

SINERGI PENGGUNAAN CALCIUM STEARATE DAN FLY ASH DALAM BETON UNTUK MENAHAN TEKANAN AIR

Agus Maryoto

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Jenderal Soedirman (UNSOED)
Jl. Mayjen Soengkonono Km 5 Blater, Purbalingga, Telp / Fax : (0281) 6596700
Email : agus_maryoto1971@yahoo.co.id

Abstract: Reinforced concrete structure located in corrosive environment and withstand the water pressure is very prone to corrosion attack. The water infiltrate to the concrete through the capillaries that are formed during the process of hardening concrete can only be reduced by decreasing the diameter of the micro-capillary. Increasing the contact angle between the water and the concrete surface is also able to reduce the infiltration of water into the concrete. fly ash is a material that has a smaller grain than cement. After the fly ash reacts with cement and water, forming of micro capillary diameter becomes smaller. Calcium stearate is used as an ingredient in making concrete the concrete surface becomes more hydrophobic. Tests were conducted to determine the effect of calcium stearate and fly ash namely compressive strength test, absorption and penetration. The results showed that the use of fly ash and calcium atearate together in the concrete can decrease the value of the absorption and penetration.

Keywords : Corrosive Environment, Micro Capillary, Contact Angle, Absorption, Penetration

Abstrak: Struktur beton bertulang yang terletak di daerah korosif dan menahan tekanan air sangat rawan terhadap serangan korosi. Tekanan air yang masuk ke dalam beton melalui kapiler yang terbentuk pada saat proses pengerasan beton hanya bisa dikurangi dengan memperkecil diameter mikro kapiler. Peningkatan sudut kontak antara air dan permukaan beton juga mampu menurunkan infiltrasi air ke dalam beton. Fly ash merupakan material yang mempunyai butir yang lebih kecil dari semen. Setelah fly ash bereaksi dengan semen dan air diameter mikro kapiler yang terbentuk menjadi lebih kecil. Calcium stearate yang digunakan sebagai campuran dalam beton membuat permukaan beton menjadi lebih bersifat hydrophobic. Pengujian yang dilakukan untuk mengetahui pengaruh calcium stearate dan fly ash yaitu uji kuat tekan, absorpsi dan penetrasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan calcium stearate dan fly ash secara bersama-sama di dalam beton mampu menurunkan nilai absorpsi dan penetrasi.

Kata kunci : Daerah Korosif, Mikro Kapiler, Sudut Kontak, Absorpsi, Penetrasi.

PENDAHULUAN

Struktur jembatan di USA berjumlah 577.000 buah dan sebanyak 134.000 buah (23% dari total jembatan) rusak, mayoritas kerusakan disebabkan oleh korosi tulangan pada beton bertulang. Kerusakan ini memerlukan perbaikan dengan biaya tidak kurang dari US\$ 90.9 milyar (anonim, 2002).

Struktur beton pada daerah agresif (laut) dan lingkungan terbuka mempunyai resiko yang sangat tinggi terhadap kerusakan bila hanya dipakai beton biasa. Struktur beton bertulang yang rawan terhadap serangan korosi adalah struktur dermaga, jembatan dan lapisan kaku pada jalan raya. Ketiga struktur ini selalu berhubungan dengan lingkungan

terbuka, air hujan dan air laut. Pada beberapa kondisi, beton bertulang dapat mengalami kerusakan sebelum masa layan berakhir. Hal ini disebabkan antara lain oleh terjadinya korosi pada baja tulangan yang ada pada beton, terutama pada lingkungan yang terkontaminasi ion klorida (Cl-) seperti pada daerah tepi pantai atau laut lepas. Penetrasi ion klorida akan tetap terjadi melalui pori-pori beton dan menyebabkan terjadinya korosi pada tulangan. Produk korosi baja dapat mencapai 3-9 kali besar volume baja tulangan sebelum terkorosi dan produk ini akan terakumulasi di permukaan tulangan. Produk korosi ini akan menyebabkan terjadinya tegangan ekspansif setempat yang

mengakibatkan timbulnya retak pada permukaan beton. Retakan ini akan semakin mempermudah penetrasi ion klorida ke permukaan tulangan sehingga mempercepat proses korosi dan akhirnya terjadi pengelupasan selimut beton (spalling). Selanjutnya umur layan struktur beton bertulang turun drastis. Oleh karena itu beton daerah agresif harus di desain kedap air dan hydrophobic sehingga unsur-unsur perusak tidak bisa masuk menyerang tulangan beton. Berikut ini adalah contoh kerusakan beton akibat terkorosinya tulangan beton bertulang.

Neville (1996) menyebutkan bahwa penyerapan air oleh beton karena disebabkan oleh tegangan permukaan pori kapiler. Air yang diserap ini bisa masuk ke dalam beton melalui pipa-pipa kapiler. Calcium stearate yang digunakan pada beton bertujuan untuk mencegah masuknya air dan bahan kimia ke dalam beton. Reaksi antara calcium stearate dan semen menghasilkan suatu senyawa yang secara fisik menyerupai lilin. Setelah proses reaksi hidrasi semen dan air berakhir maka lapisan seperti lilin ini melapisi permukaan kapiler yang ada di dalam beton. Efek pelapisan ini menyebabkan beton bersifat hydrophobic atau tidak menyerap air sehingga beton sulit ditembus oleh air atau bahan kimia.

TINJAUAN PUSTAKA

Beton merupakan bahan yang bersifat *porous*, artinya mempunyai pori-pori yang mempengaruhi kekuatan tekan dan sifat menyerap air. Pori-pori tersebut dapat dikurangi dengan memberi bahan tambah beton kedap air. Bahan tambah ini mampu menetralkan absorpsi beton normal. Sehingga

tingkat kedap air terhadap tekanan air menjadi meningkat (Hewlet, 1987).

SKSNI S-36-1990-03 menyebutkan bahwa beton kedap air harus memenuhi sifat sebagai berikut :

1. Beton kedap air normal bila diuji dengan cara perendaman dalam air :
 - a) selama 10 + 0.5 menit, resapan (absorpsi) maksimum 2.5 % terhadap berat beton kering oven,
 - b) selama 24 jam, resapan maksimum 6.5 % terhadap berat beton kering oven.
2. Beton kedap air agresif, bila diuji dengan cara tekanan air, maka tembusnya air ke dalam beton tidak melampaui batas berikut :
 - a) Agresif sedang : 50 mm
 - b) Agresif kuat : 30 mm

Budiono, dkk (2006) menyebutkan bahwa kekuatan, daya tahan struktur beton bertulang memerlukan perawatan khusus bila terjadi korosi pada baja tulangan. Korosi baja tulangan terutama tulangan tarik yang disebabkan oleh penetrasi klorida atau karbondioksida melalui pori-pori beton menyebabkan daya dukung dari struktur beton bertulang berkurang. Struktur jembatan

Tattersal dan Banfil (1992) menyebutkan bahwa bahan untuk kedap air mempunyai efek mencegah air masuk kedalam beton melalui kapiler. Bentuk bahan tersebut berasal dari material sabun, butyl stearate dan bahan dari hasil minyak bumi. Bahan ini meredam absorpsi terhadap air dan senyawa perusak.

Konsep yang dikembangkan dalam penelitian adalah membuat beton menjadi kedap terhadap air dan senyawa perusak,

sehingga akhirnya korosi tulangan pada beton bertulang dapat dinetralisir.

METODOLOGI

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen atau percobaan (experimental research). Tujuan utama penelitian eksperimental adalah untuk menyelidiki kemungkinan saling hubungan sebab akibat dengan cara mengadakan intervensi atau mengenakan perlakuan pada satu atau lebih kelompok eksperimen, kemudian hasil (akibat) dari intervensi tersebut dibandingkan dengan kelompok yang tidak dikenakan perlakuan atau kelompok kontrol.

Untuk menggambarkan kejelasan penelitian ini, berikut ini adalah kebutuhan peralatan, kebutuhan bahan, kebutuhan benda uji, ukuran benda uji dan tahapan pelaksanaan penelitian. Peralatan yang digunakan meliputi : timbangan, ember, ayakan, gelas ukur, alat pengaduk beton (mixer), cetakan silinder beton, cetakan kubus beton, alat uji slump, alat uji kuat tekan dan alat uji penetrasi. Sementara bahan yang digunakan untuk penelitian meliputi semen, pasir, batu pecah, calcium stearate, fly ash dan air. Penelitian ini menggunakan beberapa jenis ukuran benda uji. Ukuran benda Uji dan Jumlah benda uji pada penelitian disajikan pada Tabel 1, dan Tabel 2.

Tabel 1. Ukuran benda Uji

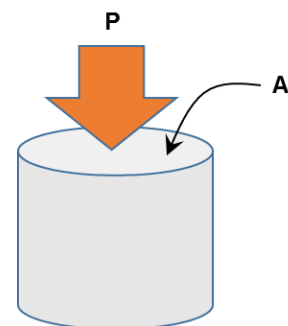
No	Jenis Pengujian	Bentuk dan Ukuran Benda Uji
1	Kuat Tekan	Silinder Ø 15 mm, tinggi 30 cm
2	Absorpsi	Silinder Ø 7.5 mm, tinggi 15 cm
3	Penetrasi	Kubus panjang, tinggi, lebar = 15 cm

Tabel 2. Jumlah benda uji

Kode Sampel	Kandungan Fly Ash (%)	Jumlah Benda Uji		
		Kuat tekan	Absorpsi	Penetrasi
C0F0	0	3	3	3
C1F0	0	3	3	3
C2F0	0	3	3	3
C3F0	0	3	3	3
C4F0	0	3	3	3
C0F40	40	3	3	3
C1F40	40	3	3	3
C2F40	40	3	3	3
C3F40	40	3	3	3
C4F40	40	3	3	3

Kode pertama dalam kode sampel berupa huruf "C" menunjukkan calcium stearate, Kode kedua berupa angka "0, 1, 2, 3, 4" menunjukkan kandungan berat calcium stearate dalam kilogram per 1 m³ beton, kode ketiga berupa huruf "F" menunjukkan fly ash dan kode ke empat berupa angka "0 dan 40" menunjukkan kandungan fly ash dalam beton (berupa perbandingan fly ash dan semen).

Uji kuat tekan dilakukan pada silinder beton dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm.



Gambar 1. Uji kuat tekan

$$f'_c = \frac{P}{A} \quad (1)$$

dimana :

f'_c : kuat tekan beton (MPa)

P : beban maksimum (N)

A: luas penampang (mm²)

Pengujian absorpsi dilakukan dengan cara menimbang benda uji setelah di oven selama 3 hari dengan suhu $100 \pm 5^\circ \text{C}$ (a) kemudian benda uji direndam selama 10 menit dalam air. Selanjutnya diangkat dan dibersihkan dari air hingga jenuh kering muka dan ditimbang (b).

$$\text{Absorpsi} = \frac{b-a}{a} \times 100\% \quad (2)$$

Sedangkan pengujian penetrasi dilakukan pada saat benda uji beton berumur 28 hari. Cara pengujian ini adalah menghubungkan permukaan benda uji dengan suatu saluran pipa air tertutup dengan tekanan 100 bar selama 3 hari. Selanjutnya benda uji di belah dan kedalaman air yang meresap ke dalam benda uji diukur.

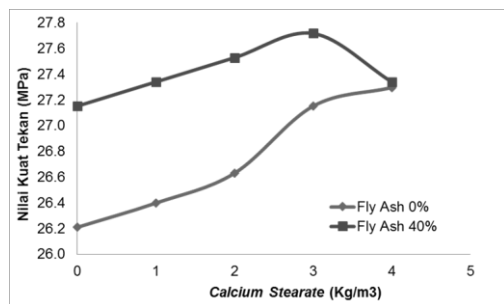
HASIL DAN ANALISIS

Kuat Tekan Beton

Hasil pengujian kuat tekan beton dapat dilihat pada Tabel 3 dan Gambar 2.

Tabel 3. Nilai kuat tekan beton umur 28 hari

No	Kode Sampel	Kuat tekan rata-rata (Mpa)
1	C0F0	26.2
2	C1F0	26.4
3	C2F0	26.6
4	C3F0	27.2
5	C4F0	27.3
6	C0F0	27.2
7	C1F40	27.3
8	C2F40	27.5
9	C3F40	27.7
10	C4F40	27.3



Gambar 2. Kuat tekan beton

Berdasarkan Gambar 2 diketahui bahwa kuat tekan beton meningkat dengan adanya penambahan kadar calcium stearate saja. Peningkatan ini juga terjadi pada beton dengan penambahan calcium stearate dan substitusi *fly ash* sebanyak 40%.

Nilai peningkatan kuat tekan yang paling besar pada beton ditambah calcium stearate sajaterjadi pada benda uji C4F0. Sedangkan beton dengan penambahan calcium stearate dan *fly ash* peningkatan maksimum terdapat pada benda uji C3F40. Hal ini disebabkan karena butiran-butiran *fly ash* dan calcium stearate yang kecil dapat mengisi pori-pori dalam beton sehingga beton tidak porous. Fly ash dan calcium stearate pada beton berfungsi untuk meningkatkan kepadatan (*density*) beton. Peningkatan kualitas beton disebabkan kandungan unsur silikat dan aluminat pada abu terbang yang reaktif bereaksi dengan kapur bebas pada proses hidrasi antara semen dan air menjadi kalsium silikat yang menjadikan beton lebih padat (Erlambang, 1997).

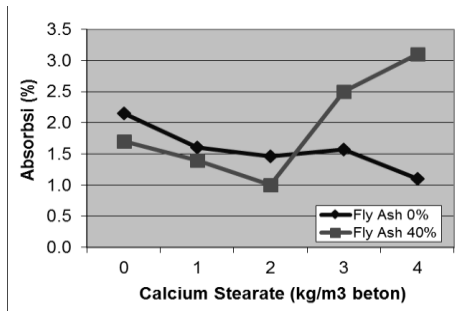
Absorpsi dan Penetrasi

Hasil pengujian absorpsi dan penetrasi tercantum dalam Tabel 4, Gambar 3, dan Gambar 4.

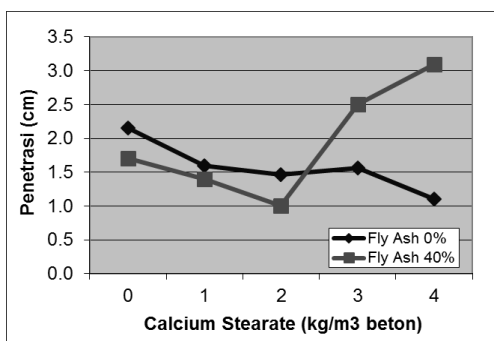
Tabel 4. Hasil pengujian absorpsi dan penetrasi

No	Kode Sampel	Absorpsi (%)	Penetrasi (cm)
1	C0F0	2.74	2.15
2	C1F0	2.64	1.60
3	C2F0	2.20	1.47
4	C3F0	1.66	1.57
5	C4F0	1.46	1.10
6	C0F0	1.94	1.70
7	C1F40	1.52	1.40
8	C2F40	1.35	1.00
9	C3F40	1.42	2.50

No	Kode Sampel	Absorpsi (%)	Penetrasi (cm)
10	C4F40	1.93	3.10



Gambar 3. Hasil uji absorpsi



Gambar 4. Hasil uji penetrasi

Berdasarkan Gambar 3 dan Gambar 4 dapat diketahui bahwa peningkatan penambahan kadar calcium stearate pada beton dengan *fly ash* 0%, nilai absorpsi dan penetrasi mempunyai kecenderungan menurun. Reaksi antara calcium stearate dan semen menghasilkan sesuatu yang membuat beton menjadi *hydrophobic*. Oleh karena adanya peningkatan sifat *hydrophobic* ini, maka beton lebih sulit dalam menyerap / *absorb* air dan air juga sulit untuk bisa masuk meresap ke dalam beton (*penetrate*). Efek lain yang ditimbulkan karena ke-*hydrophobic*-kan beton adalah meningkatnya sifat kohesi air lebih besar dibandingkan dengan adhesi antara air dan beton. Tarik menarik antara ion air yang sejenis menimbulkan air sulit untuk meresap ke dalam beton.

Sementara itu peningkatan penambahan calcium stearate pada beton dengan *fly ash* 40% menyebabkan penurunan nilai absorpsi dan penetrasi. Bahkan nilai tersebut lebih kecil dibandingkan dengan beton dengan *fly ash* 0% (*non fly ash*). Reaksi antara semen dan air menghasilkan *tobermorrite* sebagai perekat dan sejumlah kapur bebas (CaOH_2). Kapur bebas ini akan bereaksi dengan *fly ash* sehingga menghasilkan lagi *tobermorrit*. Hal ini menyebabkan beton menjadi lebih solid dan sedikit pori. Butiran *fly ash* yang lebih halus dari semen juga membuat beton semakin solid dan semakin sedikit porinya. Pada akhirnya beton menjadi kedap air.

Penurunan maksimum absorpsi dan penetrasi terjadi pada penambahan calcium stearate sebesar 2 kg, kemudian meningkat lagi seiring adanya peningkatan penambahan calcium stearate di atas 2 kg. Hal ini karena adanya kapur bebas sisa reaksi antara calcium stearate dengan semen yang tidak habis sempurna bereaksi dengan *fly ash*. Sehingga pada jumlah yang besar menurunkan kuat tekan beton dan efek lanjutannya adalah absorpsi dan penetrasi menjadi lebih tinggi.

KESIMPULAN

Penggunaan calcium stearate pada beton dengan *fly ash* 0% tidak menyebabkan kuat tekan beton menurun bahkan cenderung naik. sedangkan pada beton dengan *fly ash* 40% menyebabkan kuat tekan beton meningkat. Kuat tekan maksimum terjadi pada beton dengan penambahan calcium stearate sebesar 3 kg dan kandungan *fly ash* 40%. Kenaikannya sebesar 5.76%

Penggunaan calcium stearate pada beton dengan fly ash 0% menyebabkan nilai absorpsi dan penerasi semakin kecil. Nilai tersebut cenderung turun seiring adanya peningkatan penambahan calcium stearate. Nilai absorpsi dan penetrasi terkecil terjadi pada penambahan calcium stearate 4 kg yaitu sebesar 1.46% dan 1.10 cm. Sedangkan pada beton dengan fly ash 40%, penambahan calcium stearate menyebabkan turunnya nilai absorpsi dan penerasi paling minimum yaitu pada dosis 2 kg calcium stearate yaitu sebesar 1.35% dan 1 cm.

DAFTAR PUSTAKA

Anonim, 2002, *Concrete Corrosion*, University of South Carolina, USA.

Anonim, SKSNI S – 36 – 1990 – 03. *Spesifikasi beton bertulang kedap air*. Departemen Pekerjaan Umum, Yayasan LPMB, Bandung.

Budiono, B.S, Sugiri, D.R., Munaf, H., Henry, 2008. *“Pengaruh Korosi Baja Tulangan pada Kekuatan Balok Beton Bertulang”*, Institut Teknologi Bandung.

Hewlet, P.C., 1987. *Integral Waterproofer for Concrete*, Cementation Research, Fosroc Limited, Chemical Division, United Kingdom.

Neville, 1996. *Properties of Concrete*, Longman, USA.

Tattersal, G.H dan Banfill, B.F.G., 1992. *Rheology of Concrete*, Pitman Advance Publishing, USA.