

Analisis Pengaruh Temperatur Tinggi Terhadap Kuat Tekan Beton

Zakiyal Musthofa^{1*}, Masta'in²

^{1,2} Program Studi S1-Teknik Sipil, Sekolah Tinggi Teknologi Ronggolawe

Penulis korespondensi, alamat email: zackyyal106@gmail.com

Diterima : 29-12-2023 -

Direview

: 30-12-2023 -

Diterbitkan : 31-12-2023

Abstrak

Hingga saat ini, penelitian yang membahas mengenai pengaruh temperatur terhadap beton masih merupakan topik yang hangat untuk diteliti. Suhu tinggi juga memungkinkan dapat mempersingkat waktu pengeringan karena penguapan air yang lebih cepat. Dari hal tersebut, maka tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh pengovenan untuk mempercepat proses pengeringan pada beton. Benda uji beton berbentuk kubus 15 cm x 15 cm x 15 cm berjumlah 20 buah sampel. Pengovenan dilakukan pada suhu 110°C dengan lama pengovenan selama 7 hari. Penelitian ini dilaksanakan menjadi 2 tahap, tahap pertama yaitu pembuatan benda uji dan tahap kedua yaitu pengujian benda uji. Kuat tekan beton dengan pengovenan memperoleh hasil kuat tekan rata-rata 12,24 Mpa, nilai kuat tekan tersebut tidak memenuhi kuat tekan beton yang disyaratkan yaitu 14,5 Mpa. Sedangkan kuat tekan beton tanpa pengovenan memenuhi kuat tekan beton yang disyaratkan, yaitu dengan nilai kuat tekan rata-rata 15,83 Mpa. Nilai kuat tekan beton yang diperoleh dengan pengovenan menunjukkan hasil kuat tekan lebih rendah dibandingkan dengan hasil kuat tekan beton tanpa pengovenan.

Kata Kunci : Beton, Kuat Tekan, Pengovenan.

Abstract

Until now, research on the effect of temperature on concrete has been a hot topic. It is also possible that high temperature can shorten the drying time due to faster evaporation of water. From this, the purpose of this study is to determine the effect of baking to accelerate the drying process in concrete. Concrete specimens in the form of 15 cm x 15 cm x 15 cm cubes amounted to 20 samples. Curing was carried out at a temperature of 110°C with a duration of 7 days. This research was carried out into 2 stages, the first stage is the manufacture of test objects and the second stage is testing the test objects. The compressive strength of concrete with curing obtained an average compressive strength of 12.24 Mpa, the compressive strength value does not meet the required concrete compressive strength of 14.5 Mpa. While the compressive strength of concrete without curing meets the required concrete compressive strength, namely with an average compressive strength value of 15.83 Mpa. The compressive strength value of concrete obtained by curing shows lower compressive strength results compared to the compressive strength results of concrete without curing.

Keywords: Concrete, compressive strength, curing.

1. Pendahuluan

Di jaman modern saat ini pembangunan sangat cepat berkembang, hal tersebut dapat dilihat dari pembangunan yang begitu pesat. Bersama dengan peningkatan skala perkembangan pada dunia konstruksi memperlihatkan semakin banyak beton yang dibutuhkan secara praktis dan efektif di masa mendatang.

Hingga saat ini, penelitian yang membahas mengenai pengaruh suhu tinggi terhadap beton masih merupakan topik yang hangat untuk diteliti. Panas yang dihasilkan dari tingginya suhu yang digunakan juga memungkinkan dapat mempersingkat waktu pengeringan karena penguapan air pada beton yang lebih cepat.

Dari hal tersebut diatas, maka penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh temperatur tinggi terhadap kuat tekan beton, dimana temperatur

merupakan salah satu faktor untuk mempercepat pengeringan pada beton sehingga diharapkan beton dapat dipersingkat proses hidrasinya, dan dapat segera digunakan.

2. Tinjauan Pustaka

2.1. Pengertian Beton

Beton terbuat dari kombinasi campuran antara semen, agregat dan air. Semuanya dicampurkan hingga adukan dalam keadaan plastis. Sifat ini membuat beton dapat dengan mudah dicetak dan dibentuk sesuai dengan yang diinginkan.

2.2. Agregat

Agregat merupakan butiran yang bentuknya mendekati bulat. Butiran-butiran tersebut berukuran kisaran antara 0,063mm - 150mm. Menurut asalnya, agregat alami berasal dari sungai dan agregat buatan berasal dari batu pecah.

2.2.1. Agregat Halus

Agregat halus yaitu berupa pasir alam. Ukuran agregat halus berkisar antara 0,063mm - 4,76mm, meliputi pasir kasar dan halus. Pada beton yang bersifat tahan radiasi, menggunakan serbuk baja halus ataupun serbuk besi pecah sebagai agregat halus.

2.2.2. Agregat Kasar

Agregat kasar yang biasa disebut batu kerikil, merupakan batuan alami ataupun berupa batu pecah berasal dari industri pemecah batu. Ukuran butiran berkisar 4,76mm - 150mm.

2.3. Semen Portland

Semen *Portland* merupakan jenis semen yang paling umum digunakan pada pembangunan sebagai bahan pembuatan beton. Terdapat bermacam jenis semen portland, yang paling umum yaitu semen portland biasa (OPC), dengan warna abu-abu. Tetapi, terdapat juga semen portland yang berwarna putih.

2.4. Air

Air dapat menentukan mutu dalam campuran beton. Penggunaan air bertujuan agar dapat mempercepat proses terjadinya hidrasi.

2.5. Oven Laboratorium

Oven laboratorium berperan sangat penting dalam menunjang jalannya penelitian. Fungsi oven laboratorium adalah sebagai alat untuk melakukan proses pemanasan, sterilisasi dan juga untuk mengeringkan suatu alat, gelas dan lainnya. Pada penelitian ini, oven laboratorium berfungsi untuk alat pengovenan beton sebelum dilakukan pengujian kuat tekan pada beton.

2.6. Kuat Tekan Beton Karakteristik

Beton merupakan bahan konstruksi yang memiliki sifat kuat tekan yang khas, cenderung variatif (beragam). Nilai tersebut menyebar pada suatu nilai rata-rata tertentu. Akan kecil atau besarnya hasil pemeriksaan dari penyebaran, tergantung pada tingkat kesempurnaan dari proses pembuatannya. Faktor yang berpengaruh pada tingkat kesempurnaan dan pembuatannya tersebut meliputi variasi mutu bahan, pengadukan, pemadatan ataupun faktor lain.

3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Umum

Pada penelitian ini menggunakan metode eksperimental. Penelitian ini dilaksanakan dengan benda uji beton berbentuk kubus berukuran 15 cm x 15 cm x 15 cm berjumlah 20 buah sampel, yaitu 10 buah sampel untuk benda uji dengan pengovenan dan 10 buah sampel untuk benda uji tanpa pengovenan. Pengovenan dilakukan pada suhu 110°C dengan lama pengovenan selama 7 hari, kemudian asing-masing sampel akan diuji kekuatan tekannya.

3.2. Alat dan Bahan

3.2.1. Alat

Jenis-jenis alat yang digunakan yaitu :

1. Cetakan Kubus Beton
Cetakan kubus digunakan sebagai alat pencetakan beton dalam keadaan segar setelah diaduk hingga dalam keadaan plastis. Cetakan ini berukuran 15cm x 15cm x 15cm.
2. Kerucut Abrams
Kerucut abrams digunakan sebagai alat pengujian nilai slump saat kondisi adukan dalam keadaan masih segar.
3. Timbangan
Timbangan digunakan untuk mengukur berat beton sebelum beton diuji kuat tekannya.
4. Oven Laboratorium
Oven laboratorium digunakan untuk mengeringkan dan mempertahankan temperatur yang merata pada benda uji.
5. Mesin Uji Tekan Beton
Mesin uji tekan beton digunakan sebagai alat pengujian kuat tekan beton.

3.2.2. Bahan

Bahan-bahan yang digunakan adalah sebagai berikut :

1. Agregat Halus
Pasir berasal dari Sungai Bengawan Solo di kota Cepu.
2. Agregat Kasar
Batu koral berasal dari Pamotan, kabupaten Rembang.
3. Semen Portland
Merk semen yang digunakan adalah Semen Gresik kemasan 40kg kondisi baik.
4. Air
Menggunakan air bersih yang berasal dari Laboratorium Teknik Sipil STTR Cepu.

3.3. Tahapan Penelitian

Pelaksanaan penelitian ini dibagi dalam 7 tahapan :

Tahap I : Mempersiapkan alat dan bahan pembuatan beton, yaitu memeriksa ketersediaan alat-alat dan mempersiapkan bahan-bahan pembuatan beton.

Tahap II : Pembuatan adukan beton dilanjutkan pengujian nilai slump.

Tahap III : Pencetakan adukan beton kubus berukuran 15cm x 15cm x 15cm.

Tahap IV : Pengovenan beton selama 7 hari pada suhu 110°C

Tahap V : Melakukan uji kekuatan tekan beton yang dilakukan setelah beton berumur 7 hari.

Tahap VI : Analisis hasil yang didapat dari uji kuat tekan beton yang telah dilakukan.

Tahap VII : Mengambil kesimpulan dan saran.

3.4. Pencampuran Beton

Tabel 1. Campuran Beton K.175

Semen(kg)	Ag Halus(kg)	Ag Kasar(kg)	Air(liter)
326	760	1029	215

Sumber : SNI DT – 91 = 0008 - 2007

Dari tabel di atas, pembuatan beton mutu K.175 dibutuhkan :

Semen = 326 kg

Pasir = 760 kg

Kerikil = 1029 kg

Air = 215 liter

Koposisi campuran beton dilakukan dengan perbandingan 1 : 2 : 3. Jadi, untuk mendapatkan perbandingan campuran tersebut, dapat dikonversikan :

$326 : 760 : 1029 = (326/326) : (760/326) : (1029/326) = 1 : 2,33 : 3,15$

Kebutuhan air = $215/326 = 0,66$ Kg

Tetapi, hasil perbandingan di atas belum dapat langsung digunakan. Dikarenakan perbandingan 1 : 2 : 3 yang akan di gunakan bukanlah perbandingan berat, melainkan perbandingan volume. Untuk mendapatkannya dalam satuan ember, dibutuhkan kerapatan/berat jenis material tersebut. Keakuratan nilai material biasanya didapatkan dari pengujian di laboratorium, tetapi dapat di ambil nilai berikut yang dapat mewakili :

Semen = 1250 kg/m^3

Pasir = 1400 kg/m^3

Kerikil = 1350 kg/m^3

Air = 1000 kg/m^3

Maka, $(326/1250) : (760/1400) : (1029/1350) = 0,261 : 0,543 : 0,762$

Di sederhanakan, $(0,261/0,261) : (0,543/0,261) : (0,762/0,261) = 1 : 2,08 : 2,9$

Sehingga dapat dibulatkan menjadi 1 : 2 : 3

Kebutuhan air = $(215/1000)/0,261 = 0,82 \sim 0,8$

Jadi, untuk membuat beton K.175 dalam penelitian ini adalah dengan perbandingan 1 semen, 2 pasir, 3 kerikil, dan air sebanyak 0,8 (dengan ukuran dimensi volume yang sama).

3.5. Pengujian Pada Beton Segar Dengan Slump Test

Uji slump merupakan pengujian pada beton segar sebelum dilakukan pengecoran, yang berkaitan dengan keenceran maupun kekentalan adukan beton. Agar tercapai mutu beton yang diinginkan dan menghasilkan beton yang baik. Uji slump dilakukan terhadap adukan beton dalam keadaan segar, dengan pengambilan sampel yang sudah cukup mewakili.

Pengujian nilai slump dilakukan sebagai berikut :

1. Menggunakan kerucut abrams yang dibasahi terlebih dahulu, diletakkan pada tempat yang datar, tidak menyerap air, dan kaku.
2. Adukan beton dimasukkan 3 lapis kedalam kerucut, setiap lapisnya diisi sepertiga dari volume kerucut.
3. Padatkan lapisan dengan 25 tusukan menggunakan batang pemadat secara merata.

4. Kemudian adukan beton diratakan sama dengan permukaan corong.
5. Lalu cetakan di angkat secara vertikal kemudian mengukur penurunan permukaan atas adukan beton tersebut dengan penggaris.
6. Hasil nilai slump didapat dari pengukuran tersebut.

3.6. Pembuatan dan Pengovenan Benda Uji

Langkah – langkah pembuatan dan pengovenan beton dapat dijelaskan sebagai berikut :

1. Proses pembuatan benda uji diawali dengan mempersiapkan bahan adukan beton terlebih dahulu yaitu semen, pasir, kerikil, dan air.
2. Bahan dimasukkan ke dalam kotak adukan dan diaduk sampai merata dalam keadaan kering dengan menggunakan cetok.
3. Tambahkan air sedikit demi sedikit, kemudian diaduk hingga menghasilkan campuran yang benar – benar homogen. Kemudian dilakukan uji slump.
4. Setelah pengujian nilai slump, adukan beton di masukkan ke dalam cetakan kubus yang telah di olesi oli agar mempermudah pelepasan benda uji beton setelah mengeras.
5. Benda uji dibiarkan mengeras di dalam cetakan selama 24 jam (1 hari) kemudian di lepaskan dari cetakan.
6. Kemudian 10 benda uji yang telah dilepas dari cetakan di masukkan ke dalam mesin oven dan dikeringkan pada suhu 110°C selama 7 hari. Dan 10 benda uji lainnya di biarkan mengeras tanpa di lakukan pengovenan.

3.7. Pengujian Terhadap Kuat Tekan

Uji kekuatan tekan beton dilakukan saat beton sudah mencapai umur 7 hari, baik yang di oven maupun tidak di oven. Sebelum melakukan uji kuat tekan, semua benda uji ditimbang terlebih dahulu dan setiap benda uji diberi tanda.

Pengujian di lakukan dengan cara benda uji kubus di pasang pada mesin uji tekan, kemudian mesin uji tekan di hidupkan. Pada saat penekanan sudah maksimal, salah satu jarum akan menunjukkan angka beban maksimum yang bisa ditahan oleh beton. Lalu di hitung kuat tekannya dengan rumus yang telah di tentukan.

4. Hasil Dan Pembahasan

Sebelum melaksanakan kegiatan pembuatan campuran beton, pembuatan beton, dan pengujian beton, perlu mempersiapkan alat dan bahan penelitian yang meliputi pemeriksaan ketersediaan alat dan menyediakan bahan yang digunakan untuk pembuatan beton.

4.1. Perencanaan Campuran Beton

Tujuan perencanaan campuran beton yaitu guna mengetahui proporsi campuran yang tepat. Perencanaan campuran beton normal berguna sebagai acuan perencanaan proporsi campuran beton guna mendapatkan hasil mutu beton sesuai dengan yang rencanakan.

Syarat-syarat dalam merencanakan campuran beton adalah sebagai berikut:

1. Perhitungannya harus berdasarkan pada data sifat bahan-bahan yang akan digunakan dalam pembuatan beton.
2. Perencanaan perlu dibuktikan terlebih dahulu dengan campuran coba, guna memastikan bahwa proporsi campuran yang dibuat telah memenuhi syarat nilai kuat tekan beton yang ditentukan.

Adapun pada penelitian ini dilaksanakan dengan metode rasio volume 1 : 2 : 3 (berdasarkan SNI 03-2834-2000). Dengan komposisi volume yang sama dalam setiap satu kali pencampuran, yaitu 1 semen : 2 pasir : 3 kerikil, dan air 0,8.

4.2. Nilai Slump

Hasil pemeriksaan nilai slump yang diperoleh adalah :

Tabel 2. Hasil Pengujian *Slump* Beton

No.	Tanggal	Slump (cm)	No.	Tanggal	Slump (cm)
1	22-6-2023	9	11	26-6-2023	11
2	22-6-2023	9	12	26-6-2023	11
3	22-6-2023	9	13	26-6-2023	11
4	22-6-2023	9	14	26-6-2023	11
5	22-6-2023	9	15	3-7-2023	10
6	22-6-2023	9	16	3-7-2023	10
7	23-6-2023	10	17	3-7-2023	10
8	23-6-2023	10	18	3-7-2023	10
9	23-6-2023	10	19	10-7-2023	9
10	23-6-2023	10	20	10-7-2023	9

Berdasarkan tabel pengujian nilai slump diatas, dapat dilihat bahwa nilai slump campuran beton pada penelitian ini berkisar 9cm sampai dengan 11cm.

4.3. Uji Kuat Tekan Beton

Uji kuat tekan beton dilakukan setelah benda uji beton berumur 7 hari, baik benda uji beton dengan pengovenan pada suhu 110°C maupun benda uji beton tanpa pengovenan. Hasil pengujian kuat tekan beton dapat dilihat pada tabel.

4.3.1. Uji Kuat Tekan Beton Dengan Pengovenan

Tabel 3. Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton

Kode Uji	Tanggal Cor	Tanggal Uji	Berat (kg)	Luas (cm ²)	Beban Max (kg)	Konversi	Kuat Tekan 7 hari (kg/cm ²)	Kuat Tekan 28 hari (kg/cm ²)	Kuat Tekan (Mpa)
1	22-6-2023	30-6-2023	7,15	225	21000	0,65	93,33	143,58	11,91
2	22-6-2023	30-6-2023	7,18	225	20000	0,65	88,89	136,75	11,35
3	22-6-2023	30-6-2023	7,16	225	21000	0,65	93,33	143,58	11,91
4	22-6-2023	30-6-2023	7,15	225	21000	0,65	93,33	143,58	11,91

15	3-7-2023	11-7-2023	6,97	225	22000	0,65	97,78	150,43	12,48
16	3-7-2023	11-7-2023	6,83	225	22000	0,65	97,78	150,43	12,48
17	3-7-2023	11-7-2023	6,94	225	23000	0,65	102,22	157,26	13
18	3-7-2023	11-7-2023	6,95	225	23000	0,65	102,22	157,26	13
19	10-7-2023	18-7-2023	7,1	225	21000	0,65	93,33	143,58	11,91
20	10-7-2023	18-7-2023	7,12	225	22000	0,65	97,78	150,43	12,48

4.3.2. Uji Kuat Tekan Beton Tanpa Pengovenan

Tabel 4. Hasil Kuat Tekan Beton Tanpa Pengovenan

Kode	Tanggal	Tanggal	Berat	Luas	Beban	Konversi	Kuat Tekan	Kuat Tekan	Kuat Tekan
Uji	Cor	Uji	(kg)	(cm ²)	Max		7 hari	28 hari	(Mpa)
					(kg)		(kg/cm ²)	(kg/cm ²)	
5	22-6-2023	30-6-2023	7,38	225	27000	0,65	120	184,61	15,32
6	22-6-2023	30-6-2023	7,5	225	28000	0,65	124,44	191,45	15,89
7	23-6-2023	1-7-2023	7,5	225	28000	0,65	124,44	191,45	15,89
8	23-6-2023	1-7-2023	7,52	225	29000	0,65	128,88	198,28	16,45
9	23-6-2023	1-7-2023	7,6	225	29000	0,65	128,88	198,28	16,45
10	23-6-2023	1-7-2023	7,4	225	28000	0,65	124,44	191,45	15,89
11	26-6-2023	4-7-2023	7,57	225	28000	0,65	124,44	191,45	15,89
12	26-6-2023	4-7-2023	7,4	225	27000	0,65	120	184,61	15,32
13	26-6-2023	4-7-2023	7,45	225	27000	0,65	120	184,61	15,32
14	26-6-2023	4-7-2023	7,55	225	28000	0,65	124,44	191,45	15,89

Dari hasil diatas, didapatkan hasil bahwa nilai kuat tekan beton dengan pengovenan dan tanpa pengovenan memiliki nilai kuat tekan beton yang berbeda. dapat diketahui bahwa pengeringan dengan cara pengovenan pada beton sangat berpengaruh pada kekuatan beton. Terlihat perbedaan signifikan antara beton yang di oven dengan beton tanpa di oven. Dimana perbedaan tersebut dapat dilihat dari hasil uji kuat tekan antara beton tersebut.

Beton yang dikeringkan dengan pengovenan memiliki nilai kuat tekan dengan hasil lebih rendah dibandingkan dengan beton yang dikeringkan tanpa pengovenan. Namun, beton dengan pengovenannya sangat berpengaruh pada proses pengeringannya, dimana hal ini disebabkan oleh suhu tinggi pada beton yang dapat mempercepat laju proses hidrasi pada beton.

Kuat tekan beton dengan pengovenan memperoleh hasil kuat tekan rata-rata 12,24 Mpa, nilai kuat tekan tersebut tidak memenuhi kuat tekan beton yang disyaratkan yaitu 14,5 Mpa. Sedangkan kuat tekan beton tanpa pengovenan memenuhi kuat tekan beton yang disyaratkan, yaitu dengan nilai kuat tekan rata-rata 15,83 Mpa.

5. Kesimpulan Dan Saran

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian dan analisis data yang telah dilakukan, maka diambil kesimpulan :

1. Nilai kuat tekan beton yang diperoleh dengan pengovenan pada suhu 110°C berumur 7 hari menunjukkan hasil kuat tekan rata-rata 12,24 Mpa. Nilai tersebut lebih rendah dibandingkan hasil kuat tekan beton tanpa pengovenan dengan kuat tekan rata-rata 15,83 Mpa.
2. Hasil kuat tekan beton dengan pengovenan pada umur 7 hari tidak memenuhi kuat tekan beton yang disyaratkan yaitu 14,5 Mpa. Akan tetapi beton dengan pengovenan sangat berpengaruh pada proses pengeringan yang lebih cepat. Dimana hal ini disebabkan oleh suhu tinggi pada beton yang dapat mempercepat laju proses hidrasi pada beton.
3. Hasil kuat tekan beton tanpa pengovenan memenuhi kuat tekan beton yang disyaratkan yaitu 14,5 Mpa.

5.2. Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, diberikan saran berikut untuk penelitian selanjutnya :

1. Perlu dilakukan penelitian hubungan antara suhu optimal serta lamanya pengovenan pada beton tidak menyebabkan menurunnya kekuatan beton.
2. Mengacu pada hasil penelitian dan kesimpulan diatas, untuk mengatasi benda uji beton agar tidak terlalu cepat hidrasi sehingga dapat merusak kekuatan beton,

maka kiranya perlu dilakukan penelitian serupa dengan suhu pengovenan yang lebih rendah (misalnya 50°C).

7. Daftar Pustaka

- Ahmad, I.A. 2009. Analisis Pengaruh Temperatur terhadap Kuat Tekan Beton. *Jurnal Teoretis dan Terapan Bidang Rekayasa Sipil*. Vol.16 (2): 63-70.
- Cornelis, R., Hunggurami, E., Tokang, N.Y., 2014. Kajian Kuat Tekan Beton Pasca Bakar Dengan dan Tanpa Perendaman Berdasarkan Variasi Mutu Beton. *Jurnal Teknik Sipil*. Vol.3 (2): 161-172.
- Ghafur, A. 2009. Pengaruh Penggunaan Abu Ampas Tebu terhadap Kuat Tekan dan Pola Retak Beton. Tugas Akhir. Universitas Sumatera Utara Medan.
- <https://www.ilmubeton.com/2018/03/membuat-beton-k-175-dengan-mudah.html>. Diakses tanggal 28 Maret 2023.
- Lalo, E.A., Pandaleke, R.E., Sumajow, D.M.J., 2021. Pengaruh Curing Oven Terhadap Kuat Tekan Beton Menggunakan Agregat Lokal Dengan Abu Sekam Padi Sebagai Substitusi Parsial Semen. *Program Studi Teknik Sipil, Universitas Sam Ratulangi*. Vol.19 (79): 22 -237.
- Mulyono, T. 2005. *Teknologi Beton*; Edisi 3; Andi Offist. Yogyakarta.
- Neville, A.M., Brooks, J.J., 1987. *Concrete Technology. Magazine of Concrete Research*. Vol.39 (140): 176-177.
- Rakhman, A.K. 2018. Analisis Pengaruh Temperatur Terhadap Karakteristik Beton yang Menggunakan Water Reducer dan Retarder. Skripsi. Universitas Islam Indonesia Yogyakarta.
- Sardjoe, D., Godinho, M.F., 2018. Pengaruh Kenaikan Temperatur Terhadap Kualitas Beton. *Program Studi Teknik Sipil, Sekolah Tinggi Teknologi Mandala*. Vol.13 (1): 53-60.
- SNI. 03-2834-2000. Tentang “Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal”
- SNI DT – 91 = 0008 – 2007. Tentang “Tata Cara Perhitungan Harga Satuan Pekerjaan Beton”
- Tjokrodimulyo, K.; 2000; *Pengujian Mekanik Laboratorium Beton Pasca Bakar*; Nafiri. Yogyakarta.
- Tjokrodimulyo, K.; 2007; *Beton dan Batu Buatan Untuk Bangunan*; KMTS FT UGM. Yogyakarta.