PENGARUH VARIASI SUHU DAN DURASI PEMBAKARAN TERHADAP KUAT TEKAN BETON PASCA BAKAR

Juhariadi [1)], Andre Novan [2)], Alex Kurniawandy [3)]
[1)] Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil, [2) 3)] Dosen Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik Universitas Riau, Pekanbaru 28293
Email : Arie.eira02@yahoo.com / andrezalfatih@gmail.com / alexkurniawandy@gmail.com

ABSTACT

The significant change of temperature as in the event of fire will have an impact on concrete structures, cracked at the surface of structure, damage / collapse, and discoloration. This research was carried out on samples of concrete cubes K350 with the size of 15 cm x 15 cm x 15 cm. Combustion also was carried out at 600 °C, 800 °C, and 1000 °C temperatures with holding time for 0.5 , 1 , 1.5 , dan 2 hours. The cooling process is done by allowed to stand for 24 hours at room temperature. The test results were obtained at the temperature of at 600 °C, 800 °C, and 1000 °C compressive strength decreased by 6.26%-26.30%, 11.99%-34.53%, and 23.08%-66.37. This research shows that the highest of temperatures gives a greater impact on reduction of concrete compressive strength and the concrete surface, compared with the increase of combustion duration. Through this research regression give equations that can be used to calculate the residual compressive strength of the other combution temperatures.

Keywords : fire, compressive strength, porosity, temperature, duration

PENDAHULUAN

Peningkatan suhu tinggi secara signifikan yang akan mengakibatkan perubahan fase fisis dan kimiawi beton, pada kondisi ini struktur konstruksi mengalami penurunan kemampuan untuk mendukung beban yang ada bahkan pada kondisi tertentu konstruksi beton tidak mampu lagi mendukung beban yang bekerja dan dipastikan konstruksi tidak dapat lagi digunakan atau dimanfaatkan sebagaimana fungsi awal konstruksi beton tersebut. Perubahan atau kerusakan akibat kebakaran dipengaruhi oleh ketinggian suhu, lama pembakaran, jenis dan perilaku pembebanan

Masalah utama yang dihadapi dalam menangani bangunan pasca kebakaran adalah bagaimana menaksir kekuatan sisa (*residual strength*) bangunan pasca kebakaran, karena dengan diketahuinya kekuatan sisa, kita dapat melakukan tindakan perbaikan yang paling efisien, sehingga bangunan yang telah mengalami kebakaran dapat difungsikan kembali, untuk itu diperlukan analisa yang tepat

untuk memperkirakan sisa kemampuan dan perbaikan yang dapat dilakukan pada konstruksi tersebut.

Berdasarkan uraian di atas perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui pengaruh kekuatan beton pasca bakar terhadap durasi waktu dan suhu pembakaran, serta perubahan fisik yang terjadi pada beton, sehingga dari data-data tersebut dapat diketahui kekuatan sisa (*residual strength*) dari material beton.

BATASAN MASALAH

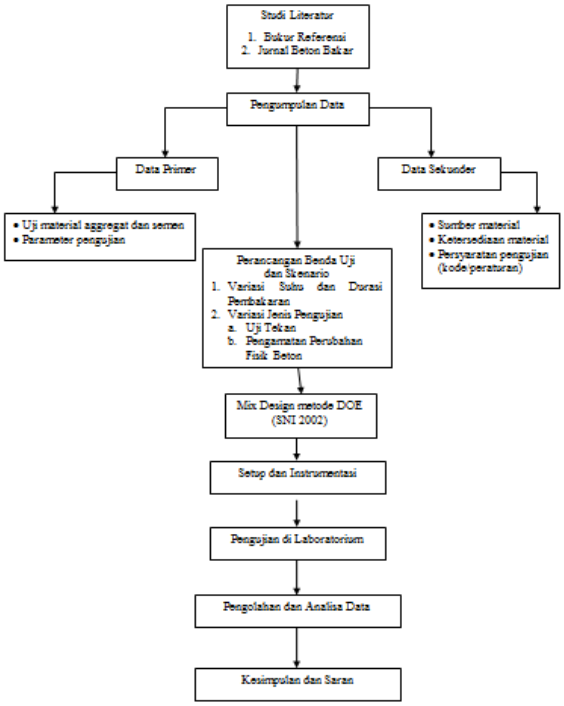
1. Material yang digunakan yaitu :
   a) Agregat kasar Bangkinang.
   b) Agregat halus Bangkinang.
   c) Semen Padang PCC.
2. Faktor air semen (FAS) yang digunakan adalah 0.4
3. Benda uji yang digunakan berbentuk kubus dengan ukuran 15cm x 15cm x 15 cm.
2. Pengujian dilakukan pada umur beton 28 hari.
3. Pembakaran menggunakan *Incenerator* dengan kapasitas maksimal 1200° C, suhu pembakaran yang digunakan adalah 600° C, 800° C dan 1000° C, pendinginan benda uji setelah pembakaran dilakukan dengan cara di angin-anginkan.
4. Durasi waktu pembakaran adalah 0.5 jam, 1 jam, 1.5 jam, dan 2 jam untuk masing- masing variasi suhu dan kondisi beton normal berjumlah 3 buah sampel, total seluruh benda uji berjumlah 39 buah.
5. Pengamatan yang dilakukan adalah perubahan fisik dan kuat tekan beton .

TUJUAN PENELITIAN

Untuk mengetahui pengaruh durasi dan suhu pembakaran pada setiap benda uji terhadap Perubahan fisik dan kekuatan beton dalam menerima uji tekan pada umur beton mencapai 28 hari.

METODOLOGI PENELITIAN

Metode yang akan digunakan dalam penelitian tugas akhir ini adalah uji eksperimen di laboratorium. Melalui penelitian ini akan diketahi sejauh mana perbedaan pengaruh variasi suhu dan durasi pembakaran terhadap kekuatan tekan dan perubahan fisik beton pada mutu beton tertentu.



Gambar 1.0 *Flow chart* metodologi

Variabel Penelitian

Berikut ini adalah tabel rencana jumlah benda uji untuk pengujian kuat tekan dan perubahan fisik beton :

Tabel 1.1. Variasi penelitian dan jumlah benda uji

Kode Benda Uji	Waktu (jam)	Suhu Pembakaran			
		Suhu Normal	600° C	800° C	1000° C
BN	0	3			
B n C t	0.5		3	3	3
B n C t	1		3	3	3
B n C t	1.5		3	3	3
B n C t	2		3	3	3
	Total				39 Bh

Keterangan :
BN = Beton Normal
n = Nomor benda uji (1 sampai dengan 3)
C = Suhu pembakaran :
600° C = 6C
800° C = 8C
1000° C = 10C
t = Durasi Waktu Pembakaran (0.5 jam, 1 jam, 1.5 jam dan 2 jam)

Untuk mempermudahkan dalam proses klasifikasi dan pengolahan data maka pada benda uji diberikan pengkodean seperti yang terlampir pada tabel 3.1. Sebagai contoh, penulisan kode benda uji 1 dengan suhu pembakaran 600° C dan durasi pembakaran 0,5 jam ditulis dengan kode B1 6C 0.5

Pembakaran Beton

Pembakaran benda uji dilakukan dengan menggunakan *Incenerator*. Pembakaran dilakukan pada suhu 600^0C, 800^0C, dan 1000^0C dengan variasi waktu pembakaran selama 0.5 jam, 1 jam, 1.5 jam, dan 2 jam. Setelah itu proses pembakaran dihentikan, kemudian pendinginan dilakukan dengan cara diangin-anginkan selama 24 jam dengan suhu ruangan.

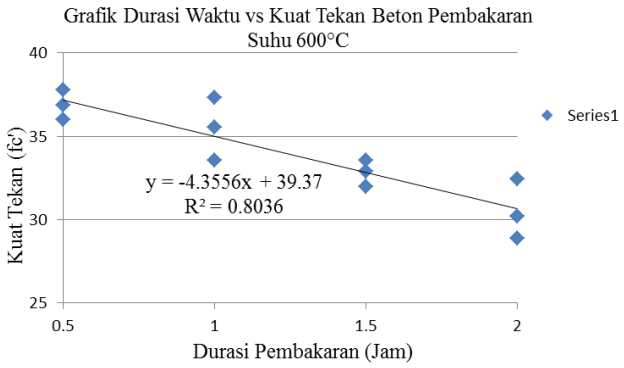
TEMPAT PENELITIAN

Pembuatan benda uji dan pengujian kuat tekan bton dilakukan di laboratorium teknologi bahan fakultas teknik jurusan teknik sipil universitas Riau dan pembakaran beton dilakukan dirumah *incenerator* RSUD Arifin Achmad Pekanbaru.

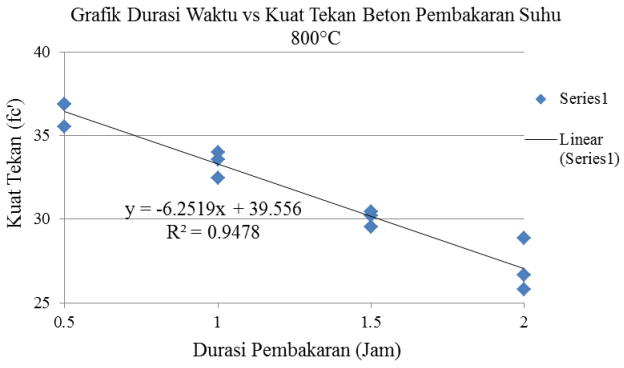
HASIL DAN PEMBAHASAN

Dengan menggunakan data dari persentase penurunan kuat tekan beton, hasil uji kuat tekan beton, durasi waktu pembakaran dan Variasi Suhu Pembakaran dari masing-masing benda uji maka dapat di gambarkan beberapa grafik *trendline Linear* seperti berikut :

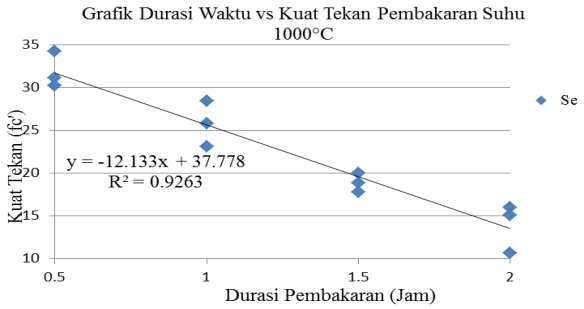
***Trendline Linear* Durasi Waktu vs Kuat Tekan Beton**



Gambar 1.1. Grafik Durasi Waktu vs Kuat Tekan Pembakaran Suhu 600°C



Gambar 1.2. Grafik Durasi Waktu vs Kuat Tekan Pembakaran Suhu 800°C



Gambar 1.2. Grafik Durasi Waktu vs Kuat Tekan Pembakaran Suhu 1000°C

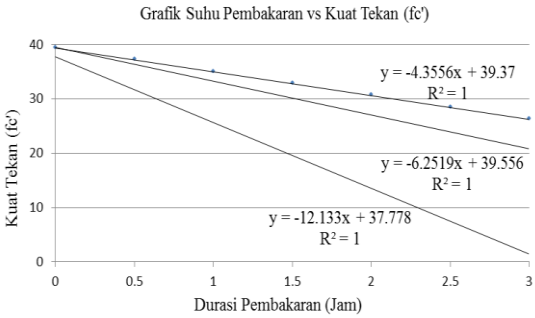
Dari grafik *trendline Linear* di atas (Gambar 1.1, 1.2 dan 1.3) pada suhu pembakaran 600°C didapat persamaan yaitu y = -4.3556x + 39.37 dengan nilai R^2 = 0.8036, pada suhu pembakaran 800°C didapat persamaan yaitu y = -6.2519x + 39.556 dengan nilai R^2 = 0.9478 dan pada suhu pembakaran 1000°C didapat persamaan yaitu y = -12.133x + 37.778 dengan nilai R^2 = 0.9263. R adalah koefisien determinasi dengan nilainya terletak antara 0 – 1, dan kecocokan model dikatakan lebih baik jika R^2 semakin mendekati 1. Berdasarkan ketiga grafik diatas koefisien determinasinya berturut-turut adalah 0.8036, 0.9478 dan 0.9263 hasil ini dapat dikatakan baik.

Dari ketiga persamaan yang diatas diperoleh hasil regresi nilai y terhadap x dengan nilai *scatter* seperti pada tabel berikut 1.2.

Data hasil regresi pada Tabel 1.2 pembakaran pada suhu 600°C Kuat Tekan 0 Mpa terjadi pada pembakaran selama 9.04 jam, untuk suhu 800°C dan 1000°C Kuat Tekan 0 Mpa terjadi pada pembakaran selama 6.32 dan 3.14 jam, hasil regresi pada Tabel 4.5 juga dapat digambarkan garis persamaan garis nilai x dan y seperti yang terlihat pada Gambar 1.4.

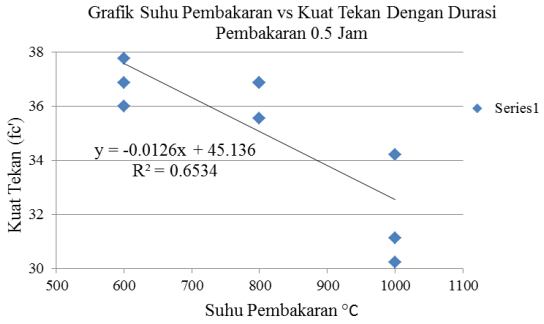
Tabel 1.2 Hasil regresi nilai y terhadap x dengan nilai *scatter*

Suhu	600°C		800°C		1000°C	
Persamaan	y = -4.3556x + 39.37		y = -6.2519x + 39.556		y = -12.133x + 37.778	
	x	y	x	y	x	y
	0	39.370	0	39.556	0	37.78
	0.5	37.192	0.5	36.430	0.5	31.71
	1	35.014	1	33.304	1	25.65
	1.5	32.837	1.5	30.178	1.5	19.58
	2	30.659	2	27.052	2	13.51
	2.5	28.481	2.5	23.926	2.5	7.45
	3	26.303	3	20.800	3	1.38
	3.114	25.808	3.114	20.09	3.114	0.00
	9.04	0.000	6.327	0.00	3.114	0.00

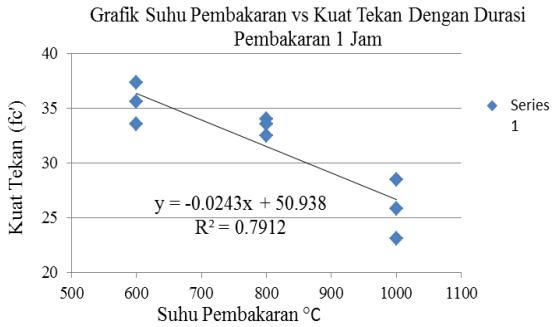


Gambar 1.4. Grafik Durasi Waktu vs Kuat Tekan

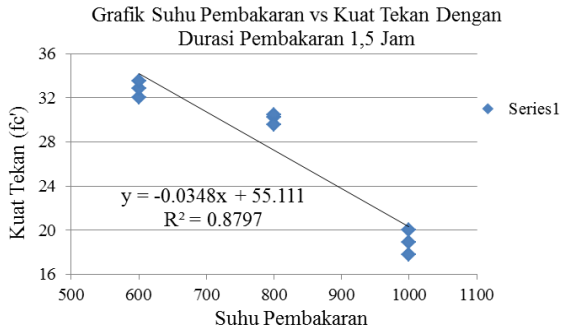
Trendline Linear Suhu Pembakaran vs Kuat Tekan Beton



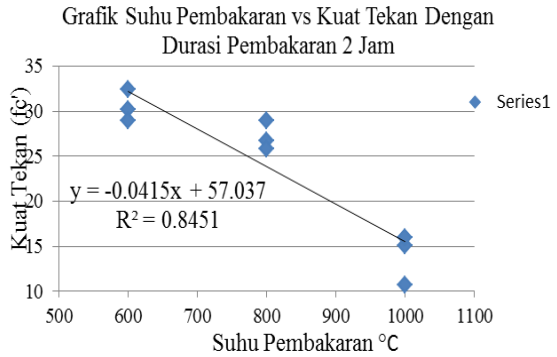
Gambar 1.2. Grafik Suhu Pembakaran vs Kuat Tekan Dengan Durasi Pembakaran 0.5 jam



Gambar 1.6. Grafik Suhu Pembakaran vs Kuat Tekan Dengan Durasi Pembakaran 1 jam



Gambar 1.7. Grafik Suhu Pembakaran vs Kuat Tekan Dengan Durasi Pembakaran 1.5 jam



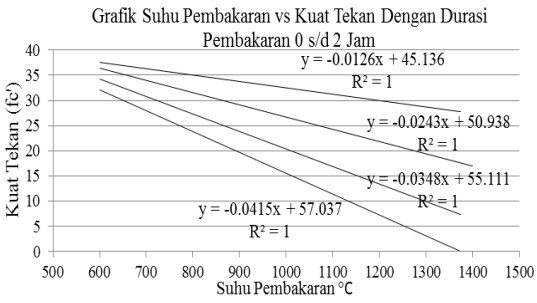
Gambar 1.8. Grafik Suhu Pembakaran vs Kuat Tekan Dengan Durasi Pembakaran 2

Dari grafik *trendline Linear* di atas (Gambar 1.5, 1.6, 1.7 dan 1.8) pada durasi pembakaran pembakaran 0.5 jam didapat persamaan yaitu y = -0.0126x + 45.136 dengan nilai R^2 = 0.6534, pada durasi pembakaran pembakaran 1 jam dan 1.5 jam didapat persamaan yaitu y = -0.0243x + 50.938 dengan nilai R^2 = 0.7912 dan y = -0.0348x + 55.111 dengan nilai R^2 = 0.8797 serta pada durasi pembakaran pembakaran 2 jam didapat persamaan yaitu y = -0.0415x + 57.037 dengan nilai R^2 = 0.8451. Berdasarkan grafik diatas (Gambar 4.9, 4.10, 4.11 dan 4.12) koefisien determinasinya berturut-turut adalah 0.6534, 0.7912, 0.8797 dan 0.8451 hasil ini dapat dikatakan baik.

Dari persamaan yang diatas diperoleh hasil regresi nilai y terhadap x dengan nilai *scatter* seperti pada tabel berikut ini :

Tabel 1.3 Hasil regresi nilai y terhadap x dengan nilai *scatter*

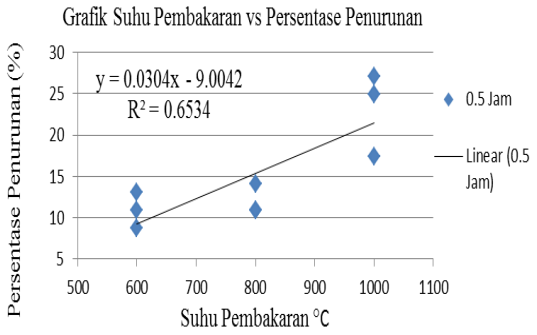
Durasi							
0.5 Jam		1 Jam		1.5 Jam		2 jam	
y = -0.0126x + 45.136		y = -0.0243x + 50.938		y = -0.0348x + 55.111		y = -0.0415x + 57.037	
x	y	x	y	x	y	x	y
600	37.576	600	36.358	600	34.231	600	32.137
800	35.056	800	31.498	800	27.271	800	23.837
1000	32.536	1000	26.638	1000	20.311	1000	15.537
1200	30.016	1200	21.778	1200	13.351	1200	7.237
1374.38	27.818812	1400	16.918	1374.38	7.282576	1374.38	0.000
3585.66	0.0	2099.27	0.00	1582.6	0.0	1374.38	0.000



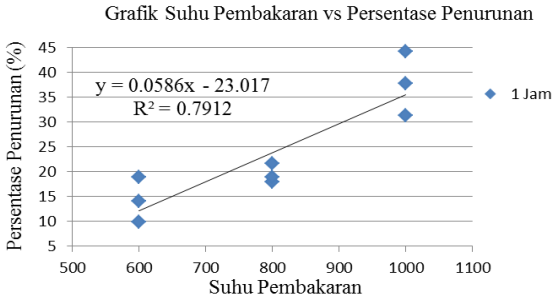
Gambar 1.9. Grafik Suhu Pembakaran vs Kuat Tekan

Data hasil regresi pada Tabel 1.3 pada durasi pembakaran 0.5 jam Kuat Tekan 0 Mpa didapat pada suhu pembakaran 3585.66°C, untuk durasi pembakaran 1 jam dan 1.5 jam Kuat Tekan 0 Mpa didapat pada suhu pembakaran 2099.27°C dan 1582.6°C, sedangkan durasi pembakaran selama 2 jam Kuat Tekan 0 Mpa didapat pada suhu pembakaran 1374.38°C. hasil regresi pada Tabel 4.6 juga dapat digambarkan garis persamaan garis nilai x dan y seperti yang terlihat pada Gambar 1.9.

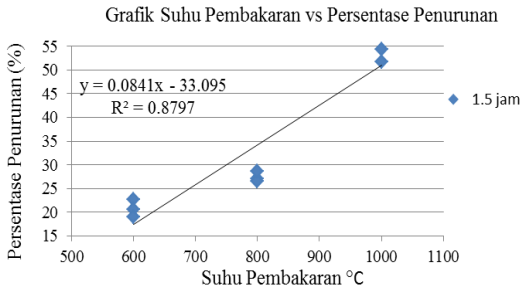
Trendline Linear Suhu Pembakaran vs Persentase Penurunan



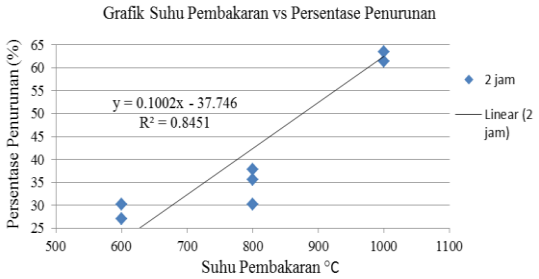
Gambar 1.10. Grafik Suhu Pembakaran vs Persentase Penurunan
Dengan Durasi Pembakaran 0.5 Jam



Gambar 1.11. Grafik Suhu Pembakaran vs Persentase Penurunan
Dengan Durasi Pembakaran 1 Jam



Gambar 1.12. Grafik Suhu Pembakaran vs Persentase Penurunan
Dengan Durasi Pembakaran 1.5 Jam



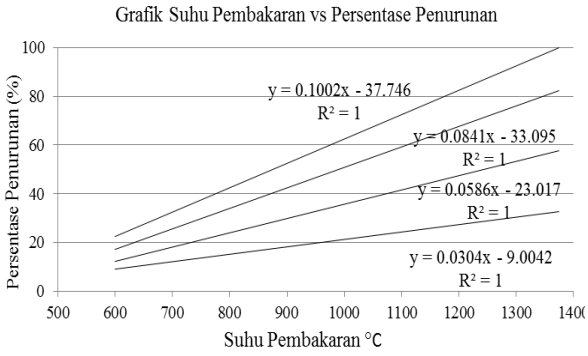
Gambar 1.13. Grafik Suhu Pembakaran vs Persentase Penurunan
Dengan Durasi Pembakaran 2 Jam

Dari grafik *trendline Linear* di atas (Gambar 1.10, 1.11, 1.12 dan 1.13) pada durasi pembakaran pembakaran 0.5 jam didapat persamaan yaitu y = 0.0304x - 9.0042 dengan nilai R^2 = 0.6534, pada durasi pembakaran pembakaran 1 jam dan 1.5 jam didapat persamaan yaitu y = 0.0586x - 23.017 dengan nilai R^2 = 0.7912 dan y = 0.0841x - 33.095 dengan nilai R^2 = 0.8797 serta pada durasi pembakaran pembakaran 2 jam didapat persamaan yaitu y = 0.1002x - 37.746 dengan nilai R R^2 = 0.8451. Berdasarkan grafik diatas koefisien determinasinya berturut-turut adalah 0.6534, 0.7912, 0.8797 dan 0.8451 hasil ini dapat dikatakan baik.

Dari persamaan yang diatas diperoleh hasil regresi nilai y terhadap x dengan nilai *scatter* seperti pada tabel berikut ini :

Tabel 1.4 Hasil regresi nilai y terhadap x dengan nilai *scatter*

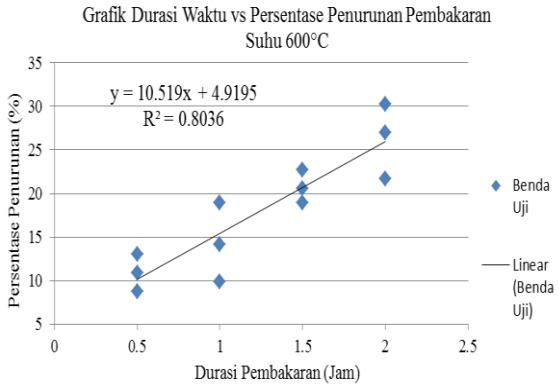
Durasi							
0.5 Jam		1 Jam		1.5 Jam		2 jam	
y = 0.0304x - 9.0042		y = 0.0586x - 23.017		y = 0.0841x - 33.095		y = 0.1002x - 37	
x	y	x	y	x	y	x	
600	9.24	600	12.14	600	17.37	600	
800	15.32	800	23.86	800	34.19	800	
1000	21.40	1000	35.58	1000	51.01	1000	
1200	27.48	1200	47.30	1200	67.83	1200	
1374.38	32.78	1374.38	57.52	1374.38	82.49	1374.38	
3585.66	100.00	2099.27	100.00	1582.6	100.00	1374.38	



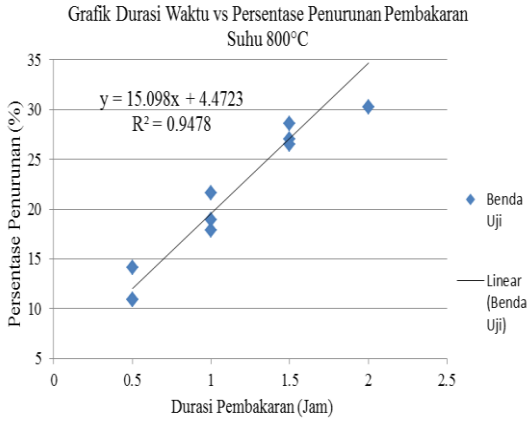
Gambar 1.14. Grafik Suhu Pembakaran vs Persentase Penurunan
Dengan Durasi Pembakaran 0.5 jam s/d 2 Jam

Data hasil regresi pada Tabel 1.4 pada durasi pembakaran 0.5 jam Penurunan Kuat Tekan 100% didapat pada suhu pembakaran 3585.66°C, untuk durasi pembakaran 1 jam dan 1.5 jam Penurunan Kuat Tekan 100% didapat pada suhu pembakaran 2099.27°C dan 1582.6°C, sedangkan durasi pembakaran selama 2 jam Penurunan Kuat Tekan 100% didapat pada suhu pembakaran 1374.38°C. hasil regresi pada Tabel 4.7 juga dapat digambarkan garis persamaan garis nilai x dan y seperti yang terlihat pada Gambar 1.14.

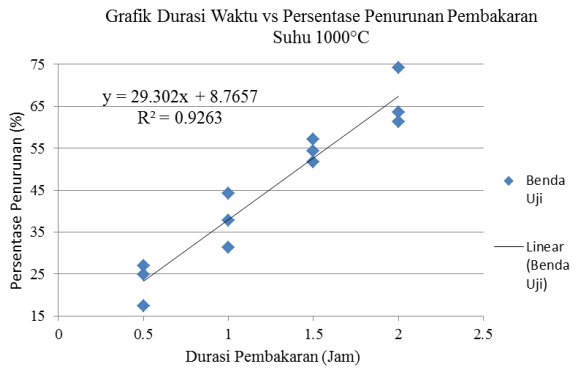
Trendline Linear Durasi Waktu vs Persentase Penurunan



Gambar 1.15. Grafik Durasi Waktu vs Persentase Penurunan Pembakaran Suhu 600°C



Gambar 1.16. Grafik Durasi Waktu vs Persentase Penurunan Pembakaran Suhu 800°C



Gambar 1.17. Grafik Durasi Waktu vs Persentase Penurunan Pembakaran Suhu 1000°C

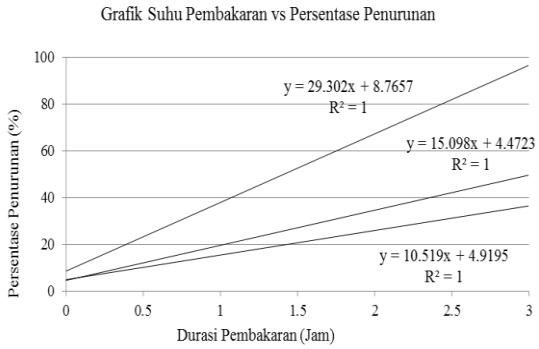
Dari grafik *trendline Linear* di atas (Gambar 1.15, 1.16 dan 1.17) pada suhu pembakaran 600°C didapat persamaan yaitu y = 10.519x + 4.9195 dengan nilai R^2 = 0.8036, pada suhu pembakaran 800°C didapat persamaan yaitu y = 15.098x + 4.4723 dengan nilai R^2 = 0.9478 dan pada suhu pembakaran 1000°C didapat persamaan yaitu y = 29.302x + 8.7657 dengan nilai R^2 = 0.9263. R adalah koefisien determinasi dengan nilainya terletak antara 0 – 1, dan kecocokan model dikatakan lebih baik jika R^2 semakin mendekati 1. Berdasarkan ketiga grafik diatas koefisien determinasinya berturut-turut adalah 0.8036, 0.9478 dan 0.9263 hasil ini dapat dikatakan baik.

Dari ketiga persamaan yang diatas diperoleh hasil regresi nilai y terhadap x dengan nilai *scatter* seperti pada tabel 1.5

Data hasil regresi pada Tabel 1.5 pembakaran pada suhu 600°C penurunan 100% dari kekuatan beton normal terjadi pada pembakaran selama 9.04 jam, untuk suhu 800°C dan 1000°C penurunan 100% kekuatan beton terjadi pada pembakaran selama 6.32 dan 3.14 jam, hasil regresi pada Tabel 4.11 juga dapat digambarkan garis persamaan garis nilai x dan y seperti yang terlihat pada Gambar 1.18.

Tabel 1.5 Hasil regresi nilai y terhadap x dengan nilai *scatter*

Suhu	600°C		800°C		1000°C	
Persamaan	y = 10.519x + 4.9195		y = 15.098x + 4.4723		y = 29.302x + 8.7657	
	x	y	x	y	x	y
	0	4.92	0	4.47	0	8.77
	0.5	10.18	0.5	12.02	0.5	23.42
	1	15.44	1	19.57	1	38.07
	1.5	20.70	1.5	27.12	1.5	52.72
	2	25.96	2	34.67	2	67.37
	2.5	31.22	2.5	42.22	2.5	82.02
	3	36.48	3	49.77	3	96.67
	3.11	37.63	3.11	51.43	3.114	100.00
	9.04	100.00	6.327	100.00	3.114	100.00



Gambar 1.18. Grafik Suhu Pembakaran vs Persentase Penurunan

PENGAMATAN WARNA DAN KONDISI VISUAL BETON

Perubahan warna beton mulai tampak disaat suhu 500°C yang berwarna cokelat keabu-abuan, hal ini terjadi karena adanya senyawa garam besi dalam agregat atau pasir beton yang menyebabkan beton berubah warna. Jika suhu mencapai 750 °C terjadilah proses karbonisasi yaitu terbentuk Calsium Carbonat (CaCO3)

yang berwarna keputih-putihan sehingga merubah warna beton menjadi lebih terang (Febrina, F, 2010). Perubahan warna yang terjadi pada benda uji, dapat dilihat pada tabel 1.6

Tabel 1.6 Hasil Pengamatan Visual Pada Benda Uji

No	Suhu Pembakaran	Durasi Pembakaran	Perubahan Warna	Perubahan Fisik	Warna *Phenolphthalein*
1	0° C	0 Jam	Kuning keabu-abuan	-	Magenta
2	600°C	0.5 jam	Kuning keabu-abuan	-	Magenta
3	600°C	1 jam	Kuning kecoklatan	-	Magenta 10
4	600°C	1.5 jam	Kuning kecoklatan	Retak Mikro	Pastel Magenta
5	600°C	2 jam	Abu- abu Keputih-putihan	Retak Mikro	Magenta 3
6	800°C	0.5 jam	Kuning Keputih-putihan	-	Pastel Magenta
7	800°C	1 jam	Kuning Keputih-putihan	Retak Mikro	Magenta 3
8	800°C	1.5 jam	Abu- abu Keputih-putihan	Retak ≤ 1mm	Magenta 3
9	800°C	2 jam	Abu- abu Keputih-putihan	Retak ≤ 1mm	Magenta 3
10	1000°C	0.5 jam	Abu- abu Keputih-putihan	Retak Mikro	Magenta 3
11	1000°C	1 jam	Putih	Retak ≤ 1mm	Magenta 1
12	1000°C	1.5 jam	Putih	Retak ≤ 2mm	Magenta 1
13	1000°C	2 jam	Putih	Retak ≤ 4mm	Magenta 1

Dari hasil penelitian diatas dipastikan bahwa pasca kebakaran memperlihatkan perubahan warna dan kondisi fisik pada beton

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Dari penelitian yang dilakukan maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Fenomena kebakaran pada struktur beton akan menyebabkan perubahan struktur, antara lain retak, kerusakan/keruntuhan, dan perubahan warna permukaan beton. Warna beton akan berubah sejalan dengan naiknya temperatur. Perubahan warna tesebut disebabkan karena agregat atau pasir yang mengandung beberapa senyawa besi yang juga dapat menyebabkan korosi.
2. Perubahan warna pada beton tergantung pada tinggi tempratur yang terjadi dan lama waktu terjadinya kebakaran, semakin lama pembakaran perubahan warna beton cenderung semakin terang dan juga kerusakan pada beton semakin besar.
3. Nilai kuat tekan rata-rata beton normal diperoleh sebesar 41.41 MPa Sedangkan pada suhu pembakaran 600°C dengan rentang durasi pembakaran 0.5 jam – 2 jam nilai kuat tekan rata-rata adalah 38.81 MPa, 35.48 MPa, 32.81 MPa, 30.52 MPa. Sedangkan suhu pembakaran 800°C dengan rentang durasi pembakaran 0.5 jam – 2 jam nilai kuat tekan rata-rata adalah 36.44 MPa, 33.33 MPa, 30.07 MPa, 27.11 MPa. pembakaran 1000°C dengan rentang durasi pembakaran 0.5 jam – 2 jam nilai kuat tekan rata-rata adalah 31.85 MPa, 25.78 MPa, 18.89 MPa, 13.93 MPa.
4. Persentase Penurunan kuat tekan beton pasca bakar dari beton normal pada suhu pembakaran 600°C dengan rentang durasi pembakaran 0.5 jam – 2 jam berturut-turut adalah 6.26%, 14.31%, 20.75% dan 26.30%, pada suhu pembakaran 800°C dengan rentang durasi

pembakaran 0.5 jam – 2 jam berturut-turut adalah 11.99%, 19.50%, 27.37% dan 34.53% sedangkan pada suhu pembakaran 1000°C dengan rentang durasi pembakaran 0.5 jam – 2 jam berturut-turut adalah 23.08%, 37.75%, 54.38% dan 66.37%.

5. Dari hasil regresi perbandingan antara durasi Waktu dan Kuat Tekan Beton pada suhu pembakaran 600°C didapat persamaan y = -4.3556x + 39.37, untuk suhu pembakran 800°C didapat persamaan y = -6.2519x + 39.556 dan pada suhu pembakaran 1000°C didapat persamaan y = -6.2519x + 39.556
6. Dari hasil regresi perbandingan antara Suhu Pembakaran dan Kuat Tekan Beton pada Durasi Pembakaran 0.5 sampai dengan 2 jam dengan interval waktu 0.5 jam didapat persamaan berturut-turut y = -0.0126x + 45.136, y=-0.0243x+50.938, y = -0.0348x + 55.111, dan y = -0.0415x + 57.037.
7. Dari hasil regresi perbandingan antara Suhu Pembakaran dan Persentase Penurunan pada durasi pembakaran pembakaran 0.5 jam didapat persamaan yaitu y = 0.0304x - 9.0042 dengan nilai R^2 = 0.6534, pada durasi pembakaran 1 jam dan 1.5 jam didapat persamaan yaitu y = 0.0586x - 23.017 dengan nilai R^2 = 0.7912 dan y = 0.0841x - 33.095 dengan nilai R^2 = 0.8797 serta pada durasi pembakaran 2 jam didapat persamaan yaitu y = 0.1002x - 37.746.
8. Dari hasil regresi perbandingan antara Suhu Pembakaran dan Persentase Penurunan pada suhu pembakaran 600°C didapat persamaan yaitu y = 10.519x + 4.9195 dengan nilai R^2 = 0.8036, pada suhu pembakaran 800°C didapat persamaan yaitu y = 15.098x + 4.4723 dengan nilai R^2 = 0.9478 dan pada suhu pembakaran 1000°C didapat persamaan yaitu y = 29.302x + 8.7657 dengan nilai R^2 = 0.9263.

Saran

Dari analisa yang dilakukan maka penulis dapat menyarankan beberapa hal sebagai berikut :

1. Diharapkan peneliti selanjutnya dapat menguji sifat mekanik atau sifat fisis beton pasca bakar yang lain seperti elastisitas, kuat tarik, atau sifat beton pasca bakar lainnya yang belum pernah diteliti sebelumnya.
2. Untuk pengembangan penelitian selanjutnya dapat dicoba terhadap beton dengan campuran bahan *additive*, terhadap beton dengan mutu beton berbeda, dan terhadap beton bertulang dengan menitik beratkan pada pengujian tulangan.
3. Peneliti berikutnya dapat melakukan validasi dengan meneliti beton pasca bakar dengan variasi durasi dan temperatur yang belum pernah diteliti sebelumnya.
4. Penulisan nomen klatur pada benda uji sebaiknya kondisikan agar tahan terhadap pembakaran.

DAFTAR PUSTAKA

Corsika M. S, Yulia., 2013, ***Analisis Perilaku Mekanis Dan Fisis Beton Pasca Bakar***, Jurnal Teknik Sipil (Universitas Sumatra Utara), Vol 2, No 2.

Febrina, F., 2010, ***Pengaruh Suhu Dan Waktu Pembakaran Pada Struktur Beton Terhadap Kuat Tekan Beton***, Departemen Fisika Universitas Sumatera Utara, Medan.

Sirait, Koresj B., 2003, ***Pengaruh Prilaku Beton Bertulang Pasca Bakar***, Tesis, Program Pasca Sarjana Universitas Sumatera Utara, Medan.

Suban, 2012, ***Analisis Kekuatan Balok Pada Gedung Makassar Mall Pasca Kebakaran***, Makassar : Skripsi Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.

Suhendro, Bambang, 2000 , ***Teori Model Struktur Dan Teknik Eksperimental***, Penerbit: Beta Offset, Yogyakarta.

Tantong, Burhan., 2007, ***Analisis Material Beton Bertulang Pasca Kebakaran Dan Metode Perbaikan Elemen Strukturnya***, Jurnal Teknik Sipil (Universitas Diponegoro), pp. 1-14.

Tjokrodimulyo, K. Ir, `1996, ***Teknologi Beton***, Penerbit Universitas Gajah Mada, Yogyakarta

.