

## BAB V

### HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

#### 5.1. Hasil Pemeriksaan Bahan Campuran Beton

Dalam pembuatan beton diperlukan pemeriksaan dari bahan yang akan digunakan sehingga didapatkan data yang akhirnya digunakan untuk membuat *mix design* beton. Pemeriksaan campuran beton yang dilakukan meliputi pemeriksaan agregat halus, pemeriksaan agregat kasar. Untuk pemeriksaan bahan tambah limbah serat tali beneser menggunakan data yang telah diteliti pada tugas akhir yang berjudul Tinjauan Kuat Desak dan Kuat Tarik Belah Beton dengan Penambahan Serat Tali Beneser (Felany, 2004) dengan berat jenis tali beneser 656,468 kg/m<sup>3</sup>. Panjang serat 500 mm dan diameter 1,5 mm maka aspek rasio antara panjang serat dan diameter serat adalah  $500/1,5 = 333,33$ . Kualitas bahan yang digunakan menentukan kualitas dari beton itu sendiri.

##### 5.1.1. **Pemeriksaan Agregat Halus**

Agregat halus yang digunakan merupakan pasir yang berasal dari Kali Progo. Sebelum pasir digunakan sebagai campuran beton, perlu adanya pemeriksaan yang dilakukan di laboratorium. Pemeriksaan agregat halus dilakukan di Laboratorium Struktur Bahan Bangunan Universitas Atma Jaya Yogyakarta. Pemeriksaan agregat halus (pasir) yang dilakukan terdiri dari pengujian kandungan lumpur, kandungan zat organik, gradasi agregat halus, berat

jenis, dan penyerapan, dan kadar air. Berikut hasil pengujian dapat dilihat dalam Tabel 5.1.

Tabel 5.1 Hasil Pengujian Agregat Halus

	Nomor Pemeriksaan	I
A	Berat Contoh Kering (gr)	500,35
B	Jumlah Air (V-W)	188,35
C	Berat Oven	490,01
D	Berat Jenis Bulk = $\frac{(500)}{(B)}$	2,54
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

### 5.1.2. Pemeriksaan Agregat Kasar

Agregat kasar yang digunakan berasal dari Clereng dengan butir ukuran maksimum 20 mm. Sama seperti agregat halus, agregat kasar perlu adanya pengujian laboratorium sebelum digunakan. Pengujian dilakukan di Laboratorium Struktur Bahan Bangunan dan Laboratorium Transportasi Universitas Atma Jaya Yogyakarta. Pemeriksaan agregat kasar atau *split* terdiri dari pemeriksaan kandungan lumpur, gradasi agregat kasar, keausan agregat dengan Los Angeles Abrasion Machine, berat jenis dan penyerapan air, dan kadar air. Adapun hasil pengujian dapat dilihat dalam Tabel 5.2.

Tabel 5.2 Hasil Pengujian Agregat Kasar

	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%

### 5.2. Kebutuhan Bahan Adukan Beton

Berdasarkan hasil perhitungan rencana campuran adukan beton, maka diperoleh kebutuhan bahan per m<sup>3</sup> campuran beton seperti dalam Tabel 5.3.

Tabel 5.3 Proporsi Campuran Adukan Beton Untuk 1 Silinder Beton

Variasi Serat	Air (liter)	Semen (kg)	Pasir (kg)	Kerikil (kg)	Viscocrete (kg/l)	Tali Beneser
0%	1.3038	2.8343	4.0466	6.6023	0.0085	0
0.6%	1.3038	2.8343	4.0466	6.6023	0.0085	0.0209
0.9%	1.3038	2.8343	4.0466	6.6023	0.0085	0.0313

### 5.3. Hasil Pengujian

Setelah dilakukannya pengadukan beton, dilakukan beberapa pengujian untuk membuat analisis seperti pengujian *slump*, berat jenis beton, kuat tekan

beton, modulus elastisitas, kuat belah beton, kuat lekat beton, dan kuat tarik baja tulangan.

### 5.3.1. Hasil Pengujian Kuat Tarik Baja Tulangan

Baja tulangan yang digunakan adalah baja dengan diameter 8 mm, 10 mm, dan 12mm. Fungsi dari pengujian tarik baja tulangan adalah untuk mengetahui tegangan leleh ( $f_y$ ) dan tegangan *ultimate* ( $f_u$ ) yang digunakan. Pengujian ini dilakukan dengan cara pembacaan beban pada mesin UTM dengan merk *Shimadzu*. Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 5.4.

Tabel 5.4 Kuat Tarik Baja

Diameter Tulangan	Tegangan Leleh ( $f_y$ ) MPa	Tegangan Ultimate ( $f_u$ ) MPa
P8	439.3411	609.2197
P10	389.5463	521.8922
P12	412.2213	564.0924

### 5.3.2. Hasil Pengujian *Slump*

Setelah pengadukan dilakukan uji pertama kali yaitu uji *slump* yang dilakukan untuk menentukan *workability* dari campuran beton segar (*fresh concrete*). Nilai *slump* yang didapat dibandingkan dengan nilai *slump* sesuai dengan syarat dan digunakan untuk menunjukkan kebutuhan air dari campuran beton baik itu kelebihan, kekurangan atau cukup air. Hasil dari pengujian *slump* dapat dilihat pada Tabel 5.5.

Tabel 5.5 Hasil Pengujian *Slump*

No	Variasi Beton	Kode Beton	Nilai <i>Slump</i> (cm)
1	Beton Normal	BN-A	8
		BN-B	
		BN-C	
2	Beton Serat 0.6%	BS-A 0.6	10
		BS-B 0.6	
		BS-C 0.6	
3	Beton Serat 0.9%	BS-A 0.9	8
		BS-B 0.9	
		BS-C 0.9	

### 5.3.3. Hasil Pengujian Berat Jenis Beton

Berikut adalah contoh perhitungan berat jenis beton normal umur 28

Hari:

Berat silinder beton = 13,18 kg

Diameter silinder beton = 14,905 cm

Tinggi silinder = 30,085 cm

$$\text{Volume (V)} = \frac{1}{4} \times \pi \times d^2 \times t = \frac{1}{4} \times \pi \times 14,905^2 \times 30,085$$

$$= 5249,33 \text{ cm}^3 = 5249,33 \times 10^{-6} \text{ m}^3$$

$$\text{Berat jenis beton} = \frac{\text{Berat}}{\text{Volume}} = \frac{13,18}{5249,33 \times 10^{-6}}$$

$$= 2510,7966 \text{ kg/m}^3$$

Hasil perhitungan berat jenis beton untuk setiap variasi dapat dilihat pada

Tabel 5.6

Tabel 5.6 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 0.6	2430,3368	2423,0752
	BS-B 0.6	2487,1001	
	BS-C 0.6	2351,7886	
0,9%	BS-A 0.9	2539,6780	2530,0290
	BS-B 0.9	2524,9287	
	BS-C 0.9	2525,4590	

#### 5.3.4. Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton

Pengujian kuat tekan dilaksanakan di Laboratorium Struktur dan Bahan Bangunan Universitas Atma Jaya Yogyakarta. Pengujian kuat tekan dilakukan dengan menggunakan CTM merek ELE. Pengujian dilakukan untuk mendapatkan kuat tekan maksimum beton ( $P_{maks}$ ). Jumlah total beton yang diuji yaitu sebanyak 9 benda uji.

Berdasarkan beban maksimum yang didapatkan dari pengujian kuat tekan, nantinya nilai mutu beton dapat dihitung. Sebagai contoh benda uji dengan kode

BN-A :

$$\text{Diameter (d)} = 14,905 \text{ cm}$$

$$\text{Kuat desak (P)} = 710 \text{ KN}$$

$$\text{Luas (A)} = \frac{1}{4} \times \pi \times d^2$$

$$= \frac{1}{4} \times \pi \times 149,05^2$$

$$= 17448,329 \text{ mm}^2$$

$$(f'c) = \frac{P \times 1000}{A} = \frac{710 \times 1000}{17448,329}$$

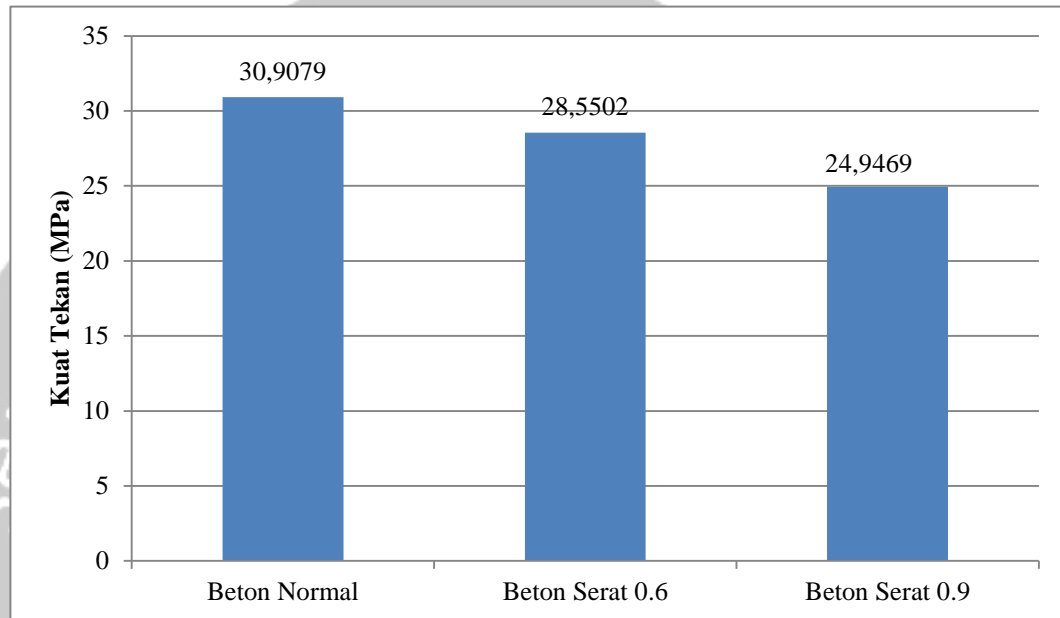
$$= 40,692 \text{ MPa}$$

Secara lengkap hasil pengujian kuat tekan beton yang didapatkan dapat dilihat dalam Tabel 5.7

Tabel 5.7 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton

Variasi Serat	Diameter Rerata (cm)	Tinggi Rerata (cm)	Berat Rerata (kg)	f'c Rerata (Mpa)
0	14.867	30.0967	13.1067	30.9079
0.6	14.827	30.0617	12.5733	28.5502
0.9	14.788	29.9917	13.0333	24.9688

Data kuat tekan beton yang dihasilkan dapat dilihat pula dalam bentuk diagram yang disajikan seperti dalam Gambar 5.1.



Gambar 5.1 Kuat Tekan Beton Umur 28 Hari

Hasil dari pengujian menunjukkan bahwa kuat tekan beton meningkat yang awalnya hanya direncanakan sebesar 25 MPa. Nilai kuat tekan beton dengan variasi serat 0%, 0.6%, dan 0.9% berturut-turut adalah 30,9079 MPa, 28,5502 MPa, dan 24,9469 MPa.

### 5.3.5. Hasil Pengujian Modulus Elastisitas Beton

Pengujian modulus elastisitas beton dilaksanakan di Laboratorium Struktur dan Bahan Bangunan Universitas Atma Jaya Yogyakarta dengan alat uji UTM dengan merk *Shimadzu*. Pengujian dilakukan pada saat umur beton 28 hari. Sebelum pengujian modulus elastisitas beton, dilakukan pengujian kuat tekan



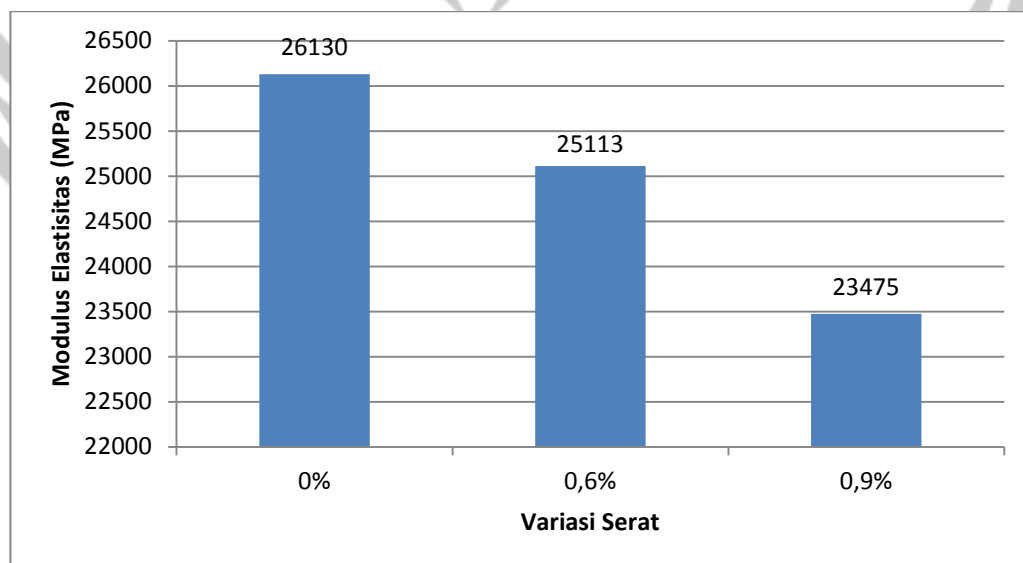
untuk mengetahui kuat tekan maksimum beton. Batas pengujian modulus adalah sebesar 30% dari kuat tekan maksimum beton. Nilai 30% diambil karena masih dalam batas elastisitas beton dan selanjutnya dapat digunakan untuk pengujian kuat tekan beton. Data hasil pengujian modulus elastisitas dapat dilihat pada Tabel 5.8

Tabel 5.8 Hasil Pengujian Modulus Elastis Beton

Variasi Serat	Kode Beton	Modulus Elastisitas (MPa)
0%	BN	26130 MPa
0.6%	BS 0.6	25113 MPa
0.9%	BS 0.9	23475 MPa

Data hasil modulus elastisitas beton dapat dilihat dalam diagram pada

Gambar 5.2.



Gambar 5.2 Modulus Elastisitas Beton

### 5.3.6. Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah Beton

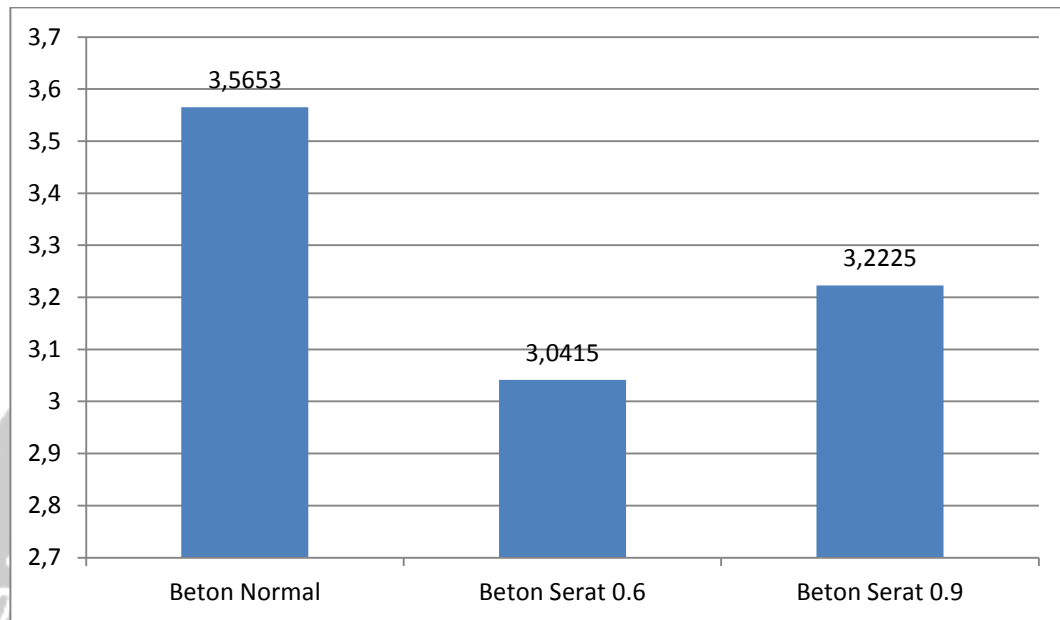
Pengujian kuat tarik belah beton dilaksanakan di Laboratorium Struktur dan Bahan Bangunan Universitas Atma Jaya Yogyakarta. Pengujian kuat tekan dilakukan dengan menggunakan CTM merek ELE. Pengujian dilakukan untuk mendapatkan kuat tarik belah maksimum beton ( $P_{maks}$ ). Jumlah total beton yang diuji yaitu sebanyak 9 benda uji.

Secara lengkap hasil pengujian kuat tarik belah beton yang didapatkan dapat dilihat dalam Tabel 5.9

Tabel 5.9 Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah Beton

Variasi Serat	Diameter Rerata (cm)	Tinggi Rerata (cm)	Berat Rerata (kg)	f'c Rerata (Mpa)
0	14.933	30.1917	12.753	3.5653
0.6	14.832	30.1383	12.72	3.0415
0.9	14.787	30.265	13.0533	3.2225

Data kuat tekan tarik belah yang dihasilkan dapat dilihat pula dalam bentuk diagram yang disajikan seperti dalam Gambar 5.3.



Gambar 5.3. Kuat Tarik Belah Beton

#### 5.4. Hasil Pengujian Kuat Lekat Beton

Pengujian kuat lekat beton dilaksanakan di Laboratorium Struktur dan Bahan Bangunan Universitas Atma Jaya Yogyakarta dengan alat uji UTM dengan merk *Shimadzu*. Pengujian dilakukan pada saat umur beton 28 hari. Jumlah total beton yang diuji yaitu sebanyak 27 benda uji.

Secara lengkap hasil kuat lekat beton yang didapatkan dapat dilihat dalam Tabel 5.10.

Tabel 5.10 Hasil Pengujian Kuat Lekat Beton

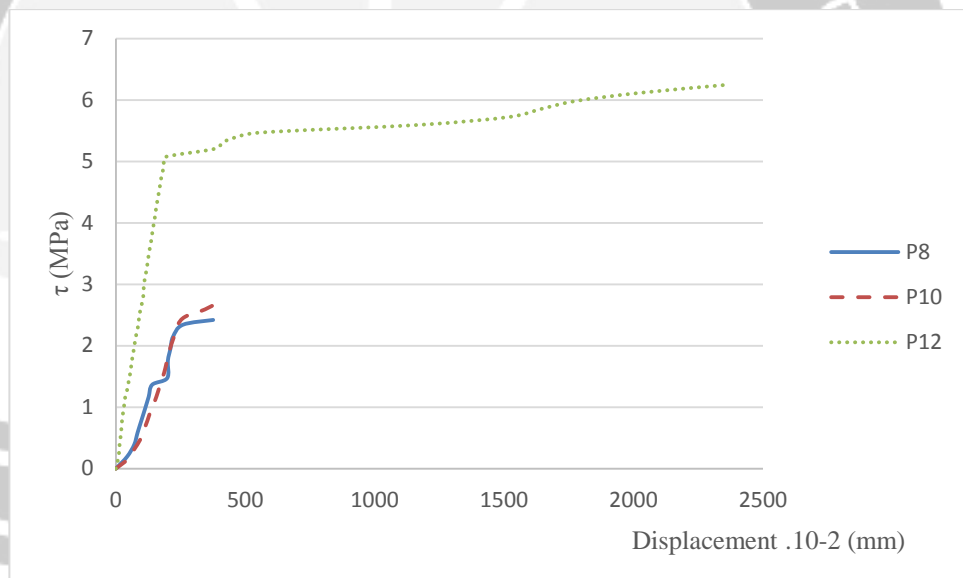
Variasi Tulangan	Variasi Serat	Kode Beton	Kapasitas Beban Max (kgf)	Tegangan Lekat (MPa)	Tegangan Lekat (MPa) Rata-rata
P8	0%	P8 BN-A	1240	2.42	1.9029
		P8 BN-B	-	-	
		P8 BN-C	710	1.3857	
	0,6%	P8 BS-A 0.6%	1200	2.342	1.7695
		P8 BS-B 0.6%	830	1.6199	
		P8 BS-C 0.6%	690	1.3466	
	0,9%	P8 BS-A 0.9%	-	-	1.6125
		P8 BS-B 0.9%	600	1.1711	
		P8 BS-C 0.9%	1080	2.1078	
P10	0%	P10 BN-A	1550	2.42	2.5605
		P10 BN-B	1750	2.7322	
		P10 BN-C	1620	2.5293	
	0,6%	P10 BS-A 0.6%	1700	2.6542	2.5761
		P10 BS-B 0.6%	1700	2.6542	
		P10 BS-C 0.6%	1550	2.42	
	0,9%	P10 BS-A 0.9%	1700	2.6542	2.45905
		P10 BS-B 0.9%	1450	2.2639	
		P10 BS-C 0.9%	-	-	
P12	0%	P12 BN-A	-	-	4.5538
		P12 BN-B	4800	6.2452	
		P12 BN-C	2200	2.8624	
	0,6%	P12 BS-A 0.6%	1800	2.342	3.1140
		P12 BS-B 0.6%	3380	4.3977	
		P12 BS-C 0.6%	2000	2.6022	
	0,9%	P12 BS-A 0.9%	2970	3.8642	2.80385
		P12 BS-B 0.9%	-	-	
		P12 BS-C 0.9%	1340	1.7435	

## 5.5. Hubungan Antara Tegangan dan *Displacement* Terhadap Variasi Beton dan Tulangan

Hasil pengujian untuk mengetahui tegangan dan defleksi beton yaitu menggunakan alat uji UTM. Berikut adalah gambar grafik yang menunjukkan hubungan antara tegangan dan defleksi terhadap variasi beton.

### 5.5.1. Hubungan Tegangan dan *Displacement* Beton Normal

Hubungan antara tegangan dan *Displacement* beton normal disajikan pada Gambar 5.4



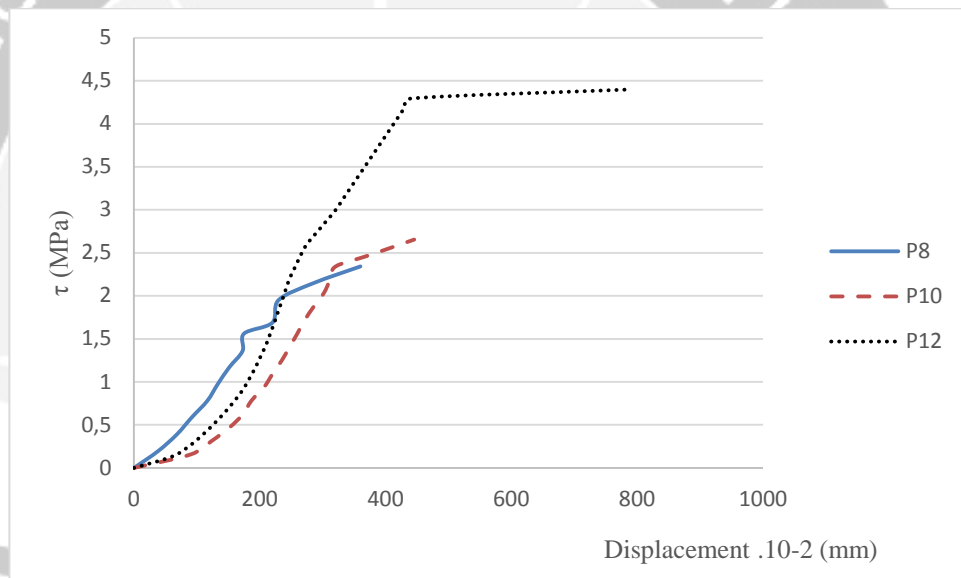
Gambar 5.4 Hubungan Tegangan dan *Displacement* Terhadap Beton Normal Rerata

Pada Gambar 5.4 dapat dilihat nilai tegangan maksimum untuk beton normal dengan variasi tulangan P8, P10, dan P12 berturut-turut adalah 2,42 MPa, 2,7322 MPa, dan 6,245 MPa. Berdasarkan penelitian ini dapat dilihat nilai

tegangan maksimum yang paling besar terdapat pada beton normal yang menggunakan tulangan P12.

### 5.5.2. Hubungan Tegangan dan *Displacement* Beton Serat 0.6%

Hubungan antara tegangan dan *Displacement* beton serat 0.6% disajikan pada Gambar 5.5

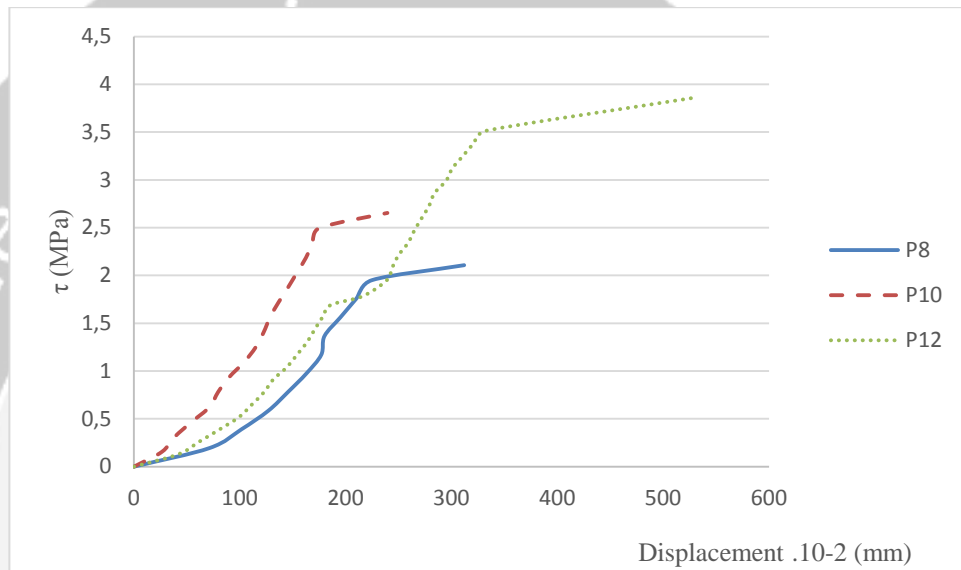


Gambar 5.5 Hubungan Tegangan dan *Displacement* Beton Serat 0.6% Rerata

Pada Gambar 5.5 dapat dilihat nilai tegangan maksimum untuk beton serat 0.6% dengan variasi tulangan P8, P10, dan P12 berturut-turut adalah 2,342 MPa, 2,6542 MPa, dan 4,3977 MPa. Berdasarkan penelitian ini dapat dilihat nilai tegangan maksimum yang paling besar terdapat pada beton serat 0.6% yang menggunakan tulangan P12.

### 5.5.3. Hubungan Tegangan dan *Displacement* Beton Serat 0.9%

Hubungan antara tegangan dan *Displacement* beton serat 0.9% disajikan pada Gambar 5.6

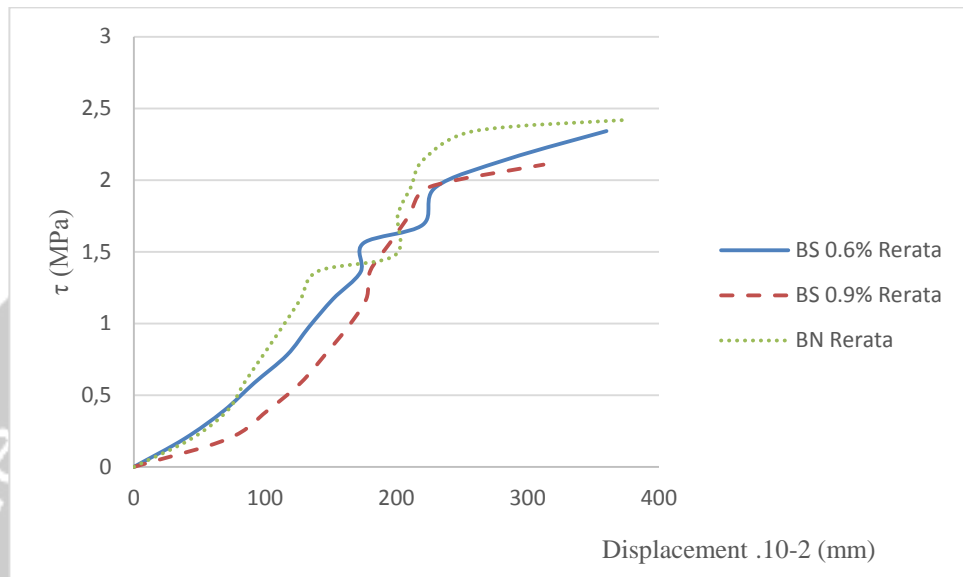


Gambar 5.6 Hubungan Tegangan dan *Displacement* Beton Serat 0.9% Rerata

Pada Gambar 5.6 dapat dilihat nilai tegangan maksimum untuk beton serat 0.9% dengan variasi tulangan P8, P10, dan P12 berturut-turut adalah 2,1078 MPa, 2,6542 MPa, dan 3,8642 MPa. Berdasarkan penelitian ini dapat dilihat nilai tegangan maksimum yang paling besar terdapat pada beton serat 0.9% yang menggunakan tulangan P12.

### 5.5.4. Hubungan Tegangan dan *Displacement* Tulangan Diameter P8

Hubungan antara tegangan dan *Displacement* tulangan diameter P8 disajikan pada Gambar 5.7



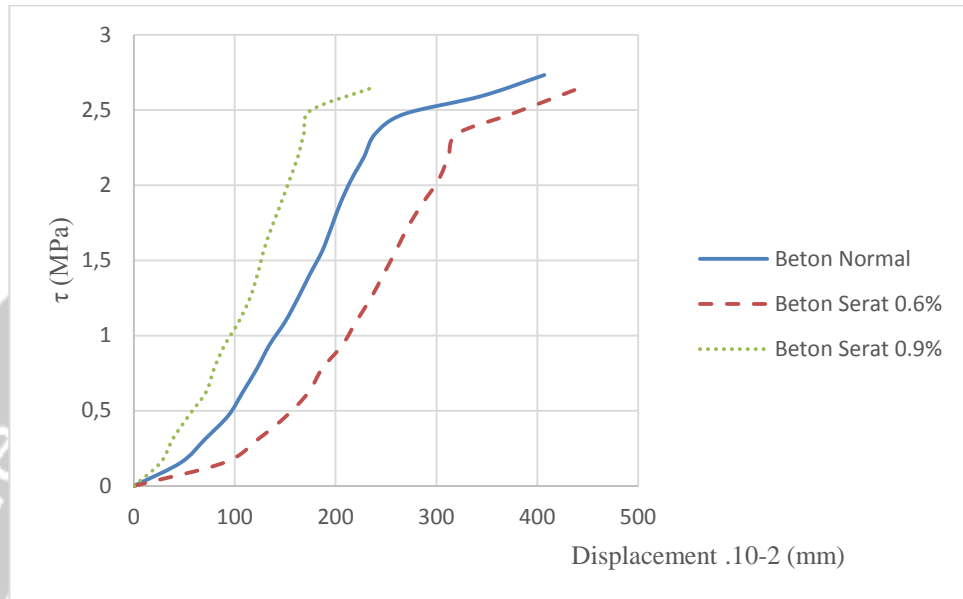
Gambar 5.7 Hubungan Tegangan dan *Displacement* Tulangan Diameter P8

Pada Gambar 5.7 dapat dilihat nilai tegangan maksimum untuk tulangan diameter P8 dengan variasi beton normal, beton serat 0.6%, dan beton serat 0.9% berturut-turut adalah 2,42 MPa, 2,342 MPa, dan 2,1078 MPa. Berdasarkan penelitian ini dapat dilihat nilai tegangan maksimum variasi beton yang menggunakan tulangan diameter P8 terdapat pada beton normal.

#### 5.5.5. Hubungan Tegangan dan *Displacement* Tulangan Diameter P10

Hubungan antara tegangan dan *Displacement* tulangan diameter P10 disajikan pada Gambar 5.8



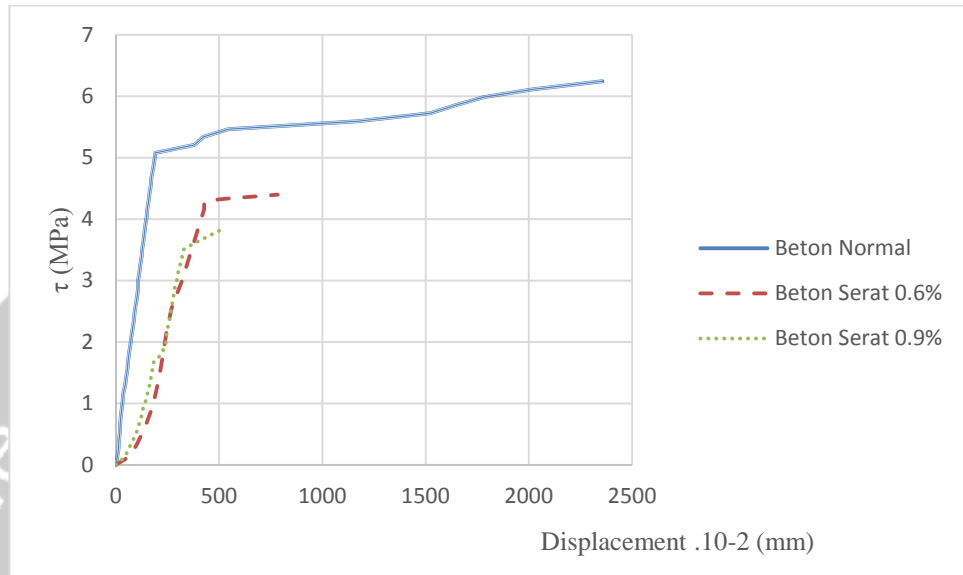


Gambar 5.8 Hubungan Tegangan dan *Displacement* Tulangan Diameter P10

Pada Gambar 5.8 dapat dilihat nilai tegangan maksimum untuk tulangan diameter P10 dengan variasi beton normal, beton serat 0.6%, dan beton serat 0.9% berturut-turut adalah 2,7322 MPa, 2,6542 MPa, dan 2,6542 MPa. Berdasarkan penelitian ini dapat dilihat nilai tegangan maksimum variasi beton yang menggunakan tulangan diameter P8 terdapat pada beton normal.

#### 5.5.6. Hubungan Tegangan dan *Displacement* Tulangan Diameter P12

Hubungan antara tegangan dan *Displacement* tulangan diameter P12 disajikan pada Gambar 5.9



Gambar 5.9 Hubungan Tegangan dan *Displacement* Tulangan Diameter P12

Pada Gambar 5.9 dapat dilihat nilai tegangan maksimum untuk tulangan diameter P12 dengan variasi beton normal, beton serat 0.6%, dan beton serat 0.9% berturut-turut adalah 6,2452 MPa, 4,3977 MPa, dan 3,8642 MPa. Berdasarkan penelitian ini dapat dilihat nilai tegangan maksimum variasi beton yang menggunakan tulangan diameter P12 terdapat pada beton normal.

## BAB VI

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### **6.1. Kesimpulan**

Berdasarkan hasil penelitian pada kapasitas silinder beton serat dengan variasi serat 0%, 0.6%, dan 0.9% dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Kuat tekan beton rerata pada umur 28 hari variasi serat 0% sebesar 30.9079 MPa, 0.6% sebesar 28.5502 MPa, dan 0.9% sebesar 24.9469 MPa.
2. 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.
3. Dari hasil penelitian kuat lekat, beton yang menggunakan tulangan P12 memiliki nilai tegangan yang paling besar, dikarenakan tulangan P8 dan P10, mengalami *gripping* dan *slip*,
4. Serat tali beneser tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap nilai dari pengujian kuat tekan, kuat belah, dan kuat lekat beton.
5. Nilai kuat lekat dalam penelitian beton serat 0.6% lebih tinggi dibanding beton serat 0.9%.

## **6.2. Saran**

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

1. Perlu adanya alat bantu untuk pemasangan tulangan, agar tulangan yang dipasang benar-benar tegak lurus, sehingga data yang didapat lebih akurat.
2. Pada saat proses pengecoran, pencampuran serat tali beneser lebih diperhatikan, agar serat tercampur rata pada adukan beton,
3. Penelitian selanjutnya dapat digunakan tulangan berdiameter lebih besar, untuk mengurangi terjadinya *slip* pada saat pengujian, sehingga data yang di dapat lebih akurat, mungkin bisa dimulai dengan tulangan polos berdiameter 12 mm,
4. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan memvariasikan panjang penanaman, sehingga dapat menemukan panjang penanaman yang optimum untuk kuat lekat beton.
5. Untuk pengujian selanjutnya bisa memvariasikan ukuran dan bentuk serat yang digunakan sebagai campuran beton,

## DAFTAR PUSTAKA

- 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 Standarisasi Bidang Konstruksi dan Bangunan, Bandung.
- Annual Book of ASTM Standard, 1994, *Concrete and Aggregates*. Volume 4.02. Philadelphia. USA
- Afifuddin, Mochammad.dan Abdullah., 2013, Kuat Lekat (*Bond Strength*) Antara Tulangan Dengan Beton Busa (*Foamed Concrete*), Fakultas Teknik Sipil Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh
- Amirrudin, A.A., 2013, Perilaku Lekatan Tulangan Ulir Terhadap Material SCC, Fakultas Teknik Sipil Universitas Hasanuddin, Makassar
- Budi, A.S. dkk., 2013, Kuat Lekat Tulangan Bambu Wulung dan Petung Takikan Pada Beton Normal, Fakultas Teknik Sipil Universitas Sebelas Maret, Surakarta
- Felany, Duan, 2004, Tinjauan Kuat Desak dan Kuat Tarik Belah Beton Dengan Penambahan Serat Tali Beneser, *Laporan Penelitian Universitas Sebelas Maret Surakarta*, Surakarta
- Mulyono, Tri, 2004, *Teknologi Beton*, Penerbit Andi, Yogyakarta.
- Musthofa, E.J., 2012, Tinjauan Kuat Lekat Tulangan Beton Dengan Tanah Pozolan Tulakan dan Kapur Sebagai Pengganti Semen, *Laporan Penelitian Tugas Akhir Universitas Muhammadiyah, Surakarta*, Surakarta
- SK SNI M-09-1989-F, 1989, *Metode Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar*, Badan Standarisasi Nasional.
- SNI 07-2052-2002, *Baja Tulangan Beton*, Badan Standarisasi Nasional.
- Tjokrodinuljo, K., 2003, *Teknologi Bahan Konstruksi*, Diktat Kuliah Teknik Sipil UGM.
- Tumiwa, Brian., 2016, Pemeriksaan Tegangan Lekat Antara Baja dan Beton Dengan Kuat Tekan Beton 40 MPa, *Jurnal Teknik Sipil Universitas Sam Ratulangi Manado*, vol. 4, no. 1, pp. 65 – 73.



## 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
¾ “	½ “	2500 gram
½ “	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 September 2016

	Nomor Pemeriksaan	I
A	Berat Contoh Kering (gr)	500,35
B	Jumlah Air (V-W)	188,35
C	Berat Oven	490,01
D	Berat Jenis Bulk = $\frac{(500)}{(B)}$	2,54
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<sup>0</sup>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% ≤ 5%, syarat terpenuhi (OK).



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

I. Waktu Pemeriksaan : 03 Oktober 2016

II. Bahan

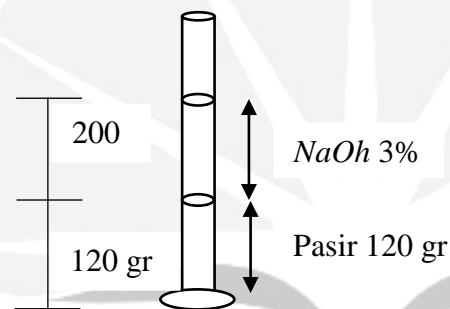
a. Pasir kering tungku, asal : Kali Progo, berat 120 gram

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 : Cilereng, 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.

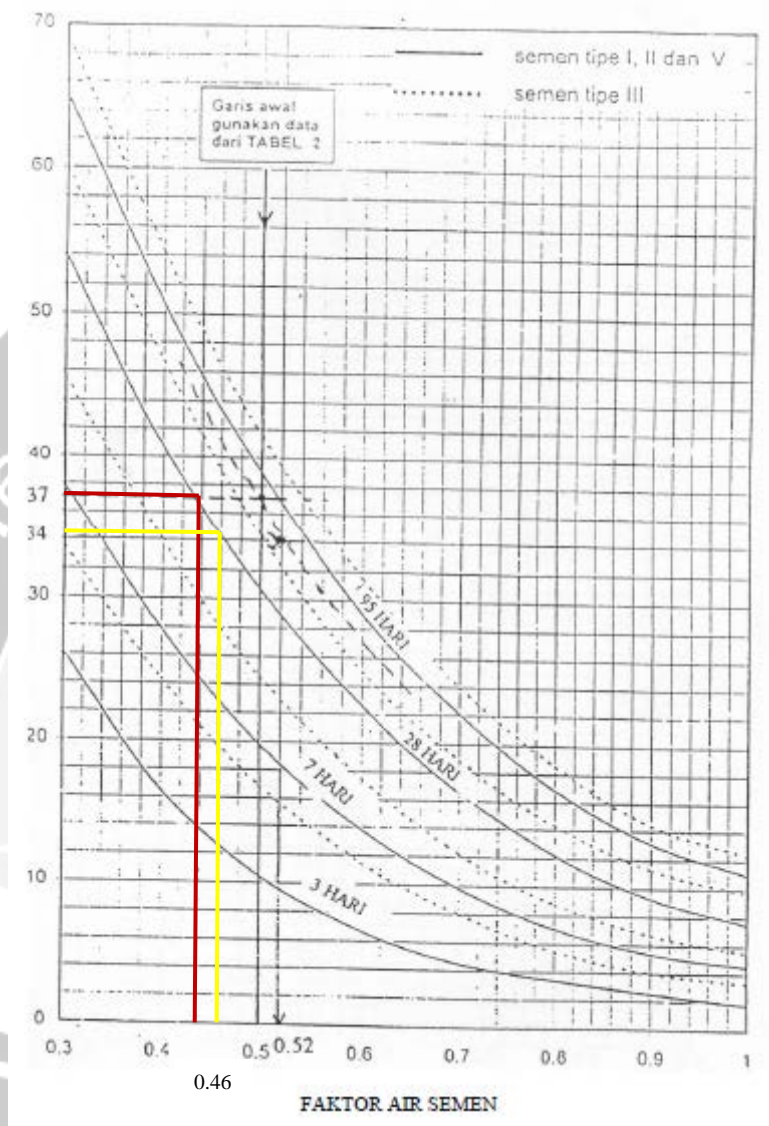


### Perkiraan Kekuatan Tekan (MPa) Beton dengan Faktor Air Semen, dan Agregat Kasar yang Biasa Dipakai di Indonesia

Jenis semen ... ...	Jenis agregat Kasar	Kekuatan tekan (MPa)				
		Pada umur (hari)				Bentuk
		3	7	28	29	Bentuk uji
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 =  $\frac{air}{fas} = \frac{205}{0,46} = 445,6522$  kg

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

13. Penyesuaian jumlah air atau *fas*.

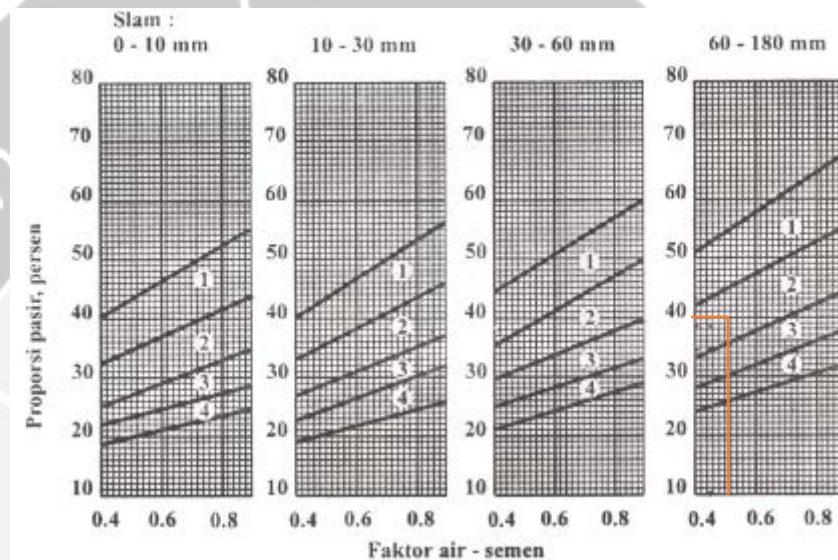
$$fas \text{ rencana} = 0,46$$

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

0,6 > 0,46 ..... 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
- f<sub>as</sub>* 0,46.
- Jenis gradasi pasir no. 2.

Diambil proporsi pasir = 38%.

15. Berat jenis agregat campuran

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

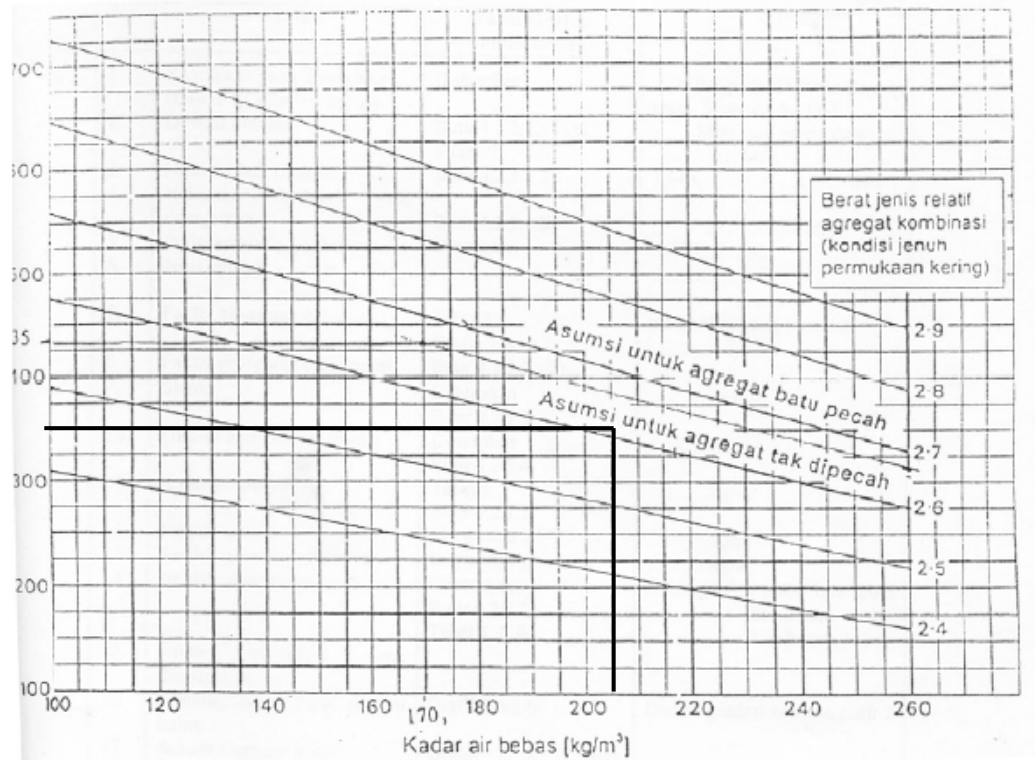
Dimana :

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) → 2,6151 kg/m<sup>3</sup> → dibuat garis bantu diantara 2,6 dan 2,7.

Keperluan air yaitu 205 kg (langkah 11) → ditarik garis vertical ke atas sampai menyentuh garis, kemudian tarik ke kiri di dapat 2350 kg/m<sup>3</sup>.

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

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

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

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
BJTP 40	8	2250	3120
BJTP 40	10	3120	4180
BJTP 40	12	4750	6500

Contoh perhitungan SW TS 40 A :

$$\text{Diameter baja (d)} = 10 \text{ mm}$$

$$\text{Tegangan leleh (fy)} = 2250 \text{ kgf}$$

$$\text{Tegangan ultimate (fu)} = 3120 \text{ kgf}$$

$$\begin{aligned} \text{Luas tampang baja (A)} &= \frac{1}{4} \times \pi \times d^2 = \frac{1}{4} \times \pi \times 10^2 \\ &= 78.5714 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\text{Tegangan leleh (fy)} = \frac{f \times 9,81}{A} = \frac{3120 \times 9,81}{78.5714} = 389.5463 \text{ MPa}$$

$$\text{Tegangan ultimate (fu)} = \frac{f \times 9,81}{A} = \frac{4180 \times 9,81}{78.5714} = 521.8922 \text{ MPa}$$

#### HASIL PERHITUNGAN

Kode Baja	Tegangan Leleh (fy) MPa	Tegangan Ultimate (fu) MPa
BJTP 40	439.3411	609.2197
BJTP 40	389.5463	521.8922
BJTP 40	412.2213	564.0924



## 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

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 cm<sup>3</sup> = 5249,33 x 10<sup>-6</sup> m<sup>3</sup>
- Berat jenis beton =  $\frac{Berat}{Volume} = \frac{13,18}{5249,33 \times 10^{-6}}$   
= 2510,7966 kg/m<sup>3</sup>

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'c (KN)	f'c (MPa)	f'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 (A) =  $\frac{1}{4} \times \pi \times d^2 = \frac{1}{4} \times \pi \times 149,05^2$   
= 17448,329 mm<sup>2</sup>
- (f'c) =  $\frac{P \times 1000}{A} = \frac{710 \times 1000}{17448,329}$   
= 40,692 MPa





#### D.4. PENGUJIAN MODULUS ELASTISITAS BETON

Contoh perhitungan:

BS-C 0,6 umur 28 hari

- Diameter silinder beton (d) = 14,9 cm
- Beban (kgf) = 13500
- Perpendekan (0,5  $\Delta P$ ) = 102
- Panjang awal ( $P_o$ ) = 20,38
- Luas alas silinder beton (A) =  $\frac{1}{4} \times \pi \times d^2 = \frac{1}{4} \times \pi \times 14,9^2 \times 100$   
= 17436,6246 mm<sup>2</sup>
- Tegangan (f) =  $\frac{\text{Beban} \times 9,81}{A} = \frac{13500 \times 9,81}{17436,6246}$   
= 7,5952 MPa
- Regangan ( $\epsilon$ ) =  $\frac{0,5 \Delta P}{P_o} = \frac{102 \times 0,001}{20,38 \times 10}$   
= 5,0049 x 10<sup>-4</sup>
- Regangan koreksi ( $\epsilon$ ) = Regangan ( $\epsilon$ ) + koreksi  
= 5,1911 x 10<sup>-4</sup>
- Modulus elastisitas ( $E_c$ ) =  $\frac{f}{\epsilon} = \frac{7,5952}{5,1911 \times 10^{-4}}$   
= 14631,1024 MPa



### D.5. PENGUJIAN KUAT TARIK BELAH BETON

Data yang diperoleh :

Variasi Serat	Kode Beton	28 Hari	
		ft (MPa)	ft Rerata (MPa)
0	BN-A	4.2035	3.5653
	BN-B	3.8779	
	BN-C	2.6145	
0.6	BS-A 0.6	2.5075	3.0415
	BS-B 0.6	3.8175	
	BS-C 0.6	2.7994	
0.9	BS-A 0.9	2.9299	3.2225
	BS-B 0.9	3.4984	
	BS-C 0.9	3.2391	

Contoh perhitungan:

Beton Normal BN-A 0%

- Diameter silinder beton (d) = 14,95 cm
- Kuat desak (P) = 295 KN
- Tinggi (t) = 29.885 cm
- ft =  $\frac{2P}{\pi \times d \times t} = \frac{2 \times 295 \times 1000}{\pi \times 149,5 \times 298,85}$   
= 4.2035 MPa



## D.6 PENGUJIAN KUAT LEKAT BETON

Contoh perhitungan :

P8 BN-A umur 28 hari

- Diameter silinder beton (d) = 8 mm
- Beban (kgf) = 1240 kgf
- Panjang penanaman (ld) = 200 mm
- Luas alas silinder beton (A) =  $\pi \times ld \times d = \pi \times 200 \times 8$   
= 5026.55 mm<sup>2</sup>
- Tegangan (f) =  $\frac{\text{Beban} \times 9.81}{A} = \frac{1240 \times 9.81}{5026.55}$   
= 2.42 MPa



Silinder Beton Normal P8 / BN-A

Beban (kgf)	$\Delta P$ (mm)	$\Delta P.10^{-2}$ (mm)	$\Delta L.10^{-2}$ (mm)	Tegangan (f) (MPa)
0	35	0	0	0
100	100	65	65	0.195163749
200	135	35	100	0.390327498
300	145	10	110	0.585491247
400	160	15	125	0.780654996
500	175	15	140	0.975818745
600	189	14	154	1.170982494
700	205	16	170	1.366146243
800	224	19	189	1.561309992
900	236	12	201	1.756473741
1000	246	10	211	1.95163749
1100	256	10	221	2.146801239
1200	294	38	259	2.341964988
1240	411	117	376	2.420030487



Silinder Beton Normal P8 / BN-C

Beban (kgf)	$\Delta P$ (mm)	$\Delta P.10-2$ (mm)	$\Delta L.10-2$ (mm)	Tegangan (f) (MPa)
0	7	0	0	0
100	29	22	22	0.195163749
200	49	20	42	0.390327498
300	65	16	58	0.585491247
400	79	14	72	0.780654996
500	93	14	86	0.975818745
600	107	14	100	1.170982494
700	118	11	111	1.366146243
710	215	97	208	1.385662618



Silinder Beton Normal P10 / BN-A

Beban (kgf)	$\Delta P$ (mm)	$\Delta P.10-2$ (mm)	$\Delta L.10-2$ (mm)	Tegangan (f) (MPa)
0	3	0	0	0
100	10	7	7	0.156131
200	17	7	14	0.312262
300	32	15	29	0.468393
400	50	18	47	0.624524
500	62	12	59	0.780655
600	73	11	70	0.936786
700	82	9	79	1.092917
800	93	11	90	1.249048
900	100	7	97	1.405179
1000	113	13	110	1.56131
1100	124	11	121	1.717441
1200	131	7	128	1.873572
1300	138	7	135	2.029703
1400	148	10	145	2.185834
1500	158	10	155	2.341965
1550	201	43	198	2.4200305



Silinder Beton Normal P10 / BN-B

Beban (kgf)	$\Delta P$ (mm)	$\Delta P.10-2$ (mm)	$\Delta L.10-2$ (mm)	Tegangan (f) (MPa)
0	87	0	0	0
100	156	69	69	0.156131
200	183	27	96	0.312262
300	203	20	116	0.468393
400	217	14	130	0.624524
500	231	14	144	0.780655
600	241	10	154	0.936786
700	249	8	162	1.092917
800	259	10	172	1.249048
900	268	9	181	1.405179
1000	278	10	191	1.56131
1100	286	8	199	1.717441
1200	294	8	207	1.873572
1300	304	10	217	2.029703
1400	311	7	224	2.185834
1500	319	8	232	2.341965
1600	328	9	241	2.498096
1700	338	10	251	2.654227
1750	494	156	407	2.7322925



Silinder Beton Normal P10 / BN-C

Beban (kgf)	$\Delta P$ (mm)	$\Delta P.10-2$ (mm)	$\Delta L.10-2$ (mm)	Tegangan (f) (MPa)
0	229	0	0	0
100	293	64	64	0.156131
200	331	38	102	0.312262
300	365	34	136	0.468393
400	376	11	147	0.624524
500	392	16	163	0.780655
600	408	16	179	0.936786
700	438	30	209	1.092917
800	455	17	226	1.249048
900	474	19	245	1.405179
1000	488	14	259	1.56131
1100	496	8	267	1.717441
1200	507	11	278	1.873572
1300	522	15	293	2.029703
1400	544	22	315	2.185834
1500	560	16	331	2.341965
1600	593	33	364	2.498096
1620	667	74	438	2.529322





Silinder Beton Normal P12 / BN-B

Beban (kgf)	$\Delta P$ (mm)	$\Delta P.10-2$ (mm)	$\Delta L.10-2$ (mm)	Tegangan (f) (MPa)
0	21	0	0	0
100	35	14	14	0.13010917
200	43	8	22	0.26021833
300	45	2	24	0.3903275
400	49	4	28	0.52043666
500	53	4	32	0.65054583
600	54	1	33	0.780655
700	58	4	37	0.91076416
800	61	3	40	1.04087333
900	63	2	42	1.17098249
1000	74	11	53	1.30109166
1100	76	2	55	1.43120083
1200	81	5	60	1.56130999
1300	83	2	62	1.69141916
1400	86	3	65	1.82152832
1500	90	4	69	1.95163749
1600	93	3	72	2.08174666
1700	98	5	77	2.21185582
1800	104	6	83	2.34196499
1900	107	3	86	2.47207415
2000	112	5	91	2.60218332
2100	119	7	98	2.73229249
2200	124	5	103	2.86240165
2300	129	5	108	2.99251082
2400	135	6	114	3.12261998
2500	140	5	119	3.25272915
2600	145	5	124	3.38283832
2700	149	4	128	3.51294748
2800	155	6	134	3.64305665
2900	160	5	139	3.77316581
3000	164	4	143	3.90327498
3100	170	6	149	4.03338415
3200	174	4	153	4.16349331
3300	179	5	158	4.29360248



3400	184	5	163	4.42371164
3500	190	6	169	4.55382081
3600	194	4	173	4.68392998
3700	201	7	180	4.81403914
3800	207	6	186	4.94414831
3900	213	6	192	5.07425747
4000	402	189	381	5.20436664
4100	445	43	424	5.33447581
4200	565	120	544	5.46458497
4300	1193	628	1172	5.59469414
4400	1543	350	1522	5.7248033
4500	1665	122	1644	5.85491247
4600	1800	135	1779	5.98502163
4700	2044	244	2023	6.1151308
4800	2377	333	2356	6.24523997



Silinder Beton Normal P12 / BN-C

Beban (kgf)	$\Delta P$ (mm)	$\Delta P.10-2$ (mm)	$\Delta L.10-2$ (mm)	Tegangan (f) (MPa)
0	1	0	0	0
100	2	1	1	0.130109166
200	4	2	3	0.260218332
300	6	2	5	0.390327498
400	10	4	9	0.520436664
500	12	2	11	0.65054583
600	16	4	15	0.780654996
700	20	4	19	0.910764162
800	26	6	25	1.040873328
900	32	6	31	1.170982494
1000	38	6	37	1.30109166
1100	46	8	45	1.431200826
1200	53	7	52	1.561309992
1300	59	6	58	1.691419158
1400	65	6	64	1.821528324
1500	72	7	71	1.95163749
1600	78	6	77	2.081746656
1700	85	7	84	2.211855822
1800	92	7	91	2.341964988
1900	95	3	94	2.472074154
2000	102	7	101	2.60218332
2100	109	7	108	2.732292486
2200	113	4	112	2.862401652



Silinder Beton Serat 0.6% P8 / BS-A 0.6

Beban (kgf)	$\Delta P$ (mm)	$\Delta P.10^{-2}$ (mm)	$\Delta L.10^{-2}$ (mm)	Tegangan (f) (MPa)
0	60	0	0	0
100	80	20	20	0.195163749
200	105	25	45	0.390327498
300	125	20	65	0.585491247
400	135	10	75	0.780654996
500	150	15	90	0.975818745
600	160	10	100	1.170982494
700	170	10	110	1.366146243
800	200	30	140	1.561309992
900	235	35	175	1.756473741
1000	290	55	230	1.95163749
1100	345	55	285	2.146801239
1200	420	75	360	2.341964988



Silinder Beton Serat 0.6% / BS-B 0.6

Beban (kgf)	$\Delta P$ (mm)	$\Delta P.10^{-2}$ (mm)	$\Delta L.10^{-2}$ (mm)	Tegangan (f) (MPa)
0	20	0	0	0
100	50	30	30	0.19516375
200	90	40	70	0.3903275
300	105	15	85	0.58549125
400	140	35	120	0.780655
500	155	15	135	0.97581874
600	180	25	160	1.17098249
700	205	25	185	1.36614624
800	230	25	210	1.56130999
830	285	55	265	1.61985912



Silinder Beton Serat 0.6% P8 / BS-C 0.6

Beban (kgf)	$\Delta P$ (mm)	$\Delta P_{.10-2}$ (mm)	$\Delta P_{.10-2}$ (mm)	Tegangan (f) (MPa)
0	45	0	0	0
100	110	65	65	0.195163749
200	135	25	90	0.390327498
300	170	35	125	0.585491247
400	200	30	155	0.780654996
500	220	20	175	0.975818745
600	240	20	195	1.170982494
690	268	28	223	1.346629868



Silinder Beton Serat 0.6% P10 / BS-A 0.6

Beban (kgf)	$\Delta P$ (mm)	$\Delta P.10-2$ (mm)	$\Delta P.10-2$ (mm)	Tegangan (f) (MPa)
0	150	0	0	0
100	220	70	70	0.156131
200	250	30	100	0.312262
300	270	20	120	0.468393
400	290	20	140	0.624524
500	310	20	160	0.780655
600	325	15	175	0.936786
700	340	15	190	1.092917
800	350	10	200	1.249048
900	360	10	210	1.405179
1000	370	10	220	1.56131
1100	380	10	230	1.717441
1200	400	20	250	1.873572
1300	415	15	265	2.029703
1400	425	10	275	2.185834
1500	430	5	280	2.341965
1600	445	15	295	2.498096
1700	634	189	484	2.654227



Silinder Beton Serat 0.6% P10 / BS-B 0.6

Beban (kgf)	$\Delta P$ (mm)	$\Delta P.10-2$ (mm)	$\Delta P.10-2$ (mm)	Tegangan (f) (MPa)
0	380	0	0	0
100	435	55	55	0.156131
200	465	30	85	0.312262
300	500	35	120	0.468393
400	515	15	135	0.624524
500	520	5	140	0.780655
600	545	25	165	0.936786
700	561	16	181	1.092917
800	575	14	195	1.249048
900	590	15	210	1.405179
1000	600	10	220	1.56131
1100	612	12	232	1.717441
1200	622	10	242	1.873572
1300	635	13	255	2.029703
1400	645	10	265	2.185834
1500	657	12	277	2.341965
1600	662	5	282	2.498096
1700	787	125	407	2.654227





Silinder Beton 0.6% P10 / BS-B 0.6

Beban (kgf)	$\Delta P$ (mm)	$\Delta P_{10-2}$ (mm)	$\Delta P_{10-2}$ (mm)	Tegangan (f) (MPa)
0	265	0	0	0
100	410	145	145	0.156131
200	450	40	185	0.312262
300	480	30	215	0.468393
400	510	30	245	0.624524
500	525	15	260	0.780655
600	545	20	280	0.936786
700	555	10	290	1.092917
800	575	20	310	1.249048
900	587	12	322	1.405179
1000	604	17	339	1.56131
1100	617	13	352	1.717441
1200	630	13	365	1.873572
1300	650	20	385	2.029703
1400	660	10	395	2.185834
1500	670	10	405	2.341965
1550	810	140	545	2.42003



Silinder Beton Serat P12 0.6% / BS-A 0.6

Beban (kgf)	$\Delta P$ (mm)	$\Delta P \cdot 10^{-2}$ (mm)	$\Delta P \cdot 10^{-2}$ (mm)	Tegangan (f) (MPa)
0	200	0	0	0
100	245	45	45	0.130109
200	272	27	72	0.260218
300	295	23	95	0.390327
400	325	30	125	0.520437
500	345	20	145	0.650546
600	365	20	165	0.780655
700	385	20	185	0.910764
800	400	15	200	1.040873
900	410	10	210	1.170982
1000	415	5	215	1.301092
1100	420	5	220	1.431201
1200	425	5	225	1.561311
1300	430	5	230	1.691419
1400	436	6	236	1.821528
1500	442	6	242	1.951637
1600	448	6	248	2.081747
1700	454	6	254	2.211856
1800	460	6	260	2.341965



Silinder Beton Serat 0.6 % P12 / BS-B 0.6

Beban (kgf)	$\Delta P$ (mm)	$\Delta P.10^{-2}$ (mm)	$\Delta P.10^{-2}$ (mm)	Tegangan (f) (MPa)
0	140	0	0	0
100	190	50	50	0.13010917
200	220	30	80	0.26021833
300	240	20	100	0.3903275
400	250	10	110	0.52043666
500	265	15	125	0.65054583
600	280	15	140	0.780655
700	285	5	145	0.91076416
800	296	11	156	1.04087333
900	305	9	165	1.17098249
1000	315	10	175	1.30109166
1100	325	10	185	1.43120083
1200	330	5	190	1.56130999
1300	340	10	200	1.69141916
1400	347	7	207	1.82152832
1500	355	8	215	1.95163749
1600	362	7	222	2.08174666
1700	370	8	230	2.21185582
1800	385	15	245	2.34196499
1900	400	15	260	2.47207415
2000	415	15	275	2.60218332
2100	430	15	290	2.73229249
2200	445	15	305	2.86240165
2300	460	15	320	2.99251082
2400	472	12	332	3.12261998
2500	484	12	344	3.25272915
2600	496	12	356	3.38283832
2700	508	12	368	3.51294748
2800	520	12	380	3.64305665
2900	532	12	392	3.77316581
3000	544	12	404	3.90327498
3100	556	12	416	4.03338415
3200	568	12	428	4.16349331
3300	580	12	440	4.29360248



3380	924	344	784	4.39768981
------	-----	-----	-----	------------





Silinder Beton Serat 0.6% P12 / BS-C 0.6

Beban (kgf)	$\Delta P$ (mm)	$\Delta P.10-2$ (mm)	$\Delta P.10-2$ (mm)	Tegangan (f) (MPa)
0	160	0	0	0
100	245	85	85	0.130109166
200	275	30	115	0.260218332
300	295	20	135	0.390327498
400	310	15	150	0.520436664
500	325	15	165	0.65054583
600	335	10	175	0.780654996
700	350	15	190	0.910764162
800	355	5	195	1.040873328
900	365	10	205	1.170982494
1000	375	10	215	1.30109166
1100	385	10	225	1.431200826
1200	395	10	235	1.561309992
1300	400	5	240	1.691419158
1400	405	5	245	1.821528324
1500	410	5	250	1.95163749
1600	415	5	255	2.081746656
1700	420	5	260	2.211855822
1800	425	5	265	2.341964988
1900	430	5	270	2.472074154
2000	435	5	275	2.60218332



Silinder Beton Serat 0.9% P8 / BS-B 0.9

Beban (kgf)	$\Delta P$ (mm)	$\Delta P.10-2$ (mm)	$\Delta L.10-2$ (mm)	Tegangan (f) (MPa)
0	34	0	0	0
100	112	78	78	0.19516375
200	142	30	108	0.3903275
300	173	31	139	0.58549125
400	195	22	161	0.780655
500	210	15	176	0.97581874
600	225	15	191	1.17098249



Silinder Beton Serat 0.9 % P8 / BS-C 0.9

Beban (kgf)	$\Delta P$ (mm)	$\Delta P.10-2$ (mm)	$\Delta L.10-2$ (mm)	Tegangan (f) (MPa)
0	130	0	0	0
100	195	65	65	0.195163749
200	225	30	95	0.390327498
300	245	20	115	0.585491247
400	260	15	130	0.780654996
500	280	20	150	0.975818745
600	293	13	163	1.170982494
700	310	17	180	1.366146243
800	325	15	195	1.561309992
900	340	15	210	1.756473741
1000	355	15	225	1.95163749
1080	442	87	312	2.107768489



Silinder Beton Serat 0.9% P10 / BS-A 0.9

Beban (kgf)	$\Delta P$ (mm)	$\Delta P.10-2$ (mm)	$\Delta L.10-2$ (mm)	Tegangan (f) (MPa)
0	121	0	0	0
100	170	49	49	0.156131
200	193	23	72	0.312262
300	221	28	100	0.468393
400	239	18	118	0.624524
500	246	7	125	0.780655
600	256	10	135	0.936786
700	265	9	144	1.092917
800	276	11	155	1.249048
900	280	4	159	1.405179
1000	288	8	167	1.56131
1100	296	8	175	1.717441
1200	304	8	183	1.873572
1300	310	6	189	2.029703
1400	318	8	197	2.185834
1500	324	6	203	2.341965
1600	330	6	209	2.498096
1700	402	72	281	2.654227





Silinder Beton Serat 0.9% P10 / BS-B 0.9

Beban (kgf)	$\Delta P$ (mm)	$\Delta P.10-2$ (mm)	$\Delta L.10-2$ (mm)	Tegangan (f) (MPa)
0	20	0	0	0
100	40	20	20	0.156131
200	64	24	44	0.312262
300	83	19	63	0.468393
400	101	18	81	0.624524
500	126	25	106	0.780655
600	143	17	123	0.936786
700	159	16	139	1.092917
800	187	28	167	1.249048
900	205	18	185	1.405179
1000	218	13	198	1.56131
1100	229	11	209	1.717441
1200	243	14	223	1.873572
1300	256	13	236	2.029703
1400	274	18	254	2.185834
1450	342	68	322	2.263895



Silinder Beton 0.9% P12 / BS-A 0.9

Beban (kgf)	$\Delta P$ (mm)	$\Delta P.10-2$ (mm)	$\Delta L.10-2$ (mm)	Tegangan (f) (MPa)
0	120	0	0	0
100	192	72	72	0.130109
200	219	27	99	0.260218
300	242	23	122	0.390327
400	262	20	142	0.520437
500	271	9	151	0.650546
600	282	11	162	0.780655
700	290	8	170	0.910764
800	300	10	180	1.040873
900	309	9	189	1.170982
1000	318	9	198	1.301092
1100	325	7	205	1.431201
1200	333	8	213	1.56131
1300	342	9	222	1.691419
1400	350	8	230	1.821528
1500	359	9	239	1.951637
1600	364	5	244	2.081747
1700	370	6	250	2.211856
1800	379	9	259	2.341965
1900	385	6	265	2.472074
2000	392	7	272	2.602183
2100	399	7	279	2.732292
2200	404	5	284	2.862402
2300	415	11	295	2.992511
2400	421	6	301	3.12262
2500	431	10	311	3.252729
2600	441	10	321	3.382838
2700	452	11	332	3.512947
2970	652	200	532	3.864242

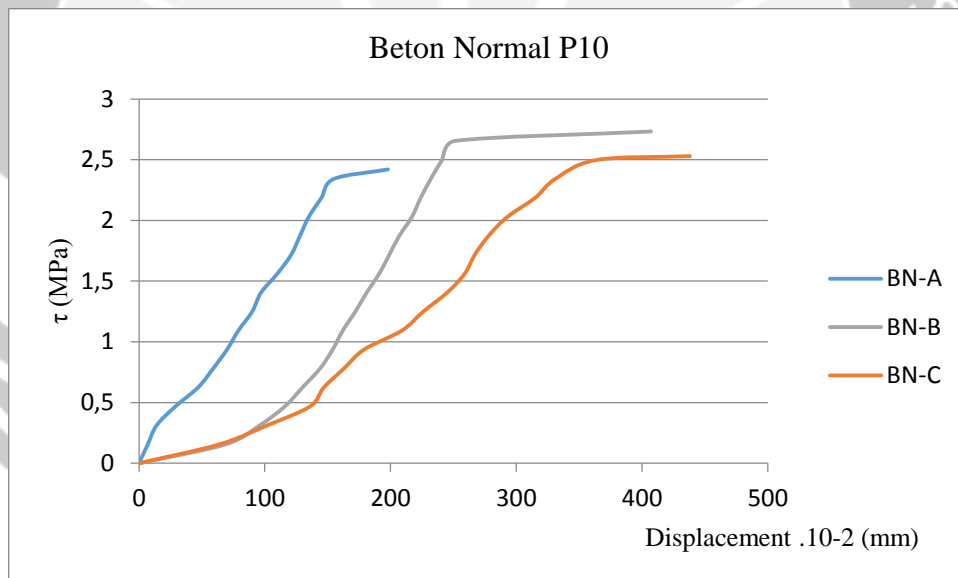
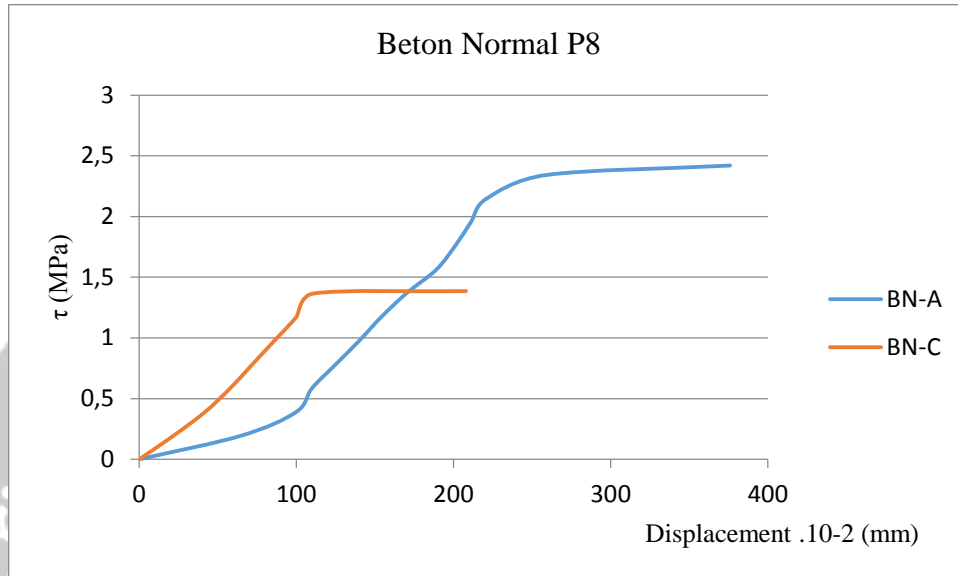


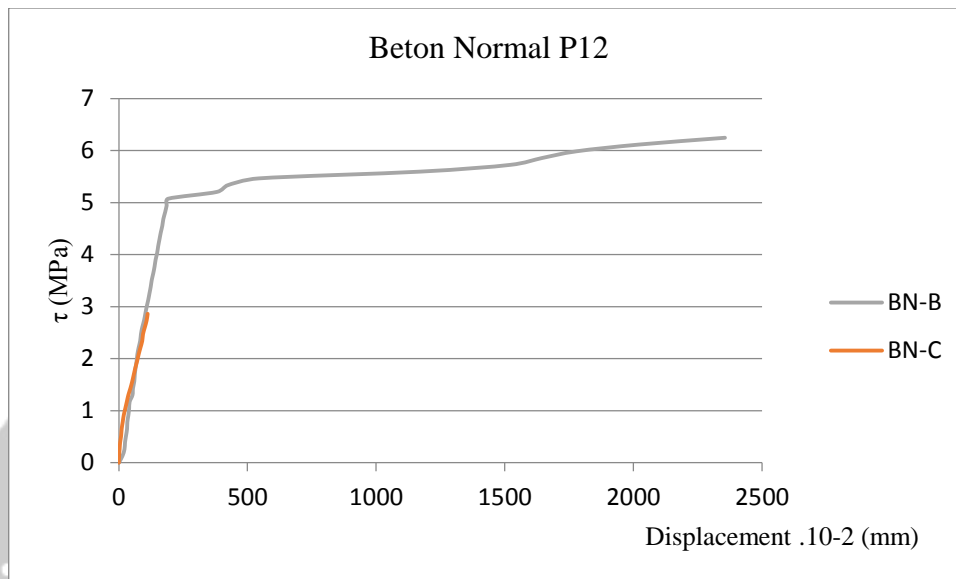
Silinder Beton 0.9% P12 / BS-C 0.9

Beban (kgf)	$\Delta P$ (mm)	$\Delta P.10-2$ (mm)	$\Delta L.10-2$ (mm)	Tegangan (f) (MPa)
0	5	0	0	0
100	17	12	12	0.130109166
200	29	12	24	0.260218332
300	45	16	40	0.390327498
400	62	17	57	0.520436664
500	77	15	72	0.65054583
600	89	12	84	0.780654996
700	98	9	93	0.910764162
800	114	16	109	1.040873328
900	124	10	119	1.170982494
1000	134	10	129	1.30109166
1100	141	7	136	1.431200826
1200	148	7	143	1.561309992
1300	155	7	150	1.691419158
1340	207	52	202	1.743462824



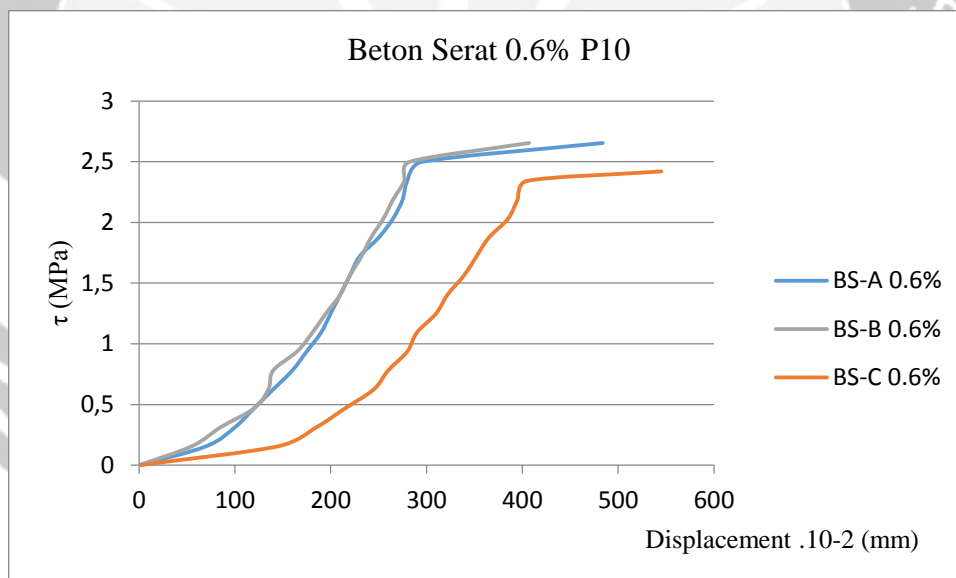
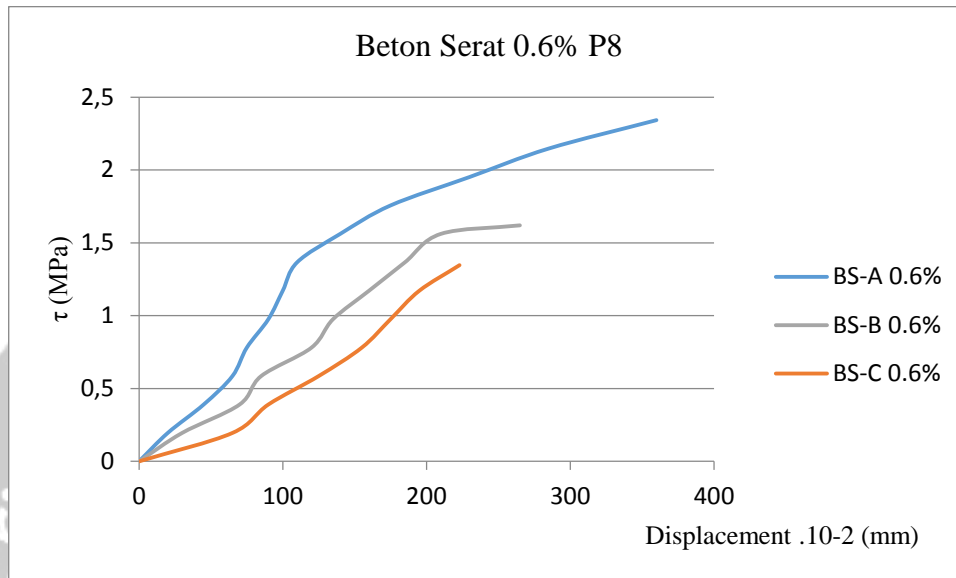
Grafik Hubungan Antara Tegangan dan *Displacement* Beton Normal

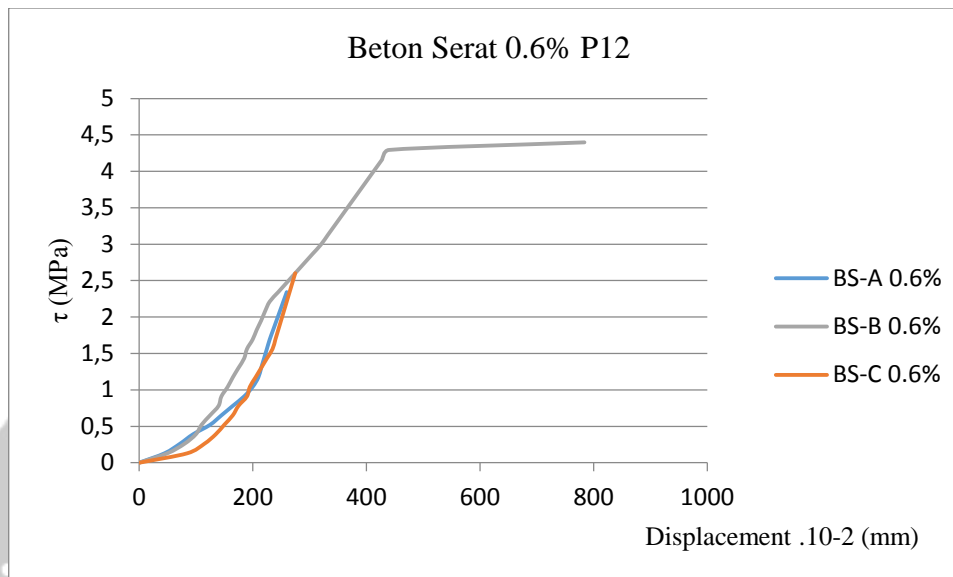






Hubungan Antara Tegangan dan *Displacement* Beton Serat 0.6%







Hubungan Antara Tegangan dan *Displacement* Beton Serat 0.9%

