

Pemanfaatan Pemotongan Ban Bekas Untuk Campuran Beton Serat Perkerasan Kaku

The Use of Waste Tire Shred For Ready Mix Fiber Concrete of Pavement

Nastain dan Agus Maryoto[#]

Prodi Teknik Unsoed

Abstract- Basically, construction of road pavement has 2 (two) types, are rigid pavement and flexible pavement. Rigid pavement has many advantages: the design is simple, the maintenance is easy and it is suitable for heavy load traffic as well as for sub grade with low CBR value. However, the main disadvantage of rigid pavement is its inflexibility because the flexural strength of concrete is low. To increase the flexibility of concrete, adding elastic material (waste tire) into concrete mixture is needed. This is very possible, because waste tire has high modulus of elasticity value and low density. This research is conducted to find the influence of waste tire fiber addition towards the increase of flexural strength and compressive strength of rigid pavement. This research uses tire shreds 4 mm x 4 mm x 60 in mm size which are mixed randomly into various concentrations. Concrete mechanic behaviors, flexural strength and compressive strength, are measured by testing cylinder and beam concrete specimens. The research results show that the addition of waste tire fiber can increase flexural strength of concrete up to 20.84% and compressive strength of concrete up to 4.73% higher than normal concrete when the waste tire fiber content is 0.75%.

Keywords: rigid pavement, waste tire and flexural strength.

PENDAHULUAN

Ban bekas merupakan limbah dari roda kendaraan bermotor yang sudah tidak layak pakai. ETRA (2002) mendefinisikan ban bekas adalah ban yang secara permanen telah dibuang dari kendaraan tanpa kemungkinan untuk dibentuk lagi pada penggunaan di jalan raya. Di Eropa ban bekas pada tahun 2004 mencapai 3,25 juta ton per tahun, di Amerika tahun 2003 adalah 3,75 ton per tahun dan di Jepang tahun 2004 adalah sekitar 1,0 juta ton per tahun (Esdekar, 2006). Sedangkan di Indonesia limbah ban bekas jumlahnya cukup besar yaitu diperkirakan 11 juta ton per tahun (Anonim, 2006), dan jumlah ini akan terus bertambah seiring pertambahan jumlah kendaraan di dalam negeri. Pada sisi lain pemanfaatan ban bekas di Indonesia masih sangat terbatas, antara lain hanya untuk pelindung dermaga (fender), tali, sandal, tempat sampah dan kerajinan kursi. Sehingga beberapa tahun ke depan, limbah ban bekas akan menjadi masalah yang cukup serius dan rumit. Karena limbah ban bekas sangat sulit diuraikan oleh lingkungan dan sangat tahan terhadap serangan kimia dan asam (Reddy dan Saichek, 1998). Pemusnahan ban bekas dengan cara dibakar pun juga cukup sulit dilakukan, karena ban bekas hanya akan terbakar pada suhu di atas 3220C (Edeskar, 2006). Oleh karena itu perlu diupayakan terobosan baru untuk pemanfaatan limbah ban bekas ini, salah satunya yaitu untuk bahan tambah dalam bentuk serat pada perkerasan kaku (rigid pavement), yaitu untuk memberikan sifat kelenturan dan untuk mencegah

keretakan beton (cracking) akibat beban kendaraan. Hal ini sangat mungkin dilakukan karena ban bekas memiliki modulus elastis yang cukup tinggi yaitu 0,77 – 1,13 Mpa, dan memiliki density yang rendah yaitu berkisar antara 1,08 – 1,27 t/m³ (Yang, et,2002; Moo, et , 2003).

Konstruksi perkerasan jalan pada dasarnya dibedakan menjadi 2 (dua) jenis yaitu perkerasan lentur (flexible pavement) dan perkerasan kaku (rigid pavement). Perkerasan lentur menggunakan bahan pengikat aspal, sedangkan perkerasan kaku menggunakan bahan pengikat semen. Penggunaan perkerasan kaku banyak memiliki keuntungan karena, perencanaannya sederhana, tidak banyak memerlukan perawatan, cocok untuk lalu lintas tinggi dan juga cocok untuk tanah dasar yang memiliki nilai CBR rendah. Tetapi, kelemahan utama perkerasan kaku adalah rendahnya tingkat kenyamanan jalan akibat rendahnya nilai kelenturan beton. Oleh karena itu penambahan serat ban bekas diharapkan dapat meningkatkan kelenturan beton yang pada akhirnya akan meningkatkan kenyamanan jalan dan juga meminimumkan keretakan jalan (cracking).

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penambahan potongan serat ban bekas terhadap peningkatan kuat lentur dan kuat tekan beton perkerasan kaku (rigid pavement).

Hasil penelitian ini diharapkan dapat dijadikan sebagai salah satu alternatif terobosan baru pemanfaatan limbah ban bekas dan sekaligus untuk peningkatan kualitas perkerasan kaku (rigid pavement).

METODE PENELITIAN

Metode penelitian dilakukan dengan melakukan uji laboratorium terhadap benda uji.

A. Bahan Penelitian

Bahan utama penelitian adalah limbah ban bekas dan perkerasan kaku (beton) menggunakan semen merek Tiga Roda.

B. Peralatan penelitian

Peralatan utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah: mesin uji tekan beton, *Universal Testing Machine (UTM)*, *dial gauge*, *load cell indicator*, *kerucut Abrams* dan timbangan.

C. Benda uji

Benda uji penelitian dibedakan menjadi:

1) Benda uji limbah ban bekas

Benda uji merupakan sampel ban bekas yang akan digunakan. Benda uji merupakan potongan ban bekas dalam bentuk serat.

2) Benda uji campuran beton tanpa dan dengan serat

Benda uji merupakan sampel campuran beton tanpa dan dengan serat ban bekas. Jumlah dan variasi benda uji dapat dilihat pada Tabel 1 dan Tabel 2.

TABEL 1 VARIASI, UKURAN DAN JUMLAH BENDA UJI SILINDER

Kode Sampel Beton	Ukuran		Volume Serat (%)	FAS	Jumlah
	Tinggi (mm)	Diameter (mm)			
SN	300	150	0,00	0,5	3
SF.I	300	150	0,30	0,5	3
SF.II	300	150	0,75	0,5	3
SF.III	300	150	1,00	0,5	3
Total benda uji					12

TABEL 2 VARIASI, UKURAN DAN JUMLAH BENDA UJI BALOK

Kode Sampel Beton	Ukuran		Volume Serat (%)	FAS	Jumlah
	Panjang (mm)	Penampang (mm ²)			
BN	600	150 x 150	0,00	0,5	3
BF.I	600	150 x 150	0,30	0,5	3
BF.II	600	150 x 150	0,75	0,5	3
BF.III	600	150 x 150	1,00	0,5	3
Total benda uji					12

D. Tahapan Penelitian

1) Persiapan

Persiapan meliputi penyediaan bahan penelitian, formulir-formulir dan peralatan

2) Pembuatan benda uji ban bekas

Tahap pembuatan benda uji limbah ban bekas dilakukan dengan memotong-motong ban bekas dalam bentuk serat

3) Pengujian pendahuluan karakteristik ban bekas

Pengujian karakteristik bahan ban bekas dilakukan di laboratorium Bahan Konstruksi Program Sarjana Teknik Unsoed, Purwokerto. Jenis pengujian yang dilakukan yaitu uji sifat fisika (density) dan sifat mekanika (uji tarik) seperti pada Tabel 3.

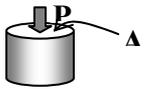
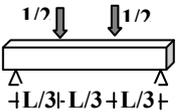
TABEL 3 PENGUJIAN SIFAT FISIKA DAN MEKANIKA BAN BEKAS

Jenis Pengujian	Formula
Berat Jenis	$\gamma = \frac{W}{V}$ W = berat serat V = volume serat
Uji Tarik	$\sigma_{trk} // = \frac{P_{maks}}{A}$

4) Pengujian mekanika benda uji campuran beton tanpa dan dengan serat ban bekas

Jenis dan cara pengujian yang dilakukan seperti pada Tabel 4 dan pengujian dilakukan di laboratorium Bahan Konstruksi Program Sarjana Teknik Unsoed, Purwokerto.

TABEL 4 PENGUJIAN SIFAT MEKANIKA BETON TANPA DAN DENGAN SERAT

Jenis Pengujian	Formula	Diagram
Uji kuat tekan	$f'c = \frac{P}{A}$	
Uji Lentur (MOR)	$MOR = \frac{PL}{bh^2}$	

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Karakteristik Bahan Penyusun Beton

Bahan penyusun beton dalam penelitian ini meliputi semen, agregat halus (pasir), agregat kasar (kerikil), dan serat ban bekas.

1) Semen

Semen yang digunakan dalam penelitian ini adalah semen jenis *Portland Composite Cement (PCC)* merek Tiga Roda produksi PT. Indocement Tunggul Perkasa Tbk. Pengujian yang dilakukan meliputi pengujian konsistensi normal dan waktu ikat awal semen. Hasil pengujian disajikan pada Tabel 5.

TABEL 5 HASIL PENGUJIAN SEMEN

Pengujian	Satuan	Hasil Pengujian
Konsistensi normal	%	32,72
Waktu ikat awal	menit	31,49

Konsistensi normal adalah banyaknya air yang dibutuhkan untuk mencapai penurunan sebesar 10 mm. Konsistensi normal akan mempengaruhi penentuan waktu ikat semen. Hasil pengujian menunjukkan bahwa kadar air yang dibutuhkan untuk mencapai konsistensi normal adalah sebesar 32,72% atau 163,6 ml dan waktu ikat awal atau waktu yang dibutuhkan untuk mencapai penurunan 25 mm adalah 31,49 menit. Waktu ikat awal semen cukup pendek, sehingga semen hanya cocok untuk pekerjaan beton *in site* (pembuatan dan pengecoran di tempat) dan kurang cocok untuk beton *ready mix* dimana dibutuhkan waktu tambahan untuk transportasi (pengangkutan). Tetapi hal ini dapat juga dilakukan dengan cara penambahan *retarder* ke dalam campuran beton sehingga waktu ikat awal beton dapat diperlambat selama pengangkutan.

2) *Agregat Halus*

Pengujian agregat halus meliputi pengujian kadar lumpur, berat jenis, gradasi, dan berat volume agregat. Hasil pengujian disajikan pada Tabel 6.

TABEL 6 HASIL PENGUJIAN AGREGAT HALUS

Pengujian	Satuan	Hasil Pengujian
Kandungan lumpur	%	4,17
Berat jenis	gr/cm ³	2,36
Berat jenis SSD	gr/cm ³	2,49
Berat jenis semu	gr/cm ³	2,71
Penyerapan air	%	5,48
Berat volume lepas	gr/cm ³	1,47
Berat volume padat	gr/cm ³	1,61
Modulus halus	-	2,96

Kandungan lumpur dalam pasir adalah sebesar 4,17% dan masih di bawah standar maksimum 5%, yang berarti bahwa pasir dapat langsung digunakan sebagai bahan susun beton tanpa harus dicuci terlebih dahulu. Berat jenis pasir dalam kondisi jenuh kering muka (*saturated surface dry, SSD*) adalah sebesar 2,49 gr/cm³ yang berarti agregat termasuk agregat normal dengan butiran agak kasar. Sedangkan berdasarkan hasil pengujian gradasi, pasir yang digunakan termasuk dalam golongan II yaitu pasir agak kasar, dengan modulus halus pasir sebesar 2,96.

3) *Agregat Kasar*

Pengujian agregat kasar meliputi pengujian berat jenis, gradasi, dan berat volume agregat. Hasil pengujian disajikan pada Tabel 7.

Berat jenis agregat kasar dalam kondisi jenuh kering muka (*saturated surface dry, SSD*) adalah sebesar 2,54 gr/cm³ yang berarti agregat termasuk agregat normal.

TABEL 7 HASIL PENGUJIAN AGREGAT KASAR

Pengujian	Satuan	Hasil Pengujian
Berat jenis (<i>bulk</i>)	gr/cm ³	2,44
Berat jenis SSD	gr/cm ³	2,54
Berat jenis semu	gr/cm ³	2,7
Penyerapan air	%	3,99
Berat volume lepas	gr/cm ³	1,27
Berat volume padat	gr/cm ³	1,57
Modulus halus	-	6,65

Sedangkan berdasarkan hasil pengujian gradasi, agregat kasar yang digunakan termasuk dalam agregat dengan butiran maksimum 20 mm, karena pada ayakan 3/4" (diameter 19 mm) prosentase lolos adalah 100%, dengan modulus halus agregat sebesar 6,65.

4) *Serat Ban Bekas*

Pengujian serat ban bekas meliputi pengujian *density* dan kuat tarik ban. Hasil pengujian disajikan pada Tabel 8.

TABEL 8 HASIL PENGUJIAN SERAT BAN BEKAS

Pengujian	Satuan	Nilai Pengujian
Density	t/m ³	1,378
Kuat tarik	Mpa	3,564

Ban bekas (*waste tire*) memiliki *density* sebesar 1,378 t/m³ dan kuat tarik sebesar 3,564 Mpa. Sedangkan bahan baku ban adalah karet dengan bahan tambah benang nilon yang tersusun secara bersilangan.

B. Karakteristik Beton

1) *Mix Desain Beton*

Mix desain beton menggunakan Faktor Air Semen (FAS) sebesar 0,5 dan mix desain beton dalam 1 m³ beton disajikan pada Tabel 9.

TABEL 9 MIX DESAIN DALAM 1 M3 DENGAN VARIASI PROSENTASE BAN BEKAS

Material	Berat (kg)			
	Ban bekas (0%)	Ban bekas (0,3%)	Ban bekas (0,75%)	Ban bekas (1%)
Air	210	210	210	210
Semen	420	420	420	420
Pasir	760	760	760	760
Batu Pecah	870	860	850	840
Ban Bekas	0	3	7,5	10

2) *Slump Beton*

Pengujian *slump* menggunakan kerucut Abrams dan bertujuan untuk mengetahui kelecakan (*workability*) adukan beton. Nilai *slump* yang diperoleh pada pengujian disajikan dalam Tabel 10.

TABEL 10 HASIL PENGUJIAN NILAI SLUMP

Kadar Ban Bekas (%)	Nilai Slump (cm)
0	15,39
0,3	12,56
0,75	11,28
1,0	10,33

Berdasarkan Tabel 10 menunjukkan bahwa *workability* adukan beton normal berada pada kondisi tinggi, sedangkan adukan beton serat ban bekas pada kondisi baik. Tetapi seiring penambahan prosentase serat ban bekas menyebabkan nilai *slump* semakin turun. Hal ini karena penggunaan serat ban bekas pada adukan beton akan mengakibatkan luas permukaan bahan yang harus dilumasi oleh air bertambah, sehingga jumlah air bebas yang berpengaruh pada kelecakan beton menjadi semakin berkurang.

3) Kuat Tekan Beton

Pengujian kuat tekan beton dilakukan pada umur beton 28 hari. Pada waktu pengujian, diamati perilaku yang terjadi pada benda uji terutama pada tampang pecah dan tampang retaknya. Pada pemeriksaan tampang beton berserat ban bekas ditemukan hanya beberapa serat ban bekas yang terputus, hal ini menunjukkan bahwa serat telah bekerja walaupun belum maksimal, karena masih banyak serat yang tidak putus tetapi hanya tercerabut. Kuat tekan beton rata-rata dari 3 benda uji disajikan pada Tabel 11.

TABEL 11 HASIL PENGUJIAN KUAT TEKAN BETON

Kode Sampel	Umur (Hari)	Kadar Serat Ban Bekas (%)	Kuat Tekan Beton $f'c$ (Mpa)			Rata2 (Mpa)
			Sampel 1	Sampel 2	Sampel 3	
SN	28	0	27,1515	28,2828	28,2828	27,9057
SF I	28	0,3	28,2828	28,2828	29,4141	28,6599
SF II	28	0,75	29,4141	27,7172	30,5455	29,2256
SF III	28	1	10,1818	12,4444	10,1818	10,9360

Meningkatnya kuat tekan beton berserat ban bekas dapat dipahami, yaitu karena serat yang ada masih memungkinkan untuk mendapatkan posisinya dengan baik di dalam adukan. Kondisi demikian membuat adukan masih relatif baik dan pemadatan masih dapat dilakukan secara memadai. Dalam keadaan ini serat ban bekas memberikan kontribusi terhadap kualitas beton, dimana beton seolah-olah memperoleh tulangan. Adanya pengaruh tulangan ini membuat beton mampu menahan beban yang lebih besar jika dibandingkan dengan beton tanpa serat/beton normal.

Data yang diperoleh berdasarkan Tabel 11 menunjukkan bahwa penggunaan serat ban bekas dapat menaikkan nilai kuat tekan beton sebesar 4,73% dari beton normal, yaitu pada kadar serat ban bekas 0,75%. Setelah mencapai kadar serat yang optimal, beton mulai mengalami penurunan kuat tekan. Hal ini karena penambahan serat ban bekas akan menurunkan kelecakan adukan sehingga beton cenderung menjadi kurang padat dan tidak mampat lagi.

4) Kuat Lentur Beton

Kuat lentur beton diuji menggunakan sampel balok dengan tiga titik pembebanan (*Third-Point Loading*) dengan jarak bentang sebesar 45 cm. Hasil uji kuat lentur beton rata-rata dari 3 benda uji disajikan pada Tabel 12.

TABEL 12 HASIL PENGUJIAN KUAT LENTUR BETON

Kode Sampel	Umur (Hari)	Kadar Serat Ban Bekas (%)	Kuat Lentur Beton (Mpa)			Rata2 (Mpa)
			Sampel 1	Sampel 2	Sampel 3	
BN	28	0	1,5279	1,5855	1,8936	1,6690
BF I	28	0,3	1,9361	1,9913	2,0563	1,9946
BF II	28	0,75	2,2103	1,7767	2,0638	2,0169
BF III	28	1	1,5748	1,6815	1,5439	1,6001

Pada waktu pengujian, diamati juga perilaku yang terjadi pada benda uji terutama pada tampang pecah dan tampang retaknya. Pada pemeriksaan tampang beton berserat ban bekas ditemukan adanya beberapa serat ban bekas yang terputus, hal ini menunjukkan bahwa serat telah bekerja walaupun belum maksimal, karena masih banyak serat yang tidak putus tetapi hanya tercerabut, terutama pada beton berserat 1%.

Berdasarkan Tabel 12 menunjukkan bahwa penggunaan serat ban bekas dapat menaikkan nilai kuat lentur beton sebesar 20,84% dari beton normal, yaitu pada kadar serat ban bekas 0,75%. Setelah mencapai kadar serat yang optimal, beton juga mulai mengalami penurunan kuat lentur. Kecenderungan ini sesuai dengan hasil pengujian kuat tekan beton sebelumnya. Karena kedua parameter tersebut memang saling berpengaruh.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa, penambahan serat ban bekas dapat meningkatkan kuat lentur beton sebesar 20,84% dan kuat tekan beton sebesar 4,73% dari beton normal yaitu pada kadar penambahan serat ban bekas sebesar 0,75%.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 2006. Afsel Tuduh Indonesia Dumping Produk Ban. Media Indonesia. Selasa, 5/12/2006, Jakarta.
- AB-Malek, K. and A. Stevenson, 1986. The effects of 42 years immersion in sea water on natural rubber. *Journal of Materials Science*, Vol. 21, pp. 147-154.
- ASTM. 1998. ASTM Standard Practise for Use of Scrap Tires in Civil Engineering Applications. ASTM standard D 6270-98, American Society for Testing and Materials, Washington D.C.
- Edeskar, T. 2006. Use of Tyre Shreds in Civil Engineering Applications, Lulea University of Technology, Swedia.
- ETRA. 2002. Post-consumer tyre materials and applications-CWA 14243. CEN Workshop Agreement 14243, European Tyre Recycling Association, Brusells.
- Humphrey, D.N., T.C Sandford, M.Michelle, M. Cribbs dan W. P. Manion. 1993. Shear Strength and Compressibility of Tire chips for Use as Retaining Wall Backfill, Transportation Research Record 1422, TRB, National Research Council, Washington. D. C. pp. 29-35 .
- Mitchel, D.W dan H. Marzouk. 2007. Bond Characteristics of High-Strength Lightweight Concrete, *Jurnal Struktur*, USA.
- Moo, Y.H., K. Sellasie, D. Zeroka, dan G. Sabnis. 2003. Physical and chemical properties of recycled tire shreds for use in construction. *J.Environmental Engineering*, 129(10), 921-929.
- Reddy, K. R., Marella, A., and Stark, T. D. (2005). "Clogging potential of shredded scrap tire drainage layer in landfill cover systems." *Proc. International conference on energy, environment and disasters – INCED 2005*, Charlotte.
- Reddy, K. R., and Saichek, R. E. (1998a). "Characterization and performance assessment of shredded scrap tires as leachate drainage material in landfills." *Proc. the fourteenth international conference on solid waste technology and management, Philadelphia*.
- Reddy, K. R., and Saichek, R. E. (1998b). "Assessment of damage to geomembrane liners by shredded scrap tires." *Geotechnical testing J.*, 21(4), 307-316.
- Reddy, K.R. dan R.E. Saichek, 1998. Assesment of Damage to Geomembrane Liners by Shredded Scrap Tires, *Geotechnical Testing Journal*, Vol. 21, No 4, pp 307-316.
- Sugiharto, H., T. Gunawan., dan Y. Muntu. 2006. Penelitian Mengenai Peningkatan Awal Beton Pada Self Compacting Concrete, Dimensi Teknik Sipil, Universitas Petra, Surabaya.
- Yang, S., R.A. Lohnes, dan B.H. Kjartanson, 2002. Mechanical Properties of Shredded