

PENURUNAN NILAI ABSORPSI DAN ABRASI BETON DENGAN PENAMBAHAN *CALCIUM STEARATE* DAN *FLY ASH*

Agus Maryoto

Universitas Jenderal Soedirman, Jl. Prof. dr. HR Boenjamin 708, Purwokerto
Email : agus_maryoto1971@yahoo.co.id

Abstrak

Penggunaan beton pada bangunan yang berhubungan langsung dengan air seperti atap beton, tanki air, basement dan perkerasan kaku memerlukan beton kedap air. Perlu mencegah infiltrasi komponen kimiawi yang dapat menyebabkan kerusakan baja pada beton bertulang. Peresapan terjadi saat air memasuki beton melalui pori. Penyerapan air pada beton normal sangat tinggi sehingga air dapat menembus beton sekalipun tanpa tekanan. Beton yang berhubungan dengan abrasi dan dampak seperti perkerasan kaku dan pemecah gelombang seharusnya dirancang secara akurat. Penelitian ini bermaksud mengetahui pengaruh calcium stearate and fly ash pada resapan air dan ketahanan abrasi pada beton. Dua seri benda uji beton normal yang masing-masing mengandung 0% dan 40 % fly ash dicampur dengan 0 kg, 1kg, 2kg dan 4 kg calcium stearate. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian 40 % fly ash sebagai pengganti semen meningkatkan kualitas beton normal. Penggunaan 40 % fly ash dan 4 kg calcium stearate menyebabkan kuat desak beton meningkat 2.98 %, peresapan berkurang 36,48% dan abrasi berkurang 47,50%.

Kata kunci: abrasi, calcium stearate, fly ash, penyerapan, kuat desak beton.

Abstract

The concrete usage in building that contacted directly with water such as a concrete roof, water tank, basement and rigid pavement needs waterproof concrete. It has foresight to prevent chemical compound infiltration that can cause steel damage in reinforced concrete. Absorption occurs when water enters in concrete by pores. Absorption of normal concrete is very high so water can penetrate into concrete though without pressure. Concrete associated with abrasion and impact, such as rigid pavement and breakwater, should be designed accurately. This research aims to know the influence of calcium stearate and fly ash in concrete absorption and abrasion. Two series samples of normal concrete contained fly ash 0% and 40% of cement weigh were mixed with 0 kg, 1kg, 2kg and 4 kg of calcium stearate respectively. The results indicated that 40% fly ash substitution and calcium stearate addition in concrete increase quality of normal concrete. Compressive strength increase 2.98%, Absorption decrease 36.48% and abrasion decrease 47.50% after be used 40.00% fly ash and 4 kg calcium stearate addition

Keywords: abrasion, absorption, calcium stearate, compressive strength, fly ash.

1. PENDAHULUAN

Kekedapan atau permeabilitas beton merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi *durabilitas* beton. Penggunaan beton untuk bangunan-bangunan yang langsung berhubungan dengan air, misalnya plat beton untuk atap, bak penampungan air, dinding *basement*, pilar jembatan dan bangunan air, harus kedap air atau beton dengan *permeabilitas* kecil. Beton ini mampu menahan rembesan sehingga tidak terjadi korosi pada tulangan beton. Rembesan terjadi karena adanya pori-pori dalam beton yang saling berhubungan sehingga air dapat masuk ke dalam beton. Penggunaan beton sebagai bahan konstruksi di daerah agresif, seperti bangunan laut, rembesan air dapat menyebabkan terjadinya serangan sulfat dan klorida pada baja tulangan.

Pembangunan struktur beton di sekitar pantai dan di dalam air laut tidak terlepas dari resiko masalah akibat air laut. Tuntutan zaman yang semakin modern memacu bidang teknologi beton untuk

membangun struktur beton yang bukan hanya di darat akan tetapi juga di laut. Pembangunan struktur beton di laut tersebut sudah banyak dilakukan sebagai contoh pembangunan dermaga, struktur pemecah gelombang (*break water*), tiang pancang jembatan, fondasi gedung pinggir pantai, hanya saja beton ini belum didesain untuk kedap air dan tahan abrasi.

Struktur beton pada daerah agresif (daerah laut) mempunyai resiko yang sangat tinggi terhadap kerusakan bila hanya dipakai beton biasa. Air laut yang mengandung unsur-unsur garam (klorida dan sulfat) akan meresap kedalam beton melalui pori kapiler. Akhirnya unsur seperti klorida dan sulfat akan menyebabkan perkaratan pada tulangan beton. Oleh karena itu beton daerah agresif harus didesain kedap air sehingga unsur-unsur perusak tidak bisa masuk menyerang tulangan beton. Korosi tulangan beton menyebabkan pecahnya selimut beton dan selanjutnya struktur beton umur pakainya turun drastis.

Beton *high volume ground fly ash* mempunyai ketahanan terhadap ion klorida yang baik [1]. Demikian pula produksi *fly ash* terus meningkat dari tahun ke tahun. Pemanfaatan *fly ash* akan mendatangkan efek ganda pada tindak penyelamatan lingkungan, yaitu penggunaan *fly ash* akan memangkas dampak negatif kalau bahan sisa ini dibuang begitu saja dan sekaligus dapat mengurangi penggunaan semen Portland dalam pembuatan beton [2].

Fly ash pada masa kini dipandang sebagai limbah pembakaran batubara, penanganan *fly ash* masih terbatas pada penimbunan di lahan kosong. Hal ini berpotensi bahaya bagi lingkungan dan masyarakat sekitar seperti, logam-logam dalam *fly ash* terekstrak dan terbawa ke perairan, *fly ash* tertiuip angin sehingga mengganggu pernafasan. Sudut pandang terhadap *fly ash* harus dirubah, *fly ash* adalah bahan baku potensial yang dapat digunakan sebagai bahan campuran beton yang lebih murah. Saat ini umumnya *fly ash* batubara digunakan dalam pabrik semen sebagai salah satu bahan campuran pembuat beton. Modifikasi sifat fisik dan kimia perlu dilakukan untuk meningkatkan kapasitas absorpsi.

Pemakaian *fly ash* sebagai bahan pengganti semen portland yang umumnya berkisar antara 10% sampai 35% berat semen dapat membuat beton lebih tahan terhadap garam, sulfat, dan air asam, sedangkan jika pemakaian *fly ash* sebagai bahan tambah akan menjadikan beton lebih mudah diaduk, lebih rapat air, dan lebih tahan terhadap serangan kimia [3]. Akibat benturan gelombang yang terus menerus, permukaan beton di daerah pantai juga harus mempunyai ketahanan abrasi yang lebih tinggi.

Absorpsi air pada beton normal sangat tinggi, sehingga tanpa tekananpun air bisa masuk ke dalam beton melalui pori kapiler. Untuk mereduksi perilaku merugikan ini pori kapiler harus diperkecil dengan bahan yang *hidrophobik* terhadap air. *Calcium stearate* adalah salah satu bahan kimia yang tidak bisa larut dalam air, penggunaan *calcium stearate* pada beton menurunkan absorpsi sebesar 46% dibanding beton normal, sedangkan kuat tekannya naik sebesar 5% bila dibanding beton normal, *calcium stearate* mempunyai beberapa keuntungan untuk digunakan sebagai bahan tambah kead air yaitu tidak mengandung unsur yang dapat merusak beton seperti klorida dan sulfat. Gugus kimia yang bisa menimbulkan sifat kead air terdapat pada gugus *stearate* ($C_{18}H_{35}O_2$) [4].

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penggunaan calcium stearate dan fly ash terhadap nilai absorpsi dan nilai abrasi beton. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen (*experimental research*). Variabelnya adalah

variasi penambahan kadar *calcium stearate* dan substitusi *fly ash*. Kadar calcium stearate yang ditambahkan yaitu 1 kg, 2 kg dan 4 kg tiap meter kubik beton sedangkan *fly ash* sebesar 40.00% dari berat semen. Variabel lain seperti cara pencampuran, penunangan, pemadatan, perawatan beton dianggap tidak berpengaruh.

Penelitian ini membuat campuran beton yang diberi perlakuan dengan menambahkan *calcium stearate* dengan kadar 1 kg, 2 kg dan 4 kg dan mensubstitusikan *fly ash* sebesar 40.00% dari berat semen kemudian diuji. Pengujian meliputi uji kuat tekan, uji absorpsi dan uji abrasi permukaan beton. Hasil uji yang didapat dibandingkan dengan hasil uji dari beton normal.

2. BAHAN, PERALATAN DAN PENGUJIAN

2.1. Bahan dan peralatan

Bahan penelitian terdiri dari: semen, *fly ash* (Gambar 1), batu pecah, pasir, calcium stearate (Gambar 2).



Gambar 1. *Fly ash*



Gambar 2. Calcium stearate

Peralatan penelitian meliputi : timbangan, *mixer*, *oven*, cetakan silinder Ø 15 cm tinggi 30 cm, cetakan silinder Ø 7.5 cm tinggi 15 cm, cetakan kubus 10 cm x 10 cm x 5 cm, tempat curing, alat uji slump, alat uji kuat tekan dan alat uji abrasi.

2.2. Tata Cara Perhitungan Pengujian Penyerapan air (Absorpsi)

Berdasarkan SNI 03-6433-2000, perhitungan besarnya penyerapan air menggunakan Persamaan (1).

$$\text{Absorpsi} = \frac{B - A}{A} \times 100\% \quad (1)$$

keterangan:

A : berat benda uji kering (kg),

B : berat benda uji setelah direndam (kg).

Abrasi beton

Perhitungan ketahanan aus / abrasi beton menggunakan persamaan (2) [5].

$$\text{Abrasi} = \frac{A \cdot 10}{B_j \cdot L \cdot W} \text{ mm/menit} \quad (2)$$

keterangan :

- A = Selisih berat dalam gram,
- 10 = Konstanta,
- B_j = Berat jenis beton,
- L = Luas penampang (cm²),
- W = Lamanya pengausan (menit).

Pembuatan Benda Uji

Benda uji yang digunakan dalam penelitian ini adalah benda uji beton standar, dimana uji absorpsi berbentuk silinder diameter 7,50 cm dengan tinggi 15,00 cm, dan benda uji standar untuk menguji kuat tekan beton berbentuk silinder diameter 15,00 cm dan tinggi 30,00 cm dan benda uji untuk menguji abrasi beton berbentuk kubus dengan ukuran panjang 10,00 cm lebar 10,00 cm dan tinggi 5,00 cm [6].

Tabel 1. Variasi Calcium Stearate dan Fly Ash

Kode Sampel Beton	Calcium Stearate (Kg)	Fly Ash (%)
BN	0	0
B1C	1	0
B2C	2	0
B4C	4	0
BF	0	40
BF1C	1	40
BF2C	2	40
BF4C	4	40

Keterangan:

- BN = Beton normal (campuran 1 m³ beton dengan 0 kg calcium stearate dan 0,00% fly ash),
- B1C = Campuran 1 m³ beton dengan tambahan 1 kg calcium stearate dan 0,00% fly ash),
- B2C = Campuran 1 m³ beton dengan tambahan 2 kg calcium stearate dan 0,00% fly ash),
- B3C = Campuran 1 m³ beton dengan tambahan 3 kg calcium stearate dan 0,00% fly ash),
- BF = Campuran 1 m³ beton dengan tambahan 0 kg calcium stearate dan 40,00% fly ash),
- BF1C = Campuran 1 m³ beton dengan tambahan 1 kg calcium stearate dan 40,00% fly ash),
- BF2C = Campuran 1 m³ beton dengan tambahan 2 kg calcium stearate dan 40,00% fly ash),
- BF3C = Campuran 1 m³ beton dengan tambahan 3 kg calcium stearate dan 40,00% fly ash).

Variasi substitusi semen dengan fly ash dan penambahan calcium stearate terdapat pada Tabel 1. dengan jumlah sampel untuk tiap kode dan jenis pengujian adalah 3 buah.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil uji rata-rata kuat tekan, absorpsi dan abrasi beton seperti tercantum dalam Tabel 2.

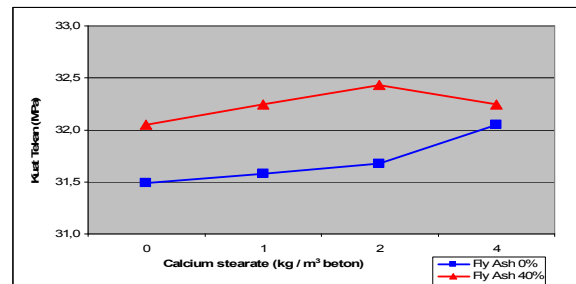
Tabel 2. Hasil uji rata-rata

Kode Sampel Beton	Jenis Uji		
	Kuat Tekan (MPa)	Absorpsi (%)	Abrasi (mm/menit)
BN	31,49	3,6888	0,0783
B1C	31,58	3,6569	0,0754
B2C	31,68	3,3055	0,0736
B4C	32,05	3,0131	0,0682
BF	32,05	3,2328	0,0734
BF1C	32,24	3,0085	0,0527
BF2C	32,43	2,3986	0,0478
BF4C	32,24	1,5243	0,0408

Kuat Tekan

Kuat tekan beton meningkat dengan adanya pensubstitusian fly ash sebanyak 40,00%. Hal ini disebabkan oleh adanya reaksi lanjutan antara kapur bebas dengan silika dan alumina yang ada dalam fly ash untuk membentuk kalsium silikat hidrat. Demikian juga penambahan calcium stearate juga meningkatkan kuat tekan. Perilaku ini terjadi karena ketika air yang digunakan pada beton menguap, calcium stearate tertinggal di dalam pori dan pori kapiler, sehingga pori dan pori kapiler yang terbentuk lebih kecil. Efek fisiknya berupa beton menjadi lebih solid. Namun pada jumlah calcium stearate tertentu kuat tekan menurun, karena ikatan antara calcium stearate dengan semen tidak membentuk ikatan sekuat ikatan kalsium silikat hidrat. Nilai maksimum kuat tekan beton pada beton dengan kandungan fly ash 40,00% dari berat semen diperoleh dengan penambahan calcium stearate sebesar 2 kg per m³ campuran beton.

Gambar 3 menyajikan perilaku kuat tekan beton setelah semen disubstitusi dengan fly ash dan perilaku kuat tekan beton setelah semen disubstitusi dengan fly ash 40,00% dan ditambah calcium stearate.

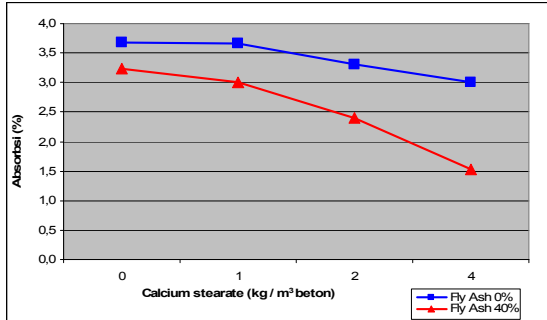


Gambar 3. Perilaku kuat tekan

Semakin besar volume pori dalam beton maka kekuatan beton semakin berkurang [3]. Butir fly ash yang lebih halus menyebabkan semakin sedikit luas permukaan yang harus dibasahi air sehingga air bebas yang ada dalam beton bertambah dan mengakibatkan workability beton bertambah pada

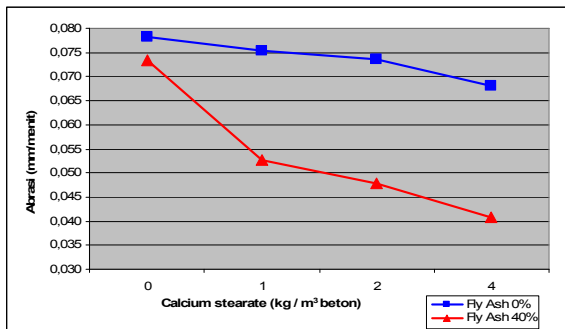
nilai faktor air semen yang sama sehingga memudahkan dalam proses pengadukan, penguangan dan pematangan. Berdasarkan Gambar 3 substitusi semen dengan *fly ash* 40,00% dan penambahan *calcium stearate* mempunyai kecenderungan meningkatkan kuat tekan beton.

Absorpsi



Gambar 4. Perilaku absorpsi

Gambar 4 menunjukkan penggunaan *calcium stearate* yang menurunkan nilai absorpsi beton. Semakin tinggi kadar *calcium stearate*, besarnya absorpsi juga semakin kecil. Hal ini disebabkan oleh semakin banyaknya pori-pori beton yang dapat dilapisi oleh *calcium stearate*, sehingga beton lebih *hidrophobic* terhadap air (tidak menyerap air). Kondisi yang sama juga ditunjukkan oleh substitusi semen dengan 40,00% *fly ash*. Perilaku ini karena disebabkan oleh butiran *fly ash* yang lebih lembut dari semen sehingga *fly ash* lebih mampu mengisi pori yang lebih kecil. Dengan demikian beton yang dihasilkan lebih padat dan solid. Sinergi penggunaan *fly ash* dan *calcium stearate* ternyata menurunkan absorpsi secara signifikan.



Gambar 5. Perilaku abrasi

Abrasi

Berdasarkan Gambar 5 menunjukkan nilai ketahanan aus beton bertambah dengan pensubstitusian *fly ash* sebanyak 40,00% dan seiring penambahan besar kadar *calcium stearate* pada beton. Beton yang hanya diberi bahan tambah *calcium stearate* juga menunjukkan nilai abrasi menurun seiring dengan penambahan besar kadar *calcium stearate*.

Nilai maksimum ketahanan aus beton terdapat pada beton dengan substitusi *fly ash* sebanyak 40,00% dan penambahan *calcium stearate* sebanyak 4 kg sebesar 0,037 mm/menit (47,50%) dari beton normal. Hal ini dikarenakan pori-pori pada beton terisi oleh butiran-butiran *fly ash* dan *calcium stearate* yang kecil sehingga menyebabkan beton lebih padat. Hasil ini didukung oleh hasil beberapa penelitian sebelumnya.

Penambahan *fly ash* sebanyak 15,00% dari berat semen yang dibutuhkan pada beton menurunkan nilai abrasi 20,00% pada umur beton 28 hari, sehingga beton dengan *fly ash* lebih tahan abrasi dibandingkan dengan beton normal. Peningkatan kualitas beton disebabkan kandungan unsur silikat dan aluminat pada *fly ash* yang reaktif bereaksi dengan kapur bebas pada proses hidrasi antara semen dan air menjadi kalsium silikat hidrat [7].

4. SIMPULAN

Pensubstitusian *fly ash* 40% dan penambahan *calcium stearate* pada beton meningkatkan kualitas beton. Kuat tekan beton mengalami peningkatan sebesar 2,98 %, nilai absorpsi turun sebesar 58,67% dan abrasi turun 47,50% pada substitusi semen dengan *fly ash* 40% dan penambahan *calcium stearate* sebanyak 4 kg dibanding beton normal.

Berdasarkan simpulan tersebut, penulis merekomendasi bahwa beton kedap air bisa dibuat dari beton mutu 30 MPa dengan substitusi semen dengan *fly ash* 40 % dan penambahan minimal 2 kg *calcium stearate* per m³ adukan.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Rasa terima kasih saya sampaikan kepada Tim Laboratorium Teknik Sipil Unsoed yang telah membantu pengujian kuat tekan dan absorpsi.

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Sengul, O., C. Tasdemir., dan M.A. Tasdemir., 2005."Mechanical Properties and Rapid chloride Permeability of Concrete with Ground *Fly Ash*". *Materials Journal, ACI*, Vol. 102, hal. 414-421, November 1, 2005,USA.
- [2] Hardjito, 2001."Fly ash Solusi Pencemaran Semen". *Artikel. Sinar Harapan*, Kupang.
- [3] Tjokrodinuljo, K., 2002."Teknologi Beton". Nafiri, Yogyakarta.
- [4] Maryoto, A. 2004."Studi Penggunaan Calcium Stearate dan Aspal Emulsi untuk Mengontrol Absorpsi pada Beton Mutu Normal". *Tesis*. Undip, Semarang.

- [5] ASTM C 944-9a. "Standard Test Method for Abrasion Resistance of Concrete or Mortar Surfaces by the Rotating-Cutter Method".
- [6] Anonim, SNI 03-6433-2000. "Standar Nasional Indonesia Pengujian Absorpsi". Badan Standardisasi Nasional.
- [7] Erlambang, E., 1997. "Karakteristik Beton dengan Bahan Tambah *Fly ash*". Tesis. UGM, Yogyakarta.