

KAJIAN PEMULIHAN PENETRASI BETON RINGAN DAN BETON RINGAN BERSERAT ALUMINIUM MENGGUNAKAN AGREGAT KASAR PECAHAN GENTENG PASCA BAKAR DENGAN VARIASI WAKTU RENDAMAN AIR

Antonius Mediyanto ¹⁾, Eko Prasetyo Widhiyono²⁾, Slamet Prayitno ³⁾

- ¹⁾ Pengajar Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret
²⁾ Mahasiswa Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret
³⁾ Pengajar Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret
Jl. Ir. Sutami 36A, Surakarta 57126 – Telp. 0271-634524
Email: ekoprawi@yahoo.com

ABSTRACT

Concrete is a structure material that commonly used in construction. Fire disaster that oftenly occur may result damage to a concrete. This research discusses the penetration value of lightweight concrete and lightweight concrete with aluminum fibre in post-burn condition and after treatment (water curing) in order to determine optimum curing time based on penetration values.

This research is an experimental research using cylindrical concrete specimen as many as 30 pieces molded in a PVC pipe in size of 8.5 cm in diameter and 15 cm in height. The specimens are tested in two different circumstances, without burning and burning at 500°C. Variations given to the specimens are mixture variation which comprise of lightweight concrete and lightweight concrete with aluminum fibre and post-burn treatment (curing) variation which comprise of without curing, curing in 28 days, 42 days, and 56 days.

From the test, it can be concluded that the penetration value of a 500°C burning concrete will be increasing by adding aluminum fibre and conducting a curing. The penetration values of the lightweight concrete in a variation of without burning, burning at 500°C, burning at 500°C + curing 28 days, burning at 500°C + curing 42 days, and burning at 500°C + curing 56 days are 2.83 cm; 3.83 cm; 3.33 cm; 3.17 cm; and 2.83 cm. For lightweight concrete with aluminum fibre by using the same variations given to lightweight concrete, the penetration values are 2.67 cm; 4.00 cm; 3.50 cm; 3.33 cm; 3.00 cm. Optimum recovery appears in 56 days of curing where 66.67% in lightweight concrete and 75.19% in lightweight concrete with aluminum fiber.

Keywords : Lightweight Concrete, Curing, Post-Burning, Tile Fragment, Penetration, Aluminum Fiber.

ABSTRAK

Beton merupakan bahan struktur yang sering digunakan di sebuah konstruksi. Kebakaran yang sering terjadi mengakibatkan kerusakan pada beton. Penelitian ini membahas seberapa besar nilai penetrasi beton ringan dan beton ringan berserat aluminium pada kondisi pasca bakar dan setelah mendapat perawatan ulang (*water curing*) untuk mengetahui waktu *curing* optimal yang ditinjau dari nilai penetrasinya.

Penelitian ini adalah penelitian eksperimen dengan menggunakan benda uji berupa silinder beton sebanyak 30 buah. Benda uji dicetak di dalam pipa PVC dengan ukuran diameter 8,5 cm dan tinggi 15 cm. Benda uji tersebut diuji pada dua kondisi berbeda yaitu tanpa pembakaran dan dengan pembakaran pada suhu 500°C. Variasi yang diberikan pada benda uji adalah variasi campuran yaitu beton ringan dan beton ringan berserat aluminium dan variasi perawatan setelah pembakaran yaitu tanpa perawatan, perawatan selama 28 hari, 42 hari, dan 56 hari.

Dari hasil pengujian dapat diketahui bahwa beton yang dibakar pada suhu 500°C dapat bertambah nilai penetrasinya dengan menambahkan serat aluminium dan curing. Nilai penetrasi beton ringan dengan variasi tanpa pembakaran, variasi pembakaran 500°C, variasi pembakaran 500°C + *curing* 28 hari, variasi pembakaran 500°C + *curing* 42 hari, dan variasi pembakaran 500°C + *curing* 56 hari adalah sebesar 2,83 cm; 3,83 cm; 3,33 cm; 3,17 cm; 2,83 cm. Pada beton ringan berserat aluminium dengan variasi yang sama yang diberikan pada beton ringan didapatkan nilai penetrasinya sebesar 2,67 cm; 4,00 cm; 3,50 cm; 3,33 cm; 3,00 cm. Pemulihan optimal beton terjadi pada perawatan selama 56 hari. Pada beton ringan terjadi pemulihan sebesar 66,67% dan pada beton ringan berserat aluminium terjadi pemulihan sebesar 75,19%.

Kata Kunci : Beton Ringan, Pasca Bakar, Pecahan Genteng, Penetrasi, Perawatan, Serat Aluminium.

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Beton merupakan salah satu bahan konstruksi yang sering digunakan dalam sebuah konstruksi. Material ini menjadi salah satu pilihan utama dalam pembuatan suatu struktur bangunan, karena material ini mempunyai kelebihan dibandingkan dengan material lain.

Pada beton juga memiliki berat jenis yang cukup besar sehingga memberikan kontribusi pembebanan yang besar juga terhadap struktur bangunan. Untuk mengurangi beban struktur akibat berat beton maka digunakan beton dengan berat jenis yang lebih rendah dari beton normal.

Kebakaran pada sebuah konstruksi bangunan, seperti sudah menjadi momok yang menakutkan. Apakah konstruksi yang terbakar tersebut dapat tahan terhadap api. Seperti diketahui, bahwa beton memiliki sifat tahan terhadap suhu. Beton pada dasarnya tidak diharapkan mampu menahan panas sampai suhu tinggi dan lama. Panas atau suhu sebagai beban (*load*) pada struktur perlu dikaji mengingat daya rusaknya terhadap regangan, modulus elastisitas, dan tegangan pada bahan struktur yang bersangkutan.

DASAR TEORI

Fire Resistance

Daya tahan terhadap api didefinisikan sebagai lamanya bahan bertahan terhadap kebakaran standar sebelum titik kritis akhir pertama dicapai. Sifat – sifat baja dan beton akan dipengaruhi oleh faktor lingkungan, di antaranya adalah suhu. Pada suhu yang sama pada suhu kebakaran, kekuatan dan modulus elastisitas berkurang. Selain itu sifat beton pada suhu tinggi dipengaruhi juga (dalam batas tertentu) oleh agregat. Pengaruh agregat karbonat, agregat silikat dan agregat silika ringan akan memberikan pengaruh yang berbeda pada sifat – sifat beton (dan tulangan baja) selama kebakaran atau pasca bakar.

Water Curing

Water curing pada beton berpengaruh kuat pada : *final strength, shrinkage, cracking, abrasion, absorption, penetration, and surface appearance*. Hal-hal yang berpengaruh pada keberhasilan *water curing* adalah; *time of curing, humidity of curing, and temperatur of curing*. Pembasahan dengan air beton pasca bakar, mengembalikan kekuatan dengan membangun β CSH dalam kristalnya. Perawatan dengan pembasahan air selama 28 hari pada beton ringan metakaolin berserat aluminium, Mediyanto dkk. (2009-2011), dapat meningkatkan kuat tekan rata-rata, modulus elastisitas rata-rata, kuat belah rata-rata, dan modulus runtuh rata-rata sebesar berturut-turut 38,46%, 44,47 %, 85,12%, dan 25,21%.

METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen yaitu metode yang dilakukan dengan mengadakan suatu percobaan langsung untuk mendapatkan suatu hasil yang menghubungkan antara variabel – variabel yang diselidiki. Penelitian ini dilakukan dengan mengadakan suatu pengujian terhadap beton ringan tanpa serat dan beton ringan berserat aluminium terhadap kuat tarik langsung pada pasca bakar dan setelah mendapat perawatan. Beton menggunakan pecahan genteng sebagai agregat kasar. Benda uji yang digunakan dalam pengujian penetrasi air adalah silinder berdiameter 8,5 cm dan tinggi 15 cm sebanyak 30 buah, dengan 15 buah untuk beton ringan tanpa serat dan 15 buah untuk beton ringan berserat aluminium. Serat yang digunakan adalah aluminium dengan volume 0% dan 0,75% dari volume adukan beton. Benda uji akan dibakar pada suhu 500°C dengan tungku pembakaran yang berada di Desa Bayat, Klaten. Beton juga akan mengalami perendaman air dengan variasi waktu 28, 42, dan 56 hari.

Tabel 1. Benda Uji Beton Ringan

Tanpa Pembakaran dan <i>Water Curing</i>	Pembakaran 500°C Tanpa <i>Water Curing</i>	Pembakaran 500°C+ <i>Curing</i> 28 Hari	Pembakaran 500°C+ <i>Curing</i> 42 Hari	Pembakaran 500°C+ <i>Curing</i> 56 Hari
N0-a	N1-a	N2-a	N3-a	N4-a
N0-b	N1-b	N2-b	N3-b	N4-b
N0-c	N1-c	N2-c	N3-c	N4-c

Tabel 2. Benda Uji Beton Ringan Berserat Aluminium 0,75%

Tanpa Pembakaran dan <i>Water Curing</i>	Pembakaran 500°C Tanpa <i>Water Curing</i>	Pembakaran 500°C+ <i>Curing</i> 28 Hari	Pembakaran 500°C+ <i>Curing</i> 42 Hari	Pembakaran 500°C+ <i>Curing</i> 56 Hari
N0-a	N1-a	N2-a	N3-a	N4-a
N0-b	N1-b	N2-b	N3-b	N4-b
N0-c	N1-c	N2-c	N3-c	N4-c

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Analisis

Secara singkat, pengujian ini adalah untuk mengetahui penetrasi beton dengan cara memberikan tekanan air pada benda uji. Adapun standar pemberian tekanan yang dilakukan adalah 1 kg/cm² selama 48 jam, dilanjutkan dengan tekanan 3 kg/m² selama 24 jam, dan terakhir 7 kg/cm² selama 24 jam.

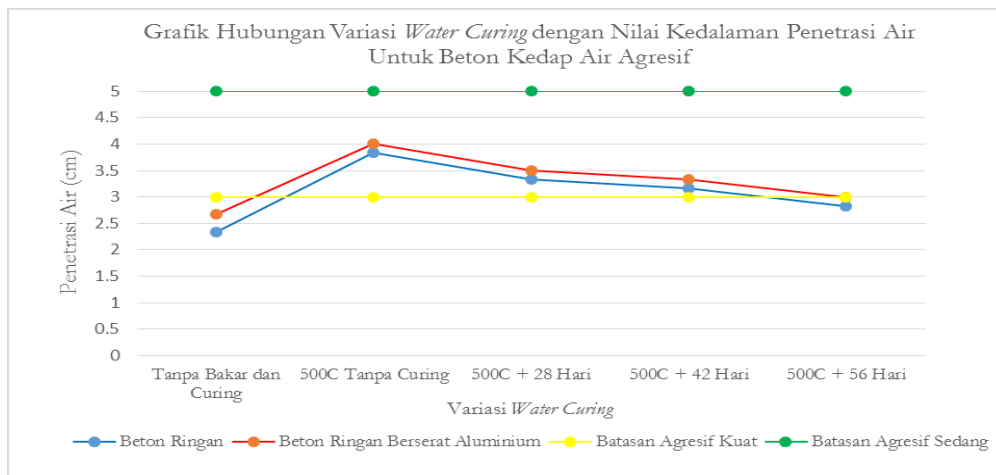
Ketentuan minimum untuk beton kedap air agresif, bila diuji dengan tekanan air maka tembusnya air ke dalam beton tidak melampaui batas yang telah ditetapkan dalam SK SNI S-36-1990-03 adalah sebagai berikut:

- Agresif sedang ≤ 50 mm
- Agresif kuat ≤ 30 mm

Berikut merupakan hasil pengujian penetrasi berdasarkan SK SNI S-36-1990-03

Tabel 3. Hasil Analisis Perhitungan Penetrasi Beton Ringan

Jenis Beton	Variasi <i>Water Curing</i>	Nilai Penetrasi (cm)	Agresif Sedang (≤ 50 mm)	Agresif Kuat (≤ 30 mm)
Beton Ringan	Tanpa Bakar dan <i>Curing</i>	2,33	Memenuhi	Memenuhi
	500°C	3,83	Memenuhi	Tidak Memenuhi
	500°C + 28 Hari	3,33	Memenuhi	Tidak Memenuhi
	500°C + 42 Hari	3,17	Memenuhi	Tidak Memenuhi
	500°C + 56 Hari	2,83	Memenuhi	Memenuhi
Beton Ringan Berserat Aluminium	Tanpa Bakar dan <i>Curing</i>	2,67	Memenuhi	Memenuhi
	500°C	4,00	Memenuhi	Tidak Memenuhi
	500°C + 28 Hari	3,50	Memenuhi	Tidak Memenuhi
	500°C + 42 Hari	3,33	Memenuhi	Tidak Memenuhi
	500°C + 56 Hari	3,00	Memenuhi	Memenuhi



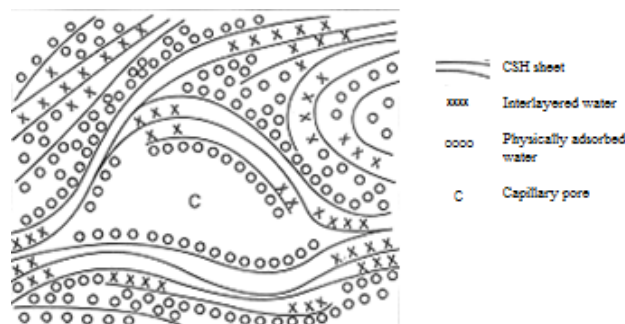
Gambar 1. Grafik Hubungan Variasi *Water Curing* dengan Nilai Penetrasi Air untuk Beton Kedap Air Agresif

Pembahasan

Berdasarkan hasil percobaan dan analisis penetrasi air di atas menunjukkan bahwa dengan penambahan serat aluminium sangat berpengaruh pada nilai penetrasi air. Pada Gambar 1 menunjukkan bahwa nilai penetrasi air beton normal lebih baik dibandingkan dengan beton berserat aluminium. Hal ini disebabkan karena terjadinya peningkatan volume pori akibat penambahan serat aluminium.

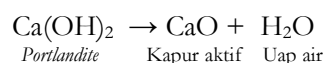
Setelah melakukan pembakaran pada suhu ruang 500°C, nilai penetrasi air meningkat. Pada Tabel 3 nilai penetrasi air pasca bakar untuk beton tanpa serat adalah 3,83 cm dan untuk beton dengan serat aluminium nilai penetrasi air sebesar 4 cm sehingga tidak memenuhi untuk beton kedap air agresif kuat ≤ 30 mm. Hal ini dapat diasumsi bahwa setelah pembakaran, unsur H₂O dalam beton tersebut berkurang karena menguap sehingga menyebabkan melemahnya ikatan semen dengan material - material lain dan akhirnya rusak. Kondisi ini dapat menyebabkan bertambahnya pori - pori di dalam beton sehingga daya serap terhadap air meningkat.

Teori ini didukung oleh penelitian dari Feldman dan Sereda (1968). Dalam penelitian tersebut, terdapat sebuah model yang menggambarkan pemodelan CSH yang telah terhidrasi.



Gambar 2. CSH Model oleh Feldman dan Sereda (1968)

Pada gambar tersebut jelas sekali terlihat berbagai peran air di dalam beton yang telah terhidrasi. Hager (2013) menjelaskan bahwa beton pada suhu 20-200°C *capillary water* (berukuran 2,5-5 mm) akan perlahan menguap, pada suhu 150-170°C *physically adsorbed water* akan menghilang, dan pada suhu 374°C seluruh air di dalam pori akan menguap atau pada tahap ini disebut *critical temperature of water*. Kemudian pada suhu 400-500°C kristal *portlandite* akan terdekomposisi atau terurai. Reaksi karbonisasi dan kalsinasi tidak terjadi, karena reaksi tersebut membutuhkan suhu lebih dari 800°C, sedangkan penelitian ini hanya mencapai suhu ruang 500°C.



Sebelum pembakaran :

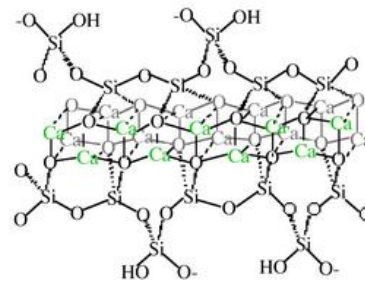


Dikalsium silikat

Air

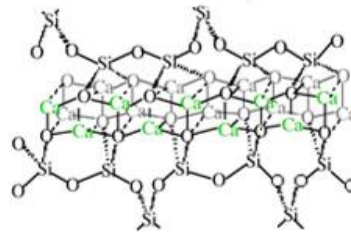
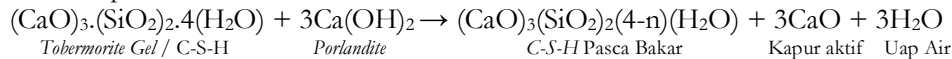
Tobermorite Gel / C-S-H

Portlandite



Gambar 3. Pemodelan CSH

Sesudah pembakaran :



Gambar 4. Pemodelan CSH Setelah Dibakar

Pada Gambar 3 dan Gambar 4 dijelaskan bahwa H₂O pada kristal CSH yang semula berjumlah 4 kemudian setelah dibakar H₂O akan berkurang sebanyak 'n' sehingga kristal CSH tidak stabil dan mengalami penurunan kekuatan. Senyawa *portlandite* juga terdekomposisi menjadi kapur aktif dan uap air, proses ini juga dapat menurunkan kekuatan beton.

Water curing dilakukan setelah proses pembakaran pada suhu ruang 500°C. Pada Tabel 3 nilai penetrasi air pada beton semakin membaik (mendekati syarat SNI 03-2914-1990). Pada pasca bakar dan telah dilakukan perawatan secara berkala berturut-turut 28 hari, 42 hari, dan 56 hari mengalami pemulihan nilai penetrasi sebesar 33,33%, 44% dan 66,67% pada beton ringan sedangkan pada beton ringan berserat aluminium sebesar 37,59%, 50,38% dan 75,19%. Hal ini dapat diasumsikan bahwa setelah mendapatkan *water curing* H₂O dalam senyawa CSH terisi kembali, sehingga H₂O yang setelah dibakar berjumlah (4-n) maka setelah mendapatkan perawatan *water curing* jumlah H₂O menjadi (4-n+m) dengan 'm' adalah H₂O yang didapat dari setelah proses perawatan dengan *water curing*. Dengan kembalinya H₂O ini dapat menjadikan senyawa CSH lebih stabil.

KESIMPULAN

1. Beton yang mengalami pembakaran pada suhu mengalami kenaikan nilai penetrasi pada beton. Namun setelah dilakukan perawatan berkala, nilai penetrasi beton mengalami penurunan. Pada pasca pembakaran pemulihan maksimal terjadi pada waktu *water curing* 56 hari pada beton ringan dan beton ringan berserat aluminium berturut-turut sebesar 66,67% dan 75,19% dengan nilai penetrasi 2,83 cm dan 3,00 cm.
2. Nilai penetrasi beton mengalami kenaikan pada proses pembakaran. Hal ini disebabkan unsur H₂O dalam beton tersebut berkurang karena menguap sehingga menyebabkan melemahnya ikatan semen dengan material-material lain dan akhirnya rusak. Kondisi ini dapat menyebabkan bertambahnya pori-pori di dalam beton sehingga daya serap terhadap air meningkat.
3. Perlakuan Perawatan (*Curing*) pada beton pasca bakar dapat menurunkan nilai penetrasi beton, hal ini disebabkan setelah mendapatkan *water curing* H₂O dalam senyawa CSH terisi kembali.

DAFTAR PUSTAKA

- Abrams, M.S. 1973. *Compressive Strength of Concrete at Temperatures to 1,600 F (RD016.01T)*. Portland Cement Association.
- Arif, I. P. 2011. *Kajian Pemulihan Serapan dan Penetrasi Beton Ringan Berserat Aluminium Pasca Bakar dengan Variasi Waktu Water Curing*. Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil Universitas Sebelas Maret Surakarta.
- Bambang, Suhendro. 2000. *Analisis Degradasi Kekuatan Struktur Beton Bertulang Pasca Kebakaran*. PAU Ilmu Teknik, Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta
- Bambang, Suhendro. 1991. *Pengaruh Fiber Kawat Lokal pada Sifat – Sifat Beton*. Laporan Penelitian. Lembaga Penelitian UGM. Yogyakarta.
- Bambang, Suhendro. 1991. *Pengaruh Pemakaian Fiber Secara Parsial pada Balok Beton Bertulang*. Laporan Penelitian, Lembaga Penelitian UGM. Yogyakarta.
- Cruz, C.R., Gillen, M. 1980. *Thermal Expansion of Portland Cement Paste, Mortar and Concrete at High Temperatures, Fire and Materials*. Vol. 4. No. 2.
- Gutaferro (1996). *Fire resistance of Prestressed Concrete*. Bauverlag GmbH. Berlin.
- Jackson and Dhir, R.K. 1966. *Near – Surface Characteristic of Concrete Permeability*. Magazine of Concrete Research.
- Jirawat, S., Jaroenwut P. 2001. *Impact of Low Sulfate Metakaolin on Strength and Chloride Resistance of Cement Mortar and High Strength Concrete*. Department of Civil Engineering Kasetsart University; Elsev.
- Mediyanto dan Endah S. 2009. *Kajian Serapan dan Penetrasi Air Laut Pada Beton Ringan Berserat Aluminium*. Media Teknik Sipil. Surakarta.
- Murdock, L. J. 2004. (Ahli Bahasa oleh Ir. Stephanus Hendarko) *Bahan dan Praktik Beton*. Edisi Keempat, Erlangga. Jakarta.
- Mustofa, Habib. 2009. *Kajian Tegangan Balok Komposit Baja Tulangan – Beton Ringan ALWA Metakaolin Berserat Aluminium*. Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil Universitas Sebelas Maret Surakarta.