

ANALISIS KEKUATAN TEKAN BETON DENGAN AGGREGATE KASAR DARI BETON DAUR ULANG

Dwi Yulia Marthasari, Eri Setia Romadhon

Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Universitas Jayabaya Jakarta

ABSTRACT

Concrete is the materials mixture between portland cement, water, soft aggregates, coarse aggregates with or without additif. Concrete is the materials mixture between portland cement, water, soft aggregates, coarse aggregates with or without additif. $\frac{3}{4}$ concrete composition is the aggregate, because the aggregate is very important things to make strength, minimum elasticity, water resistant concrete and reduce cement. Agregate recycling is the materials from old residue building.

This research is trying to know about concrete strength from coarse aggregate recycling. Result from this research given that strength from concrete recycling and Concrete with aggregate split is the same.

Key words : Concrete aggregate recycle, Means of concrete strength

1. PENDAHULUAN

Beton adalah salah satu material konstruksi yang paling umum digunakan. Beton yang dikenal sekarang ini sifat-sifatnya dapat ditentukan terlebih dahulu dengan mengadakan perencanaan dan pengawasan yang teliti terhadap bahan-bahan yang digunakan. Bahan-bahan tersebut adalah semen, air dan agregat. Agregat yang tersedia dapat berupa kerikil, batu pecah, agregat ringan buatan, pasir dan agregat jenis lainnya.

Karakteristik dari beton harus dipertimbangkan dalam hubungannya dengan kualitas yang dituntut untuk suatu tujuan konstruksi tertentu. Pendekatan praktis yang paling baik untuk mengusahakan kesemua sifat beton, akan berarti pemborosan bila mana dipandang dari segi ekonomi. Sifat-sifat yang dibutuhkan beton dalam bangunan teknis umumnya tahan cuaca dan kekuatan memenuhi karakteristik perencanaan yang dipakai sebagai dasar perhitungan. Misalnya pada konstruksi jalan raya, beton harus kuat dan tahan aus untuk menahan hempasan dari lalu lintas berat dan cepat geraknya, sedangkan pada menara air dan tempat penampungan air haruslah kedap air.

Agregat menempati sekitar tiga perempat bagian dari keseluruhan komposisi beton, sebab agregat memegang peranan yang penting, seperti menambah kekuatan beton, mengurangi sifat susut beton dan mengurangi sifat tembus air, agregat sebagai bahan pengisi mengurangi pemakaian semen atau bahan ikat.

Sifat yang paling penting dari suatu agregat ialah kekuatan hancur dan ketahanan terhadap benturan, yang dapat mempengaruhi ikatannya pada pasta semen, porositas dan karakteristik penyerapan air yang mempengaruhi daya tahan terhadap proses pembekuan pada waktu musim dingin dan agresi kimia, serta ketahanan terhadap penyusutan.

Salah satu alternatif agregat pengganti adalah penggunaan agregat beton dari sisa

puing-puing bangunan lama, perkerasan jalan dan pondasi, yang selama ini banyak ditemukan di kota-kota besar seperti di Jakarta yang hanya dipergunakan sebagai timbunan saja. Di negara-negara maju seperti Amerika Serikat, penggunaan material bekas seperti beton sisa telah dipakai sebagai lapisan perkerasan jalan beton sebagai campuran agregat. Perkerasan jalan yang lama dipecah dan dihancurkan kemudian didaur ulang kembali menjadi beton baru. Beton daur ulang adalah beton dengan campuran agregat kasar yang diambil dari beton lama yang telah dihancurkan sedemikian, kemudian dicampur dengan material lain yang dibutuhkan untuk membuat beton baru dengan memakai perencanaan campuran beton biasa.

Hingga saat ini analisa tentang beton daur ulang masih sangat jarang dilakukan, sampai sejauh mana pengaruh dari pemakaian beton lama sebagai agregat untuk campuran beton baru akan diteliti sifat-sifat fisiknya.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan sifat-sifat dari beton daur ulang. Sifat yang akan diteliti adalah kekuatan tekan (σ_0) dan kekuatan lentur (σ_i) dengan menggunakan tiga macam variasi campuran agregat sebagai bahan perbandingan.

2. PROSEDUR PENELITIAN

Rencana kerja yang akan dilakukan adalah pemecahan dan penghancuran beton lama (disini digunakan benda uji sisa), kemudian dilakukan analisis saringan untuk mendapatkan gradasi agregat yang dibutuhkan. Agregat yang bergradasi baik adalah agregat yang susunan butirannya sedemikian rupa sehingga rongga-rongga yang terbentuk antara butiran-butiran semaksimal mungkin.

Perencanaan campuran yang akan dilakukan terdiri dari tiga variasi campuran agregat, yang ketiganya nantinya akan diuji pada umur ke 3, 7, 28 hari untuk mengetahui sifat-sifatnya. Metode perancangan

campuran yang digunakan adalah Metoda ACI. Untuk lebih jelasnya rencana kerja dapat dilihat bagan berikut.

Benda uji yang digunakan pada setiap variasi campuran beton adalah silinder ukuran $15 \times 30 \text{ cm}^3$ sebanyak 8 buah untuk uji kekuatan tekan beton dan balok dengan ukuran $15 \times 15 \times 60 \text{ cm}^3$ sebanyak 3 buah untuk benda uji lentur. Dengan semen yang digunakan adalah semen portland tipe I, agregat halus yang digunakan adalah pasir silika dan agregat kasar alam dipilih yang bermutu baik

3. BETON DAUR ULANG

Penelitian belakangan ini menunjukkan bahwa pecahan beton yang didapat dari puing-puing dapat diproses menjadi agregat yang berguna untuk membuat beton baru yang mutunya dapat diterima. Penggusuran bangunan lama untuk membuat sesuatu yang baru dan modern adalah kecenderungan yang terjadi di daerah metropolitan. Dibanyak tempat, agregat yang bermutu baik susah didapat padahal tingkat kebutuhan agregat itu tinggi dan terkadang lokasi-lokasi untuk pengambilan agregat alam banyak yang ditutup karena menyebabkan kerusakan lingkungan, sedangkan untuk jarak yang jauh dari lokasi pengambilan diperlukan transportasi yang menambah biaya.

Studi yang telah dibuat adalah untuk menunjukkan perbandingan antara perilaku mekanik dari beton yang mengandung beton pecah dengan beton biasa. Kontraktor di negara-negara maju telah memulai mendaur ulang pecahan lapisan perkerasan jalan raya beton dengan cara menghancurkan perkerasan tersebut menjadi puing-puing dengan ukuran yang dibutuhkan. Studi mengenai campuran beton daur ulang yang menggunakan pecahan-pecahan beton sebagai pasir dan agregat kasar (kerikil) menunjukkan bahwa beton daur ulang dapat digunakan dengan baik hanya sebagai pengganti agregat kasarnya saja. Studi ini juga menunjukkan bahwa pecahan beton

dapat menggantikan agregat alam dalam mencapai kekuatan tekan yang diinginkan.

Penelitian terhadap proporsi dan kekuatan dari beton pecah menunjukkan bahwa kekuatan tekan beton turun sejalan dengan tingginya penyerapan, kuat lentur agak naik jika beton pecah menggantikan agregat alam. Juga dilaporkan pada studi yang sama bahwa beton daur ulang lebih cepat kehilangan *workability* dari pada beton biasa. Hal ini dapat dijelaskan dengan kenyataan bahwa beton pecah lebih *porous* dan tentunya lebih menyerap air dibandingkan dengan agregat alam.

Banyak penelitian terhadap penggunaan beton pecah sebagai agregat terkonsentrasi terhadap keberhasilan beton pecah tersebut, karena sedikitnya informasi tentang kotoran pada beton pecah yang diambil dari lokasi yang dapat berpengaruh pada beton yang baru. Hal yang paling mengkhawatirkan adalah keberadaan sulfat, kayu dan aspal yang merupakan kotoran yang paling sering ditemui dari sisa-sisa beton. Sedangkan sisa-sisa besi tulangan yang masih tertinggal dibersihkan dengan menggunakan tenaga magnet elektrik.

Laporan dari keberadaan dan penggunaan puing-puing di Amerika Serikat dan Inggris telah diterbitkan. Penelitian dari penggunaan beton pecah sebagai agregat pada konstruksi jalan dan konstruksi bangunan adalah sama. Di Amerika Serikat hasil-hasilnya telah didemostrasikan, bahwa beton dengan kualitas memadai dapat dibuat dengan beton pecah sebagai agregat kasar maupun agregat halus dan American Concrete Paving Assosiation melaporkan penggunaan beton daur ulang secara besar-besaran pertama di Amerika Serikat. Studi kelayakan ekonomis dari beton daur ulang seharusnya diteliti lebih lanjut untuk mendapatkan bahwa studi-studi yang dilakukan diatas tidaklah selalu sama untuk segala situasi. Dengan perencanaan dan manajemen yang baik, pendaur ulangan beton dapat diterima secara ekonomis dan

menguntungkan terutama untuk membantu masalah pembuangan puing-puing.

Beton daur ulang telah digunakan untuk *base* dan *sub base* pada perkerasan jalan. Keuntungan khusus yang didapat adalah dari penghematan biaya dalam pembelian dan pemindahan. Diperkirakan perkerasan dengan menggunakan beton daur ulang dapat menurunkan biaya hingga 30 persen. Ternyata beton daur ulang menunjukkan angka keuntungan yang menyakinkan pada konstruksi beton. Kontraktor, produsen alat berat dan produsen agregat semuanya harus mengembangkan teknik-teknik baru untuk memecahkan dan memindahkan serta menangani beton daur ulang.

Pengujian yang dilakukan pada pengujian kuat tekan dan pemeriksaan pergerakan beton. Hasil penelitian ini antara lain menunjukkan bahwa untuk mencapai mutu campuran beton tertentu dengan menggunakan agregat kasar beton daur ulang harus menggunakan beton lama yang mutunya lebih tinggi dari mutu beton yang direncanakan. Campuran beton yang menggunakan agregat kasar dari beton yang lamamempunyai sifat pergerakan/ penyusutan yang lebih besar dibanding pada campuran beton normal. Dalam pembuatan campuran beton yang menggunakan agregat kasar dari beton pecah sebaiknya ditambahkan agregat kasar baru untuk meningkatkan kekuatan disamping untuk mengurangi resapan.

4. METODE PELAKSANAAN

4.1. Metoda Perawatan

Untuk memperoleh hasil pengujian sesuai dengan yang diharapkan, maka sesudah beton dikeluarkan dari cetakan harus segera dilakukan perawatan dengan cara merendam beton tersebut didalam air. Suhu lingkungan dimana beton tersebut berada sebaiknya sekitar $17^0 - 23^0$ C. Sehari sebelumnya dilakukan tes, beton tersebut diangkat dari dalam air dan ditiriskan.

4.2 Prosedur Pelaksanaan

Sebelum memulai pembuatan benda uji untuk pengetesan perlu dipilih terlebih dahulu bahan-bahan yang sesuai, dicampur dan digunakan sedemikian rupa untuk menghasilkan beton dengan sifat-sifat khusus yang diinginkan untuk tujuan tertentu dengan cara yang paling ekonomis. Pemilihan dari bahan dan cara konstruksi tidak mudah untuk dikerjakan, karena terdapat banyak variasi yang akan mempengaruhi kualitas dari beton yang dihasilkan, dan disini kualitas dan faktor ekonomis kedua-duanya harus diperhatikan.

Langkah pertama dalam pelaksanaan analisa beton daur ulang ini adalah menentukan kekuatan tekan beton yang dirancang. Berdasarkan kekuatan ini, dicari beton lama yang dijadikan bahan untuk rancangan selanjutnya. Setelah beton lama ini didapat maka dilakukan proses penghancuran sesuai dengan gradasi yang diinginkan dan banyaknya sesuai dengan yang dibutuhkan, lalu lanjutkan dengan percobaan pendahuluan seperti analisis saringan, perhitungan volume, analisa kadar air dan lainnya. Percobaan pendahuluan yang dilakukan disini sama seperti percobaan pendahuluan yang dilakukan pada agregat biasa (alam), demikian juga dengan agregat halus (pasir). Selanjutnya dilakukan perancangan campuran yang akan menghasilkan komposisi dari masing-masing bahan campuran beton. Setelah komposisi tersebut didapat maka dilakukan pencampuran, pengujian slump dan diakhiri dengan pengecoran pada cetakan benda uji pada saat pengujian

4.3 Beton Lama

Beton lama ini adalah benda uji berbentuk silinder dengan panjang 30 cm dan diameter 15 cm. Kekuatan beton lama yang diambil disini berkisar antara K-350 – K-450, ketidak seragaman kekuatan beton lama ini disebabkan karena tidak adanya jumlah benda uji dengan kekuatan yang sama dalam jumlah yang banyak. Benda uji ini yang kemudian dihancurkan dan menjadi agregat

pengganti pada campuran beton baru yang akan diuji sifat-sifatnya.

4.4 Penghancuran Beton Lama

Beton lama yang terlebih dahulu dibersihkan, kemudian dipecahkan secara manual dengan menggunakan martil dengan beban 2 kg. Pemecahan beton ini dilakukan secara bertahap, tahap pertama yaitu 4 buah benda uji yang pemecahannya memakan waktu sekitar 2 hari. Sedangkan tahap kedua yaitu 12 buah benda uji dengan sekitar 7 hari pemecahan. Pemukulan yang dilakukan berulang kali membuat retak dan pecah benda uji tersebut, kemudian bagian yang masih berbentuk bongkahan besar dipecah lagi hingga ukuran bongkahan yang paling besar kira-kira 25 mm. Kemudian pecahan beton tersebut dibersihkan dari sisa-sisa kotoran yang masih melekat.

4.5 Pengujian Kekuatan Tekan

Pada pelaksanaan pengujian ini harus diperhatikan kesiapan dari alat-alat yang akan digunakan dan juga kesiapan dari operator yang akan mengoperasikan alat-alat tersebut agar pelaksanaan pengujian dapat dapat berjalan sesuai dengan yang direncanakan. Sehari sebelum pengujian dilakukan, beton-beton tersebut diangkat dari dalam air. Sebelum pengujian dilaksanakan setiap benda uji ditimbang terlebih dahulu untuk mengetahui beratnya dan kemudian dicatat.

Alat yang digunakan adalah mesin control type CIIS, alat ini bekerja secara otomatis sehingga memudahkan pengerjaannya. Setelah panel utama dihidupkan kemudian power pada crushing machine dapat ditekan, dan dilakukan pengesetan program. Benda uji yang akan dilakukan pengtesan ditimbang terlebih dahulu setelah itu diletakkan benda uji ditengah-tengah sesuai garis batas, jangan lupa untuk memasang rubber cap diatas benda uji, maka benda uji siap untuk dites.

Kecepatan pembebanan 0.14 – 0.34 Mpa perdetik. Pada awal pembebanan

sampai setengah tahap pembebanan diperbolehkan kecepatan beban yang lebih tinggi, tetapi tetap pada batas yang telah ditentukan. Ketika benda uji hampir mencapai saat pecah, tidak boleh dilakukan perubahan kecepatan. Setelah benda uji pecah, mesin akan mengurangi pembebanan secara otomatis.

5. HASIL PENGUJIAN

5.1 Data bahan susun beton yang akan diuji

Dalam pengujian ini digunakan benda uji dengan berbagai variasi.

- 1) Variasi pertama, campuran 1 dengan menggunakan 100% aggregate aggregate kasar dari batu pecah, Beton campuran I ini digunakan sebagai bahan aggregate beton daur ulang
- 2) Variasi kedua, campuran 2 dengan menggunakan 100% aggregate kasar dari batu pecah
- 3) Variasi ketiga, campuran 3 dengan menggunakan 50% aggregate kasar dari material beton daur ulang dan 50% aggregate kasar dari batu pecah

Tabel 5.1 Data bahan susun beton

Data	Camp. 1	Camp. 2	Camp 3
Semen (kg/m ³ beton)	491.81	491.81	491.81
Pasir (kg/m ³ beton)	762.88	823.85	823.44
Agregat kasar (kg/m ³ beton)	887.25	898.95	963.95
Air (lt/m ³ beton)	144.02	141.14	141.16
W/C	0.366	0.366	0.366
Slump rencana (cm)	5	5	5
Slump aktual (cm)	6.15	4.10	4.35

5.2 Hasil Pengujian Kekuatan Tekan

Kuat tekan beton dapat diketahui dengan membagi beban ultimat yang dicapai dengan luas permukaan bagian yang ditekan. Dari hasil yang didapat melalui pengujian kuat tekan beton dibuat kurva hubungan antara kuat tekan dengan umur beton untuk masing-masing campuran.

Tabel 5.2. Hasil pengujian kuat tekan campuran ke-1

No	Umur Tes (hari)	Luas Bidang Tekan (cm)	Berat (kg)	Beban (KN)	Kuat Tekan Silinder (Mpa)	Kuat Tekan Kubus (Kg/cm ²)
1	28	1.7671	12.3	828.4	46.5	568.4
2	28	1.7671	12.3	819.7	46.4	567.1
3	28	1.7671	12.1	825.2	46.3	565.9
4	28	1.7671	12.2	820.8	46.4	567.1
5	28	1.7671	12.0	752.1	42.6	520.7

Tabel. 5.3. Hasil pengujian kuat tekan campuran ke-2

No	Umur Tes (hari)	Luas Bidang Tekan (cm)	Berat (kg)	Beban (KN)	Kuat Tekan Silinder (Mpa)	Kuat Tekan Kubus (Kg/cm ²)
1	28	1.7671	12.5	923.5	52.3	639.3
2	28	1.7671	12.6	918.5	52.0	635.6
3	28	1.7671	12.5	912.0	51.8	633.2
4	28	1.7671	12.4	840.9	47.6	581.8
5	28	1.7671	12.5	763.8	43.2	528.1

Tabel. 5.4. Hasil pengujian kuat tekan campuran ke-3

No	Umur Tes (hari)	Luas Bidang Tekan (cm)	Berat (kg)	Beban (KN)	Kuat Tekan Silinder (Mpa)	Kuat Tekan Kubus (Kg/cm ²)
1	28	1.7671	12.4	879.9	49.8	608.7
2	28	1.7671	12.3	795.0	45.0	550.1
3	28	1.7671	12.2	864.3	48.6	594.1

Kuat tekan rata-rata beton campuran ke-1 pada umur 28 hari adalah 557,9 kg/cm². Kuat tekan rata-rata beton campuran ke-2 pada umur 28 hari adalah 603.6 kg/cm². Kuat tekan rata-rata beton campuran ke-3 pada umur 28 hari adalah 584,3 kg/cm². Dan jika dibandingkan dengan kuat tekan rata-rata campuran 2 yang hanya menggunakan aggregate kasar dari batu pecah dengan beton campuran 3 yang menggunakan 50% aggregate kasar beton daur ulang menunjukkan hasil perbedaan yang hanya 3 %, untuk itu pemakaian aggregate beton daur

ulang bisa digunakan sebagai alternatif bahan aggregate kasar

6. KESIMPULAN

- 1) Beton daur ulang lebih cepat kehilangan *workability* jika dibandingkan dengan beton biasa, karena beton daur ulang yang menggunakan agregat beton pecah lebih *porous* sehingga lebih cepat menyerap air dibandingkan dengan agregat biasa.
- 2) Dari hasil test tekan diperoleh bahwa penambahan aggregate kasar dari beton daur ulang mempunyai nilai tekan yang hampir sama dengan beton yang keseluruhan menggunakan batu pecah, sehingga pemakaian beton daur ulang sebagai bahan pengganti aggregate tambahan secara kekuatan bisa dilakukan

7. DAFTAR PUSTAKA

- Aman Subakti, Teknologi Beton Dalam Praktek, Divisi Percetakan Jurusan Teknik ITS Surabaya.
- Gunawan T., Margaret S., Teori, Soal dan Penyelesaian Konstruksi Beton I, jilid 1, Delta Teknik Group Jakarta, 1987.
- Murdock, L.J., Brook, K.M. Stephanus, Ir. Bahan dan Praktek Beton, Erlangga Edisi keempat, 1991.
- Mehta, Kumar P., Structure, Properties, Materials, Englewood Cliffs, 1986.
- Recyled Concrete, Dirty Words No Longer, Highway dan Heavy Construction, Volume 131 No.10 Oktober 1998.