

USAGE WASTE COAL BRIQUET AS ADDITIVE PRESSURE STRONG CONCRETE WITH WATER SEA SUBMERGED

PEMANFAATAN LIMBAH BRIKET BATU BARA SEBAGAI BAHAN TAMBAH TERHADAP KUAT TEKAN BETON DENGAN PERENDAMAN AIR LAUT

Suhendro Trinugroho and Ahmad Haricipto R.
Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Surakarta
Jl. A. Yani, Tromol Pos I, Pabelan, Kartasura, 57102
Email: suhendrotrinugroho@yahoo.co.id

ABSTRACT

Concrete is a building material that has been widely used in the implementation of modern building structures. Concrete is widely used because of its superiority among other advantages-high concrete compressive strength, easy maintenance, easy in the formation, as well as easy to get material stacking. Advancement of knowledge of concrete technology has been able to meet certain demands, such as by improving the quality of both the concrete mix plus with the added material (Admixture). It is intended to alter one or more properties of the constituent materials of concrete, both in fresh condition or after a hard, such as coal briquette of waste materials added. This study tried to take advantage of the natural condition of Indonesia as well as utilization of local ingredients that allow the execution of the manufacture of concrete. The purpose of this study was to determine the optimal use of the percentage of added material waste coal briquettes in order to get the maximum compressive strength. In this study uses a variation of the addition of coal briquettes and variety of waste water cement factor (fas). Variation of the addition of waste coal briquettes used was 0%, 7.5%, 10%, 12.5%, 15% and 17.5% by weight of cement, while the variation fas used was 0.4; 0.45; 0.5, and 0.55. Age 14 days of testing with seawater perendamaan. Dimensions of a cylindrical test piece Ø 15 cm and 30 cm high. Mix design using the method of SK SNI T-15-1990-03. Any variation made three test objects, so the total of 72 pieces. The results of the highest concrete cylinder compressive strength is obtained with the addition of waste coal briquettes 12.5% at 0.45 fas of 32.838 MPa. Concrete cylinder compressive strength decrease occurred in the addition of waste coal briquettes in the fas 0.55 7.5% of 23.117 Mpa.

Keywords: concrete, compressive strength, waste coal briquettes, fas, sea water

ABSTRAKSI

Beton merupakan material bangunan yang sudah banyak digunakan dalam pelaksanaan struktur bangunan modern. Beton banyak digunakan karena keunggulan-keunggulannya antara lain kuat tekan beton tinggi, mudah dalam perawatan, mudah dalam pembentukan, serta mudah mendapatkan bahan susun. Kemajuan pengetahuan tentang teknologi beton telah dapat memenuhi berbagai tuntutan tertentu, misalnya dengan peningkatan kualitas yang baik pada campuran beton ditambah dengan bahan tambah (*admixture*). Hal tersebut bertujuan untuk mengubah satu atau lebih sifat-sifat bahan penyusun beton, baik dalam keadaan segar atau setelah keras, seperti bahan tambah limbah *briket* batubara. Penelitian ini mencoba memanfaatkan kondisi alam Indonesia maupun pemanfaatan bahan-bahan lokal yang memungkinkan dilaksanakannya pembuatan beton. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui persentase optimal penggunaan bahan tambah limbah *briket* batu bara sehingga didapat hasil kuat tekan yang maksimal. Pada penelitian ini menggunakan variasi penambahan limbah *briket* batubara dan variasi faktor air semen (fas). Variasi penambahan limbah *briket* batubara yang digunakan adalah 0%; 7,5%; 10%; 12,5%; 15% dan 17,5% dari berat semen, sedangkan variasi fas yang digunakan adalah 0,4; 0,45; 0,5; dan 0,55. Umur pengujian 14 hari dengan perendaman air laut. Dimensi benda uji silinder Ø 15 cm dan tinggi 30 cm. *Mix design* menggunakan Metode SK SNI T-15-1990-03. Setiap variasi dibuat 3 benda uji, sehingga jumlah keseluruhannya 72 buah. Hasil kuat tekan silinder beton tertinggi diperoleh dengan penambahan limbah *briket* batubara 12,5% pada fas 0,45 sebesar 32,838 MPa. Penurunan kuat tekan silinder beton terjadi pada penambahan limbah *briket* batubara 7,5% pada fas 0,55 sebesar 23,117 MPa.

Kata-kata kunci : beton, kuat tekan, limbah *briket* batubara, fas, air laut

PENDAHULUAN

Beton merupakan bahan bangunan yang awet dan tidak mudah berkarat, hal ini sangat berbeda dengan elemen struktur baja yang memerlukan perawatan untuk mencegah karat. Selain keunggulan-keunggulan tersebut, beton juga mempunyai kelemahan, yaitu kuat tarik rendah, terjadi pengembangan dan penyusutan saat perubahan suhu, getas, dan sulit kedap air secara sempurna.

Kualitas beton bergantung pada bahan-bahan penyusunnya. Semen merupakan salah satu bahan penyusun beton yang bersifat sebagai pengikat agregat pada campuran beton. Besarnya kuat tekan beton dipengaruhi beberapa hal antara lain: fas, jenis semen, gradasi agregat, sifat agregat, pengerjaan (pencampuran, pemadatan dan perawatan), umur beton, serta bahan kimia tambahan (*admixture*).

Kemajuan pengetahuan tentang teknologi beton telah dapat memenuhi berbagai tuntutan tertentu, misalnya dengan pening-

katan kualitas yang baik pada campuran beton ditambah dengan bahan tambah (*admixture*). Hal tersebut bertujuan untuk mengubah satu atau lebih sifat-sifat bahan penyusun beton, baik dalam keadaan segar atau setelah keras, seperti bahan tambah limbah *briket* batu bara.

Penambahan bahan tambah limbah *briket* batu bara, diharapkan dapat menambah kekuatan pada beton. Penambahan limbah *briket* batu bara pada campuran beton bersifat sebagai *pozzolan*, sehingga bisa menjadi *additive* mineral yang baik untuk beton. *Pozolan* adalah bahan yang mempunyai kandungan utama senyawa *silicon dioksida*, yang tidak mempunyai sifat seperti semen.

Pada penelitian ini dicoba mengembangkan pemanfaatan limbah *briket* batu bara sebagai bahan tambah terhadap kuat tekan beton dengan perendaman air laut.

Untuk mengetahui seberapa kuat tekan beton normal yang diberi bahan tambah limbah *briket* batu bara dengan prosentase

0% ; 7,5% ; 10% ; 12,5% ; 15% ; 17,5% dari berat semennya pada faktor air semen 0,4 ; 0,45 ; 0,5 ; 0,55 dengan perendaman air laut. Dan seberapa besar komposisi limbah *briket* batu bara yang optimal untuk beton pada perendaman air laut.

TINJAUAN PUSTAKA

Beton

Beton merupakan campuran antara semen, agregat, air dan kadang-kadang memakai bahan tambah yang sangat bervariasi, mulai dari bahan kimia tambah, serat sampai bahan bangunan non kimia pada prosentase tertentu. Campuran tersebut bila dituangkan dalam cetakan kemudian dibiarkan maka akan mengeras seperti batuan, yang diakibatkan oleh reaksi kimia antara air dan semen. (Tjokrodiluljo, 1996).

Kekuatan, keawetan dan sifat beton bergantung pada sifat bahan dasar penyusunnya, nilai perbandingan bahan-bahannya, cara pengadukannya maupun cara pengerjaannya selama penempatan adukan beton dan cara perawatan selama proses pengerasan. (Gambhir, 1986; Tjokrodiluljo, 1996).

Bahan Tambah Beton

Bahan tambah ialah bahan selain unsur pokok beton (air, semen dan agregat) yang ditambahkan pada adukan beton, se-belum, segera atau selama pengadukan beton (Murdock dan Brook, 1991; Tjokrodiluljo, 1996). Penggunaan bahan tambah tersebut dimaksudkan untuk memperbaiki dan menambah sifat beton sesuai dengan yang diinginkan. Penggunaan bahan tambah (*admixture*) harus didasarkan pada alasan-alasan yang tepat misalnya memperbaiki kecacakan beton, penampilan beton bila mengeras, menghemat harga beton menambah daktilitas (mengerangi sifat getas), mengurangi retak-retak pengerasan dan menambahkan kuat tekan beton. Bahan tambah beton ini dapat berupa bahan tambah kimia, *pozolan* dan serat (Sagel dan Kusuma, 1993; Tjokrodiluljo, 1996).

Pozolan

Pozolan merupakan bahan tambah mineral yang mengandung *silika* (SiO₂) dan *alumina* (Al₂O₃). Bahan *pozolan* tidak mempunyai sifat mengikat seperti semen, akan tetapi dalam bentuknya yang halus dengan adanya air, maka senyawa tersebut akan bereaksi dengan *Calcium Hidroksida* Ca(OH)₂ pada suhu biasa membentuk *kalsium hidrat* yang bersifat hidrolis sehingga membentuk massa yang padat, keras dan tidak larut dalam air (Subakti, 1995).

Pengaruh Air Laut Terhadap Beton

Air laut mengandung garam sampai 35.000 ppm dan apabila dicampurkan dalam adukan beton akan menurunkan kekuatan beton 10% – 20% setelah beton mencapai umur 28 hari. Pada penelitian ini digunakan air laut untuk proses perendaman pada masa perawatan beton selama 14 hari.

Pengaruh air laut terhadap beton adalah adanya garam-garaman pada air laut dapat menimbulkan kerusakan dan korosi pada logam yang terdapat pada beton. Kandungan alkali karbonat dan bikarbonat akan mempengaruhi waktu pengikatan semen dan kekuatan beton. Demikian pula adanya resiko terjadinya reaksi alkali agregat dalam beton. Kandungan ganggang dan rumput laut yang apabila tercampur dalam adukan beton akan dapat mengurangi daya ikatan antara semen dengan butir-butir agregat. Selain itu ganggang dan rumput laut memproduksi udara dan jika proses terjadi di dalam beton akan mengurangi kuat tekan betonnya (Maryanto, 2001; Priyanto, 2004)

Penggunaan air laut untuk adukan beton dapat memberi kecenderungan pada beton untuk menimbulkan basah permukaan dan kristal berwarna putih pada permukaan betonnya.

METODE PENELITIAN

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

- Agregat halus berupa pasir, digunakan sebagai bahan pengisi beton.
- Agregat kasar berupa batu pecah, digunakan sebagai bahan pengisi beton.
- Air dan air laut digunakan bahan pereaksi semen *Portland* yang juga berfungsi sebagai pelumas adukan beton.
- Bahan tambah limbah *briket* batu bara.

Tahap I : Persiapan alat dan penyediaan bahan

Pada tahap ini dipersiapkan alat-alat yang akan digunakan dan dipersiapkan bahan-bahan yang digunakan seperti semen, pasir, kerikil atau batu pecah dan bahan tambah berupa limbah *briket* batubara.

Tahap II : Pemeriksaan bahan dasar

Melakukan pemeriksaan terhadap batu pecah dan pasir meliputi:

- Pemeriksaan kandungan zat organik agregat halus (pasir)
- Pemeriksaan kadar lumpur dalam pasir
- Pemeriksaan *specific Gravity* dan *absorbtion* batu pecah
- Pemeriksaan gradasi batu pecah, dan
- Pemeriksaan berat satuan volume batu pecah.

Tahap III : Penyediaan benda uji

Rencana campuran beton dengan menggunakan Metode SK-SNI-T-15-1990-03, pengujian *slump test*, pembuatan benda uji dan perendaman benda uji di bak perendaman yang berisi air laut sampai umur 14 hari (DPU, 1991).

Tahap IV : Pelaksanaan pengujian

Benda uji yang telah direndam selama 14 hari, siap untuk diuji kuat tekan menggunakan alat uji kuat tekan beton seperti yang terlihat pada Gambar 1. Sebelum pelaksanaan uji tekan, perlu dilakukan pemeriksaan berat jenis beton terlebih dahulu. Prosedur pengujian kuat tekan mengacu pada standard ASTM C 39 – 86.



Gambar 1. Pengujian kuat tekan beton

Tahap V : Analisis data dan kesimpulan

Dari hasil pengujian pada Tahap IV dilakukan analisis data. Analisis data ini merupakan hasil penelitian yang kemudian dapat diambil kesimpulan mengenai seberapa besar pengaruh penambahan bahan tambah limbah *briket* batubara dalam beton yang direndam dalam air laut.

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

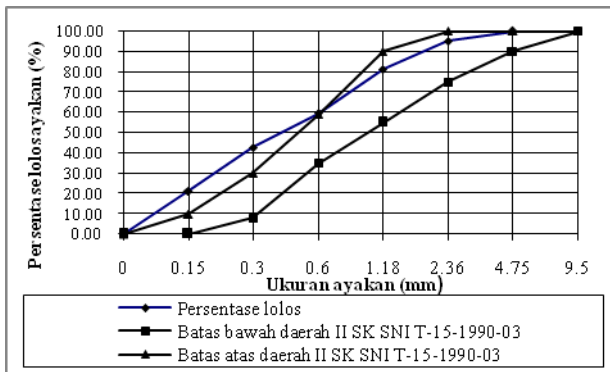
Pengujian Agregat

1. Agregat halus

Pemeriksaan agregat halus dilakukan melalui beberapa tahap pengujian, dari hasil pengujian didapat beberapa kriteria/sifat-sifat agregat halus untuk diteliti sesuai dengan standar SNI, hal ini bisa dilihat pada Tabel 1 dan gambar 2.

Tabel 1. Hasil pengujian agregat halus

Jenis pengujian	Hasil pengujian	Syarat SK SNI	Keterangan
Kadar lumpur	5,26 %	5 %	Tidak Memenuhi syarat
Nilai <i>Saturated Surface Dry (SSD)</i>	3,9 cm	Setengah dari tinggi kerucut	Tidak Memenuhi syarat
<i>Specific gravity Absorbtion</i>	2,68 gram/cm ³	2,5 - 2,7 gram/cm ³	Memenuhi syarat
Modulus halus butir	1,83 %	1 - 2 %	Memenuhi syarat
	2,0	1,5 - 3,8	Memenuhi syarat



Gambar 2. Hasil pemeriksaan gradasi agregat halus

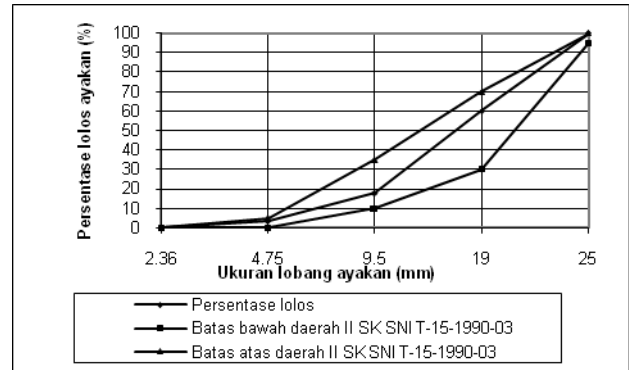
2. Agregat kasar

Pemeriksaan agregat kasar dilakukan melalui beberapa tahap pengujian, hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 2 berikut.

Tabel 2. Hasil pengujian agregat kasar

Jenis pengujian	Hasil pengujian	Syarat SK SNI	Keterangan
- Keausan agregat batu pecah	26,74 %	27 %	Memenuhi syarat
- <i>Bulk specific gravity</i>	2,6 gram/cm ³	2,5-2,7 gram/cm ³	Memenuhi syarat
- <i>Absorbtion</i>	3,7 %	1 - 2 %	Tidak Memenuhi syara
- Berat satuan volume	1,374 gram/cm ³	1,2 - 1,6 gram/cm ³	Memenuhi syarat
- Modulus halus butir	7,18	5 - 8	Memenuhi syarat

Dengan melihat grafik gradasi agregat kasar dibawah dapat diketahui bahwa gradasi batu pecah ini masuk dalam batasan SK SNI.



Gambar 2. Hasil pemeriksaan gradasi agregat kasar

Pengujian Slump

Pengujian nilai *slump* dilaksanakan sebelum campuran beton dituang dalam cetakan. Pengujian *slump* dilakukan untuk mengetahui workabilitas adukan beton dari setiap percobaan. Pemberian bahan tambah dengan proporsi yang bervariasi akan dianalisa pengaruhnya terhadap workabilitas beton.

Nilai *slump* menunjukkan bahwa nilai *slump* menurun seiring dengan penambahan persentase limbah *briket* batubara dalam campuran adukan beton. Jadi dapat disimpulkan bahwa penambahan limbah *briket* batubara pada campuran adukan beton berpengaruh terhadap nilai *slump*, makin besar persentase limbah *briket* batubara pada adukan beton maka nilai *slump* makin kecil. Dari hasil pengujian *slump* tersebut dapat dilihat bahwa *slump* yang dicapai pada adukan beton dengan penambahan limbah *briket* batubara telah memenuhi persyaratan yang direncanakan yaitu antara 7,5 - 15 cm.

Pengujian Berat Jenis Beton

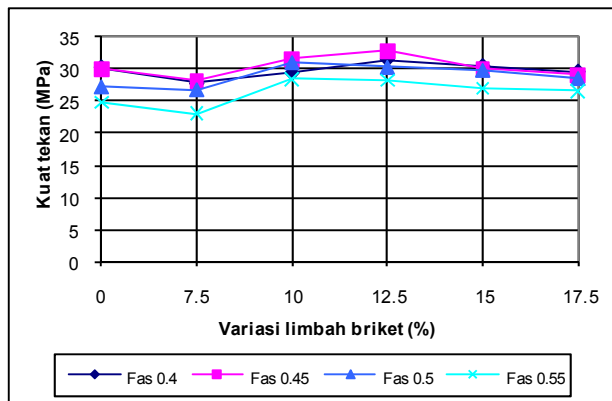
Pengujian berat jenis beton dilakukan sebelum diadakannya pembebanan terhadap benda uji silinder. Berat jenis beton dapat diketahui dengan cara menimbang dan mengukur tinggi serta diameter benda uji, sehingga didapatkan berat dan volume benda uji tersebut (DPU, 1982).

Berat jenis rata-rata tertinggi 2,320 gram/cm³. Berat jenis akan menurun seiring dengan penambahan limbah *briket* batubara. Hal ini disebabkan karena berat jenis *briket* lebih kecil dari pada berat jenis semen. Berat jenis *briket* adalah 2,64 gram/cm³ sedangkan berat jenis semen adalah 3,15 gram/cm³.

Pengujian Kuat Tekan Beton

Pengujian kuat tekan beton dilaksanakan setelah benda uji silinder berumur 14 hari. Pengujian kuat tekan beton dilakukan untuk memperoleh nilai kuat tekan beton dengan adanya perbedaan kadar penambahan bahan tambah limbah *briket* batubara (DPU, 1971).

Hasil dari kuat tekan beton dan variasi penambahan limbah *briket* batubara dengan fas 0,40 dan 0,45 pada umur 14 hari didapat kekuatan maksimal pada variasi limbah *briket* 12,5%. Sedangkan dengan penggunaan fas 0,50 dan 0,555 pada umur yang sama didapat kekuatan maksimal pada variasi limbah *briket* 10%.



Gambar 3. Hubungan antara kuat tekan rata-rata dengan variasi limbah *briket* batubara pada beberapa fas

KESIMPULAN

Kuat tekan silinder beton maksimal terjadi pada penambahan limbah *briket* batubara 12,5% dengan fas 0,45 sebesar 32,838 MPa. Limbah *briket* batubara dalam campuran beton berpengaruh terhadap nilai slump. Semakin banyak penambahan kadar limbah *briket* batubara, semakin kecil nilai *slump*nya. Berat jenis beton akan menurun seiring dengan peningkatan kadar limbah *briket* batubara, karena berat jenis limbah *briket* batubara lebih kecil dari pada berat jenis semen.

DAFTAR PUSTAKA

DPU. (1971). *Peraturan Beton Bertulang Indonesia*, N.1-2 1971, Direktorat Penyelidikan Masalah Bangunan, Departemen Pekerjaan Umum, Bandung.

- DPU. (1982). *Persyaratan Umum Bahan Bangunan di Indonesia*, Direktorat Penyelidikan Masalah Bangunan, Departemen Pekerjaan Umum, Bandung.
- DPU. (1991). *Standar Tata Cara Perhitungan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung*, SK SNI T-15-1991-03, Badan Pengembangan Pekerjaan Umum, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Gambhir, M. I. (1986). *Concrete Technology*, Mc Graw Hill, New Delhi.
- Maryanto. (2001). "Pengaruh Variasi Kadar Garam dalam Variasi Umur Perendaman Terhadap Kuat Tekan Beton." Tugas Akhir, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta.
- Murdock, L.J. dan Brook K.M. (1991). *Bahan dan Praktek Beton*, Terjemahan Stephany Hindarko, Erlangga, Jakarta.
- Murgiyanto. (2003). "Tinjauan Pemakaian Abu Batu Bara Terhadap Karakteristik Beton." Tugas Akhir, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta.
- Priyanto, B.H. (2004). "Analisis Kuat Tekan dan Tarik Beton Mutu Tinggi dengan Penambahan Fly Ash pada Perendaman Air Laut." Tugas Akhir, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta.
- Sagel, R., P. Kole, dan Kusuma Gideon. (1993). *Pedoman Pekerjaan Beton*, Erlangga, Jakarta.
- Subakti, A. (1995). *Teknologi Beton Dalam Praktek*, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- Tjokrodinuljo, K. (1996). *Teknologi Beton*, PT Naviri, Yogyakarta.