

INFLUENT OF RECYCLED CONCRETE AGGREGATE TO CHARACTERISTIC COMPRESSING STRENGTH OF CONCRETE

PENGARUH PENGGUNAAN *RECYCLED CONCRETE AGGREGATE* TERHADAP KUAT TEKAN KARAKTERISTIK BETON

Irma Aswani Ahmad

Staf Pengajar Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Negeri Makassar

E-mail: irmaaswani_lakampi@yahoo.com

ABSTRACT

Waste unload from burnt building is usual remains materials thrown or wearied as hoard. These days the waste start to be used return as course aggregate and recognized by recycled concrete aggregate, on the chance of can yield the concrete with the strength as equal as to normal concrete. This research was done to know the influence of using recycled concrete aggregate to the characteristic compression strength of concrete. Test object use recycled concrete aggregate with portion of 50% and 100% from course aggregate volume, each counted 20. Rest of object test counted 20 use 100% normal aggregate to experience of and used as control object test. Measurement of course aggregate's diameter was maximum 20 mm. Characteristic compression strength of sample A0, A1 and A2 successively is 317,7710 kg/cm², 208,3314 kg/cm², and 209,5204 kg/cm². The strength of sample A0 was higher 109,4396 kg/cm² or 34,44% compared to the sample A1 and also higher 108,2506 kg/cm² or equal to 34,07% compared to the sample A2. Although the decrement happened, sample A1 and A2 still reached class II of concrete quality.

Keywords: recycled concrete aggregate, compression, strength

ABSTRAK

Limbah dari material bangunan pasca bakar biasanya digunakan sebagai material timbunan bahkan sering dibuang begitu saja. Saat ini limbah mulai digunakan sebagai agregat kasar dan dikenal dengan agregat daur ulang beton, dengan harapan dapat hasil sesuai dengan kekuatan sama dengan *normal concrete*. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh penggunaan agregat daur ulang beton terhadap kuat tekan karakteristik beton. Benda uji menggunakan agregat daur ulang beton dengan 50% dan 100% volume agregat kasar beton, dengan 20 benda uji. Sisa 20 benda ujia menggunakan 100% agregat yang normal untuk digunakan sebagai control benda uji. Ukuran agregat-agregat kasar berdiameter maksimum 20 mm. Kuat tekan karakteristik beton dari sampel A0, A1, dan A2 secara berurutan sebesar 317,7710 kg/cm², 208,3314 kg/cm², dan 209,5204 kg/cm². Kekuatan sampel A0 lebih tinggi 109,4396 kg/cm² atau 34,44% dibanding dengan sampel A1 dan juga lebih tinggi 108,2506 kg/cm² atau sesuai dengan 3407% di-banding dengan sampel A2. Meskipun penurunan tersebut terjadi, sampel A1 dan A2 masih dalam daerah kualitas beton klas II.

Kata-kata kunci: recycled concrete aggregate, kekuatan, tekan

PENDAHULUAN

Penggunaan puing-puing beton limbah bongkaran bangunan yang telah terbakar sebagai agregat kasar biasa dikenal dengan *recycled concrete aggregate*. Pecahan beton ini diharapkan dapat menjadi bahan pilihan lain agregat penyusun beton sehingga beton yang dihasilkan mempunyai kekuatan yang sama dengan beton konvensional (beton normal) yang menggunakan agregat alami.

Kerusuhan yang melanda Indonesia mulai dari tahun 1998 lalu mengakibatkan kerusakan yang parah pada berbagai bangunan akibat terjadinya kebakaran. Pihak-pihak yang direpotkan setelah kebakaran, tidak hanya para pemilik bangunan saja, tetapi merembet kepada ahli struktur (teknik sipil), para pengacara hukum, kepolisian maupun perusahaan asuransi yang terkait.

Bangunan yang telah terbakar akan dianalisis oleh ahli struktur untuk mengetahui kekuatan sisa yang masih tersedia. Apabila kekuatan tersebut masih kuat maka bangunan dapat digunakan kembali, tetapi jika tidak maka bangunan akan direnovasi sebagian atau bahkan ada yang dibongkar total. Sebagai akibat dari pembongkaran tersebut juga dihasilkan *waste concrete*.

Pecahan beton limbah bongkaran bangunan yang telah terbakar tersebut sering hanya menjadi timbunan atau bahkan tidak digunakan sama sekali. Atas dasar pemikiran tersebut timbul keinginan untuk memanfaatkan kembali pecahan beton yang telah terbakar tersebut sebagai bahan alternatif agregat kasar bahan

campuran beton yang dikenal dengan istilah *recycled concrete aggregate*.

Berdasarkan hal tersebut di atas, maka permasalahan dalam penelitian ini adalah bagaimana kekuatan beton yang dihasilkan dengan menggunakan puing-puing beton limbah bongkaran bangunan yang telah terbakar sebagai *recycled concrete aggregate*. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat bagi teknologi beton, khususnya dalam bongkaran bangunan pasca bakar menjadi *recycled concrete aggregate*.

TINJAUAN PUSTAKA

Agregat

Murdock dan Brook (1999) memberikan gambaran bahwa pada umumnya kerikil-kerikil sungai seragam dalam tebalnya dan deposit dapat dieksploitasi dari 1 meter sampai 6 meter. Deposit sungai masih merupakan yang paling umum dan memenuhi syarat, karena deposit ini mempunyai gradasi yang konsisten sebagai hasil dari daya seleksi oleh sungai. Biasanya berbentuk bulat, tak teratur, dan gaya kikis selama transportasi oleh aliran sungai dan pengendapan sesudahnya menghasilkan eliminasi partikel yang lemah.

Agregat kasar dapat diartikan sebagai bahan pengisi campuran beton yang merupakan butiran mineral keras berukuran an-

tara 5-80 mm, memiliki gradasi yang baik, mempunyai ikatan yang baik dengan gel semen (memenuhi persyaratan tentang pemeriksaan agregat kasar sebagai bahan campuran beton).

Agregat kasar dilihat dari jenisnya secara umum dibagi atas batu pecah alami, kerikil alami dan agregat kasar buatan.

Batu Pecah Beton (*Recycled Concrete Aggregate*)

Pada saat pembongkaran bangunan lama timbul banyak puing dan sampah. Makin lama masa penggunaan bahan dan bagian bangunan makin kecil kemungkinan menimbulkan sampah dan puing. Sampah dan puing tersebut dapat mencemari lingkungan (Frick dan Koesmartadi, 2003).

Penggunaan kembali bahan bongkaran atau limbah setelah melalui suatu proses dikenal dengan istilah daur ulang (*recycling*). *Recycling* adalah pengolahan kembali bahan dalam suatu struktur tertentu dan memasang atau menggunakan kembali setelah melalui suatu proses tertentu.

Beton yang dihasilkan dari daur ulang bongkaran beton disebut beton *recycling* (*recycled concrete*). Beton *recycling* adalah campuran antara semen portland atau semen hidrolis lainnya, air, agregat halus, dan agregat pecahan beton bertulang (hasil pecahan manual atau produksi mesin pemecah batu) dengan atau tanpa bahan tambah yang membentuk massa padat dengan perbandingan tertentu. Proses pemanfaatan bahan bangunan tersebut dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Proses Pemanfaatan Bahan Bangunan (Frick dan Koesmartadi, 2003)

Hasil penelitian oleh Hansen dan Boegh (1985), kuat tekan beton *recycling* menggunakan fas 0,4; 0,7; dan 1,2 berturut-turut adalah 43,1 MPa; 29,1 MPa; dan 12,8 MPa. Semakin tinggi nilai fas semakin rendah kekuatan yang dihasilkan.

Menurut Dora dan Budelmann (1995), bahan batu pecah beton daur ulang yang berkualitas memiliki kepadatan butiran 2,1 – 2,4 kg/dm³ dan menurut Jawatan Standarisasi Eropa (CEN TC 154) menetapkan nilai kepadatan butiran bahan daur ulang adalah 2,0 kg/dm³.

Penelitian yang dilakukan oleh Susanto (1997) mengenai beton daur ulang dari bahan pecahan silinder beton ada fas tetap 0,55 dengan kuat tekan silinder beton asal 30 MPa pada variasi kadar agregat daur ulang 100% memberikan hasil kuat tekan maksimum pada umur 28 hari sebesar 25,10 MPa dan pada variasi kadar agregat daur ulang 0% memberikan hasil kuat tekan maksimum 30,07 MPa. Dari penelitian tersebut nampak bahwa pemakaian batu pecah beton sebagai agregat kasar dari bahan silinder beton mengalami penurunan kekuatan hingga 16,46% dari mutu beton semula.

Menurut Siswanto dan Wiratno (2000), dari hasil penelitian laboratorium menunjukkan bahwa pemakaian agregat batu pecah beton mempunyai berat jenis 2,32 – 2,44, berat satuan 1,15 – 1,25 gr/cm³, nilai kekerasan 17,18 – 19,15 %, nilai keausan 36,38 – 37,95 %, dan penyerapan air 4,73 – 6,33 %. Beton yang dihasilkan mempunyai berat jenis 2,21 – 2,52 dengan kuat tekan beton maksimal 39,89 MPa pada fas 0,40.

Kuat Tekan Beton

Dalam SK SNI M - 14 -1989 - E dijelaskan pengertian kuat tekan beton yakni kuat tekan beton adalah besarnya beban per satuan luas yang menyebabkan benda uji beton hancur bila dibebani dengan gaya tekan tertentu, yang dihasilkan oleh mesin tekan. Selanjutnya Mulyono (2003) mengemukakan bahwa kuat tekan beton mengidentifikasi mutu dari sebuah struktur di mana semakin tinggi tingkat kekuatan struktur yang dikehendaki, maka semakin tinggi pula mutu beton yang dihasilkan.

Kekuatan tekan karakteristik σ'_{bk} dihitung $\sigma'_{bk} = \sigma'_{bm} - 1,64.s$ dengan taraf signifikansi 5%. Adapun faktor lain yang dapat mempengaruhi mutu dari kekuatan beton seperti yang dikemukakan oleh Mulyono (2003) yaitu: (1) proporsi bahan penyusun, (2) metode pencampuran, (3) perawatan, dan (4) keadaan pada saat pengecoran.

Dalam Peraturan Beton Bertulang Indonesia 1971 N.I.-2 (1971) dijelaskan kelas dan mutu beton yang disajikan pada Tabel 1.

Beton Kelas I adalah beton untuk pekerjaan non-struktural. Untuk pelaksanaannya tidak diperlukan keahlian khusus. Pengawasan mutu hanya dibatasi pada pengawasan ringan terhadap mutu bahan-bahan, sedangkan terhadap kekuatan tekan tidak disyaratkan pemeriksaan. Mutu beton Kelas I dinyatakan dengan Bo.

Beton Kelas II adalah beton untuk pekerjaan struktural secara umum. Pelaksanaannya memerlukan keahlian yang cukup dan harus dilakukan di bawah pimpinan tenaga ahli. Beton Kelas II di bagi dalam mutu standar : B1, K125, K175, dan K225. Pada mutu B1, pengawasan mutu hanya dibatasi pada pengawasan sedang terhadap mutu bahan, sedangkan terhadap kekuatan tekan tidak disyaratkan pemeriksaan. Pada mutu K125, K175, dan K225, pengawasan mutu terdiri dari pengawasan yang ketat terhadap mutu bahan dengan mengharuskan pemeriksaan kekuatan tekan beton secara kontinyu.

Beton Kelas III adalah beton untuk pekerjaan struktural di mana di pakai mutu beton dengan kekuatan tekan karakteristik yang lebih tinggi dari 225 kg/cm². Pelaksanaannya memerlukan keahlian khusus dan harus dilakukan di bawah pimpinan tenaga ahli. Disyaratkan adanya laboratorium beton dengan peralatan yang lengkap yang dilayani oleh tenaga ahli yang dapat melakukan pengawasan mutu beton secara kontinyu. Mutu beton kelas III dinyatakan dengan huruf K dengan angka di belakangnya yang menyatakan kekuatan karakteristik beton yang bersangkutan.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini adalah penelitian eksperimen. Lokasi penelitian di Laboratorium Teknologi Bahan Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan Fakultas Teknik Universitas Negeri Makassar.

Benda uji yang digunakan berbentuk silinder beton dengan ukuran seragam yaitu 15 cm x 30 cm, dengan campuran semen : agregat halus : agregat kasar adalah 1:2:3 menggunakan faktor air semen 0,5. Jenis semen dan agregat halus sama untuk semua benda uji, sedangkan agregat kasar terdiri dari dua jenis yaitu batu pecah alami dan *recycled concrete aggregate* (berasal dari bongkaran bangunan beton pasca kebakaran). Benda uji menggunakan dengan *recycled concrete aggregate* dengan porsi 50% (benda uji A1) dan 100% dari volume agregat kasar (benda uji A2), masing-masing sebanyak 20 buah. Sisa benda uji sebanyak 20 buah

menggunakan 100% batu pecah alami (benda uji A0) dan digunakan sebagai benda uji pengontrol. Ukuran diameter agregat kasar yang digunakan maksimum berdiameter 20 mm.

Adapun alat yang digunakan adalah *specific gravity* dan *absorption of coarse aggregate test set*, untuk mengukur berat jenis dan daya serap *recycled concrete aggregate*; *Los Angeles Abrasion Machine*, untuk mengukur keausan *recycled concrete aggregate*; *cylinder mould*, untuk mal pembuatan benda uji; *mixer concrete*, untuk mencampur adukan beton; *slump test*, digunakan untuk mengukur kelecakan dari beton segar; dan *Universal Testing Machine (UTM)*, digunakan untuk uji tekan benda uji.

Untuk mengetahui kuat tekan beton digunakan rumus :

$$f = \frac{P}{A} \quad (1)$$

dengan:

- f = kuat tekan(kg/cm²)
- P = gaya tekan (kg)
- A = luas penampang silinder (cm²)

Dari nilai kuat tekan yang didapat dihitung kuat tekan rata-ratanya (*f'cr*). Kuat tekan karakteristik beton (*f'c*) akan dihitung setelah menghitung standar deviasi yang terjadi, dengan menggunakan rumus di bawah ini :

$$f'c = f'cr - 1,64.Sd \quad (2)$$

dengan:

- f'c = kuat tekan karakteristik
- f'cr = kuat tekan rata-rata
- Sd = standar deviasi

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan data, dihitung besarnya kuat tekan karakteristiknya, disajikan rekapitulasi kuat tekan karakteristik serta standar deviasi pada Gambar 2.

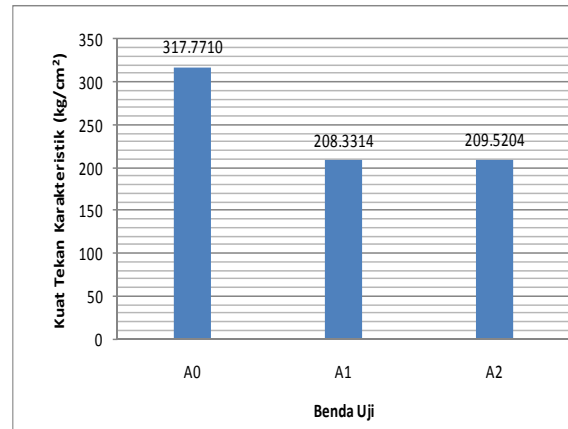
Nilai kuat tekan maksimal hasil uji tekan jika dibagi dengan luas permukaan yang ditekan akan menghasilkan kuat tekan beton ($f = P/A$). Pada Tabel 2 disajikan nilai kuat tekan beton.

Nilai standar deviasi untuk masing-masing benda uji adalah 8,26 kg/cm², 2,75 kg/cm² dan 3,92 kg/cm². Hal ini memperlihatkan mutu pencampuran beton yang sangat baik.

Kuat tekan karakteristik menghasilkan nilai yang relatif sama dengan kuat tekan rata-rata. Secara garis besar, benda uji yang menggunakan agregat dari bongkaran bangunan yang telah terbakar kuat tekan karakteristiknya lebih rendah. Untuk beton uji A1 lebih rendah sebesar 109,4396 kg/cm² atau 34,44% dibandingkan dengan benda uji A0. Sedangkan untuk benda uji A2

juga lebih rendah dari benda uji A0 sebesar 108,2506 kg/cm² atau sebesar 34,07%. Penurunan ini juga diakibatkan oleh perbedaan sifat karakteristik agregat yang digunakan. Sebagaimana diketahui jenis agregat sangat mempengaruhi kekuatan beton.

Jika ditinjau dari segi mutu dan kelas beton, maka benda uji A0 memiliki kuat tekan karakteristik sebesar 317,7710 kg/cm² termasuk beton kelas III dengan mutu beton K300. Beton Kelas III adalah beton untuk pekerjaan-pekerjaan struktural di mana dipakai mutu beton dengan kekuatan tekan karakteristik yang lebih tinggi dari 225 kg/cm². Pelaksanaannya memerlukan keahlian khusus dan harus dilakukan di bawah pimpinan tenaga-tenaga ahli.



Gambar 2. Kuat Tekan karakteristik

Sedangkan untuk benda uji A1 yang memiliki kuat tekan karakteristik sebesar 208,3314 kg/cm², termasuk beton kelas II dengan mutu beton K200. Beton Kelas II digunakan pada pekerjaan-pekerjaan struktural secara umum. Kuat tekan karakteristik untuk benda uji A2, memiliki kuat tekan karakteristik sebesar 209,5204 kg/cm², sehingga sama dengan benda uji A1, termasuk beton kelas II dengan mutu beton K200.

Dari hasil kuat tekan karakteristik ini dapat memberi gambaran bahwa walaupun beton yang menggunakan agregat dari bongkaran beton yang telah terbakar, menunjukkan adanya penurunan yang relatif besar dibandingkan dengan yang menggunakan agregat kasar, tetapi masih merupakan beton kelas II yang dapat digunakan untuk elemen struktural pada bangunan.

Tabel 1. Kelas dan Mutu Beton

Kelas I	Mutu	σ'_{bk} (kg/cm ²)	σ'_{bk} dgn s=46 (kg/cm ²)	Tujuan	Pengawasan terhadap	
					Mutu Agregat	Kekuatan Tekan
I	Bo	-	-	Non-struktural	Ringan	Tanpa
	B1	-	-	struktural	Sedang	Tanpa
II	K125	125	200	struktural	Ketat	Kontinyu
	K175	175	250	struktural	Ketat	Kontinyu
III	K225	225	300	struktural	ketat	Kontinyu
	K>225	>225	>300	Struktur	Ketat	Kontinyu

Sumber: Peraturan Beton Bertulang Indonesia 1971 N.I – 2

Tabel 2. Kuat Tekan Beton

No	f (kg/cm ²)		
	Benda Uji A0	Benda Uji A1	Benda Uji A2
1	314.8048	215.2431	212.6476
2	330.9138	206.3969	212.2882
3	344.2905	213.4146	223.8165
4	331.9916	215.1741	216.3787
5	331.9371	213.9982	214.2386
6	335.5263	212.3667	214.3014
7	335.7381	206.9858	218.1226
8	326.5396	210.6969	219.1547
9	326.0972	215.8081	220.0235
10	337.2122	216.0928	222.4941
11	323.3058	216.3789	211.5876
12	343.1694	211.6982	211.1691
13	325.0581	212.4604	213.1008
14	330.2504	212.1023	212.6475
15	319.1831	215.2389	214.6186
16	341.5633	215.3807	216.3793
17	337.4366	211.9777	213.9481
18	339.6148	211.6026	219.4366
19	331.5503	211.5158	221.0422
20	320.0288	212.3540	180.7934

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian ini maka dapat ditarik kesimpulan bahwa terjadi penurunan kekuatan tekan beton yang menggunakan *recycled concrete aggregate*. Kuat tekan karakteristik benda uji A0, A1, dan A2 berturut-turut adalah 317,7710 kg/cm²,

208,3314 kg/cm², dan 209,5204 kg/cm². Kuat tekan untuk benda uji A1 lebih rendah 109,4396 kg/cm² atau 34,44% dibandingkan dengan benda uji A0. Sedangkan untuk benda uji A2 juga lebih rendah 108,2506 kg/cm² atau sebesar 34,07%. Walaupun terjadi penurunan kekuatan, tetapi benda uji A1 dan A2 masih termasuk beton kelas II.

DAFTAR PUSTAKA

- Dora, B. dan Budelmann, H. (1995). *Untersuchungen zum Einfluß der Altbetonzusammensetzung und der Aufbereitung die Eigenschaften von Recyclingbeton*. Daf stb Forschungskolloquium an der Universität Kaiserslautern, Jerman.
- Frick, H. dan Koesmartadi, Ch. (2003). *Ilmu Bahan Bangunan*, Cetakan Kelima, Kanisius, Yogyakarta.
- Hansen, T.C. dan Boegh, E. (1985). "Elasticity and Drying Shrinkage of Recycled Aggregate Concrete." *Technical Paper, ACI Journal* Sept-Oct 1985.
- Mulyono, T. (2003). *Teknologi Beton*. Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Proyek Peningkatan Penelitian Pendidikan Tinggi (P4T), Surabaya.
- Murdock, L.J. dan Brook, K.M. (1999). *Bahan dan Praktek Beton*. Cetakan Ketiga, Erlangga, Surabaya.
- PBI. (1979) *Peraturan Beton Bertulang Indonesia 1971 N.I.-2*, Cetakan ke 7, Departemen Pekerjaan Umum dan Tenaga Listrik Direktorat Jenderal Ciptakarya Direktorat Penyelidikan Masalah Bangunan, Bandung.
- Siswanto, F. dan Wiratno. (2000). *Pemanfaatan Beton Lama Sebagai Bahan Untuk Pembuatan Beton Baru*, Pusat Antar Universitas (PAU) Ilmu Teknik Universitas Gadjah Mada Yogyakarta.
- Susanto. (1997). "Pemanfaatan Pecahan Beton Sebagai Agregat Kasar Beton Baru." Skripsi, Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada Yogyakarta.