/m<sup>3</sup>. Berat jenis beton rerata pada pengujian kuat tarik belah dengan variasi kadar serat 0%, 0,6%, dan 0,9% adalah sebesar 2411,755 kg/m<sup>3</sup>, 2442,857 kg/m<sup>3</sup>, dan 2511,599 kg/m<sup>3</sup>. Dengan demikian, berat jenis beton dengan penambahan serat tali beneser tidak memberikan perubahan yang signifikan dari beton normal.
2. Kuat tekan beton rerata pada beton dengan kadar serat 0% sebesar 30,908 MPa, serat 0,6% sebesar 28,550 MPa penurunan 7,63 % dari beton normal, dan serat 0,9% sebesar 24,947 MPa penurunan 19,29% dari beton normal.
3. Modulus elastisitas beton rerata pada kadar serat 0% sebesar 26129,633 MPa, serat 0,6% sebesar 25113,134 MPa, dan serat 0,9% sebesar 23475,077 MPa.
4. Tegangan lekat rerata antara tulangan D13 terhadap beton normal (serat 0%) sebesar 8,657 MPa, D16 terhadap beton normal sebesar 8,453 MPa, dan D19 terhadap beton normal sebesar 6,605 MPa. Tegangan lekat rerata antara

tulangan D13 terhadap beton serat 0,6% sebesar 6,576 MPa menurun 24,04% dari beton normal, D16 terhadap beton serat 0,6% sebesar 6,538 MPa menurun 22,65% dari beton normal, dan D19 terhadap beton serat 0,6% sebesar 4,232 MPa menurun 35,93% dari beton normal. Tegangan lekat rerata antara tulangan D13 terhadap beton serat 0,9% sebesar 7,326 MPa menurun 15,37% dari beton normal, D16 terhadap beton serat 0,9% sebesar 6,831 MPa menurun 19,19% dari beton normal, dan D19 terhadap beton serat 0,9% sebesar 5,691 MPa menurun 13,84% dari beton normal.

5. Secara keseluruhan beton normal memiliki kuat tekan yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan beton serat. Hal ini disebabkan karena semakin banyak serat pada beton dapat mengurangi ikatan pada butir-butiran agregat. Serat tali beneser sebenarnya adalah serat yang kuat tetapi antara partikel-partikel tersebut tidak saling terikat dengan kuat. Pada pengujian kuat tarik belah juga menghasilkan hasil yang sama dimana beton normal memiliki nilai kuat tarik belah yang lebih tinggi dibandingkan dengan beton serat, namun beton serat diyakini mampu menahan gaya tarik lebih lama dibandingkan beton normal dikarenakan adanya serat – serat masih mengikat beton sebelum terbelah.
6. Secara keseluruhan tegangan lekat variasi tulangan ulir D13, D16, dan D19 menunjukkan semakin besar tulangan ulir tegangan lekat yang dihasilkan semakin menurun dikarenakan selimut beton yang mengakomodasi tulangan semakin kecil.

7. Secara keseluruhan tegangan lekat variasi beton serat 0%, 0,6%, dan 0,9% menunjukkan bahwa penambahan serat pada beton dapat menurunkan kuat lekat tulangan ulir terhadap beton.

## 6.2. Saran

Saran yang penulis dapat berikan setelah melihat hasil penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Proses pencampuran serat tali beneser perlu diperhatikan agar pengadukan dan pencampuran lebih merata
2. Ketelitian dan kesabaran dalam penuangan dan pemadatan beton juga sangat diperlukan untuk menghasilkan benda uji yang lebih sempurna.
3. Perlu diperhatikan metode pemasangan/penanaman tulangan terhadap beton agar tulangan yang terpasang tetap lurus, rapi, dan kokoh. Penulis sedikit mengalami kesulitan dalam pemasangan tulangan dikarenakan keterbatasan alat yang tersedia.
4. Penelitian lebih lanjut dapat menggunakan variasi bentuk dan ukuran beton untuk lebih mengetahui kekuatan optimum dari tulangan terhadap beton, variasi panjang penyaluran, dan variasi kadar serat dan jenis beton yang berbeda dimana pada penelitian ini penulis hanya menggunakan 1 ukuran bentuk beton, 1 macam panjang penyaluran, dan variasi beton serat.

5. Penelitian berikutnya juga dapat memasang lebih dari 1 tulangan dalam beton untuk dapat mengetahui perbedaan tegangan lekat dari variasi jumlah tulangan.
6. Dalam penelitian ini pemanfaatan limbah dengan penambahan limbah serat tali beneser dapat digunakan pada bangunan non struktural.



## DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah dan Afifuddin. 2013, *Kuat Lekat (Bond Strength) Antara Tulangan dengan Beton Busa (Foamed Concrete)*, Jurnal Teknik Sipil Universitas Syiah Kuala. Banda Aceh.
- Akkas dan Amiruddin, 2011, *Studi Lekatan Tulangan Deform Pada Beton Dengan Penambahan Additive Superplasticizer*, Jurnal Teknik Sipil Universitas Hasanuddin, Makassar.
- Amiruddin, A. Arwin, 2013, *Perilaku Lekatan Tulangan Ulir Terhadap Material SCC*, Jurnal Teknik Sipil Universitas Hasanuddin. Makassar.
- Anonim, 1991, SNI-03-6468-2000, *Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal*, Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Permukaan, Jakarta.
- Anonim, 2002, SNI 03-2847-2002, *Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung*, Panitia Teknik Standardisasi Bidang Konstruksi dan Bangunan, Bandung.
- Annual Book of ASTM Standard, 1994, *Concrete and Aggregates*. Volume 4.02. Philadelphia. USA
- Felany, Duan, 2004, *Tinjauan Kuat Desak dan Kuat Tarik Belah Beton dengan Penambahan Serat Tali Beneser*, Skripsi Teknik Sipil Universitas Sebelas Maret. Surakarta.
- Karimah, Rofikatul, 2012, *Perilaku Lekatan Tulangan Polos Dan Tulangan Ulir Pada Struktur Beton Serat Kayu*, Jurnal Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Malang.
- Mulyono, Tri, 2004, *Teknologi Beton*, Penerbit Andi, Yogyakarta.
- Musthofa, Eka Jamal, 2012, *Tinjauan Kuat Lekat Tulangan Beton Dengan Tanah Pozolan Tulakan Dan Kapur Sebagai Pengganti Semen*, Jurnal Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Nawy, E.G., 1998, *Beton Bertulang Suatu Pendekatan Dasar*, PT Refika Aditama, Bandung.
- Rusyadi, Sephin, 2014, *Pengaruh Mutu Beton Terhadap Kuat Lekat Antara Beton dan Baja Tulangan*, Jurnal Teknik Sipil Universitas Negeri Surabaya.

Sunarmasto, 2007, *Tegangan Lekat Baja Tulangan (Polos Dan Ulir) Pada Beton*, Jurnal Teknik Sipil Universitas Sebelas Maret. Surakarta.

SK SNI-04-1989-F, 1989, *Metode Pengujian Berat Jenis dan Penyerpan Air Agregat Halus*, Badan Standarisasi Nasional.

SK-SNI-T-15-1991-03, *Tata Cara Perhitungan Struktur Beton dan Bangunan Gedung*, Departemen Pekerjaan Umum.

SNI 2847-2013, *Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung*, Badan Standarisasi Nasional.

Tjokrodimuljo, K., 1992, *Bahan Bangunan*, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.

Tjokrodimuljo, 2007, *Teknologi Beton*, KMTS FT UGM, Yogyakarta.





## A. PEMERIKSAAN BAHAN

### A.1. ANALISIS SARINGAN AGREGAT KASAR

Bahan : Batu Pecah (Split)

Asal : Kali Clereng

Diperiksa : 08 November 2016

BERAT KERING : 1000 gram						
Nomor Saringan	B.Saringan (gram)	Berat Saringan + Tertahan (gram)	B.Tertahan (gram)	$\Sigma$ B Tertahan (gram)	Persentase	
					B.Tertahan %	Lolos %
3/4" (19,1 mm)	573	584	11	11	1	99
1/2" (12,7 mm)	453	825	372	383	38	62
3/8" (9,52mm)	459	702	243	626	63	37
No.4(4,75 mm)	531	658	127	753	75	25
No.8(2,36 mm)	327	493	166	919	92	8
No.30(0,60mm)	293	357	64	984	98	2
No.50(0,30mm)	376	381	5	989	99	1
No.100(0,15mm)	352	356	5	993	99	1
No.200(0,75mm)	337	341	4	997	100	0
PAN	375	377	2	1000	100	0

$$\text{Modulus Halus Butir} = \frac{666}{100} = 6,66$$

Kesimpulan =  $5,0 \leq 6,66 \leq 8,0$  Syarat Terpenuhi (OK)



## A.2. PEMERIKSAAN BERAT JENIS DAN PENYERAPAN

### AGREGAT KASAR

Bahan : Batu pecah (*split*)  
Asal : Kali Clereng  
Diperiksa : 08 November 2016

	Nomor Pemeriksaan	I
A	Berat Contoh Kering (gr) (A)	2805
B	Berat Contoh Kering Permukaan (SSD) (gr) (B)	2927
C	Berat Contoh Dalam Air (gr) (C)	1,797
D	Berat Jenis Bulk = $\frac{(A)}{(B) - (C)}$	2,4823
E	BJ Jenuh Kering Permukaan SSD = $\frac{(B)}{(B) - (C)}$	2,5903
F	Berat Jenis Semu ( <i>Apparent</i> ) = $\frac{(A)}{(A) - (C)}$	2,7827
G	Penyerapan ( <i>Absorption</i> ) = $\frac{(B)}{(B) - (A)} \times 100\%$	4,35%

Berat Jenis *Bulk* = 2,4823 gr/cm<sup>3</sup>

Berat Jenis *Bulk* (SSD) = 2,5903 gr/cm<sup>3</sup>

Berat Jenis Semu (*Apparent*) = 2,7827 gr/cm<sup>3</sup>

Penyerapan (*Absorption*) = 4,35%





### A.3. PEMERIKSAAN LOS ANGELES ABRASION TEST

Bahan : Batu Pecah (*Split*)

Asal : Kali Clereng

Diperiksa : 31 Oktober 2016

Gradasi Saringan		Nomor Contoh
		I
Lolos	Tertahan	Berat masing-masing agregat
$\frac{3}{4}$ "	$\frac{1}{2}$ "	2500 gram
$\frac{1}{2}$ "	$\frac{3}{8}$ "	2500 gram

Nomor Contoh	I
Berat sebelumnya (A)	5000 gram
Berat sesudah diayak saringan no.12 (B)	3650 gram
Berat sesudah (A)-(B)	1350 gram
Keausan = $\frac{(A)-(B)}{(A)} \times 100\%$	27%
Keausan rerata	27%

Kesimpulan Keausan rerata  $\leq 40\%$  (syarat terpenuhi)



#### A.4. PEMERIKSAAN GRADASI BESAR BUTIRAN PASIR

Bahan : Pasir

Asal : Kali Progo

Diperiksa : 29 Oktober 2016

BERAT KERING : 1000 gram						
Nomor Saringan	B.Saringan (gram)	Berat Saringan + Tertahan (gram)	B.Tertahan (gram)	$\Sigma$ B.Tertahan (gram)	Persentase	
					B.Tertahan %	Lolos %
3/4"	573	573	0	0	0.0	100.0
1/2"	453	453	0	0	0.0	100.0
3/8"	459	459	0	0	0.0	100.0
No.4	531	577	46	46	4.6	95.4
No.8	327	393	66	112	11.2	88.8
No.30	293	678	385	498	49.8	50.2
No.50	376	652	276	774	77.4	22.6
No.100	352	522	170	944	94.4	5.6
No.200	241	287	46	990	99.0	1.0
PAN	375	385	10	1000	100.0	0.0

Termasuk dalam Pasir Golongan II

$$\text{Modulus Halus Butir} = \frac{237.5}{100} = 2.375$$

Kesimpulan MHB pasir  $2.3 \leq 2.375 \leq 3.1$  (Syarat Terpenuhi)



## A.5. PEMERIKSAAN BERAT JENIS DAN PENYERAPAN AGREGAT

### HALUS

Bahan : Pasir  
Asal : Kali Progo  
Diperiksa : 29 Oktober 2016

	Nomor Pemeriksaan	I
A	Berat Contoh Kering Permukaan (gr)	500,35
B	Jumlah Air (V-W)	188,35
C	Berat Oven	490,01
D	Berat Jenis Bulk = $\frac{(C)}{(B)}$	2,62
E	BJ Jenuh Kering Permukaan SSD = $\frac{(A)}{(B)}$	2,656
F	Berat Jenis Semu ( <i>Apparent</i> ) = $\frac{(A)}{(B) - (A - C)}$	2,751
G	Penyerapan ( <i>Absorption</i> ) = $\frac{(A) - (C)}{(C)} \times 100\%$	2,11

Berat Jenis *Bulk* = 2,540 gr/cm<sup>3</sup>

Berat Jenis *Bulk* (SSD) = 2,656 gr/cm<sup>3</sup>

Berat Jenis Semu (*Apparent*) = 2,751 gr/cm<sup>3</sup>

Penyerapan (*Absorption*) = 2,11%



## A.6. PENGUJIAN KANDUNGAN LUMPUR AGREGAT HALUS

- I. Waktu pemeriksaan 03 Oktober 2016
- II. Bahan
  - a. Pasir kering tungku, asal : Kali Progo, berat : 100 gram
  - b. Air jernih asal : LSBB Prodi TS FT - UAJY
- III. Alat
  - a. Gelas ukur, ukuran : 250 cc
  - b. Timbangan
  - c. Tungku (oven), suhu antara 105 – 110°C
- IV. Pasir + piring masuk tungku
- V. Hasil
  - Pasir + piring keluar tungku
  - a. Berat piring + pasir = 180,85 gr
  - b. Berat piring kosong = 84,44 gr
  - c. Berat pasir = 96,41 gr
  - d. Kandungan Lumpur =  $\frac{100 - 99,2}{100} \times 100\% = 3,59\%$

Kesimpulan : Kandungan lumpur  $3,59\% \leq 5\%$ , syarat terpenuhi (OK).

## A.7. PENGUJIAN KANDUNGAN ZAT ORGANIK AGREGAT HALUS

I. Waktu Pemeriksaan : 03 Oktober 2016

II. Bahan

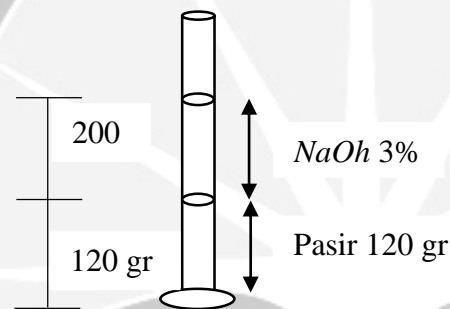
a. Pasir kering tungku, asal : Kali Progo, berat 120 gram

b. Larutan NaOH 3%

III. Alat

Gelas ukur, ukuran 250 cc

IV. Sketsa



V. Hasil

Setelah didiamkan selama 24 jam, warna larutan di atas pasir sesuai dengan

*Gardner Standard Color No. 8* maka syarat terpenuhi.



## B. PERENCANAAN ADUKAN UNTUK BETON NORMAL

(SNI 03-2834-2000)

### A. Data Bahan

1. Bahan agregat halus (pasir) : Kali Progo, Yogyakarta
2. Bahan agregat kasar : Clereng, Yogyakarta
3. Jenis semen : Gresik (Tipe 1)

### B. Hitungan

1. Kuat tekan beton yang direncanakan ( $f'_c$ ) pada umur 28 hari.  $f'_c = 25$  MPa
2. Menentukan nilai deviasi standar berdasarkan tingkat mutu pengendalian pelaksanaan campuran (Cukup  $S_d = 5,6$ )
3. Berdasarkan SNI, nilai margin ditentukan sebesar 9,184 MPa.
4. Menetapkan kuat tekan beton rata-rata yang direncanakan berdasarkan SNI.

$$f'_c = f'_c + M = 25 + 9,184 = 34,184 \text{ MPa}$$

5. Menentukan jenis semen  
Jenis semen kelas I (PC)
6. Menetapkan jenis agregat
  - a. Agregat halus : pasir alam  
Direncanakan golongan 2
  - b. Agregat kasar : batu pecah
7. Menentukan faktor air-semen, berdasarkan jenis semen yang dipakai dan kuat tekan rata-rata silinder beton yang direncanakan pada umur tertentu.

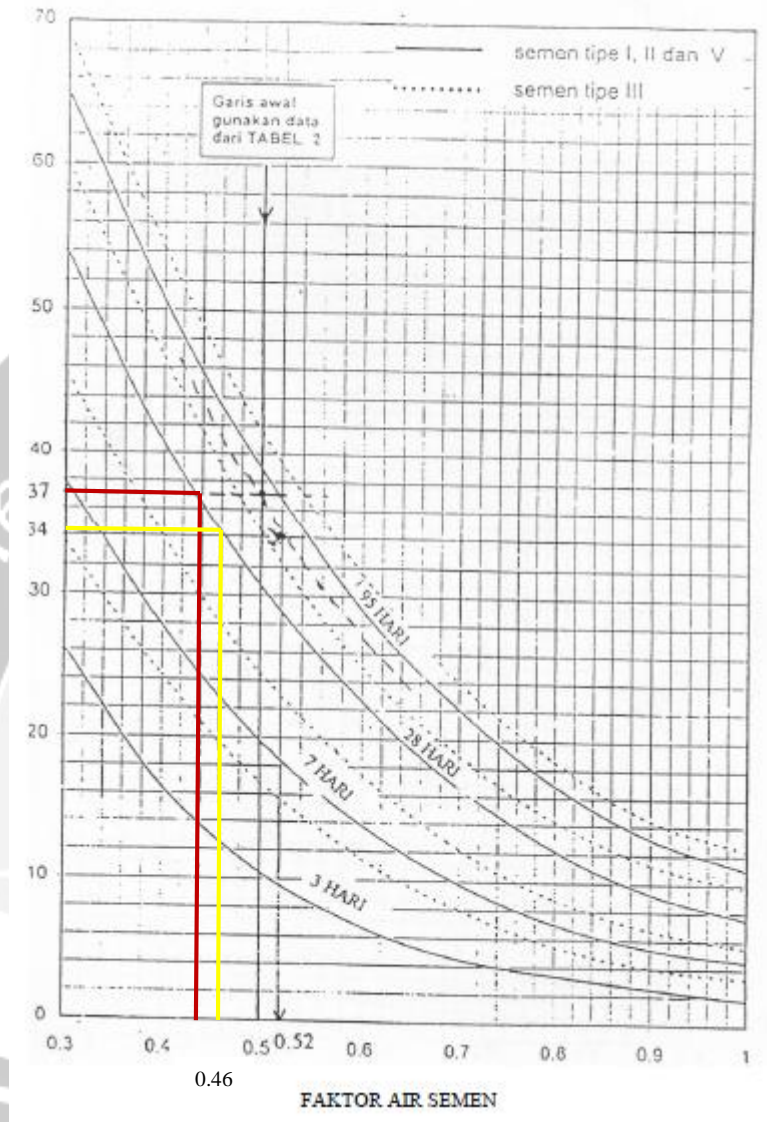


**Perkiraan Kekuatan Tekan (MPa) Beton dengan Faktor Air  
Semen, dan Agregat Kasar yang Biasa Dipakai di Indonesia**

Jenis semen ...	Jenis agregat Kasar	Kekuatan tekan (MPa)				Bentuk Bentuk uji
		Pada umur (hari)				
		3	7	28	29	
Semen Portland Tipe I	Batu tak dipecahkan	17	23	33	40	Silinder
	Batu pecah	19	27	37	45	
Semen tahan sulfat Tipe II, V	Batu tak dipecahkan	20	28	40	48	Kubus
	Batu pecah	25	32	45	54	
Semen Portland tipe III	Batu tak dipecahkan	21	28	38	44	Silinder
	Batu pecah	25	33	44	48	
	Batu tak dipecahkan Batu pecah	25	31	46	53	Kubus
		30	40	53	60	

(Sumber : SNI 03-2834-2000 : Tabel 2)

Berdasarkan tabel 2 SNI 03-2834-2000 didapat kuat tekan 37 MPa, Dari titik kekuatan tekan 37 MPa tarik garis datar hingga memotong kurva 28 hari yang artinya beton direncanakan akan menghasilkan kuat tekan 37 MPa dalam waktu 28 hari yang menunjukkan faktor air semen 0,44. Kemudian dari titik kekuatan tekan beton yang dirancang (dalam hal ini 34,184 MPa) tarik garis datar hingga memotong kurva garis 28 hari. Dari titik potong ini tarik garis tegak ke bawah hingga memotong sumbu X (absiska) dan dibaca faktor air semen yang diperoleh. Didapatkan sebesar 0,46.



Hubungan Kuat Tekan Silinder dengan Fas

(Sumber : SNI 03-2834-2000 : Grafik 1)





8. Menetapkan faktor air semen

**Persyaratan Jumlah Semen Minimum dan Faktor Air Semen Maksimum Untuk Berbagai Macam Pembetonan dalam Lingkungan Kusus.**

Lokasi	Jumlah Semen minimum Per $m^3$ beton (kg)	Nilai Faktor Air Semen Maksimum
Beton di dalam ruang bangunan :		
a. Keadaan keliling non-korosif	275	0,6
b. Keadaan keliling korosif disebabkan oleh kondensasi atau uap korosif	325	0,52
Beton diluar ruangan bangunan :		
a. tidak terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	325	0,60
b. terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	275	0,60
Beton masuk kedalam tanah :		
a. mengalami keadaan basah dan kering berganti-ganti	325	0,55
b. mendapat pengaruh sulfat dan alkali dari tanah		Lihat Tabel 5
Beton yang kontinu berhubungan:		
a. Air tawar		
b. Air laut		Lihat Tabel 6

(Sumber : SNI 03-2834-2000 : Tabel 4)

Berdasarkan tabel 4 SNI 03-2834-2000, untuk beton dalam ruang bangunan sekeliling non-korosif fas maksimum 0,6. Dibandingkan dengan no.7, dipakai terkecil. Jadi digunakan fas 0,46.

9. Menetapkan nilai *Slump*

Jenis konstruksi jalan, berdasarkan SK SNI T-15-1990-03 digunakan nilai *slump* dengan nilai maksimum 15 cm dan minimum 7,5 cm.

Slump dalam cm	Maks.	Min.
Pemakaian beton		
Dinding, plat fondasi, dan fondasi telapak bertulang	12,5	5,0
Fondasi telapak tidak bertulang, kaison, dan struktur di bawah tanah	9,0	2,5
Pelat, balok, kolom, dan dinding	15,0	7,5
Pengerasan jalan	7,5	5,0
Pembetonan massa	7,5	2,5

10. Ukuran butiran maksimum (krikil) adalah 20 mm.

11. Menetapkan jumlah air yang diperlukan tiap  $m^3$  beton.



**Perkiraan Kadar Air Bebas (kg/m<sup>3</sup>) yang Dibutuhkan Untuk  
Beberapa Tingkat Kemudahan Pengerjaan Adukan Beton**

Ukuran Agregat Maksimum (mm)	Jenis Batuan	Slump (mm)			
		0-10	10-30	30-60	60-180
10	Alami	150	180	205	225
	Batu pecah	180	205	230	250
20	Alami	135	160	180	195
	Batu pecah	170	190	210	225
40	Alami	115	140	160	175
	Batu pecah	155	175	190	205

(Sumber : SNI 03-2834-2000 : Tabel 3)

- Ukuran butir maksimum 20 mm.
- Nilai *Slump* 75-150 mm.
- Agregat halus berupa batu tak di pecah, maka  $W_h = 195$
- Agregat kasar berupa batu pecah, maka  $W_k = 225$

$$W = \frac{2}{3}W_h + \frac{1}{3}W_k$$

Dengan :  $W_h$  adalah perkiraan jumlah air untuk agregat halus

$W_k$  adalah perkiraan jumlah air untuk agregat kasar

$$W = \frac{2}{3}195 + \frac{1}{3}225 = 205 \text{ liter/m}^3$$

12. Menghitung berat semen yang diperlukan :

- Berdasarkan tabel 4 SNI 03-2834-2000, diperoleh semen minimum 275 kg.

- Berdasarkan  $fas = 0,46$ . Semen per  $m^3$  beton =  $\frac{air}{fas} = \frac{205}{0,46} = 445,6522 \text{ kg}$

Dipilih berat semen paling besar. Digunakan berat semen 445,6522 kg.

13. Penyesuaian jumlah air atau *fas*.

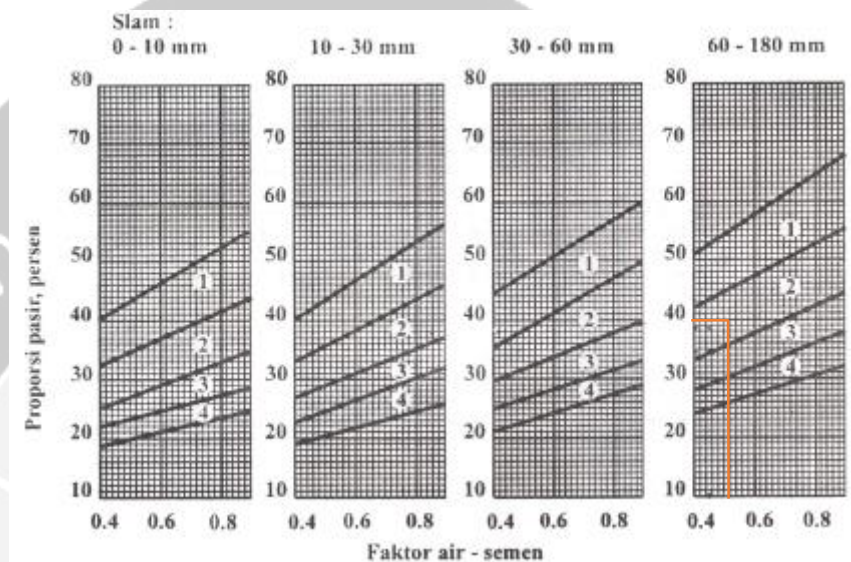
$$fas \text{ rencana} = 0,46$$

$$fas \text{ mak} > fas \text{ rencana}$$

$$0,6 > 0,46 \dots\dots\dots \text{Oke}$$

14. Perbandingan agregat halus dan kasar.

**Persen Pasir Terhadap Kadar Total Agregat yang Dianjurkan  
 Untuk Ukuran Butir Maksimum 20 mm.**



(Sumber : SNI 03-2834-2000 : Tabel 13)

- Ukuran maksimum 20 mm.
- Nilai *Slump* 75 mm – 150 mm
- fas* 0,46.
- Jenis gradasi pasir no. 2.

Diambil proporsi pasir = 38%.

15. Berat jenis agregat campuran

$$\begin{aligned}
 &= \frac{P}{100} \times B_j \text{ agregat halus} + \frac{K}{100} B_j \text{ agregat kasar} \\
 &= \frac{38}{100} \times 2,656 + \frac{62}{100} 2,590 \\
 &= 2,6151
 \end{aligned}$$

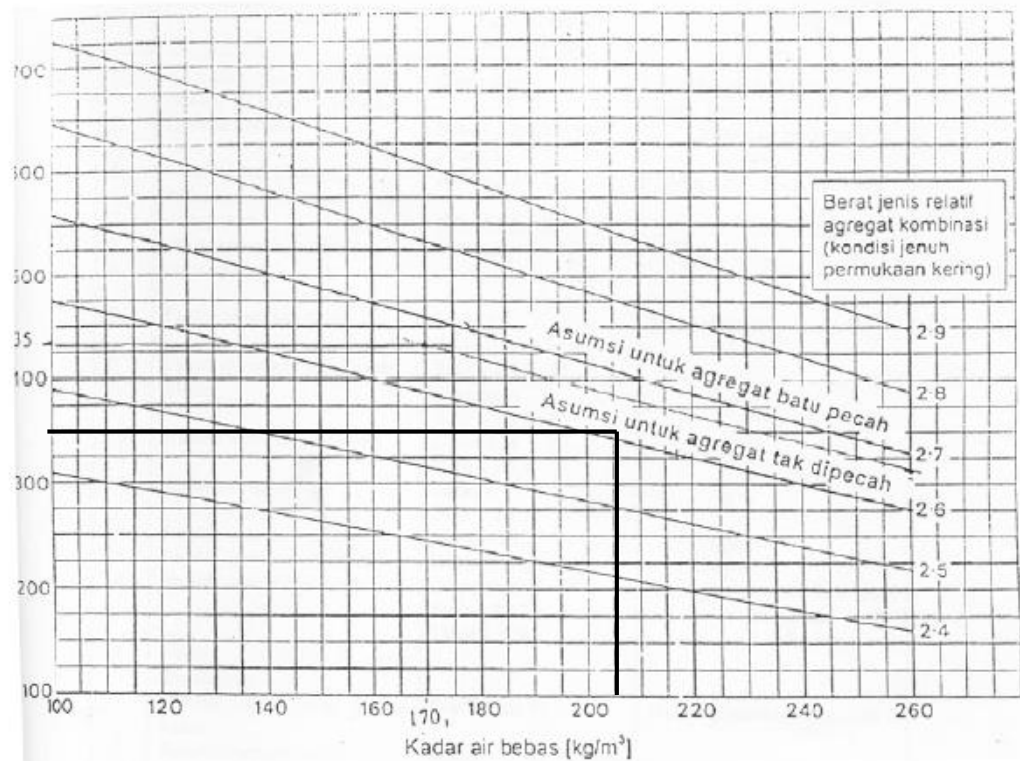
Dimana :

P = % agregat halus terhadap agregat campuran

K = % agregat kasar terhadap agregat campuran

16. Berat jenis beton

### Perkiraan Berat Isi Beton yang Telah Selesai Didapatkan



(Sumber : SNI 03-2834-2000 : Grafik 16)

Bj campuran (langkah 15)  $\square\square 2,6151 \text{ kg/m}^3$   $\square$  dibuat garis bantu diantara 2,6 dan 2,7.

Keperluan air yaitu 205 kg (langkah 11)  $\square\square$  ditarik garis vertical ke atas sampai menyentuh garis, kemudian tarik ke kiri di dapat 2350  $\text{kg/m}^3$ .

17. Berat agregat campuran

$$\begin{aligned}
 &= \text{berat tiap } m^3 - \text{keperluan air dan semen} \\
 &= 2350 - (205 + 445,6522) \\
 &= 1699,3478 \text{ kg/m}^3
 \end{aligned}$$

18. Menghitung berat agregat halus

$$\text{berat agregat halus} = \% \text{ berat agregat halus} \times \text{keperluan agregat campuran}$$



$$= \frac{38}{100} \times 1699,3478 = 645,7522 \text{ kg/m}^3$$

19. Menghitung berat agregat kasar

berat agregat kasar = % berat agregat kasar x keperluan agregat campuran

$$= \frac{62}{100} \times 1699,3478 = 1053,5956 \text{ kg/m}^3$$

$$\begin{aligned} 20. \text{ Volume Silinder} &= \frac{1}{4} \times \pi \times D^2 \times T \\ &= \frac{1}{4} \times \pi \times 15^2 \times 30 \\ &= 5301,4308 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

Kebutuhan komposisi berat campuran per 1 m<sup>3</sup>

- a. Air = 205 liter
- b. Semen = 445,6522 kg
- c. Agregat halus = 645,7522 kg
- d. Agregat kasar = 1053,5956

Berat Jenis Serat Tali Beneser = 656,47 kg/m<sup>3</sup>

Serat 0,6% yang diperlukan = 313,14 gram

Serat 0,9% yang diperlukan = 469,70 gram

No.	Jenis Bahan	Berat (kg)	Berat (kg)
		Per 1 m <sup>3</sup>	SF 1,15 m <sup>3</sup>
1.	Air	205	235,75
2.	Semen	445,6522	512,50
3.	Agregat Halus	645,7522	742,6150
4.	Agregat Kasar	1053,5956	1211,6349



### C. PEMERIKSAAN TULANGAN BAJA

#### PENGUJIAN KUAT TARIK BAJA

Kode Baja	Diameter (mm)	Tegangan Leleh (fy) kgf	Tegangan Ultimate (fu) kgf
BJTD 13	13	5925	7750
BJTD 16	16	8400	11650
BJTD 19	19	9850	14650

Contoh perhitungan BJTD 13 :

$$\text{Diameter baja (d)} = 13 \text{ mm}$$

$$\text{Tegangan leleh (fy)} = 5925 \text{ kgf}$$

$$\text{Tegangan ultimate (fu)} = 7750 \text{ kgf}$$

$$\begin{aligned} \text{Luas tampang baja (A)} &= \frac{1}{4} \times \pi \times d^2 = \frac{1}{4} \times \pi \times 13^2 \\ &= 132,7323 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\text{Tegangan leleh (fy)} = \frac{f \times 9,81}{A} = \frac{5925 \times 9,81}{132,7323} = 437,9058 \text{ MPa}$$

$$\text{Tegangan ultimate (fu)} = \frac{f \times 9,81}{A} = \frac{7750 \times 9,81}{132,7323} = 572,7882 \text{ MPa}$$

#### HASIL PERHITUNGAN

Kode Baja	Tegangan Leleh (fy) MPa	Tegangan Ultimate (fu) MPa
BJTD 13	437,9058	572,7882
BJTD 16	409,8439	568,4145
BJTD 19	340,8067	506,8852



## D. PENGUJIAN BETON

### D.1. JADWAL PENGUJIAN BETON

No.	Kode	Uji 28 hari
1	Beton Normal	20 Desember 2016
2	Beton Serat 0,6%	21 Desember 2016
3	Beton Serat 0,9%	22 Desember 2016

### D.2. PEMERIKSAAN BERAT JENIS BETON (KUAT TEKAN)

Variasi Serat	Model	d (cm)	t (cm)	berat (kg)
0%	BN-A	14.93	30.12	13.18
		14.88	30.05	
	BN-B	14.86	29.75	12.96
		14.73	29.92	
	BN-C	14.94	30.33	13.18
		14.86	30.41	

Variasi Serat	Model	d (cm)	t	berat
0.60%	BS-A	14.81	30.01	12.7
		14.94	30.13	
	BS-B	14.71	30.11	12.66
		14.64	30.08	
	BS-C	14.87	29.82	12.36
		14.99	30.22	

Variasi Serat	Model	d (cm)	t	berat
0.90%	BS-A	14.75	30	13.08
		14.77	30.2	
	BS-B	14.7	29.91	12.92
		14.84	29.82	
	BS-C	14.8	29.97	13.1
		14.87	30.05	



Contoh perhitungan:

Beton Normal BN-A 0% Umur 28 hari:

- Berat silinder beton = 13,18 kg
- Diameter silinder beton (d) = 14,905 cm
- Tinggi silinder (t) = 30,085 cm
- Volume (V)  $= \frac{1}{4} \times \pi \times d^2 \times t = \frac{1}{4} \times \pi \times 14,905^2 \times 30,085$   
 $= 5249,33 \text{ cm}^3 = 5249,33 \times 10^{-6} \text{ m}^3$
- Berat jenis beton  $= \frac{\text{Berat}}{\text{Volume}} = \frac{13,18}{5249,33 \times 10^{-6}}$   
 $= 2510,7966 \text{ kg/m}^3$

TABEL BERAT JENIS BETON

Variasi	Kode Beton	Berat Jenis (kg/m <sup>3</sup> )	Berat Jenis Rerata (kg/m <sup>3</sup> )
0%	BN-A	2510,7966	2508,8109
	BN-B	2526,7318	
	BN-C	2488,9043	
0,6%	BS-A	2430,3368	2423,0752
	BS-B	2487,1001	
	BS-C	2351,7886	
0,9%	BS-A	2539,6780	2530,0290
	BS-B	2524,9287	
	BS-C	2525,4590	





### D.3. PENGUJIAN KUAT TEKAN

Data yang diperoleh :

Variasi	Kode Beton	f <sup>'</sup> c (KN)	f <sup>'</sup> c (MPa)	f <sup>'</sup> c Rerata (MPa)
0%	BN-A	710	40,692	30,908
	BN-B	510	29,665	
	BN-C	390	22,367	
0,6%	BS-A	500	28,772	28,550
	BS-B	450	26,605	
	BS-C	530	30,274	
0,9%	BS-A	360	21,040	24,947
	BS-B	560	32,684	
	BS-C	365	21,117	

Contoh perhitungan:

Beton Normal BN-A 0%

- Diameter silinder beton (d) = 14,905 cm
- Kuat desak (P) = 710 KN
- Luas alas silinder beton (A) =  $\frac{1}{4} \times \pi \times d^2 = \frac{1}{4} \times \pi \times 149,05^2$   
= 17448,329 mm<sup>2</sup>
- Kuat desak (f<sup>'</sup>c) =  $\frac{P \times 1000}{A} = \frac{710 \times 1000}{17448,329}$   
= 40,692 MPa



#### D.4. PEMERIKSAAN BERAT JENIS BETON (KUAT TARIK BELAH)

Variasi Serat	Model	d (cm)	t (cm)	berat (kg)
0%	BN-A1	14.9	29.82	13.1
		15	29.95	
	BN-B1	14.75	29.92	13
		14.81	30.06	
	BN-C1	15.04	30.33	12.16
		15.1	31.07	

Variasi Serat	Model	d (cm)	t (cm)	berat (kg)
0.60%	BS-A1	14.85	29.93	12.76
		14.79	30.03	
	BS-B1	14.73	29.89	12.48
		14.81	29.95	
	BS-C1	14.98	30.01	12.92
		14.83	31.02	

Variasi Serat	Model	d (cm)	t (cm)	berat (kg)
0.90%	BS-A1	14.7	30.33	13.08
		14.76	30.15	
	BS-B1	14.79	30.22	13.22
		14.93	31.01	
	BS-C1	14.73	29.87	12.86
		14.81	30.01	



Contoh perhitungan:

Beton Normal BN-A1 Umur 28 hari:

- Berat silinder beton = 13,10 kg
- Diameter silinder beton (d) = 14,95 cm
- Tinggi silinder (t) = 29,885 cm
- Volume (V) 
$$= \frac{1}{4} \times \pi \times d^2 \times t = \frac{1}{4} \times \pi \times 14,95^2 \times 29,885$$
$$= 5245,97 \text{ cm}^3 = 5245,97 \times 10^{-6} \text{ m}^3$$
- Berat jenis beton 
$$= \frac{\text{Berat}}{\text{Volume}} = \frac{13,10}{5245,97 \times 10^{-6}}$$
$$= 2497,1565 \text{ kg/m}^3$$

TABEL BERAT JENIS BETON

Variasi	Kode Beton	Berat Jenis (kg/m <sup>3</sup> )	Berat Jenis Rerata (kg/m <sup>3</sup> )
0%	BN-A1	2497,1565	2414,7838
	BN-B1	2526,5514	
	BN-C1	2220,6433	
0,6%	BS-A1	-	2430,5205
	BS-B1	2434,4571	
	BS-C1	2426,5838	
0,9%	BS-A1	2538,2277	2511,6550
	BS-B1	2489,8300	
	BS-C1	2506,9074	



## D.5. PENGUJIAN KUAT TARIK BELAH

Data yang diperoleh:

Variasi	Kode Beton	f <sub>c</sub> (KN)	f <sub>c</sub> (MPa)	f <sub>c</sub> Rerata (MPa)
0%	BN-A1	295	4,2035	3,5653
	BN-B1	270	3,8779	
	BN-C1	190	2,6145	
0,6%	BS-A1	-	-	3,3085
	BS-B1	265	3,8175	
	BS-C1	200	2,7994	
0,9%	BS-A1	205	2,9299	3,2225
	BS-B1	250	3,4984	
	BS-C1	225	3,2391	

Contoh perhitungan:

Beton Normal BN-A1 0%

- Diameter silinder beton (d) = 14,95 cm
- Tinggi silinder beton (t) = 29,885 cm
- Kuat desak (P) = 295 KN
- Luas penampang beton (A) =  $\pi \times d \times t = \pi \times 149,5 \times 298,85$   
= 140360,3122 mm<sup>2</sup>
- Kuat desak (f<sub>c</sub>) =  $\frac{2P}{\pi \times d \times l} = \frac{2 \times 295 \times 1000}{140360,3122}$   
= 4,2035 MPa



## E. PENGUJIAN TEGANGAN LEKAT BETON

Contoh perhitungan :

D13 BN-A

- $d = 13 \text{ mm}$
- $ld = 200 \text{ mm}$
- $\Delta L.10-2 \text{ (mm)} = 1865$
- $A = \pi \times d \times ld = \pi \times 13 \times 200 = 8168 \text{ mm}^2$
- $P \text{ maks} = 7250 \text{ kgf} = 7250 \times 9,81 = 71122,5 \text{ N}$
- $\tau = \frac{P \text{ maks}}{\pi \times d \times ld} = \frac{71122,5}{\pi \times 13 \times 200} = 8,7073 \text{ MPa}$



### E.1. DATA PENGUJIAN TEGANGAN LEKAT BETON NORMAL

D13 BN-A				
Beban (kgf)	$\Delta L$ (mm)	$\Delta P.10-2$ (mm)	$\Delta L.10-2$ (mm)	$\tau$ (MPa)
0	155	0	0	0.0000
250	210	55	55	0.3003
500	234	24	79	0.6005
750	259	25	104	0.9008
1000	276	17	121	1.2010
1250	295	19	140	1.5013
1500	314	19	159	1.8015
1750	328	14	173	2.1018
2000	343	15	188	2.4020
2250	360	17	205	2.7023
2500	370	10	215	3.0025
2750	385	15	230	3.3028
3000	396	11	241	3.6030
3250	408	12	253	3.9033
3500	420	12	265	4.2035
3750	432	12	277	4.5038
4000	445	13	290	4.8040
4250	458	13	303	5.1043
4500	469	11	314	5.4045
4750	480	11	325	5.7048
5000	497	17	342	6.0050
5250	510	13	355	6.3053
5500	527	17	372	6.6055
5750	550	23	395	6.9058
6000	1140	590	985	7.2060
6250	1175	35	1020	7.5063
6500	1370	195	1215	7.8065
6750	1445	75	1290	8.1068
7000	1700	255	1545	8.4071
7250	2020	320	1865	8.7073



D13 BN-B				
Beban (kgf)	$\Delta L$ (mm)	$\Delta P.10-2$ (mm)	$\Delta L.10-2$ (mm)	$\tau$ (MPa)
0	383	0	0	0.0000
250	528	145	145	0.3003
500	600	72	217	0.6005
750	651	51	268	0.9008
1000	700	49	317	1.2010
1250	736	36	353	1.5013
1500	775	39	392	1.8015
1750	810	35	427	2.1018
2000	832	22	449	2.4020
2250	860	28	477	2.7023
2500	886	26	503	3.0025
2750	909	23	526	3.3028
3000	925	16	542	3.6030
3250	946	21	563	3.9033
3500	965	19	582	4.2035
3750	990	25	607	4.5038
4000	1010	20	627	4.8040
4250	1035	25	652	5.1043
4500	1059	24	676	5.4045
4750	1085	26	702	5.7048
5000	1110	25	727	6.0050
5250	1140	30	757	6.3053
5500	1165	25	782	6.6055
5750	1190	25	807	6.9058
6000	1255	65	872	7.2060
6250	2000	745	1617	7.5063
6500	2100	100	1717	7.8065
6750	2400	300	2017	8.1068
7000	2630	230	2247	8.4071
7175	2700	70	2317	8.6172



D13 BN-C				
Beban (kgf)	$\Delta L$ (mm)	$\Delta P.10-2$ (mm)	$\Delta L.10-2$ (mm)	$\tau$ (MPa)
0	80	0	0	0.0000
250	175	95	95	0.3003
500	215	40	135	0.6005
750	248	33	168	0.9008
1000	278	30	198	1.2010
1250	300	22	220	1.5013
1500	326	26	246	1.8015
1750	355	29	275	2.1018
2000	375	20	295	2.4020
2250	400	25	320	2.7023
2500	425	25	345	3.0025
2750	445	20	365	3.3028
3000	472	27	392	3.6030
3250	496	24	416	3.9033
3500	525	29	445	4.2035
3750	540	15	460	4.5038
4000	560	20	480	4.8040
4250	580	20	500	5.1043
4500	600	20	520	5.4045
4750	620	20	540	5.7048
5000	640	20	560	6.0050
5250	662	22	582	6.3053
5500	685	23	605	6.6055
5750	716	31	636	6.9058
6000	900	184	820	7.2060
6250	1550	650	1470	7.5063
6500	1770	220	1690	7.8065
6750	1920	150	1840	8.1068
7000	2024	104	1944	8.4071
7200	2170	146	2090	8.6473





D13 BN RERATA	
$\Delta L.10-2$ (mm)	$\tau$ Rerata(MPa)
0.0000	0.0000
98.3333	0.3003
143.6667	0.6005
180.0000	0.9008
212.0000	1.2010
237.6667	1.5013
265.6667	1.8015
291.6667	2.1018
310.6667	2.4020
334.0000	2.7023
354.3333	3.0025
373.6667	3.3028
391.6667	3.6030
410.6667	3.9033
430.6667	4.2035
448.0000	4.5038
465.6667	4.8040
485.0000	5.1043
503.3333	5.4045
522.3333	5.7048
543.0000	6.0050
564.6667	6.3053
586.3333	6.6055
612.6667	6.9058
892.3333	7.2060
1369.0000	7.5063
1540.6667	7.8065
1715.6667	8.1068
1912.0000	8.4071
2090.6667	8.6573



D16 BN-A				
Beban (kgf)	$\Delta L$ (mm)	$\Delta P.10-2$ (mm)	$\Delta L.10-2$ (mm)	$\tau$ (MPa)
0	180	0	0	0.0000
250	300	120	120	0.2440
500	380	80	200	0.4879
750	440	60	260	0.7319
1000	480	40	300	0.9758
1250	515	35	335	1.2198
1500	542	27	362	1.4637
1750	570	28	390	1.7077
2000	595	25	415	1.9516
2250	622	27	442	2.1956
2500	645	23	465	2.4395
2750	670	25	490	2.6835
3000	690	20	510	2.9275
3250	720	30	540	3.1714
3500	742	22	562	3.4154
3750	770	28	590	3.6593
4000	788	18	608	3.9033
4250	811	23	631	4.1472
4500	830	19	650	4.3912
4750	850	20	670	4.6351
5000	870	20	690	4.8791
5250	908	38	728	5.1230
5500	925	17	745	5.3670
5750	947	22	767	5.6110
6000	965	18	785	5.8549
6250	986	21	806	6.0989
6500	1005	19	825	6.3428
6750	1025	20	845	6.5868
7000	1042	17	862	6.8307
7250	1065	23	885	7.0747
7500	1090	25	910	7.3186

D16 BN-A				
Beban (kgf)	$\Delta L$ (mm)	$\Delta P.10-2$ (mm)	$\Delta L.10-2$ (mm)	$\tau$ (MPa)
7750	1135	45	955	7.5626
8000	1220	85	1040	7.8065
8250	1240	20	1060	8.0505
8500	1266	26	1086	8.2945
8575	1345	79	1165	8.3676



D16 BN-B				
Beban (kgf)	$\Delta L$ (mm)	$\Delta P.10-2$ (mm)	$\Delta L.10-2$ (mm)	$\tau$ (MPa)
0	170	0	0	0.0000
250	233	63	63	0.2440
500	260	27	90	0.4879
750	285	25	115	0.7319
1000	300	15	130	0.9758
1250	320	20	150	1.2198
1500	340	20	170	1.4637
1750	355	15	185	1.7077
2000	378	23	208	1.9516
2250	385	7	215	2.1956
2500	400	15	230	2.4395
2750	411	11	241	2.6835
3000	427	16	257	2.9275
3250	440	13	270	3.1714
3500	450	10	280	3.4154
3750	465	15	295	3.6593
4000	480	15	310	3.9033
4250	496	16	326	4.1472
4500	510	14	340	4.3912
4750	520	10	350	4.6351
5000	535	15	365	4.8791
5250	550	15	380	5.1230
5500	570	20	400	5.3670
5750	585	15	415	5.6110
6000	600	15	430	5.8549
6250	617	17	447	6.0989
6500	638	21	468	6.3428
6750	659	21	489	6.5868
7000	678	19	508	6.8307
7250	700	22	530	7.0747
7500	723	23	553	7.3186

D16 BN-B				
Beban (kgf)	$\Delta L$ (mm)	$\Delta P.10-2$ (mm)	$\Delta L.10-2$ (mm)	$\tau$ (MPa)
7750	750	27	580	7.5626
8000	780	30	610	7.8065
8250	930	150	760	8.0505
8500	1390	460	1220	8.2945
8750	1706	316	1536	8.5384



D16 BN RERATA	
$\Delta L.10-2$ (mm)	$\tau$ Rerata(MPa)
0	0.0000
91.5	0.2440
145	0.4879
187.5	0.7319
215	0.9758
242.5	1.2198
266	1.4637
287.5	1.7077
311.5	1.9516
328.5	2.1956
347.5	2.4395
365.5	2.6835
383.5	2.9275
405	3.1714
421	3.4154
442.5	3.6593
459	3.9033
478.5	4.1472
495	4.3912
510	4.6351
527.5	4.8791
554	5.1230
572.5	5.3670
591	5.6110
607.5	5.8549
626.5	6.0989
646.5	6.3428
667	6.5868
685	6.8307
707.5	7.0747
731.5	7.3186

D16 BN RERATA	
$\Delta L.10-2$ (mm)	$\tau$ Rerata(MPa)
767.5	7.5626
825	7.8065
910	8.0505
1153	8.2945
1350.5	8.4530



D19 BN-A				
Beban (kgf)	$\Delta L$ (mm)	$\Delta P.10-2$ (mm)	$\Delta L.10-2$ (mm)	$\tau$ (MPa)
0	90	0	0	0.0000
250	215	125	125	0.2054
500	270	55	180	0.4109
750	305	35	215	0.6163
1000	340	35	250	0.8217
1250	380	40	290	1.0272
1500	410	30	320	1.2326
1750	435	25	345	1.4380
2000	460	25	370	1.6435
2250	480	20	390	1.8489
2500	500	20	410	2.0544
2750	520	20	430	2.2598
3000	543	23	453	2.4652
3250	560	17	470	2.6707
3500	580	20	490	2.8761
3750	600	20	510	3.0815
4000	620	20	530	3.2870
4250	631	11	541	3.4924
4500	645	14	555	3.6978
4750	660	15	570	3.9033
5000	672	12	582	4.1087
5250	685	13	595	4.3141
5500	700	15	610	4.5196
5750	715	15	625	4.7250
6000	730	15	640	4.9305
6250	745	15	655	5.1359
6500	780	35	690	5.3413
6750	790	10	700	5.5468
7000	820	30	730	5.7522
7250	840	20	750	5.9576
7500	860	20	770	6.1631

D19 BN-A				
Beban (kgf)	$\Delta L$ (mm)	$\Delta P.10-2$ (mm)	$\Delta L.10-2$ (mm)	$\tau$ (MPa)
7750	890	30	800	6.3685
7825	975	85	885	6.4301



D19 BN-B				
Beban (kgf)	$\Delta L$ (mm)	$\Delta P.10-2$ (mm)	$\Delta L.10-2$ (mm)	$\tau$ (MPa)
0	58	0	0	0.0000
250	158	100	100	0.2054
500	215	57	157	0.4109
750	273	58	215	0.6163
1000	316	43	258	0.8217
1250	360	44	302	1.0272
1500	390	30	332	1.2326
1750	416	26	358	1.4380
2000	441	25	383	1.6435
2250	468	27	410	1.8489
2500	492	24	434	2.0544
2750	514	22	456	2.2598
3000	537	23	479	2.4652
3250	561	24	503	2.6707
3500	581	20	523	2.8761
3750	600	19	542	3.0815
4000	624	24	566	3.2870
4250	642	18	584	3.4924
4500	660	18	602	3.6978
4750	679	19	621	3.9033
5000	702	23	644	4.1087
5250	727	25	669	4.3141
5500	750	23	692	4.5196
5750	771	21	713	4.7250
6000	790	19	732	4.9305
6250	812	22	754	5.1359
6500	834	22	776	5.3413
6750	854	20	796	5.5468
7000	875	21	817	5.7522
7250	894	19	836	5.9576

D19 BN-B				
Beban (kgf)	$\Delta L$ (mm)	$\Delta P.10-2$ (mm)	$\Delta L.10-2$ (mm)	$\tau$ (MPa)
7500	913	19	855	6.1631
7750	936	23	878	6.3685
8000	975	39	917	6.5739
8250	1080	105	1022	6.7794



D19 BN RERATA	
$\Delta L.10-2$ (mm)	$\tau$ Rerata(MPa)
0	0.0000
112.5	0.2054
168.5	0.4109
215	0.6163
254	0.8217
296	1.0272
326	1.2326
351.5	1.4380
376.5	1.6435
400	1.8489
422	2.0544
443	2.2598
466	2.4652
486.5	2.6707
506.5	2.8761
526	3.0815
548	3.2870
562.5	3.4924
578.5	3.6978
595.5	3.9033
613	4.1087
632	4.3141
651	4.5196
669	4.7250
686	4.9305
704.5	5.1359
733	5.3413
748	5.5468
773.5	5.7522
793	5.9576

D19 BN RERATA	
$\Delta L.10-2$ (mm)	$\tau$ Rerata(MPa)
812.5	6.1631
839	6.3685
901	6.5020
1022	6.7794



## E.2. DATA PENGUJIAN TEGANGAN LEKAT BETON SERAT 0,6%

D13 BS-B 0.6%				
Beban (kgf)	$\Delta L$ (mm)	$\Delta P.10-2$ (mm)	$\Delta L.10-2$ (mm)	$\tau$ (MPa)
0	70	0	0	0.0000
250	210	140	140	0.3003
500	267	57	197	0.6005
750	314	47	244	0.9008
1000	346	32	276	1.2010
1250	378	32	308	1.5013
1500	410	32	340	1.8015
1750	435	25	365	2.1018
2000	456	21	386	2.4020
2250	479	23	409	2.7023
2500	501	22	431	3.0025
2750	522	21	452	3.3028
3000	543	21	473	3.6030
3250	563	20	493	3.9033
3500	585	22	515	4.2035
3750	606	21	536	4.5038
4000	627	21	557	4.8040
4250	650	23	580	5.1043
4500	670	20	600	5.4045
4750	696	26	626	5.7048
5000	719	23	649	6.0050
5250	758	39	688	6.3053
5300	815	57	745	6.3653





D13 BS-C 0.6%				
Beban (kgf)	$\Delta L$ (mm)	$\Delta P.10-2$ (mm)	$\Delta L.10-2$ (mm)	$\tau$ (MPa)
0	190	0	0	0.0000
250	319	129	129	0.3003
500	371	52	181	0.6005
750	413	42	223	0.9008
1000	452	39	262	1.2010
1250	490	38	300	1.5013
1500	521	31	331	1.8015
1750	548	27	358	2.1018
2000	574	26	384	2.4020
2250	592	18	402	2.7023
2500	610	18	420	3.0025
2750	630	20	440	3.3028
3000	645	15	455	3.6030
3250	661	16	471	3.9033
3500	678	17	488	4.2035
3750	695	17	505	4.5038
4000	712	17	522	4.8040
4250	730	18	540	5.1043
4500	749	19	559	5.4045
4750	765	16	575	5.7048
5000	785	20	595	6.0050
5250	808	23	618	6.3053
5500	830	22	640	6.6055
5650	875	45	695	6.7857



D13 BS 0,6 RERATA	
$\Delta L.10-2$ (mm)	$\tau$ Rerata(MPa)
0	0.0000
134.5	0.3003
189	0.6005
233.5	0.9008
269	1.2010
304	1.5013
335.5	1.8015
361.5	2.1018
385	2.4020
405.5	2.7023
425.5	3.0025
446	3.3028
464	3.6030
482	3.9033
501.5	4.2035
520.5	4.5038
539.5	4.8040
560	5.1043
579.5	5.4045
600.5	5.7048
622	6.0050
653	6.3053
692.5	6.4854
695	6.7857



D16 BS-B 0.6%				
Beban (kgf)	$\Delta L$ (mm)	$\Delta P.10-2$ (mm)	$\Delta L.10-2$ (mm)	$\tau$ (MPa)
0	3	0	0	0.0000
250	100	97	97	0.2440
500	165	65	162	0.4879
750	262	97	259	0.7319
1000	292	30	289	0.9758
1250	321	29	318	1.2198
1500	350	29	347	1.4637
1750	373	23	370	1.7077
2000	405	32	402	1.9516
2250	424	19	421	2.1956
2500	441	17	438	2.4395
2750	462	21	459	2.6835
3000	485	23	482	2.9275
3250	503	18	500	3.1714
3500	519	16	516	3.4154
3750	530	11	527	3.6593
4000	548	18	545	3.9033
4250	565	17	562	4.1472
4500	584	19	581	4.3912
4750	595	11	592	4.6351
5000	609	14	606	4.8791
5250	623	14	620	5.1230
5500	636	13	633	5.3670
5750	651	15	648	5.6110
6000	669	18	666	5.8549
6250	680	11	677	6.0989
6500	696	16	693	6.3428
6750	735	39	732	6.5868



D16 BS-C 0.6%				
Beban (kgf)	$\Delta L$ (mm)	$\Delta P.10-2$ (mm)	$\Delta L.10-2$ (mm)	$\tau$ (MPa)
0	190	0	0	0.0000
250	355	165	165	0.2440
500	410	55	220	0.4879
750	454	44	264	0.7319
1000	490	36	300	0.9758
1250	524	34	334	1.2198
1500	555	31	365	1.4637
1750	584	29	394	1.7077
2000	610	26	420	1.9516
2250	635	25	445	2.1956
2500	664	29	474	2.4395
2750	690	26	500	2.6835
3000	710	20	520	2.9275
3250	730	20	540	3.1714
3500	750	20	560	3.4154
3750	770	20	580	3.6593
4000	790	20	600	3.9033
4250	810	20	620	4.1472
4500	830	20	640	4.3912
4750	856	26	666	4.6351
5000	874	18	684	4.8791
5250	897	23	707	5.1230
5500	913	16	723	5.3670
5750	930	17	740	5.6110
6000	950	20	760	5.8549
6250	968	18	778	6.0989
6500	990	22	800	6.3428
6650	1070	80	880	6.4892



D16 BS 0,6 RERATA	
$\Delta L.10-2$ (mm)	$\tau$ Rerata(MPa)
0	0.0000
131	0.2440
191	0.4879
261.5	0.7319
294.5	0.9758
326	1.2198
356	1.4637
382	1.7077
411	1.9516
433	2.1956
456	2.4395
479.5	2.6835
501	2.9275
520	3.1714
538	3.4154
553.5	3.6593
572.5	3.9033
591	4.1472
610.5	4.3912
629	4.6351
645	4.8791
663.5	5.1230
678	5.3670
694	5.6110
713	5.8549
727.5	6.0989
746.5	6.3428
806	6.5380



D19 BS-A 0.6%				
Beban (kgf)	$\Delta L$ (mm)	$\Delta P.10-2$ (mm)	$\Delta L.10-2$ (mm)	$\tau$ (MPa)
0	1	0	0	0.0000
250	7	6	6	0.2054
500	55	48	54	0.4109
750	105	50	104	0.6163
1000	147	42	146	0.8217
1250	180	33	179	1.0272
1500	210	30	209	1.2326
1750	245	35	244	1.4380
2000	270	25	269	1.6435
2250	290	20	289	1.8489
2500	315	25	314	2.0544
2750	332	17	331	2.2598
3000	350	18	349	2.4652
3250	368	18	367	2.6707
3500	390	22	389	2.8761
3750	410	20	409	3.0815
4000	428	18	427	3.2870
4250	450	22	449	3.4924
4500	462	12	461	3.6978
4750	480	18	479	3.9033
5000	502	22	501	4.1087
5300	550	48	549	4.3552



D19 BS-B 0.6%				
Beban (kgf)	$\Delta L$ (mm)	$\Delta P.10-2$ (mm)	$\Delta L.10-2$ (mm)	$\tau$ (MPa)
0	10	0	0	0.0000
250	48	38	38	0.2054
500	87	39	77	0.4109
750	115	28	105	0.6163
1000	140	25	130	0.8217
1250	160	20	150	1.0272
1500	180	20	170	1.2326
1750	198	18	188	1.4380
2000	215	17	205	1.6435
2250	230	15	220	1.8489
2500	250	20	240	2.0544
2750	265	15	255	2.2598
3000	284	19	274	2.4652
3250	300	16	290	2.6707
3500	315	15	305	2.8761
3750	333	18	323	3.0815
4000	350	17	340	3.2870
4250	370	20	360	3.4924
4500	385	15	375	3.6978
4750	405	20	395	3.9033
5000	475	70	465	4.1087



D19 BS 0,6 RERATA	
$\Delta L_{10-2}$ (mm)	$\tau$ Rerata(MPa)
0	0.0000
22	0.2054
65.5	0.4109
104.5	0.6163
138	0.8217
164.5	1.0272
189.5	1.2326
216	1.4380
237	1.6435
254.5	1.8489
277	2.0544
293	2.2598
311.5	2.4652
328.5	2.6707
347	2.8761
366	3.0815
383.5	3.2870
404.5	3.4924
418	3.6978
437	3.9033
483	4.1087
549	4.3552





### E.3. DATA PENGUJIAN TEGANGAN LEKAT BETON SERAT 0,9%

D13 BS-A 0.9%				
Beban (kgf)	$\Delta L$ (mm)	$\Delta P.10-2$ (mm)	$\Delta L.10-2$ (mm)	$\tau$ (MPa)
0	70	0	0	0.0000
250	153	83	83	0.3003
500	182	29	112	0.6005
750	210	28	140	0.9008
1000	248	38	178	1.2010
1250	267	19	197	1.5013
1500	283	16	213	1.8015
1750	298	15	228	2.1018
2000	311	13	241	2.4020
2250	325	14	255	2.7023
2500	345	20	275	3.0025
2750	363	18	293	3.3028
3000	380	17	310	3.6030
3250	395	15	325	3.9033
3500	410	15	340	4.2035
3750	426	16	356	4.5038
4000	445	19	375	4.8040
4250	458	13	388	5.1043
4500	471	13	401	5.4045
4750	495	24	425	5.7048
5000	505	10	435	6.0050
5250	528	23	458	6.3053
5500	553	25	483	6.6055
5900	910	357	840	7.0859



D13 BS-B 0.9%				
Beban (kgf)	$\Delta L$ (mm)	$\Delta P.10-2$ (mm)	$\Delta L.10-2$ (mm)	$\tau$ (MPa)
0	235	0	0	0.0000
250	340	105	105	0.3003
500	383	43	148	0.6005
750	419	36	184	0.9008
1000	445	26	210	1.2010
1250	470	25	235	1.5013
1500	497	27	262	1.8015
1750	517	20	282	2.1018
2000	534	17	299	2.4020
2250	560	26	325	2.7023
2500	581	21	346	3.0025
2750	601	20	366	3.3028
3000	622	21	387	3.6030
3250	645	23	410	3.9033
3500	665	20	430	4.2035
3750	686	21	451	4.5038
4000	703	17	468	4.8040
4250	724	21	489	5.1043
4500	747	23	512	5.4045
4750	767	20	532	5.7048
5000	788	21	553	6.0050
5250	810	22	575	6.3053
5500	835	25	600	6.6055
5750	870	35	635	6.9058
5875	1240	370	1005	7.0559



D13 BS-C 0.9%				
Beban (kgf)	$\Delta L$ (mm)	$\Delta P_{.10-2}$ (mm)	$\Delta L_{.10-2}$ (mm)	$\tau$ (MPa)
0	165	0	0	0.0000
250	244	79	79	0.3003
500	270	26	105	0.6005
750	297	27	132	0.9008
1000	320	23	155	1.2010
1250	340	20	175	1.5013
1500	360	20	195	1.8015
1750	377	17	212	2.1018
2000	405	28	240	2.4020
2250	412	7	247	2.7023
2500	430	18	265	3.0025
2750	447	17	282	3.3028
3000	463	16	298	3.6030
3250	480	17	315	3.9033
3500	492	12	327	4.2035
3750	504	12	339	4.5038
4000	519	15	354	4.8040
4250	532	13	367	5.1043
4500	543	11	378	5.4045
4750	555	12	390	5.7048
5000	568	13	403	6.0050
5250	582	14	417	6.3053
5500	598	16	433	6.6055
5750	792	194	627	6.9058
6000	1305	513	1140	7.2060
6250	1555	250	1390	7.5063
6525	1765	210	1600	7.8366



D13 BS 0,9 RERATA	
$\Delta L.10-2$ (mm)	$\tau$ Rerata(MPa)
0.0000	0.0000
89.0000	0.3003
121.6667	0.6005
152.0000	0.9008
181.0000	1.2010
202.3333	1.5013
223.3333	1.8015
240.6667	2.1018
260.0000	2.4020
275.6667	2.7023
295.3333	3.0025
313.6667	3.3028
331.6667	3.6030
350.0000	3.9033
365.6667	4.2035
382.0000	4.5038
399.0000	4.8040
414.6667	5.1043
430.3333	5.4045
449.0000	5.7048
463.6667	6.0050
483.3333	6.3053
505.3333	6.6055
700.6667	6.9658
1072.5000	7.1310
1390.0000	7.5063
1600.0000	7.8366



D16 BS-A 0.9%				
Beban (kgf)	$\Delta L$ (mm)	$\Delta P.10-2$ (mm)	$\Delta L.10-2$ (mm)	$\tau$ (MPa)
0	99	0	0	0.0000
250	155	56	56	0.2440
500	173	18	74	0.4879
750	200	27	101	0.7319
1000	253	53	154	0.9758
1250	262	9	163	1.2198
1500	270	8	171	1.4637
1750	286	16	187	1.7077
2000	300	14	201	1.9516
2250	311	11	212	2.1956
2500	323	12	224	2.4395
2750	333	10	234	2.6835
3000	345	12	246	2.9275
3250	357	12	258	3.1714
3500	372	15	273	3.4154
3750	384	12	285	3.6593
4000	395	11	296	3.9033
4250	400	5	301	4.1472
4500	413	13	314	4.3912
4750	421	8	322	4.6351
5000	431	10	332	4.8791
5250	440	9	341	5.1230
5500	450	10	351	5.3670
5750	459	9	360	5.6110
6000	468	9	369	5.8549
6250	476	8	377	6.0989
6500	486	10	387	6.3428
6750	497	11	398	6.5868
7000	505	8	406	6.8307
7050	578	73	479	6.8795



D16 BS-B 0.9%				
Beban (kgf)	$\Delta L$ (mm)	$\Delta P_{.10-2}$ (mm)	$\Delta L_{.10-2}$ (mm)	$\tau$ (MPa)
0	209	0	0	0.0000
250	295	86	86	0.2440
500	330	35	121	0.4879
750	360	30	151	0.7319
1000	383	23	174	0.9758
1250	405	22	196	1.2198
1500	424	19	215	1.4637
1750	446	22	237	1.7077
2000	463	17	254	1.9516
2250	482	19	273	2.1956
2500	500	18	291	2.4395
2750	520	20	311	2.6835
3000	535	15	326	2.9275
3250	550	15	341	3.1714
3500	567	17	358	3.4154
3750	581	14	372	3.6593
4000	596	15	387	3.9033
4250	612	16	403	4.1472
4500	628	16	419	4.3912
4750	654	26	445	4.6351
5000	668	14	459	4.8791
5250	682	14	473	5.1230
5500	695	13	486	5.3670
5750	710	15	501	5.6110
6000	720	10	511	5.8549
6250	735	15	526	6.0989
6500	746	11	537	6.3428
6750	760	14	551	6.5868
7000	794	34	585	6.8307



D16 BS-C 0.9%				
Beban (kgf)	$\Delta L$ (mm)	$\Delta P_{.10-2}$ (mm)	$\Delta L_{.10-2}$ (mm)	$\tau$ (MPa)
0	100	0	0	0.0000
250	165	65	65	0.2440
500	176	11	76	0.4879
750	199	23	99	0.7319
1000	216	17	116	0.9758
1250	240	24	140	1.2198
1500	255	15	155	1.4637
1750	270	15	170	1.7077
2000	285	15	185	1.9516
2250	297	12	197	2.1956
2500	313	16	213	2.4395
2750	319	6	219	2.6835
3000	328	9	228	2.9275
3250	336	8	236	3.1714
3500	348	12	248	3.4154
3750	355	7	255	3.6593
4000	360	5	260	3.9033
4250	372	12	272	4.1472
4500	381	9	281	4.3912
4750	390	9	290	4.6351
5000	396	6	296	4.8791
5250	400	4	300	5.1230
5500	405	5	305	5.3670
5750	414	9	314	5.6110
6000	425	11	325	5.8549
6250	430	5	330	6.0989
6500	435	5	335	6.3428
6750	443	8	343	6.5868
6950	488	45	388	6.7819



D16 BS 0,9 RERATA	
$\Delta L.10-2$ (mm)	$\tau$ Rerata(MPa)
0.0000	0.0000
69.0000	0.2440
90.3333	0.4879
117.0000	0.7319
148.0000	0.9758
166.3333	1.2198
180.3333	1.4637
198.0000	1.7077
213.3333	1.9516
227.3333	2.1956
242.6667	2.4395
254.6667	2.6835
266.6667	2.9275
278.3333	3.1714
293.0000	3.4154
304.0000	3.6593
314.3333	3.9033
325.3333	4.1472
338.0000	4.3912
352.3333	4.6351
362.3333	4.8791
371.3333	5.1230
380.6667	5.3670
391.6667	5.6110
401.6667	5.8549
411.0000	6.0989
419.6667	6.3428
430.6667	6.5868
459.6667	6.8145
479.0000	6.8795





D19 BS-B 0.9%				
Beban (kgf)	$\Delta L$ (mm)	$\Delta P.10-2$ (mm)	$\Delta L.10-2$ (mm)	$\tau$ (MPa)
0	84	0	0	0.0000
250	245	161	161	0.2054
500	297	52	213	0.4109
750	317	20	233	0.6163
1000	333	16	249	0.8217
1250	352	19	268	1.0272
1500	368	16	284	1.2326
1750	381	13	297	1.4380
2000	394	13	310	1.6435
2250	410	16	326	1.8489
2500	425	15	341	2.0544
2750	435	10	351	2.2598
3000	446	11	362	2.4652
3250	458	12	374	2.6707
3500	470	12	386	2.8761
3750	480	10	396	3.0815
4000	490	10	406	3.2870
4250	500	10	416	3.4924
4500	511	11	427	3.6978
4750	521	10	437	3.9033
5000	529	8	445	4.1087
5250	540	11	456	4.3141
5500	550	10	466	4.5196
5750	563	13	479	4.7250
6000	570	7	486	4.9305
6250	581	11	497	5.1359
6500	593	12	509	5.3413
6750	600	7	516	5.5468
7100	649	49	565	5.8344



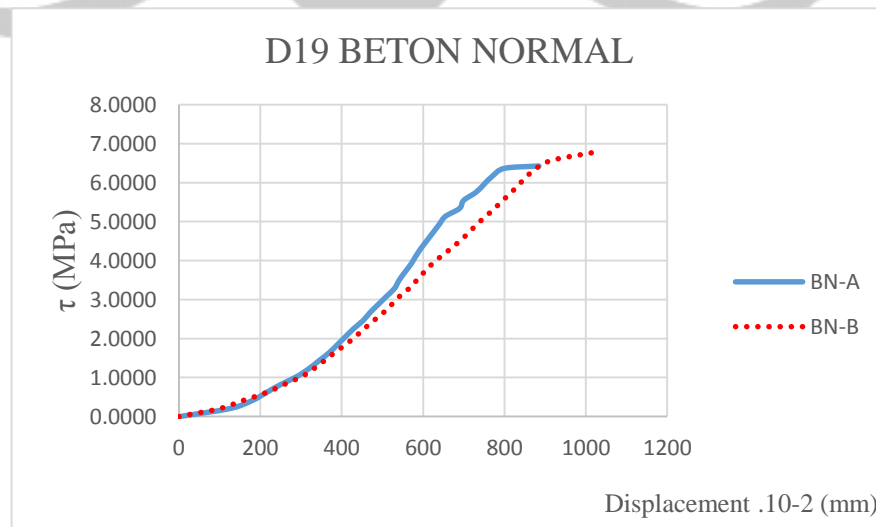
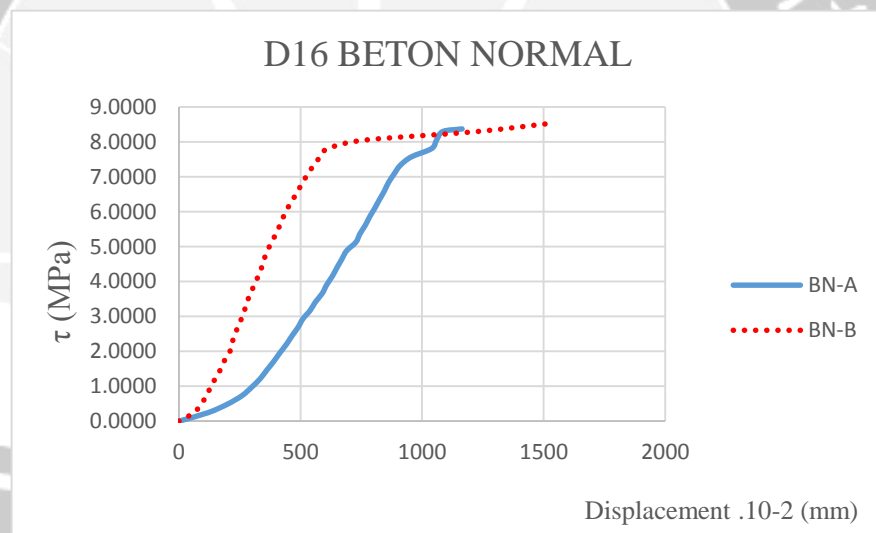
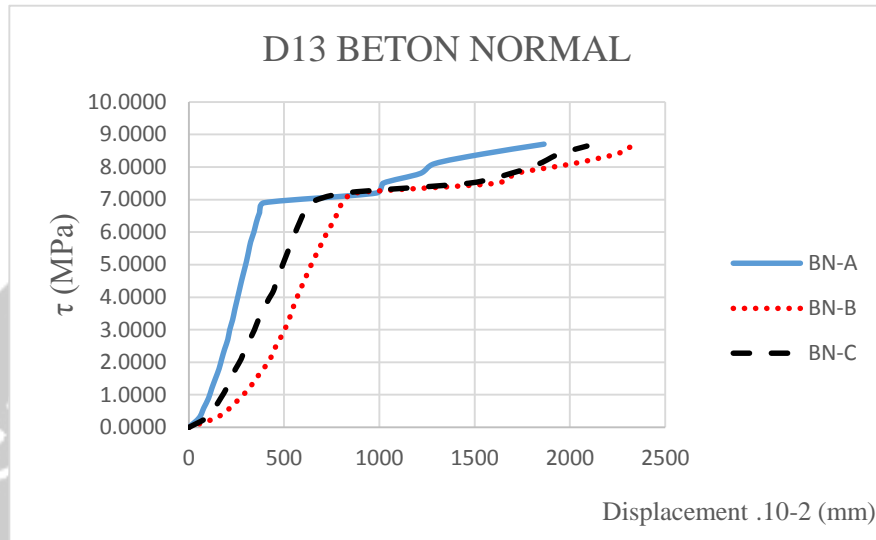
D19 BS-C 0.9%				
Beban (kgf)	$\Delta L$ (mm)	$\Delta P.10-2$ (mm)	$\Delta L.10-2$ (mm)	$\tau$ (MPa)
0	220	0	0	0.0000
250	315	95	95	0.2054
500	385	70	165	0.4109
750	430	45	210	0.6163
1000	463	33	243	0.8217
1250	496	33	276	1.0272
1500	520	24	300	1.2326
1750	547	27	327	1.4380
2000	574	27	354	1.6435
2250	600	26	380	1.8489
2500	627	27	407	2.0544
2750	650	23	430	2.2598
3000	674	24	454	2.4652
3250	690	16	470	2.6707
3500	710	20	490	2.8761
3750	730	20	510	3.0815
4000	748	18	528	3.2870
4250	766	18	546	3.4924
4500	787	21	567	3.6978
4750	808	21	588	3.9033
5000	831	23	611	4.1087
5250	855	24	635	4.3141
5500	870	15	650	4.5196
5750	890	20	670	4.7250
6000	910	20	690	4.9305
6250	925	15	705	5.1359
6500	944	19	724	5.3413
6750	1018	74	798	5.5468



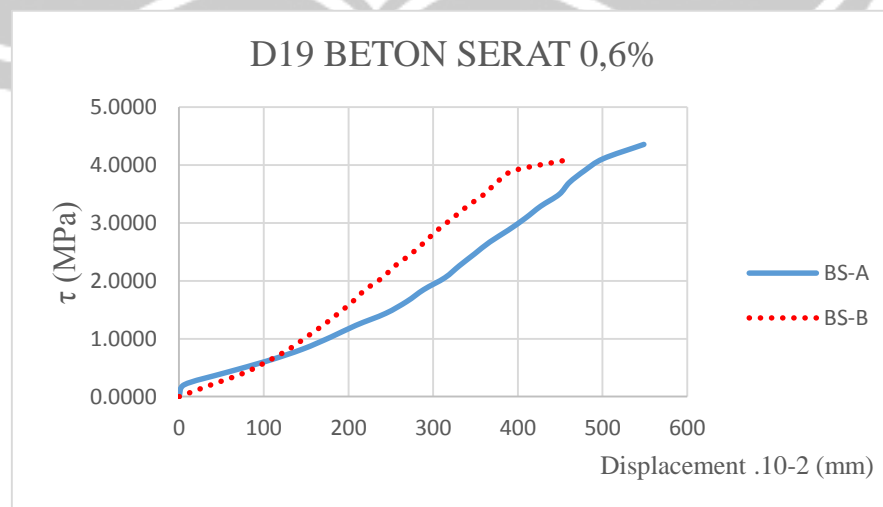
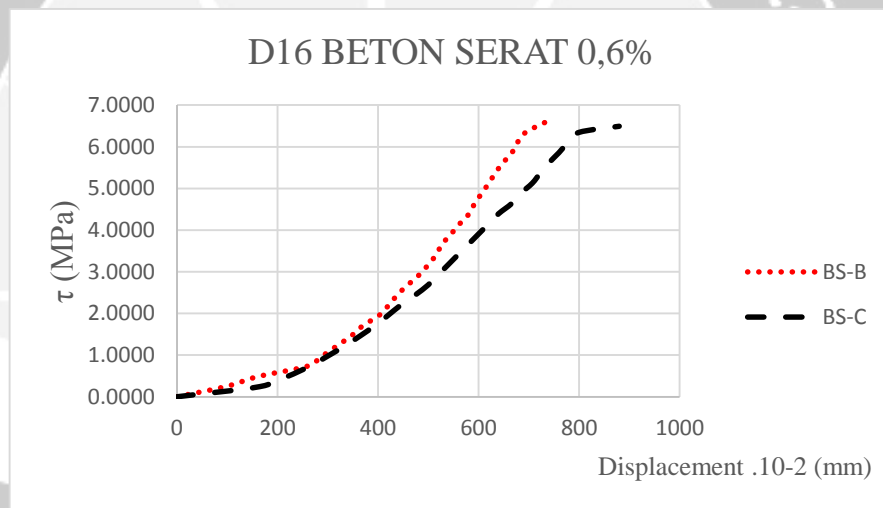
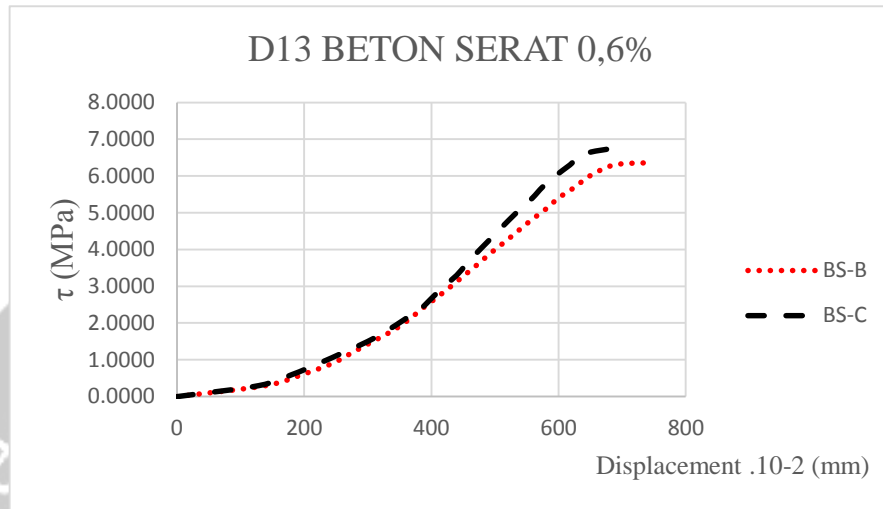
D19 BS 0,9 RERATA	
$\Delta L_{10-2}$ (mm)	$\tau$ Rerata(MPa)
0	0.0000
128	0.2054
189	0.4109
221.5	0.6163
246	0.8217
272	1.0272
292	1.2326
312	1.4380
332	1.6435
353	1.8489
374	2.0544
390.5	2.2598
408	2.4652
422	2.6707
438	2.8761
453	3.0815
467	3.2870
481	3.4924
497	3.6978
512.5	3.9033
528	4.1087
545.5	4.3141
558	4.5196
574.5	4.7250
588	4.9305
601	5.1359
616.5	5.3413
657	5.5468



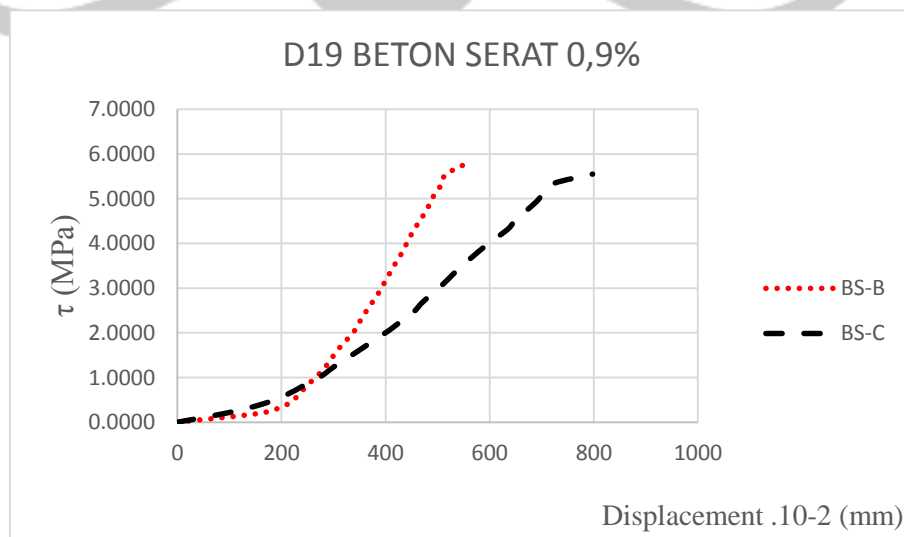
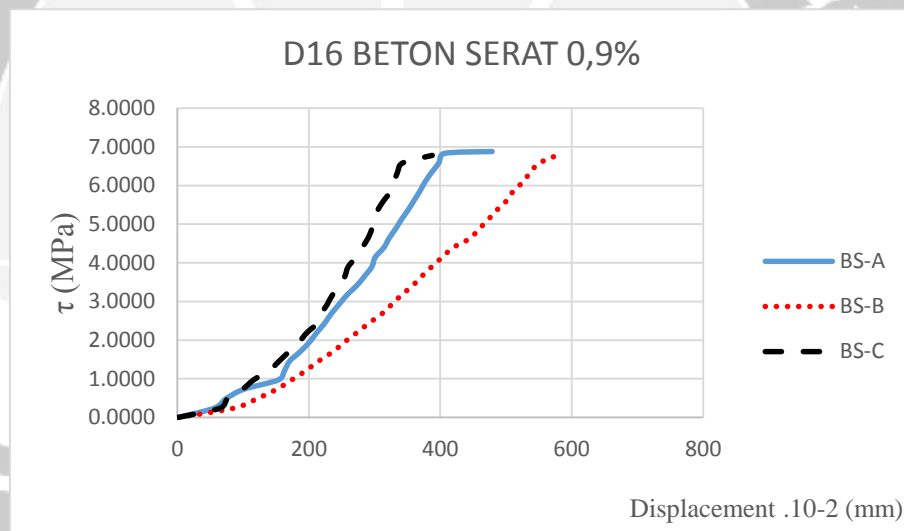
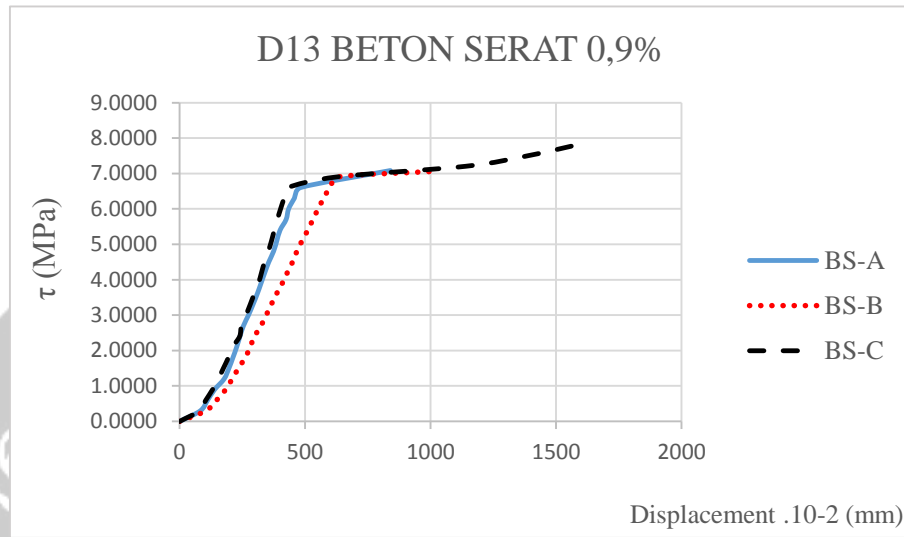
### F. GRAFIK PENGUJIAN TEGANGAN LEKAT BETON NORMAL



**G. GRAFIK PENGUJIAN TEGANGAN LEKAT BETON SERAT 0,6%**



**H. GRAFIK PENGUJIAN TEGANGAN LEKAT BETON SERAT 0,9%**



### I. GAMBAR ALAT DAN BAHAN



1. Oven



2. Los Angeles Abrasion Test



3. Bola Baja



4. Saringan



5. Molen



6. Gelas Ukur dan *Beaker*



**7. Timbangan**



**8. Mesin Desak "ELE"**



**9. Kerucut Abrams**



**10. Kaliper**



**11. Penggaris Siku**



**12. Cetakan Silinder Beton**





13. *Alat capping*



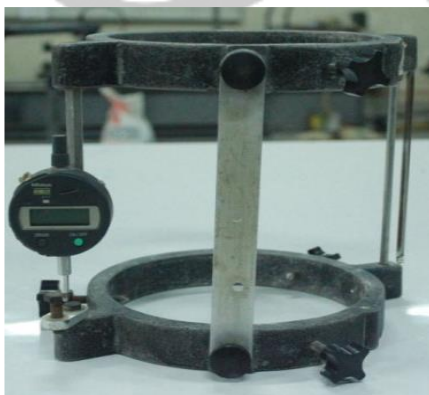
14. *Universal Testing Machine*



15. *Dial Gauge*



16. *Extensometer*



17. *Compressometer*



18. *Kerikil*



19. Semen



20. Pasir



21. Superplasticizer



22. Tulangan Ulir



23. Belerang



24. Serat Tali Bener

## J. DOKUMENTASI PENELITIAN



1. Pengujian Kuat Tulangan Baja



2. Proses Pengecoran



3. Proses Penuangan & Pematatan



4. Pengujian *Pull-out*



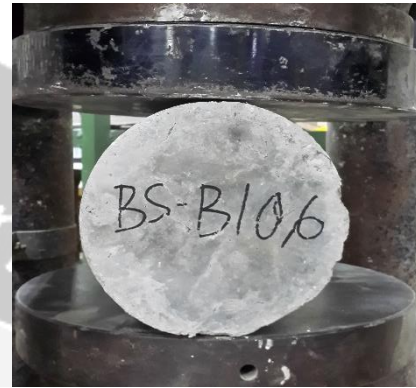
5. Keruntuhan *Pull-out* (1)



6. Keruntuhan *Pull-out* (2)



7. Pengujian Kuat Desak



8. Pengujian Kuat Tarik Belah



9. Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah Beton Normal



10. Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah Beton Serat



11. Benda Uji *Pull – out* (1)



12. Benda Uji *Pull – out* (2)