

TINJAUAN PERMEABILITAS DAN ABSORPSI BETON DENGAN MENGGUNAKAN BAHAN *FLY ASH* SEBAGAI CEMENTITIOUS

Review The Use of Fly-ash as a Cementitious to Concrete Absorption and Permeability

Erwin Rommel¹, Yusuf wahyudi², Rozy Dharmawan³

^{1,2}Jurusan Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Malang

Jl. Raya Tlogomas 246 Malang 65144 Telp. (0341) 464318-319 Pes. 130 Fax. (0341)460435

³Alumni Jurusan Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Malang

Email: erwin67pro@yahoo.com

Abstract

Fly-ash material improvement efforts through the process of synthesis of silica with the activator NaOH 5M solution has been done to improve the properties of reactivity. Repair of concrete permeability resistance trying to do with fly-ash as cementitious 10%, 20%, 30%, 40%. Concrete permeability testing done by making 30 specimen (20x20x12) cm. Beside that also carried out testing on the absorption testing by making cylinder concrete (15x30) cm as much as 30 specimen. The comparison is done as the creation of concrete using fly-ash in a conventional fly-ash on concrete. The result of absorption obtained that the use of fly ash tend to be able to reduce the absorption on the concrete, both the conventional fly-ash or fly-ash treatment. Even the usage of fly-ash above 20% is not contrastive in the absorption of concrete given the fly-ash treatment or conventional fly-ash. The capability of concrete permeability looks better on concrete using fly-ash treatment compared to conventional fly-ash.

Keywords : fly ash , permeability , absorption

Abstrak

Upaya perbaikan material fly-ash melalui proses sintesis silika dengan aktivator NaOH 5M telah dilakukan guna memperbaiki sifat reaktifitasnya. Perbaikan ketahanan permeabilitas beton coba dilakukan dengan mengganti 10%, 20%, 30%, 40% berat semen dengan bahan fly-ash hasil rekayasa. Pengujian permeabilitas beton dilakukan dengan membuat 30 benda uji berukuran (20x20x12) cm. Disamping itu dilakukan juga pengujian pada ketahanan absorpsi beton dengan membuat benda uji silinder diameter 15 cm tinggi 30 cm sebanyak 30 benda uji. Sebagai pembanding dilakukan pembuatan beton dengan menggunakan bahan fly-ash konvensional (tanpa perbaikan) pada campuran beton. Hasil pengujian absorpsi diperoleh bahwa penggunaan *fly ash* cenderung dapat mengurangi nilai absorpsi pada beton, baik pemakaian fly-ash konvensional maupun fly-ash yang telah melalui hasil rekayasa. Bahkan pemakaian fly-ash di atas 20% tidak memperlihatkan perbedaan nilai absorpsi pada beton yang diberi fly-ash hasil rekayasa maupun fly-ash konvensional. Untuk kemampuan permeabilitas terlihat lebih baik pada beton yang memakai fly-ash rekayasa dibandingkan dengan fly-ash konvensional.

Kata Kunci : fly ash, permeabilitas, absorpsi

PENDAHULUAN

Beton menjadi salah satu bahan yang dibutuhkan dalam suatu pembangunan. Perkembangan ekonomi dunia yang semakin pesat saat ini membuat bangunan berbahan beton tumbuh di banyak tempat sehingga produksi beton pun meningkat jumlahnya secara signifikan. Produksi beton identik dengan merusak lingkungan semata

mulai dari proses menggali batu kapur, proses pembakarannya, emisinya, dsb. Produksi semen pun dinyatakan sebagai penyumbang karbon dioksida terbesar urutan dua dunia dan menyumbang tujuh persen setelah pembangkit listrik. Oleh sebab itu, perlu senantiasa dikembangkan beton ramah lingkungan sehingga pembangunan tidak perlu berhenti demi lingkungan (Hardjito, 2010).

Pemanfaatan *bottom ash* dan *fly ash* sebagai pembuatan beton tanpa campuran semen dan pasir juga telah dilakukan di Puslitbang Geoteknologi LIPI dengan memberikan kandungan *bottom ash* dan *fly ash* hingga 80% sehingga dapat menekan biaya produksi dan lebih tahan terhadap asam dan air laut serta memiliki beton dengan kinerja tinggi dan bobot yang ringan (**Media Komunikasi dan Informasi Pembangkit Listrik Tenaga Uap, 2010**).

Hasil penelitian terdahulu menunjukkan bahwa penambahan abu terbang sebagai pengganti semen pada komposisi 1:1:8 (semen:kapur:pasir) dapat meningkatkan kuat tekan dan serapan air pada mortar. Variasi penambahan abu terbang diberikan mulai 10%, 20%, 30% dan 40% dimana peningkatan kuat tekan terbesar terjadi pada penambahan abu terbang 30% dengan kuat tekan mencapai 100,72 kg/cm² pada umur 56 hari. Sedangkan nilai serapan air terendah diperoleh hingga 9,31% pada penambahan abu terbang 30%. (**Andoyo, 2006**)

Bahan *fly ash* hasil limbah PLTU Tanjung Jati B Jepara telah dilakukan perbaikan pada sifat fisik dan kimianya dengan memakai *aktivator* NaOH 5M pada temperature 100° C. Komposisi senyawa silika (SiO₂) bertambah hingga 37,69% dengan bentuk fase *amorf* sebesar 71,31% dimana bentuk *amorf* dari senyawa silika tersebut merupakan indikasi tingkat *reaktifitas* bahan *fly-ash* tersebut. Uji SEM memperlihatkan permukaan butiran yang tidak beraturan pada senyawa *amorf* akan memudahkan pengikatan kapur bebas oleh senyawa silika dari hasil reaksi hidrasi semen. Sehingga bahan *fly-ash* yang telah diteratkan tersebut menjadi lebih reaktif dan memiliki sifat mengikat yang lebih kuat dan dapat digunakan sebagai bahan pengganti semen pada pembuatan beton (**Erwin, Dini K dan Ansori, 2014**).

Upaya memperbaiki sifat fisik dan kimia dari *fly ash* sebagai material pengganti sebagian semen serta pengaruh reaktifitas dari *fly ash* yang telah mengalami perbaikan dengan pensintesis silika. Hasil pemeriksaan kimia menunjukkan bahwa terjadi penurunan persentase pada unsur Si dan Al akan tetapi mengalami peningkatan pada unsur Fe. Hal tersebut juga berpengaruh terhadap kandungan senyawa utama SiO₂ dan Al₆Si₂O₁₃ (Mullite) yang mendominasi *fly ash* sebesar 77 – 80 % mengalami penurunan setelah mengalami proses *treatment*. Hasil uji reaktifitas dengan menggunakan XRD

didapatkan bahwa *fly ash* mengalami penurunan jumlah struktur *amorf* sebesar 3,47 % setelah mengalami proses *treatment*, Penurunan ini menyebabkan *fly ash* tidak lebih reaktif setelah melalui proses *treatment* dan tidak lebih baik digunakan sebagai bahan pengganti sebagian semen dalam beton secara keseluruhan. (**Erwin, Dini K, dan Armand, 2014**).

Tujuan penelitian ini untuk mengetahui pengaruh pemakaian *fly ash* yang telah melalui proses rekayasa sintesis dengan metode refluks sebagai bahan *cementitious* pada beton terhadap perubahan sifat permeabilitas beton dan sifat absorpsi beton.

METODE PENELITIAN

Rancangan Penelitian

Dilakukan pengujian bahan *fly-ash* dari limbah industri PLTU Tanjung Jati-B Jepara. Pemeriksaan fisik meliputi; berat jenis, kehalusan, serta konsistensi dimana proses tersebut dilaksanakan di Laboratorium Beton Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Malang. Setelah itu dilakukan perbaikan bahan *fly-ash* melalui proses sintesis silika (metode *refluks*) dengan bahan *aktivator* larutan NaOH 5M pada suhu 100°C selama 24 jam. Proses rekayasa ini dilakukan dengan memakai alat *refluks* skala lapangan. Variasi pemakaian *fly ash* sebagai *cementitious* masing-masing sebanyak 0%, 10%, 20%, 30%, 40% dari berat semen. Pada penelitian ini dibuat 30 benda uji berukuran (20x20x12) cm untuk uji permeabilitas beton dan 30 silinder beton (30x15) cm untuk uji absorpsi beton. Jumlah benda uji setiap perlakuan terlihat pada Tabel-1.

Tabel 1. Jumlah Benda Uji

% fly-ash	Pengujian Permeabilitas		Pengujian Absorpsi	
	Treatment	Konvensi	Treatment	Konvensi
0%	3	3	3	3
10%	3	3	3	3
20%	3	3	3	3
30%	3	3	3	3
40%	3	3	3	3
Jumlah	30		30	

Pengujian permeabilitas beton dilakukan berdasarkan standar DIN 1048 di Laboratorium Litbang dan Jaminan Mutu PT. Semen Gresik, sedangkan untuk pengujian absorpsi beton dilakukan di Laboratorium Beton Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Malang dengan mengacu pada SNI 03-6433-2000.

Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan antara lain; *fly ash* tipe-F dari PLTU Tanjung Jati B Jepara, larutan NaOH 5M, semen, pasir, kerikil maks 20mm.

Alat Penelitian

Alat utama yang digunakan pada penelitian antara lain ; alat refluks *fly ash* skala lapangan (hasil modifikasi), *permeability testing*, oven.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Semen dan *Fly-ash*

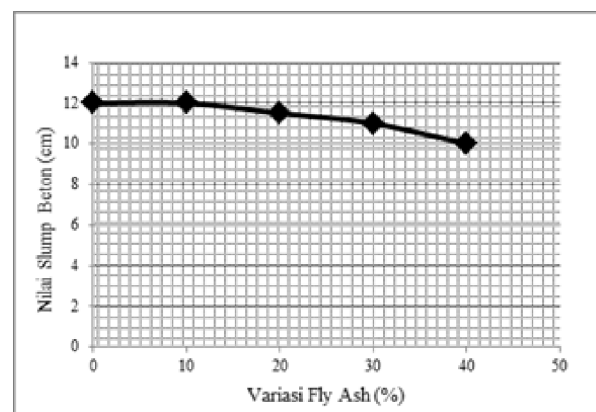
Tabel 2. Hasil pengujian semen dan *fly-ash*

Jenis pemeriksaan	Standar Uji	Hasil pengujian		Syarat Uji	
		semen	<i>fly-ash</i> konvensional		<i>fly-ash</i> perbaikan
Berat Jenis (gr/cm ³)	ASTM C 188144	3,16	2.625	2.60	3,15- 3,17
Kehalusan (%)	ASTM C-134-66	4,9	10.1	12.84	<10%
Konsistensi (%)	ASTM C-187-71	27	28	36	-

Tingkat workability

Pengaruh kemudahan dalam pelaksanaan pengecoran betona kibat pemakaian *cementitious fly-ash* dapat dilihat dari hasil pengujian nilai slump pada beton segar. Pemakaian bahan *fly-ash* tidak terlalu berpengaruh karena nilai slump masing-masing campuran beton dengan penambahan jumlah *cementitious fly-ash* pada beton masih berada dalam target rencana slump yakni berkisar 10 ± 2 cm. Walaupun penambahan bahan *fly-ash* memiliki kecenderungan turunnya nilai slump, karena bahan *fly-ash* lebih mudah menyerap air sehingga kebutuhan air untuk hidrasi semen menjadi berkurang dan dukan beton menjadi lebih kental atau tingkat workability menjadi berkurang. Hubungan nilai slump dengan penambahan jumlah *fly-ash* pada campuran beton terlihat pada Gambar-1.

Bahan semen yang digunakan memenuhi persyaratan uji berdasarkan ASTM yang meliputi uji berat jenis, kehalusan, konsistensi, seperti terlihat pada Tabel-2. Sedangkan untuk bahan *fly ash* menghasilkan berat jenis yang lebih kecil dibandingkan semen. Berat jenis *fly ash* konvensional dan *fly ash hasilperbaikan* tidak berbeda jauh meskipun telah melalui proses sintesis pada *fly ash*, massa *fly ash* lebih ringan karena struktur penyusunnya. Kehalusan bahan fly-ash lebih besar bahkan melebihi 10% yang tertahan diatas saringan No.200 dimana butiran fly-ash walaupun rentan terhadap lingkungan yang memiliki kelembabam. Bahan semen memiliki konsistensi paling rendah dibandingkan *fly ash* konvensional dan *fly ash* hasil perbaikan. Hal ini menjelaskan bahwa sifat semen dan fly-ash yang berbeda dalam hal kemampuan menyerap air. Untuk menghasilkan reaksi pasta semen dibutuhkan air yang lebih banyak pada bahan fly-ash dimana nilai konsistensi lebih tinggi dari bahan semen.



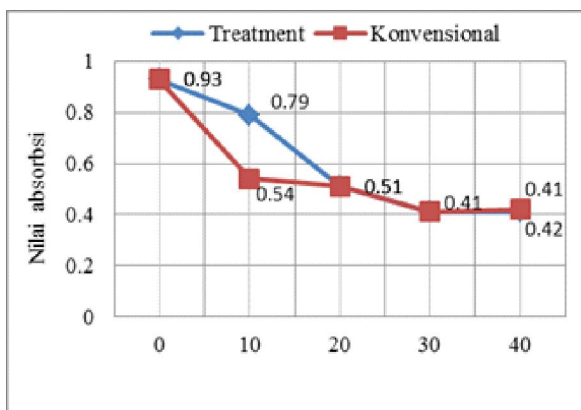
Gambar 1. Nilai Slump Beton

Absorpsi Beton

Keandalan beton terhadap lingkungan yang kedap air ditentukan oleh tingkat penyerapan air pada

permukaan beton yang disebut absorpsi. Nilai absorpsi yang besar pada beton merupakan indikasi beton tersebut cenderung kurang awet atau memiliki durabilitas yang rendah karena beton dengan mudah menyerap air dan hal ini menyebabkan degradasi kekuatan beton. Sifat kedap air pada beton berkaitan dengan porositas dan absorpsi beton. Air dapat masuk kedalam beton tidak hanya melalui sifat *porous* atau rongga-rongga yang terbentuk pada beton tetapi juga melalui *diffusion* dan *absorbition* yang semuanya tergantung pada struktur hidrasi semen.

Dari hasil pengujian absorpsi terlihat bahwa penggunaan *fly ash* sebagai *cementitious*, baik yang telah melalui proses rekayasa maupun tidak dapat memperkecil nilai absorpsi beton jika dibandingkan dengan beton konvensional. Pada pemakaian *fly-ash* sebagai *cementitious* sebanyak diatas 20% terlihat bahwa nilai absorpsi beton cenderung stabil dan berkurang rata-rata nilai absorpsi sebesar 45% dibandingkan dengan beton konvensional (tanpa *fly-ash*). Nilai absorpsi pada beton berkurang dari 0,93 menjadi rata-rata 0,45.



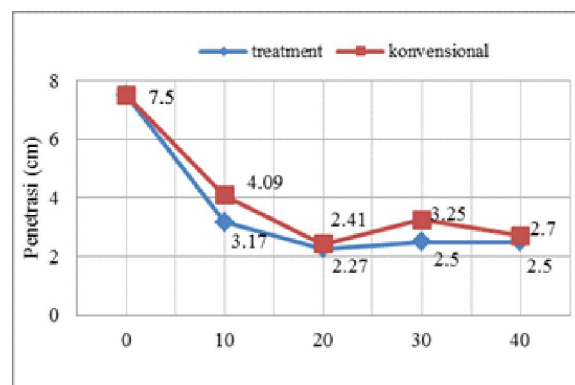
Gambar 2. Nilai absorpsi beton

Rendahnya nilai absorpsi pada beton yang memakai *fly-ash* sebagai *cementitious* karena memiliki pori-pori yang lebih kecil daripada semen itu sendiri serta sifat rekatan antara agregat yang semakin baik karena pengaruh unsur silika *amorf* yang lebih reaktif. Penyerapan terhadap air pada beton sangat tergantung pada pori-pori agregat pengisinya sehingga beton tidak mudah mereduksi air masuk pada pori-pori beton.

Permeabilitas Beton

Permeabilitas beton juga dipengaruhi oleh distribusi ukuran butiran semen atau kehalusan dari butiran semen. menggunakan butiran semen yang lebih kasar mempunyai tingkat porositas yang lebih tinggi dibandingkan dengan menggunakan ukuran butiran semen yang lebih halus. Secara umum bisa dikatakan bahwa beton yang permeabilitas lebih rendah akan memiliki kuat tekan yang lebih baik dibandingkan dengan beton dengan permeabilitas yang tinggi.

Dari hasil uji permeabilitas terlihat bahwa dengan pemakaian sebanyak 20% *fly ash* hasil rekayasa dapat mengurangi permeabilitas beton hingga nilai penetrasi mencapai 2,27 cm dari permukaan beton atau terjadi penurunan permeabilitas sebesar 69,73 % dibandingkan dengan beton konvensional (beton tanpa *fly-ash*). Nilai permeabilitas relatif kecil karena *fly ash* sebagai *cementitious* mempunyai sifat rekatan antara butiran agregat yang lebih baik karena unsur silika *amorf* yang lebih reaktif serta dapat memperkecil pori-pori beton itu sendiri. Karena penyerapan terhadap air sangat tergantung pada pori-pori agregat pengisinya. Hal ini akan menyebabkan semakin tertutupnya rongga-rongga pada beton, sehingga beton akan semakin sulit ditembus air. Penggunaan *fly ash* konvensional juga akan menurunkan nilai permeabilitas beton tetapi nilai penetrasi yang terjadi masih lebih tinggi dibandingkan dengan memakai *fly-ash* yang telah melalui proses rekayasa. Batas nilai penetrasi permeabilitas beton untuk beton kedap air adalah bila air merembes ke dalam beton kurang dari 5 cm (syarat standar DIN 1045).



Gambar 3. Permeabilitas beton

KESIMPULAN DAN SARAN

- Pemakaian bahan *fly ash* hasil proses sintesis dengan metode *refluks* dan *fly ash* konvensional sebagai *cementitious* dapat mengurangi nilai absorpsi beton hingga 45% dibandingkan dengan beton konvensional (beton tanpa *fly-ash*).
- Pemakaian bahan *fly ash* hasil proses sintesis dengan metode *refluks* akan menghasilkan tingkat permeabilitas beton lebih baik dibandingkan beton dengan memakai *fly-ash* konvensional maupun beton konvensional (beton tanpa *fly-ash*). Tingkat permeabilitas yang diperoleh mencapai penetrasi 2,27 cm dan masih berada dibawah ambang batas beton kedap air yakni nilai penetrasi 5 cm.

DAFTAR PUSTAKA

- Andoyo, 2006, *Pengaruh Penggunaan Abu Terbang (Fly Ash) Terhadap Kuat Tekan Dan Serapan Air Pada Mortar*, skripsi, Politeknik Negeri Semarang
- Badan Standardisasi Nasional, 2002, *SNI 03-6863-2002, Metode pengambilan contoh dan pengujian abu terbang atau pozolan alam sebagai mineral pencampur dalam beton semen portland*.
- Erwin, R., Dini K, Arman P.P, 2014, *Perbaikan Sifat Fisik Dan Reaktifitas Fly Ash Sebagai Cementitious Pada Beton*, Jurnal Media Teknik Sipil, Volume XII, Nomor 2, Agustus 2014, ISSN 1693-3095.
- Erwin, R., Dini K, Saiful Ansyori, 2014, *Rekayasa Material Fly-Ash dengan Metode Reflux sebagai Cementitious Unggul dan Ramah Lingkungan*, Konferensi Nasional Teknik Sipil (KonTeKS) ke-8, 16-17 Okt 2014, ITENAS Bandung.
- Erwin, R., Yusuf W, Andi R.P, 2015, *Kuat Tekan Beton dengan Pemakaian Cementitious Fly-Ash yang Telah Melalui Proses Rekayasa Material*, proceeding seminar nasional ATPW 2015, ITS Surabaya
- Hardjito.,D, 2010, *Pembangunan Berkelanjutan, Material Beton Ramah lingkungan dan Edukasi Mahasiswa*, Seminar Nasional Lingkungan Hidup, Jurusan Teknik Sipil Universitas Kristen Petra, Surabaya.

Media Komunikasi dan Informasi Pembangkit Listrik tenaga Uap, 2010, **Majalah Tanjung jati**, Edisi April 2010, PLTU Tanjung jati B, Semarang..