

## BAB V

### HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

#### 5.1 Hasil Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan benda uji berbentuk silinder berdiameter 15 cm, tinggi 30 cm dan balok berukuran 10 x 10 x 40 cm, di uji pada umur 28 hari. Hasil pengujian dapat dilihat pada tabel 5.1- 5.12,

##### 5.1.1 Hasil Pengujian Kuat Desak

Tabel 5.1 Kuat Desak Beton Normal ( BN )

No	Slump (cm)	Diameter (cm)	Tinggi (cm)	Volume (cm <sup>3</sup> )	Berat (kg)	Berat Jenis (g/cm <sup>3</sup> )	P desak kN	Kuat desak MPa
1	13	15,10	30,10	5387,534	12,60	2,339	424,4	23,711
2	13	15,10	30,00	5369,636	12,75	2,374	389,2	21,744
3	13	15,00	29,90	5281,088	12,60	2,386	419,6	23,757
4	13	15,00	29,90	5281,088	12,65	2,395	403,9	22,868
5	13	15,00	30,00	5298,750	12,55	2,368	379,5	21,486

Tabel 5.2 Kuat Desak Beton Serat 1% ( BS10 )

No	Slump (cm)	Diameter (cm)	Tinggi (cm)	Volume (cm <sup>3</sup> )	Berat (kg)	Berat Jenis (g/cm <sup>3</sup> )	P desak kN	Kuat desak MPa
1	11	15,05	30,00	5338,988	13,00	2,435	524,5	29,499
2	11	15,10	29,90	5356,606	12,70	2,371	519,3	29,013
3	11	15,05	29,85	5312,293	12,65	2,381	535,8	30,134
4	11	15,00	30,00	5303,571	12,90	2,432	539,5	30,545
5	11	15,05	29,90	5321,191	12,80	2,405	508,3	28,588

**Tabel 5.3 Kuat Desak Beton Serat 1.25% ( BS12,5 )**

No	Slump (cm)	Diameter (cm)	Tinggi (cm)	Volume (cm <sup>3</sup> )	Berat (kg)	Berat Jenis (g/cm <sup>3</sup> )	P desak kN	Kuat desak MPa
1	9	15,05	30,00	5338,988	13,00	2,435	477,5	26,855
2	9	15,10	29,90	5356,606	12,70	2,371	469,5	26,231
3	9	15,05	29,85	5312,293	12,65	2,381	459,6	25,849
4	9	15,00	30,00	5303,571	12,90	2,432	466,5	26,412
5	9	15,05	29,90	5321,191	12,80	2,405	461,3	25,944

**Tabel 5.4 Kuat Desak Beton Serat 1.5% ( BS15 )**

No	Slump (cm)	Diameter (cm)	Tinggi (cm)	Volume (cm <sup>3</sup> )	Berat (kg)	Berat Jenis (g/cm <sup>3</sup> )	P desak kN	Kuat desak MPa
1	7	15,05	30	5338,988	13,00	2,435	447,6	25,174
2	7	15,10	29,9	5356,606	12,70	2,371	438,5	24,499
3	7	15,05	29,85	5312,293	12,65	2,381	449,5	25,281
4	7	15,00	30	5303,571	12,90	2,432	435,1	24,634
5	7	15,05	29,9	5321,191	12,80	2,405	446,6	25,117

### 5.1.2 Hasil Pengujian Kuat Tarik

**Tabel 5.5 Kuat Tarik Beton Normal 0% ( BN )**

No	Slump (cm)	Diameter (cm)	Tinggi (cm)	Volume (cm <sup>3</sup> )	Berat (kg)	Berat Jenis (g/cm <sup>3</sup> )	P Tarik (kN)	Kuat Tarik MPa
1	13	15,0	29,90	5285,893	12,60	2,384	160,0	2,2723
2	13	15,1	30,00	5374,521	12,50	2,326	169,3	2,3805
3	13	15,1	29,90	5356,606	12,70	2,371	164,0	2,3136
4	13	15,0	29,80	5268,214	12,60	2,392	182,1	2,5948
5	13	15,0	30,00	5303,571	12,80	2,413	181,0	2,5619

**Tabel 5.6 Kuat Tarik Beton Beton Serat 1% ( BS10 )**

No	Slump (cm)	Diameter (cm)	Tinggi (cm)	Volume (cm <sup>3</sup> )	Berat (kg)	Berat Jenis (g/cm <sup>3</sup> )	P Tarik (kN)	Kuat Tarik MPa
1	11	15,0	30,00	5303,571	12,75	2,404	192,9	2,7304
2	11	15,0	29,80	5268,214	12,70	2,411	190,2	2,7102
3	11	15,1	30,00	5374,521	12,60	2,344	186,5	2,6223
4	11	15,0	29,60	5232,857	12,80	2,446	204,0	2,9265
5	11	15,0	29,90	5285,893	12,80	2,422	227,0	3,2238

**Tabel 5.7 Kuat Tarik Beton Beton Serat 1.25% ( BS12,5 )**

No	Slump (cm)	Diameter (cm)	Tinggi (cm)	Volume (cm <sup>3</sup> )	Berat (kg)	Berat Jenis (g/cm <sup>3</sup> )	P Tarik (kN)	Kuat Tarik MPa
1	9	15,1	30,00	5374,521	12,70	2,363	209,7	2,9485
2	9	15,0	29,80	5268,214	12,65	2,401	213,9	3,0479
3	9	15,0	30,00	5303,571	12,90	2,432	215,0	3,0432
4	9	15,1	29,90	5356,606	12,80	2,390	236,2	3,3322
5	9	15,0	30,00	5303,571	12,75	2,404	213,0	3,0149

**Tabel 5.8 Kuat Tarik Beton Beton Serat 1.5% ( BS15 )**

No	Slump (cm)	Diameter (cm)	Tinggi (cm)	Volume (cm <sup>3</sup> )	Berat (kg)	Berat Jenis (g/cm <sup>3</sup> )	P Tarik (kN)	Kuat Tarik MPa
1	7	15,0	29,90	5285,893	12,50	2,365	233,0	3,3090
2	7	15,0	29,80	5268,214	12,55	2,382	237,2	3,3799
3	7	15,0	30,00	5303,571	12,50	2,357	221,2	3,1309
4	7	15,0	29,80	5268,214	12,55	2,382	223,9	3,1904
5	7	15,0	29,85	5277,054	12,60	2,388	166,6	2,3700

### 5.1.3 Hasil Pengujian Kuat Lentur

**Tabel 5.9 Kuat Lentur Beton Normal 0% (BN)**

No	Slump (cm)	Panjang (cm)	Lebar (cm)	Tinggi (cm)	Berat (kg)	Berat Jenis (g/cm <sup>3</sup> )	P Lentur (kg)	Kuat Lentur (kg/cm <sup>2</sup> )
1	13	40	10,1	9,9	9,65	2,413	960	43,641
2	13	40	10,0	10,0	9,75	2,438	905	40,725
3	13	40	10,0	10,0	9,70	2,425	945	42,525

**Tabel 5.10 Kuat Lentur Beton Serat 1% (BS10)**

No	Slump (cm)	Panjang (cm)	Lebar (cm)	Tinggi (cm)	Berat (kg)	Berat Jenis (g/cm <sup>3</sup> )	P Lentur (kg)	Kuat Lentur (kg/cm <sup>2</sup> )
1	11	40	10,0	10,1	9,8	2,413	1060	46,760
2	11	40	10,1	10,4	9,9	2,356	1110	45,724
3	11	40	10,1	10,0	9,8	2,426	1110	49,455

Tabel 5.11 Kuat Lentur Beton Serat 1,25% (BS12,5)

No	Slump (cm)	Panjang (cm)	Lebar (cm)	Tinggi (cm)	Berat (kg)	Berat Jenis (g/cm <sup>3</sup> )	P Lentur (kg)	Kuat Lentur (kg/cm <sup>2</sup> )
1	9	40	10,0	10,3	9,8	2,379	1150	48,779
2	9	40	10,2	10,0	9,9	2,426	1160	51,176
3	9	40	10,0	10,1	9,7	2,401	1240	54,701

Tabel 5.12 Kuat Lentur Beton Serat 1,5% (BS15)

No	Slump (cm)	Panjang (cm)	Lebar (cm)	Tinggi (cm)	Berat (kg)	Berat Jenis (g/cm <sup>3</sup> )	P Lentur (kg)	Kuat Lentur (kg/cm <sup>2</sup> )
1	7	40	10,2	10,2	10,0	2,403	1325	56,186
2	7	40	10,0	10,3	9,5	2,306	1340	56,839
3	7	40	10,1	10,2	9,8	2,378	1325	56,742

## 5.2 Analisa Hasil

### 5.2.1 Kuat Desak Beton

Perhitungan kuat desak beton rata-rata dapat dilihat dari Tabel 5.13 berikut

Tabel 5.13 Perhitungan Kuat Desak Beton Rata-rata Tanpa Serat (BN)

No	Kuat Desak ( $f_c$ ) (MPa)	Kuat rata-rata ( $f'_{cr}$ ) (MPa)
1	23,7111	22,7132
2	21,7445	
3	23,7565	
4	22,8677	
5	21,4862	
$\Sigma =$	113,5660	

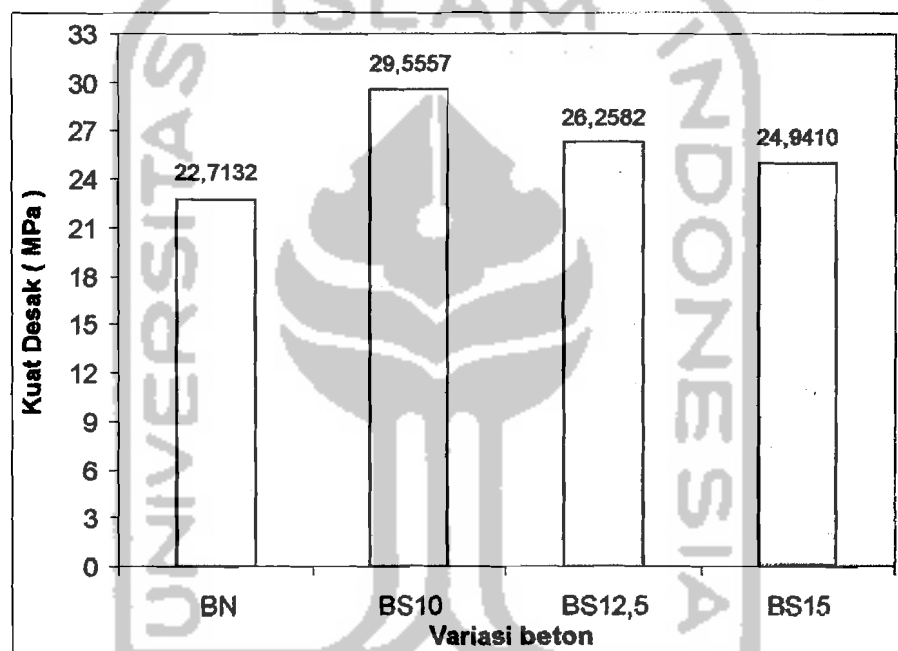
Contoh hitungan mencari nilai beton rata-rata ( $f'_{cr}$ ) pada variasi serat 0 %

$$f'_{cr} = \frac{\sum_1^N f_c}{N} = \frac{113,566}{5} = 22,7132 \text{ MPa}$$

Presentase kuat desak beton dapat dilihat pada tabel 5.14 dan Grafik 5.1

**Tabel 5.14 Persentase kuat Desak rata-rata**

No	Variasi	Kuat Desak (MPa)	Persentase Kuat Desak Terhadap BN
1	BN	22,7132	100
2	BS10	29,5557	130,13
3	BS12,5	26,2582	115,61
4	BS15	24,9410	109,81

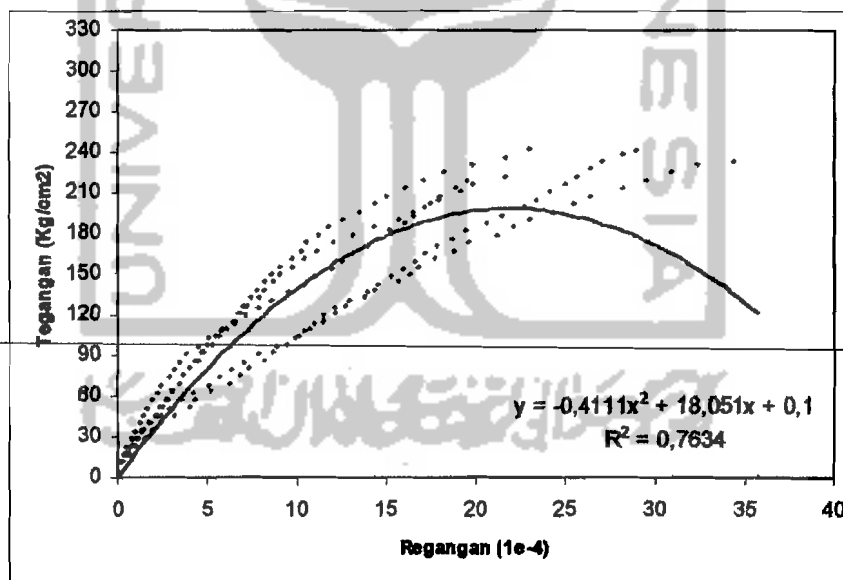


**Grafik 5.1 Grafik Hubungan antara variasi serat dengan kuat desak beton rata-rata**

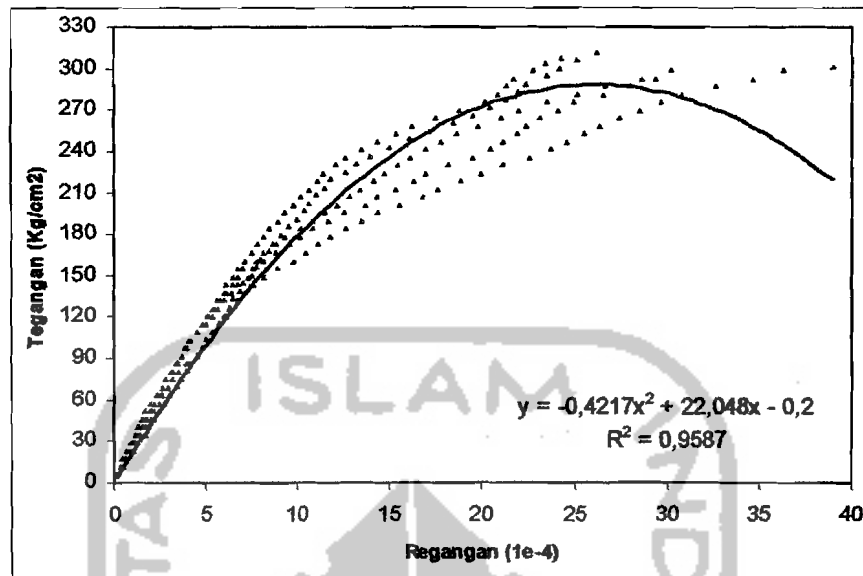
Dari tabel 5.14 dan grafik 5.1 dapat dilihat untuk BN kuat desak rata-rata mencapai 22,7132 MPa, 29,5557 MPa untuk BS10, 26,2582 MPa untuk BS12,5 dan 24,941 MPa untuk BS15. Presentase peningkatan kuat desak rata-rata terbesar terjadi pada penambahan serat 1% sebesar 130,13% dan terjadi penurunan pada penambahan serat 1,25 % dan 1,5 % sebesar 115,61 % dan 109,81 % .

### 5.2.2 Tegangan-regangan Beton

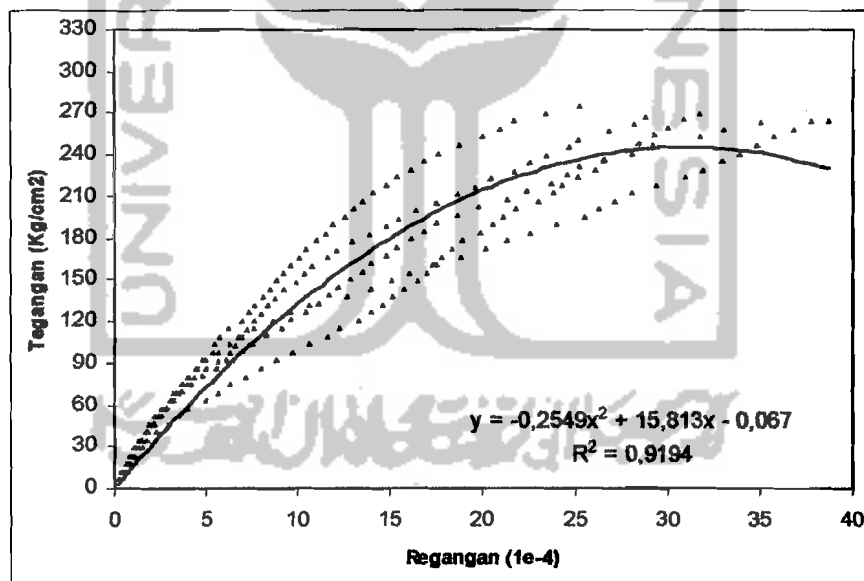
Dari uji tekan beton dapat dibuat suatu bentuk Grafik yang menyatakan nilai tegangan yang bersesuaian dengan nilai regangan betonnya. Kemampuan beton untuk menahan beban yang didukung dua perubahan bentuk ( deformasi ) yang terjadi sangat tergantung pada sifat regangan-tegangannya. Secara teoritis penambahan serat kedalam adukan beton akan meningkatkan kekuatan beton yaitu ketahanan dalam perubahan bentuk. Untuk mengetahui peningkatan daktilitas beton dilakukan pengujian tegangan-regangan. Uji tegangan-regangan ini dilakukan terhadap seluruh sampel benda uji kuat desak. Adapun hasil pengujiannya terlihat pada Grafik 5.2 - 5.5 dan gabungan tegangan-regangan variasi serat dapat dilihat pada Grafik 5.6.



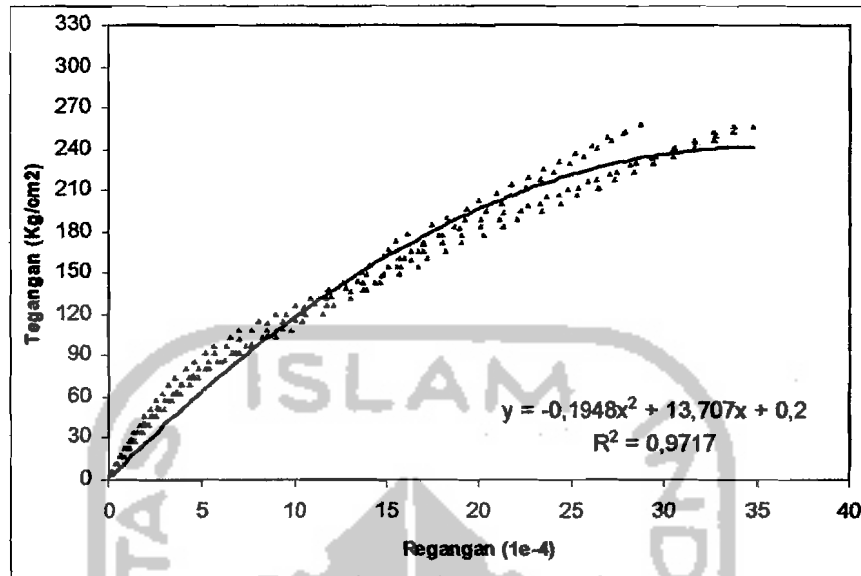
Grafik 5.2 Tegangan-regangan BN



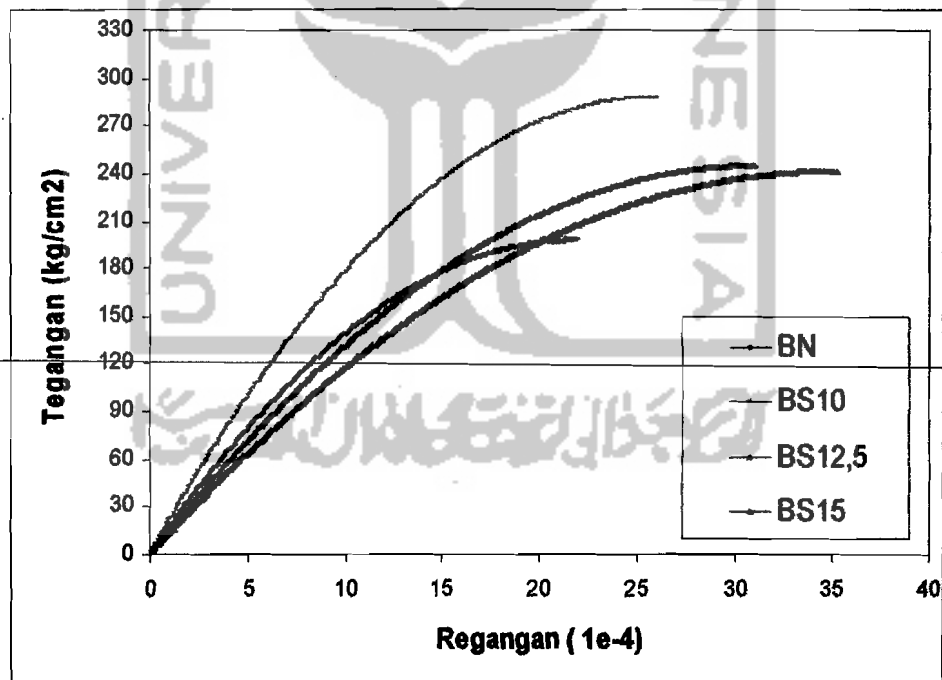
Grafik 5.3 Tegangan-regangan BS10



Grafik 5.4 Tegangan-regangan BS12.5



Grafik 5.5 Tegangan-regangan BS15



Grafik 5.6 Gabungan Tegangan-regangan kuat Desak Beton Umur 28 hari



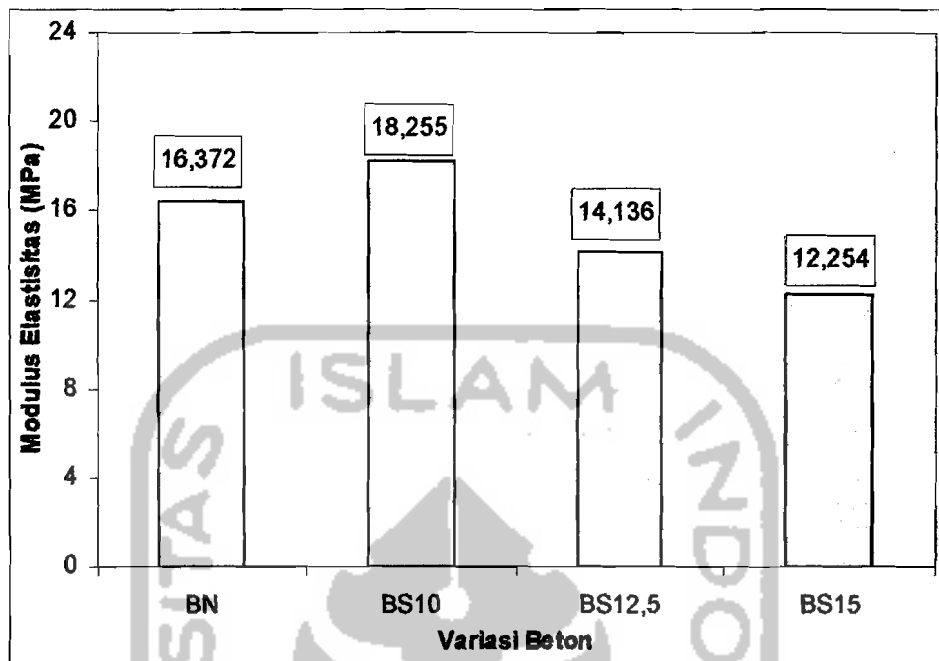
Dari grafik 5.6 tegangan-regangan di atas, didapat nilai tegangan-regangan, pada BN nilai regangan yang terjadi sebesar 0,00219 dengan tegangan sebesar 198,05 kg/cm<sup>2</sup> sedangkan untuk BS10, BS12,5 dan BS15 besar regangan secara berturut-turut sebesar 0,00261, 0,00310 dan 0,00352 dengan tegangan berturut-turut sebesar 287,99 kg/cm<sup>2</sup>, 244,57 kg/cm<sup>2</sup> dan 241,321. kg/cm<sup>2</sup>. Dari tegangan-regangan ini dapat diketahui tingkat daktilitas beton dan diperoleh modulus elastisitas, modulus kenyal dan kekakuan beton.

### 5.2.3 Modulus Elastisitas, Modulus Kenyal dan Kekakuan

Modulus elastisitas ini dapat dicari dari grafik tegangan-regangan, modulus elastisitas merupakan sifat dari beton yang berkaitan dengan mudah atau tidaknya beton mengalami deformasi. Untuk mengetahui nilai dari modulus elastisitas, modulus kenyal dan kekakuan beton, dapat dilihat dari tabel 5.15 dan Grafik 5.15

**Tabel 5.15 Modulus elastisitas, modulus kenyal dan kekakuan**

No	Tipe	Modulus Elastisitas ( Mpa )		Modulus Kenyal (kg/cm <sup>2</sup> )	Kekakuan (kg/cm)
		Penelitian	Teoritis		
1	BN	16371,685	20714,265	0,01881	196439,343
2	BS10	18255,427	24978,655	0,03567	219041,843
3	BS12,5	14135,923	23019,091	0,03322	169613,053
4	BS15	12254,382	22865,521	0,03731	147036,957



Grafik 5.7 Hubungan antara variasi serat dengan Modulus elastisitas

Dari grafik 5.7 terlihat bahwa terjadi kenaikan modulus elastisitas pada beton serat BS10 sebesar 18,255 MPa, tetapi pada BS12,5 dan BS15 terjadi penurunan dari beton normal. Pada BS12,5 penurunan sebesar 14,136 MPa dan BS15 sebesar 12,254 MPa, sedangkan pada beton normal (BN) nilai modulus elastisitas sebesar 16,372 MPa.

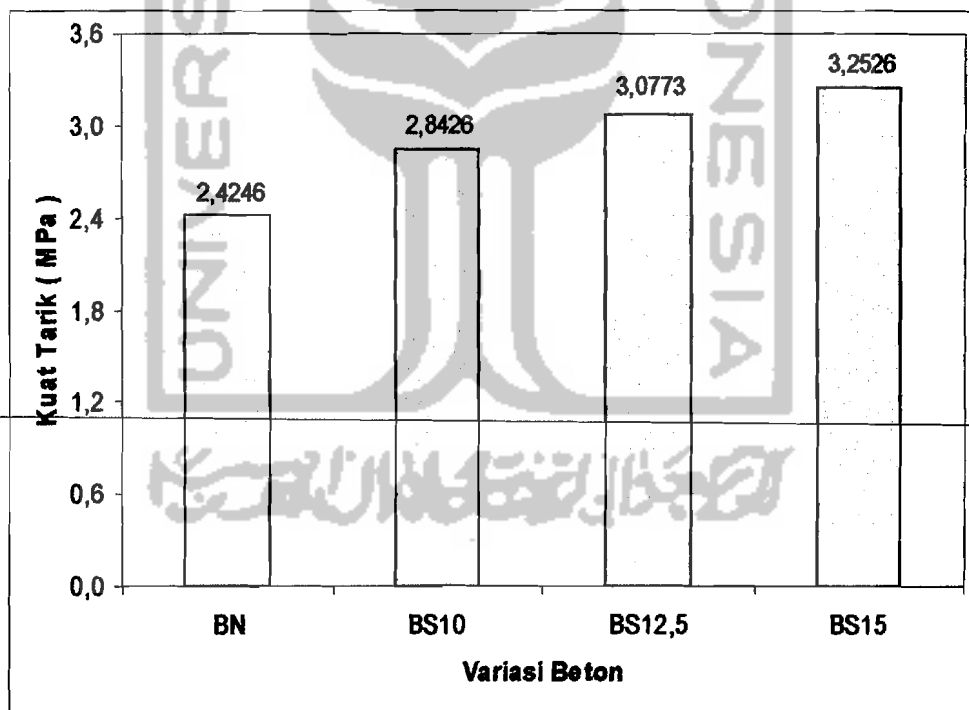
#### 5.2.4 Kuat Tarik Beton

Pada penelitian ini pengujian kuat tarik benda uji dilaksanakan setelah beton berumur 28 hari dengan metode pecah belah silinder (*Tensile Split Cylinder Test*). Adapun perhitungan untuk mencari kuat tarik benda uji beton silinder sebagaimana

tersaji dalam table 5.5-5.8. Hasil presentase kuat tarik dapat dilihat pada Tabel 5.16 dan Grafik 5.8

**Tabel 5.16 Persentase kuat tarik rata-rata**

No	Variasi	Kuat Tarik (MPa)	Persentase Kuat Tarik Terhadap BN
1	BN	2,4246	100,00
2	BS10	2,8426	117,24
3	BS12,5	3,0773	126,92
4	BS15	3,2526	134,15



**Grafik 5.8 Hubungan antara variasi serat dengan kuat tarik beton rata-rata**

Berdasar tabel 5.16 dan grafik 5.8 pada beton dengan variasi serat 1% atau BS10 mengalami peningkatan prosentase sebesar 17.24% dengan kuat tarik sebesar 2,8426 MPa, BS12,5 meningkat 26.92 % dengan kuat tarik sebesar 3,0773 MPa dan BS15 meningkat 34,15 % dengan kuat tarik sebesar 3,2526 MPa dari beton normal yang hanya mempunyai kuat tarik sebesar 2,4246 MPa.

### **5.2.5 Kuat Lentur Beton**

Pada pengujian kuat lentur beton dilakukan dengan menggunakan benda uji balok yang diletakkan pada dua buah tumpuan berjarak 30 cm dengan satu buah titik pembebanan. Pada pengujian kuat lentur ini dilakukan pengamatan tidak hanya kekuatan yang dihasilkan sampel tetapi juga pada retakan yang terjadi. Pada semua benda uji terjadi retak di bawah beban, dan retakan benda uji rata-rata terjadi dibawah pembebanan sekitar 15-14 cm dari tumpuan, maka rumus yang dipakai pada perhitungan ini adalah rumus 3.12.

Pada pengujian kuat lentur beton dilakukan dengan menghitung nilai rata-rata kuat lentur sampel benda uji. Perbandingan hasil perhitungan kuat lentur rata-rata beton non serat dengan beton serat ditampilkan dengan prosentase kenaikannya. Kuat lentur masing-masing benda uji beton normal dan beton serat dapat dilihat dalam table 5. 17 dan Grafik 5.9.

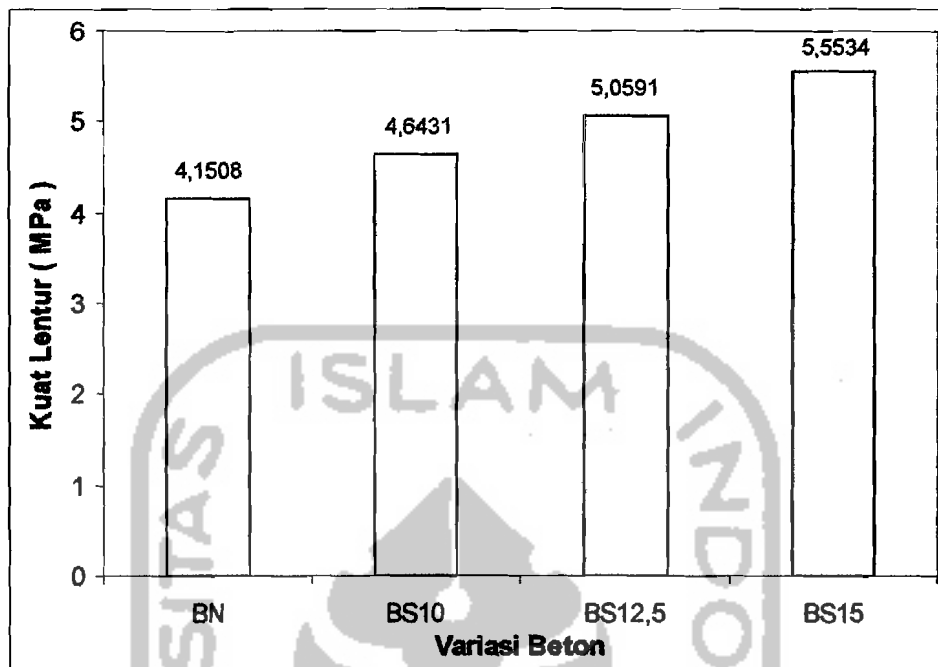
**5,17 Kuat Lentur Rata-rata**

No	Kode	Kuat Lentur		Kuat lentur rata-rata (MPa)
		(Kg/cm <sup>2</sup> )	(MPa)	
1	BN	43,641	4,2827	4,1508
		40,725	3,9966	
		42,525	4,1732	
2	BS10	46,760	4,5888	4,6431
		45,724	4,4872	
		49,455	4,8533	
3	BS12,5	48,779	4,7870	5,0591
		51,176	5,0222	
		54,701	5,3681	
4	BS15	56,186	5,5138	5,5634
		56,839	5,5779	
		56,742	5,5684	

**Tabel 5.18 Persentase kuat Lentur rata-rata**

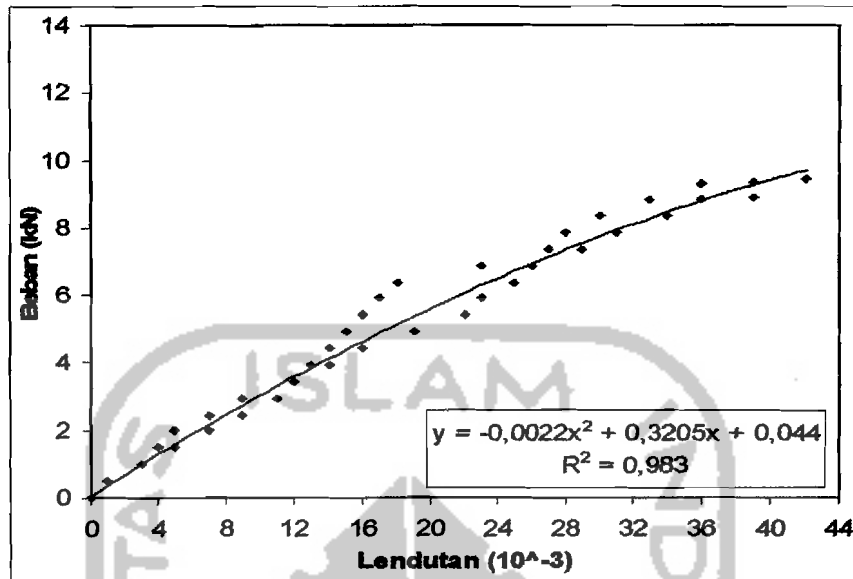
No	Kode	Kuat lentur rata-rata (MPa)	Presentase Kuat lentur terhadap BN ( % )
1	BN	4,1508	100
2	BS10	4,6431	111,86
3	BS12,5	5,0591	121,88
4	BS15	5,5634	133,79



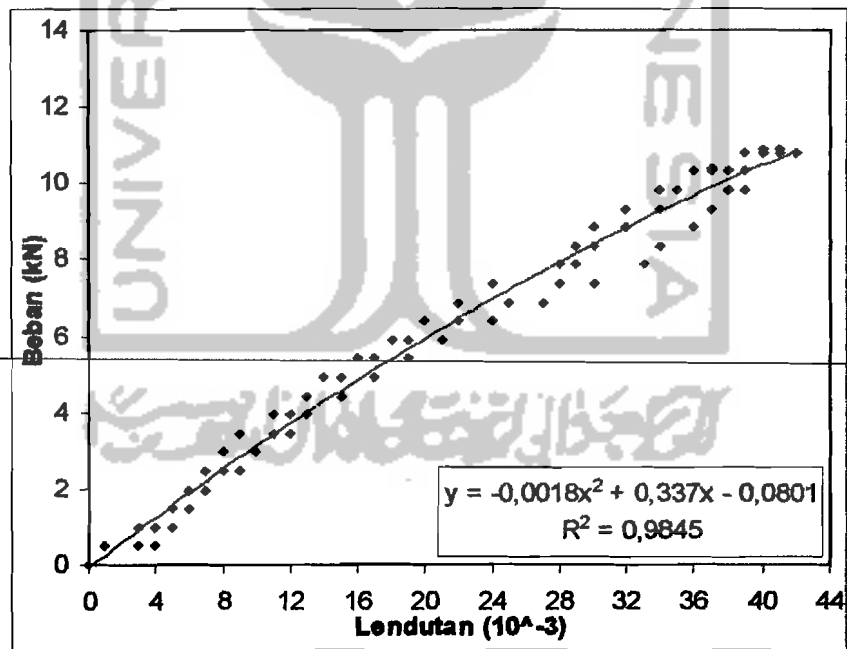


Grafik 5.9 Hubungan antara variasi serat dengan kuat Lentur beton rata-rata

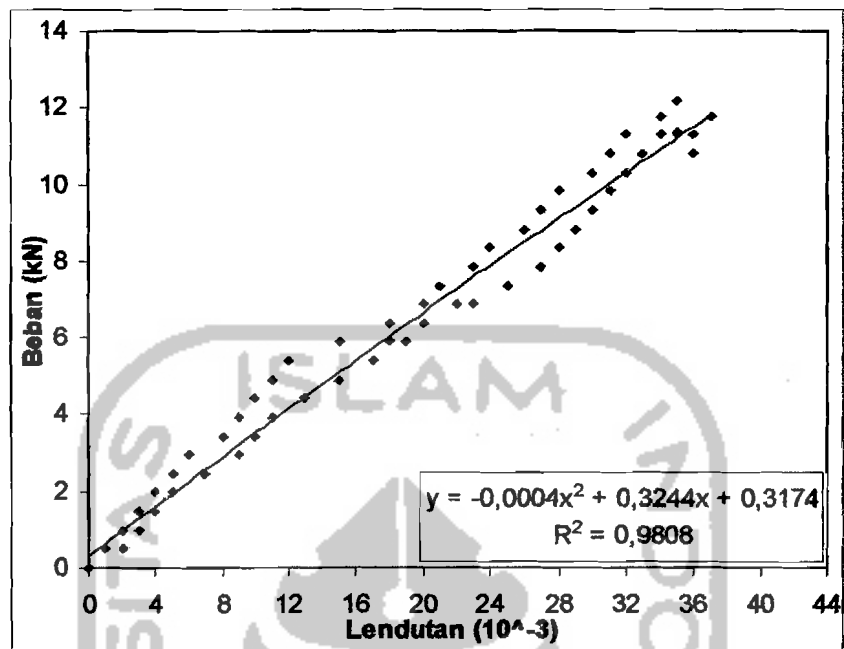
Berdasar tabel 5.18 dan grafik 5.9 pada beton dengan variasi serat 1% atau BS10 mengalami peningkatan prosentase sebesar 111,86% dengan kuat lentur sebesar 4,6431 MPa, BS12,5 meningkat 121,88 % dengan kuat lentur sebesar 5,0591 MPa dan BS15 meningkat 133,79 % dengan kuat lentur sebesar 5,5534 MPa dari beton normal yang hanya mempunyai kuat lentur sebesar 4,1508 MPa. Adapun hasil pengujian lendutan terlihat pada Grafik 5.10 - Grafik 5.13 dan gabungan variasi serat dapat dilihat pada Grafik 5.14.



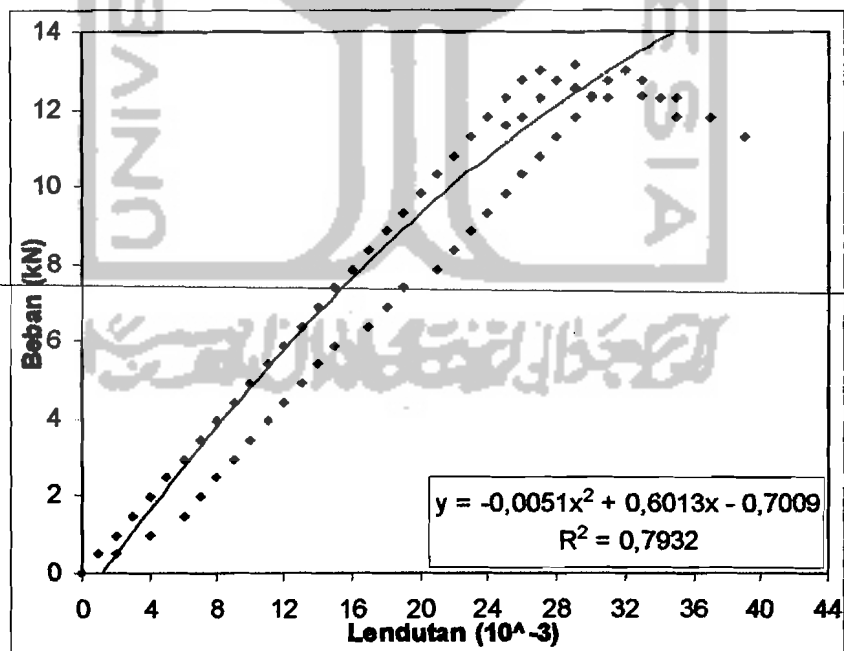
Grafik 5.10 Beban lendutan BN



Grafik 5. 11 Beban lendutan BS10

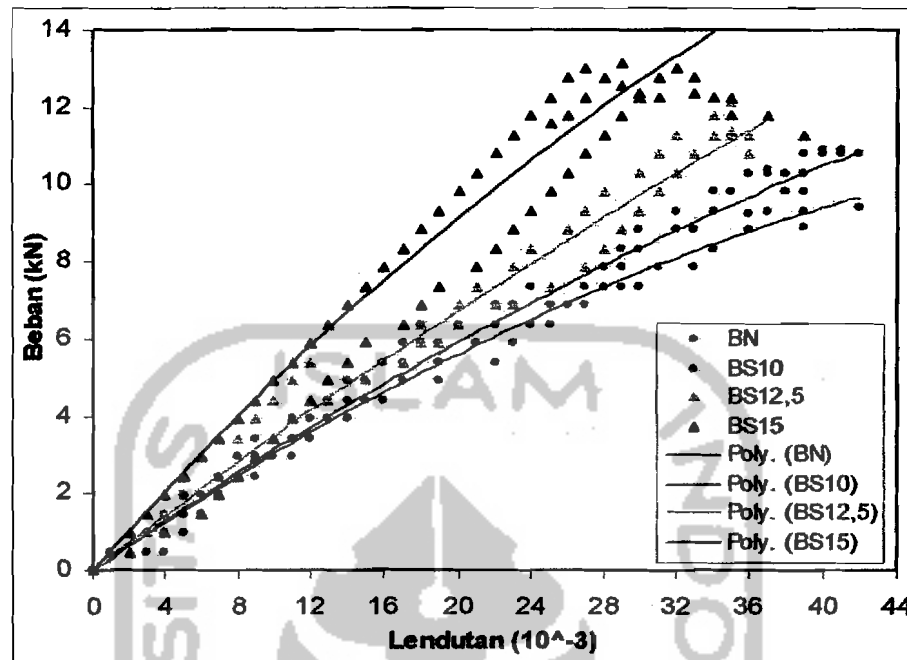


Grafik 5. 12 Beban lendutan BS12.5



Grafik 5. 13 Beban lendutan BS15





Grafik 5.14 Gabungan Beban lendutan Umur 28 hari

### 5.3 Pembahasan

Sebelum ditarik kesimpulan, perlu dilakukan terlebih dahulu pembahasan mengenai pelaksanaan dan hasil yang diperoleh dari penelitian berdasarkan teori yang melandasi.

#### 5.3.1 Workability

Pada penelitian mengenai pembuatan beton serat atau fiber, ada beberapa hal yang ingin diketahui dalam proses pengerjaan dan pembuatan beton serat ini. Terutama pada pengaruh penambahan serat kawat jaring segi empat ( strimin ) terhadap kelecakan atau kekentalan dari adukan beton, tanpa merubah nilai dari jumlah air maupun semen yang akan digunakan dalam perbandingan campuran.

Penggunaan perbandingan antara semen, pasir, kerikil dan air senantiasa tetap untuk semua sempel, perubahan hanya terjadi pada konsentrasi penambahan serat sebesar 1 %, 1,25 % dan 1,5% dari berat beton.

Seberapa besar workability dan kelecakan dari adukan beton non serat maupun beton serat dapat diketahui dari nilai slump yang terjadi. Semakin besar penambahan serat maka semakin kecil nilai slump, hal ini dikarenakan dalam proses pengadukan beton yang menggunakan molen sebagai alat pencampur (mixer), terjadi "balling effect" atau penggumpalan serat, ini dimungkinkan besarnya kemampuan dari serat kawat strimin untuk saling mengikat pada kait-kaitnya dan sifat adhesi serat yang terbuat dari kawat. Dalam penelitian ini ada nilai slump yang tidak memenuhi range perencanaan sebesar 7,5-15 cm. Nilai slump yang lebih kecil dari pada angka 7,5 cm, dialami oleh beton serat dengan penambahan serat 1,5 % sebesar 7 cm. Sedangkan untuk beton non serat maupun beton serat dengan penambahan serat 1 % dan 1,25 % tidak terjadi penyimpangan nilai slump. Hal ini menunjukkan pengaruh workability pada penambahan kawat segi empat, semakin tinggi presentase penambahan serat maka workability atau pengerjaan semakin sulit dan semakin kecil pula kelecakan pada beton dengan penambahan serat besar.

Untuk mengurangi terjadinya lepas antara serat dengan beton, digunakan kawat jaring segi empat ( strimin ) yang mempunyai kait banyak. Tetapi penggunaan ini mengakibatkan efek lain seperti diatas. Penyebaran kawat pada adukan beton juga kurang baik atau tidak merata. Hal ini hapat dilihat dari perubahan dan penurunan

nilai slump, semakin tinggi penambahan konsentrasi serat maka nilai slump akan semakin kecil

Untuk mengurangi sekecil mungkin pengaruh "balling effect" agar penyebaran merata, dilakukan pengawasan dan pelaksanaan pengadukan secara ketat. Pencampuran serat kawat tidak semuanya dilakukan dengan molen, tetapi dengan menggunakan sistem manual menggunakan sekop. Adapun pencampuran serat kawat tidak langsung dalam jumlah banyak tetapi sedikit demi sedikit.

Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa adanya penambahan serat pada beton akan menurunkan kelecakan, mengurangi workability yang berakibat menimbulkan sedikit kesulitan pada pengerjaan beton. Juga dalam hal pengawasan dan pengerjaan adukan beton serat, memerlukan penanganan khusus dan ketat untuk mengurangi terjadinya "balling effect".

### **5.3.2 Kuat Desak Beton**

Berdasarkan tabel 5.14 dan grafik 5.1 dapat kita lihat bahwa nilai kuat desak beton rata-rata secara keseluruhan meningkat dari beton normal (BN) bila diberi tambahan serat. Hal ini disebabkan serat yang ada dalam beton mampu menahan gaya ekspansi akibat beban aksial, beban ini mengakibatkan serat menjadi terkekang. Selain itu penambahan serat kedalam adukan beton dapat memperbaiki kekakuan dan kekuatan beton dan juga dapat menunda proses peretakan pada bagian inti beton, tampak pada benda uji BN terjadi retak dan mengalami pecah pada sebagian benda

uji, lain halnya dengan beton dengan penambahan serat hanya mengalami retak tanpa diikuti pecah. Tampak adanya sesuatu yang menahan retak pada beton.

Kuat desak beton optimum diperoleh dengan variasi beton dengan penambahan serat 1% (BN10). Pada pengujian kuat desak ini terjadi penurunan kekuatan pada penambahan serat 1,25% (BN12,5) dan 1,5% (BN15) dari BN10 ini dimungkinkan terjadi penggumpalan serat pada beton, sehingga penyebaran serat pada beton tidak merata.

Secara keseluruhan dapat disimpulkan bahwa penambahan serat jaring segi empat kedalam adukan beton, ternyata mempunyai pengaruh terhadap peningkatan kuat desak beton. Peningkatan optimal sekitar 130 % untuk penambahan serat 1 % dari beton normal. Dalam pelaksanaan pengujian desak beton terdapat perbedaan pada tampang pecah dan retak benda uji. Untuk beton normal terjadi runtuh serta lepasnya berbagai agregat secara tiba-tiba setelah mendapat beban maximum. Namun tidak seperti pada benda uji beton serat, pecah beton tidak terlepas dalam jumlah banyak hanya retak-retak dan tampang benda uji relatif masih utuh.

### 5.3.3 Tegangan-regangan Beton

Dari uji tekan beton dapat dibuat suatu bentuk kurva yang menyatakan nilai tegangan yang bersesuaian dengan nilai regangan betonnya. Dari grafik 5.6 didapat nilai tegangan-regangan. Regangan terbesar terjadi pada BS15 sebesar 0,00352, pada BS15 ini mempunyai daktalitas yang sangat tinggi, tetapi tegangan yang terjadi pada BS15 ini lebih kecil dibandingkan dengan BS10. Menurut **Taufik Dwi Laksono dan**

**Budi Suprihatin Lutfi (1999)**, menyatakan bahwa regangan pada saat tegangan desak maksimal tidak tergantung pada besarnya peningkatan tegangan desak maksimal yang terjadi. Dalam hal ini terjadi persamaan pada BS15 dengan BS10, pada BS15 regangan sebesar 0,00352 dengan tegangan maksimal sebesar 241,321 kg/cm<sup>2</sup>, sedangkan pada BS10 regangan sebesar 0,00261 dengan tegangan maksimal sebesar 287,99 kg/cm<sup>2</sup>. Dari tegangan-regangan dapat diketahui tingkat daktilitas beton dan diperoleh modulus elastisitas, modulus kenyal dan kekakuan beton.

Modulus elastisitas merupakan sifat dari beton yang berkaitan dengan mudah atau tidaknya beton mengalami deformasi. Dari Tabel 5.15 dapat dilihat bahwa elastisitas beton serat lebih rendah dibandingkan beton normal (BN), walaupun pada BS10 modulus elastis lebih besar dari beton normal (BN) tetapi dapat disimpulkan secara keseluruhan bahwa daktilitas yang dimiliki beton serat jauh lebih besar dibandingkan BN. kekenyalan beton serat juga jauh lebih besar dibandingkan dengan BN dan kekakuan pada beton serat lebih kecil dari pada BN. Hal ini disebabkan karena adanya perubahan bentuk yang lebih besar pada beton serat.

Dari Tabel 5.9 secara keseluruhan terlihat bahwa modulus elastisitas dengan rumus SNI lebih besar dari hasil penelitian, Jadi dapat disimpulkan bahwa modulus elastisitas pada beton serat kawat jaring segi empat ini tidak dapat dicari dengan rumus SNI.

#### 5.3.4 Kuat Tarik Beton

Kuat tarik beton berkisar antara 5-12 % dari kuat desak (Sudarmoko, 1993). Dari Tabel 5.16 terlihat bahwa kuat tarik rata-rata beton normal (BN) sebesar 2,4246 MPa. Ini berarti kuat tarik beton normal berada antara 5-12 % dari kuat desak yaitu sekitar 11,56 % dari kuat desak beton.

Berdasarkan hasil uji belah terlihat bahwa beton yang diberi serat juga memberikan peningkatan terhadap kuat tarik beton. Hal ini menunjukkan bahwa penambahan serat pada campuran beton mampu menahan tegangan tarik yang dan pada beton berserat jumlah retakan pada sempel lebih sedikit dibanding beton normal. Semakin besar penambahan serat maka jumlah retakan akan semakin sedikit ini dikarenakan tegangan lekat ( *bond strength* ) antara serat dengan beton cukup baik. Pemeriksaan menunjukkan pada tampang pecah terlihat hampir sebagian serat putus dan hanya beberapa yang tercabut. Terlihat pada grafik 5.16 menunjukkan semakin tinggi konsentrasi penambahan serat berarti semakin tinggi pula kekuatan yang mampu dihasilkan serat dalam menahan gaya tarik.

Pada beton dengan variasi serat 1% atau BS10 mengalami peningkatan sebesar 17.24%, BS12,5 meningkat 26.92 % dan BS15 meningkat 34,15 % dari beton normal. Dari hasil di atas terlihat bahwa beton dengan variasi penambahan sarat 1,5 % mengalami peningkatan kuat tarik yang paling besar.

### 5.3.5 Kuat Lentur Beton

. Dalam pengujian kuat lentur untuk beton non serat dalam pengujian kuat lenturnya terjadi patah secara tiba-tiba seperti halnya pada pengujian kuat desak beton yang mengalami runtuh mendadak. Bila pembebanan mencapai maksimum pada uji lentur ini akan terjadi retak pertama kali "first crack" yang langsung disertai oleh patahnya balok uji yang hampir bersamaan. Tampak tidak adanya sesuatu yang menahan tegangan lentur beton selain kekuatan beton itu sendiri. Lain halnya dengan beton berserat yang mampu meningkatkan tegangan lentur beton dan menjadikan interval waktu antara retak pertama pada beton dengan patah pada beton.

Pada beton berserat setelah terjadi "first crack" masih memungkinkan naiknya kekuatan lentur beton meskipun tidak terlalu tinggi untuk mencapai nilai maksimal tegangan lentur beton sampai terjadi patah. Terlihat pada pengujian lentur ini bahwa pada keruntuhan beton dengan penambahan serat terjadi perlahan-lahan dengan diawali retakan kecil yang makin lama makin besar dan keruntuhan tidak terjadi total karena runtuh akan tertahan oleh serat-serat yang ada.

Dilihat dari prosentase kenaikan kuat lentur beton dari beton normal sampai beton berserat tampak belum adanya titik optimum yang dicapai oleh penambahan serat. Sehingga masih memungkinkan pada pengujian lentur ini dilakukan penambahan serat. Pada pengujian ini tampang patahan balok terdapat titik-titik patahan yang menandakan putusannya serat kawat strimin akibat gaya tarik yang disebabkan pembebanan lentur. Hanya sedikit kawat strimin yang terlepas dari beton, jadi kawat strimin ini sangat baik digunakan dalam beton.

### 5.3.6 Pengaruh Penambahan Serat Terhadap Sifat Beton

Pada penelitian ini dapat dilihat pengaruh dari penambahan serat strimin kedalam adukan beton terhadap kuat desak, kuat tarik dan kuat lentur. Untuk mengetahui berapa presentase kekuatan yang dihasilkan dapat dilihat dari tabel 5.19

**Tabel 5.19 Persentase Penambahan Serat Terhadap Sifat Beton**

No	Variasi	Persentase Kuat Desak Terhadap BN (%)	Persentase Kuat Tarik Terhadap BN (%)	Persentase Kuat Lentur Terhadap BN (%)
1	BN	100	100	100
2	BS10	130,13	117,24	111,86
3	BS12,5	115,61	126,92	121,88
4	BS15	109,81	134,15	133,79

Pada presentase kenaikan optimum kuat desak beton dialami oleh BS10 kenaikan sebesar 30,13 % Sedangkan pada uji kuat Tarik pada BS15 dengan presentase kenaikan sebesar 34,15 % dan uji kuat Lentur pada BS15 dengan presentase kenaikan sebesar 33,789 % dari beton normal. Dari hasil pengujian kuat desak beton nilai optimal ternyata diperoleh BS10 dan pada pengujian kuat desak beton ini tidak dimungkinkan lagi penambahan serat, dapat dilihat pada table 5.19 pada penambahan serat diatas 1% kekuatan beton akan menurun. Sedang untuk kuat tarik dan kuat lentur, makin tinggi konsentrasi serat maka kuat tarik dan kuat lentur juga meningkat. Tetapi peningkatan jumlah serat diatas diatas 1% mengakibatkan kuat tekan beton serat turun. Pada konsentrasi serat 1,5% kuat tekan mencapai 109,81% dari beton normal. Agar kuat tekan beton serat paling tidak sama dengan beton normal, jumlah serat maksimum 1,5% yang memberikan kuat tarik 134,15% dan kuat lentur 133,79% dari beton normal.