

BAB V

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

5.1 Umum

Pengkajian terhadap pengujian tekan, tarik, dan lentur beton yang diperbaiki oleh adanya penambahan serat dilakukan dengan menggunakan benda uji dengan jumlah sebanyak 126 sampel. Dengan mengikuti prosedur yang berlaku diharapkan benda-benda uji tersebut cukup mewakili sifat-sifat beton yang diselidiki.

Pada dasarnya beton yang *brittle* akan meningkat kekuatannya oleh adanya penambahan serat, hal ini karena retak-retak yang sering terjadi pada beton akan ditahan oleh serat sehingga pada daerah beton yang sudah retak peranan dari serat cukup dominan. Retak yang terjadi pada beton tersebut ditahan oleh serat dengan dua cara yaitu lekatan antara serat dengan pasta semen (*bond strength*) dan kekuatan dari serat itu sendiri.

Pada tampang pecah untuk penambahan serat *polypropylene* terlihat serat dengan panjang 2 cm banyak yang tercabut dari beton dengan posisi serat sembarang (*random*), sedang pada serat dengan panjang 4 cm dan 6 cm lebih banyak serat yang putus daripada yang tercabut. Perbandingan jumlah serat pada tampang pecah sudah cukup proporsional paling tidak untuk penambahan serat dengan konsentrasi 0.25 % dari berat beton. Sedang untuk penambahan serat dengan konsentrasi 0.75 % kurang begitu proporsional hal ini dimungkinkan karena terlalu banyaknya serat pada campuran beton sehingga mengakibatkan lekatan serat pada beton kurang bagus.

5.2 Workability

Pada penelitian ini beton normal sebelum ditambah serat *polypropylene* ditetapkan memiliki nilai *slump* sebesar 75 – 150 mm dengan nilai faktor air semen sebesar 0,47.

Selama proses pengadukan, adanya penambahan serat ke dalam adukan dapat mempersulit proses pengerjaan beton. Hal tersebut dapat dilihat dari penurunan nilai slump akibat adanya penambahan serat sebagaimana terlihat pada Tabel 5.1.

Tabel 5.1 Hasil Pengujian Nilai Slump

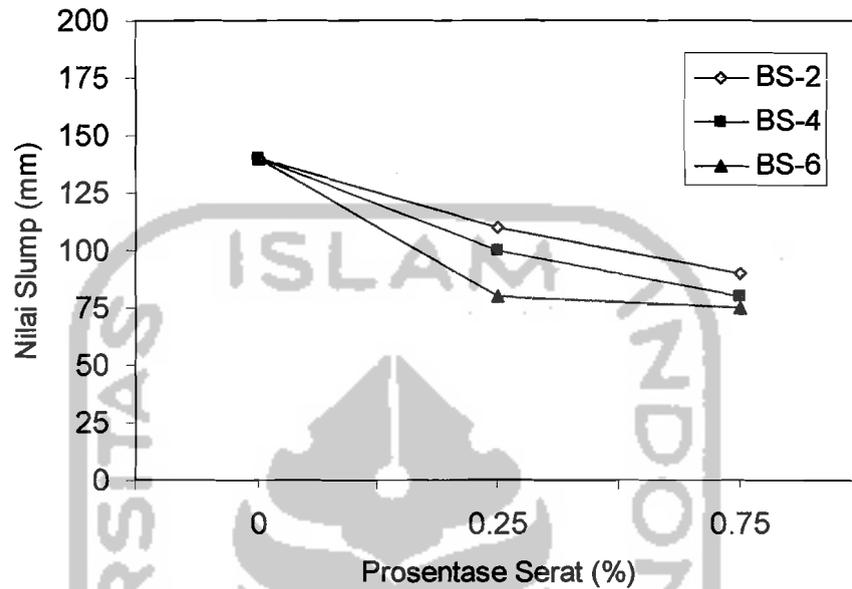
No.	Kode Benda Uji	Variasi Penambahan (Komposisi Serat %)	Slump (mm)	
			Sebelum	Setelah
1	BN	0%	140	140
2	BS-2	0.25%	120	110
3	BS-4	0.25%	115	100
4	BS-6	0.25%	95	80
5	BS-2	0.75%	115	90
6	BS-4	0.75%	120	80
7	BS-6	0.75%	100	75

Keterangan

- BN : Beton Normal
- BS-2 : Beton Serat Panjang 2 Cm
- BS-4 : Beton Serat Panjang 4 Cm
- BS-6 : Beton Serat Panjang 6 Cm

Dari tabel di atas dapat terlihat bahwa semakin besar prosentase serat terhadap berat beton menyebabkan nilai slump semakin menurun, sehingga mempengaruhi tingkat kenuhahan dalam pengerjaan beton. Hal ini disebabkan air berada disekitar serat *polypropylene* sehingga mengurangi kadar air yang terkandung dalam adukan beton. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa penambahan serat dapat menurunkan kelecikan pada adukan beton, sehingga mempersulit proses pengadukan dan pengecoran pada beton sebagaimana terlihat pada Tabel 5.1. Dari Gambar 5.1 terlihat semakin tinggi prosentase dan panjang serat nilai slump mempunyai kecenderungan menurun. Hal ini disebabkan semakin tinggi prosentase serat semakin banyak serat dalam adukan beton sehingga air yang ditahan disekitar permukaan serat juga semakin banyak menyebabkan kelecikan adukan berkurang sehingga nilai slump menjadi turun.

mengumpul dan menahan beton tidak runtuh sehingga mengakibatkan nilai slump menjadi turun. Menurut (Tjokrodimulyo, 1996) adanya serat mengakibatkan berkurangnya sifat kemudahan dikerjakan dan mempersulit terjadinya segregasi.



Gambar 5.1 Hubungan Prosentase Serat Dengan Nilai Slump

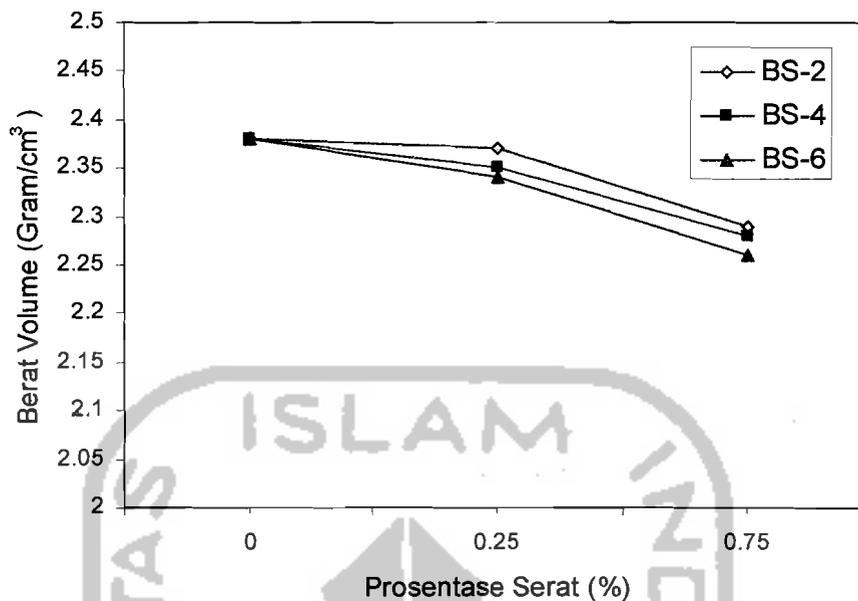
5.3 Berat Volume

Hasil pengujian berat volume pada beton normal maupun beton yang menggunakan penambahan serat *polypropylene* dengan komposisi 0,25 % dan 0,75 % terhadap berat beton dengan variasi panjang serat 2 cm, 4 cm, dan 6 cm umur 7 dan 28 hari disajikan pada Tabel 5.2.

Tabel 5.2. Berat Volume Beton

Kode Benda Uji	Variasi Komposisi Serat (%)	Berat Volume (t/m^3)	Prosentase Terhadap BN (%)
BN	0%	2.38	100
BS-2	0,25 %	2.37	99.44
BS-4	0,25 %	2.35	98.72
BS-6	0,25 %	2.34	98.40
BS-2	0,75 %	2.29	96.31
BS-4	0,75 %	2.28	95.74
BS-6	0,75 %	2.26	95.07

Dari hasil pengujian terlihat bahwa penambahan serat *polypropylene* terhadap beton dengan komposisi 0,25 % dan 0,75 % mempengaruhi berat beton. Serat *polypropylene* memiliki berat yang ringan sehingga semakin besar komposisi penambahan serat berat beton semakin ringan, hal ini disebabkan serat menggantikan sebagian dari proporsi bahan beton. Dari Tabel 5.2 dan 5.3 terlihat pada beton dengan penambahan serat 0,75 % mempunyai berat volume lebih ringan dibanding beton dengan penambahan serat 0,25 % dan dari kedua komposisi tersebut mempunyai berat volume lebih ringan dibanding beton normal dengan selisih prosentase yang tidak begitu besar berkisar antara 0,5 % - 5 %. Penurunan berat volume ini disebabkan beton normal mempunyai komposisi bahan yang lebih padat dibanding beton serat sehingga pori pada beton yang terjadi pada proses pengerasan beton lebih sedikit. Panjang serat juga berpengaruh terhadap berat-volume beton dimana semakin panjang serat prosentase berat beton juga semakin menurun, hal ini disebabkan pengumpulan serat yang dapat menimbulkan pori juga semakin bertambah sehingga beton menjadi lebih ringan.



Gambar 5.2 Hubungan Prosentase Serat Dengan Berat Volume

Dari Gambar 5.2 terlihat semakin banyak penambahan serat nilai berat volume mempunyai kecenderungan menurun, hal ini disebabkan sebagian komposisi berat beton di gantikan oleh serat sehingga berat volume beton semakin ringan. Maka dapat disimpulkan penambahan serat *polypropylene* mempengaruhi berat volume beton di mana semakin besar komposisi penambahan serat mengakibatkan penurunan nilai berat volume beton atau beton semakin ringan.

5.4 Pengujian Tekan Beton

Tujuan penelitian ini adalah untuk melihat dan memeriksa sifat-sifat fisika dan mekanika beton dengan penambahan serat *polypropylene* pada pengujian tekan silinder umur 7 dan 28 hari. Variasi prosentase penambahan serat *polypropylene* terhadap beton adalah 0 %, 0,25 %, serta 0,75 % dari berat beton dengan variasi panjang serat 20 mm, 40 mm, 60 mm dan diameter serat sebesar 1 mm. Untuk ukuran agregat maksimum sebesar 20 mm dan setiap variasinya dibuat 3 buah sampel. Pengujian tekan beton dimaksudkan untuk memperoleh

data beban yang mampu didukung oleh silinder beton, besarnya kuat tekan diperoleh dari hasil bagi antara beban maksimum dan luas penampang beton.

Hasil pengujian tekan beton, pada beton normal maupun beton yang menggunakan penambahan serat *polypropylene*, dengan komposisi 0,25 % dan 0,75 % terhadap berat beton dengan variasi panjang serat 2 cm, 4 cm, dan 6 cm pada umur 7 dan 28 hari disajikan pada Tabel 5.3.

Tabel 5.3 Kuat Desak Tekan Rata-Rata

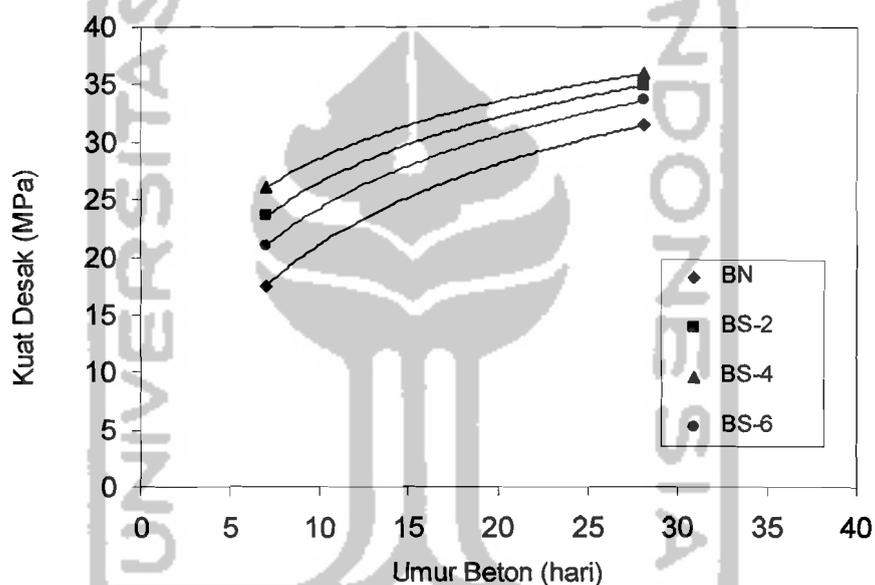
Variasi Serat	Variasi Komposisi (%)	Kuat Tekan Rata-Rata (Mpa)	
		7 hari	28 hari
BN	0%	17.4847	31.4464
BS-2	0,25 %	23.5743	34.9004
BS-4	0,25 %	26.0349	35.9157
BS-6	0,25 %	21.0052	33.5997
BS-2	0,75 %	18.3761	26.3502
BS-4	0,75 %	19.8334	29.6847
BS-6	0,75 %	17.9584	28.6711

Dari hasil uji tekan beton untuk penambahan serat *polypropylene* untuk komposisi 0,25 % terhadap berat beton pada umur 7 dan 28 hari, dengan variasi panjang serat 2 cm, 4 cm, dan 6 cm serta diameter serat 1 mm, menunjukkan bahwa pada variasi panjang serat 4 cm menghasilkan kuat tekan beton yang paling besar. Hal ini terlihat pada tabel prosentase perubahan kuat tekan beton dengan penambahan serat *polypropylene* terhadap beton normal Tabel 5.4.

Tabel 5.4 Prosentase Perubahan Kuat Tekan Beton Komposisi 0,25 %

Variasi Serat	Kuat Desak (Mpa)		Perubahan Terhadap BN (%)	
	7 Hari	28 Hari	7 Hari	28 Hari
BN	17.4847	31.4464	0	0
BS-2	23.5743	34.9004	34.83	10.98
BS-4	26.0349	35.9157	48.90	14.21
BS-6	21.0052	33.5997	20.13	6.85

Dari pengujian terlihat terjadi peningkatan nilai tekan pada beton serat untuk komposisi 0,25 % dibanding beton normal sebagai beton acuan. Serat 4 cm dengan diameter serat yang konstan mempunyai peningkatan kuat tekan tertinggi, hal ini disebabkan panjang dan proporsi serat yang cukup ideal sehingga menambah kuat ikatan antar agregat, hal ini yang menyebabkan meningkatnya nilai tekan beton. Untuk serat 6 cm nilai tekan beton mengalami penurunan dibanding serat 4 cm dan 2 cm, hal ini karena serat yang terlalu panjang sehingga ada sebagian serat yang saling menggumpal menyebabkan tidak meratanya ikatan antar agregat sehingga menurunkan nilai tekan betonnya.



Gambar 5.3 Hubungan Kuat Desak Dan Umur Beton Komposisi 0,25 %

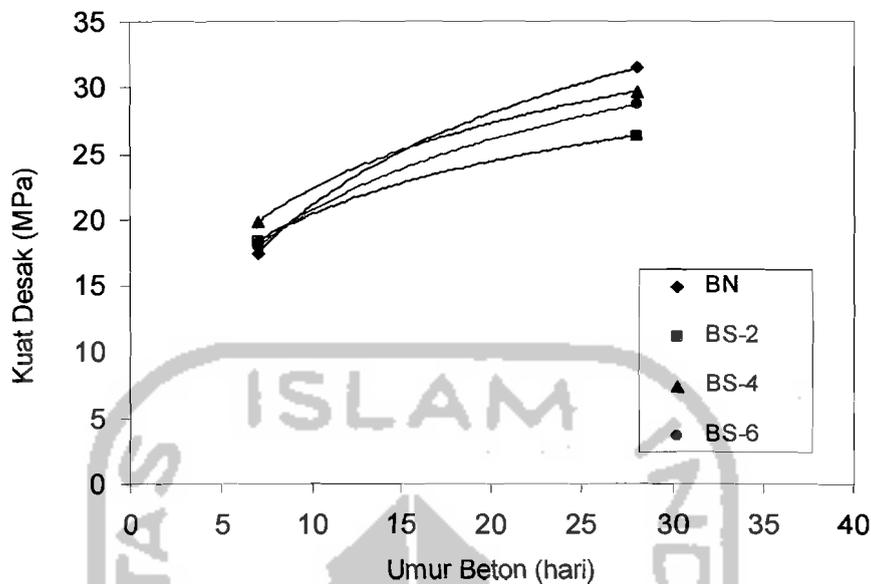
Dari Gambar 5.3 terlihat penambahan serat *polypropylene* mengakibatkan terjadi peningkatan nilai tekan beton dibanding beton normal. Kecenderungan kenaikan nilai tekan beton terjadi pada serat 2 cm dan optimum pada serat 4 cm sedangkan untuk serat 6 cm mempunyai kecenderungan menurun. Hal ini disebabkan panjang dan proporsi serat 4 cm cukup ideal dibanding panjang serat 2 cm dan 6 cm sehingga disamping menambah kuat ikatan antar agregat juga ada penambahan dari kuat serat itu sendiri.

Dari hasil uji tekan beton untuk penambahan serat *polypropylene* dengan komposisi 0.75 % terhadap berat beton pada umur 7 dan 28 hari, dengan variasi panjang 2 cm, 4 cm, dan 6 cm serta diameter serat yang konstan, menunjukkan bahwa terjadi penurunan nilai kuat tekan beton untuk umur 28 hari sedang untuk umur beton 7 hari mengalami peningkatan dibanding beton normal sebagai beton acuan. Hal ini terlihat pada tabel prosentase perubahan kuat tekan beton dengan penambahan serat *polypropylene* terhadap beton normal Tabel 5.5.

Tabel 5.5 Prosentase Perubahan Kuat Desak Beton Komposisi 0,75 %

Variasi Serat	Kuat Desak (Mpa)		Perubahan Terhadap BN (%)	
	7 Hari	28 Hari	7 Hari	28 Hari
BN	17.4847	31.4464	0	0
BS-2	18.3761	26.3502	5.10	-16.21
BS-4	19.8334	29.6847	13.43	-5.60
BS-6	17.9584	28.6711	2.71	-8.83

Untuk beton dengan umur perawatan 28 hari mengalami penurunan nilai kuat desak beton dibanding beton normal sebagai acuan. Penurunan nilai kuat desak yang paling besar di alami serat dengan panjang 2 cm sebesar 26,3502 (16.21 %) kemudian berturut-turut serat dengan panjang 6 cm sebesar 26,6711 (8,83 %) dan 4 cm sebesar 29,6847 (5,60 %). Hal ini dipengaruhi oleh jumlah serat dalam beton seperti pada komposisi 0,75 %, dimana semakin tinggi prosentase serat maka semakin banyak jumlah serat yang terkandung dalam campuran beton sehingga mengurangi kelckatan antar agregat dan mengakibatkan bertambahnya pori pada beton yang menyebabkan menurunnya kekuatan beton.

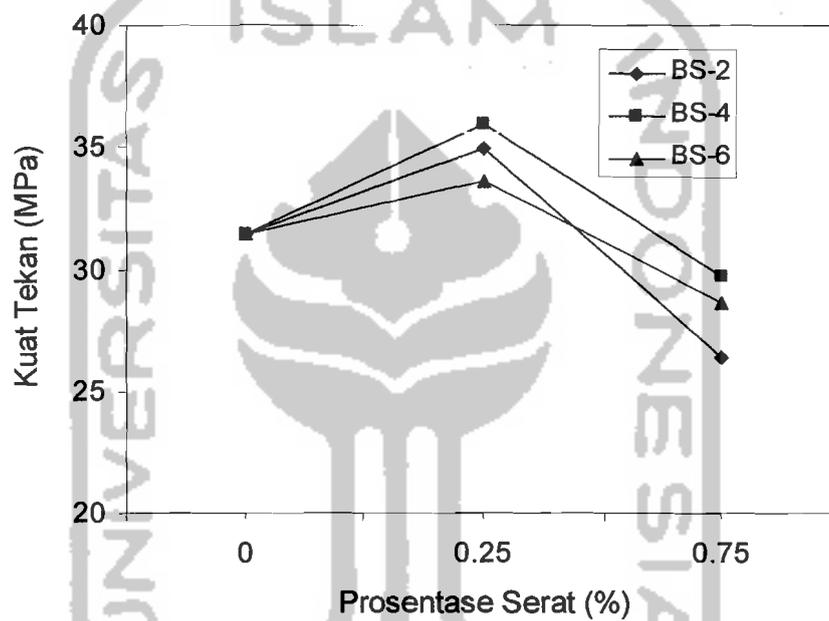


Gambar 5.4 Hubungan Kuat Desak Dan Umur Beton Komposisi 0,75 %

Dari Gambar 5.4 terlihat penambahan serat *polypropylene* mengakibatkan terjadi penurunan nilai tekan beton dibanding beton normal. Kecenderungan penurunan nilai tekan beton terjadi pada semua variasi serat, dimana penurunan terbesar terjadi pada serat 2 cm. Hal ini disebabkan komposisi serat untuk prosentase 0,75 % terlalu banyak dibanding proporsi beton mengakibatkan pori dalam beton juga semakin banyak sehingga menyebabkan penurunan nilai tekan beton. Pada serat 2 cm panjang serat yang terlalu pendek mengakibatkan kekuatan dari serat itu sendiri tidak begitu berpengaruh sehingga mengalami penurunan nilai tekan yang paling besar.

Pada penelitian Suprianto dan Muhtadin (1996) dengan menggunakan benda uji kubus 15 x 15 x 15 (cm), serta penambahan fiber serat plastik 19 mm sebesar 0,04 % dan 1,25 % untuk serat bendrat panjang 5 cm terjadi peningkatan kuat tekan pada beton fiber serat plastik sebesar 2,07 % dan 7,50 % untuk serat bendrat. Menurut Anang dan Eka (2004) pemakaian beton non pasir dengan penambahan serat *polyethylene* didapat peningkatan kuat tekan untuk prosentase 0,25 % sebesar 17,87 %; 0,5 % sebesar 22,39 %; 0,75 % sebesar 9,61 % dan

penambahan serat 1 % sebesar 5,54 %. Didapatkan penambahan serat *polyethylene* yang paling optimum adalah 0,5 % dari volume beton. Pada penelitian beton dengan penambahan serat *polypropylene* didapatkan penambahan kuat tekan optimum terjadi pada komposisi 0,25 % sebesar 14,21 % terhadap beton normal dan untuk komposisi 0,75 % mengalami penurunan kuat tekan, hal ini sesuai dengan penelitian sebelumnya dengan menggunakan serat *polyethylene* yang mempunyai sifat hampir sama dengan serat *polypropylene* dimana peningkatan optimum terjadi pada komposisi 0,5 % dari volume beton.



Gambar 5.5 Hubungan Kuat Desak Dan Prosentase Serat Umur 28 Hari

Dari Gambar 5.5 terlihat penambahan serat *polypropylene* pada prosentase 0,25 % dari berat beton dengan variasi panjang tertentu memberikan peningkatan pada nilai kuat tekan beton, hal ini disebabkan komposisi serat dalam adukan dapat tercampur merata sehingga serat dapat berfungsi maksimal dalam menahan tegangan-tegangan yang terjadi akibat adanya pembebanan Untuk beton dengan komposisi serat 0,75 % nilai kuat tekannya mengalami kecenderungan menurun dibanding beton dengan komposisi serat 0,25 % , hal ini karena proporsi serat

yang terlalu besar maka jumlah serat dalam beton juga semakin banyak mengakibatkan pori dalam beton juga semakin banyak sehingga menyebabkan terjadi penurunan pada nilai kuat tekannya.

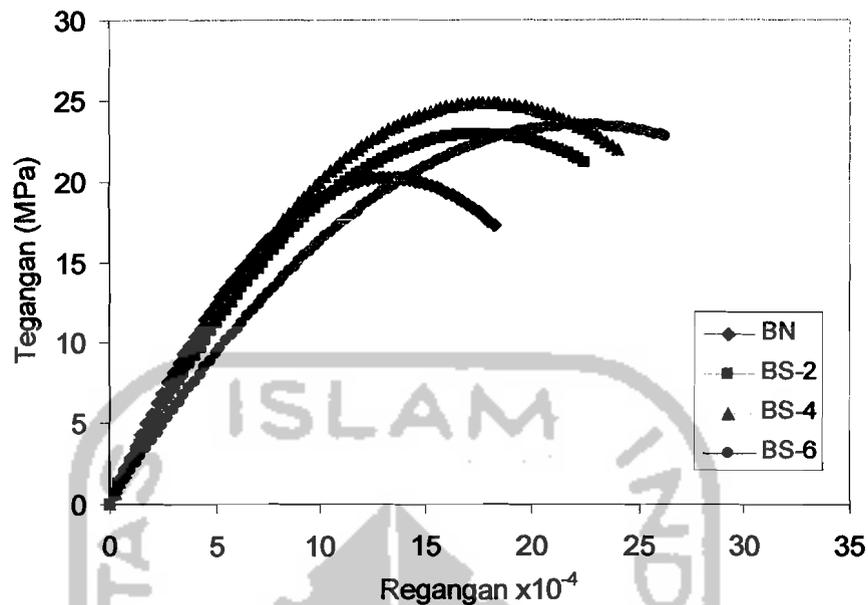
Dari penelitian beton dengan penambahan serat *polypropylene* dapat disimpulkan penambahan serat yang optimum terdapat pada komposisi 0,25 % dengan panjang serat 4 cm dengan perubahan penambahan kekuatan tekan yang tidak terlalu besar, hal ini sesuai dengan penelitian sebelumnya yang menggunakan bahan serat yang mempunyai sifat hampir sama. Penambahan serat *polypropylene* dengan variasi panjang yang berbeda serta diameter serat yang konstan (l/d) tidak begitu berpengaruh terhadap nilai tekan beton. Menurut **Tjokrodimulyo (1996)**, penambahan serat pada beton tidak banyak menambah kuat tekan dari beton, tapi menjadikan beton serat lebih daktil dari beton biasa.

5.4.1 Tegangan-Regangan Tekan Beton

Setiap bahan akan mengalami perubahan bentuk bila mendapat beban, dan bila perubahan bentuk ini terjadi, maka gaya internal di dalam bahan akan menahannya. Gaya internal ini disebut tegangan. Gaya yang dilangsungkan lewat suatu penampang dibagi dengan luas penampang lazim disebut *intensitas tegangan* (*intensity of stress*), tetapi lazimnya cukup disebut tegangan saja (**Smith, 1985**)

Bila suatu bahan mengalami tegangan, maka bahan tersebut akan mengalami perubahan bentuk. Ukuran perubahan bentuk ini dikenal sebagai regangan. Pada tarikan dan tekanan, maka regangan dapat diartikan sebagai perubahan panjang per satuan panjang (**Smith, 1985**)

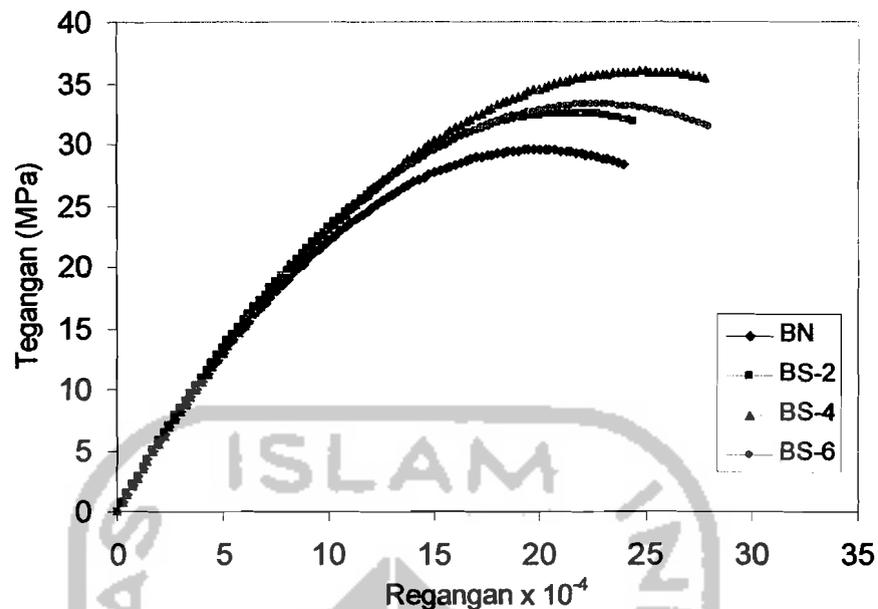
Pada penelitian ini pengujian tegangan-regangan dilakukan pada benda uji silinder beton pada umur 7 hari dan 28 hari, dimana untuk masing-masing variasi sebanyak 3 sampel. Pengujian tegangan-regangan ini dilakukan terhadap seluruh sampel benda uji. Seluruh pengujian tegangan-regangan dilaksanakan di Laboratorium Bahan Kontruksi Teknik, FTSP UII. Grafik hubungan tegangan-regangan benda uji untuk masing-masing variasi campuran beton disajikan pada Gambar 5.6



Gambar 5.6 Grafik Tegangan-Regangan Gabungan Kuat Desak Beton Komposisi 0,25 % Umur 7 Hari.

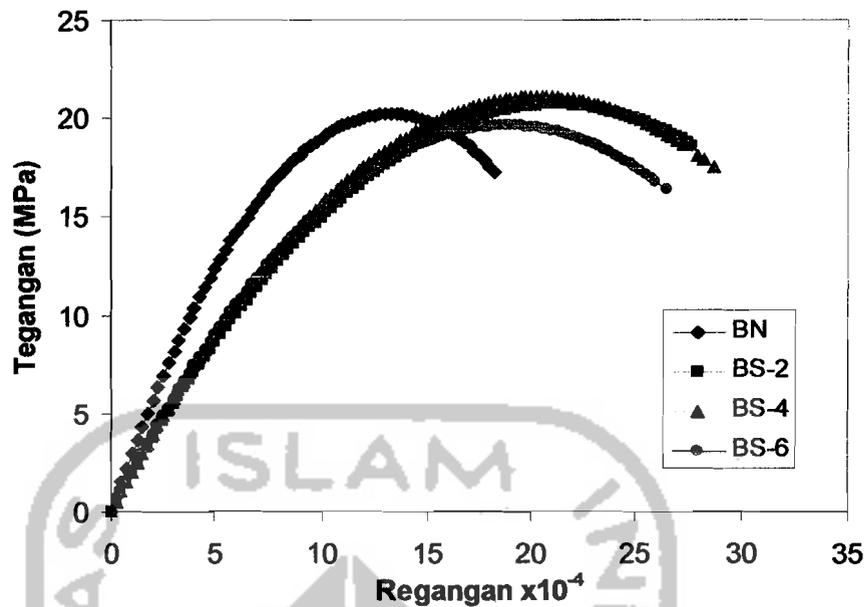
Dari Gambar 5.6 terlihat pola grafik tegangan-regangan menunjukkan garis linear yang hampir sama kecuali serat 6 cm yang lebih rendah hal ini berarti nilai dari modulus elastisitas beton juga hampir sama kecuali serat 6 cm yang mempunyai nilai modulus elastisitas terkecil. Pada grafik terlihat peningkatan kuat tekan dari yang tertinggi berturut-turut terjadi pada variasi 4 cm, 6 cm, dan 2 cm lebih tinggi dibandingkan beton normal, hal ini ditunjukkan dari nilai tegangan maksimum yang terjadi. Penambahan serat *polypropylene* meningkatkan daktilitas beton, ini terlihat dari beton dengan penambahan serat yang mempunyai nilai regangan lebih besar dibandingkan beton normal dengan nilai regangan terbesar pada variasi serat 6 cm. Beton normal lebih getas dibandingkan beton dengan penambahan serat hal ini terlihat dari nilai regangan beton normal yang lebih rendah dibanding beton dengan penambahan serat.





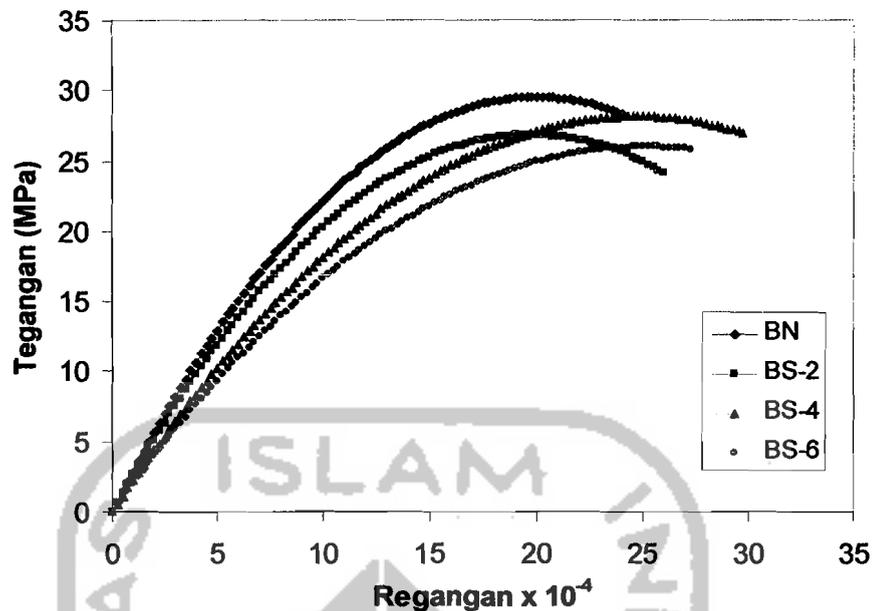
Gambar 5.7 Grafik Tegangan-Regangan Gabungan Kuat Desak Beton Komposisi 0,25 % Umur 28 Hari.

Dari Gambar 5.7 terlihat pola grafik tegangan-regangan menunjukkan garis linear yang hampir sama ini berarti nilai dari modulus elastisitas beton juga hampir sama. Pada grafik terlihat peningkatan kuat tekan dari yang tertinggi berturut-turut terjadi pada variasi 4 cm, 6 cm, dan 2 cm lebih tinggi dibandingkan beton normal, hal ini ditunjukkan dari nilai tegangan maksimum yang terjadi. Penambahan serat *polypropylene* meningkatkan daktilitas beton, ini terlihat dari beton dengan penambahan serat yang mempunyai nilai regangan lebih besar dibandingkan beton normal dengan nilai regangan terbesar pada variasi serat 6 cm. Beton normal lebih getas dibandingkan beton dengan penambahan serat hal ini terlihat dari nilai regangan beton normal yang lebih rendah dibanding beton dengan penambahan serat.



Gambar 5.8 Grafik Tegangan-Regangan Gabungan Kuat Desak Beton Komposisi 0,75 % Umur 7 Hari

Dari Gambar 5.8 terlihat pola grafik tegangan-regangan menunjukkan garis linear yang hampir sama kecuali beton normal yang lebih tinggi hal ini berarti nilai dari modulus elastisitas beton juga hampir sama kecuali beton normal yang mempunyai nilai modulus elastisitas paling besar. Pada grafik terlihat peningkatan kuat tekan dari yang tertinggi berturut-turut terjadi pada variasi 4 cm dan 2 cm dibandingkan beton normal, untuk beton serat variasi 6 cm nilai kuat tekan lebih rendah dibandingkan beton normal, hal ini ditunjukkan dari nilai tegangan maksimum yang terjadi. Penambahan serat *polypropylene* meningkatkan daktilitas beton, ini terlihat dari beton dengan penambahan serat mempunyai nilai regangan lebih besar dibandingkan beton normal dengan nilai regangan terbesar pada variasi serat 4 cm. Beton normal lebih getas dibandingkan beton dengan penambahan serat hal ini terlihat dari nilai regangan beton normal yang lebih rendah dibanding beton dengan penambahan serat.



Gambar 5.9 Grafik Tegangan-Regangan Gabungan Kuat Desak Beton Komposisi 0,75 % Umur 28 Hari.

Pada Gambar 5.9 terlihat bahwa terjadi penurunan tegangan-regangan pada beton serat dibandingkan dengan beton normal. Penurunan terbesar terjadi pada beton serat variasi panjang 6 cm kemudian 2 cm, sedangkan pada beton serat variasi panjang 4 cm penurunan tegangan-regangan tidak terlalu besar. Hal ini disebabkan variasi serat 4 cm adalah variasi yang ideal dalam komposisi 0,75 %, karena serat mampu mengikat lebih baik dengan beton dibanding variasi serat yang lain. Akan tetapi pada komposisi 0,75 % umur 28 hari ini terlalu banyak jumlah serat sehingga menimbulkan penggumpalan (*balling effect*) yang mengakibatkan tegangan-regangan yang terjadi jauh dibawah beton normal. Hal ini sesuai dengan pendapat Balaguru dan Shah (1992) penambahan volume serat lebih dari 0,5 % termasuk volume serat yang tinggi menyebabkan banyaknya penggumpalan pada saat pengadukan dan mengurangi kelekatan antar agregat ketika pengadukan.

Penambahan serat *polypropylene* juga meningkatkan daktilitas beton, ini terlihat dari beton dengan penambahan serat yang mempunyai nilai regangan lebih

besar dibandingkan beton normal dengan nilai regangan terbesar pada variasi serat 4 cm. Beton normal lebih getas dibandingkan beton dengan penambahan serat hal ini terlihat dari nilai regangan beton normal yang lebih rendah dibanding beton dengan penambahan serat

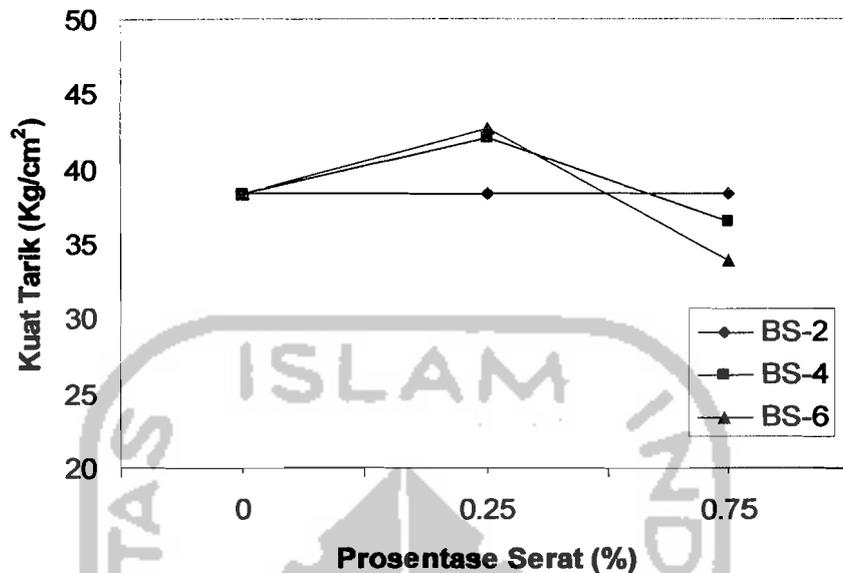
5.4.2 Analisis Modulus Elastis

Seperti pada sebagian besar bahan struktur, beton juga berperilaku elastik bila dikenai beban awal. Modulus elastis merupakan garis singgung dari kurva tegangan-regangan pada titik pusatnya dimana kemiringan garis singgung ini didefinisikan sebagai modulus tangen awal. Kemiringan suatu garis lurus yang menghubungkan titik pusat dengan suatu harga tegangan (sekitar $0,4 f'_c$) disebut *modulus elastisitas*; modulus ini memenuhi asumsi praktis bahwa regangan yang terjadi selama pembebanan pada dasarnya dapat dianggap elastis (pada keadaan beban dihilangkan bersifat reversibel penuh), dan regangan lainnya akibat beban dipandang sebagai rangkak. Adapun untuk perhitungan Modulus Elastis dapat dilihat pada persamaan (3.4 - 3.6). Perlu dijelaskan bahwa persamaan ini hanyalah rumus umum praktis karena modulus elastisitas selain dipengaruhi oleh beban, dipengaruhi juga oleh faktor-faktor lain seperti kelembapan benda uji beton, faktor air semen, umur beton, dan temperaturnya. Dengan demikian untuk struktur-struktur khusus seperti pelengkung, terowongan tangki, modulus elastisitasnya harus ditentukan dari hasil percobaan (Nawi, 1998).

Untuk hasil perhitungan Modulus Elastisitas (E_c) kuat tekan beton uji dapat dilihat pada Tabel 5.6 dan Tabel 5.7 sebagai berikut :

Tabel 5.6 Modulus Elastisitas (E_c) Beton Serat Komposisi 0,25 %

Variasi Serat	Modulus Elastisitas (Mpa)		
	Hasil Uji	ACI	SKSNI
BN	26225.4904	25695.7876	25532.8122
BS-2	26110.5980	26968.8822	26797.8322
BS-4	26240.5555	27965.3425	27787.9725
BS-6	26018.3695	27259.9055	27087.0097



Gambar 5.11 Hubungan Kuat Tarik Beton Dengan Prosentase Serat Umur 28 Hari

Dari Gambar 5.11 terlihat penambahan serat *polypropylene* pada komposisi 0,25 % memberikan peningkatan pada nilai kuat tariknya dibandingkan beton normal sebagai beton acuan. Kecenderungan kenaikan mendekati optimum pada serat 6 cm ini terlihat dari peningkatan kuat tarik beton yang tidak terlalu besar dari serat dengan panjang 4 cm ke 6 cm, berbeda dengan peningkatan kuat tarik pada serat dengan panjang 2 cm ke 4 cm yang lumayan besar. Jadi Penambahan serat *polypropylene* dengan variasi panjang serat dan komposisi yang sesuai dapat meningkatkan kuat tarik beton dibanding beton normal.

Untuk komposisi 0,75 % peningkatan hanya terjadi pada variasi beton dengan panjang serat 2 cm. Hal ini disebabkan semakin besar prosentase penambahan serat semakin banyak proporsi serat dalam beton. Proporsi jumlah serat yang terlalu banyak mengakibatkan beton juga semakin banyak porinya. Disamping itu semakin panjang dan jumlah serat yang banyak menyebabkan ada sebagian serat yang menggumpal, ini mengakibatkan semakin panjang serat kuat tarik beton mempunyai kecenderungan semakin menurun. Jadi penambahan serat

polypropylene dengan komposisi yang terlalu besar tidak begitu efektif terhadap peningkatan kuat tarik beton.

. Penambahan serat *polypropylene* dengan variasi panjang yang berbeda serta diameter serat yang konstan (l/d) memberikan pengaruh terhadap nilai tarik beton dan cukup efektif pada komposisi 0,25 %. Pada pengujian ini retak atau pecahnya benda uji beton tanpa serat terjadi secara tiba-tiba tanpa tanda awal dan diikuti suara pecahnya benda uji kemudian terbelah. Sedangkan kerusakan yang berbeda ditunjukkan pada beton dengan campuran serat, benda uji beton dengan campuran serat mengalami retak secara perlahan-lahan dikarenakan tegangan tarik yang terjadi ditahan oleh adanya serat yang ada dalam campuran beton membuat pecahan silinder masih tetap melekat tidak terbelah sempurna dan masih berada dalam posisi tertahan karena adanya serat, sehingga benda uji tidak terbelah.

Maksud utama penambahan serat ke dalam beton adalah untuk menambah kuat tarik beton, mengingat kuat tarik beton sangat rendah. Kuat tarik yang sangat rendah berakibat beton mudah retak, yang pada akhirnya mengurangi keawetan beton. Dengan adanya serat, ternyata beton menjadi lebih tahan retak dan tahan benturan jika masalah penyerapan energi diperlukan. Karena sifatnya yang lebih tahan benturan dari beton biasa maka sering dipakai pada bangunan hidrolik, landasan pesawat udara, jalan raya, dan lantai jembatan (Tjokrodimulyo, 1996).

5.6 Pengujian Lentur Balok

Pengujian lentur beton diperoleh melalui pengujian sampel benda uji balok berdimensi 10 cm x 10 cm x 100 cm pada umur 7 dan 28 hari. Variasi prosentase serat terhadap beton adalah 0,25 % dan 0,75 % dari berat beton dengan variasi panjang serat 2 cm, 4 cm, 6 cm dan diameter serat 1 mm. Untuk ukuran agregat maksimum 20 mm dan untuk setiap variasinya dibuat 3 buah sampel.

Pengujian dilakukan dengan cara memberikan satu titik pembebanan dan dua titik tumpuan pada benda uji. Pengujian lentur dimaksudkan untuk memperoleh data beban yang mampu didukung oleh balok beton, besarnya kuat

lentur diperoleh dari perbandingan antara beban maksimum dan luas penampang beton. Untuk mendapatkan Kuat lentur pada balok digunakan persamaan 3.15. Hasil pengujian pada lentur beton, pada beton normal maupun beton yang menggunakan penambahan serat *polypropylene*, dengan komposisi 0,25 % dan 0,75 % terhadap berat beton dengan variasi panjang serat 2 cm, 4 cm, dan 60 mm pada umur 7 dan 28 hari disajikan pada Tabel 5.11 – 5.13.

Tabel 5.11 Kuat Lentur Beton Rata-Rata

Variasi Serat	Variasi Komposisi (%)	Kuat Lentur Rata-Rata (kg/cm ²)	
		7 hari	28 hari
BN	0%	39.3410	57.6950
BS-2	0,25 %	44.4950	59.2440
BS-4	0,25 %	55.4130	60.1520
BS-6	0,25 %	61.3940	65.6780
BS-2	0,75 %	46.1160	58.3920
BS-4	0,75 %	45.0610	53.0190
BS-6	0,75 %	43.7610	49.6370

Tabel 5.12 Prosentase Perubahan Kuat Lentur Untuk Komposisi 0,25 %

Variasi Serat	Kuat Lentur (kg/cm ²)		Perubahan Terhadap BN (%)	
	7 Hari	28 Hari	7 Hari	28 Hari
BN	39.3410	57.6950	0	0
BS-2	44.4950	59.2440	13.10	2.68
BS-4	55.4130	60.1520	40.85	4.26
BS-6	61.3940	65.6780	56.06	13.84

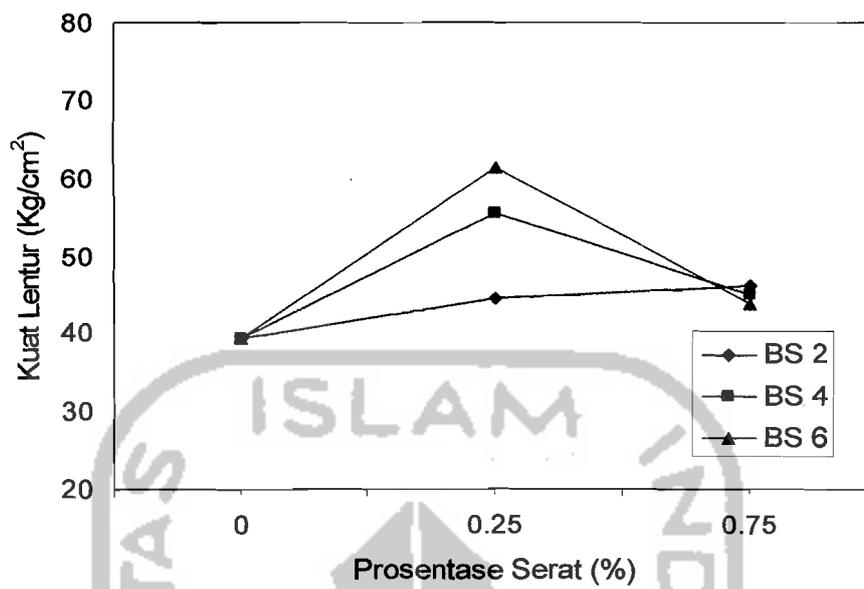
Tabel 5.13 Prosentase Perubahan Kuat Lentur Untuk Komposisi 0,75 %

Variasi Serat	Kuat Lentur (kg/cm ²)		Perubahan Terhadap BN (%)	
	7 Hari	28 Hari	7 Hari	28 Hari
BN	39.3410	57.6950	0	0
BS-2	46.1160	58.3920	17.22	1.21
BS-4	45.0610	53.0190	14.54	-8.10
BS-6	43.7610	49.6370	11.24	-13.97

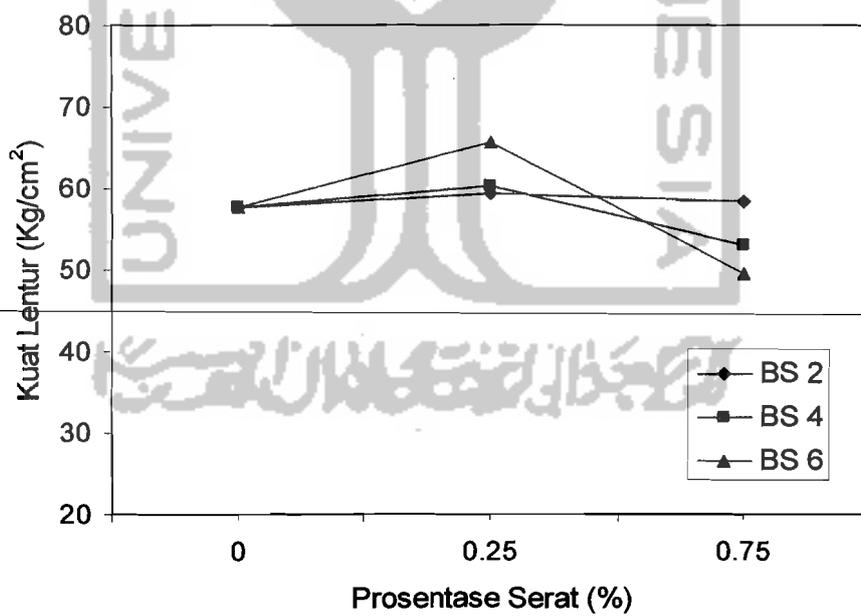
Dari pengujian lentur beton didapatkan penambahan serat *polypropylene* untuk komposisi 0,25 % dengan umur perawatan 7 hari dari berat beton memberikan nilai kuat lentur yang lebih tinggi dari beton normal. Dari data pengujian didapatkan kuat lentur maksimum pada beton dengan variasi panjang serat 6 cm yaitu sebesar 61,994 Kg/cm² atau mengalami peningkatan sebesar 56,06 % kemudian panjang 4 cm sebesar 55,413 Kg/cm² mengalami peningkatan sebesar 40,85 % dan panjang 2 cm sebesar 44,495 Kg/cm² mengalami peningkatan sebesar 13,10 % lebih tinggi dibanding beton normal sebagai beton acuan sebesar 39,341 Kg/cm².

Penambahan serat *polypropylene* dengan variasi panjang 6 cm pada pengujian balok untuk umur perawatan beton 28 hari mempunyai peningkatan kuat lentur yang optimum yaitu sebesar 65,678 Kg/cm² atau mengalami peningkatan sebesar 13,84 % kemudian panjang 4 cm sebesar 60,152 Kg/cm² mengalami peningkatan sebesar 4,26 % serta serat dengan panjang 2 cm sebesar 59,244 Kg/cm² mengalami peningkatan sebesar 2,69 % dibanding beton normal sebagai beton acuan. Hal ini disebabkan proporsi serat dalam adukan cukup ideal sehingga fungsi serat disamping memperkuat tarik beton juga menahan beton dengan kekuatan serat itu sendiri, ini terlihat dari banyaknya serat yang putus setelah diuji sehingga kuat lenturnya meningkat.

Untuk komposisi serat 0,75 % dari berat beton kuat lentur yang lebih tinggi dari beton normal hanya terdapat pada beton dengan variasi 2 cm. Dari data pengujian didapatkan kuat lentur maksimum dari beton dengan variasi panjang serat 2 cm yaitu sebesar 58,392 Kg/cm² kemudian panjang 4 cm sebesar 53,019 Kg/cm² dan panjang 6 cm sebesar 49,637 Kg/cm² serta beton normal sebagai beton acuan sebesar 57,695 Kg/cm². Hal ini disebabkan proporsi serat dalam beton terlalu banyak menyebabkan serat dalam adukan tidak tercampur secara baik dan ada sebagian yang menggumpal sehingga semakin panjang serat nilai kuat lenturnya juga semakin menurun.



Gambar 5.12 Hubungan Kuat Lentur Beton Dengan Prosentase Serat Umur 7 Hari



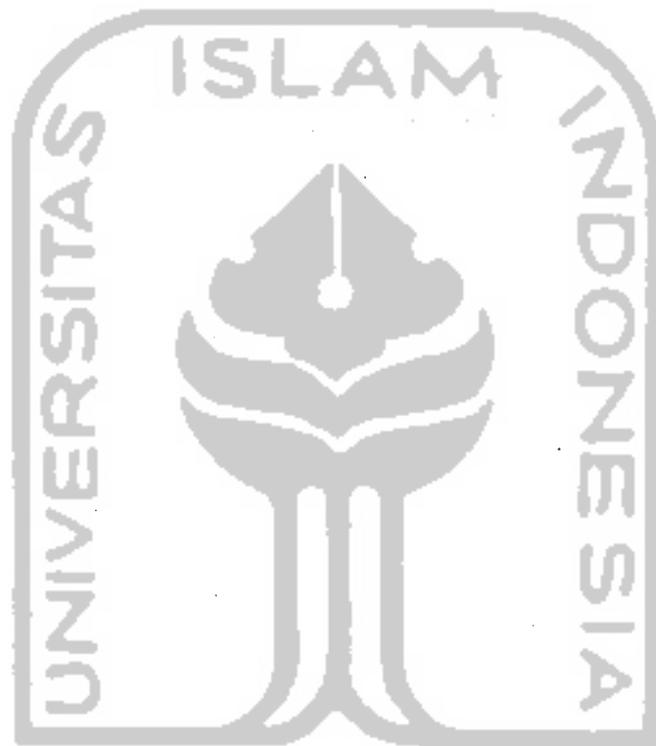
Gambar 5.13 Hubungan Kuat Lentur Beton Dengan Prosentase Serat Umur 28 Hari

Dari Gambar 5.12 dan 5.13 terlihat penambahan serat *polypropylene* pada komposisi 0,25 % memberikan peningkatan pada nilai kuat lentur dibandingkan beton normal sebagai beton acuan. Peningkatan terbesar terjadi pada variasi serat panjang 6 cm, kemudian 4 cm dan 2 cm. Jadi penambahan serat *polypropylene* dengan variasi panjang serat dan komposisi yang sesuai dapat meningkatkan kuat lentur beton dibanding beton normal.

Untuk komposisi 0,75 % peningkatan kuat lentur hanya terjadi pada variasi beton dengan panjang serat 2 cm. Hal ini disebabkan semakin besar prosentase penambahan serat semakin banyak proporsi serat dalam beton. Proporsi jumlah serat yang terlalu banyak mengakibatkan beton juga semakin banyak porinya. Disamping itu semakin panjang dan jumlah serat yang banyak menyebabkan ada sebagian serat yang menggumpal (*balling effect*), ini mengakibatkan kuat lentur beton mempunyai kecenderungan semakin menurun. Jadi penambahan serat *polypropylene* dengan komposisi yang terlalu besar kurang mampu memberikan pengaruh kuat lentur yang berarti. Menurut **Brigg, dkk (1974)** meneliti bahwa penambahan serat (*fiber*) beraspek ratio tinggi sekitar ($\frac{l}{d} > 100$) akan menyebabkan *fiber* menggumpal bersama-sama sehingga sangat sulit disebarkan secara merata di dalam adukan, sedang untuk *fiber* beraspek ratio rendah ($\frac{l}{d} < 50$) tidak akan terjadi ikatan yang baik dengan betonnya.

Penambahan serat *polypropylene* dengan variasi panjang yang berbeda serta diameter serat yang konstan ($\frac{l}{d}$) berpengaruh terhadap nilai lentur pada beton untuk komposisi 0,25 % memberikan peningkatan pada kuat lenturnya sedang untuk komposisi 0,75 % penambahan serat tidak efektif lagi. Pada pengujian kuat lentur beton non serat, patah benda uji terjadi secara tiba-tiba tanpa suatu tanda awal dengan diiringi bunyi patahan. Benda uji terbelah sempurna dan tiap bagian akan rebah kebawah. Pengamatan yang dilakukan pada daerah patah menunjukkan bahwa tidak terjadi pecah pada agregat, melainkan patah terjadi pada daerah luar dari agregat tersebut. Hasil berbeda ditunjukkan oleh dengan campuran serat, yaitu benda uji balok akan retak secara perlahan karena energi lentur akan ditahan oleh serat yang ada didalam beton, sehingga retak benda uji terjadi tidak diiringi bunyi patahan. Karena adanya campuran serat maka beton menjadi tahan

lenturan sehingga tidak diperoleh belah sempurna pada saat pengujian dan patah pada sampel masih tetap dalam posisi bergandengan karena ditahan oleh serat yang ada.



UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA