

PENGARUH PENAMBAHAN FIBER KAWAT KASA TERHADAP KAPASITAS KOLOM PENAMPANG SEGI EMPAT

**Haryanto Yoso Wigroho
Recky Suhartono Godiman**

ABSTRAKSI

Kolom adalah suatu elemen konstruksi yang dominan menerima beban aksial. Pada kenyataannya selain beban aksial sentris kolom juga menerima beban yang disebabkan oleh momen lentur. Agar kolom dapat mencapai beban maksimum tanpa mengalami keruntuhan yang tiba-tiba akibat beban yang berlebihan, maka struktur kolom harus liat (*ductile*). Untuk meningkatkan keliatan struktur kolom, ada beberapa alternatif yang dapat dilakukan salah satunya adalah dengan penambahan bahan fiber.

Pada penelitian ini, bahan fiber yang digunakan adalah kawat kasa merk RRB Metal wire Co.LTD China diameter 0,5mm dengan aspek ratio (*l/d*) 60. Benda uji yang digunakan berjumlah 12 buah kolom, masing-masing terdiri dari empat buah kolom normal, empat buah kolom fiber dengan volume fraksi 0,5 % dan empat buah kolom fiber dengan volume fraksi 0,7 %. Kolom yang diuji mempunyai ukuran penampang 80 mm x 100 mm dengan panjang bersih 740 mm. Untuk tulangan memanjang digunakan 4 ϕ 8 mm dan tulangan ikat lateral digunakan ϕ 6-80 mm.

Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa dengan penambahan fiber kawat kasa terjadi peningkatan kapasitas kolom. Pada kolom fiber dengan volume fraksi 0,5 %, untuk eksentrisitas (*e*) berturut-turut 30mm, 49mm, dan 75mm terjadi peningkatan kapasitas tekan aksial dan momen masing-masing sebesar 11,76 %, 11,54 %, dan 33,33 %. Pada kolom normal saat mencapai beban maksimum terjadi keruntuhan tiba-tiba yang ditandai dengan hancurnya selimut beton, sedangkan pada kolom fiber meskipun sudah mencapai beban maksimum selimut beton masih bisa tertahan.

Kata kunci : Kolom segi empat, beton fiber kawat kasa, beban aksial eksentris.

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

Perkembangan dan kemajuan dunia yang cukup pesat diikuti dengan bertambah banyaknya jumlah penduduk mengakibatkan terjadinya peningkatan yang menonjol dalam penggunaan beton, seperti pada pekerjaan-pekerjaan pembangunan gedung dan sarana-sarana transportasi misalnya jembatan, jalan raya serta pekerjaan-pekerjaan lainnya.

Faktor-faktor yang membuat beton banyak digunakan sebagai material bangunan antara lain: mudah dibentuk, daya tahannya relatif tinggi terhadap api dan cuaca dibandingkan

baja, mempunyai kuat tekan yang tinggi dan sebagian besar dari material-material pembentuknya banyak tersedia dilokasi serta bisa didapat dengan harga murah.

Meskipun demikian, secara struktural beton juga mempunyai kekurangan yaitu kekuatan tarik yang rendah dan bersifat getas (*brittle*). Untuk mengatasi kekurangan-kekurangan ini maka pada bagian konstruksi yang menderita gaya tarik harus diperkuat dengan tulangan baja.

Sampai dengan saat ini banyak penelitian yang telah dilakukan sebagai usaha untuk memperbaiki sifat kurang baik dari beton misalnya dengan menambahkan fiber (*serat*) kedalam adukan beton.

1.2. Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas maka pokok permasalahan yang akan dibahas adalah bagaimana pengaruh penambahan kawat kasa sebagai salah satu alternatif bahan fiber untuk beton pada kolom penampang segi empat dengan tulangan lateral.

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Untuk meneliti pengaruh dari fiber kawat kasa terhadap kapasitas kolom penampang segi empat dengan tulangan lateral yang dibebani tekan aksial dengan eksentrisitas.
2. Untuk mengetahui sampai sejauh mana efektifitas penambahan fiber kawat kasa terhadap peningkatan keliatan (*ductility*) beton untuk mengatasi sifat getas.
3. Untuk mengamati lendutan (*defleksi*) yang terjadi pada kolom akibat pembebanan.
4. Untuk melihat bagaimana pengaruh penambahan serat terhadap retak yang terjadi.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Kolom

Kolom adalah batang tekan vertikal dari rangka struktur yang memikul beban dari balok. Kolom merupakan suatu elemen struktur tekan yang memegang peranan penting dari suatu bangunan, sehingga keruntuhan pada suatu kolom merupakan lokasi kritis yang dapat menyebabkan runtuhnya (*collapse*) lantai yang bersangkutan dan juga runtuh total (*total collapse*) seluruh struktur (Sudarmoko, 1996). Keruntuhan kolom dapat terjadi apabila tulangan bajanya leleh karena tarik, atau terjadinya kehancuran pada beton yang tertekan, selain itu dapat pula kolom mengalami keruntuhan apabila terjadi kehilangan stabilitas lateral, yaitu terjadi tekuk (Nawy,1990). Untuk itu dalam perencanaan struktur kolom harus diperhitungkan secara cermat.

Menurut Wang dan Salmon (1990), sewaktu kolom dengan tulangan pengikat lateral dibebani sampai runtuh yang pertama terjadi adalah mengelupasnya selimut beton, yang berakibat berpindahnya beban ke inti beton dan tulangan memanjang. Hilangnya kekakuan dari tulangan memanjang yang mulai meleleh atau menekuk ke luar, menimbulkan tegangan tambahan pada inti beton. Sekali inti mencapai kekuatan runtuhnya, kolom secara tiba-tiba runtuh.

2.2. Beton fiber

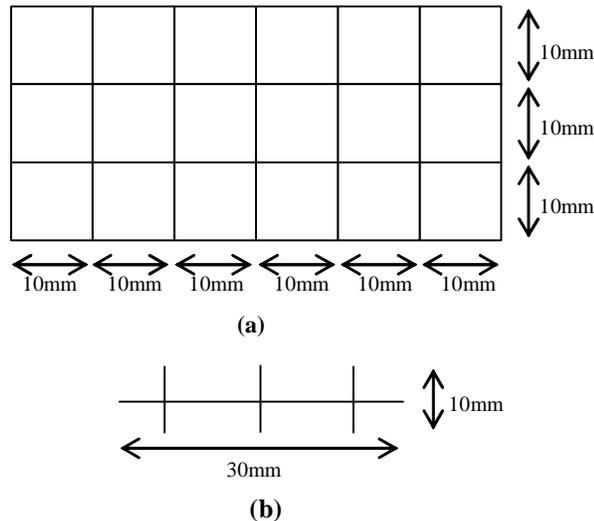
Banyak penelitian yang telah dilakukan mengenai beton fiber untuk mengatasi sifat-sifat kurang baik dari beton. Ide dasar penambahan serat adalah memberikan tulangan serat pada beton yang disebar merata secara random untuk mencegah retak-retak yang terjadi akibat pembebanan (Sudarmoko,1990).

Berdasarkan penelitian yang dilakukan Ramakrishnan pada tahun 1988 (Sudarmoko,1990) diperoleh bahwa penambahan fiber kedalam adukan akan menurunkan kelecakan (*workability*) secara cepat sejalan dengan pertambahan konsentrasi fiber dan aspek rasio fiber. Sehingga untuk mendapatkan hasil yang optimal ada dua hal yang harus diperhatikan dengan seksama yaitu (1) *Fiber aspect ratio*, yaitu rasio antara panjang fiber (l) dan diameter fiber (d), dan (2) *Fiber volume fraction* (V_f), yaitu persentase volume fiber yang ditambahkan pada setiap satuan volume beton. (Suhendro, 1990)

Dari penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa dengan menambahkan fiber lokal kedalam adukan beton maka selain kemampuan untuk menahan lentur ditingkatkan, sekaligus daktilitasnya (kemampuan menyerap energi) secara dramatis juga meningkat (Suhendro,1990). Selain itu juga dengan menambahkan serat fiber kedalam adukan beton maka akan mempertinggi kuat tarik beton. (Sudarmoko,1991)

Dalam penelitian yang dilakukan oleh Swammy dkk, 1979 (dalam Sudarmoko, 1990) menyimpulkan bahwa kehadiran serat (*fiber*) pada beton akan menaikkan kekakuan dan mengurangi lendutan (*defleksi*) yang terjadi. Penambahan serat (*fiber*) juga dapat meningkatkan ketahanan beton, sehingga struktur akan terhindar dari keruntuhan yang tiba-tiba akibat pembebanan yang berlebihan.

Berdasarkan pengamatan yang dilakukan oleh Swammy dan Al-Noori, 1974 (dalam Sudarmoko, 1990) bahwa bentuk fiber akan berpengaruh pada kuat lekat yang selanjutnya berpengaruh pula pada peningkatan sifat-sifat struktural beton yang akan terbentuk. Pada beton fiber berkait kuat lekatnya akan 40 % lebih besar dibanding kuat lekat beton fiber polos.



Gambar 2.1. Penampang geometrik kawat kasa: (a) sebelum dipotong; (b) sesudah dipotong.

Bahan fiber yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah kawat kasa. Bentuk kawat kasa ini berbeda dari kawat lokal yang polos lainnya seperti bendrat, karena kawat kasa ini terdiri dari kotak-kotak kecil yang mempunyai luasan 10 mm x 10 mm. Dalam penelitian ini *Fiber aspect ratio* (l/d) yang digunakan adalah 60 dan *Fiber volume fraction* (V_f) yang digunakan adalah 0,5 % dan 0,7 %. Kawat kasa yang digunakan mempunyai diameter 0,5 mm dengan panjang 30 mm. Bentuk penampang geometrik kawat kasa seperti terlihat pada gambar 1.

3. PELAKSANAAN PENELITIAN

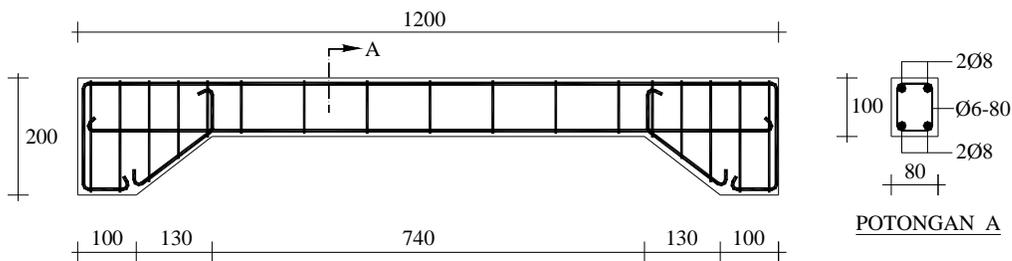
3.1. Persiapan

Dalam pekerjaan persiapan ini yang dilakukan adalah mempersiapkan material-material yang akan digunakan dalam pembuatan campuran adukan beton, seperti pasir, kerikil, semen, baja tulangan, dan bendrat serta fiber kawat kasa. Setelah material disiapkan dilanjutkan dengan pengujian agregat dan bahan yang akan digunakan dalam penelitian.

Material yang akan diuji meliputi: pasir, kerikil/kricak, baja tulangan dan fiber kawat kasa. Pengujian yang akan dilakukan pada pasir berupa pemeriksaan berat jenis dan kandungan lumpur pasir, pemeriksaan SSD, serta pemeriksaan kandungan organik. Sedangkan pada kerikil dilakukan pengujian berat jenis dan pemeriksaan SSD. Untuk bahan fiber akan dilakukan pengujian untuk mengetahui besarnya kuat tarik dari kawat kasa.

3.2. Pembuatan Model Benda Uji Kolom

Dalam pembuatan model benda uji kolom disesuaikan dengan batasan masalah yang akan ditinjau dalam penelitian ini, yaitu: kolom berupa kolom langsing (*slender column*) berpenampang segi empat dengan tulangan lateral berupa sengkang dan untuk persyaratan detail penulangan minimum disesuaikan dengan landasan teori yang dipakai yang berdasarkan pada SK SNI T-15-1991-03. Dalam penulangan kolom ini digunakan empat (4) tulangan pokok memanjang dan lima (5) tulangan ekstra yang diletakkan pada daerah tumpuan. Hal ini dimaksudkan untuk mencegah keruntuhan awal yang terjadi didaerah tumpuan. Untuk tulangan sengkang, pada daerah lapangan digunakan spasi sesuai dengan dimensi penampang kolom yang terkecil sedangkan ditumpuan pada umumnya digunakan spasi setengah ($1/2$) kali dari spasi tulangan sengkang dilapangan. Ukuran Penampang benda uji adalah 80 mm x 100 mm dengan panjang bersih (l_n) 740 mm dan panjang total 1200 mm serta tinggi lengan tumpuan 200 mm. Selimut beton digunakan 10 mm. Gambar model penulangan dan dimensi kolom serta detail penulangan dapat dilihat pada gambar 2 berikut :



Gambar 2. Model benda uji kolom

3.3. Pengujian Kolom

Saat benda uji telah mencapai umur yang telah ditentukan, dilanjutkan dengan persiapan untuk pengujian. Pertama kali yang dilakukan adalah meletakkan benda uji kolom ditempat pengujian (*loading frame*). Setelah itu dipasang 4 buah *dial gauge* diatas benda uji, dimana tiga buah *dial gauge* diletakkan bagian atas kolom masing-masing berjarak 10 cm untuk mengukur besarnya defleksi yang terjadi dan satu buah *dial gauge* lainnya dipasang pada bagian samping, yaitu pada titik pusat kolom untuk mengukur besarnya defleksi kearah samping.

Pada awal pengujian, yang dilakukan pertama kali adalah memberikan beban aksial dengan *hydraulic jack* sebesar 599,94 kg kemudian secara perlahan beban ditingkatkan dengan interval 199,98 kg.. Beban aksial ini ditingkatkan sampai terlihat retak awal dan beban terus ditingkatkan lagi sampai benda uji mengalami keruntuhan. Pada setiap peningkatan beban aksial dengan interval yang ditentukan, harus dilakukan pembacaan pada tiga buah *dial gauge*. Dari pengujian kolom ini dapat diperoleh data beban dan defleksi kolom, sehingga dengan data tersebut dapat ditentukan beban maksimum yang dapat didukung oleh kolom (Siswadi, 2004).

4. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1. Uji Tarik Baja Tulangan dan *Pullout Resistance* Kawat kasa

Dalam penelitian ini dipakai baja tulangan polos dengan diameter 8 mm untuk tulangan pokok dan diameter 6 mm untuk tulangan sengkang. Baja tulangan yang diuji tariknya adalah untuk mengetahui tegangan leleh (f_y), regangan leleh (ϵ_y), dan modulus elastisitas (E_s). Dari hasil pengujian diperoleh tegangan leleh untuk diameter 8 mm adalah 304,2065 MPa, sedangkan untuk diameter 6 mm tegangan leleh adalah 288,3304 MPa. Hasil uji tarik baja terlihat pada tabel 1.

Tabel 1. Hasil uji tarik baja

Diameter (mm)	Tegangan leleh (f_y) (MPa)	Tegangan ultimit (MPa)	Regangan leleh (ϵ_s)	Modulus Elastisitas (E_s) (MPa)
6	288,3304	357,5297	0,00300	156264,3850
8	304,2065	410,2785	0,00250	152574.5053

Dari pengujian *Pullout Resistance* diperoleh beban rata-rata sebesar 218,87 N. Secara visual tampak bahwa fiber pada saat diuji tarik mengalami putus pada kawat kasanya, hal ini mengindikasikan bahwa fiber kawat kasa memiliki kemampuan menahan tarikan sementara sampai pada kondisi kemampuan bahan fiber tidak kuat lagi. (Sudarminto, 2005)

4.2. Beton

Dari pengujian kuat tekan beton diperoleh kuat desak rata-rata pada pengujian 28 hari adalah beton normal (BN) sebesar 27,93 MPa, untuk beton fiber 0,5 % (BF 0.5%) sebesar

28,94 MPa dan untuk beton fiber 0,7 % (BF0.7%) sebesar 30,34 MPa. Pengujian kuat tekan dan kuat lentur beton selengkapnya dapat dilihat pada lampiran. Data.hasil pengujian seperti yang ditunjukkan pada tabel 2 berikut:

Tabel 2. Hasil pengujian kuat tekan dan lentur beton

Kode	Umur (hari)	Kuat tekan rata-rata (MPa)	Kuat lentur rata-rata (MPa)
BN	28	27,93	4,28
BF0.5%	28	28,94	5,29
BF0.7%	28	30,34	5,33

Sumber: Sudarminto, (2005) ”*Studi Awal Penggunaan Kawat Kasa sebagai Fiber Dalam Campuran beton*”

4.3. Analisis Kapasitas Kolom

Dalam perancangan dan analisis kapasitas kolom digunakan metode coba-coba dan penyesuaian atau yang dikenal dengan solusi eksak. Cara ini dipakai untuk menentukan beban aksial nominal P_n yang dapat bekerja dengan aman pada eksentrisitas e untuk suatu kolom yang mengalami beban eksentris (Nawy, 1990).

Data-data analisis: tulangan pokok memanjang = $2\phi 8$, diameter tulangan sebesar 7,9 mm, tegangan leleh, $f_y = 304,2065$ MPa, modulus elastisitas, $E_s = 152574.5053$ MPa, luas tulangan $A_s = A'_s = 98,0334$ mm², mutu beton yang digunakan, $f'_c = 20$ MPa, tulangan dianggap simetris, dengan rasio penulangan 2,451 %. Hasil analisis dapat dilihat pada tabel 3 dibawah ini:

Tabel 3. Hasil analisis kapasitas kolom

Kondisi Keruntuhan	P_n (kN)	M_n (kNm)
Seimbang (<i>balanced</i>)	62,50	4,07
Tekan menentukan	122,86	2,73
Tarik menentukan	46,24	3,91

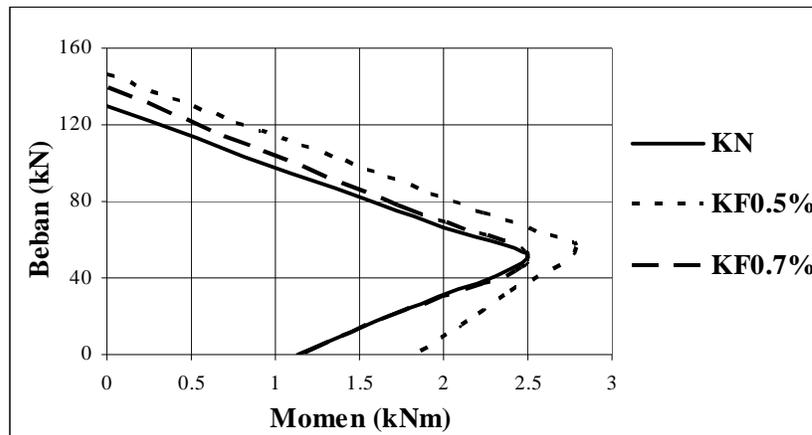
4.4. Eksperimen kolom

Dari hasil pengujian yang telah dilakukan baik pada kolom dengan beton normal maupun kolom dengan penambahan fiber kawat kasa diperoleh data beban yang dapat didukung dan dapat dihitung momen. Hasil eksperimen kolom diperlihatkan pada tabel 4.

Dari data hasil pengujian diatas dapat dibuat diagram interaksi kapasitas kolom, seperti pada gambar 3.

Tabel 4. Hasil Eksperimen Kolom

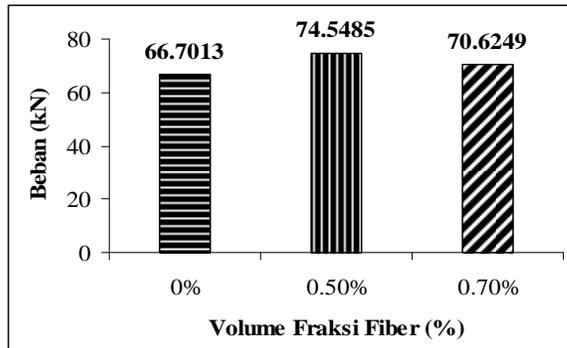
Kode	e (mm)	Pmaks (kN)	Mmaks (kNm)
KN		129,73	0
	30	66,70	2,00
	49	51,01	2,50
	75	23,54	1,77
		0	1,14
KF0.5%		146,18	0
	30	74,55	2,24
	49	56,89	2,79
	75	31,39	2,35
		0	1,82
KF07%		179,84	0
	22	70,62	2,12
	49	51,01	2,50
	75	23,54	1,77
		0	1,14



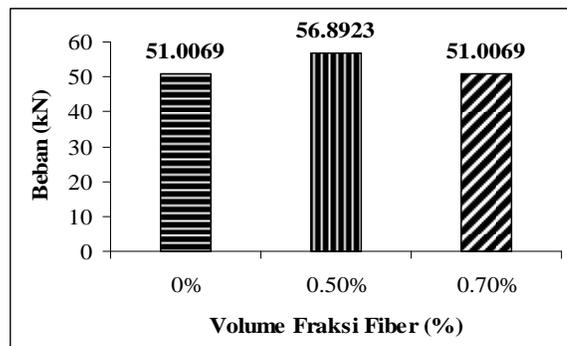
Gambar 3. Diagram interaksi kapasitas kolom hasil pengujian

Berdasarkan hasil pengujian, didapat bahwa beton dengan penambahan fiber kawat kasa mengalami peningkatan kuat tekan dan lentur dibandingkan dengan beton normal. Peningkatan kekuatan tekan dan lentur pada beton fiber ini terjadi seiring dengan penambahan volume fraksi fiber. Akan tetapi dari hasil eksperimen kolom yang dilakukan seperti yang ditunjukkan pada diagram interaksi kolom tampak bahwa kekuatan tekan aksial dan momen lentur maksimum terdapat pada kolom dengan volume fraksi 0,5%, yang mestinya terdapat

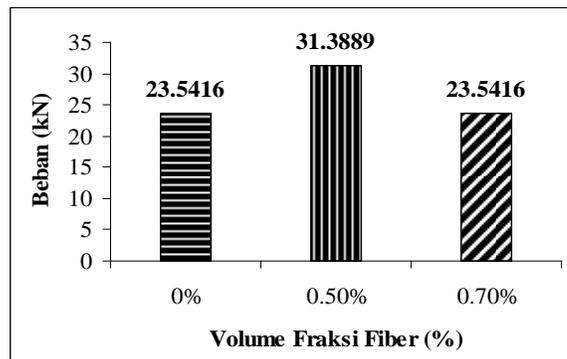
pada kolom dengan volume fraksi 0,7%. Persentase peningkatan kapasitas tekan aksial dan momen lentur dapat dilihat pada gambar 4 – 9.



Gambar 4. Kapasitas tekan aksial kolom fiber dengan $e = 30$ mm



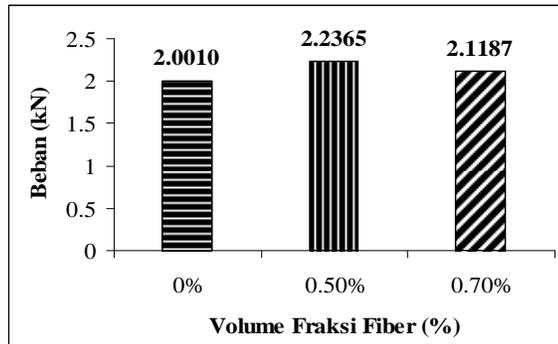
Gambar 5. Kapasitas tekan aksial kolom fiber dengan $e = 49$ mm



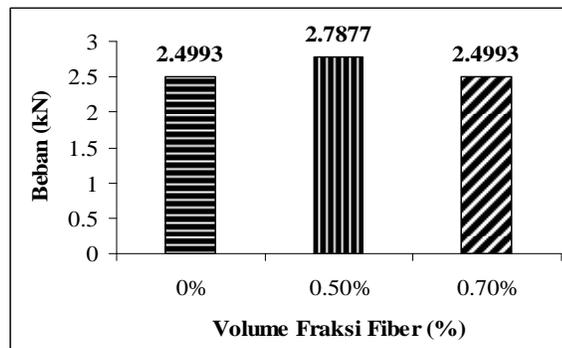
Gambar 6. Kapasitas tekan aksial kolom fiber dengan $e = 75$ mm

Dari hasil pengujian pada kolom fiber dengan volume fiber 0,5 % pada eksentrisitas (e) = 30 mm menghasilkan kuat tekan aksial sebesar 74,5485 kN. Dari hasil ini terjadi peningkatan kuat tekan aksial, yaitu sebesar 11,76 % dari kuat tekan aksial kolom normal sebesar 66,7013 kN. Untuk $e = 49$ mm diperoleh kuat tekan aksial sebesar 56,8923 kN, ini menunjukkan terjadi peningkatan sebesar 11,54 % dari kolom normal sebesar 51,0069 kN. Untuk $e = 75$ mm diperoleh kuat tekan aksial sebesar 31,3889 kN yang berarti terjadi peningkatan sebesar 33 % dari kolom normal sebesar 23,5416 kN. Sedangkan pada kolom fiber dengan volume fraksi 0,7 % pada $e = 30$ mm menghasilkan kuat tekan aksial sebesar

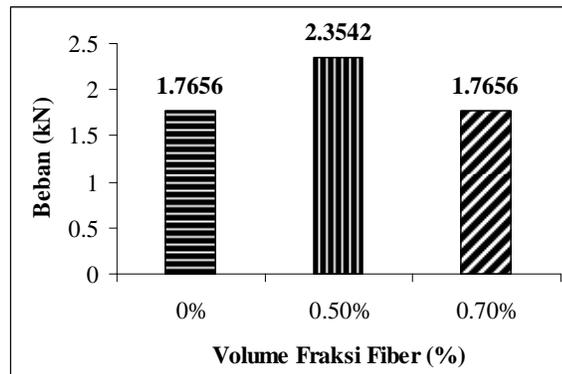
70,6249 kN, sehingga terjadi peningkatan sebesar 5,88 % dibandingkan dengan kolom normal. Untuk $e = 49$ mm dan untuk $e = 75$ mm, tidak terjadi peningkatan kuat tekan.



Gambar 7. Kapasitas lentur kolom fiber dengan $e = 30$ mm



Gambar 8. Kapasitas lentur kolom fiber dengan $e = 49$ mm



Gambar 9. Kapasitas lentur kolom fiber dengan $e = 75$ mm

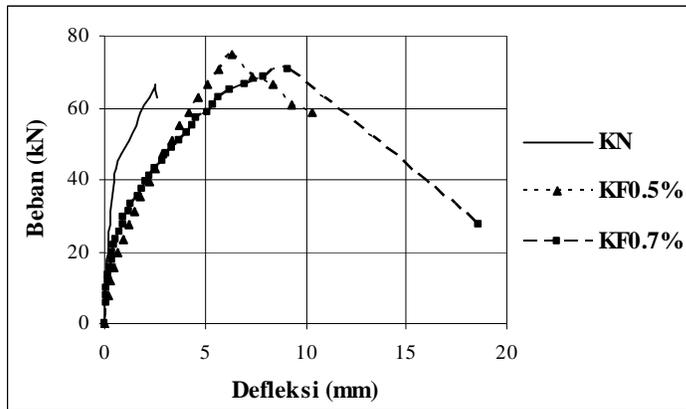
Dari hasil pengujian pada kolom fiber dengan volume fiber 0,5 % pada eksentrisitas (e) = 30 mm menghasilkan kuat lentur sebesar 2,2365 kNm. Dari hasil ini terjadi peningkatan kuat lentur, yaitu sebesar 11,76 % dari kuat lentur kolom normal sebesar 2,0010 kNm. Untuk $e = 49$ mm diperoleh kuat lentur sebesar 2,7877 kNm, ini menunjukkan terjadi peningkatan sebesar 11,54 % dari kolom normal sebesar 2,4993 kNm. Untuk $e = 75$ mm diperoleh kuat lentur sebesar 2,3542 kNm yang berarti terjadi peningkatan sebesar 33 % dari kolom normal sebesar 1,7656 kNm. Sedangkan pada kolom fiber dengan volume fraksi 0,7 % pada $e = 30$ mm diperoleh kuat lentur sebesar 2,1187 kNm yang berarti terjadi peningkatan sebesar 5,88 % dari kolom normal sebesar 2,0010 kNm. Untuk $e = 49$ mm dan untuk $e = 75$ mm, tidak terjadi peningkatan kuat tekan.

mm menghasilkan kuat lentur sebesar 2,1187 kNm, sehingga terjadi peningkatan sebesar 5,88 % dibandingkan dengan kolom normal. Untuk $e = 49$ mm dan untuk $e = 75$ mm, tidak terjadi peningkatan kuat lentur.

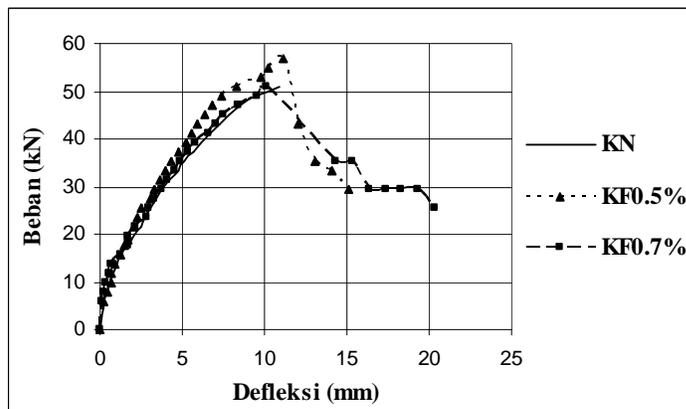
Dari persentase peningkatan yang ditunjukkan pada gambar diatas memperlihatkan bahwa peningkatan kuat tekan aksial dan momen lentur yang tertinggi terdapat pada kolom fiber dengan volume fraksi 0,5 %. Hal ini disebabkan oleh beberapa kemungkinan dalam pengerjaan beton, diantaranya pengadukan yang kurang baik sehingga adukan beton yang homogen tidak tercapai, terjadinya keropos pada kolom beton fiber akibat pemadatan yang kurang baik, atau mungkin penyebaran fiber yang tidak merata.

4.5. Hubungan Beban Aksial dengan Defleksi

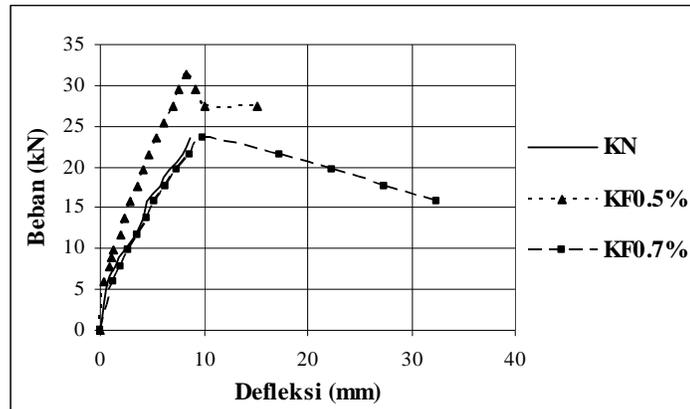
Hubungan beban Aksial dengan defleksi pada tengah-tengah kolom hasil eksperimen dapat dilihat pada gambar 10 - 12 berikut:



Gambar 10. Grafik hubungan beban dan defleksi dengan $e = 30$ mm



Gambar 11. Grafik hubungan beban dan defleksi dengan $e = 49$ mm



Gambar 12. Grafik hubungan beban dan defleksi dengan $e = 75 \text{ mm}$

Dari pengujian yang telah dilakukan terlihat bahwa penambahan fiber kawat kaca pada beton membuat elemen struktur dalam hal ini kolom mampu mendukung beban yang lebih tinggi.

Pada kolom normal (tanpa fiber), secara drastis mengalami penurunan kemampuan untuk menahan beban segera setelah mencapai beban maksimum sehingga akan terjadi keruntuhan secara total dan tiba-tiba. Ini berarti bahwa beton normal bersifat getas..

Dalam penelitian ini, tampak bahwa penambahan fiber dapat meningkatkan keliatan beton, sehingga struktur dapat terhindar dari keruntuhan tiba-tiba akibat beban yang berlebihan terutama pada keadaan setelah retak terjadi. Hal sangat berpengaruh positif pada peningkatan daya dukung struktur.

4.6. Pola dan Jenis Retak

Retak yang ditimbulkan akibat pembebanan yang diberikan pada kolom dengan penambahan fiber kawat kaca adalah retak lentur yang ditandai dengan terjadinya retak rambut yang kemudian semakin melebar seiring dengan penambahan beban. Kemudian setelah mencapai beban maksimum akan terjadi keruntuhan yang ditandai dengan penurunan kemampuan kolom menahan beban aksial.



Gambar 12. Pola dan Jenis Retak Kolom

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Dari analisis dan hasil penelitian serta pembahasan yang dilakukan pada eksperimen kolom dengan penambahan fiber kawat kasa diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Kapasitas tekan aksial dan momen lentur yang dihasilkan mengalami peningkatan dibandingkan dengan kolom dengan beton normal. Untuk kapasitas tekan aksial, peningkatan yang terjadi pada masing-masing titik eksentrisitas (e), yaitu untuk $e = 30$ mm sebesar 11,76 % dengan volume fraksi 0,5 % sedangkan pada volume fraksi 0,7 % sebesar 5,88 %. Untuk $e = 49$ mm, pada volume fraksi 0,5 % terjadi peningkatan sebesar 11,54 % sedangkan pada volume fraksi 0,7 % tidak mengalami peningkatan. Dan untuk $e = 75$ mm, pada volume fraksi 0,5 % terjadi peningkatan sebesar 33 % sedangkan pada volume fraksi 0,7 % tidak mengalami peningkatan. Untuk kapasitas momen lentur, peningkatan yang terjadi pada masing-masing titik eksentrisitas (e), yaitu untuk $e = 30$ mm sebesar 11,76 % dengan volume fraksi 0,5 % sedangkan pada volume fraksi 0,7 % sebesar 5,88 %. Untuk $e = 49$ mm, pada volume fraksi 0,5 % terjadi peningkatan sebesar 11,54 % sedangkan pada volume fraksi 0,7 % tidak mengalami peningkatan. Dan untuk $e = 75$ mm, pada volume fraksi 0,5 % terjadi peningkatan sebesar 33 % sedangkan pada volume fraksi 0,7 % tidak mengalami peningkatan. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa peningkatan kapasitas tertinggi terjadi pada kolom fiber dengan volume fraksi 0,5 % dari pada kolom fiber dengan volume fraksi 0,7 %. Hal ini kemungkinan disebabkan oleh hambatan-hambatan yang dialami pada waktu pelaksanaan penelitian khususnya pada saat pengadukan, dimana terjadi penggumpalan fiber (kawat kasa) karena volume fraksi yang besar, ataupun pada saat pemadatan yang disebabkan oleh karena kurangnya fasilitas yang tersedia.
2. Kemampuan menyerap energi (daktilitas) mengalami peningkatan yang cukup signifikan dibandingkan dengan kolom normal.
3. Meningkatkan keliatan (*ductility*) sehingga struktur tidak mengalami keruntuhan tiba-tiba.
4. Dari pengamatan pada pengujian diperoleh jenis retak yang terjadi adalah retak lentur.

5.2. Saran

Berdasarkan eksperimen yang telah dilakukan, dapat diberikan beberapa saran:

1. Cara pengerjaan beton harus diperhatikan dengan baik, yaitu pada saat pengadukan dan pemadatan, khususnya pada pengerjaan beton fiber.
2. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk volume fraksi yang lebih kecil dari 0,5%, terutama jika digunakan penampang kolom yang kecil.

DAFTAR PUSTAKA

- Antono, A., 1986, *Teknologi Beton*, Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Gajah Mada, Yogyakarta.
- Ferguson, P. M., dkk., (terjemahan Budianto Sutanto dan Kris Setianto), 1986, *Dasar-dasar Beton Bertulang Versi SI*, Edisi ke 4, Erlangga, Jakarta.
- Sudarminto, F., 2005, *Studi Awal Penggunaan Kawat Kasa sebagai Fiber Dalam Campuran beton*, Laporan Tugas Akhir, Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
- Indayana, D., dkk., 2002, *Penelitian Kuat Tarik Belah Beton serat Menggunakan Serat Kawat Anyaman*, Jurnal Teknik Sipil "Sipil Soepra" Volume 4, No.11, Yogyakarta.

- Nawy, E. G., (terjemahan Bambang Suryoatmono), 1990, *Beton Bertulang Suatu Pendekatan Dasar*, Eresco, Bandung.
- Park, R., Paulay, T., 1974, *Reinforced Concrete Structure*, John wiley & Sons. Inc., New York.
- SK-SNI T.15.1991-03, *Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung*, Yayasan LPMB, Bandung.
- Sudarmoko, 1990, *Kuat Lentur Beton Serat Dengan Model Skala Penuh*, PAU Ilmu Teknik, Universitas Gajah Mada, Yogyakarta.
- Sudarmoko, 1996, *Perancangan dan Analisis Kolom Beton Bertulang*, Biro Penerbit KMTS, Universitas Gajah Mada, Yogyakarta.
- Suhendro, 1990, *Beton Fiber Lokal Konsep, Aplikasi, dan Permasalahannya*, PAU Ilmu Teknik, Universitas Gajah Mada, Yogyakarta.
- Sudarmoko, 1990, *Beton Serat Suatu Bentuk Baru*, PAU Ilmu Teknik, Universitas Gajah Mada, Yogyakarta.
- Santosa, B., 2000, *Pengaruh Penambahan Fiber Lokal Pada Perilaku Torsi Kolom Beton Bertulang Penampang Lingkaran Dengan Tulangan Spiral*, Tesis S-2, Program Studi Teknik Sipil, Program Pasca Sarjana, Universitas Gajah Mada, Yogyakarta.
- Siswadi, 2004, *Kapasitas lentur Kolom Beton Menggunakan Potongan Kayu Jati 2/3, Sebagai Agregat Kasar Dan Gradasi Bercelah*, Jurnal Teknik Sipil, Volume 5 No.1, Yogyakarta.
- Wang, C.K., Salmon, C.G., (terjemahan Binsar Hariandja), 1986, *Desain Beton Bertulang*, Jilid 1, Edisi ke 4, Erlangga, Jakarta
- Winter, G., Nilson, H.,A., (diterjemahkan oleh tim editor dan penerjemah ITB), 1993, *Perencanaan Struktur Beton Bertulang*, PT Pradnya Paramita, Jakarta.

RIWAYAT PENULIS

Ir. Haryanto Yoso Wigroho, M.T., adalah staf pengajar Program Studi Teknik Sipil Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Recky Suhartono Godiman, adalah alumni Program Studi Teknik Sipil Universitas Atma Jaya Yogyakarta Tahun 2005.