

**ANALISA PERBANDINGAN KUAT TEKAN BETON DENGAN BERBAGAI CARA PERAWATAN (DISIRAM, DIRENDAM, DITUTUP GONI DAN TIDAK DIRAWAT)
MUTU $F'c = 45 \text{ MPa}$
(*StudyLaboratorium*)**

Oleh:

Yuni Monalisa Simanjuntak
Universitas Darma Agung, Medan

E-mail:

yunimonalisasimanjuntak@gmail.com

ABSTRACT

Concrete is a building material that is widely used in the implementation of construction projects at this time. This is inseparable from the advantages it has, namely the ease of obtaining raw materials, ease of workmanship and durability. Concrete that is widely used in construction projects is normal concrete with a strength of up to 500Kg/cm². In principle, to get concrete of good quality, it is strongly influenced by the quality of the constituent materials, namely fine aggregate, coarse aggregate, cement and water and the way it is worked or mixed. Concrete treatment methods must be considered to get good quality concrete. In this study, it will be investigated how the treatment of concrete against the compressive strength of $F'c$ 45MPa concrete by means of manual stirring and also its maintenance. From this test, it was obtained that the compressive strength of concrete aged 28 days with $F'c = 45 \text{ Mpa}$, with various treatments: 33,922 watered, 39,975 soaked, 36,677 burlap covered, 19,583 untreated. For soaked, higher yields are obtained than, watered, covered with burlap.

Key words : Treatment Is Flushed, Soaked, Covered With Burlap, Not Treated, Compressive Strength Of Concrete

ABSTRAK

Beton merupakan material bahan bangunan yang banyak dipergunakan dalam pelaksanaan proyek konstruksi pada saat ini. Hal tersebut tidak terlepas dari keunggulan yang dimilikinya yaitu kemudahan dalam memperoleh bahan baku, kemudahan pengerjaan dan keawetannya. Beton yang banyak dipergunakan dalam proyek konstruksi adalah jenis beton normal dengan kekuatan mencapai 500Kg/cm². Pada prinsipnya untuk mendapatkan beton dengan kualitas yang baik sangat dipengaruhi oleh kualitas dari bahan-bahan penyusunnya yaitu agregat halus, agregat kasar, semen dan air serta cara pengerjaan atau pengadukannya Cara perawatan beton harus diperhatikan untuk mendapatkan kualitas beton yang baik. Dalam penelitian ini akan diteliti bagaimana perawatan beton terhadap kuat tekan beton $F'c$ 45MPa dengan cara pengadukan Manual dan juga perawatannya. Dari pengujian ini didapat hasil kuat tekan beton umur 28 hari dengan dengan $F'c = 45 \text{ Mpa}$, dengan berbagai perawatan : disiram 33,922, direndam 39,975, ditutup goni 36,677, tidak dirawat 19,583. Untuk yang direndam didapat hasil yang lebih tinggi dari pada, disiram, ditutup goni.

Kata Kunci : Perawatan disiram, direndam, ditutup Goni, Tidak Dirawat, Kuat Tekan Beton.

1. PENDAHULUAN

Beton yang digunakan sebagai struktur dalam konstruksi teknik sipil, dapat dimanfaatkan untuk banyak hal. Perkembangan teknologi beton saat ini telah mengalami kemajuan pesat dengan adanya alat yang membantu pekerjaan pengadukan beton yang dapat mempermudah dan mempercepat. Dalam teknik sipil, beton digunakan untuk bangunan air seperti bendung, bendungan, saluran dan drainase perkotaan. Beton juga digunakan dalam teknik sipil transportasi untuk pekerjaan *rigid pavement* (lapisan keras permukaan yang kaku), saluran samping, gorong-gorong, dan lainnya. Jadi, beton hampir digunakan dalam semua aspek ilmu teknik sipil. Artinya, semua struktur dalam teknik sipil akan menggunakan beton, minimal dalam pekerjaan pondasi. Beton adalah sebuah bahan bangunan komposit yang terbuat dari kombinasi agregat dan pengikat semen.

Bentuk paling umum dari beton adalah beton semen Portland, yang terdiri dari agregat mineral (biasanya kerikil dan pasir), semen dan air. Beton mempunyai kekurangan dan kelebihan pada struktur. Beberapa kelebihan beton antara lain: dapat dengan mudah dibentuk sesuai dengan kebutuhan konstruksi, mampu memikul beban yang berat, tahan terhadap temperatur yang tinggi, biaya pemeliharaan yang kecil. Beberapa kekurangan beton antara lain, beton mempunyai kuat tarik yang rendah, sehingga mudah retak. Oleh karena itu perlu diberi baja tulangan, atau tulangan kasa, Beton segar mengerut saat pengeringan dan beton keras mengembang jika basah sehingga dilatasi (contraction joint) perlu diadakan pada beton yang panjang/lebar untuk memberi tempat bagi susut pengerasan dan pengembangan beton, Beton keras mengembang dan menyusut bila terjadi perubahan suhu sehingga perlu dibuat dilatasi (expansion joint) untuk mencegah terjadinya retak-retak akibat perubahan suhu, Beton sulit

untuk kedap air secara sempurna, sehingga selalu dapat dimasuki air, dan air yang membawa kandungan garam dapat merusakkan beton, dan Beton bersifat getas (tidak daktail) sehingga harus dihitung dan didetail secara seksama agar setelah dikombinasikan dengan baja tulangan menjadi bersifat daktail, terutama pada struktur tahan gempa.

Beberapa kelebihan beton antara lain, harganya relatif murah karena menggunakan bahan-bahan dasar dari bahan lokal, kecuali semen Portland, Beton termasuk tahan arus dan tahan kebakaran, sehingga biaya perawatan termasuk rendah. Perawatan beton (curing) adalah suatu proses untuk menjaga tingkat kelembaban dan temperatur ideal untuk mencegah hidrasi yang berlebihan serta menjaga agar hidrasi terjadi secara berkelanjutan. Curing secara umum dipahami sebagai perawatan beton, yang bertujuan untuk menjaga supaya beton tidak terlalu cepat kehilangan air, atau sebagai tindakan menjaga kelembaban dan suhu beton, segera setelah proses finishing beton selesai dan waktu total setting tercapai. Tujuan curing/ perawatan beton adalah memastikan reaksi hidrasi senyawa semen termasuk bahan tambahan atau pengganti supaya dapat berlangsung secara optimal sehingga mutu beton yang diharapkan dapat tercapai, dan menjaga supaya tidak terjadi susut yang berlebihan pada beton akibat hilang kelembaban yang terlalu cepat atau tidak seragam, sehingga dapat menyebabkan retak.

Curing dapat dilakukan dengan berbagai macam cara antara lain, menyemprotkan dengan lapisan khusus (semacam vaseline) pada permukaan beton, membasahi secara terus menerus permukaan dengan air. Pada penelitian ini saya akan melakukan perawatan beton (curing) dengan berbagai macam, antara lain, direndam, disiram, ditutup dengan goni, tidak dirawat.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Beton

Beton adalah suatu material yang terdiri dari campuran semen, air, agregat (kasar dan halus) dan dengan atau bahan tambah (*admixture*) apabila diperlukan. Semen dan air membentuk pasta semen yang berfungsi sebagai pengikat, agregat kasar dan halus berfungsi sebagai bahan pengisi dan penguat. Variasi ukuran agregat dalam suatu campuran harus mempunyai gradasi yang baik sesuai dengan standar analisa saringan dari ASTM (*America Society of Testing Materials*). Bahan-bahan yang dipilih yang sesuai dengan kebutuhan yang direncanakan. Pemilihan bahan ini sendiri akan mempengaruhi konstruksi dari segi kemudahan pengerjaan (*workability*), karena dari segi kemudahan pengerjaan ini sendiri banyak terdapat variasi yang memenuhi yaitu dari segi kualitas, harga dan mutu beton itu sendiri.

2.2 Sejarah Perkembangan Beton

Hingga saat ini bahan bangunan yang paling banyak diminati adalah beton. Hal ini disebabkan antara lain oleh kemudahan untuk dibuat menjadi berbagai bentuk, relatif tidak memerlukan tenaga yang sangat ahli dalam pembangunan, relatif tidak memerlukan perawatan pasca pembangunan yang berarti, dan dari segi ekonomis bahan beton yang paling murah bila dibandingkan konstruksi baja atau kayu, lebih tahan terhadap bahaya kebakaran, serta relatif kaku.

Disamping itu mempunyai beberapa kekurangan seperti kekuatan fisik Tarik yang rendah, memerlukan bekisting dan penumpu saat konstruksi, perbandingan kekuatan terhadap berat yang relatif lebih rendah dan stabilitas volumenya relatif rendah.

Pemakaian beton telah dimulai sejak Romawi. Namun baru pada awal abad 19 bahan beton banyak mengalami perkembangan.

1. Tahun 1801, F. Coignet menemukan bahan beton mempunyai kekuatan Tarik yang rendah.

2. Tahun 1824, Aspidin penemu Portland Semen.
3. Tahun 1850, J.L. Lamhot berhasil membuat perahu kecil dari bahan semen.
4. Tahun 1876, J. Monier, petani Perancis, mempatenkan rangka baja sebagai tulangan untuk gentong beton yang ia buat.
5. Tahun 1888, Kolnen, untuk pertama kali memperkenalkan teori dan perencanaan struktur beton.
6. Tahun 1906, C.A.P. Tuner memperkenalkan pelat rata tanpa balok.
7. Tahun 1938, teori kekuatan batas (*unlimite strength*) di USSR.
8. Tahun 1956, teori kekuatan batas di USA dan Inggris.

2.3 Material Penyusun Beton

Berikut ini adalah material-material yang merupakan komposisi campuran beton :

2.3.1 Semen Portland (PC)

Semen merupakan bubuk halus yang diperoleh dari menggiling *klinker* yang didapat dari pembakaran suatu campuran yang baik dan merata antara kapur dan bahan-bahan yang mengandung *silika*, *aluminia*, dan *oxid* (besi), dengan batu gips sebagai bahan tambah dalam jumlah yang cukup. Bubuk halus ini bila dicampur dengan air, selang beberapa waktu dapat menjadi keras dan digunakan sebagai bahan ikat hidrolis. (*Kardiyono Tjokrodimulyo, 1989*).

Fungsi semen adalah mengikat butir-butir agregat hingga membentuk suatu massa padat dan mengisi rongga-rongga udara diantara butir-butir agregat. Walaupun sebagai bahan pengikat maka peranan semen sangat penting. Semen yang digunakan untuk pekerjaan beton harus disesuaikan dengan rencana kekuatan dan spesifikasi teknik yang diberikan.

Sifat-sifat kimia dari bahan pembentuk ini mempengaruhi kualitas semen yang dihasilkan, sebagaimana hasil susunan kimia yang terjadi diperoleh senyawa dari

semen Portland. Sedangkan untuk susunan oksida semen Portland (Paul Nugraha &

Antoni, 2007) sebagai berikut:

Tabel 2.1 Susunan oksida semen Portland secara umum

Oksida	Notasi Pendek	Nama Umum	%Berat
(CaO)	C	Kapur	63
(SiO ₂)	S	Silika	22
(Al ₂ O ₃)	A	Alumunia	6
(Fe ₂ O ₃)	F	Besi	2.5
(MgO)	M	Magnesia	2.6
(SO ₂)	S	Sulfur dioksida	2
(K ₂ O)	K	Alkalis	0.6
(Na ₂ O)	N	Disodium Oksida	0.3
(CO ₂)	C	Karbondioksida	-
(H ₂ O)	H	Water	-

Sumber : (Paul Nugraha & Antoni, 2007)

3. METODE PENELITIAN

3.1 Diagram Alir

Pada penelitian ini dilakukan bebrapa tahapan metode penelitian dari mulai persiapan sampai dengan pengambilan kesimpulan dan saran. Metode penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah metode eksperimen. Metode eksperimen pada penelitian ini dilakukan dengan cara membuat benda uji dengan tempat cara perawatan yang berbeda dengan kuat tekan beton rencana $F'c=45$ Mpa. Keempat jenis benda uji tersebut akan diuji dengan pengujian kuat tekan beton sehingga didapat perbandingan kuat tekan beton dari keempat jenis benda uji

beton. Adapun tahapan penelitian adalah sebagai berikut :

3.2 Bahan Baku dan Peralatan

3.2.1 Bahan Baku

Bahan baku yang digunakan untuk sampel beton pada penelitian ini adalah

1. Semen
Semen berfungsi sebagai bahan pengisi dan pengikat pada campuran beton. Pada penelitian ini semen yang akan digunakan adalah semen Andalas kemasan @40kg
2. Agregat kasar

Agregat kasar atau batu pecah yang digunakan pada penelitian ini yaitu agregat kasar alami dengan ukuran kurang lebih 1-40 cm.

3. Agregat halus
Agregat pasir yang digunakan adalah pasir alami dan sebelum melakukan pembuatan beton dilakukan penyaringan untuk menentukan zona pasir dan kandungan lumpurnya.
4. Air
Air yang digunakan berasal dari Laboratorium Bahan dan Konstruksi Program Studi Teknik Sipil Universitas Darma Agung. Secara visual air tampak jernih, tidak berwarna dan tidak berabu.

3.2.2 Peralatan

Peralatan yang digunakan dalam proses pembuatan beton adalah :

1. Timbangan Digital
2. Tongkat Pematik
3. Sikat
4. Kerucut Abrams
5. Ayakan
6. Wadah Pencampur Beton
7. Cetakan Silinder
8. Sekop
9. Compression Machine

3.3 Benda Uji

Benda uji design secara teoritis yang mencakup pada Standard Nasional Indonesia (SNI 03-2834-2000) tentang cara pembuatan beton normal. Mutu beton diisyaratkan untuk benda uji silinder adalah $f'c = 45$ Mpa. Benda uji berbentuk silinder θ 15 cm dan tinggi 30cm.

Pada pengujian ini, benda uji dibuat dari tiga komposisi:

- a. Menggunakan Batu Pecah (Split).
- b. Menggunakan Semen Andalas.
- c. Menggunakan Pasir. 30 cm

3.4 Pemeriksaan Bahan-bahan Penyusunan Beton

Pemeriksaan bahan-bahan yang digunakan pada campuran beton yang meliputi agregat kasar, agregat halus dilakukan untuk mengetahui kondisi dan sifat-sifat bahan yang digunakan. Dengan adanya pengujian bahan-bahan dilaboratorium maka perencanaan campuran (*mix design concrete*) diharapkan lebih akurat sehingga proporsi campuran yang direncanakan dapat digunakan dan dapat menghasilkan beton dengan mutu yang diharapkan, adapun pengujian material penyusunan beton meliputi :

1. Analisa Saringan

Penguraian susunan butiran agregat (gradasi) bertujuan untuk menilai agregat halus yang akan digunakan pada produksi beton. Untuk maksud tersebut Indonesia sering menggunakan saringan. Pada pelaksanaannya perlu ditentukan batas maksimum dan minimum butiran sehubungan pengaruh terhadap sifat pekerjaan, penyusutan, kepadatan, kekuatan dan juga factor ekonomi dari beton. Tujuan dari analisa saringan ialah untuk mendapatkan nilai modulus halus butir agregat dan gradasi perbutiran agregat.

2. Berat Isi

Berat isi adalah perbandingan berat sampel dengan volume sampel. Pemeriksaan berat isi dibagi menjadi 3 (tiga) cara, antara lain :

- a) Cara lepas
- b) Cara Penggoyangan
- c) Cara Pengrojokan

3. Kadar Air

Kadar air agregat adalah banyaknya air yang terdapat dalam agregat dalam satuan berat dibandingkan dengan berat keseluruhan agregat. Pemeriksaan kadar air bertujuan untuk mengetahui banyaknya air yang terdapat dalam pasir saat akan diaduk menjadi campuran beton. Dengan diketahuinya kandungan air.

3.5. Perancangan Pencampuran Beton (*Mix Design Concrete*)

Langkah-langkah *mix design* metode DEO menurut SK.SNI 03-2834-2000, tentang *Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal* yaitu sebagai berikut:

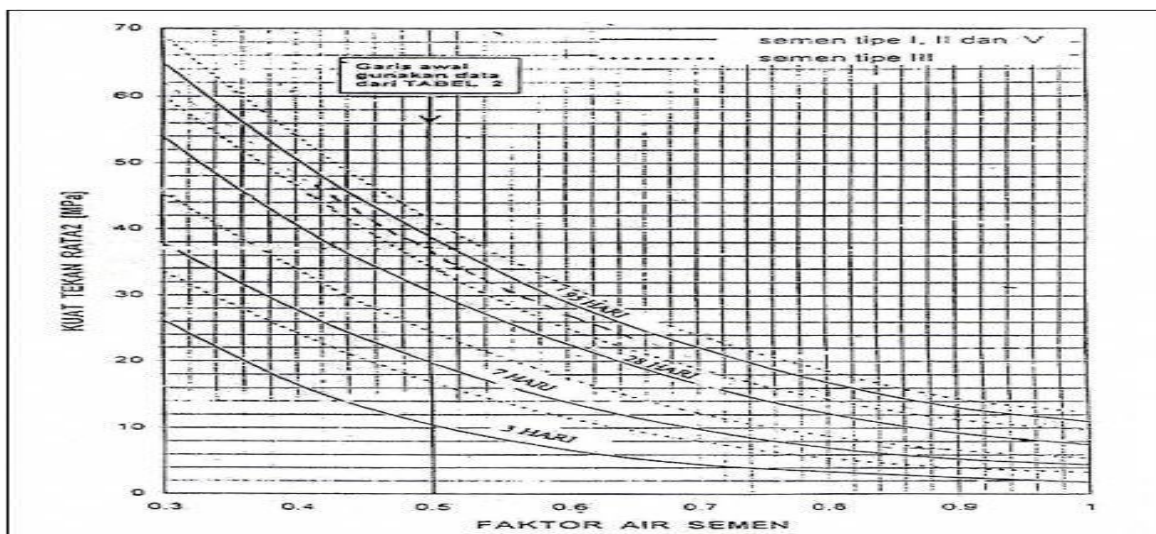
1. Penetapan kuat tekan beton yang diisyatkan (f_c)
Ditetapkan $f_c = 45$ Mpa
2. Penetapan jenis semen dan agregat
 - a. Jenis semen : Semen Type II (Semen Andalas)
 - b. Jenis Agregat Halus : Alami
 - c. Jenis Agregat Kasar : Batu Pecah
3. Penetapan nilai factor air semen
Faktor air semen ditetapkan dengan cara yang tercantum pada tabel 3.1 dan grafik 3.1

Tabel 3.1 Perkiraan Kekuatan Tekan beton Dengan Faktor Air Semen

Jenis Semen	Jenis Agregat Kasar	Kekuatan Tekan (Mpa)				Bentuk Benda Uji
		Pada Umur (hari)				
		3	7	28	91	
Semen Type I atau Semen Type II, V	Batu tak dipecahkan	17	23	33	40	Silinder
	Batu pecah	19	27	37	45	
Semen Type II, V	Batu tak dipecahkan	20	28	40	48	Kubus
	Batu pecah	23	32	45	54	
Semen Type III	Batu tak dipecahkan	21	28	38	44	Silinder
	Batu pecah	25	33	44	48	
	Batu tak dipecahkan	25	31	46	53	Kubus
	Batu pecah	30	40	53	60	

Sumber : SNI 03-2834-2000, Tabel 2 hal.7

Grafik 3.1 Hubungan Antara Kuat Tekan dan Faktor Air Semen



Sumber : SNI 03-2834-2000, Grafik 1 hal.8

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Penelitian dan Hasil Analisis Data

Beton dan benda uji (silinder) yang diuji kuat tekannya dalam penelitian ini terbuat dari material alami. Sedangkan untuk semen yang digunakan adalah semen andalas dan air yang digunakan dalam proses pembuatan hingga perawatan adalah air yang berasal dari Laboratorium Bahan Rekayasa Departemen Fakultas Teknik Sipil Universitas Darma Agung.

Agregat halus (pasir) yang digunakan hanya 1 jenis yaitu pasir Beton Normal. Keadaan pasir yang ada dalam keadaan kering. Hal ini merupakan salah satu persyaratan penggunaan pasir yang akan dipakai untuk pencampuran beton segar membuat beton normal. Dalam penggunaannya pasir ini dalam keadaan asli, tidak diayak. Pasir terdiri dari butiran-butiran kecil yang beragam. Dalam penelitian ini pasir yang digunakan tidak dicuci lagi. Setelah itu, pasir sungai langsung digunakan dalam pengujian kadar lumpur menggunakan NaOH dan pembuatan beton segar. Untuk agregat kasar (batu pecah) yang digunakan dalam penelitian ini merupakan batu pecah alami.

4.2 Analisa Dan Hasil Pengujian Pasir NaOH (SNI 03-2816—1992).

Pengujian yang dilakukan pada agregat halus adalah pengujian kadar lumpur yang menggunakan NaOH 3%. Pengujian tersebut melalui langkah-langkah sebagai berikut :

- 1) Pasir yang sudah dalam Keadaan kering (sudah dijemur), dimasukkan dalam gelas setinggi 3 cm.
- 2) Kemudian cairan NaOH 3% dimasukkan kedalam gelas ukur yang berisi pasir tersebut setinggi 2 cm di atas pasir..
- 3) Pasir dan NaOH diaduk-aduk selama ± 7 menit menggunakan kayu pengaduk / sumpit.
- 4) Setelah diaduk beri penutup pada bagian atas botol dan campuran

pasir-NaOH didiamkan selama 24 jam.

- 5) Setelah 24 jam maka akan terlihat hasil dari pengujian NaOH 3%. Hasil tersebut berupa :

- A. Cairan NaOH yang berupa warna dari bening menjadi kuning ke coklat dan coklat kehitaman. Sesuai dengan ketentuan percobaan berdasarkan warna yang dihasilkan maka kita dapat mengetahui apakah pasir tersebut layak atau tidak digunakan dalam pembuatan beton segar.
- B. Endapan yang berada antara larutan NaOH dan pasir. Endapan tersebut menunjukkan kadar lumpur yang dikandung oleh pasir yang diuji.



Gambar 4.1 Hasil Pengujian Pasir NaOH

Dari gambar diatas maka dapat disimpulkan bahwa :

Dari warna larutan NaOH yang berubah kuning muda menunjukkan bahwa pasir cukup bersih dari kadar zat organik dan dapat digunakan dalam campuran beton untuk membuat beton normal. Dari endapan yang terbentuk menunjukkan

bahwa pasir tersebut memiliki kadar lumpur yang rendah.

4.3 Hasil Pengujian Analisa Gradasi Agregat Halus

Tabel 4.1 Analisa Saringan Agregat Halus

No Ayakan (mm)	Berat Tertahan		Berat Kumulatif Tertahan (%)	Berat Kumulatif Lolos Ayakan (%)
	(gram)	%		
4	50	2.5	2.5	97.5
2	750	37.5	40	60
1	850	42.5	82.5	17.5
0.063	350	15	97.5	2.5
Pan	0	0	0	0
Jumlah	2000	100	222,5	177.5

5. SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian tentang cara perawatan beton (Disiram, Diredam, Ditutup Goni Dan Tidak Dirawat) dapat disimpulkan bahwa :

1. Dari hasil pengujian Analisa Saringan penulis mendapatkan tidak semua masuk dalam grafik Analisa Saringan Agregat Halus No. 2 yakni ayakan 0,063.
2. Dari hasil pengujian Analisa Saringan penulis mendapatkan tidak semua masuk dalam grafik Analisa Saringan Agregat Kasar No.20 mm yakni ayakan 16.
3. Hasil Pengujian Calori Meter Test untuk Agregat Halus, penulis

mendapatkan hasil berwarna kuning muda, menunjukkan bahwa Agregat Halus layak digunakan untuk campuran beton.

4. Dari hasil pengujian Kuat Tekan Beton dengan cara perawatan beton, penulis mendapatkan hasil untuk pengujian 28 hari :
 - a. Beton Disiram 33,922 MPa.
 - b. Beton Diredam 39,975 MPa.
 - c. Beton Ditutup Goni 36,677 MPa.
 - d. Beton Tidak Dirawat 19,583 MPa.
5. Dari hasil pengujian Kuat Tekan ini penulis mendapatkan hasil bahwa pengujian beton dengan cara perawatan diredam mendapatkan hasil yang lebih tinggi yakni 39,975 MPa.
6. Persentase kenaikan Kuat Tekan Beton dengan perawatan diredam terhadap a. disiram yaitu 0,17 %
b. ditutup goni yaitu 0,089 %
c. tidak dirawat yaitu 1,041 %

Saran

1. Alat-alat yang digunakan dalam penelitian bahan-bahan pencampur beton supaya lebih lengkap guna mendapatkan hasil penelitian yang maksimal.
2. Lama waktu pengadukan supaya lebih diperhatikan sesuai Standar Waktu yang ditetapkan.
3. Alat yang digunakan hendaknya rutin dikalibrasi agar hasil penelitian lebih maksimal sesuai dengan yang direncanakan.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Antoni &, Paul Nugraha 2007 “ Teknologi Bagi Beton”. Penerbit C.V Andi Offset Yogyakarta.
- Departemen Pekerjaan Umum. 2002. “Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal”, SNI 03-2834-2000, Departemen Pemukiman Dan Prasarana

- Wilayah, Badan Penelitian Dan Pengembangan, Jakarta.
- Departemen Pekerjaan Umum. 2002. "Metode, Spesifikasi Dan Tata Cara Pembuatan Beton", Departemen Pemukiman Dan Prasarana Wilayah, Badan Penelitian Dan Pengembangan, Jakarta.
- Ir. Hanafiah N. Z & Ir. Sulaiman A.R.2010 "Rekayasa Jalan Raya" Penerbit : Andi Anggota Ikapi. Yogyakarta.
- Kardiyono Tjokrodimulyo. 1989, "Teknologi Beton". Biro Penerbit Keluarga Mahasiswa Teknik Sipil Universitas Gajah Mada, Yogyakarta.
- Mulyono, T. 2003. "Teknologi Beton", Fakultas Teknik Universitas Negeri Jakarta, Jakarta.
- Murdock L.J dan Brook, K.M. 1999, "Bahan dan Praktek Beton". Diterjemahkan oleh Ir. Stephanus Hendarko, Jakarta: Penerbit Erlangga.
- RSNI (Rancangan Standart Nasional Indonesia). 2002. "Tata Cara Perencanaan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung", Badan Standar Nasional, Jakarta.
- SII (Standart Industri Indonesia). 0052-80. "Mutu Dan Cara Uji Agregat Beton".
- SNI 03-2816-1992. "Analisa Dan Hasil Pengujian Pasir NaOH"
- SNI 03-2847-2002. "Tata Cara Perhitungan Struktural Beton Untuk Bangunan Gedung". 2009. Cetakan Kedua ISBN.