

BAB V

HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1 Umum

Penelitian ini merupakan studi eksperimen yang dilaksanakan di Laboratorium, dalam pelaksanaan penelitian ini kami menggunakan Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik FTSP Universitas Islam Indonesia.

Dalam pengerjaan beton dengan penambahan fiber juga perlu mendapat perhatian khusus adalah masalah *fiber dispersion*, yang menyangkut teknik pencampuran fiber ke dalam adukan agar dapat tersebar merata dengan orientasi yang random, masalah *workability* (kelecekan adukan), yang menyangkut kemudahan dalam proses pengerjaan/pemadatan, dan masalah *mix design/proportion* untuk memperoleh mutu tertentu dengan kelecekan yang memadai.

Hal terpenting yang perlu diperhatikan dalam pengujian tegangan-regangan adalah kondisi permukaan benda uji. Permukaan yang rata akan menghasilkan nilai modulus elastisitas yang cukup baik karena distribusi beban akan tersebar secara merata ke seluruh permukaan benda uji.

Dalam bab ini akan diuraikan tentang proses pembuatan benda uji yang meliputi nilai *slump* dan tingkat *workability* serta akan disajikan pula hasil pengamatan dan hasil akhir dari pengujian yang meliputi uji tekan, uji tarik, dan uji lentur.

5.2 Nilai *Slump* dan *Workability*

Nilai slump mempengaruhi *workability*, semakin tinggi nilai slump maka semakin mudah proses pengerjaan beton (*workability*), dalam penelitian ini nilai slump sebelum dan sesudah penambahan serat kawat bendrat sama-sama terjadi penurunan yang diakibatkan banyak faktor, diantaranya adalah dalam proses pembuatan/pengerjaan beton segar dilakukan pada saat cuaca panas, selain itu juga akibat lamanya adukan dalam molen dan lain sebagainya.

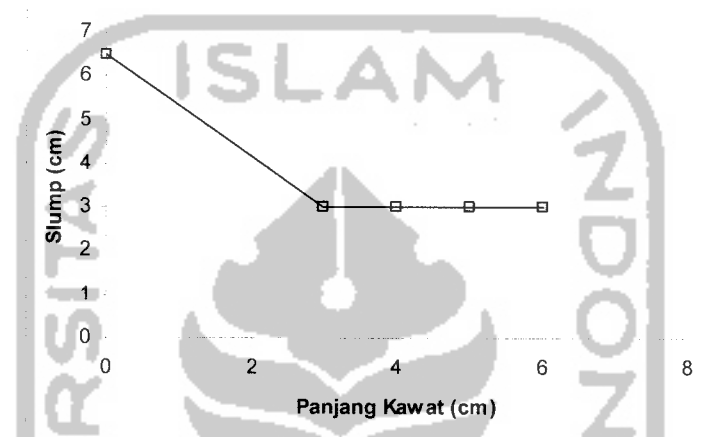
Pada penelitian-penelitian terdahulu juga telah membuktikan bahwa penambahan *fiber* pada adukan beton akan menurunkan nilai *slump*. Seiring dengan menurunnya nilai *slump* pada adukan, maka tingkat *workability* juga akan menjadi menurun. Dengan kata lain, semakin banyak penambahan *fiber* dalam adukan beton, maka semakin menurun tingkat *workability*-nya. Jhon dan Dhir (1983) juga mengemukakan bahwa nilai *slump* di bawah 10 mm memiliki tingkat *workability* yang sangat rendah atau dengan kata lain boleh dikatakan tidak memiliki nilai *slump* (nilai *slump* nol). Bambang Suhendro (2000) juga mengemukakan bahwa beton dengan penambahan *fiber* (baja) perlu mendapat perhatian khusus diantaranya adalah masalah *workability*, yang menyangkut kemudahan dalam proses pengerjaan/pemadatan. Semakin banyak volume fraksi *fiber* dalam adukan, maka akan menjadikan beton *fiber* menjadi sulit untuk dikerjakan. Penurunan nilai slump dapat dilihat pada grafik hubungan nilai slump dengan panjang kawat dapat dilihat pada Tabel 5.1 dan gambar 5.1

Tabel 5.1 Nilai Slump

Kode Benda Uji	Panjang Kawat (cm)	Slump (cm)
BP-0%	0	6,5
BPKB-1,5%-3	3	3,1
BPKB-1,5%-4	4	3,
BPKB-1,5%-5	5	3,2
BPKB-1,5%-6	6	3,15

Keterangan:

BP : Beton Pasir, BPKB : Beton Pasir Kawat Bendrat



Gambar 5.1 Grafik Hubungan Antara Slump Dan Panjang Kawat

Dari tabel dan grafik diatas dapat dilihat bahwa, masing-masing panjang *fiber* memiliki nilai slump yang hampir sama dikarenakan volume fraksi *fiber* yang sama, ini berarti panjang serat pengaruhnya sangat kecil terhadap nilai slump, volume fraksi *fiber* yang berpengaruh terhadap penurunan nilai slump.

Ary Novrizaldy (2005) juga meneliti bahwa penambahan *fiber* kawat bendrat dalam adukan beton pasir akan menurunkan nilai *slump*, yang mengakibatkan menurunnya tingkat *workability* dari beton. Aspek rasio *fiber*

dan peningkatan volume fraksi *fiber* memberi pengaruh terhadap tingkat *workability* dari beton pasir

Brigg, dkk juga meneliti bahwa *fiber* beraspect ratio ($l/d > 100$) akan menyebabkan *fiber* menggumpal bersama-sama sehingga sangat sulit untuk disebarkan secara merata di dalam adukan beton.

Dalam penelitian ini, aspek rasio *fiber* yang digunakan sebesar 30,61; 40,81; 50,02; 60,22 yang masih jauh dari batas kritis (100) sehingga *fiber* masih memungkinkan untuk disebarkan oleh alat pengaduk dan penggunaan agregat maksimum 4,8 mm dalam penelitian ini juga memungkinkan untuk beton masih dapat diaduk. Perkiraan konsentrasi *fiber* atau volume fraksi *fiber* yang mengakibatkan adukan beton menjadi sulit untuk diaduk, berikut ini perkiraan konsentrasi serat yang mengakibatkan adukan beton serat menjadi sulit diaduk:

$$\begin{aligned} PW_{c_{crit}} &= 75 \cdot \frac{\pi \cdot \gamma_f}{\gamma_c} \cdot \frac{d}{l} \cdot K \\ &= 75 \cdot \frac{\pi \cdot 6,68}{2,5} \cdot \frac{0,98}{60} \cdot K \\ &= 10,2830 K \end{aligned}$$

dimana:

$$K = \frac{W_m}{W_m + W_a}$$

$$= \frac{10,224 + 6,336 + 17,568}{21,45 + 10,224 + 6,336 + 17,568}$$

$$= 0,6140$$

sehingga $PW_{crit} = 10,2830 \times 0,6140$

$$= 6,3143 \% \text{ (setiap adukan beton)}$$

Total berat adukan beton untuk setiap adukan dengan menggunakan benda uji silinder adalah 55,578 kg (1,20 x 11,58 kg x 4 silinder), sehingga berat kandungan *fiber* kritis setiap adukannya adalah sebesar:

$$W_{fiber} = 6,3143 \% \times 55,578 \text{ kg}$$

$$= 3,5097 \text{ kg}$$

Dari perhitungan diatas dapat disimpulkan bahwa penambahan *fiber* sebesar 1,5% dari adukan beton atau seberat 0,8352 kg (1,5% x 55,578 kg) masih cukup jauh dari batas kritis kemudahan dalam proses pengadukan beton.

5.3 Kuat Tekan

Besarnya Kuat tekan pada penelitian ini diperoleh dari hasil pengujian kuat tekan beton setelah berumur 28 hari, untuk setiap variasi panjang serat, yang masing-masing variasi dibuat 5 sampel dengan presentase serat sebesar 1,5% untuk setiap sampelnya.

Contoh penghitungan untuk mencari kuat tekan benda uji beton silinder sebagaimana terlihat pada tabel 5.1 dari hasil pengujian beton pasir didapat:

$$P = 421,10 \text{ kN} = 42976,5549 \text{ kg}$$

$$d = 14,90 \text{ cm}$$

$$A = \frac{1}{4} \times \pi \times d^2$$

$$= 174,2779 \text{ cm}^2$$

$$q_{\sigma_{tk}} = \frac{P}{A}$$

$$= \frac{42976,5549}{174,2779}$$

$$= 24,5979 \text{ kg/cm}^2 = 24,6598 \text{ MPa}$$

Demikian seterusnya sehingga didapatkan data kuat tekan beton normal masing-masing benda uji, selanjutnya dirata-rata untuk mendapatkan nilai kuat tekan betonnya. Hal tersebut untuk setiap variabel benda uji.

Adapun contoh penghitungan untuk persentase penambahan kuat tekan dengan penambahan serat terhadap beton pasir tanpa penambahan serat sebagaimana dapat dilihat pada tabel 5.2 didapat:

$$\text{Kuat tekan beton pasir} = 24,6156 \text{ MPa}$$

$$\text{Kuat tekan beton pasir serat 1,5\% panjang serat 3 cm} = 30,2602 \text{ MPa}$$

$$\text{Penambahan Kuat tekan} = \frac{(30,2602 - 24,6156)}{24,6156} \times 100$$

$$= 22,93 \%$$

Demikian seterusnya untuk variabel yang berbeda dengan pengurang dan pembagi tetap yaitu kuat tekan beton pasirnya.

Tabel 5.2

Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Dan Prosentase Perubahan Kuat Tekan

No	Kode Benda Uji	Panjang serat (cm)	Kuat tekan (MPa)	Perubahan (%)
1	BP-0%	-	24,6156	0
2	BPKB-1,5%-3	3	30,2602	22,93
3	BPKB-1,5%-4	4	31,0655	26,20
4	BPKB-1,5%-5	5	29,0862	18,16
5	BPKB-1,5%-6	6	25,9062	5,24

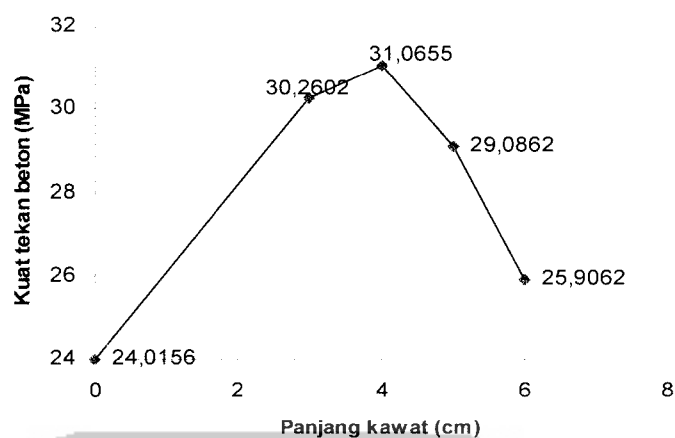
Keterangan:

BP : Beton Pasir

BPKB : Beton Pasir Kawat Bendrat

Dari Tabel 5.2 dapat dilihat bahwa dengan penambahan *fiber* kawat bendrat akan meningkatkan kuat tekan beton tersebut, panjang kawat bendrat yang dicampurkan kedalam adukan beton juga memiliki pengaruh terhadap kuat tekan beton.

Dari hasil penelitian dengan menggunakan kawat bendrat lurus sebagai serat dengan volume serat 1,5% dengan panjang serat 3, 4, 5, dan 6 cm, terjadi peningkatan kuat tekan. Pada tabel 5.3 dapat dilihat bahwa pengaruh panjang *fiber* yang bervariasi dengan volume fiber sebesar 1,5% akan meningkatkan kuat tekan beton *fiber*, peningkatan terbesar dicapai pada panjang kawat 4 cm yaitu sebesar 26,20%, Grafik hubungan antara panjang kawat dengan kuat tekan dapat dilihat pada gambar 5.2



Gambar 5.2 Grafik Hubungan Panjang Kawat Dengan Kuat Tekan

Dari grafik diatas juga bisa dilihat bahwa peningkatan kekuatan beton pasir ke beton pasir dengan penambahan serat tidak linier, setelah panjang kawat serat 4 cm kekuatan beton menurun, dan bisa dikatakan bahwa panjang serat kawat 4 cm merupakan panjang serat optimum. Peningkatan kuat tekan dimungkinkan terjadi karena adanya penambahan *fiber* kawat bendrat dalam adukan beton memungkinkan beton seolah-olah terkekang sehingga mampu menahan tegangan yang terjadi akibat pembebanan, dengan demikian akan membatasi retak yang berlebihan sehingga keruntuhan yang terjadi akan lebih lambat karena tertahan oleh kuat lekatan (*bond strength*) antara *fiber* dan beton.

Pada panjang kawat 4 cm, kuat lekatan antara fiber dan beton bisa dikatakan cukup, sehingga menghasilkan kuat tekan yang lebih besar dibandingkan panjang serat kawat yang lainnya, volume dan aspek ratio serat juga berpengaruh terhadap peningkatan dan penurunan kuat tekan beton

pasir, pada penelitian ini volume serat yang digunakan untuk semua benda uji sama yaitu sebesar 1,5% sedangkan aspek ratio yang digunakan berbeda sehingga untuk aspek ratio serat yang kecil dimungkinkan serat kawat dapat tersebar secara merata dikarenakan secara kuantitas jumlahnya lebih banyak sehingga kuat tekannya meningkat, walaupun aspek rasio serat dengan panjang 3 cm lebih kecil dari serat yang 4 cm, tetapi panjang serat tidak mencukupi sebagai panjang lekat. Hal ini ditunjukkan tercabutnya sebagian besar serat pada pecahan benda uji panjang serat 3 cm, sehingga kuat tekannya lebih rendah dari beton pasir serat dengan panjang serat 4 cm, pada panjang kawat 5 dan 6 cm terjadi penurunan kekuatan, dimungkinkan terjadi karena aspek rasio serat yang besar dibandingkan panjang serat 4 cm sehingga serat kawat kurang tersebar dengan merata yang menyebabkan kuat tekannya menurun.

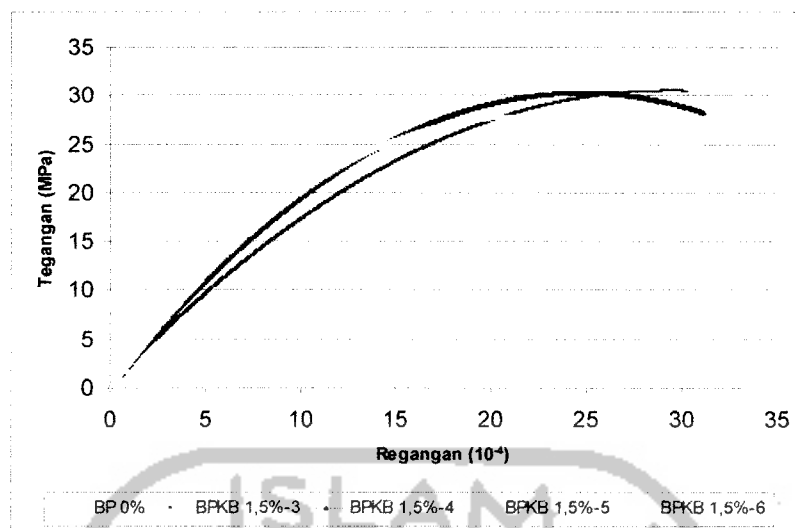
Dengan jumlah serat yang banyak secara tidak langsung mendekatkan jarak antar serat dan semakin teraturnya serat dalam beton sehingga dapat mencegah retak yang berlebihan dan kekuatan menahan tegangannya meningkat.

Pada pelaksanaan pengujian, secara visual dilihat pada tampang pecah dan retak beton pasir non serat, terlihat bahwa benda uji memiliki ukuran retak lebih besar, berbeda dengan beton pasir serat, ukuran retak relatif kecil, hal itu disebabkan oleh orientasi sebaran serat yang random sehingga dapat menghalangi ukuran retak yang berlebihan, pada panjang kawat 4 cm

kebanyakan serat terputus dibanding tercabut dapat dikatakan lekatan antara serat dan beton sudah sempurna.

5.3.1. Hasil Pengujian Tegangan Regangan

Dengan memperhatikan kurva tegangan-regangan seperti dapat dilihat pada Gambar 5.2 terlihat terjadi peningkatan kuat tekan. Ini menunjukkan bahwa penambahan *fiber* dalam adukan beton pasir memberi pengaruh terhadap kuat tekan beton pasir. Dan bila dilihat perilaku setelah tercapainya tegangan maksimum beton pasir *fiber* masih dapat mempertahankan tegangan yang cukup besar dan regangan (deformasi) yang terjadi juga cukup besar. Dengan demikian, menunjukkan bahwa beton pasir *fiber* bersifat *ductile* (liat). Luasan dibawah kurva menunjukkan bahwa besarnya energi yang dapat diserap selama proses pembebanan. Semakin besar luasan dibawah kurva, maka semakin liat bahan tersebut. Hal ini membuktikan bahwa terjadi penambahan daktilitas dari beton tersebut, namun peningkatan kuat tekan maupun daktilitas tidak banyak dipengaruhi oleh kuat tarik kawat tersebut. Hal tersebut terjadi karena *pull-out resistance* dari *fiber* hanya mengandalkan pada lekatan (*bond*) antara *fiber* dengan betonnya.



Gambar 5.3 Kurva Tegangan-Regangan Beton

Gambar 5.3 menunjukkan bahwa untuk regangan yang sama, tegangan beton pasir serat lebih besar dari beton pasir, hal ini disebabkan angka poisson beton pasir serat lebih besar daripada beton pasir yang disebabkan pengekanan dengan adanya serat. Hal yang sama diberikan oleh A. Kadir Aboc (2005) dalam journalnya bahwa tegangan beton serat lebih besar daripada beton normal, yang disebabkan angka poisson beton serat lebih besar dari beton normal.

5.3.2. Analisis Modulus Elastisitas

Modulus elastisitas merupakan sifat beton yang berkaitan dengan mudah atau tidaknya beton mengalami deformasi. Dan menurut Edward G. Nawi modulus elasticitas adalah kemiringan suatu garis lurus yang menghubungkan titik pusat dengan suatu harga tegangan (sekitar $0,4f'c$) modulus ini memenuhi asumsi praktis bahwa regangan yang terjadi selama

pembebanan pada dasarnya dapat dianggap elastis. Dari modulus elastisitas dapat diketahui seberapa besar kekakuan beton tersebut. Pada pengujian tegangan-regangan didapatkan modulus elastisitas yang terbesar pada variasi panjang serat 0% yaitu sebesar 23395,46786 MPa. Namun secara teoritis modulus elastisitas terbesar terjadi pada panjang serat 4 cm yaitu sebesar 26196,12366 MPa.

Adapun cara penghitungan modulus elastisitas (E) didapatkan sebagai berikut:

$$\text{Modulus elastisitas (Ec)} = \frac{\sigma}{\varepsilon}$$

Dimana : σ = Tegangan pada 0,4 kuat tekan uji

E = Regangan yang dihasilkan dari tegangan

Pada variasi beton pasir serat 0%, didapat :

$$0,4f_c = 9,84624 \text{ MPa dan } \varepsilon = 4,20861 \cdot 10^{-4}$$

$$E_c = \frac{9,84624}{4,20861 \cdot 10^{-4}} = 23395,46786 \text{ MPa}$$

Untuk perhitungan Modulus Elastisitas (Ec) kuat tekan beton pasir kawat benrat dapat dilihat pada tabel 5.5.

Tabel 5.3 Hasil Pengujian Modulus Elastisitas (Ec) Kuat Tekan Beton Pasir Dan Beton Pasir Kawat Benrat

Panjang serat	F _c (MPa)	0,4.F _c (MPa)	ε (10 ⁻⁴)	Modulus Elastisitas (MPa)	
				Uji	Teoritis
0	21,61560	9,24624	3,20087	26247,61082	23318,63212
1.5% - 3	30,26020	12,10408	6,55381	18408,70055	25854,33781
1.5% - 4	31,06550	12,42620	5,73787	21656,47212	26196,12366
1.5% - 5	29,08020	11,63448	5,03615	23101,93302	25347,80700
1.5% - 6	25,06520	10,02608	5,22317	19399,41616	23922,12277

Pada penelitian ini kuat tekan beton maksimal didapat pada variasi panjang serat 4 cm akan tetapi memiliki modulus elastisitas yang lebih rendah dari beton pasir tanpa serat. Hal ini disebabkan karena pengaruh regangan yang cukup besar, bisa dikatakan bahwa beton pasir serat lebih kaku dibandingkan beton pasir tanpa serat. Menurut Murdock dan Brook, Modulus elastisitas tidak berkaitan langsung dengan sifat-sifat beton lainnya, meskipun kekuatan lebih tinggi biasanya mempunyai harga E yang lebih tinggi juga. Pada penelitian ini didapatkan kekuatan beton tertinggi memiliki nilai modulus elastisitas sedikit lebih rendah.

Dari tabel diatas dapat dilihat bahwa untuk setiap panjang kawat selisih nilai modulus elastisitas cukup jauh antara hasil uji dengan teoritis, sedangkan untuk beton pasir non serat nilai modulus elastisitas antara hasil uji dan teoritis hampir sama. ini menunjukkan bahwa rumus $4700\sqrt{f'c}$ tidak tepat digunakan untuk perhitungan teoritis beton pasir serat.

5.4 Kuat Tarik

Pengujian kuat tarik dilakukan dengan metoda uji belah silinder (*tensile splitting cylinder test*), penambahan serat kawat bendrat berpengaruh terhadap peningkatan kuat tarik beton pasir, contoh perhitungan untuk mencari kuat tarik benda uji beton silinder sebagaimana tersaji dalam tabel 5.4 adalah sebagai

$$F = 13853,21\text{kg}$$

$$l = 31\text{ cm}$$

$$d = 14,70\text{ cm}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Kuat tarik} &= \frac{2xF}{\pi \times l \times d} \\
 &= \frac{2 \times 13853,21}{\pi \times 31 \times 14,70} \\
 &= 23,331 \text{ kg/cm}^2
 \end{aligned}$$

Demikian seterusnya sehingga didapatkan data kuat tarik beton pasir masing-masing benda uji, selanjutnya dirata-rata untuk mendapatkan nilai kuat tarik betonnya. Hal tersebut diulang untuk setiap variable benda uji.

Tabel 5.4

Hasil Pengujian Kuat Tarik Beton Pasir Dan Prosentase Perubahan Kuat Tarik

No	Kode Benda Uji	Panjang Serat (cm)	Kuat Tarik (MPa)	% Perubahan
1	BP 0%	0	2,52	0
2	BPKB 1,5%-3	3	3,51	39,20
3	BPKB 1,5%-4	4	3,56	41,26
4	BPKB 1,5%-5	5	3,68	46,03
5	BPKB 1,5%-6	6	4,01	59,12

Keterangan:

BP : Beton Pasir, BPKB : Beton Pasir Kawat Bendrat

Dari tabel diatas dapat disimpulkan bahwa semakin panjang kawat bendrat semakin besar kuat tariknya, aspek rasio kawat berpengaruh terhadap kekuatan tarik beton pasir serat, semakin besar aspek rasio serat maka semakin besar kuat tariknya, kuat tarik terbesar terjadi pada panjang kawat 6 cm, ini menunjukkan *aspek ratio* serat yang besar menyebabkan *pull out resistance* semakin besar pula, selain itu kuat lekatan antara fiber dan beton (*bond strength*) juga berpengaruh menahan tarikan yang terjadi akibat pembebanan. Dari hasil pengamatan, untuk panjang kawat 6 cm, ditunjukkan dengan banyaknya kawat yang terputus dibandingkan kawat yang tercabut pada pengamatan secara visual pada saat

pengujian, serat yang putus menunjukkan serat dapat mengembangkan kekuatannya karena tersedia lekatan yang cukup dengan beton.

5.5 Kuat Lentur Dan Lendutan

Besarnya kuat lentur pada penelitian ini diperoleh dari hasil pengujian kuat tekan beton setelah berumur 28 hari, untuk setiap variasi panjang serat, yang masing-masing variasi dibuat 3 sampel dengan presentase serat sebesar 1,5% untuk setiap sampelnya.

5.5.1 Kuat Lentur

Pengujian kuat lentur dilakukan terhadap benda uji balok dengan dua tumpuan dan dua titik pembebanan. Sehingga didapat daerah momen maksimum pada daerah $L/3$ tepat ditengah-tengah bentang.

Hasil pengujian kuat lentur sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 5.6 bahwa terjadi peningkatan kuat lentur akibat penambahan *fiber* dalam adukan beton seiring dengan naiknya panjang fraksi *fiber*.

Adapun contoh penghitungan untuk mencari kuat lentur benda uji balok beton sebagaimana tersaji pada Tabel 5.6 adalah sebagai berikut:

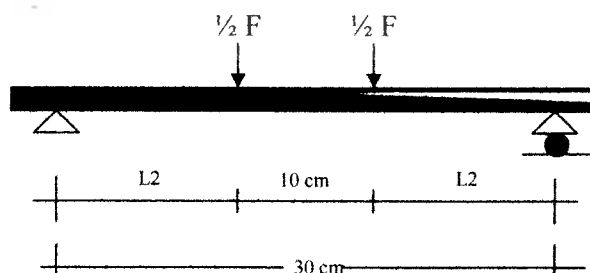
Dari data pengamatan dan pengujian benda uji BP-0% (Beton Pasir) didapat:

$$F = 1194,17 \text{ kg}$$

$$\frac{1}{2} F = 597,085 \text{ kg}$$

$$b = 9,80 \text{ cm}$$

$$h = 9,80 \text{ cm}$$



$L = 40 \text{ cm}$ (panjang total balok) dan jarak antara tumpuan = 30 cm

$L_1 = 10 \text{ cm}$

$L_2 = (40-10-10)/2 = 10 \text{ cm}$

$M = \frac{1}{2} F \times L_2 = 597,085 \times 10 = 5970,85 \text{ kg.cm}$

$$\begin{aligned} \text{Kuat Lentur} &= \frac{M}{1/6xbxh^2} \\ &= \frac{5970,85}{1/6 \times 9,8 \times 9,8^2} \\ &= 38,056 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

Demikian seterusnya sehingga didapatkan data kuat lentur beton masing-masing benda uji, selanjutnya dirata-rata untuk mendapatkan nilai kuat lentur betonnya. Hal tersebut diulang untuk setiap variabel benda uji.

Tabel 5.5

Hasil Pengujian Kuat Lentur Beton Dan Prosentase Perubahan Kuat Lentur

No	Kode Benda Uji	Panjang Serat (cm)	Kuat Lentur (MPa)	% Perubahan
1	BP 0%	0	3,82	0
2	BPKB 1,5%-3	3	5,18	34,83%
3	BPKB 1,5%-4	4	5,28	37,20%
4	BPKB 1,5%-5	5	5,72	50,53%
5	BPKB 1,5%-6	6	5,31	39,55%

Keterangan:

BP : Beton Pasir, BPKB : Beton Pasir Kawat Bendrat

Dari tabel diatas menunjukkan bahwa panjang serat kawat bendrat dalam adukan beton pasir memberikan pengaruh terhadap kekuatan lentur beton tersebut. Hal ini ditunjukkan pada penambahan serat kawat bendrat panjang kawat 5 cm dengan volume fraksi *fiber* 1,5% prosentase peningkatan

maksimal terjadi pada kuat lenturnya yaitu sebesar 50,53%. Dengan demikian, akibat adanya penambahan serat kawat bendrat dalam adukan beton pasir maka akan memberikan pengaruh besar terhadap kuat lentur beton pasir tersebut. Kemampuan bahan dalam menahan lentur yang terjadi dikarenakan oleh kuat tarik dari *fiber* kawat bendrat serta kuat lekatan (*bond strength*) antara *fiber* dan betonnya.

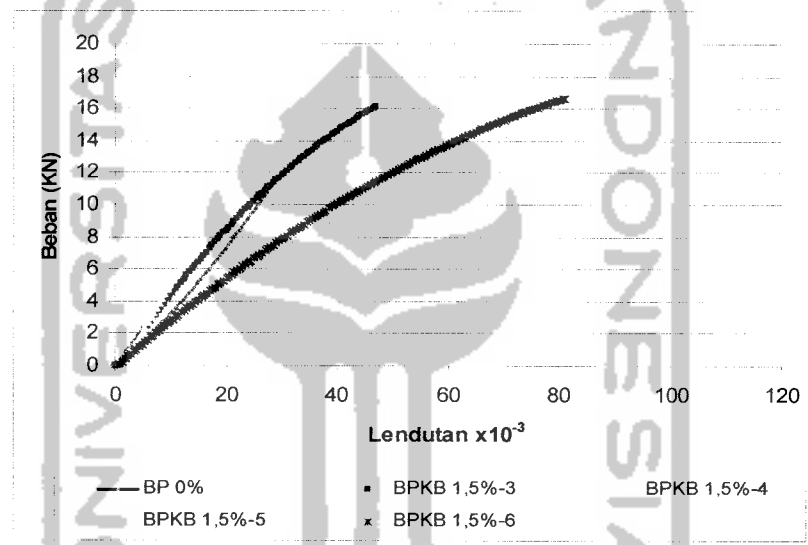
Hal yang sama diberikan oleh A. Kadir Aboe (2005) dalam journalnya bahwa aspek rasio serat (l_f/d_f) berpengaruh terhadap kekuatan beton serat dibanding beton normal terutama kuat lentur, semakin besar aspek rasio serat semakin besar peningkatan prosentase kekuatan lentur beton serat dibanding beton serat dengan aspek rasio serat lebih rendah pada volume serat yang sama, hal yang sama juga berlaku untuk beton pasir, aspek rasio yang besar menghasilkan kuat lentur yang besar pula.

Pada pelaksanaan pengujian kuat lentur, pada beton pasir non serat setelah terjadi retak pertama balok benda uji langsung runtuh, berbeda dengan beton pasir serat, setelah terjadi retak pertama beban ditransfer keserat sehingga beban masih bisa ditingkatkan, dari pengamatan patahan benda uji menunjukkan bahwa pada panjang 3, 4, 5, 6 cm sebagian besar kawat putus dari beton, walaupun ada sebagian yang tercabut dari beton, serat yang putus menunjukkan bahwa serat dapat mengembangkan kekuatannya karena tersedia lekatan yang cukup dengan beton, sehingga mengakibatkan peningkatan terhadap kuat lentur beton pasir, namun pada panjang kawat 6 cm terjadi penurunan kekuatan lentur beton, aspek ratio serat yang besar

mempengaruhi penyebaran serat dalam adukan beton, sehingga serat kawat kurang tersebar dengan merata ini dapat dilihat pada proses pembuatan benda uji panjang kawat 6 cm mulai terjadi gejala penggumpalan.

5.5.2 Hasil Pengujian Beban Lendutan Kuat Lentur Beton

Pengujian beban lendutan dilakukan pada benda uji balok ukuran 10 x 10 x 40 cm pada beton berumur 28 hari, dimana untuk masing-masing variasi panjang serat disajikan dalam kurva dibawah ini:



Gambar 5.4 Grafik Lendutan Kuat Lentur Beton Pasir Serat

Berdasarkan Grafik diatas bahwa kuat lentur meningkat dengan adanya tambahan serat, uji lentur yang tertinggi didapat pada beton dengan variasi panjang serat 5 cm, Karena adanya campuran serat maka beton mampu menahan lenturan sehingga tidak diperoleh belah sempurna pada saat pengujian dan patah pada sample, sampel masih tetap dalam posisi

bergandengan karena ditahan oleh serat yang ada, namun bila dilihat perilaku setelah tercapainya tegangan maksimum beton pasir *fiber* masih mampu mendukung beban yang terjadi, meskipun lendutan yang terjadi sudah cukup besar pula. Hal tersebut menunjukkan perilaku yang *ductile* (liat) dari beton pasir *fiber*.

5.6 Hubungan Panjang Serat dengan Kekuatan Beton Pasir

Secara garis besar pengaruh penambahan serat kawat bendrat pada beton pasir dengan panjang dan volume 1,5% dari berat beton memberikan peningkatan kekuatan, baik kuat tekan, kuat tarik dan kuat lentur, hal tersebut dapat kita lihat pada table 5.6

Tabel 5.6

Kuat tekan, Kuat Tarik, Kuat Lentur Beton Pasir dan Beton Pasir Serat

No	Kode Benda Uji	Panjang Serat (mm)	Slump	Kuat Tekan (MPa)	Kuat Tarik (MPa)	Kuat Lentur (MPa)
1	BP 0%	-		24,61	2,52	3,82
2	BPKB 1,5%-3	3	3	30,26	3,51	5,18
3	BPKB 1,5%-4	4	3	31,06	3,56	5,28
4	BPKB 1,5%-5	5	3	29,08	3,68	5,72
5	BPKB 1,5%-6	6	3	25,90	4,01	5,32

Keterangan:

BP : Beton Pasir, BPKB : Beton Pasir Kawat Bendrat

Panjang serat pengaruhnya sangat kecil terhadap nilai slump, volume fraksi *fiber* yang berpengaruh terhadap penurunan nilai slump. Untuk kuat tekan, kuat tekan terbesar dicapai pada variasi panjang serat 4 cm, bisa dikatakan bahwa panjang serat 4 cm merupakan panjang serat optimum. Aspek ratio serat berpengaruh besar, semakin besar aspek rasio serat semakin besar peningkatan prosentase kekuatan lentur beton serat dibanding beton

serat dengan aspek rasio serat lebih rendah pada volume serat yang sama. Dari tabel diatas untuk uji tarik, kuat tarik terbesar dicapai panjang serat 6 cm, sedangkan untuk uji lentur, kuat lentur terbesar dicapai pada panjang kawat 5 cm. Panjang serat juga sangat berpengaruh terhadap kuat tekan, kuat tarik dan kuat lentur sampai batas panjang serat tertentu tergantung kebutuhan.

