

ANALISA KUAT TEKAN BETON TERHADAP LAMANYA WAKTU PENGADUKAN

Irzal Agus

(Dosen Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Unidayan Baubau)

Email : irzalagus@unidayan.ac.id

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh lama pengadukan terhadap kuat tekan beton. Lama waktu pencampuran yang dimaksud adalah banyaknya waktu yang digunakan untuk mencampur adukan beton dalam satuan menit, yang dihitung setelah semua bahan yang dimasukkan ke dalam drum pengaduk (molen beton). Lama pengadukan divariasikan sebanyak 4 waktu berbeda yakni 1, 5, 10, dan 15 menit yang mana dari setiap variasi waktu tersebut dilakukan pengujian kuat tekan beton. Penelitian ini dilakukan dengan membandingkan antara lama waktu pengadukan 1, 5, 10 dan 15 menit. Pengujian ini dilakukan pada umur perawatan 3 hari, 7 hari dan 28 hari, dengan dimensi benda uji silinder 15 cm x 30 cm, setiap perbandingan dibuat dengan 9 benda uji dimana jumlah keseluruhan sebanyak 36 benda uji. Kuat tekan beton yang dihasilkan dari lama waktu pencampuran antara 1, 5, 10 dan 15 menit pada umur 3 hari sebesar 95,3 1 kg/cm², 128,5 kg/cm², 122,7 kg/cm², 111,1 kg/cm², umur 7 hari sebesar 108,3 kg/cm², 142,9 kg/cm², 126,9 kg/cm², 115,5 kg/cm², dan umur 28 hari sebesar 125,6 kg/cm², 196,3 kg/cm², 158,5 kg/cm², 147,2 kg/cm². Berdasarkan nilai kuat tekan yang memenuhi kuat tekan yang direncanakan 190 kg/cm² atau 19 Mpa terdapat pada lama waktu pencampuran 5 menit.

Kata Kunci : Lama Waktu Pengadukan, Kuat Tekan

A. PENDAHULUAN

Beton merupakan konstruksi yang sangat penting dan paling dominan digunakan pada bangunan. Berbagai bangunan didirikan dengan menggunakan beton sebagai konstruksi utama, baik bangunan gedung, bangunan air, bangunan sarana transportasi dan bangunan-bangunan yang lainnya.

Penggunaan beton sebagai konstruksi bangunan tentunya tidak terlepas dari ketersediaan material beton seperti pasir, kerikil, air dan semen. Namun terlepas dari itu dalam hal pengadukan beton faktor lama waktu pengadukan campuran sangat berperan dalam membuat adukan beton yang bermutu, yaitu yang memenuhi sifat

kekentalan adukan beton (*workability*), kekuatan dan ketahanan betonnya.

Sampai saat sekarang dalam mengaduk campuran beton masih menggunakan mesin pengaduk (*molen beton*). Dengan mesin pengaduk tersebut kadang kurang memperhatikan lagi faktor lama waktu pengadukannya, artinya lama waktu pengadukan tidak tetap tetapi hanya diperkirakan saja, dampaknya kemungkinan mutu beton dari setiap pengadukan akan berbeda sehingga kuat tekan beton yang dihasilkan tidak merata.

1. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang, maka rumusan masalah dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

- a. Bagaimana pengaruh lama pengadukan pada beton terhadap kuat tekan beton.
- b. Berapa besar kuat tekan yang dihasilkan selama pengadukan divarisi sebanyak 4 waktu berbeda yakni 1, 5, 10 dan 15 menit.

2. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah :

- a. Untuk mengetahui pengaruh lama pengadukan terhadap kuat tekan beton. Lama pengadukan campuran beton yang dimaksud adalah banyaknya waktu yang digunakan untuk mencampur adukan beton dalam satuan menit, yang dihitung setelah semua bahan dimasukkan ke dalam drum pengaduk (molen beton).
- b. Untuk mengetahui berapa besar kuat tekan beton yang dihasilkan masing-masing variasi lama pengadukan.

3. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang diperoleh dari penelitian ini adalah :

- a. Dapat diketahui pengaruh lama pengadukan beton terhadap kuat tekan beton.
- b. Dapat diketahui kuat tekan beton yang dihasilkan selama pengadukan dalam 4 variasi waktu yng berbeda yakni 1, 5, 10 dn 15 menit.

B. KAJIAN PUSTAKA

1. Pengertian Umum Beton

Menurut Standar Nasional Indonesia (SNI-03-2834-2002), beton adalah campuran antara semen Portland atau semen hidroliklain, agregat halus, agregat kasar dan air, dengan atau tanpa bahan tambahan yang membentuk massa padat. Beton akan semakin mengeras sejalan dengan umurnya

dan akan mencapai kekuatan rencana ($f'c$) pada usia 28 hari.

Beton merupakan bahan konstruksi yang sangat banyak digunakan dalam struktur sebuah bangunan. Contohnya digunakan sebagai kolom, balok, dinding, atap atau pondasi. Selain pada bangunan, beton juga kini digunakan untuk berbagai keperluan, seperti pembuatan jalan raya, bendungan, jembatan dan lain-lain. Hal ini dikarenakan beton mempunyai struktur dan karakteristik yang cocok untuk pembuatan bahan konstruksi.

Kualitas atau mutu dari suatu beton sangat bergantung kepada komponen penyusun atau bahan dasar beton dengan atau tanpa bahan tambahan, cara pembuatan dan alat yang digunakan. Semakin baik bahan yang digunakan, juga campuran yang direncanakan, proses pembuatan dan alat-alat yang digunakan semuanya baik, maka akan menghasilkan kualitas beton yang baik pula.

2. Bahan Penyusun Beton

Untuk memahami dan mempelajari seluruh perilaku elemen gabungan diperlukan pengetahuan tentang karakteristik masing-masing komponen.

1. Semen Portland

Semen Portland didefinisikan sesuai dengan ASTM C-150-1985, sebagai semen hidrolik yang dihasilkan dengan menggiling klinker yang terdiri dari kalsium silikat hidrolik, yang pada umumnya mengandung satu atau lebih bentuk kalsium sulfat sebagai bahan tambahan yang digiling bersama dengan bahan utamanya. Sebagai bahan pengikat semen berfungsi untuk merekatkan butir-butir agregat agar terjadi suatu massa yang kompak/padat dan agar dapat mengisi rongga-rongga diantara butiran-butiran agregat.

Pada tahun 1824, Joseph Aspdin mematenkan jenis semen yang dibuat dengan membakar batu kapur yang mengandung tanah liat dari pulau Portland di Dorset, Inggris. Semen jenis inilah yang pertama membawa nama semen Portland.

Semen merupakan bahan ikat yang penting dan banyak digunakan dalam pembangunan fisik di sektor konstruksi sipil. Jika ditambah air, semen akan menjadi pasta semen yang jika mengering akan mempunyai kekuatan seperti batu, jika ditambahkan dengan agregat halus, pasta semen akan menjadi mortar yang jika digabungkan dengan agregat kasar akan menjadi campuran beton segar yang setelah mengeras akan menjadi beton segar.

2. Agregat

Agregat merupakan komponen beton yang paling berperan dalam menentukan besarnya kekuatan beton. Pada beton biasanya terdapat 60% - 70% volume agregat. Agregat ini harus bergradasi sedemikian rupa sehingga seluruh massa beton dapat berfungsi sebagai benda yang utuh, homogen, rapat, dimana agregat yang berukuran kecil berfungsi sebagai pengisi celah yang ada diantara agregat berukuran besar. Dua jenis agregat adalah:

1) Agregat halus

Agregat halus disebut pasir, baik berupa pasir alami yang diperoleh langsung dari sungai atau tanah galian, dari hasil pemecahan batu, atau bahkan dari pantai.

Syarat agregat halus yang dipakai sebagai campuran beton menurut PBI 1971N.I-2 pasal 3.3 adalah:

a. Agregat halus atau pasir harus terdiri dari butir-butir yang tajam dan keras. Butir-butir agregat halus harus bersifat kekal artinya tidak pecah atau hancur oleh pengaruh

cuaca, seperti terik matahari atau hujan.

- b. Agregat halus tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 5% (ditentukan terhadap berat kering). Apabila kadar lumpur melampaui 5% (ditentukan terhadap berat kering) maka agregat halus harus dicuci.
- c. Agregat halus harus terdiri dari butir-butir yang beraneka ragam besarnya dan apabila diayak harus memenuhi syarat-syarat sebagai berikut:
 - 1) Sisa diatas ayakan 4 mm harus minimum 2% berat
 - 2) Sisa diatas ayakan 1 mm harus minimum 10% berat
 - 3) Sisa diatas ayakan 0,25 mm harus berkisar 80%-95% berat
- d. Tidak mengandung garam-garam anorganik (kalsium, magnesium, natrium, bikarbonat, kalium, sulfat, klorida, nitra dan karbonat).

2) Agregat kasar

Menurut *ASTM C 33-03*, agregat kasar adalah agregat dengan ukuran butir lebih besar dari 4,75 mm. Ketentuan mengenai agregat kasar antara lain:

- a. Harus terdiri dari butir-butir yang keras dan tidak berpori.
- b. Butir-butir agregat kasar harus bersifat kekal, artinya tidak pecah atau hancur oleh pengaruh-pengaruh cuaca, seperti terik matahari dan hujan.
- c. Tidak boleh mengandung zat-zat yang dapat merusak beton, seperti zat-zat yang relatif alkali.
- d. Tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 1 %. Apabila kadar lumpur melampaui 1 %, maka agregat kasar harus dicuci.

3. Air

Air mempunyai peranan yang cukup penting dalam pembuatan beton, karena dapat menentukan mutu dalam campuran beton. Fungsi air pada campuran beton adalah untuk membantu reaksi kimia yang menyebabkan berlangsungnya proses pengikatan serta sebagai pelicin antara campuran agregat dan semen agar mudah dikerjakan. Air yang diperlukan untuk bereaksi dengan semen hanya sekitar 25 % dari berat semen saja.

Air yang memenuhi persyaratan sebagai air minum memenuhi syarat pula untuk bahan campuran beton (tetapi tidak berarti air untuk campuran beton harus memenuhi standar persyaratan air minum).

Air laut tidak boleh digunakan untuk campuran beton pada beton bertulang atau beton prategang, karena resiko terhadap korosi tulangan lebih besar. Air laut mengandung 3,5 % larutan garam, sekitar 78 % nya adalah sodium klorida dan 15 % nya adalah magnesium sulfat. Garam-garam dalam air laut ini dapat mengurangi kekuatan beton sampai 20 %.

Pemakaian air untuk beton menurut *British Standard* (BS. 3148-80) ialah:

- a. Tidak mengandung garam-garam anorganik (kalsium, magnesium, natrium, bikarbonat, kalium, sulfat, klorida, nitra dan karbonat) lebih besar dari 2000 mg per liter.
- b. Tidak mengandung air asam diatas pH 3,00 untuk mempermudah pekerjaan beton.
- c. Konsentrasi air asam tidak lebih tinggi dari 0,5% berat semen.
- d. Kadar gula dalam air tidak boleh mencapai 0,25% dari berat semen untuk mendapatkan hasil kekuatan beton pada umur 28 hari.

e. Tidak mengandung minyak mineral dengan konsentrasi lebih besar dari 2% berat semen karena dapat mengurangi kekuatan beton hingga 20%.

f. Air yang tercemar limbah sebelum dipakai harus dianalisis kandungan pengotornya dan diuji untuk mengetahui pengikatannya dan kekuatan tekan betonnya.

C. METODOLOGI PENELITIAN

1. Tinjauan Umum Penelitian

Langkah awal dari penelitian ini adalah untuk mengkaji lama waktu pengadukan campuran beton terhadap kuat tekan beton. Hal ini didasari masih banyak dijumpai kurangnya memperhatikan lama waktu pengadukan campuran beton.

2. Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Bahan dan Struktur, Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Dayanu Ikhsanuddin, yang beralamat di jalan Dayanu Ikhsanuddin, Baubau. Penelitian ini mulai dilaksanakan pada bulan Januari tahun 2018 sampai selesai. Selama penelitian dilaboratorium, peneliti selalu melakukan komunikasi baik dengan dosen pembimbing maupun asisten laboratorium dilaboratorium. Hal ini dimaksudkan untuk meminimalisir kesalahan yang mungkin terjadi pada saat penelitian dan khususnya pada saat pengolahan data hasil pemeriksaan material.

3. Teknik Pengumpulan Data

Pengambilan sampel untuk agregat halus dan agregat kasar dilakukan secara langsung dilokasi atau daerah penambangan material. Hal ini dilakukan agar sampel yang diambil benar-benar langsung bersumber dari lokasi tersebut. Sampel kemudian dimasukkan kedalam satu tempat (karung

sampel) untuk pemeriksaan data-data karakteristik dan perencanaan *mix design*.

4. Bahan Penelitian

- 1) Semen
Semen yang dipergunakan pada penelitian ini adalah semen Portland komposit Tonasa.
- 2) Agregat Halus
Agregat halus yang digunakan pada penelitian ini adalah pasir laut yang diperoleh dari Lingkungan Konde, Kelurahan Laompo, Kecamatan Batauga, Kabupaten Buton Selatan.
- 3) Agregat Kasar
Agregat kasar yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh dari Lingkungan Konde, Kelurahan Laompo, Kecamatan Batauga, Kabupaten Buton Selatan.
- 4) Air
Air yang dipakai dalam penelitian ini adalah air yang ada di Laboratorium Bahan dan Struktur.

5. Pelaksanaan Penelitian

1. Pemeriksaan Karakteristik Agregat
 - a. Pelaksanaan penelitian ini diawali dengan pemeriksaan karakteristik fisik terhadap sampel agregat halus dan agregat kasar yaitu :
 - 1) Pemeriksaan analisa saringan agregat halus dan agregat kasar.
 - 2) Pemeriksaan berat jenis dan penyerapan air untuk agregat halus dan agregat kasar.
 - 3) Pemeriksaan kadar air agregat halus dan agregat kasar.
 - 4) Pemeriksaan lewat saringan No.200 (kadar lumpur) agregat halus dan agregat kasar.
 - 5) Pemeriksaan berat isi agregat halus dan agregat kasar.
 - b. Dari hasil pemeriksaan diatas kemudian disesuaikan dengan kebutuhan data-data yang diperlukan

untuk perancangan campuran beton yang akan direncanakan.

2. Pemeriksaan Beton

Pemeriksaan beton ini dilakukan sebagai berikut :

- a. Perencanaan campuran beton dilakukan dengan cara langsung dengan menentukan proporsi perbandingan antara agregat kasar dan agregat halus serta pemakaian nilai Faktor Air Semen (FAS) tertentu. Dari nilai tersebut selanjutnya dapat ditentukan berat dari masing-masing material penyusun beton yaitu berapa jumlah pemakaian air dalam liter, pemakaian agregat kasar, agregat halus dan semen dalam kilogram.
- b. Pembuatan campuran beton dilakukan pada suhu yang normal ruangan di Laboratorium Bahan dan Struktur, Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Dayanu Ikhsanuddin, Baubau. Penyediaan material untuk campuran dengan mengambil kebutuhan berdasarkan proporsi berat untuk 36 benda uji berbentuk silinder dengan ukuran 15 x 30 cm untuk masing-masing penggunaan proporsi dengan presentasi campuran yang sama namun berbeda durasi pengadukan.
- c. Pengadukan campuran dilakukan dengan menggunakan mesin pengaduk (molen beton). Bahan-bahan campuran beton dimasukkan pertama pasir dimasukkan dan diikuti dengan semen, mesin molen dalam keadaan berputar sehingga pasir dan semen dapat tercampur merata, kemudian agregat kasar dimasukkan sampai campuran merata. Setelah campuran tersebut merata masukkan air dan mulai menghitung waktu pengadukan.
- d. Pemeriksaan *slump* beton yang menentukan kekentalan adukan beton segar. Pemeriksaan ini dilakukan

dengan menggunakan kerucut Abram (kerucut terpancung) dengan diameter bagian bawah 20 cm, bagian atas 10 cm, dan tinggi 30 cm. Bagian atas dan bagian bawah cetakan terbuka. Cetakan diisi adukan beton segar dalam tiga lapis dimana tiap lapisan ditusuk-tusuk dengan batang pemadat secara merata sebanyak 25 kali, kemudian cetakan diangkat. Selisih antara tinggi awal dan tinggi akhir itu adalah nilai *slump*.

- e. Setelah pembuatan benda uji, maka dilakukan perawatan pada beton (beton direndam dalam air) sampai masa pengujian kuat tekan pada umur 3 hari, 7 haridan 28 hari.

3. Perlakuan Terhadap Benda Uji

Setelah selesai pembuatan benda uji berdasarkan rancangan campuran beton yang direncanakan, maka semua benda uji direndam didalam bak perendaman sampai tiba pada masa pengujian kuat tekan pada umur 3 hari,7 hari dan 28 hari.

Tabel 2. Hasil Pemeriksaan Analisa Saringan Agregat Halus

No	Jenis Pemeriksaan	Hasil Pemeriksaan Pasir Laut Kelurahan Laompo	Satuan
1	Berat Jenis :		
	• Berat Jenis Bulk	2,70	--
	• Berat Jenis SSD	2,62	--
	• Berat Jenis Semu	2,58	--
	• Penyerapan	1,67	%
2	Berat Isi Lepas	1,37	gr/cm ³
3	Berat Isi Padat	1,77	gr/cm ³
4	Kadar Lumpur	1,64	%
5	Kadar Air	1,27	%

Sumber: Hasil Analisa Data

4. Matriks Benda Uji

Tabel 1. Matriks Benda Uji

NO	Lama Waktu Pengadukan (Menit)	Jumlah Benda Uji (bh)			Jumlah
		Umur 3 Hari	Umur 7 Hari	Umur 28 Hari	
1	1 Menit	3	3	3	9
2	5 Menit	3	3	3	9
3	10 Menit	3	3	3	9
4	15 Menit	3	3	3	9
	Jumlah	12	12	12	36

Sumber: Olahan data

D. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

1. Karakteristik Material

a. Agregat Halus

Hasil pemeriksaan karakteristik agregat halus Lingkungan Konde Kelurahan Laompo yang dapat dilihat pada tabel 2.

b. Agregat Kasar

Hasil Pemeriksaan agregat kasar Pulau Makassar yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Hasil Analisa Saringan Agregat Kasar

No	Jenis Pemeriksaan	Hasil Pemeriksaan Agregat Kasar Kelurahan Laompo	Satuan
1	Berat Jenis :		
	• Berat Jenis Bulk	2,59	--
	• Berat Jenis SSD	2,52	--
	• Berat Jenis Semu	2,54	--
	• Penyerapan	1,12	%
2	Keausan	-	%
3	Berat Isi Lepas	1,37	gr/cm ³
4	Berat Isi Padat	1,55	gr/cm ³
5	Kadar Air	0,33	%
6	Kadar Lumpur	1,10	%

Sumber: Hasil Analisa Data

Tabel 4. Perencanaan *Mix Design*

Bahan Beton	Berat/m ³ Beton (kg)	Rasio Terhadap Jml. Semen	Berat untuk 1 Sampel (kg)	Berat untuk 9 Sampel (kg)
Air	197,07	0,65	1,045	9,40
Semen	303,28	1,00	1,61	14,47
Agregat halus	582,50	1,92	3,09	27,79
Agregat kasar	1264,15	4,17	6,70	60,32

Sumber : Hasil Analisa Data

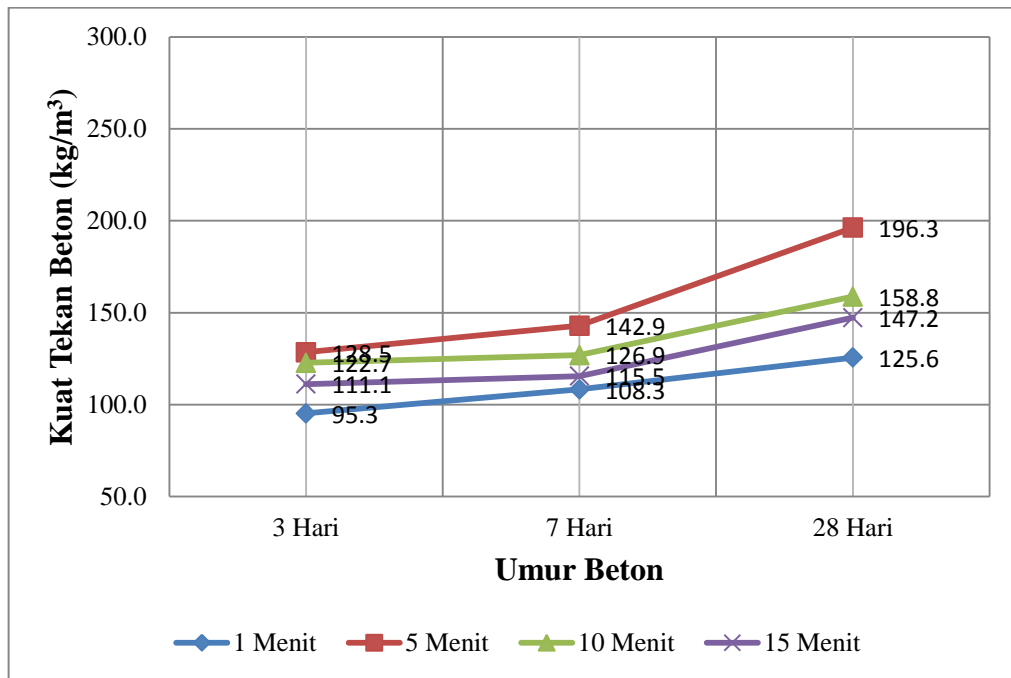
2. Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton

Hasil pengujian yang dilakukan terhadap benda uji diperoleh kuat tekan rata-rata beton pada tiap-tiap umur pengujian berdasarkan lama waktu pengadukan beton.

Tabel 5. Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Rata-rata FAS 0,61

No	Uraian	Kuat Tekan (Kg/cm ²)			
		1 Menit	5 Menit	10 Menit	15 Menit
1	Umur 3 hari	95,3	128,5	122,7	111,1
2	Umur 7 hari	108,3	142,9	126,9	115,5
3	Umur 28 hari	125,6	196,3	158,8	147,2

Sumber : Hasil Analisa Data



Gambar 1. Grafik Kuat Tekan Beton Dalam Waktu Pengadukan 1 Menit, Menit, 10 Menit dan 15 Menit

Dari grafik 9 dapat dilihat bahwa dalam lama waktu pencampuran antara 1 menit, 5 menit, 10 menit dan 15 menit nilai kuat yang tertinggi terdapat pada lama waktu pencampuran 5 menit. Kuat tekan sampel antara lama waktu pencampuran 1 menit, 5 menit, 10 menit dan 15 menit dengan FAS 0,61 pada umur 3 hari sebesar 95,3 Kg/Cm², 128,5 Kg/Cm², 122,7 Kg/Cm², 111,1 Kg/Cm², umur 7 hari sebesar 108,3 Kg/Cm², 142,9 Kg/Cm², 126,9 Kg/Cm², 115,5

Kg/Cm², dan umur 28 hari sebesar 125,6 Kg/Cm², 196,3 Kg/Cm², 158,5 Kg/Cm², 147,2 Kg/Cm². Berdasarkan hasil kuat tekan pada grafik 6 yang memenuhi kuat tekan yang direncanakan yaitu 190 Kg/Cm² atau 19 MPa terdapat pada lama waktu pencampuran 5 menit.

E. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian di Laboratorium Bahan dan Struktur, Program

Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Dayanu Ikhsanuddin Baubau, penulis dapat mengambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Pengaruh lama pengadukan akan mempengaruhi perubahan fisik beton dan sifat adukan menjadi lebih kental. Sehingga memberi peluang banyaknya air yang menguap sehingga adukan akan kehilangan air dan unsur pengikat hampir tidak ada, dimana hal ini akan menyebabkan adanya pengurangan kekuatan tekan beton yang dihasilkan.
2. Kuat tekan beton yang dihasilkan dari lama waktu pencampuran antara 1 menit, 5 menit, 10 menit dan 15 menit pada umur 3 hari sebesar 95,3 Kg/Cm², 128,5 Kg/Cm², 122,7 Kg/Cm², 111,1 Kg/Cm², umur 7 hari sebesar 108,3 Kg/Cm², 142,9 Kg/Cm², 126,9 Kg/Cm², 115,5 Kg/Cm², dan umur 28 hari sebesar 125,6 Kg/Cm², 196,3 Kg/Cm², 158,5 Kg/Cm², 147,2 Kg/Cm². Berdasarkan hasil kuat tekan pada grafik 6 yang memenuhi kuat tekan yang direncanakan yaitu 190 Kg/Cm² atau 19 MPa terdapat pada lama waktu pengadukan 5 menit.
3. Menurut SNI 2493:2011 lama waktu pengadukan uji beton dilaboratorium sebaiknya 5 menit.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2010. *Pengendalian Mutu Pekerjaan Beton*. Bandung: Badan Penelitian dan Pengembangan Jalan dan Jembatan Kementerian Pekerjaan Umum.
- ASTM C 33-03. *Standard Spesification for Concrete Aggregates*.
- ASTM C 150-1985. *Standard Spesification for Portland Cement*.
- British Standard : 3148. 1980. *Development of Environment*.
- Hardiyanto Eka Putra, dkk. *Studi Eksperimen Pengaruh Waktu Penuangan Adukan Beton Ready Mix Dalam Formwork Terhadap Mutu Beton Normal*, Media.
- Harun Mallisa, 2010. *Pengaruh Lama Pengadukan Terhadap Faktor Kepadatan Adukan Beton*, Media.
- Harun Malissa, 2008. *Pengaruh Lamanya Pengadukan Terhadap Kandungan Udara Campuran Beton*, Media.
- SNI-1969-2008. *Cara Uji Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar*. Badan Standarisasi Nasional.
- SNI-1970-2008. *Cara Uji Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus*. Badan Standarisasi Nasional.
- SNI 03-1974-1990. *Metode Pengujian Kuat Tekan Beton*. Badan Standarisasi Nasional.
- SNI 03-1750-1990. *Mutu dan Cara Uji Agregat Beton*. Badan Standarisasi Nasional.
- SNI 15-2049-1994. *Semen Portland*. Badan Standarisasi Nasional.
- SNI 03-2834-2002. *Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal*. Badan Standarisasi Nasional.
- SNI 03-3976-1995. *Tata Cara Pengadukan dan Pengecoran Beton*. Badan Standar Nasional Indonesia