

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan benda uji prisma berukuran $10 \times 10 \times 40 \text{ cm}^3$ dengan mengikuti prosedur yang berlaku, diharapkan benda uji tersebut dapat mewakili sifat-sifat beton yang diteliti dalam percobaan ini. Hasil dari penelitian beton fiber dengan fiber alami dari bambu adalah sebagai berikut :

Tabel 4.1 Data Hasil Pengujian Lentur dan Desak Beton Non-Fiber

No	Umur hari	Lebar cm	Tinggi cm	Berat kg	Plt kgf	Pds KN	σ_{lt} kg/cm ²	σ_{ds} kg/cm ²
1	7	10,25	10,12	9,350	910	151	26,0063	152,1489
2	7	10,11	10,12	9,350	1097,5	224	31,7990	225,7043
3	7	10,22	10,21	9,550	902,5	200	25,4136	199,7453
1	14	10,15	10,13	9,383	880	265	25,3466	266,7527
2	14	10,20	10,20	9,405	1270	258	35,9025	257,9241
3	14	10,11	10,30	9,560	1290	303	36,0816	299,9700
1	28	10,06	10,09	9,265	1235	260	36,1750	262,7572
2	28	10,03	10,10	9,319	1255	323	36,7978	326,1021
3	28	10,09	10,19	9,372	1230	287	35,2198	287,1972

Tabel 4.2 Data Hasil Pengujian Lentur dan Desak
Beton Fiber 2 %

No	Umur hari	Lebar cm	Tinggi cm	Berat kg	Plt kgf	Pds KN	σ_{lt} kg/cm ²	σ_{ds} kg/cm ²
1	7	10,17	10,14	9,209	1095	261	31,4151	262,4672
2	7	10,03	10,20	9,220	1125	244	32,3424	243,9282
3	7	10,13	10,13	9,465	640	222	18,4703	223,4683
1	14	10,11	10,27	9,362	1360	212	38,2620	210,4931
2	14	10,05	10,10	9,357	1280	309	37,4561	311,9676
3	14	10,16	10,23	9,272	980	267	27,6505	266,1387
1	28	10,15	10,33	9,041	1495	277	41,4091	273,4336
2	28	10,14	10,30	9,420	1170	290	32,6283	287,1000
3	28	10,10	10,30	9,372	1385	345	38,7771	341,5500

Tabel 4.3 Data Hasil Pengujian Lentur dan Desak
Beton Fiber 2,25 %

No	Umur hari	Lebar cm	Tinggi cm	Berat kg	Plt kgf	Pds KN	σ_{lt} kg/cm ²	σ_{ds} kg/cm ²
1	7	10,05	10,22	9,150	800	170	22,8635	169,6174
2	7	10,06	10,21	9,011	1050	216	30,0373	215,7250
3	7	10,08	10,33	9,375	997,5	231	27,8210	228,0258
1	14	10,08	10,20	9,295	930	282	26,6038	281,9171
2	14	10,01	10,14	9,272	1090	220	31,7715	221,2367
3	14	10,11	10,14	9,279	1280	260	36,9406	261,4615
1	28	10,05	10,21	9,041	1230	300	35,2216	299,7453
2	28	10,08	10,12	9,152	1130	281	32,8381	283,2888
3	28	10,19	10,06	9,039	1320	272	38,3995	275,7042

Tabel 4.4 Data Hasil Pengujian Lentur dan Desak
Beton Fiber 2,5 %

No	Umur hari	Lebar cm	Tinggi cm	Berat kg	Plt kgf	Pds KN	σ_{lt} kg/cm ²	σ_{ds} kg/cm ²
1	7	10,14	10,14	9,068	710	175	20,4299	175,9837
2	7	10,12	10,14	9,262	905	177	26,0924	177,9950
3	7	10,16	10,18	9,258	1080	189	30,7720	189,3156
1	14	10,02	10,13	9,123	1020	193	29,7601	194,2765
2	14	10,13	10,10	9,097	1075	205	31,2088	206,9688
3	14	10,11	10,24	9,194	1140	214	32,2608	213,1014
1	28	10,14	10,05	9,093	1258	292	36,8528	296,2710
2	28	10,08	10,18	9,171	1080	255	31,0162	255,4258
3	28	10,08	10,27	9,157	1309	240	36,9345	238,2941

Tabel 4.5 Data Hasil Pengujian Lentur dan Desak
Beton Fiber 2,75 %

No	Umur hari	Lebar cm	Tinggi cm	Berat kg	Plt kgf	Pds KN	σ_{lt} kg/cm ²	σ_{ds} kg/cm ²
1	7	10,12	10,18	9,120	875	170	25,0296	170,2839
2	7	10,18	10,12	9,010	925	175	26,6167	176,3315
3	7	10,16	10,20	9,241	1030	218	29,2324	217,9359
1	14	10,08	10,43	9,452	1032	222	28,2547	217,0407
2	14	10,20	10,18	9,458	1110	234	31,4927	234,3908
3	14	10,15	10,03	9,160	1049	204	30,8262	207,3966
1	28	10,06	10,34	9,452	1385	382	38,6307	376,7170
2	28	10,22	10,26	9,075	985	292	27,4670	290,2070
3	28	10,08	10,38	9,350	1125	231	31,0755	226,9275

Tabel 4.6 Data Hasil Pengujian Lentur dan Desak
Beton Fiber 3 %

No	Umur hari	Lebar cm	Tinggi cm	Berat kg	Plt kgf	Pds KN	σ_{lt} kg/cm ²	σ_{ds} kg/cm ²
1	7	10,11	10,19	9,342	720	167	20,5757	167,1147
2	7	10,19	10,04	9,378	1105	286	32,2732	290,4723
3	7	10,08	10,51	9,501	880	218	23,7105	211,5077
1	14	10,09	10,64	9,117	1102	195	28,9298	186,8811
2	14	10,26	10,21	9,232	1089	266	30,5614	265,6613
3	14	10,04	10,31	9,297	1041	257	29,2708	254,1832
1	28	10,22	10,03	9,445	1199	307	34,9781	312,1116
2	28	10,11	10,22	9,455	1118	255	31,7706	254,4261
3	28	10,27	10,02	9,292	1106	290	32,1853	295,1228

4.2 Pembahasan

Pada dasarnya sifat beton yang getas (brittle) akan dikurangi dengan adanya penambahan fiber secara orientasi random. Sehingga sifat beton yang kurang menguntungkan tersebut berkurang dan sifat kelenturan beton akan meningkat pada penambahan fiber yang optimum. Hal tersebut merupakan salah satu tujuan dari penelitian beton fiber ini.

Pada pengujian ini, benda uji akan mengalami retakan-retakan yang akan ditahan oleh fiber. Retak yang terjadi ditahan oleh fiber pada beton dengan dua cara, yaitu oleh adanya lekatan antara fiber dengan pasta semen, atau oleh kekuatan dari bahan fibernya itu sendiri. Pada patahan hasil pengujian menunjukkan bahwa banyak terjadi fiber yang tercabut dari pasta semen beton, walaupun ada yang terjadi patah pada fiber tersebut.

4.2.1 Workability

Dalam percobaan ini, kami menetapkan nilai slump sebesar 9 cm pada masing-masing benda uji. Pada adukan beton normal cara pengadukan lebih mudah, atau dengan kata lain kelecakan sangat baik dengan nilai slump yang tinggi, namun seiring adanya penambahan fiber pada adukan beton maka semakin rendah nilai slumpnya, yang berarti kelecakan beton semakin berkurang.

Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa, adanya penambahan fiber pada beton dapat menurunkan kelecakan dan prosesnya menimbulkan kesulitan pada pengecoran beton. Bila penambahan fiber terlalu banyak sehingga melebihi batas tertentu dalam proses pengadukan, akan terjadi *balling effect* (penggumpalan fiber) yang cukup berarti. Hal tersebut terjadi karena fiber yang ditambahkan mempunyai aspek rasio yang tinggi, namun dalam penelitian yang dilakukan, dengan penambahan fiber bambu 2%; 2,25%; 2,5%; 2,75%; 3% tersebut, belum terjadi penggumpalan, yang berarti aspek rasio masih rendah. Sedangkan berat fiber yang menyebabkan adukan mulai sulit dikerjakan dapat diketahui dengan rumus berikut :[12]

$$PW_{cr} = 75 \cdot \frac{(\pi \cdot r_f) \cdot d}{r_c \cdot l} \cdot K \dots\dots\dots(4.1)$$

Dengan PW_{cr} = konsentrasi kritis fiber

r_c = berat jenis adukan

r_f = berat jenis fiber

d/l = nilai banding diameter dan panjang
fiber

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

W_m = berat fraksi mortar (bagian adukan
dengan partikel < 5 mm)

W_a = berat fraksi agregat (bagian adukan
dengan partikel > 5 mm)

4.2.2 Kuat Lentur Beton

Kuat lentur beton diketahui dengan melakukan pengujian prisma beton $10 \times 10 \times 40 \text{ cm}^3$, yang diletakkan pada dua rol perletakan dan dikenakan dua buah gaya pada sisi atas prisma sejarak $1/3$ panjang bentang antara dua tumpuan tersebut.

Retakan pada pengujian lentur harus terjadi di-tengah bentang, yaitu terjadi diantara kedua buah gaya yang dikenakan pada benda uji. Sehingga bila retakan yang terjadi bukan pada daerah $1/3$ bagian tengah bentang, maka hasil pengujian tersebut tidak dapat dipergunakan, karena terjadi tidak pada momen maksimum. Terlihat pada pengujian lentur, letak patah yang terjadi seluruhnya pada $1/3$ bagian tengah bentang, maka hal ini telah sesuai dengan yang diharapkan. Penambahan fiber yang terjadi untuk mencapai kuat lentur yang maksimum tercapai pada

penambahan fiber 2% terhadap berat semen pada adukan, hal ini dapat dilihat pada tabel 4.7.

Tabel 4.7 Hasil Pengujian Kuat Lentur Beton dengan Penambahan Fiber pada Berbagai Umur Beton.

Bf %	Kuat Lentur σ lt (kg/cm ²)					
	7 hari	%	14 hari	%	28 hari	%
0	28,9027	100,0	35,9921	100,0	36,4864	100,0
2	31,8788	110,3	37,9563	105,5	40,0931	109,9
2,25	28,9292	101,1	34,3561	95,5	36,8106	100,9
2,5	28,4322	98,4	31,7348	88,2	34,9345	95,8
2,75	27,9246	96,6	30,1912	83,9	34,8531	95,5
3	27,9919	96,8	29,5873	82,2	32,9780	90,4

Dari hasil pengujian kuat lentur tersebut, terlihat suatu kenaikan yang besar pada kandungan fiber 2 %. Dalam hal ini, penurunan kuat lentur yang terjadi pada kandungan fiber 2,25 % sampai 3 % disebabkan karena semakin sulitnya *Fiber Dispersion* (penyebaran fiber) akibat semakin tingginya konsentrasi fiber dalam beton dan panjangnya ukuran fiber. Kemungkinan lain adalah semakin sulitnya pengerjaan beton, sehingga akan diperoleh beton yang distribusi fibernya tidak merata.

Terlihat pada proses pengujian, bahwa beton fiber yang telah mengalami retak pertama, masih mempunyai kemampuan meningkatkan kuat lentur, meskipun tidak begitu besar, karena retakan yang terjadi akan ditahan oleh fiber pada beton tersebut. Akibatnya pada batas kemampuan lentur yang maksimum, beton tersebut tidak akan mengalami keruntuhan secara total. Sedangkan pada beton non-fiber,

pada pengujian lentur begitu terjadi retakan pertama langsung terjadi keruntuhan. Beton fiber dengan ukuran fiber yang lebih panjang (10 cm) mampu lebih lama menahan lentur sebelum mengalami keruntuhan bila dibandingkan dengan pemakaian fiber yang lebih pendek. Hal ini disebabkan karena lebih panjangnya permukaan fiber yang dapat menahan lentur. Akan tetapi penggunaan fiber dengan ukuran yang lebih panjang tidak menyebabkan penambahan kuat lentur yang lebih tinggi dibandingkan dengan ukuran fiber yang lebih pendek^[13].

4.2.3 Kuat Desak Beton

Kuat desak beton dipengaruhi oleh komposisi dan kekuatan masing-masing bahan susun dan lekatan pasta semen pada agregat. Kuat desak beton secara umum memang cukup besar dan sifat inilah yang paling menonjol pada beton.

Kuat desak beton dengan benda uji berbentuk kubus dengan sisi 10 cm agar dapat disetarakan dengan benda uji kubus bersisi 15 cm harus dikalikan faktor konversi sebesar 1,15. Hasil kuat desak beton dengan penambahan fiber bambu panjang 10 cm ke dalam adukan setelah dikalikan dengan faktor konversi sebesar 1,15 dapat dilihat pada tabel 4.8.

Tabel 4.8 Hasil Pengujian Kuat Desak Beton dengan Penambahan Fiber pada Berbagai Umur Beton

bf	Kuat Desak σ_{ds} (kg/cm ²)					
	7 hari	%	14 hari	%	28 hari	%
0	244,6430	100,0	325,8656	100,0	352,6472	100,0
2	291,1770	119,0	332,4112	102,0	361,4738	102,5
2,25	255,1567	104,3	312,4427	95,9	329,1830	93,3
2,5	211,2036	86,3	241,5404	74,1	317,2257	89,9
2,75	226,7038	92,7	259,5732	79,7	383,4813	108,7
3	288,6385	118,0	298,9106	91,7	349,1598	99,0

Pada pelaksanaan pengujian kuat desak beton terlihat bahwa pada beton non-fiber akan hancur dengan beban yang maksimum, yaitu benda uji akan pecah dan pecahan beton akan saling terlepas. Namun pada beton fiber, pada pengujian tersebut akan terjadi banyak retakan-retakan namun tidak terjadi kehancuran. Hal tersebut terjadi karena retakan tersebut ditahan oleh fiber. Ketika beton terdesak, beton akan terkekang oleh fiber sehingga beton tidak mengalami pemuaian yang besar, akibatnya beton tidak hancur secara mendadak.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan^[13], kuat desak beton meningkat dengan adanya penambahan fiber sampai prosentase fiber terbesar yang masih aman. Sedangkan pada penelitian ini menunjukkan bahwa kenaikan prosentase fiber tidak selalu diikuti dengan kenaikan kuat desak beton, dapat dilihat pada tabel 4.8. Hal ini dimungkinkan karena kurang baiknya pemadatan pada pembuatan benda uji. Kemungkinan lain disebabkan karena panjangnya

ukuran fiber sehingga kelecakan adukan berkurang, akibatnya terjadi rongga pada beton yang mengurangi kuat desak beton tersebut.

4.2.4 Pengaruh Ukuran Fiber

Berdasarkan percobaan yang telah dilakukan sebelumnya [13,14], dapat diambil suatu perbandingan prosentase kenaikan kuat desak dan lentur beton fiber umur 28 hari, dengan penambahan fiber sebesar 2% dari berat semen dan dengan ukuran fiber yang berbeda, terhadap beton non-fiber. Prosentase penambahan fiber ini diambil sebagai dasar perbandingan karena dari ketiga penelitian tersebut terdapat persamaan berat fiber, yaitu 2% dari berat semen. Hasil perbandingan prosentase kenaikan kuat desak dan lentur beton tersebut, dapat dilihat pada tabel berikut ini :

Tabel 4.9 Perbandingan Prosentase Kenaikan Kuat Lentur Beton Fiber

Bf	Data I	Data II	Data III
2%	36,4 %	25 %	9,9 %

Tabel 4.10 Perbandingan Prosentase Kenaikan Kuat Desak Beton Fiber

Bf	Data I	Data II	Data III
2%	19,0 %	3,3 %	2,5 %

Data I : Hasil Penelitian Yusron Effendi RZ dan Edy

Suwarno

Data II : Hasil Penelitian Efendi dan Mokh. Ikin Solihin

Data III : Hasil Penelitian yang Dilakukan

Dari data pada tabel diatas terlihat bahwa, semakin panjang ukuran fiber yang digunakan, prosentase kenaikan kuat desak dan lenturnya semakin kecil. Hal ini dimungkinkan karena ukuran fiber dengan panjang 10 cm yang digunakan, kurang sesuai untuk cetakan benda uji berukuran $10 \times 10 \times 40 \text{ cm}^3$. Sehingga dapat disimpulkan bahwa, panjang fiber harus disesuaikan dengan ukuran cetakan benda uji. Kemungkinan lain dapat disebabkan karena semakin panjangnya fiber, maka semakin kurangnya kelecakan adukan beton, dibandingkan dengan penggunaan fiber dengan ukuran lebih pendek, hal ini dapat mempengaruhi kekuatan beton.