

PENGARUH SUHU DAN WAKTU PEMBAKARAN TERHADAP KUAT TEKAN MORTAR PADA UMUR 28 HARI

Aditia Wiranata¹⁾, Yuzuar Afrizal²⁾, Agustin Gunawan³⁾

¹⁾Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik UNIB, Jl. W. R. Supratman, Kandang Limun, Bengkulu 38371, Telp. (0736)344087,

^{2,3)}Dosen Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik UNIB, Bengkulu

Abstract

This study aims to determine the effect of temperature and burning time to mortar compressive strength which burning media is by heat treatment furnaces. The test specimen of mortar was cube with measuring 50 mm x 50 mm x 50 mm that were burned at a temperature of 100 ° C, 250 ° C and 500 ° C with a burning time of 30 minutes, 60 minutes, 90 minutes, and 120 minutes. The test specimen is treated soaked and not soaked each sample taken as many as four specimens. Total sample on FAS 0.7 with volume ratio 1 cement : 3 sand was as much as 96 pieces, FAS 1.04 with volume ratio 1 cement : 5 sand was as much as 96 pieces. Mortar without burning was as many as 12 pieces so that the total samples are 204 pieces. Mortar compressive strength test was done after 28 days. The test results showed that mortar of post-combustion on temperature of 100 ° C with no treatment soaked in 30 minutes had the highest compressive strength (18.46 MPa) and mortar of post-combustion on temperature of 500 ° C with not immersed treatment in 120 minutes had lowest compressive strength (4.17 MPa). Color and mortar shapes begin changed when temperature of 500 ° C which was canescent and appeared pores, brittle and cracks. The results of this study showed that the increase in temperature, time, soaked and not soaked treatments gave greater impact to decreasing of mortar compressive strength.

Keywords: Mortar, temperature, time, burning, compressive strength

PENDAHULUAN

Salah satu kelalaian yang disebabkan oleh manusia (*human*) terhadap kerusakan pembangunan adalah kebakaran. Kebakaran pada hakikatnya merupakan suatu kejadian yang tidak diinginkan. Kerugian terbesar yang terjadi pada bangunan akibat dari bencana kebakaran adalah rusaknya bangunan tersebut. Terjadinya perubahan temperatur yang cukup tinggi, seperti yang terjadi pada peristiwa kebakaran, akan berpengaruh terhadap elemen-elemen struktur. Peristiwa pada proses tersebut akan terjadi suatu siklus pemanasan dan pendinginan yang bergantian, yang akan menyebabkan adanya perubahan kimiawi secara kompleks, hal ini akan menyebabkan beton menjadi getas (Lianasari, 1999).

Gejala yang umum ditimbulkan oleh kebakaran di suatu gedung adalah permukaan struktur beton berwarna hitam yang diakibatkan oleh tingginya temperatur suhu sehingga akan mempengaruhi kualitas dan kekuatan struktur beton maupun mortar tersebut. Perubahan yang terjadi akan berdampak pada menurunnya kekuatan beton dan berkurangnya penggunaan struktur bangunan sehingga tidak maksimal. Kekuatan struktur bangunan beton setelah kebakaran juga ditentukan oleh durasi waktu yang diterima bangunan terhadap api pada saat terbakar (Wahyuni, 2010).

Secara garis besar masalah yang diteliti dalam penelitian ini adalah bagaimana perbandingan nilai kekuatan tekan mortar sebelum dan pasca bakar dengan variasi suhu dan waktu pembakaran, selain itu

dilihat perbandingan perilaku mortar pasca bakar yang diberi perlakuan direndam dan tidak direndam air.

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan di atas, maka permasalahan pada penelitian ini adalah pengaruh suhu terhadap kuat tekan mortar akibat pembakaran dengan lama variasi waktu pembakaran dan perubahan karakteristik fisik (perubahan warna, adanya kerusakan) pada mortar yang dipengaruhi perubahan suhu dan waktu pembakaran.

Tujuan yang dicapai pada penelitian ini adalah mengetahui seberapa besar pengaruh suhu dan variasi waktu pembakaran terhadap kuat tekan mortar. Kuat tekan mortar yang tersisa bila dibandingkan dengan mortar tanpa pembakaran, pengaruh variasi perlakuan mortar pasca bakar direndam dan tidak direndam terhadap kuat tekan mortar. Mengetahui perubahan fisik (perubahan warna, adanya kerusakan) pada mortar apabila dipengaruhi oleh peningkatan suhu dan waktu pembakaran.

Mortar

Mortar didefinisikan sebagai campuran material yang terdiri dari agregat halus (pasir), bahan perekat (tanah liat, kapur, semen *portland*) dan air dengan komposisi tertentu. Kuat tekan mortar semen dipengaruhi oleh jumlah semen dalam campuran, FAS, perbandingan volume semen : pasir dan karakteristik pasir (SK SNI 03-6825-2002).

Kuat Tekan

Kuat tekan adalah kemampuan mortar menerima gaya tekan persatuan luas. Seperti pada beton, kekuatan mortar ditentukan oleh kandungan semen dan faktor air semen dari campuran. Faktor-faktor yang mempengaruhi kuat tekan pasta dan mortar diantaranya adalah faktor air

semen, jumlah semen, umur mortar, dan sifat agregat.

Besar kuat tekan mortar dihitung menggunakan rumus :

$$f'_c = \frac{P}{A} \quad (5)$$

keterangan:

f'_c = kuat tekan mortar semen (MPa)

P = beban tekan (kN)

A = luas bidang tekan (mm²)

Standar persyaratan kekuatan mortar dalam ASTM C 270 adalah sebagai berikut :

1) Faktor air semen (FAS)

Banyaknya air yang dipakai selama proses hidrasi akan mempengaruhi karakteristik kekuatan mortar. Pada dasarnya jumlah air yang dibutuhkan untuk proses hidrasi tersebut adalah sekitar 25% dari berat semen.

2) Jumlah semen

Pada mortar dengan FAS sama, mortar dengan kandungan semen lebih banyak belum tentu mempunyai kekuatan lebih tinggi.

3) Umur Mortar

Kekuatan mortar akan meningkat seiring dengan bertambahnya umur dimana pada umur 28 hari pasta dan mortar akan memperoleh kekuatan yang diinginkan.

4) Sifat Agregat

Sifat agregat yang berpengaruh terhadap kekuatan ialah bentuk, kekasaran permukaan, kekerasan dan ukuran maksimum butir agregat. Bentuk dari agregat akan berpengaruh terhadap *interlocking* antar agregat.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dengan cara membuat benda uji mortar yang kemudian dilakukan pembakaran dengan oven (*Heat treatment furnace*). Benda uji selanjutnya diberikan dua perlakuan yaitu dengan perendaman selama 1 menit sesaat setelah keluar dari oven dan tanpa perendaman. Lama pembakaran divariasikan dengan suhu 100°C, 250°C dan 500°C dan waktu pembakaran 30 menit, 60 menit, 90 menit, dan 120 menit. .

Tahapan penelitian terdiri dari :

1) Persiapan alat dan bahan.

- 2) Pengujian sifat dan karakteristik bahan dasar pembentuk mortar.
- 3) Perhitungan perencanaan campuran mortar, pencampuran mortar, pengujian *initial flow*, pembuatan, dan perawatan benda uji.
- 4) Pengujian pembakaran dan perlakuan direndam dan tidak direndam. Metode pengambilan sampel mortar pada penelitian ini dilakukan dengan cara pengambilan dari masing-masing media pembakaran. Pengambilan benda uji ini dilakukan sebanyak 32 buah, dengan perincian 16 benda uji dengan perendaman dan 16 benda uji tanpa perendaman untuk satu perlakuan suhu. Proses perlakuan perendaman dilakukan dengan 2 (dua) cara yang berbeda yaitu dengan b cara benda uji yang telah dibakar langsung direndam pada bak yang berisi air dan di diamkan selama ± 1 menit dan pendinginan perlahan pada suhu ruang tanpa perendaman air.
- 5) Pengujian kuat tekan mortar pasca bakar.
- 6) Menganalisa data hasil pengujian benda uji dan membuat kesimpulan dari penelitian yang dilakukan.

Pemeriksaan karakteristik material penyusun mortar meliputi pemeriksaan agregat halus. Pemeriksaan material dilakukan untuk mengetahui data awal mengenai material yang digunakan. Hasil pemeriksaan karakteristik agregat halus dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 4.1 Pemeriksaan sifat fisis agregat halus

Jenis Pengujian	Hasil Pemeriksaan	Standar	Standar Pengujian	Kesimpulan
Modulus halus butir (MHB)	1,97 %	2,2-3,1	SII 0052-80	Memenuhi Syarat -
Berat jenis Kondisi Kering	2,46	1,6-3,2	SK-SNI T-15-1990-03	Memenuhi Syarat
Berat jenis Kondisi SSD	2,53	1,6-3,2	SK-SNI T-15-1990-03	Memenuhi Syarat
Penyerapan air agregat	2,78 %	0,2 %-2 %	SNI 03-1969-1990	-
Berat isi	1350 kg/m ³	1000 kg/m ³	SK-SNI T-15-1990-1:2	-
Kadar air	5,26 %	3 %-5 %	SNI 03-1965-1990	-
Kadar lumpur	4,26 %	Maks 5 %	PUBI 1982	Memenuhi Syarat

Sumber: Hasil pengujian laboratorium

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh Penurunan Berat Mortar Pasca Bakar

Evaluasi hasil pemeriksaan penurunan berat mortar sebelum bakar dan pasca bakar memperlihatkan bahwa telah terjadinya penurunan berat mortar pada saat pasca bakar. Proses ini didasarkan pada mortar sebelum dilakukan pembakaran masih memiliki air untuk proses hidrasi semen.

Tabel 4.2 menunjukkan penurunan berat mortar FAS 0,7 mencapai sebesar 15,54 % atau 84,46 % dari sisa berat mortar sebelum mengalami pembakaran. Tabel 4.3 menunjukkan penurunan berat mortar FAS 1,04 mencapai sebesar 15,69 %. Hasil ini menunjukkan bahwa penurunan berat mortar dipengaruhi juga oleh suhu dan lamanya waktu pada saat pembakaran.

Tabel 4.2 Pengaruh penurunan berat rata-rata mortar pasca bakar FAS 0,7

No.	Kode benda uji	Berat sebelum bakar (gr)	Berat setelah bakar (gr)	Selisih berat (gr)	Persentase penurunan (%)
1.	D-100-30	299,50	297,50	2,00	0,67
2.	D-100-60	302,00	296,75	5,25	1,74
3.	D-100-90	303,50	300,50	3,00	0,99
4.	D-100-120	304,50	297,50	7,00	2,30
5.	T-100-30	300,00	296,00	4,00	1,33
6.	T-100-60	324,00	313,00	11,00	3,40
7.	T-100-90	303,50	297,50	6,00	1,98
8.	T-100-120	295,00	282,00	13,00	4,41
9.	D-250-30	301,50	291,00	10,50	3,48
10.	D-250-60	294,00	277,25	16,75	5,70
11.	D-250-90	303,50	281,75	21,75	7,17
12.	D-250-120	299,50	277,75	21,75	7,26
13.	T-250-30	296,50	277,50	19,00	6,41
14.	T-250-60	304,00	276,75	27,25	8,96
15.	T-250-90	296,50	267,50	29,00	9,78
16.	T-250-120	298,50	257,50	41,00	13,74
17.	D-500-30	297,00	276,75	20,25	6,82
18.	D-500-60	303,50	280,25	23,25	7,66
19.	D-500-90	303,50	289,75	13,75	4,53
20.	D-500-120	298,50	281,75	16,75	5,61
21.	T-500-30	305,50	268,25	37,25	12,19
22.	T-500-60	309,50	269,75	39,75	12,84
23.	T-500-90	299,00	265,00	34,00	11,37
24.	T-500-120	304,00	256,75	47,25	15,54

Ket.:
 D = Mortar direndam
 T = Mortar tidak direndam
 30, 60, 90, 120 = Waktu pembakaran (menit)
 ex., D-100-60 = Mortar direndam suhu 100° C waktu pembakaran 60 menit
 : T-500-90 = Mortar tidak direndam suhu 500° C waktu pembakaran 90 menit

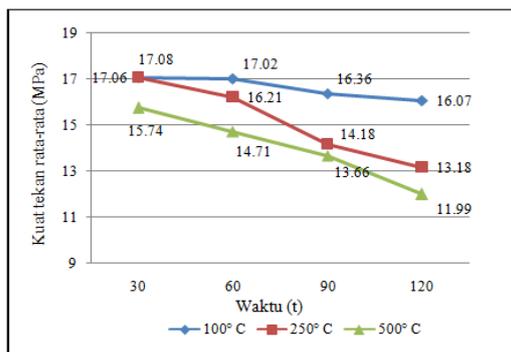
Tabel 4.3 Pengaruh penurunan berat rata-rata mortar pasca bakar FAS 1,04

No.	Kode benda uji	Berat sebelum bakar (gr)	Berat setelah bakar (gr)	Selisih berat (gr)	Persentase penurunan (%)
1.	D-100-30	297,50	294,75	2,75	0,92
2.	D-100-60	297,00	294,00	3,00	1,01
3.	D-100-90	294,50	291,50	3,00	1,02
4.	D-100-120	304,00	298,50	5,50	1,81
5.	T-100-30	297,00	288,00	9,00	3,03
6.	T-100-60	297,00	283,50	13,50	4,55
7.	T-100-90	297,00	288,00	9,00	3,03
8.	T-100-120	294,50	285,00	9,50	3,23
9.	D-250-30	293,00	283,75	9,25	3,16
10.	D-250-60	295,00	283,00	12,00	4,07
11.	D-250-90	294,00	276,00	18,00	6,12
12.	D-250-120	292,50	278,25	14,25	4,87
13.	T-250-30	289,50	264,00	25,50	8,81
14.	T-250-60	303,00	272,25	30,75	10,15
15.	T-250-90	294,50	268,25	26,25	8,91
16.	T-250-120	298,00	251,25	46,75	15,69
17.	D-500-30	298,00	285,25	12,75	4,28
18.	D-500-60	295,00	277,75	17,25	5,85
19.	D-500-90	295,50	285,00	10,50	3,55
20.	D-500-120	302,50	279,25	23,25	7,69
21.	T-500-30	298,00	267,25	30,75	10,32
22.	T-500-60	294,50	266,50	28,00	9,51
23.	T-500-90	292,00	257,25	34,75	11,90
24.	T-500-120	294,50	258,75	35,75	12,14

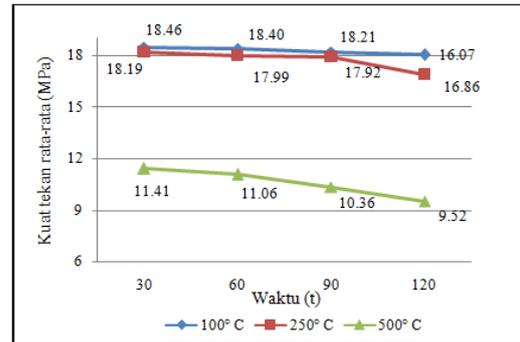
Ket.: D = Mortar direndam; T = Mortar tidak direndam; 30, 60, 90, 120 = Waktu pembakaran (menit); ex., D-100-60 = Mortar direndam suhu 100° C waktu pembakaran 60 menit; : T-500-90 = Mortar tidak direndam suhu 500° C waktu pembakaran 90 menit

Penurunan berat memiliki kecenderungan menurun setelah pembakaran dengan semakin tingginya suhu setelah pembakaran. Dilihat pada Gambar 4.1 terlihat penurunan berat rata-rata mortar dari suhu pembakaran awal yaitu 100° C, 250° C, dan 500° C. Penurunan berat ini peneliti menyimpulkan juga adanya pengaruh waktu lamanya pembakaran terhadap susutnya berat mortar.

Hubungan Suhu (°C) dan Waktu terhadap Kuat Tekan Mortar



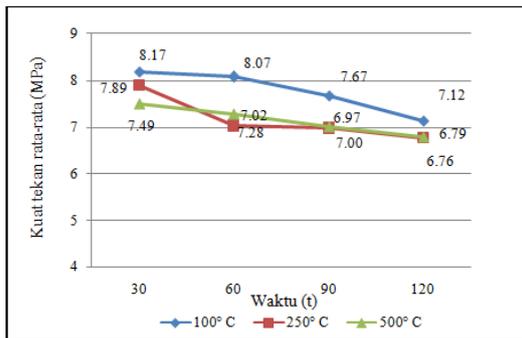
Gambar 1. Perbandingan kuat tekan mortar perlakuan direndam dengan FAS 0,7



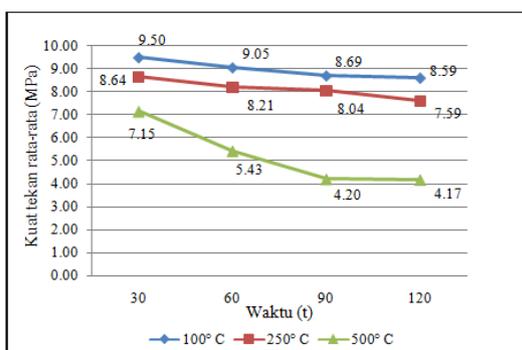
Gambar 2. Perbandingan kuat tekan mortar perlakuan direndam dengan FAS 0,7

Pengujian yang dilakukan pada suhu pembakaran 100° C, 250° C, dan 500° C yang diberi perlakuan direndam dan tidak direndam dibandingkan dengan mortar normal disimpulkan bahwa kuat tekan terbesar ada pada mortar tanpa perendaman (Gambar 4 dan Gambar 5). Kuat tekan mortar normal disimpulkan sebagai benda uji pengontrol masih memiliki kuat tekan terbesar yaitu sebesar 18,63 MPa. Hasil ini menunjukkan bahwa adanya pengaruh suhu dan waktu pembakaran terhadap penurunan kuat tekan mortar.

Mortar masih mampu mempertahankan karakteristiknya pada suhu 100° C selama pemanasan di jam pertama. Kemampuan mortar bertahan pada suhu tinggi hanya berkisar 0 – 60 menit, sedangkan mortar dengan FAS 0,7 pada waktu berkisar 0 – 60 menit sisa kekuatan mortar hanya berkisar 65 %. Tingkat keparahan, efek perendaman dan lama pemanasan dapat dilihat dari bentuk fisik mortar setelah mengalami pemanasan, serta pada suhu 500° C menyebabkan penurunan kuat tekan mortar pasca bakar hingga 50 % dari kekuatan mortar normal.



Gambar 3. Perbandingan kuat tekan mortar perlakuan direndam dengan FAS 1,04



Gambar 4. Perbandingan kuat tekan mortar perlakuan tidak direndam dengan FAS 1,04

Mortar pasca bakar dengan perlakuan direndam untuk FAS 1,04 pada waktu berkisar 0 – 60 menit sisa kekuatan mortar hanya berkisar 33,39 %. Mortar pasca bakar dengan perlakuan tidak direndam untuk FAS 1,04 pada waktu berkisar 0 – 60 menit sisa kekuatan mortar hanya berkisar 50,32 %. Tingkat keparahan, perendaman dan lama pemanasan dapat dilihat dari bentuk fisik mortar setelah mengalami pemanasan, serta pada suhu 500° C waktu berkisar 60 – 120 menit menyebabkan penurunan kuat tekan mortar pasca bakar hingga 50 % dari kekuatan mortar normal. Perbandingan nilai sisa kuat tekan pada mortar FAS 0,7 dengan perlakuan perendaman dan tanpa perendaman dengan perbandingan kuat tekan mortar normal sebesar 18,63 MPa. Mortar dengan perendaman dengan suhu 100° C adalah 86,26 % dan mortar tanpa perendaman sebesar 97,16 %. Mortar dengan perendaman dengan suhu 250° C adalah 70,75 % dan mortar tanpa perendaman sebesar 89,43 %. Mortar dengan

perendaman dengan suhu 500° C adalah 64,36 % dan mortar tanpa perendaman sebesar 51,10 %.

Perbandingan nilai sisa kuat tekan pada mortar FAS 1,04 dengan perlakuan perendaman dan tanpa perendaman dengan perbandingan kuat tekan mortar normal sebesar 10,93 MPa untuk mortar dengan perendaman dengan suhu 100° C adalah 65,14 % dan mortar tanpa perendaman sebesar 78,59 %. Mortar dengan perendaman dengan suhu 250° C adalah 61,85 % dan mortar tanpa perendaman sebesar 69,44 %. Mortar dengan perendaman dengan suhu 500° C adalah 62,12 % dan mortar tanpa perendaman sebesar 38,15 %.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

- 1) Pengaruh peningkatan suhu dengan lamanya durasi pembakaran yang dialami oleh mortar dapat menyebabkan menurunnya kekuatan mortar.
- 2) Perbandingan nilai sisa terendah kuat tekan pada mortar FAS 0,7 dengan perlakuan perendaman adalah 64,36 % dan mortar tanpa perendaman sebesar 51,10 %. Perbandingan nilai sisa terendah kuat tekan pada mortar FAS 1,04 dengan perlakuan perendaman adalah 62,12 % dan mortar tanpa perendaman sebesar 38,15 %.
- 3) Pengujian kuat tekan mortar pada suhu 100° C dan 250° C terhadap perlakuan direndam akan mengalami penurunan kekuatan lebih besar dibandingkan dengan mortar yang diberi perlakuan tidak direndam. Mortar perlakuan tidak direndam pada suhu 500° C akan mengalami penurunan kekuatan lebih besar dibandingkan dengan mortar yang diberi perlakuan direndam. Penurunan kuat tekan ini disebabkan karena pasta semen yang sudah terhidrasi terurai kembali.
- 4) Perubahan warna dan bentuk mortar mulai tampak disaat suhu 500° C yang

berwarna putih keabu-abuan dan muncul pori-pori, rapuh serta retak rambut.

DAFTAR PUSTAKA

- Amiruddin, A., 2012, **Studi Penggunaan Semen Portland Pozzolan terhadap Karakteristik Mortar Akibat Kenaikan Suhu**, Grup Teknik Sipil Vol. 6 : Desember 2012, ISBN 978-979-127255-0-6 : Universitas Hasanuddin, Makassar.
- ASTM *Standards.*, 1992, ASTM C 270, **Mortar Specifications for Mortar for Unit Masonry**, ASTM International, West Conshohocken, PA.
- Badan Standardisasi Nasional, 1992, SK SNI 03-2834-1992, **Agregat Beton, Mutu, dan Cara Uji** : BSN.
- Badan Standardisasi Nasional, 2002, SK SNI 03-6825-2002, **Metode Pengujian Kekuatan Tekan Mortar Semen Portland Untuk Pekerjaan Sipil** : BSN.
- Badan Standardisasi Nasional, 2002, SK SNI 03-2847-2002, **Tata cara perhitungan struktur beton untuk bangunan gedung** : BSN.
- Badan Standardisasi Nasional, 2004, SK SNI- 15-2049-2004, **Semen Portland** : BSN.
- Cornelis, R. & Hunggurami E. 2014. **Kajian Kuat Tekan Beton Pasca Bakar dengan dan Tanpa Perendaman Berdasarkan Variasi Mutu Beton**, Jurnal Teknik Sipil Vol. III, No. 2, September 2014.
- Corsika Y. & Karolina R. 2013. **Analisis Perilaku Mekanis dan Fisis Beton Pasca Bakar**, Departmen Teknik Sipil Universitas Sumatera Utara, Medan.
- Daryanto, 2008, **Kumpulan Gambar Teknik Bangunan**, Rineka Cipta, Jakarta.
- Dipohusodo, I, 1994, **Struktur Beton Bertulang**, PT Gramedia. Pustaka Utama, Jakarta.
- Febrina, F., 2010, **Pengaruh Suhu Dan Waktu Pembakaran Pada Struktur Beton Terhadap Kuat Tekan Beton**, Departemen Fisika Universitas Sumatera Utara, Medan.
- Lianasari, A. E., **Perilaku dan Rehabilitasi Struktur Beton Pasca Kebakaran, Sigma** Edisi 22/Tahun XXII/Agustus 1999, ISSN 0216-3977.
- Mulyono, T., 2007, **Teknologi Beton**, Andi Offset, Yogyakarta.
- Wibawa, S., 2010, **Pulihnya Kuat Tekan Beton Pasca Bakar Setelah Dilakukan Penyiraman Air**; Jurnal Ilmiah Kurva Teknik, FT. UNMAS., Denpasar.
- Ray, N., 2005, **WC Ratio pada Perubahan Perilaku Beton Mutu Normal pada Temperatur Tinggi Pasca Kebakaran**, Jurnal rekayasa perencanaan, Vol 2, No 1, Oktober 2005.
- Sumardi, P.C., 2000, **Aspek Kimia Beton Pasca Bakar**, Yogyakarta: Kursus Singkat Evaluasi dan Penanganan Struktur Beton yang Rusak Akibat Kebakaran dan Gempa. Yogyakarta. 24-25 Maret.