

PEMBUATAN BETON RINGAN DENGAN CRUMB RUBBER

LIGHTWEIGHT CONCRETE MAKING WITH RUBBER CRUMB

Dirga Wijaya¹, Darma Widjaja²

Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer Jurusan Teknik Sipil
Universitas Kristen Krida Wacana
¹blazexgsone@yahoo.com, ²darma.widjaja@ukrida.ac.id

Abstrak

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menguji secara eksperimental pembuatan beton ringan dengan menggunakan limbah karet yang berukuran kurang dari 3 mm atau disebut *crumb rubber* dan agregat ringan berupa lempung bekah yang diperoleh dari pecahan genteng. Pecahan genteng yang termasuk dalam kategori lempung bekah digunakan sebagai pengganti agregat kasar sebagian atau seluruhnya dengan variasi kadar 25%, 50%, 75%, dan 100%. *Crumb rubber* digunakan sebagai pengganti pasir secara keseluruhan. Faktor air semen divariasikan pada nilai 0,2; 0,3; 0,4; 0,5; 0,6; 0,7. Benda uji yang dibuat adalah benda uji silinder berukuran diameter 150 mm dan tinggi 300 mm. Pengujian tekan ketika umur benda uji mencapai 28 hari. Hasil dari penelitian menunjukkan bahwa beton ringan struktural dapat dibuat dengan menggunakan *crumb rubber* dan lempung bekah pada faktor air semen 0,2 dengan kadar penggantian agregat kasar dengan agregat ringan tidak melebihi 75%. Selain itu, penggunaan *crumb rubber* memberi pengaruh pada peningkatan *workability*, penurunan berat jenis, dan penurunan kuat tekan. Penggunaan bahan limbah pada campuran beton sangat berguna untuk mengurangi limbah yang tidak terpakai dan terus terakumulasi dengan jalan yang bermanfaat.

Kata Kunci: beton ringan, struktural, *crumb rubber*, genteng.

Abstract

This research focused on using waste rubber which size is less than three milimeters called crumb rubber to replace fine aggregate in concrete mixes. The purpose of this research was to investigate the development of lightweight concrete using crumb rubber as fine aggregate and expanded clay as lightweight aggregate with experimental approach. Expanded clay was used to partially replace or fully replace coarse aggregate. The percentage of replacement were 25%, 50%, 75%, and 100% of the mass of coarse aggregate used in concrete mixes while crumb rubber was used to replace the whole fine aggregate. The variations of water cement ratio were 0,2; 0,3; 0,4; 0,5; 0,6; and 0,7 in concrete mixes. The samples were cylinders with 150 mm in diameter and 300 mm in height. All samples were made and cured for 28 days and then tested to determine the compressive strength for each sample. The results showed that structural lightweight concrete could only be made with water cement ratio 0,2 and the maximum replacement of coarse aggregate was 75%. The use of crumb rubber in concrete mixes additionally increased the workability, decreased the unit weight and the compressive strength. The use of waste materials in concrete mixes was a good way to properly dispose waste materials that were continuously accumulating.

Keywords: lightweight concrete, structural, *crumb rubber*, expanded clay.

Tanggal Terima Naskah : 11 September 2014
Tanggal Persetujuan Naskah : 30 September 2014

1. PENDAHULUAN

Karet merupakan salah satu bahan baku yang digunakan untuk berbagai macam industri, seperti industri ban kendaraan. Namun, sisa-sisa dari hasil produksi dan bekas produk yang sudah tidak digunakan semakin meningkat dan menjadi limbah yang berdampak pada pencemaran lingkungan. Oleh karena itu, perlu adanya suatu upaya untuk melakukan proses daur ulang terhadap limbah karet agar volume limbah karet yang semakin meningkat dapat dikurangi sebagai upaya mencegah pencemaran lingkungan. Salah satu cara mengurangi limbah karet yang akan diteliti adalah menggunakannya sebagai agregat halus dalam campuran beton untuk membuat beton ringan. Sesuai dengan Standar Nasional Indonesia [1] Beton ringan merupakan campuran beton yang memiliki berat jenis maksimum sebesar 1.850 kg/m^3 sedangkan pada beton normal berat jenisnya adalah sebesar 2.200 kg/m^3 sampai 2.500 kg/m^3 .

Proses pembuatan beton ringan dapat dilakukan dengan tiga cara, yaitu (1) Penggunaan bahan aditif *air-entraining agent* yang berfungsi untuk membuat gelembung udara di dalam campuran beton sehingga beton menjadi berongga dan mengalami penurunan berat jenis, (2) dengan cara melakukan penggantian agregat kasar maupun agregat halus dengan material pengganti yang memiliki berat jenis lebih kecil dibandingkan dengan agregat-agregat yang biasa digunakan, dan (3) dengan cara tidak menggunakan agregat halus pada beton. Selain dari segi berat jenis, beton ringan yang akan diteliti juga diharapkan untuk memenuhi kategori beton ringan struktural, yakni beton ringan yang memiliki kekuatan tekan lebih dari 17,24 MPa.

Limbah karet yang akan digunakan adalah limbah karet berupa *crumb rubber*. *Crumb rubber* adalah remah-remah hasil penggilingan dari bahan atau benda yang terbuat dari karet yang sudah tidak terpakai lagi. *Crumb rubber* memiliki ukuran maksimum diameter sebesar tiga milimeter dan berat jenisnya berkisar antara $0,7 \text{ g/cm}^3$ sampai $1,1 \text{ g/cm}^3$. Untuk mendukung pembuatan beton ringan dengan menggunakan *crumb rubber* digunakan juga agregat ringan sebagai pengganti dari agregat kasar yang jumlahnya akan divariasikan. Dalam penelitian ini dipilih pecahan genteng yang dapat dikategorikan dalam kategori lempung bekah, yakni lempung yang mengalami proses pemanasan sebagai agregat ringan.

Malek K. Batayneh et. al. [2] menyatakan bahwa penggunaan *crumb rubber* akan mengurangi berat jenis campuran beton sehingga beton dapat mencapai kategori beton ringan. Namun, penurunan nilai kekuatan dari penggunaan *crumb rubber* tidak bisa dihindari. Campuran beton yang menggunakan *crumb rubber* menghasilkan beton dengan kisaran berat jenis $1.740 - 2.200 \text{ kg/m}^3$ dan dengan kisaran kuat tekan 2,5 MPa-18,96 MPa.

Sifat mekanis dan sifat fisis campuran beton yang dicampur dengan *crumb rubber* ditunjukkan pada penelitian yang dilakukan oleh J.N. Eiras et al [3] bahwa penggunaan *crumb rubber* akan mengakibatkan campuran beton mengalami penurunan berat jenis, penurunan kekuatan seperti kekuatan tekan, kuat lentur, kuat tarik. Namun campuran yang dihasilkan mengalami peningkatan kelecakan (*workability*) dan peningkatan ketahanan terhadap penetrasi ion klorida, beban kejut, dan peningkatan ketahanan termal.

Penelitian yang dilakukan oleh S. Talukdar [4] menyatakan bahwa penambahan *crumb rubber* pada campuran beton akan meningkatkan kandungan udara yang ada pada campuran beton sehingga perlu diperhatikan untuk penggunaan *defoaming agent* saat pembuatan campuran beton. Kemudian N. J. Azmi et al [5] dalam penelitiannya memberikan kesimpulan bahwa kuat tekan dari campuran beton terus menurun seiring dengan meningkatnya penggunaan *crumb rubber* yang digunakan untuk menggantikan agregat halus. Namun penggunaan *crumb rubber* meningkatkan kelecakan (*workability*) sehingga campuran beton lebih mudah dikerjakan meskipun dengan penggunaan rasio air semen yang kecil.

2. METODE PENELITIAN

Eksperimen dilakukan di laboratorium PT Subur Brothers dengan mengikuti standar sebagai berikut:

- 1) Pengujian bahan mengikuti SNI 03-1750-1990 Mutu dan Cara Uji Agregat Beton
- 2) Pengujian nilai slump mengikuti SNI 03-1972-1990 Cara Pengujian Nilai Slump
- 3) Pembuatan rencana campuran mengikuti SNI 03-2834-2000 Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal (Berdasarkan keterangan Neville dalam buku *Concrete Technology*, hal. 385) [6]
- 4) Pengujian kuat tekan mengikuti SNI 03-1974-1990 tentang Metode Pengujian Kuat Tekan Beton.

Material-material yang akan digunakan dalam pembuatan beton ringan dengan menggunakan *crumb rubber* ini terdiri dari:

- 1) Agregat Kasar
Agregat kasar yang digunakan adalah kerikil dan batu pecah.
- 2) Agregat Ringan
Agregat ringan yang digunakan adalah pecahan genteng yang termasuk dalam golongan lempung bekah.
- 3) Semen
Semen yang digunakan dalam penelitian ini adalah semen Portland Tipe I.
- 4) Agregat halus
Agregat halus yang digunakan adalah *crumb rubber* sebagai pengganti pasir secara keseluruhan.

Dengan spesifikasi material sebagai berikut:

- 1) Kerikil
Kerikil yang digunakan adalah kerikil dengan ukuran maksimum sebesar 20 mm.
- 2) Batu Pecah
Batu pecah yang digunakan adalah batu pecah dengan ukuran maksimum sebesar 20 mm.
- 3) Pecahan Genteng
Pecahan genteng diperoleh dengan cara menumbuk genteng hingga berukuran sekitar 50 mm, kemudian diproses dengan menggunakan mesin Los Angeles dan diputar sebanyak 100 putaran dengan tujuan untuk menghilangkan ujung runcing dari pecahan genteng. Hasil dari mesin Los Angeles kemudian diayak dan yang digunakan sebagai pengganti agregat kasar yang digunakan dalam penelitian ini adalah pecahan genteng dengan gradasi ukuran maksimum 20 milimeter.
- 4) *Crumb rubber*
Crumb rubber yang digunakan merupakan karet dari ban yang sudah tidak terpakai dan digiling dengan menggunakan mesin hingga memiliki ukuran maksimum 3 mm.
- 5) Semen
Semen yang digunakan adalah semen portland Tipe I, yakni semen Portland untuk penggunaan umum tanpa ada persyaratan khusus dengan merk semen Holcim.

Benda uji yang dibuat divariasikan pada banyaknya persentase agregat kasar yang disubstitusi dengan pecahan genteng dan pada faktor air semen. Substitusi pecahan genteng yang dilakukan adalah sebesar 25%, 50%, 75%, dan 100% dari berat agregat kasar yang digunakan sedangkan faktor air semen dibuat pada nilai 0,2; 0,3; 0,4; 0,5; 0,6; 0,7. Untuk setiap varian akan dibuat masing-masing tiga sampel berbentuk silinder berdiameter 15 cm dan tinggi 30 cm dengan jumlah total sampel sebanyak 144 buah.

Sebelum pengecoran dilakukan, setiap material akan diuji terlebih dahulu. Untuk agregat kasar dan agregat ringan pengujian yang dilakukan adalah pengujian berat isi, kadar air, kadar lumpur, berat jenis dan penyerapan, gradasi dan keausan. Untuk agregat halus pengujian yang dilakukan adalah pengujian berat isi, kadar air, kadar organik, berat jenis, dan penyerapan, serta pengujian gradasi. Untuk semen akan

dilakukan pengujian berat jenis. Pengecoran dilakukan secara manual dengan diaduk menggunakan tangan hingga seluruh permukaan agregat yang dicampur terbasahi dan campuran dapat mengalir lambat. Hasil adukan kemudian akan diuji nilai *slump*-nya untuk mengetahui kelecakan (*workability*) dari campuran. Sampel hasil cor kemudian dilepas dari cetaknya setelah 24 jam dan dilakukan proses *curing* dengan cara direndam hingga sampel beton berusia 28 hari. Pengujian kekuatan tekan terhadap *sample* yang telah dibuat hanya dilakukan pada usia beton 28 hari.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Pengaruh terhadap *Workability* dan Berat Jenis

Dapat dilihat pada tabel 1 bahwa hasil perbandingan antara campuran beton yang menggunakan *crumb rubber* sebagai agregat halus dengan campuran beton yang menggunakan pasir sebagai agregat halus menunjukkan perbedaan pada besarnya nilai *slump*. Pada setiap nilai faktor air semen yang sama, nilai *slump* yang diperoleh pada campuran beton yang menggunakan *crumb rubber* sebagai agregat halus, lebih besar dibandingkan dengan campuran beton yang menggunakan pasir sebagai agregat halus. Hal ini disebabkan karena berat jenis *crumb rubber* lebih ringan dari berat jenis pasir dan tekstur *crumb rubber* juga lebih lembut dari pasir sehingga pada saat proses pengerjaannya campuran beton yang menggunakan *crumb rubber* lebih mudah dikerjakan. Oleh karena itu, penggunaan *crumb rubber* dapat meningkatkan *workability* dari campuran beton yang dibuat.

Tabel 1 Perbandingan nilai slump pada penggunaan *crumb rubber* dan pasir untuk campuran beton

Perbandingan Campuran	Nilai <i>Slump</i> Pada Faktor Air Semen					
	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7
Pecahan Genteng	10	11	12	12	13	14
<i>Crumb Rubber</i>						
Pecahan Genteng	6	6	7	7	8	9
Pasir						

Tabel 2 Berat isi campuran beton

Perbandingan Campuran	Berat Isi Rata-Rata (kg/m ³)
Batu Tak Dipecahkan 75%	1823,84
Pecahan Genteng 25%	
Batu Pecah 75%	1701,24
Pecahan Genteng 25%	
Batu Tak Dipecahkan 50%	1533,54
Pecahan Genteng 50%	
Batu Pecah 50%	1447,35
Pecahan Genteng 50%	
Batu Tak Dipecahkan 25%	1823,92
Pecahan Genteng 75%	
Batu Pecah 25%	1701,58
Pecahan Genteng 75%	

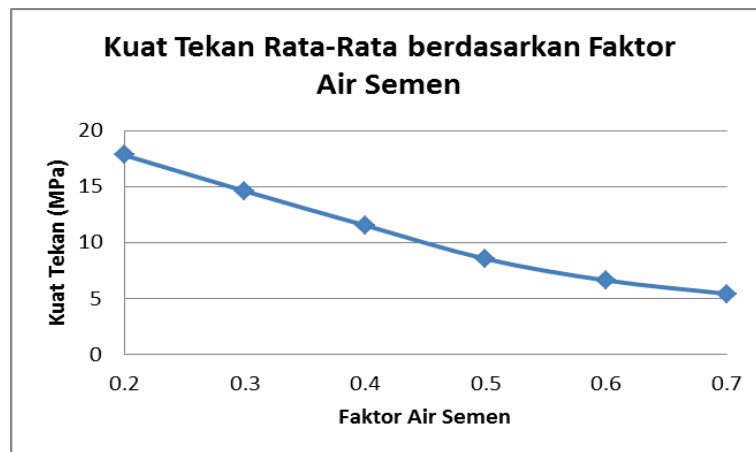
Tabel 2 Berat isi campuran beton (lanjutan)

Perbandingan Campuran	Berat Isi Rata-Rata (kg/m ³)
Batu Tak Dipecahkan 0%	1532,19
Pecahan Genteng 100%	
Batu Pecah 0%	1449,62
Pecahan Genteng 100%	

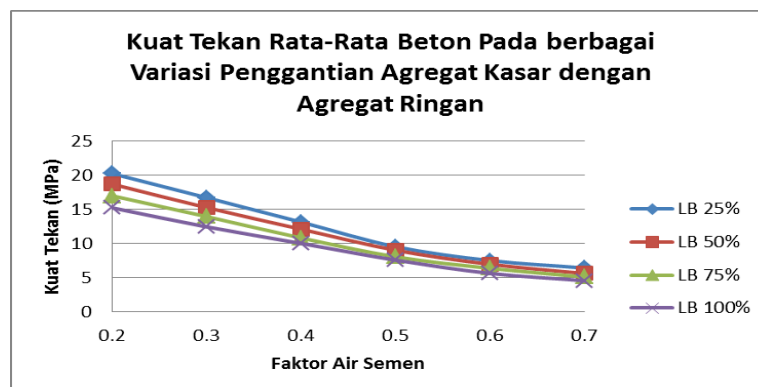
Seluruh campuran memberikan nilai berat isi yang memenuhi kriteria beton ringan, yakni di bawah 1.850 kg/m³ dikarenakan penggunaan *crumb rubber* dan agregat ringan yang memiliki berat jenis lebih rendah dari agregat biasa membuat berat jenis campuran beton menjadi berkurang. Oleh karena itu, *crumb rubber* dapat digunakan sebagai agregat halus untuk membuat beton ringan.

3.2 Pengaruh terhadap nilai kuat tekan

Dari hasil uji kuat tekan yang dilakukan, besarnya nilai kuat tekan memiliki nilai maksimum 21,29 MPa dan nilai minimum 4,56 MPa. Dengan cara membuat rata-rata pada nilai kuat tekan campuran dengan faktor air semen yang sama, diketahui bahwa kuat tekan yang besar diperoleh pada campuran dengan faktor air semen yang kecil dan terus menurun seiring dengan penambahan faktor air semen. Semakin kecil faktor air semen maka kuat tekan yang dihasilkan akan semakin besar.

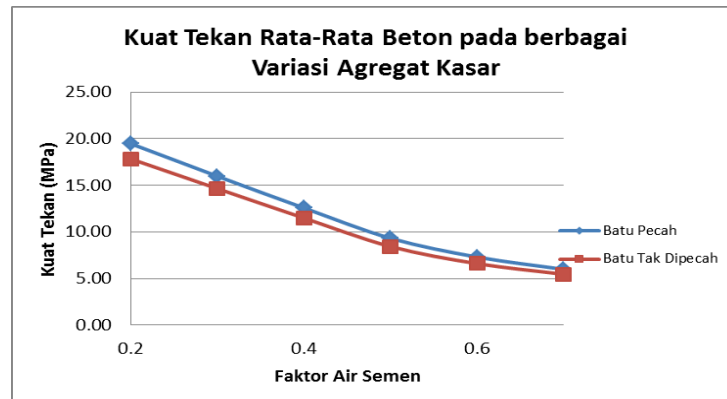


Gambar 1 Grafik kuat tekan rata-rata terhadap faktor air semen



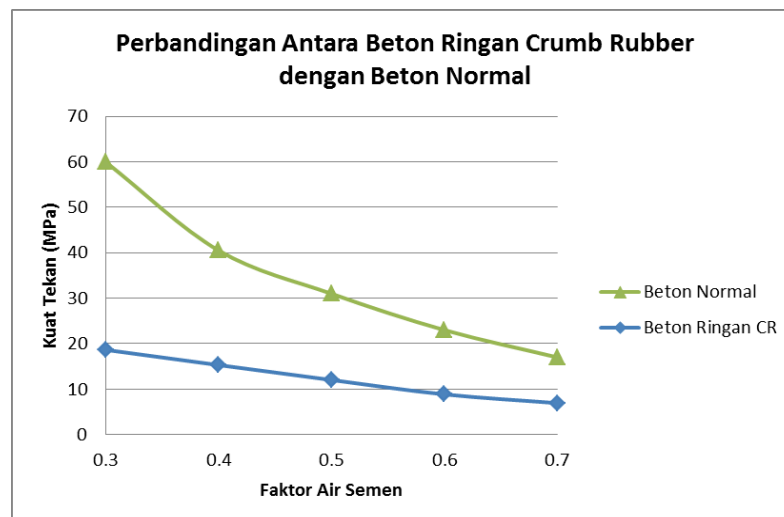
Gambar 2 Grafik kuat tekan rata-rata beton pada berbagai variasi penggantian agregat kasar dengan lempung bekah

Dengan cara mencari rata-rata kuat tekan pada benda uji yang tersusun atas batu pecah dan batu tidak dipecah yang memiliki faktor air semen yang sama, maka diketahui bahwa besarnya rata-rata penurunan pada setiap kenaikan 25% jumlah agregat kasar yang digantikan dengan agregat ringan, rata-rata penurunan kuat tekan yang terjadi adalah sebesar 9.05%.



Gambar 3 Grafik kuat tekan rata-rata pada berbagai variasi agregat kasar

Dari hasil rata-rata kuat tekan pada benda uji dengan variasi penggantian agregat kasar dengan lempung bekah yang memiliki faktor air semen yang sama, kemudian dihitung besarnya penurunan nilai kuat tekan karena penggunaan batu pecah dan batu yang tidak dipecah. Campuran beton yang menggunakan batu tidak dipecah mengalami penurunan nilai kuat tekan sebesar 8,9% dari campuran beton yang menggunakan batu pecah sebagai agregat kasarnya.



Gambar 4 Grafik perbandingan kuat tekan beton normal dengan beton ringan *crumb rubber*

Besarnya nilai kuat tekan dari beton ringan yang dihasilkan nilainya lebih rendah bila dibandingkan dengan beton normal. Dengan menghitung nilai rata-rata kuat tekan pada beton yang memiliki besar faktor air semen yang sama, besarnya rata-rata penurunan kuat tekan yang terjadi kemudian dihitung. Besar rata-rata penurunan kekuatan tekan adalah sebesar 62,57%.

Penggunaan *crumb rubber* dan agregat ringan untuk menurunkan nilai berat jenis dari beton berdampak pada penurunan kekuatan yang cukup besar dari beton

normal. Untuk itu dalam membuat beton ringan struktural dengan menggunakan *crumb rubber* dapat difokuskan pada nilai faktor air semen yang rendah seperti 0,2 serta jumlah kadar agregat ringan yang digunakan untuk menggantikan agregat kasar tidak melebihi 75%.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengolahan data yang telah didapat dan pembahasan, maka dari penelitian pembuatan beton ringan dengan *crumb rubber* dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

- 1) *Crumb rubber* dan pecahan genteng dapat digunakan sebagai agregat halus untuk membuat beton dengan kategori beton ringan.
- 2) Dalam membuat beton ringan struktural dengan menggunakan *crumb rubber* dapat difokuskan pada nilai faktor air semen yang rendah, seperti 0,2 serta jumlah kadar agregat ringan yang digunakan untuk menggantikan agregat kasar tidak melebihi 75% agar kriteria kekuatannya dapat tercapai.
- 3) Penggunaan *crumb rubber* dapat meningkatkan *workability* dari campuran beton yang dibuat.
- 4) Setiap kenaikan 25% jumlah agregat kasar yang digantikan dengan agregat ringan, rata-rata penurunan kuat tekan yang terjadi adalah sebesar 9.05%.
- 5) Campuran beton yang menggunakan batu tidak dipecah mengalami penurunan kuat tekan sebesar 8,9% dari campuran beton yang menggunakan batu pecah.
- 6) Besarnya rata-rata penurunan kekuatan tekan dari beton normal ke beton ringan dengan *crumb rubber* adalah sebesar 62,57%.

REFERENSI

- [1]. Standar Nasional Indonesia 03-2834-2000. 2000. Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal. Badan Standarisasi Nasional Indonesia.
- [2]. Batayneh, M.K., et al. 2007. Promoting The Use Of Crumb Rubber Concrete in Developing Countries. Elsevier Waste Management.
- [3]. Eiras, J.N., et al. 2014. Physical and Mechanical Properties of Foamed Portland Cement Composite Containing Crumb Rubber from Worn Tires. Universitas Politecnica de Valencia Institutional Repository.
- [4]. Standar Nasional Indonesia 3402-2008. 2008. Cara Uji Berat Isi Beton Ringan Struktural. Badan Standarisasi Nasional Indonesia.
- [5]. Azmi, N.J. et al. 2008. Engineering Properties of Concrete Containing Recycled Tire Rubber. International Conference on Construction and Building Technology.
- [6]. Neville, A.M. 2010. Concrete Technology: 2nd Edition. Pearson Education Limited: United Kingdom.