

USAGE VARIATION MATERIAL ADDED PURE SUGAR AND ASH CHARCOAL BRIKET ON MIXED CONCRETE HIGH QUALITY

PEMAKAIAN VARIASI BAHAN TAMBAH GULA MURNI DAN ABU ARANG BRIKET PADA CAMPURAN BETON MUTU TINGGI

Suhendro Trinugroho dan Elra Fitri K.

Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Surakarta

Jl. A. Yani, Tromol Pos I, Pabelan, Kartasura, 57102

Email: suhendrotrinugroho@yahoo.co.id

ABSTRACT

The quality of concrete depends on the constituent materials. Cement is one of the constituent materials of concrete as a binder is a mixture of aggregate in concrete. The amount of concrete strongly influenced by several things, among others: fas, type of cement, aggregate gradation, aggregate properties, and processing (mixing, compaction and maintenance), age of concrete, and chemical additives (Admixture). 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 high quality concrete, the concrete with a strength of more than 41.1 MPa. With the selection of appropriate building blocks of concrete and the variation of a mixture of constituent materials and adhitif materials (mineral Admixture) in the design of concrete is expected to get a high quality concrete. In this study uses a variation of the addition of charcoal briquettes and ash variation with the addition of pure sugar fas 0.35. Variation of the addition of charcoal briquette ash used was 0%, 10%, 20%, 30% and 40% by weight of cement, while the variation of the addition of pure sugar is 0%, 10%, 20% and 30% by weight of cement. Age 28 days of testing with cylindrical specimens Ø 15 cm and 30 cm high. Mix design using the method of ACI Committee 211. The purpose of this study was to determine the effect of the added material and pure sugar charcoal briquette coal ash to concrete compressive strength and to find out what percentage of pure sugar-added use of charcoal briquettes and coal ash in order to get the maximum compressive strength. The test results are the average compressive strength obtained optimum number of variations of the addition of charcoal briquette ash and the addition of pure sugar variations. The optimum number is located in the addition of charcoal briquette ash 20% by weight of cement sebesar 45,497 MPa and the addition of refined sugar plus 10% ash coal briquettes 20% by weight of cement, concrete compressive strength increased from normal concrete (0% ash content briquettes and 0% sugar content) of 34.915 MPa. The addition of charcoal briquette ash 20% by weight of cement can increase the compressive strength of concrete up to 62.75% of normal concrete is equal to 24.693 MPa. While the addition of 10% pure sugar and 20% coal briquette ash can increase the compressive strength of concrete up to 24.90% of normal concrete.

Key words: *high quality concrete, compressive strength, ash charcoal briquettes, pure sugar*

ABSTRAKSI

Kualitas beton bergantung pada bahan-bahan penyusunnya. Semen merupakan salah satu bahan penyusun beton yang bersifat sebagai pengikat agregat pada campuran beton. Besarnya kuat beton dipengaruhi beberapa hal antara lain: fas, jenis semen, gradasi agregat, sifat agregat, dan pengerjaan (pencampuran, pematatan dan perawatan), umur beton, serta bahan kimia tambahan (*admixture*). Penelitian ini mencoba memanfaatkan kondisi alam Indonesia maupun pemanfaatan bahan-bahan lokal yang memungkinkan dilaksanakannya pembuatan beton bermutu tinggi, yaitu beton dengan kekuatan lebih dari 41,1 MPa. Dengan pemilihan bahan penyusun beton yang tepat dan dengan variasi campuran antara bahan penyusun dan bahan *adhitif* (mineral *admixture*) pada rancangan beton diharapkan akan mendapatkan beton mutu tinggi. Pada penelitian ini menggunakan variasi penambahan abu arang *briket* dan variasi penambahan gula murni dengan fas 0,35. Variasi penambahan abu arang *briket* yang digunakan adalah 0%, 10%, 20%, 30% dan 40% dari berat semen, sedangkan variasi penambahan gula murni adalah 0%, 10%, 20% dan 30% dari berat semen. Umur pengujian 28 hari dengan benda uji silinder Ø 15 cm dan tinggi 30 cm. *Mix design* menggunakan Metode ACI *Committee* 211. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh bahan tambah gula murni dan abu arang *briket* batubara terhadap kuat tekan beton serta untuk mengetahui berapa persentase penggunaan bahan tambah gula murni dan abu arang *briket* batubara sehingga didapat hasil kuat tekan yang maksimal. Hasil pengujian kuat tekan rata-rata didapatkan angka optimum dari variasi penambahan abu arang *briket* dan variasi penambahan gula murni. Angka optimum tersebut terletak pada penambahan abu arang *briket* 20% dari berat semen sebesar 45,497 MPa dan pada penambahan gula murni 10% ditambah abu *briket* batubara 20% dari berat semen, beton mengalami peningkatan kuat tekan dari beton normal (kadar abu *briket* 0% dan kadar gula 0%) sebesar 34.915 MPa. Penambahan abu arang *briket* 20% dari berat semen dapat meningkatkan kuat tekan beton sampai 62,75% dari beton normal yaitu sebesar 24,693 MPa. Sedangkan pada penambahan gula murni 10% dan abu *briket* batubara 20% dapat meningkatkan kuat tekan beton sampai 24,90% dari beton normal.

Kata kunci : *Beton mutu tinggi, kuat tekan, abu arang briket, gula murni*

PENDAHULUAN

Beton adalah bagian dari bahan bangunan yang memiliki kekuatan yang lebih dari pada bahan bangunan yang lain. Beton memiliki sifat yang sangat getas, sehingga ketika beban melebihi batas maksimal akan retak (Tjokrodimuljo, 1996).

Pada dasarnya pembuatan beton sangatlah mudah, dengan kita mencampur beberapa material dengan sesuai campuran, ma-

ka akan mendapatkan kekuatan yang lebih. Beton banyak digunakan karena keunggulan-keunggulannya antara lain kuat tekan beton tinggi, mudah dalam perawatan, mudah dalam pembentukan, serta mudah dalam mendapatkan bahan penyusunnya.

Kekuatan beton dipengaruhi oleh beberapa hal, diantaranya: fas, jenis semen, gradasi agregat, sifat agregat, dan pengerjaan (pencampuran, pematatan dan perawatan), umur beton, serta

bahan kimia tambahan (*admixture*). (Murdock dan Brook, 1991; Subakti, A. 1995).

Penambahan bahan tambah dalam campuran beton sangat mempengaruhi kekuatan beton itu sendiri, tidak terkecuali penambahan abu arang *briket* batubara. Tujuan dari penambahan bahan tambah itu sendiri adalah untuk mengubah satu atau lebih sifat-sifat bahan penyusun beton baik dalam keadaan segar atau setelah keras. (Tjokrodimuljo, 1996).

Penambahan abu arang *briket* batubara pada campuran beton yang bersifat *pozolan*, sehingga bisa menjadi *additive* mineral yang baik untuk beton. *Pozolan* adalah bahan yang mempunyai kandungan utama senyawa *silicon dioksida* alami atau buatan, yang tidak mempunyai sifat seperti semen. (Murgiyanto, 2003; Priyanto, 2004).

Penambahan gula pasir sebagai bahan tambah dalam campuran beton telah dilakukan dalam beberapa pengujian dengan beberapa variasi takaran penambahan gula pasir terhadap adukan tersebut (Rifa'I, M. 2005). Pemilihan gula pasir sebagai bahan tambah merupakan salah satu alternatif yang cukup mengena, mengingat gula pasir berasal dari pohon tebu yang tumbuh subur di daerah tropis seperti di Indonesia ini, selain itu gula pasir mudah didapat dan bisa dibedakan atau diketahui cukup dengan indera perasa.

Pembuatan beton dikatakan banyak orang bahwa dalam pelaksanaan pembuatan beton, beberapa ahli memberikan tetes tebu sebagai bahan campuran. Bangunan yang dibuat sampai sekarang rata-rata masih berdiri kokoh. Hal ini mengisyaratkan bahwa tetes tebu berpengaruh terhadap kekuatan beton. Hal tersebut membuat masyarakat beranggapan, bahwa kadar gula dalam hal ini tetes tebu mampu memberikan pengaruh terhadap beton. Namun seiring perkembangan zaman, saat ini ada beberapa praktisi ilmu pengetahuan yang memiliki pendapat lain dari pendapat masyarakat terdahulu. Pendapat tersebut adalah kadar gula dengan kadar tertentu akan dapat mengurangi kekuatan beton (Budiyana, 1998 dalam Rifa'I, M. 2005).

Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mengetahui berapa besarkah pengaruh penambahan gula murni dan abu arang *briket* batubara terhadap kuat tekan beton. Serta berapa persentase optimum penambahan gula murni dan abu arang *briket* batubara terhadap kuat tekan beton.

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. (Subakti, 1995; Tjokrodimuljo, 1996)

Bahan Tambah Beton

Bahan tambah adalah suatu bahan berupa bubuk atau cairan, yang ditambahkan ke dalam campuran adukan beton selama pengadukan, dengan tujuan untuk mengubah sifat adukan atau betonnya. Penggunaan bahan tambah tersebut dimaksudkan untuk memperbaiki dan menambah sifat beton sesuai dengan yang diinginkan. (Subakti, 1995; Tjokrodimuljo, 1996).

Bahan Tambah Gula Murni

Bahan tambah kimia adalah suatu bahan kimia yang dapat membantu mempermudah dalam proses pembuatan beton. Salah satu bahan organik yang dapat mempengaruhi waktu pengikatan semen dan kuat tekan beton adalah kadar gula yang rumus kimianya $C_{12}H_{22}O_{11}$. *Sukrosa* atau *sakarosa* dikenal dalam masyarakat luas sebagai gula adalah sebagai zat *disakarida* yang apabila bereaksi dengan air akan menghasilkan larutan gula yang menghasilkan *glukosa* dan *fruktosa* sehingga gula akan berubah sifat

menjadi mudah lekat. (Murdock dan Brook, 1991; Subakti, 1995; Tjokrodimuljo, 1996).

Menurut Persyaratan Umum Bahan Bangunan Indonesia (PUBI), 1982 bahan kimia tambahan termasuk jenis C: Bahan tambah kimia untuk mempercepat proses ikatan dan pengerasan beton.

Briket Batubara

Batubara adalah merupakan bahan bakar fosil berupa mineral organik yang dapat terbakar, yang terbentuk dari sisa tumbuhan purba yang mengendap yang selanjutnya berubah bentuk akibat proses fisika dan kimia yang berlangsung selama jutaan tahun. (<http://eyesbeam.wordpress.com>, 2009).

Klasifikasi batubara terdiri dari Gambut (*peat*), Lignite (Batubara Cokelat, "*Brown Coal*"), Sub-Bituminous (Bitumen Menengah), Bituminous dan Anthracite. Untuk kategori Bituminous, dan Anthracite sering dipakai dalam kebutuhan industri dan memiliki kandungan Karbon yang tinggi. Kadar karbon ini kalau dijadikan campuran beton dapat meningkatkan kuat tekan beton (Murgiyanto, 2003).

Batubara memiliki berbagai penggunaan yang penting di seluruh dunia. Penggunaan yang paling penting adalah untuk membangkitkan tenaga listrik, produksi baja, pembuatan semen dan proses industri lainnya serta bahan bakar cair. Selain itu, batubara juga merupakan suatu bahan yang penting dalam pembuatan produk-produk tertentu seperti karbon aktif (digunakan pada saringan air dan pembersih udara serta mesin pencuci darah), serat karbon (bahan pengeras yang sangat kuat namun ringan yang digunakan pada konstruksi), dan metal silikon (digunakan untuk memproduksi silikon dan silan, yang digunakan untuk membuat pelumas, bahan kedap air, dan resin). <http://eyesbeam.wordpress.com>, 2009).

Semakin tinggi kualitas batubara, maka kadar karbon akan meningkat, sedangkan hidrogen dan oksigen akan berkurang. Batubara bermutu rendah, seperti lignite dan sub-bituminous, memiliki tingkat kelembaban (*moisture*) yang tinggi dan kadar karbon yang rendah, sehingga energinya juga rendah. Semakin tinggi mutu batubara, umumnya akan semakin keras dan kompak, serta warnanya akan semakin hitam mengkilat. Selain itu, kelembabannya pun akan berkurang sedangkan kadar karbonnya akan meningkat, sehingga kandungan energinya juga semakin besar. (<http://eyesbeam.wordpress.com>, 2009).

Briket batubara adalah bahan bakar padat dengan bentuk dan ukuran tertentu, yang tersusun dari butiran batubara halus yang telah mengalami proses pemampatan dengan daya tekan tertentu, agar bahan bakar tersebut lebih mudah ditangani dan menghasilkan nilai tambah dalam pemanfaatannya. (<http://batubara.posiklan.com>; 17 Juli 2009)

Briket batubara yang diproduksi oleh PT Bukit Asam mempunyai dua jenis produksi yaitu Briket batubara Super dan Briket Batubara Non Karbon. Adapun komposisi kimia dari batubara yang mengandung karbon (Briket Batubara Super) sesuai dengan hasil dari penelitian BPPT mengandung komposisi kimia sebagai berikut pada Tabel 1.

Tabel 1. Komposisi kimia pada Briket Batubara Super

Komposisi Kimia	Prosentase Kandungan
- Karbon (C)	64,0 - 67,0%
- Hidrogen (H)	2,7 - 49,0%
- Oksigen (O)	11,1 - 13,0%
- Nitrogen (N)	1,0 - 1,1%

(Sumber: (<http://eyesbeam.wordpress.com>, 2009).

METODE PENELITIAN

Bahan Penelitian

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

- Semen yang digunakan digunakan sebagai bahan ikat hidrolis untuk pembuatan beton.
- Agregat halus digunakan sebagai bahan pengisi beton.
- Agregat kasar Agregat kasar (batu kerikil), digunakan sebagai bahan pengisi beton.
- Air digunakan bahan pereaksi semen Portland yang juga berfungsi sebagai pelumas adukan beton.
- Bahan tambah abu arang *briket* batubara berasal dari Karanganyar dan gula murni berasal dari pasar.

Tahapan Penelitian

Tahap I : Persiapan alat dan penyediaan bahan

Tahap ini merupakan tahap persiapan alat penelitian di laboratorium diantaranya yaitu menyiapkan cetakan silinder ukuran diameter 15 cm tinggi 30 cm yang terbuat besi dan penyediaan bahan susun beton (semen, pasir, batu pecah, bahan tambah *briket* dan gula).

Tahap II : Pemeriksaan bahan dasar

Sebelum digunakan dalam pembuatan campuran, maka, bahan dasar beton, agregat halus dan agregat kasar dilakukan pengujian. Pemeriksaan ini meliputi pemeriksaan zat organik dalam pasir, pemeriksaan kadar lumpur pada pasir dan batu pecah, pemeriksaan *specific gravity* dan *absorption* pasir dan batu pecah, pemeriksaan *SSD* pasir, pengujian gradasi batu pecah, pemeriksaan berat satuan volume, dan pemeriksaan kadar keausan batu pecah. Sedangkan untuk semen dan air yang dipakai, dilakukan uji visual.

Tahap III : Penyediaan benda uji

Tahap ini merupakan tahap perencanaan campuran beton, pembuatan benda uji dan perawatan beton. Perbandingan jumlah proporsi bahan campuran beton ditentukan / dihitung dengan menggunakan Metode ACI *Committee* 211. kemudian buat adukan beton sesuai dengan proporsi masing-masing bahan, dan dilakukan pengujian *slump* sampai berhasil baik. Benda uji dibuat dengan cetakan silinder beton. Setelah dilepas dari cetakan, benda uji silinder tersebut direndam dalam bak perendaman yang berisi air selama 28 hari.

Tahap IV : Pelaksanaan pengujian

Pada tahap ini dilakukan pemeriksaan berat jenis beton dan pengujian kuat tekan beton benda uji silinder pada umur 28 hari (DPU, 1971). Prosedur pengujian kuat tekan dan kuat tarik mengacu pada standard ASTM C 39 – 86, dengan langkah-langkah sebagai berikut, Mengukur dan mencatat dimensi benda uji silinder beton. Selanjutnya menimbang dan mencatat berat benda uji silinder sebelum dilakukan pembebanan. Setelah itu meletakkan benda uji silinder pada alat penekan. Pembebanan dilakukan secara perlahan-lahan dengan mesin hidrolik sampai benda uji mengalami keretakan atau kehancuran (jarum penunjuk bergerak kembali ke arah semula). Kemudian kita catat beban maksimum yang ditunjukkan jarum penunjuk seperti yang terlihat pada Gambar 1.

Tahap V : Analisis hasil pengujian

Untuk mengetahui keretakan yang terjadi pada saat pengujian, maka permukaan benda uji diberi cat putih. Benda uji diletakkan pada mesin uji tekan dengan posisi vertikal dan posisi jarum penunjuk kuat tekan harus pada angka nol. Kemudian mesin

uji dihidupkan dan penambahan beban dapat terlihat pada jarum penunjuk *manometer*, seperti yang terlihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Pengujian kuat tekan

Pada saat beban maksimum yang mampu ditahan benda uji terlampaui (benda uji hancur), maka salah satu jarum yaitu jarum merah akan tetap pada posisi nilai beban maksimum yang mampu ditahan, sedangkan jarum hitam akan bergerak turun kembali pada posisi semula (nol), lihat Gambar 1 dan Gambar 2. Angka yang ditunjuk oleh jarum merah inilah yang dicatat sebagai beban maksimum yang mampu ditahan oleh benda uji.



Gambar 2. Foto retaknya beton uji

HASIL DAN DISKUSI

Hasil Pemeriksaan Bahan

Tahap awal dilakukan pemeriksaan bahan dasar beton dengan hasil sebagaimana Tabel 1 dan Tabel 2 berikut ini. Berdasarkan hasil pengujian bahwa agregat halus dan agregat kasar yang akan dipakai bahan penelitian memenuhi syarat SK-SNI (DPU, 1971; DPU, 1982; DPU, 1991; LPMB, 1990) yang meliputi pemeriksaan kadar lumpur, *Apparent specific gravity* Nilai *Saturated Surface Dry (SSD)*, *Bulk specific gravity*, *Absorption*, dan Modulus halus butir.

Analisis dan Pembahasan

Dari hasil penelitian ini dengan topik analisis kuat tekan beton dengan penambahan gula murni dan abu *briket* batubara, diperoleh kuat tekan beton tertinggi adalah 45,497 MPa, seperti yang terlihat pada grafik Gambar-3. Kuat tekan tertinggi tersebut

diperoleh dari kadar abu *briket* 20% dan kadar gula 0%. Penambahan gula murni dengan prosentase yang besar pada penelitian ini mengakibatkan terjadinya penurunan kuat tekan beton. Semakin banyak kadar abu *briket* dan kadar gula murni maka kuat tekan beton akan menurun. Kadar gula pada campuran beton akan mencair sehingga adukan beton akan menjadi lebih encer, hal ini mengakibatkan penurunan kuat tekan beton. Pengujian dilakukan pada umur 28 hari dengan fas 0,35. (DPU, 1971. N.1-2 1971).

Tabel 2. Hasil pengujian agregat halus

Jenis pengujian	Hasil pengujian	Syarat SK SNI	Keterangan
Kadar lumpur	5,0 %	5 %	Memenuhi syarat
Kandungan bahan organik	Kuning kecoklatan	-----	Memenuhi syarat
<i>Apparent specific gravity</i>	2,71 gram/cm ³	> 2,5 gram/cm ³	Memenuhi syarat
Nilai <i>Saturated Surface Dry (SSD)</i>	2,73 cm	½ dari tinggi kerucut	Memenuhi syarat
<i>Bulk specific gravity</i>	2,66 gram/cm ³	2,5 - 2,7 gram/cm ³	Memenuhi syarat
<i>Absorption</i>	1,125 %	< 5 %	Memenuhi syarat
Modulus halus butir	2,686	1,5 - 3,8	Memenuhi syarat

Tabel 3. Hasil pengujian agregat kasar

Jenis pengujian	Hasil pengujian	Syarat SK SNI	Keterangan
Keausan agregat batu pecah	26,93 %	40 %	Memenuhi syarat
<i>Apparent specific gravity</i>	2,86 gram/cm ³	> 2,5 gram/cm ³	Memenuhi syarat
<i>Bulk specific gravity</i>	2,70 gram/cm ³	2,5 - 2,7 gram/cm ³	Memenuhi syarat
<i>Absorption</i>	1,55 %	< 5 %	Memenuhi syarat
Berat satuan volume	1,33 gram/cm ³	1,2 - 1,6 gram/cm ³	Memenuhi syarat
Modulus halus butir	6,588	5 - 8	Memenuhi syarat

Kelebihan dalam penelitian ini tidak terjadi penundaan ikatan semen karena dalam waktu 24 jam dari pengecoran, benda uji langsung dapat dibuka dari cetakannya kemudian dilakukan perawatan benda uji. Kemudahan pengerjaan lebih tinggi karena gula pasir yang dicampur pada adukan beton akan mengencerkan adukan beton.

Kekurangan penelitian ini adalah Kuat tekan beton yang dihasilkan lebih rendah pada penambahan gula pasir murni. Prosentase gula murni yang besar pada nilai fas 0,35 menyebabkan adukan lebih encer sehingga kuat tekan beton menurun.

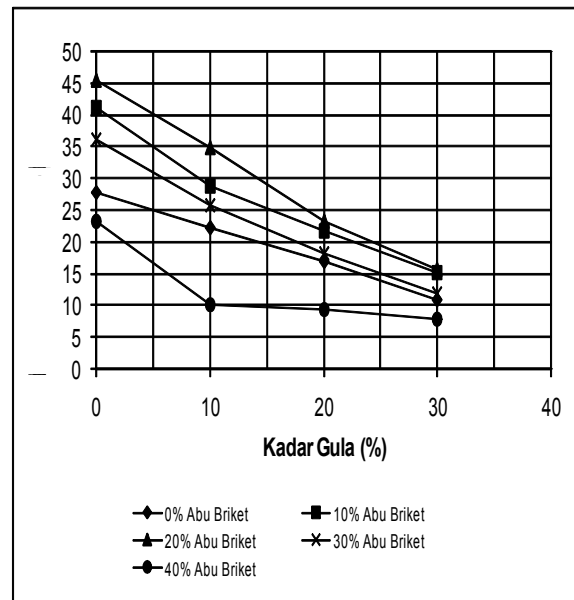
Kuat tekan beton pada kadar abu *briket* 20% mengalami peningkatan sebesar 62,75% dari beton normal atau pada kadar abu *briket* 0% dan kadar gula 0%, pada penambahan abu *briket* batubara 20% dan gula murni 10% dapat meningkatkan kuat tekan beton sampai 24,90% dari beton normal. Pengujian dilakukan pada umur 28 hari dengan fas 0,35.

KESIMPULAN

1. Setelah diadakan tahap pembuatan benda uji, perendaman benda uji, pengujian kuat tekan untuk silinder beton, serta analisis yang telah dilakukan, akhirnya penelitian ini dapat diambil kesimpulan bahwa hasil pemeriksaan agregat halus (pasir) memenuhi syarat untuk digunakan sebagai bahan campuran beton. Hasil pemeriksaan agregat kasar (batu pecah)

memenuhi syarat untuk digunakan sebagai bahan campuran beton.

2. Semakin besar persentase *briket* pada adukan beton maka nilai *slump* makin kecil dan makin besar persentase gula murni semakin besar pula nilai *slump*-nya. Berat jenis akan menurun seiring dengan penambahan abu *briket* batubara.
3. Penambahan abu *briket* batubara yang paling optimum adalah 20% dimana dapat meningkatkan kuat tekan beton sampai 62,75% dari kuat tekan beton normal (kadar abu *briket* 0% dan kadar gula 0%) untuk nilai fas 0,35 dan umur beton 28 hari saat diuji. Sedangkan kuat tekan beton menurun seiring dengan penambahan gula murni.



Gambar 3. Hubungan antara kadar gula dengan kuat tekan

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Universitas Muhammadiyah Surakarta (UMS) yang telah membiayai penelitian ini. Juga terima kasih kepada ketua Laboratorium dan Laborat Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Surakarta yang telah memberikan izin untuk memakai peralatan Lab dalam penelitian ini, juga kepada para Asisten Dosen yang telah membantu lancernya penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Departemen Pekerjaan Umum. (1971). *Peraturan Beton Bertulang Indonesia*, N.1-2 1971, Direktorat Penyelidikan Masalah Bangunan, Bandung.
- Departemen Pekerjaan Umum. (1982). *Persyaratan Umum Bahan Bangunan di Indonesia*, Direktorat Penyelidikan Masalah Bangunan, Bandung.
- Departemen Pekerjaan Umum. (1991). *Standar Tata Cara Perhitungan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung*, SK SNI T-15-1991-03. Badan Pengembangan Pekerjaan Umum.
- LPMB. (1990). *Standar Tata Cara Perhitungan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung*, SK SNI T-15-1990-03, Yayasan LPMB Puslitbang Pemukiman Balitbang PU, Bandung.
- 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 dengan Menggunakan Faktor Air Semen 0.45*, Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta.

- Priyanto, B.H. (2004). *Analisis Kuat Tekan Dan Tarik Beton Mutu Tinggi dengan Penambahan Fly Ash pada Perendaman Air Laut*, Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta.
- Rifa'I, M. (2005). *Pemakaian Variasi Bahan Tambah Larutan Gula dan Abu Arang Briket Pada Kuat Tekan Beton Mutu Tinggi*, Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta.
- Subakti, A. (1995). *Teknologi Beton Dalam Praktek*, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- Tjokrodinuljo, K. (1996). *Teknologi Beton*, PT Naviri, Yogyakarta.
- <http://eyesbeam.wordpress.com/2009/03/11>
<http://batubara.posiklan.com> ; 17 Juli 2009.