

Penggunaan Campuran Abu Sampah Organik dan Limbah Karbit sebagai Bahan Pengganti Semen pada Mortar

(Use of Organic-Waste Ash and Carbide Waste Mixtures as Cement Substitution in Cement Mortar)

EDI HARTONO, SITI ROFI'AH ZA, ABD. DZARGIFAR HEMETO

ABSTRACT

Organic waste and calcium carbide waste can be used as replacement material for cement in mortar. Organic waste ash and calcium carbide waste are mixed with some variations and then conducted tests to obtain the characteristics of the materials used in this study. Content of mortar comparison base on weight that are organic waste-calcium carbide waste : sand : water of 1.0 : 2.75 : 1.0. Compositions of waste organic ash and calcium carbide waste have some variations, i.e., 0.9-0.1, 0.7-0.3, 0.5-0.5, 0.3-0.7 and 0.1-0.9. Control mortar also made as discussant for mixture variations of organic waste ash and calcium carbide waste in compressive strength test. Control is mortar mixed with common Portland cement. All of mortars are mold with molder that has dimension 5 cm × 5 cm × 5 cm. Compressive strength test is done when age of mortars is 3 days, 14 days, and 28 days. Based on laboratory test results, compressive strength on 14 days at the highest variation of 70 % organic waste ash and 30 % calcium carbide waste was found to be 26,7 kg/cm². But, this result of compressive strength is lower compared to compressive strength of control mortar which was found to be 79.9 kg/cm² on 14 days. Highest compressive strength of all mixture variation showed that mixture of waste organic ash and calcium carbide waste can be used as a mortar/mixture of brick pair in simple house type and very simple house type that needs compressive strength as much as 25 kg/cm² for wall that do not bear of load.

Keywords: organic waste ash, calcium carbide waste, cement, compressive strength of mortar.

PENDAHULUAN

Sampah dan limbah menimbulkan banyak permasalahan dalam kehidupan masyarakat. Berbagai dampak negatif telah diakibatkan oleh sampah, mulai dari bencana banjir sampai penyakit-penyakit yang ditimbulkan. Kandungan zat kimia yang terkandung dalam limbah juga sangat berbahaya bagi kesehatan. Usaha-usaha pemanfaatan kembali sampah dan limbah telah banyak dilakukan oleh masyarakat untuk mengurangi permasalahan lingkungan tersebut.

Hasil penelitian *Japan Standard Association (JSA)* menunjukkan bahwa semen yang berasal dari sampah mempunyai kualitas yang sama baiknya dengan semen biasa, sehingga sampai saat ini penggunaan semen yang berasal dari

sampah sudah digunakan dalam pembangunan jembatan, jalan, rumah, dan bangunan lainnya di Jepang.

Jaturapitakul dan Roongreung (2003) melakukan penelitian dengan mencampurkan limbah karbit yang memiliki komponen kimia utama CaO dengan abu sekam padi yang mengandung silika sebagai bahan baku semen. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kuat tekan yang paling tinggi dihasilkan pada komposisi 50 % limbah karbit dan 50 % abu sekam padi pada hari ke 180.

Siswati, et al. (2009) melakukan penelitian dengan mencampurkan abu sampah organik dan batu kapur ke dalam semen. Dari analisis abu pada proses pirolisis didapatkan abu yang terbaik untuk bahan semen adalah yang dipirolisis pada suhu 300°C. Sedangkan ekosemen yang terbaik adalah pada proporsi

abu : batu kapur 55 % : 45%, yang mempunyai kuat tekan $72,6 \text{ kg/cm}^2$, minimal dalam umur simpan 7 hari. Jika dibandingkan dengan standar kualitas semen menurut SNI 2006 untuk semen *Portland type V (Low Heat Cement)*, yang penggunaannya terutama pada pembuatan bendungan dan pada bangunan yang membutuhkan ketahanan yang tinggi terhadap sulfat dan perkerutan yang rendah, nilai kuat tekan ini ternyata belum memenuhi nilai yang disyaratkan yaitu 80 kg/cm^2 (minimal umur simpan 3 hari) dan 150 kg/cm^2 (minimal umur simpan 7 hari).

Dalam penelitian ini, sampah organik dan limbah karbit telah digunakan sebagai bahan pengganti semen pada mortar. Mortar merupakan bahan bangunan berupa campuran antara semen, pasir ayak, dan air. Menurut Pusat Penelitian dan Pengembangan Permukiman (1996, dalam Koti'ah, 2000), nilai kuat tekan mortar/adukan pasangan bata merah yang dibutuhkan untuk Rumah Sederhana (RS) dan Rumah Sangat Sederhana (RSS) adalah sebesar 25 kg/cm^2 untuk dinding yang tidak memikul beban. Mortar yang menggunakan semen *Portland* menghasilkan kuat tekan rata-rata sebesar 29 kg/cm^2 .

Menurut Priyatna (2009), dengan melalui proses pembakaran, sampah organik akan menjadi abu yang mengandung unsur SiO_2 sebanyak 23%-46% , Al_2O_3 sebanyak 13%-29% dan Ca O sebanyak 12%-31%. Limbah karbit berasal dari produksi gas asetilen (C_2H_2) yang dihasilkan dalam jumlah yang sangat banyak dari pabrik-pabrik industri. Menurut Budi (2003), komposisi kimia terbesar yang ada dalam limbah karbit adalah Ca O, yaitu sebesar 59,98%. Unsur-unsur yang terdapat dalam abu sampah organik dan limbah karbit akan mengalami reaksi *pozzolanic* seperti yang terjadi pada semen, yaitu reaksi antara kalsium dengan silikat atau aluminat sehingga terbentuk zat pengikat berupa kalsium silikat atau kalsium aluminat.

Tujuan dari penelitian ini adalah menguji konsistensi normal dan pengikatan awal pada campuran abu sampah organik dan limbah karbit. Selanjutnya dikaji kuat tekan mortar dengan berbagai variasi campuran abu sampah organik dan limbah karbit sebagai pengganti bahan baku semen. Dengan demikian akan diperoleh proporsi campuran yang sesuai untuk menggantikan semen dalam mortar.

METODE PENELITIAN

Bahan/Material serta Pengujiannya

1. Abu sampah organik, diperoleh dari proses pembakaran sampah organik di lingkungan kampus Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Abu tersebut dihaluskan selama ± 2 jam menggunakan mesin *Los Angeles (Los Angeles Abrasion Machine)*. Secara visual, abu sampah organik yang digunakan adalah yang berwarna abu-abu dimana secara teoritis mengandung unsur silika yang baik.
2. Limbah karbit, diperoleh dari PT. Indo Hanzel, Sedayu, DIY. Limbah karbit tersebut merupakan limbah dari pengelasan. Karena limbah tersebut masih mengandung air, maka dikeringkan menggunakan sinar matahari selama 2-3 hari. Pengerangan juga dapat dilakukan dengan menggunakan mesin pengering (*electrical oven*) dengan suhu 40°C selama 24 jam. Setelah itu, limbah karbit dihaluskan dengan menggunakan mesin *Los Angeles (Los Angeles Abrasion Machine)* selama ± 2 jam. Pengujian limbah karbit dilakukan bersama-sama dengan abu sampah organik dalam bentuk campuran.
3. Semen *Portland*. Komposisi kimia semen dapat dilihat pada Tabel 1.

TABEL 1. Standar Komposisi Kimia Semen

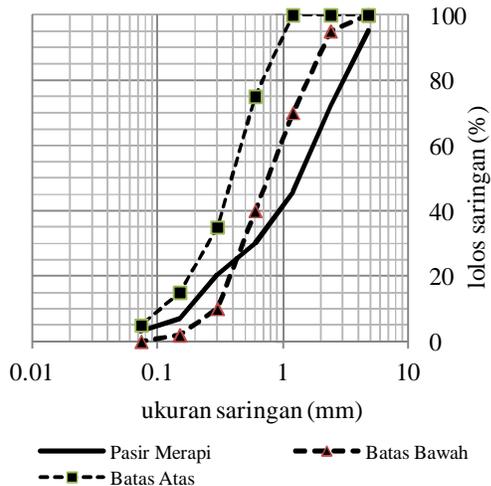
| Senyawa | Kadar Standar (%) |
|-------------------------|-------------------|
| CaO | 60-66 |
| SiO_2 | 19-25 |
| Al_2O_3 | 3-8 |
| Fe_2O_3 | 1-5 |

SUMBER: Subakti (1994)

4. Pasir, dalam penelitian ini digunakan pasir merapi. Dari uji yang dilakukan diperoleh berat volume pasir sebesar $1,68 \text{ g/cm}^3$ (ASTM C-29), berat jenis dalam keadaan *Saturated Surface Dry (SSD)* sebesar 2,29 (ASTM C-127) dan kadar air sebesar 2,99 % (ASTM D2216-05). Uji pemeriksaan kotoran pasir juga dilakukan untuk mengetahui apakah pasir yang digunakan tergolong pasir yang bersih atau tidak bersih (SNI 03-4142-1996). Hasil uji menunjukkan bahwa tinggi endapan (H') = 1 cm dan tinggi pasir bersih (H) = 6,1 cm. Pasir dianggap cukup bersih jika $H' < 1/14 H$.

Karena $H' > 1/14 H$, maka pasir tergolong tidak bersih.

Dari hasil uji distribusi ukuran partikel, pasir yang digunakan dalam penelitian ini memiliki modulus butiran 4,26. Distribusi ukuran butir menurut ASTM C 144 ditunjukkan pada Gambar 1.



GAMBAR 1. Distribusi Ukuran Butir Pasir Merapi

Gambar 1 menunjukkan bahwa pasir yang digunakan dalam penelitian ini tidak memenuhi spesifikasi pasir yang digunakan dalam campuran mortar, sehingga sangat berpengaruh pada kekuatan mortar yang dihasilkan.

Uji Konsistensi Normal dan Uji Waktu Ikut

Untuk mengetahui karakteristik semen dan campuran abu sampah-limbah karbit, maka dilakukan uji konsistensi normal (ASTM C-187-9) serta uji waktu ikat awal dan waktu ikat akhir (ASTM C-191-01a) yang dilakukan di Laboratorium Teknologi Beton dan Bahan Bangunan Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

Pembuatan Benda Uji

Mortar kontrol adalah mortar yang terdiri dari semen *Portland*, pasir, dan air dengan perbandingan berat semen *Portland* : pasir : air sebesar 1,0 : 2,75 : 0,65.

Mortar yang diuji memiliki perbandingan berat abu sampah organik-limbah karbit : pasir : air sebesar 1,0 : 2,75 : 0,65. Variasi campuran abu sampah organik dan limbah karbit dalam mortar tersebut adalah sebesar 0,1:0,9; 0,3:0,7; 0,5:0,5; 0,7:0,3; dan 0,9:0,1.

Cetakan benda uji berbentuk kubus dengan ukuran 5 cm × 5 cm × 5 cm. Mortar kontrol berjumlah 6 buah dan mortar dengan campuran abu sampah organik dan limbah karbit berjumlah 30 buah (masing-masing variasi campuran sejumlah 6 buah).

Perawatan Benda Uji

Setelah berumur 1 hari mortar tersebut dikeluarkan dari cetakan, kemudian disimpan pada suhu ruangan pada umur 3 hari, 14 hari, dan 28 hari. Selama proses pengeringan dan pengerasan, mortar selalu dibasahi dengan air bersih dengan cara dipercikkan. Hal ini dimaksudkan agar proses pengeringan dan pengerasan pada mortar berjalan dengan sempurna (untuk mencegah terjadinya retak-retak/pecah pada mortar).

Uji Kuat Tekan

Uji kuat tekan bertujuan untuk mengetahui kuat tekan mortar yang dihasilkan. Uji kuat tekan dilaksanakan pada mortar umur 3 hari, 14 hari, dan 28 hari dengan *concrete compression tester machines*. Pengujian dilakukan berdasarkan ASTM C109/C 109M (standar metode uji kuat tekan mortar semen).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Konsistensi Normal dan Waktu Pengikatan

Hasil uji konsistensi normal dan waktu pengikatan semen *portland* serta campuran abu sampah-limbah karbit dapat dilihat pada Tabel 2. Waktu pengikatan awal (*initial setting time*) adalah waktu yang dibutuhkan dari saat pencampuran dengan air sampai menjadi pasta semen yang kaku dan mulai sukar dikerjakan. Waktu pengikatan akhir adalah waktu yang dibutuhkan oleh campuran (mortar) yang sudah kehilangan keplastisan atau kaku sampai mengeras. Pengikatan awal campuran yang terlalu lama akan mengakibatkan mortar akan sulit menempel pada dinding. Hasil penelitian menunjukkan bahwa selain pada proporsi campuran 10% abu sampah (AS) : 90 limbah karbit (LK), pada proporsi campuran abu sampah organik dan limbah karbit yang lain yaitu pada campuran 30AS:70LK, 50AS:50LK, 70AS:30LK dan 90AS:10LK memiliki waktu ikat awal dan waktu ikat akhir yang lebih pendek dari mortar kontrol.

TABEL 2. Hasil uji konsistensi normal, pengikatan awal dan pengikatan akhir

| No. | Campuran | Konsistensi normal | Waktu Pengikatan awal (menit) | Waktu Pengikatan Akhir (menit) |
|-----|-------------------------|--------------------|-------------------------------|--------------------------------|
| 1 | Semen (sebagai kontrol) | 0,35 | 125 | 150 |
| 2 | 10AS : 90LK | 0,47 | 168 | 225 |
| 3 | 30AS : 70LK | 0,50 | 71 | 105 |
| 4 | 50AS : 50LK | 0,48 | 84 | 120 |
| 5 | 70AS : 30LK | 0,49 | 30 | 60 |
| 6 | 90AS : 10LK | 0,52 | 45 | 70 |

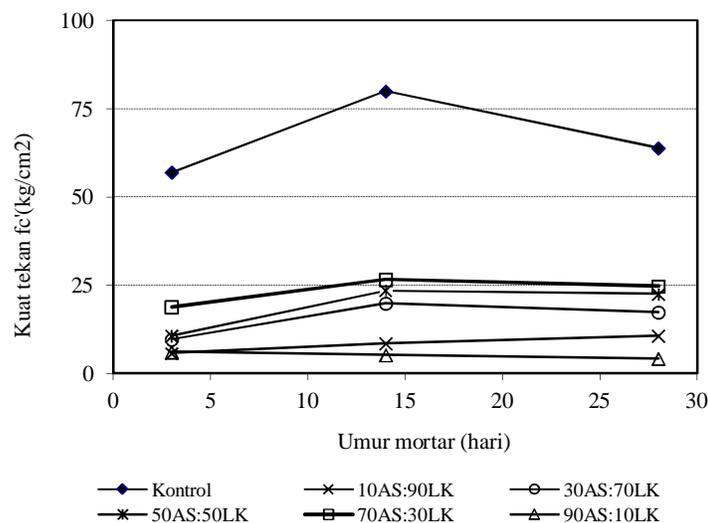
Hal ini memungkinkan mortar yang dihasilkan dapat digunakan lebih baik pada plesteran dinding, karena mortar akan mempunyai waktu pengikatan yang lebih pendek dibandingkan dengan semen *Portland* biasa.

Pengaruh Variasi Campuran terhadap Kuat Tekan Mortar

Hasil uji kuat tekan mortar dapat dilihat pada Gambar 2. Campuran 70AS:30LK memiliki kuat tekan paling tinggi daripada variasi campuran yang lain, yaitu sebesar 26,7 kg/cm² pada umur 14 hari. Dengan hasil sebesar ini mortar campuran abu sampah dan limbah karbit masih memungkinkan digunakan sebagai mortar untuk pasangan bata merah pada bangunan RS dan RSS yang mensyaratkan minimal kuat tekan mortar sebesar 25 kg/cm². Namun jika dibandingkan dengan mortar yang terbuat dari semen *Portland* (*kontrol*) yang

menghasilkan kuat tekan sebesar 79,9 kg/cm² pada umur 14 hari, kuat tekan campuran 70AS:30LK tersebut hanya sebesar 33,4% dari kuat tekan mortar kontrol.

Dari Gambar 2 terlihat bahwa semakin tinggi kandungan abu sampah organik dan semakin rendah kandungan limbah karbit dihasilkan kuat tekan mortar yang lebih tinggi, kecuali pada campuran 90AS:10LK yang menunjukkan data sebaliknya, karena menghasilkan kuat tekan mortar yang paling rendah sebesar 5,2 kg/cm² pada umur 14 hari. Hal tersebut menunjukkan bahwa penambahan kandungan silika cukup baik mempengaruhi kuat tekan mortar sampai pada proporsi tertentu. Hal tersebut menunjukkan bahwa silika yang terlalu tinggi dapat menurunkan kuat tekan yang diperoleh. Begitu juga apabila kandungan kapur yang terlalu rendah juga menurunkan kuat tekan yang dihasilkan.



GAMBAR 2. Hasil Uji Kuat Tekan Mortar

Peningkatan kuat tekan mortar sangat terlihat pada peningkatan umur dari 3 hari ke umur 14 hari. Namun dari umur 14 hari ke umur 28 hari peningkatan kuat tekannya relatif kecil, bahkan pada campuran mortar dengan proporsi selain 10AS:90LK terlihat mengalami sedikit penurunan kuat tekannya. Perawatan benda uji yang kurang baik dan pasir pada benda uji yang tidak memenuhi persyaratan mengakibatkan kuat tekan mortar menurun.

KESIMPULAN

1. Konsistensi normal untuk semua variasi campuran abu sampah organik dan limbah karbit lebih tinggi daripada semen. Untuk pengikatan awal dan pengikatan akhir dari sebagian besar campuran diperlukan waktu lebih singkat daripada semen.
2. Kuat tekan mortar tertinggi dari variasi campuran abu sampah organik dan limbah karbit diperoleh pada campuran 70 % abu sampah organik dan 30 % limbah karbit, yaitu sebesar 26,4 kg/cm² pada umur 14 hari. Campuran tersebut dapat digunakan sebagai adukan pasangan bata merah pada Rumah Sederhana (RS) dan Rumah Sangat Sederhana (RSS) yang mensyaratkan kuat tekan sebesar 25 kg/cm² untuk dinding yang tidak memikul beban.
3. Semakin banyak abu sampah organik dan semakin sedikit limbah karbit dalam campuran, maka kuat tekan yang dihasilkan pada mortar cenderung semakin tinggi. Namun, jika kadar abu sampah organik terlalu banyak dan limbah karbit terlalu sedikit menyebabkan kuat tekan mortar menurun (pada campuran 90% abu sampah organik dan 10 % limbah karbit).

DAFTAR PUSTAKA

ASTM C29. *Standard test method for bulk density (unit weight) and voids in aggregate*. Philadelphia, PA: American Society for Testing and Materials.

ASTM C109 / C109M. *Standard test method for compressive strength of hydraulic cement mortars (using 2-in. or [50-mm] cube specimens)*. Philadelphia, PA: American Society for Testing and Materials.

ASTM C127. *Standard test method for density, relative density (specific gravity), and absorption of coarse aggregate*. Philadelphia, PA: American Society for Testing and Materials.

ASTM C144. *Standard specification for aggregate for masonry mortar*. Philadelphia, PA: American Society for Testing and Materials.

ASTM C187-98. *Standard test method for normal consistency of hydraulic cement*. Philadelphia, PA: American Society for Testing and Materials.

ASTM C191-01. *Standard test method for time of setting of hydraulic cement by vicat needle*. Philadelphia, PA: American Society for Testing and Materials.

ASTM D2216-05. *Standard Test Methods for Laboratory Determination of Water(Moisture) Content of Soil and Rock by Mass*. Philadelphia, PA: American Society for Testing and Materials.

Budi, S.G. (2003). Penyebaran kekuatan dari kolom yang terbuat dari limbah karbit dan kapur. *Dimensi Teknik Sipil*, 5(2), 99-102.

Jaturapitakkul, C. & Roongreung, B. (2003). Cementing Material from Calcium Carbide Residue-Rice Husk Ash. *Journal of Materials in Civil Engineering*, 15(5), 470-475.

Koti'ah, S. (2000). *Pengaruh penambahan abu sampah sebagai bahan pengisi/filler agregat terhadap kuat tekan paving block dengan variasi faktor air semen*. Tugas Akhir Sarjana Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

Priyatna, D.E. (2009, Jan. 27). Semen dari Sampah. *BeritaIptek*. Retrieved from: <http://www.beritaipstek.com>.

Siswati, N.D., Nanda R. & Anggraini R. (2009). Pembuatan ekosemen dari sampah organik. *Jurnal Teknik Kimia*, 3(2), 227-231.

SNI 03-4142-1996. *Metode pengujian jumlah bahan dalam agregat yang lolos saringan nomor 200 (0,0075 mm)*, Standar Nasional Indonesia.

Subakti, A. (1994). *Teknologi beton dalam praktek*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh November.

PENULIS:

Edi Hartono✉

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik,
Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, Jalan
Lingkar Selatan, Bantul, Yogyakarta,
Indonesia.

Siti Rofi'ah ZA, Abd. Dzargifar Hemeto

Mahasiswa, Jurusan Teknik Sipil Universitas
Muhammadiyah Yogyakarta, Jalan Lingkar
Selatan, Bantul, Yogyakarta, Indonesia.

✉Email: edihartok@yahoo.com

Diskusi untuk makalah ini dibuka hingga 1
April 2010 dan akan diterbitkan dalam jurnal
edisi Mei 2010.