

PENGARUH SERAT LIMBAH KARPET TERHADAP KUAT LENTUR BALOK BETON RINGAN DARI ALWA

Effect of Carpet Waste Fiber to The Flexural Strength of ALWA Lightweight Concrete Beams

Yanuar Haryanto

Jurusan Teknik Sipil, Universitas Jenderal Soedirman Purwokerto
Jl Mayjen Sungkono KM 5, Blater, Purbalingga, 53371 Telp. (0281) 6596700
email: yanuar_haryanto@yahoo.com

ABSTRAK

Artificial Lightweight Aggregate atau biasa disebut ALWA dapat digunakan sebagai agregat kasar untuk mendapatkan beton ringan. Di sisi lain, salah satu cara meningkatkan kinerja beton adalah dengan menambahkan serat pada campuran adukan beton. Makalah ini membahas pengaruh serat limbah karpet terhadap kuat lentur balok beton ringan dari ALWA. Pengujian dilakukan terhadap balok beton berukuran 15 cm x 15 cm x 60 cm dengan variasi volume fraksi serat limbah karpet 0%, 0,25%, 0,50%, 0,75%, dan 1,00%. Hasil pengujian menunjukkan bahwa serat limbah karpet mampu meningkatkan kuat lentur balok beton ringan dari ALWA sampai dengan 1,09 MPa atau meningkat sebesar 7,15%. Kadar serat limbah karpet yang optimum untuk mencapai kuat lentur yang maksimum adalah 0,47%. Dengan adanya serat limbah karpet, keruntuhan tidak terjadi secara tiba-tiba dengan nilai defleksi mengalami pengurangan sampai dengan 24,32%.

Kata kunci : ALWA, Beton ringan, Defleksi, Keruntuhan, Kuat lentur

ABSTRACT

Artificial Lightweight Aggregate or so-called ALWA can be used as coarse aggregate to obtain lightweight concrete. On the other hand, one way to improve the performance of concrete is by adding fiber to the concrete mix. This paper discusses the effect of waste carpet fiber to the flexural strength of ALWA lightweight concrete beams. Tests carried out on concrete beams measuring 15 cm x 15 cm x 60 cm with a variety of volume fraction of waste carpet fiber 0%, 0.25%, 0.50%, 0.75% and 1.00%. The test results showed that the waste carpet fiber can improve the flexural strength of ALWA lightweight concrete up to 1.09 MPa, an increase of 7.15%. Optimum volume fraction of carpet waste fiber to achieve the maximum flexural strength is 0.47%. With the carpet waste fiber, the failure does not occur suddenly with a value of deflection experienced a reduction of up to 24.32%.

Key word: ALWA, Lightweight concrete, Deflection, Failure, Flexural strength

PENDAHULUAN

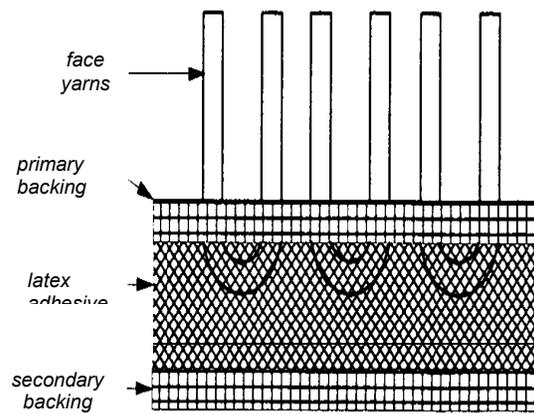
Beban-beban yang bekerja pada struktur, baik yang berupa beban gravitasi (vertikal) maupun beban-beban lain seperti beban angin (horisontal) atau juga beban karena susut dan beban karena perubahan suhu, menyebabkan adanya lentur dan deformasi pada elemen struktur. Pada elemen balok yang dikenai momen lentur positif, tegangan tekan akan terjadi di bagian atas dan tegangan tarik terjadi di bagian bawah penampang. Dalam upayanya meningkatkan kemampuan beton dalam menahan tegangan

tarik, telah banyak dikaji tentang penggunaan serat pada campuran adukan beton. Menurut [Suhendro \(1991\)](#), perilaku lentur balok beton dengan penambahan serat berbeda dari beton polos disebabkan oleh dua hal utama, yaitu; beton serat bersifat liat dalam mendukung tegangan desak, beton serat mempunyai kuat tarik yang cukup tinggi dan masih memiliki kemampuan tersebut meskipun telah terjadi retak-retak yang cukup lebar.

Menurut [Neville \(2011\)](#), beton ringan adalah beton yang mempunyai berat jenis di bawah 2,0 t/m³ karena pada dasarnya beton

biasa mempunyai berat jenis sekitar $2,4 \text{ t/m}^3$. Beton ringan digunakan terutama untuk mengurangi berat struktur itu sendiri dan mengurangi penghantaran panasnya (Tjokrodimuljo, 2009). Karena sifatnya yang ringan, Haryanto (2006) berpendapat bahwa pemakaian beton ringan sebagai bahan struktur dapat mendatangkan keuntungan tersendiri, yaitu mampu mereduksi beban yang akan diterima pondasi. Selain itu, beton ringan memiliki sifat lain seperti tidak menghantarkan panas, tahan api, mudah dibuat dan dikerjakan, namun merupakan bahan isolasi suara yang kurang baik (Ghambir, 1986). ALWA (*Artificial Lightweight Aggregate*) yang didefinisikan sebagai agregat buatan hasil pengolahan suatu jenis lempung (*shale*), yang mengembang dan membekah pada suhu pemanasan tertentu, dapat digunakan sebagai agregat kasar untuk mendapatkan beton ringan. Bahan baku ALWA cukup melimpah potensinya di Indonesia (Puskim, 2002).

Makalah ini bertujuan membahas pengaruh serat limbah karpet terhadap kuat lentur balok beton ringan dari ALWA. Bahan limbah yang sebagian besarnya merupakan serat dengan kandungan 50%-70% nilon dan 15% -25% polypropylene, merupakan produk sampingan dari industri karpet (Herlihy, 1997; Schmidt dan Cieslak, 2008; Joao, 2009). Hal tersebut mendorong perlunya pemanfaatan limbah karpet, salah satunya pada bidang rekayasa material dan struktur. Bagian karpet terdiri dari benang muka, lapisan utama, perekat, dan lapisan sekunder (Wang dkk, 1994) seperti terlihat pada Gambar 1. Pada kajian sebelumnya, (Haryanto dan Sudibyo, 2016) melaporkan bahwa penggunaan *superplasticizer* dapat meningkatkan kelecakan beton ringan dari ALWA dengan serat karpet hingga mencapai nilai *slump* 19 cm. Kuat tekan beton ringan dari ALWA dapat meningkat sampai dengan 14,73% pada volume fraksi serat limbah karpet 0,46%, sedangkan kuat tarik belah beton ringan dari ALWA dapat meningkat 75,18% pada volume fraksi serat limbah karpet 0,85%.



Gambar 1. Ilustrasi bagian-bagian karpet (Wang dkk, 1994)

Mohammadian dan Haghi (2013) memaparkan bahwa serat limbah karpet dalam campuran adukan beton menghasilkan kuat tekan yang rendah tetapi diiringi dengan peningkatan kekuatan lentur secara substansial. Kemampuan menyerap energi juga mengalami peningkatan. Lebih jauh dijelaskan bahwa kuat tekan yang rendah pada beton serat karpet ini akan menyebabkan penggunaannya dibatasi pada aplikasi struktur tertentu saja. Di lain pihak, Heniegal dkk (2014) mengemukakan bahwa dengan menambahkan serat limbah karpet sejumlah 0,5% mampu meningkatkan kuat lentur sekitar 16%. Peningkatan kuat lentur sebesar 17% dan 1,8% pada penambahan serat karpet 0,5% dan 1,0% juga dilaporkan oleh Abdul Awal dkk (2015), yang dibarengi dengan peningkatan kuat tarik belah secara signifikan, dan regangan susut yang sedikit lebih tinggi dari beton normal.

METODE PENELITIAN

Alat dan bahan

Peralatan yang digunakan pada kajian ini meliputi timbangan, ayakan, oven, *concrete mixer*, kerucut Abrams, cetakan balok beton, dan alat uji lentur (*Flexural Testing Machine*) yang dapat dilihat pada Gambar 2. Sedangkan bahan-bahan yang digunakan adalah semen, pasir, ALWA, serat limbah karpet, air, dan *superplasticizer*. ALWA dan serat limbah karpet dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 2. Flexural Testing Machine

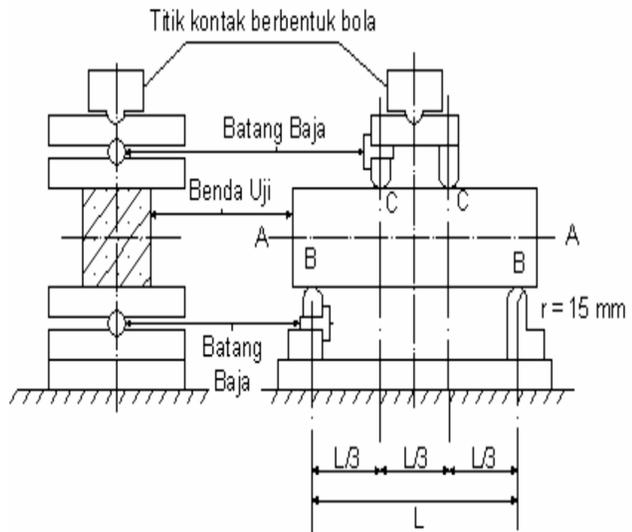


Gambar 3. ALWA dan serat limbah karpet

Pengujian

Benda uji yang digunakan berupa balok beton berukuran 15 cm x 15 cm x 60 cm dengan variasi kadar serat limbah karpet 0%, 0,25%, 0,50%, 0,75%, dan 1,00%, yang masing-masing dibuat sebanyak 3 buah. Pengujian yang dilakukan mengacu pada SNI 4431:2011 dimana beban diletakan pada setiap 1/3 bentang seperti dapat dilihat pada Gambar 4.

Prosedur pengujian dimulai dengan mengatur pembebanan untuk menghindari terjadinya benturan. Selanjutnya mengatur katup-katup pada kedudukan pembebanan dan kecepatan pembebanan yang tepat sehingga jarum skala pada mesin uji bergerak secara perlahan-lahan dengan kecepatan 8 kg/cm²-10 kg/cm² tiap menit. Kurangi kecepatan pembebanan pada saat menjelang patah yang ditandai dengan kecepatan gerak jarum pada skala beban agak lambat, sehingga tidak terjadi kejut. Hentikan pembebanan dan catat beban maksimum.

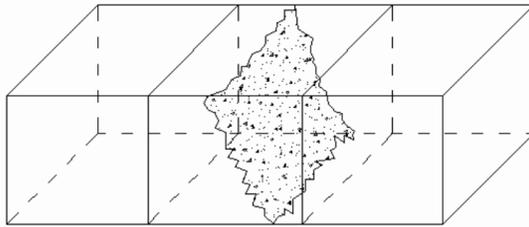


Gambar 4. Pengujian kuat lentur dengan dua titik pembebanan (SNI 4431: 2011)

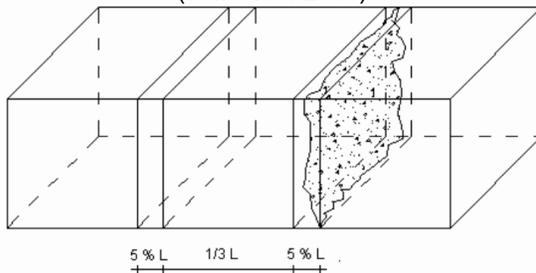
Untuk pengujian dimana bidang patah terletak di daerah pusat, yaitu daerah 1/3 jarak titik perletakan bagian tengah (Gambar 5), maka kuat lentur dihitung menurut Persamaan 1. Sedangkan untuk pengujian dimana patahnya benda uji berada di luar pusat atau di luar daerah 1/3 jarak titik perletakan bagian tengah, dan jarak antara titik patah kurang dari 5% dari jarak titik perletakan (Gambar 6), maka kuat lentur dihitung menurut Persamaan 2.

$$\sigma_l = \frac{P.L}{B.h^2} \dots\dots\dots (1)$$

$$\sigma_l = \frac{P.a}{b.h^2} \dots\dots\dots (2)$$

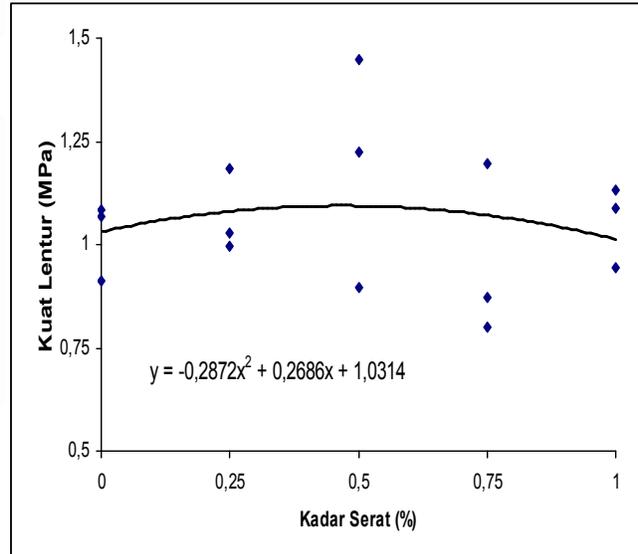


Gambar 5. Patah pada 1/3 bentang tengah (SNI 4431: 2011)



Gambar 6. Patah di luar 1/3 bentang tengah (SNI 4431: 2011)

serat limbah karpet dapat menaikkan nilai kuat lentur beton ringan dari ALWA sampai dengan 7,15 %. Serat akan menghambat penyebaran retak dan menjaga pasta beton tetap stabil menahan beban yang ada walaupun sudah retak (Haryanto, 2006). Hal tersebut yang menyebabkan kenaikan nilai kuat lentur beton ringan dari ALWA pada kajian ini.



Gambar 7. Hubungan kadar serat karpet dan kuat lentur

HASIL DAN PEMBAHASAN

Telah dilaporkan sebelumnya oleh Haryanto dan Sudibyo (2016) bahwa penggunaan ALWA menyebabkan berat jenis beton yang diperoleh memiliki nilai maksimal 1,94 t/m³, sehingga masih termasuk beton ringan yang dapat dipakai untuk struktur sedang, karena berat jenisnya kurang dari 2 t/m³ (Neville, 2011). Serat limbah karpet berpengaruh terhadap berat jenis beton, semakin banyak penambahan serat karpet maka berat jenis beton meningkat hingga mencapai kadar yang optimum yaitu sebesar 0,67%.

Kuat lentur

Kuat lentur beton ringan dari ALWA dengan serat limbah karpet cenderung lebih tinggi daripada kuat lentur beton ringan dari ALWA tanpa serat limbah karpet. Namun, semakin bertambahnya serat limbah karpet menyebabkan kuat lentur semakin menurun. Sebagaimana yang telah diketahui bahwa penambahan serat dapat menurunkan kelecakan adukan sehingga beton ringan akan cenderung menjadi tidak padat dan tidak mampat lagi. Hubungan kadar serat karpet dan kuat lentur seperti dapat dilihat pada Gambar 7 menunjukkan nilai optimum kuat lentur adalah 1,09 MPa untuk kadar serat limbah karpet sebesar 0,47 %. Terlihat bahwa penambahan

Keruntuhan

Apabila dilihat dari keruntuhan, patahnya balok beton ringan dari ALWA tanpa serat limbah karpet terjadi secara tiba-tiba dan tidak didahului tanda-tanda awal. Hal tersebut berbeda dengan keruntuhan beton ringan dari ALWA dengan serat limbah karpet. Sebelum mencapai beban maksimum, terjadi retak-retak terlebih dahulu. Balok tidak hancur berkeping-keping, tetapi hanya retak dan masih tetap menyatu seperti dapat dilihat pada Gambar 8. Hal ini menunjukkan bahwa serat limbah karpet menyebabkan keruntuhan bersifat tidak tiba-tiba atau lebih liat, dikarenakan dengan adanya penambahan serat beton menjadi lebih tahan retak serta tahan benturan (Tjokrodinuljo, 2009).

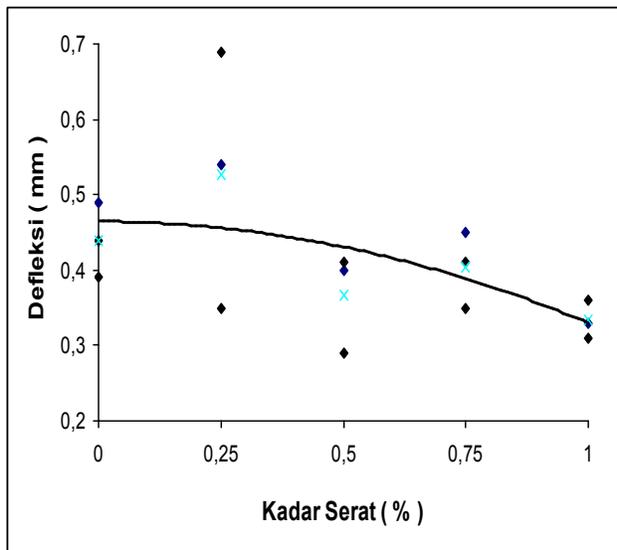
Defleksi

Hasil pengukuran defleksi memperlihatkan bahwa semakin besar kadar serat limbah karpet yang ditambahkan pada campuran adukan, defleksi balok beton ringan dari ALWA pada kajian ini semakin rendah. Rata-rata nilai defleksi terkecil terjadi pada balok beton ringan dari ALWA dengan kadar

serat limbah karpet 1% yaitu sebesar 0,33 mm, atau berkurang 24,32% dari rata-rata defleksi yang terjadi pada beton ringan dari ALWA tanpa serat limbah karpet. Hubungan antara kadar serat karpet dengan defleksi yang terjadi dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 8. Keruntuhan balok beton ringan dari ALWA dengan serat limbah karpet



Gambar 9. Hubungan kadar serat karpet dan defleksi

KESIMPULAN

Sebagai kesimpulan dari kajian ini dapat diuraikan bahwa penambahan serat karpet mampu meningkatkan kuat lentur balok beton ringan dari ALWA sampai dengan 1,09 MPa atau meningkat sebesar 7,15%. Kadar penambahan serat karpet yang optimum untuk mencapai kuat lentur yang maksimum adalah 0,47%. Dengan adanya serat karpet, keruntuhan tidak terjadi secara tiba-tiba dengan nilai defleksi mengalami pengurangan sampai dengan 24,32%.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdul Awal, A. S. M., Mohammadhosseini, H. and Hossain, M. Z., 2015, Strength, Modulus Of Elasticity And Shrinkage Behaviour Of Concrete Containing Waste Carpet Fiber, *Int. J. of GEOMATE*, Vol. 9, No. 1, pp. 1441 - 1446.
- Gambhir, M. L., 1986, *Concrete Technology*, Tata McGraw Hill Publishing Company Limited, New Delhi.
- Haryanto, Y., 2006, Kajian Ketahanan Kejut Beton Ringan Serat Aluminium dengan ALWA, *Dinamika Rekayasa*, Vol. 2 No.1, pp 36-42. Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto.
- Haryanto, Y. dan Sudibyo, G. H., 2016, Kuat Tekan Dan Kuat Tarik Belah Beton Ringan Dari ALWA Dengan Penambahan Serat Karpet, *Seminar Nasional Teknik Sipil XII*, Institut Teknologi Sepuluh November, Surabaya.
- Heniegal, A. M., El Habiby, F. F. and Hafez, R. D. A., 2014, Performance of Concrete Incorporating Industrial and Agricultural Wastes, *IOSR Journal of Engineering (IOSRJEN)*, Vol. 04, Issue 12, pp 01-011.
- Herlihy, J., 1997, Recycling in the Carpet Industry, *Carpet and Rug Industry*, pp 17-25.
- Joao, M. L. R., 2009, Effect of Textile Waste on the Mechanical Properties of Polymer Concrete, *Materials Research*, Vol. 12, pp 63-67.
- Mohammadian, M. and Haghi, A. K., 2013, Recycling and Reuse of Polypropylene Fiber Waste, *Materiale Plastice*, Vol. 50, No. 1, pp 12-17.
- Neville, A. M., 2011, *Properties of Concrete*, Fifth Edition, The English Language Book Society and Pitman Publishing, London.
- Puskim, 2002, *Pengembangan Lempung (Shale) untuk Agregat Ringan Buatan (ALWA)*, Modul Puskim, Jakarta.
- Schmidt, H. dan Cieslak, M., 2008, Concrete with carpet recycled: Suitability assessment by surface energy evaluation, *Waste Management* 28, pp 1182-1187.
- SNI 4431:2011, *Cara Uji Kuat Lentur Beton Normal Dengan Dua Titik Pembebanan*, Jakarta.
- Suhendro, B., 1991, Pengaruh Pemakaian Fiber Secara Parsial pada Perilaku dan Kapasitas Balok Beton Bertulang, *Seminar Mekanika Bahan Untuk Meningkatkan Potensi Bahan Lokal*,

- PAU Universitas Gadjah Mada,
Yogyakarta.
- Tjokrodinuljo, K., 2009, Teknologi Beton, Biro
Penerbit Teknik Sipil, Fakultas Teknik,
Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Wang, Y., Zureick, A. H., Cho, B. S. and Scott,
D. E., 1994. Properties of fiber
reinforced concrete using recycled
fibers from carpet industrial waste,
Journal of Materials Science 29(16),
4191–4199.

Yanuar Haryanto

Pengaruh Serat Limbah Karpet Terhadap Kuat Lentur Balok Beton Ringan Dari Abwa
