

PEMANFAATAN ABU SEKAM PADI SEBAGAI SUBSTITUSI SEBAGIAN SEMEN PADA MORTAR SEMEN PASIR

MUHTAROM RIYADI

Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Jakarta, Kampus UI Depok 16425
Muhtard37@gmail.com

ABSTRACT

Tilization of waste from the combustion of rice husk ash bricks optimally, can solve the problem of environmental pollution. It also can save the construction costs due to reducing in the use of cement. The addition of fine grains that pass the sieve on the size of 0.075 mm can improve the workability of mortar, minimum the voids and finally waterproof ability improve strength. This studi is to determine the performance of rice husk ash on the physical and mechanical properties of mortar. Workability includes the water absorption, ability compressive strength, tensile strength, adhesion of the mortar and optimal percentage value addition of rice husk ash.

The research method used in this research was a run by analising a series of samples experiments. The test piece was made with five kinds of mixtures, they were : 1 cement : 5 sand as a comparison and: 1 cement : 5 sand with rice husk ash substitution of cement by 10%, 15%, 20% and 25%, the water factor (cement + rha) between 0.92 to 1.05 and the value spread between 80% - 90% for each test specimen made 25 pieces. Every type of mixture was tested was : the spread, water absorption, compressive strength, tensile strength and bonding strength.

The results showed that the addition proportionally substitution rha composed with addition of water, and inversely composed to the density, the compressive strength, tensile strength, due to a chemical reaction of sio₂ and cao, rice ash husk only serves as a filler since the reaction was take place after 4 days old of sample. Compressive strength of mortar ranged from 10.25 mpa -13.00 mpa, including the type s mortar, for the substitution asp 0%, 10% and 15% asp, and type n for substitution asp 20% and 25% (sni-03-6882 -2002). Bonding strength of mortar was 0.09 mpa (0.9 kg/cm²) at 25% has substitution of asp, while others were not measurable because the specimen were bricks broken, before the bonding between the bricks was loose.

Keywords: mortar, rice husk ash, physical and mechanical properties

ABSTRAK

Pemanfaatan limbah abu sekam padi dari pembakaran batu bata secara optimal, dapat mengatasi masalah pencemaran lingkungan. Disamping itu juga dapat menghemat biaya kontruksi karena dapat mereduksi penggunaan semen. Penambahan butiran halus yang lolos ayakan dengan ukuran 0,075 mm dapat meningkatkan workability mortar, dan menambah kedap air serta kekuatannya. Penelitian ini untuk mengetahui kinerja abu sekam padi terhadap sifat fisis dan mekanis mortar. Meliputi workability daya serap air, kuat tekan, kuat tarik, daya rekat dan nilai optimal prosentase penambahan abu sekam padi.

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen dengan skala laboratorium. Adapun benda uji dibuat dengan lima macam campuran yaitu: ipc : 5ps sebagai pembanding dan ipc : 5ps dengan substitusi abu sekam padi terhadap semen sebesar 10 %, 15%, 20 % dan 25 %, faktor air (semen+asp) berkisar antara 0,92 - 1,05 dan nilai sebar antara 80 % - 90 % untuk masing-masing dibuat 25 buah benda uji. Setiap jenis campuran dilakukan pengujian : nilai sebar, serapan air, kuat tekan, kuat tarik dan rekatannya.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan substitusi asp berbanding lurus dengan penambahan air, dan berbanding terbalik dengan berat jenis, kuat tekan dan kuat tarik hal ini disebabkan belum terjadi reaksi kimia antara sio₂ dengan cao, abu sekam hanya berfungsi sebagai filler/pengisi. Kuat tekan mortar berkisar antara 10,25 mpa -13,00 mpa, mortar termasuk tipe s, untuk substitusi asp 0%, 10% dan asp 15%, dan tipe n untuk substitusi asp 20% dan 25% (sni- 03 - 6882 -2002). Kuat rekat mortar 0,09 mpa (0,9 kg/cm²) pada substitusi asp 25 %, sedangkan yang lainnya tidak terukur karena batu bata patah lebih dulu sebelum rekatan lepas

Kata kunci: mortar, abu sekam padi, sifat fisis dan mekanis

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Batu bata banyak diproduksi secara tradisional oleh masyarakat pedesaan. Untuk membakar batu bata biasanya menggunakan sekam padi, seperti halnya yang dilakukan oleh masyarakat di Klaten Jawa Tengah.

Dari pembakaran batu bata dihasilkan limbah berupa abu sekam padi. Karena keterbatasan pengetahuan, limbah abu sekam padi biasanya ditimbun dipinggir jalan dan dibiarkan begitu saja, atau untuk menimbun kembali lubang bekas galian pada pembuatan batu bata. Limbah abu sekam padi kalau ditimbun dipinggir jalan tentunya akan mengganggu lingkungan dan kalau digunakan untuk timbunan akan mengurangi kesuburan tanah pertanian.

Limbah Abu Sekam Padi dari beberapa pengrajin batu bata jumlahnya sangat banyak, Hal tersebut bila dibiarkan semakin lama tentu akan mengganggu lingkungan dan membuat tanah pertanian menjadi porous dan kurang subur.

Limbah abu sekam padi sampai saat ini belum dimanfaatkan secara maksimal. Secara fisis abu sekam padi mirip dengan abu terbang (*flay ash*) yang termasuk bahan tambah mineral sejenis pozolan. Pembakaran Sekam Padi pada suhu sedang (500° C) selama 105 menit dengan menggunakan Mufle Furnace dapat dicapai kandungan silica amorf optimum sebesar 90,16% dan sebesar 85,40% dengan tungku sederhana (Priyosulistyo dkk, 1998).

Pozolan adalah bahan alam atau buatan yang sebagian besar terdiri dari unsur-unsur silikat (Si O_2) dan atau aluminat (Al_2O_3) yang reaktif. Pozolan sendiri tidak mempunyai sifat semen, tetapi dalam keadaan halus (lolos ayakan 0,21 mm) jika dicampur dengan kapur padam aktif (Ca(OH)_2) dan air (H_2O) dapat bereaksi membentuk suatu massa padat dan sukar larut dalam air (Tjokrodimulyo, 2007).

Menurut (Cain, 1994:500-508) dalam (Mulyono T, 2005). Beberapa keuntungan penggunaan bahan tambah mineral antara lain: memperbaiki *work ability*, mengurangi

panas hidrasi, mengurangi biaya pekerjaan, mempertinggi daya tahan terhadap serangan sulfat, dan reaksi alkali silika, menambah kekuatan, menambah keawetan dan mengurangi porositas, daya serap air serta penyusutan.

Beberapa penelitian mengenai mortar telah dilakukan dengan berbagai macam variasi bahan campuran, termasuk dengan pemberian bahan tambah tertentu untuk mendapatkan hasil sesuai yang diharapkan. Adapun hasil penelitian mengenai mortar yang telah dilakukan antara lain:

Ermiyati, (2005) dalam penelitian tentang Pemanfaatan Abu Sekam Kelapa Sawit untuk mortar. Mortar yang diteliti dengan campuran 1 PC : 4 Pasir dan 1 PC : 6 Pasir dengan variasi penambahan Abu Sekam Kelapa Sawit (ASK) 7%, 14%, 21%, 28% dan 35%, menyimpulkan bahwa semakin tinggi kandungan ASK maka kuat tekan dan kuat tariknya menurun sedangkan serapan airnya meningkat.

Haryanto (2008) dalam penelitian tentang Pemanfaatan Tras dari Samigaluh Kulon Progo sebagai bahan pozolan untuk campuran mortar, dengan berbagai variasi, menyimpulkan bahwa uji tekan pasta tras kapur kuat tekan tertinggi pada perbandingan 2 Kapur : 3 Tras, sedangkan kuat tekan mortar, semakin banyak substitusi Kapur Tras terhadap semen kuat tekannya menurun, sedangkan daya serapnya meningkat.

Djumarno (2006) dalam penelitian tentang Pengaruh Penambahan CEBEX 112 Terhadap Sifat-sifat Mortar dengan pasir agak kasar, dengan variasi penambahan CEBEX 112 sebanyak 0,2; 0,3; 0,4; 0,5; 0,6 (l/100kg Semen), menyimpulkan bahwa kekuatannya semakin menurun sedangkan daya serapnya semakin meningkat.

Sahureka, (1997) dalam penelitiannya, sekam padi yang dibakar pada suhu 600°C selama 105 menit menghasilkan abu sekam padi dengan komposisi kimia SiO_2 (86,55%), Al_2O_3 (0,41%), Fe_2O_3 (0,28%), CaO (0,46%),

MgO (0,36%), Na₂O (0,09%), K₂O (1,29%), MnO (0,14%), P₂O₅ (0,50%).

Penelitian serupa dilakukan oleh Priyosulistiyono dkk, 1998 yang melakukan penelitian sekam padi jenis C-4 dari Ngemplak, Sleman Yogyakarta. Pembakaran pada suhu sedang (500°C) selama 105 menit dengan menggunakan Mufle Furnace dapat dicapai kandungan silika amorf optimum sebesar 90,16% dan sebesar 85,40% dengan tungku sederhana.

Sudibyo, (2001) dalam penelitiannya sekam padi yang digunakan untuk pembakaran batu bata di Banguntapan, Bantul, Yogyakarta, pembakaran selama 144 jam pada suhu maksimum 465°C diperoleh kandungan SiO₂ (86,08%) dan pada suhu maksimum 759°C diperoleh kandungan Si O₂ (90,65%).

Sriharyono, (2003) dalam penelitiannya, ampas tebu dari pabrik gula Mojo, Sragen, Jawa Tengah, pada temperatur pembakaran 700°C selama 60 menit menghasilkan komposisi kimia SiO₂ (86,20%), Al₂O₃ (2,26%), Fe₂O₃ (1,52%), CaO (5,12%), MgO (1,27%), Na₂O (0,17%), K₂O (2,08%), MnO (0,09%), P₂O₅ (0,92%).

Sekam padi memiliki unsur utama silika disamping unsur yang lain seperti pada Tabel 1. Unsur di dalam sekam padi, seperti air akan menguap pada suhu di atas 100° C dan pada suhu 300° C selolusa akan berubah bentuk menjadi arang/karbon, pembakaran pada suhu lebih tinggi, di atas 400° C, sekam padi akan menghasilkan silika dalam dua bentuk yaitu amorf dan kristal. (Priyosulistiyono dkk. 1998)

Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui sifat fisis dan mekanis mortar semen pasir dengan substitusi abu sekam padi yang menghasilkan mortar sesuai dengan Standar Industri Indonesia.

Hasil penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat menghasilkan mortar yang baik dan ekonomis sertamemenuhi Standar Industri Indonesia.

METODE PENELITIAN

Desain Penelitian

Secara umum prosedur penelitian meliputi beberapa tahapan, yang dimulai dari persiapan bahan, pemeriksaan bahan dasar, perancangan campuran, pembuatan benda uji, perawatan, pengujian, analisis data dan pembahasan.

Persiapan bahan

Abu sekam padi diambil dari tempat pembakaran batu bata di desa Granting, Jogonalan, Klaten Jawa Tengah kemudian dihaluskan dan disaring dengan ukuran ayakan 0,075 mm, dan pasir diambil dari merapi kali code.

Pemeriksaan bahan dasar

Abu sekam padi diperiksa berat jenis dan berat satuan, sedangkan untuk pasir juga diperiksa daya serap air kadar lumpur dan kandungan zat organik serta gradasinya.

Perancangan campuran

Komposisi campuran mortar dengan perbandingan berat 1 Semen : 5 Pasir sebagai kontrol dan dengan variasi substitusi Abu Sekam Padi 10%, 15%, 20%, dan 25% dari berat semen. Setiap komposisi dibuat 15 buah untuk uji tekan, tarik, dan rekatan sedangkan untuk uji berat jenis dan serapan air 5 buah, sehingga jumlah benda uji keseluruhan adalah 275 buah.

Pembuatan Benda Uji

Setelah didapat nilai sebar dan faktor air semen yang memenuhi syarat dilanjutkan dengan membuat benda uji, masing-masing dibuat 15 buah benda uji untuk kuat tekan, kuat tarik dan rekatan.

Pengujian Berat Jenis dan Serapan Air

Pengujian berat jenis dilakukan setelah benda uji berumur 28 hari. Setiap variasi dilakukan 5 kali pengujian untuk mendapatkan nilai rerata.

Pengujian Kuat Tekan dan Rekatan Mortar

Pengujian dilakukan pada benda uji setelah berumur 3 hari, 7 hari dan 28 hari. Setiap variasi dilakukan 5 kali pengujian untuk mendapatkan nilai rerata. Untuk kuat tekan benda uji berbentuk kubus dengan ukuran (5x5x5) cm, sedangkan untuk uji rekatan dengan membuat rekatan pada batu bata, kemudian ditekan dengan mesin uji tekan dan dicatat beban maksimum (KN).

Pengujian Kuat Tarik Mortar

Pengujian kuat tarik dilakukan pada benda uji setelah berumur 3 hari, 7 hari dan 28 hari. Setiap variasi dilakukan 5 kali pengujian untuk mendapatkan nilai rerata. Benda uji berbentuk angka delapan . Ukur benda pada bidang luasan terkecil (tarik) kemudian ditarik hingga putus dan catat beban maksimum (KN).

Teknik pengolahan data

Pengolahan data dengan cara menganalisa hubungan substitusi abu sekam padi (ASP) dengan sifat fisis dan mekanis mortar.

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilaksanakan dari bulan April sampai dengan September 2011. Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Struktur Jurusan Teknik Sipil dan Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada Yogyakarta

Bahan Penelitian

- a. Abu sekam padi yang digunakan adalah limbah pembakaran batu bata dari Jogonalan Klaten dengan ukuran lolos ayakan 0,075 mm.
- b. Pasir yang digunakan adalah pasir dari Merapi (Kali Code) dengan ukuran butiran maksimum 4,8 mm.
- c. Semen yang digunakan semen Gresik PPC yang dibeli dari toko material di Jalan Monjali Yogyakarta.
- d. Batu bata yang digunakan adalah Batu bata local yang dibeli dari Toko material di Jalan Lingkar Utara Yogyakarta

- e. Air yang digunakan adalah air dari Laboratorium Struktur Jurusan Teknik Sipil dan Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada Yogyakarta.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian

Hasil penelitian selengkapnya mortar semen pasir dengan substitusi abu sekam padi selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 2 dan 3 serta Gambar 1 sampai dengan 6.

Pembahasan

Abu sekam padi

Dari hasil pengujian berat jenis dan berat satuan abu sekam padi menunjukkan bahwa kepadatan abu sekam padi sebesar 16,7 % sedangkan kandungan rongga/porositasnya sebesar 83,3 % sehingga dapat disimpulkan bahwa abu sekam padi sangat porous.

Agregat Halus (Pasir)

Dari pemeriksaan sifat fisik pasir Merapi (Kali Code) didapat : berat jenis 2,72, berat satuan 1486 kg/m³, daya serap air 1,88%, kadar lumpur 2,1%, modulus halus butir 2,32 dan gradasi zone 2 serta kandungan zat organik rendah, memenuhi persyaratan (SK-SNI-S-04-1998-F).

Nilai Sebar dan Faktor Air Semen

Untuk mendapatkan nilai faktor air semen maka nilai sebar direncanakan berkisar antara 80% - 90%, Dari gambar 2 menunjukkan bahwa penambahan substitusi Abu Sekam Padi (ASP) berbanding lurus dengan penambahan air atau faktor air perekat. Hal ini dipengaruhi oleh porositas abu sekam padi lebih besar daripada porositas semen.

Hasil Pengujian Berat Jenis dan Resapan air

Berat jenis tertinggi pada substitusi 0 % dengan nilai 2,071 dan terendah pada substitusi 25 % dengan nilai 2,007, Semakin banyak substitusi abu sekam padi terhadap berat semen berat jenisnya menurun. Hal ini dipengaruhi oleh porositas abu sekam padi

yang lebih besar daripada porositas semen, juga dipengaruhi oleh berat jenis abu sekam padi yang lebih rendah daripada berat jenis semen, Substitusi ASP optimum 15 % seperti terlihat pada Gambar 3

Nilai serapan air selama 10 menit dan 24 jam berbanding lurus dengan peningkatan substitusi abu sekam padi pada semen (Gambar 4). Menurut SNI-03-2914-1992 syarat untuk beton kedap air untuk perendaman 10 menit maksimum 2,5 %, dan untuk perendaman 24 jam maksimum 6,5 %. Hasil penelitian mortar yang dilakukan nilai serapan yang di peroleh berkisar antara 1,459 % - 4,77 % untuk perendaman 10 menit, sedangkan untuk perendaman 24 jam diperoleh nilai antara 6,882 % - 7,763 % > 6,5 %, maka mortar tersebut tidak dapat digunakan untuk pasangan atau plesteran yang kedap air, tetapi untuk pasangan biasa.

Hasil pengujian Kuat Tekan Mortar

Kuat tekan mortar diuji pada umur 3 hari, 7 hari dan 28 hari, menurut SNI- 03-6882-2002 spesifikasi mortar untuk pasangan, kuat tekan rerata umur 28 hari minimum tipe M 17,2 MPa, tipe S 12,4 MPa dan 5,4 MPa untuk tipe N serta 2,5 untuk tipe O. Dari Gambar 5 maka dapat disimpulkan untuk substitusi 0%, 10% dan 15% termasuk mortar tipe S, sedangkan untuk substitusi 20% dan 25% termasuk tipe N, nilai optimum substitusi ASP 15%, dan agar lebih ekonomis untuk mendapatkan mortar tipe N dan O nilai substitusi ASP dapat ditingkatkan.

Hasil pengujian Kuat Tarik Mortar

Kuat tarik mortar diuji pada umur 3 hari, 7 hari dan 28 hari, hasil pengujian pada umur 28 hari didapat nilai terendah sebesar 1,10 MPa dengan substitusi ASP 25 % dan tertinggi 1,67 MPa pada substitusi 20 %, hasil selengkapnya seperti pada Tabel 4.3.

Dari gambar 5 Semakin banyak penambahan substitusi abu sekam padi terhadap berat semen kuat tariknya semakin menurun hal ini disebabkan S_2O_2 belum bereaksi dengan CaO sehingga ASP hanya sebagai *filler*.

Hasil Pengujian Rekatan Mortar

Rekatan mortar diuji pada umur 3 hari, 7 hari dan 28 hari, pada pengujian rekatan mortar untuk benda uji standar dan substitusi 10 %, 15 % dan 20 % ASP hasilnya bata patah sebelum rekatannya lepas, maka dapat disimpulkan rekatannya cukup bagus, sedangkan untuk Substitusi 25 % digunakan bata dari produk lain lekatannya lepas dan hasil selengkapnya seperti pada Tabel 3.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Dari pembahasan hasil penelitian mortar semen pasir dengan substitusi Abu Sekam Padi terhadap sebagian Semen maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

- Berat Jenis mortar berkisar antar 2,007 -2,071, terbesar mortar standar tanpa ASP dan terkecil mortar dengan ASP 25 %.
- Daya Serap Air mortar direndam 24 jam berkisar antara 6,882 % - 7,552 % lebih besar dari 6,50 (SNI-03-2914-1992) mortar tidak dapat dipakai untuk pasangan kedap air.
- Kuat Tekan mortar berkisar antara 9,505 MPa – 12,889 MPa mortar termasuk tipe S untuk ASP 0%,10 % dan 15 % dan tipe N untuk ASP 20 % dan 25 % (SNI- 03 – 6882 -2002).
- Kuat Tarik mortar berkisar antara 1,108 MPa pada mortar ASP 25 % dan 1,631 MPa untuk mortar ASP 20 %.
- Daya Rekat mortar sebesar 0,90 MPa pada mortar ASP 25 % sedangkan untuk mortar ASP 0 % - 20 % tidak terukur karena bata patah sebelum rekatan lepas.
- Substitusi Abu Sekam Padi Optimal 15 % dari berat semen dengan Berat jenis = 2,069; Resapan air 24 jam = 6,82 %; Kuat Tekan = 12,65 Mpa; Kuat Tarik = 1,47 MPa

S a r a n

Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan berbagai variasi campuran sehingga didapatkan tipe adukan yang sesuai SNI-03-6882-2002 dan untuk uji rekatan agar dipakai bata merah yang kualitasnya bagus.

DAFTAR PUSTAKA

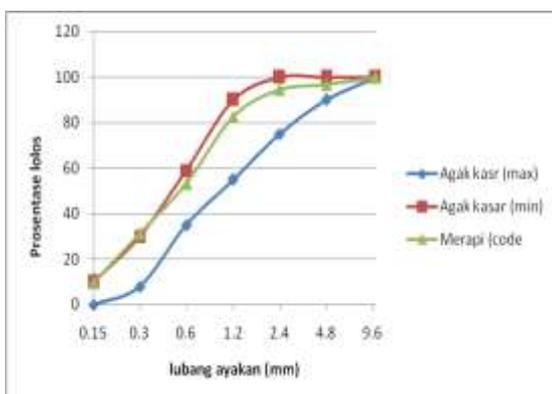
- [1] **Departemen Pekerjaan Umum**, 1982 Persyaratan Umum Bahan Bangunan di Indonesia (PUBI-1982) Direktorat Penyelidikan Masalah Bangunan, Bandung
- [2] **Departemen Pekerjaan Umum**, 1990 SK SNI M-111-1990-03. Metode Pengujian Kekuatan Tekan Mortar Semen Portland Untuk Pekerjaan Sipil, Yayasan Badan Penerbit Pekerjaan Umum, Jakarta
- [3] **Departemen Permukiman Dan Prasarana Wilayah**, 2002, Metode, Spesifikasi Dan Tata Cara, Bagian 3, Beton, Semen, Perkerasan Beton Semen, Badan Penelitian dan Pengembangan, Jakarta
- [4] **Jumarno, A.**, 2006, Pengaruh Penambahan CEBEX 112 Terhadap Sifat-sifat Mortar dengan Pasir Agak Kasar, Tugas Akhir, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- [5] **Ermiyati**, 2005, Pemanfaatan Abu Kelapa sawit untuk mortar, Tesis, Jurusan Teknik sipil, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- [6] **Haryanto, Y.D.A.**, 2008, Pemanfaatan Tras dari Samigaluh Kulon Progo sebagai Pozolan untuk campuran Mortar, Tesis, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta
- [7] **Lumbantobing, H.B.**, 2008, Sifat Mekanis Beton Tailing PT. Freeport Indonesia Papua, Tesis, Jurusan Teknik Sipil Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- [8] **Mulyono, T.**, 2009, Teknologi Beton, Andi, Yogyakarta
- [9] **Priyosulistyo, Sudarmoko, Suhendro, B., Sumardi, P.C., Supriyadi, B.**, 1999, Pemanfaatan Limbah Abu Sekam Padi untuk Peningkatan Mutu Beton, Laporan Penelitian, Pusat Antar Universitas Studi Teknik, Universitas Gadjah Mada , Yogyakarta.
- [10] **Nugraha, P. dan Antoni**, 2007, Teknologi Beton, Andi, Yogyakarta.
- [11] **Tjokrodimulyo, K.** 2007, Teknologi Beton, Teknik Sipil dan Lingkungan, Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- [12] **Widodo, H.**, 2008, Mortar semen dengan agregat halus Limbah Bata Merah dengan Bahan tambah CEBEX 112, Tesis, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- [13] **Yulianingsih, A.** 2005, Mortar semen Pasir dengan Berbagai Perbandingan, Tugas Akhir, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.

Tabel 1. Senyawa/ Komposisi Abu Sekam

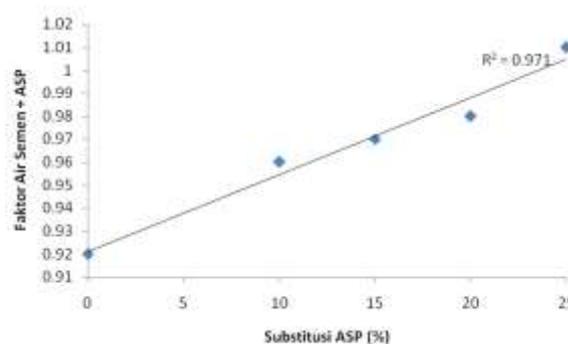
No.	Senyawa	Swamy (1996) % berat	Sahureka (1997) % berat	Priyosulistiyo (1998) % berat	Sudibyo (2001) % berat	Sriharyono (2003) % berat
1	SiO ₂	92,45	86,55	86,55	92,03	86,20
2	Al ₂ O ₃	-	0,41	0,41	1,39	2,26
3	Fe ₂ O ₃	0,21	0,28	0,28	0,67	1,52
4	CaO	0,41	0,46	0,46	1,23	5,12
5	MgO	0,23	0,36	0,36	0,28	1,27
6	Na ₂ O	0,78	0,09	0,09	0,33	0,17
7	K ₂ O	1,10	1,29	1,29	1,47	2,08

Tabel 2. Sifat Fisik Agregat Halus (Pasir)

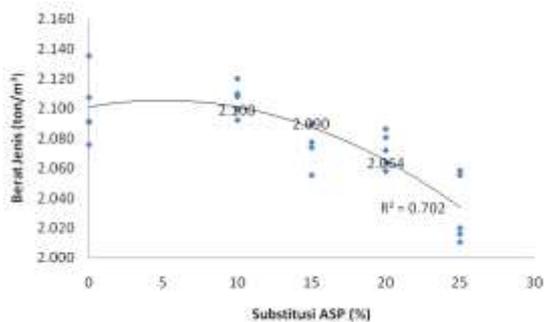
No.	Tinjauan	Hasil	Syarat	Referensi	Keterangan
1	Berat Jenis (SSD)	2,72	2,50-2,70	SNI-03-6861-1-2002	Sedikit lebih berat
2	Berat Satuan	1486 Kg/m³	1500-1800 Kg/m ³	SNI-03-6861-1-2002	Sedikit lebih ringan
3	Daya Serap Air	1,88 %	-	-	-
4	Kadar Lumpur	2,1 %	Maks. 5 %	SNI-03-6861-1-2002	Memenuhi Syarat
5	KandunganZat Organik	Lebihmuda dari warna standar	Lebih muda dari warna standar	SNI-03-6861-1-2002	Memenuhi Syarat
6	Mhb	2,32	1,5 – 3,8	SNI-T-15 -1990-03	Memenuhi Syarat
7	Gradasi	Zone 2	1 - 4	SNI-T-15 -1990-03	Agak Kasar



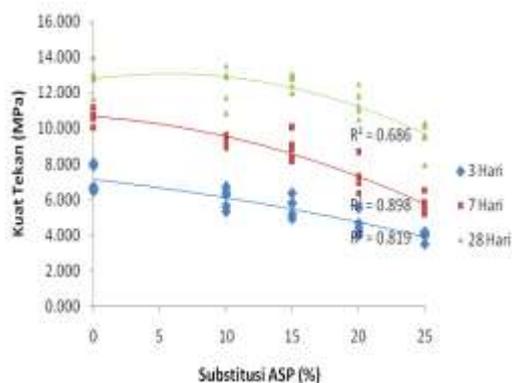
Gambar 1 Gradasi Pasir pada Zone 2



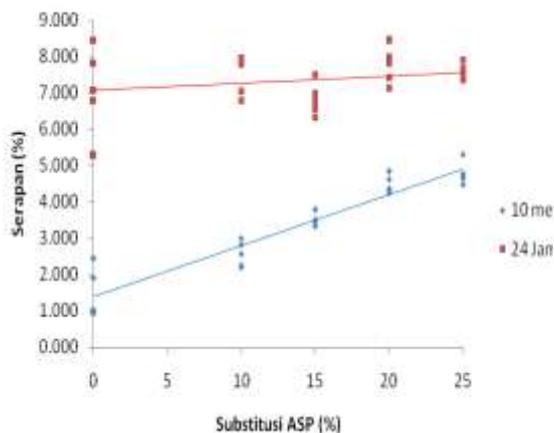
Gambar 2 Hubungan Substitusi ASP dengan Faktor Air Perekat



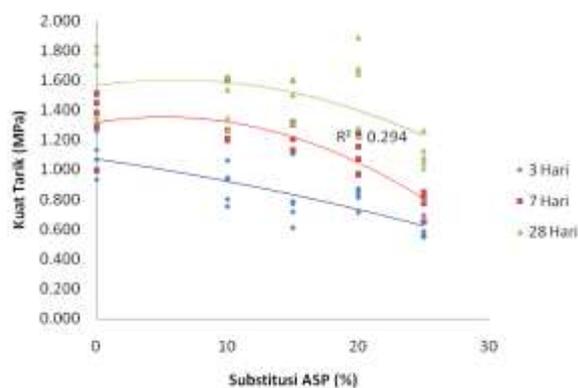
Gambar 3 Hubungan Substitusi ASP dengan Faktor Berat Jenis



Gambar 5 Hubungan Substitusi ASP dengan Kuat Tekan



Gambar 4 Hubungan Substitusi ASP dengan Serapan Air



Gambar 6 Hubungan Substitusi ASP dengan Kuat Tarik

Tabel 3 Rekatan Mortar

No .	Perbandingan Berat Pc : Asp : Pasir	3 Hari (MPa)	7 Hari (MPa)	28 Hari (MPa)	Keterangan
1	1 : 0 : 5	0,011	0,024	0,019	Bata patah
2	0,90 : 0,10 : 5	0,031	0,030	0,036	Bata patah
3	0,85 : 0,15 : 5	0,023	0,028	0,026	Bata patah
4	0,80 : 0,20 : 5	0,031	0,035	0,033	Bata patah
5	0,75 : 0,25 : 5	0,029	0,056	0,090	Lepas