

PENGARUH LAMA WAKTU PENCAMPURAN TERHADAP MUTU BETON

M.Riezka A.W¹ Warizman² Silviati³

Program Studi Teknik Sipil
Fakultas Teknik Universitas Borobudur

ABSTRAK

Waktu pengadukan beton akan berpengaruh pada mutu beton, jika waktu pencampuran terlalu sebentar pencampuran bahan kurang merata, sehingga pengikatan antara material pembentuk beton akan berkurang, sebaliknya, pengadukan yang terlalu lama akan mengakibatkan : naiknya suhu beton, keausan pada agregat sehingga pecah, terjadinya kehilangan air, bertambahnya nilai slump, dan menurunnya kekuatan beton

Perubahan nilai slump dapatjuga dipengaruhi oleh lama waktu pengadukan, semakin lama pengadukan akan menyebabkan tingkat homogenitas campuran yang tinggi sedangkan rendahnya tingkat workabilitas belum tentu akan menghasilkan mutu beton yang rendah pula dan tingginya tingkat homogenitas campuran beton belum tentu memiliki tingkat workability yang tinggi pula, hal ini dikarenakan jika campuran beton diaduk lebih lama akan menghasilkan campuran beton yang mulai mengeras.

Kata kunci : Pengaruh waktu pencampuran terhadap kuat tekan beton

PENDAHULUAN

Didalam mendapatkan mutu beton yang baik sesuai persyaratan kadang kala timbul permasalahan diantaranya kekentalan air pada adukan campuran beton, waktu yang mendesak dan terbatas untuk segera mempercepat pekerjaan, jauh jarak tempuh pengangkutan adukan beton dari mesin pengadukan ketempat pelaksanaan pekerjaan, pengaruh suhu dan cuaca yang sering terjadi belakangan ini.

Untuk menanggulangi masalah dan akibat tersebut diatas, maka perusahaan beton siap campur (ready mix) dan perusahaan kontraktor pelaksanaan pekerjaan beton biasanya memakai bahan tambahan atau menghitung waktu dari tempat pengiriman ke proyek.

Waktu pengadukan ini akan berpengaruh pada mutu beton, jika waktu pencampuran terlalu sebentar pencampuran bahan kurang merata, sehingga pengikatan antara material pembentuk beton akan berkurang, sebaliknya, pengadukan yang terlalu lama akan mengakibatkan : naiknya suhu beton, keausan pada agregat sehingga

¹ Alumni Fakultas Teknik Universitas Borobudur, Jakarta

² Alumni Fakultas Teknik Universitas Borobudur, Jakarta

³ Dosen Fakultas Teknik Universitas Borobudur, Jakarta

pecah, terjadinya kehilangan air, bertambahnya nilai slump, dan menurunnya kekuatan beton.

Masalah ataupun kendala yang terjadi diatas akan mempengaruhi mutu beton setelah mengeras seperti keawetan beton berkurang, terjadi patahan akibat sambungan dingin, beton tidak akan tahan terhadap adanya gerusan dan kikisan serta akan berlumut.

Bedasarkan hal tersebut diatas diharapkan nantinya penelitian tentang lamanya waktu pencampuran terhadap mutu beton ini akan menghasilkan data tentang beton yang bervariasi terhadap mutu beton yang dihasilkan, data tersebut nantinya dapat digunakan sebagai perbandingan dalam perencanaan beton selanjutnya atau pada masa mendatang..

MAKSUD DAN TUJUAN

Maksud dari penelitian ini adalah untuk mengetahui seberapa besar pengaruh lama waktu pada saat pengadukan terhadap mutu beton, yang nantinya lama waktu pencampuran tersebut dibuat dengan rentang waktu yang bervariasi sehingga kita akan memperoleh data beton yang bervariasi.

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai pembuktian bahwa lama waktunya pengadukan beton sangat berpengaruh dalam menghasilkan nilai kuat tekan beton yang berbeda – beda, nantinya dari perbedaan waktu pengadukan tersebut kita dapat melihat dimana waktu yang baik untuk menghasilkan mutu beton sesuai perencanaan.

BATASAN MASALAH

Kami akan coba batasi pada masalah :

- Pemeriksaan bahan - bahan dasar pembentuk beton.
- Penelitian kekentalan adukan beton (slump test) Penelitian kekentalan adukan beton dilakukan terhadap perbandingan hasil pengujian slump (slump test) dari adukan dengan waktu yang bervariasi, rentang waktu yang digunakan antara lain 0, 1, 2, 4, 6, 8 dalam jam.
- Penelitian kuat tekan (compressive strength) Beton pada umur 28 hari saja karena penelitian ditujukan untuk mengetahui lamanya waktu pengadukan terhadap mutu beton, sedangkan untuk umur 7 hari, 14 hari, 21 hari, digunakan konversi, dimana konversi tersebut telah disesuaikan menurut SNI dan JIS dengan bantuan para pembimbing Laboratorium Balai Irigasi Bekasi.

METODE PENELITIAN

Banyak metode tentang beton yang dapat dipakai sebagai acuan didalam penelitian ini, yang dikeluarkan oleh beberapa Negara seperti Peraturan Konstruksi Beton Bertulang di Amerika Serikat diatur dalam Concrete Manual yang dikeluarkan oleh ASTM (American society of testing material) dan ACI (American concrete institute), dinegara Inggris unified british Standart (BS), code 1970, di Jerman DIN 1045, di Jepang JIS (Japanese industrial standart) concrete practice dan di Indonesia dengan PBI (peraturan beton bertulang Indonesia) 1971 – (NI – 1) yang diperbaharui menjadi SKSNI (standar konsep nasional Indonesia)

ANALISA DAN EVALUASI PENELITIAN

1. Hasil Pemeriksaan Gradasi Pasir

Tabel 1 Hasil Pemeriksaan Analisa Saringan Agregat Halus (Gradasi) Pasir Galunggung

Temperatur : Ruang=26°C, Air=28°C, Oven=105°					Kelembaban=69 %
Contoh	Pasir dari galunggung				
Lolos ayakan (mm)	Jumlah berat sisa (g)		Berat sisa masing-masing (%)		Berat lolos
10	0	0	0	0	
5	0	0	0	0	100
2,5	200.1	26.15	200.1	26.15	33.85057.97
1,2	321.6	42.03	121.5	15.88	44.71
0,6	423.1	55.28	101.5	13.26	27.66
0,3	553.6	72.34	130.5	17.05	9.6
0,15	691.8	90.4	138.2	18.06	0
Pan	765.3	100	73.5	4.6	
Jumlah		286.21	765.3		
M.kehalusan	FM	2.862	(standard 2,3 - 3,1)		



Gbr 1. Grafik Hasil Pemeriksaan Gradasi Agregat Halus (Pasir) Galunggung

Tabel 2 Hasil Pemeriksaan Berat Jenis Dan Penyerapan Agregat Halus (Pasir) Galunggung

Temperature : Ruang = 26°C		Kelembaban = 68 %	
contoh	Pasir dari galunggung		
Nomor pemeriksaan		1	2
1.Nomor picnometer		1	2
2.Berat picnometer (g)		180	180.5
3.Berat contoh (g)		500	500
4.Berat (picnometer + contoh + air) (g)		984.9	985.5
5.Berat air (No. 4 - no.2)		304.5	305
6.Berat jenis= 500/500 - (5)		2.5628	2.5641

7.Perbedaan hasil		0.0013
8.Hasil rata-rata		2.5634
9.Berat contoh sesudah kering (g)	480.5	478.5
10.Penyerapan = $500 - (9) / (9) \times 100\%$ (%)	4.0582	4.9320
11.Perbedaan hasil (%)		0.4350
12.hasil rata – rata (%)		4.4951

Hasil pemeriksaan berat jenis dan penyerapan agregat halus untuk kondisi lapangan.

$$\text{Kadar air untuk kondisi lapangan} = \frac{ma - mb}{mb - mc} \times 100\%$$

Dimana : ma : berat contoh basah + cawan
 mb : berat contoh kering + cawan
 mc : berat cawan.

>>>>> M₃₅
 ma : 611 gr
 mb : 543,5 gr

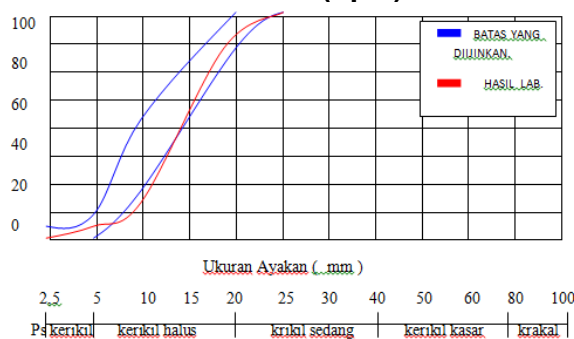
mc : 162 gr kadar air = $\frac{611 - 543,5}{543,5 - 162} \times 100\% = 17,69\%$

>>>>>M₄
 ma : 549,5 gr
 mb : 485,5 gr

mc : 128,5 gr kadar air = $\frac{549,5 - 485,4}{485,4 - 128,5} \times 100\% = 17,96\%$

kadar air lapangan untuk agregat halus = $\frac{17,96 + 17,69}{2} = 17,82\%$

2. Hasil Pemeriksaan Gradasi Batu Pecah (Split)



Gbr 2. Grafik Gradasi Agregat Kasar (Split) Dari Daerah Purwokarta

Dari hasil pemeriksaan, analisa saringan agregat kasar yang dimasukkan kedalam gambar grafik 2, diketahui bahwa batu pecah (split) yang dipergunakan termasuk golongan kerikil halus yang berukuran 26 mm dengan kehalusan butiran (FM) sebesar 6.48 mm

3. Hasil Pemeriksaan Berat Jenis Semen Portland

Dari hasil pemeriksaan Berat Jenis Semen Portland dengan mempergunakan Semen Portland Type I bermerek Tiga Roda yang diproduksi oleh pabrik Semen Indo Cement yang berlokasi di daerah Citeurup-Bogor, pada tabel 4-6 dapat kita lihat berat jenisnya diketahui rata-rata sebesar 3.122 gram/cm³.

Tabel 3. Hasil Pemeriksaan Berat jenis Semen Portland (Type I) Merek Tiga Roda

Temperature: 30°C		Kelembaban = 85 %	
Contoh Peralatan	Semen tiga roda, indocement JIS Standard		
Nomor Pemeriksaan	1	2	
1. Nomor Botol Le Chetelier	1	2	
2. Pembacaan pertama	0.63	0.65	
3. Berat Contoh	63.12	59.77	
4. Pembacaan kedua	20.85	19.80	
5. Berat jenis= (3)/(4)-(2)	3.12166	3.12115	
6. Perbedaan Hasil	0.0005		
7. Hasil Rata-rata	3.121405		

4. Hasil Pengujian Pengikatan Waktu (Setting Time) Semen

Pengujian waktu pengikatan (setting time) semen dilakukan untuk mengetahui perbandingan waktu terjadinya ikatan awal (initial setting) dan ikatan akhir (final setting) pada pasta semen normal (tanpa bahan tambah), dengan pasta semen.

Waktu ikatan awal terjadi bila jarum vicat tetap tinggal berkisar 5 sampai 7 mm dari dasar kaca yang terdapat pada alat vicat. Sedangkan waktu ikatan akhir terjadi bila jarum hanya memberikan bekas pada permukaan pasta semen.

Tabel 4. Perbandingan Waktu Terjadinya Waktu Ikat (Setting Time)Pasta Semen

Konsentrasi Pengujian	Pasta Normal
Pengikatan awal	2 jam
Terjadinya pada menit ke	120
Pengikatan akhir	245 menit
Terjadi pada menit ke	
Pemakaian Semen (gram)	400
Pemakaian Air (gram)	132

PERHITUNGAN CAMPURAN BETON.

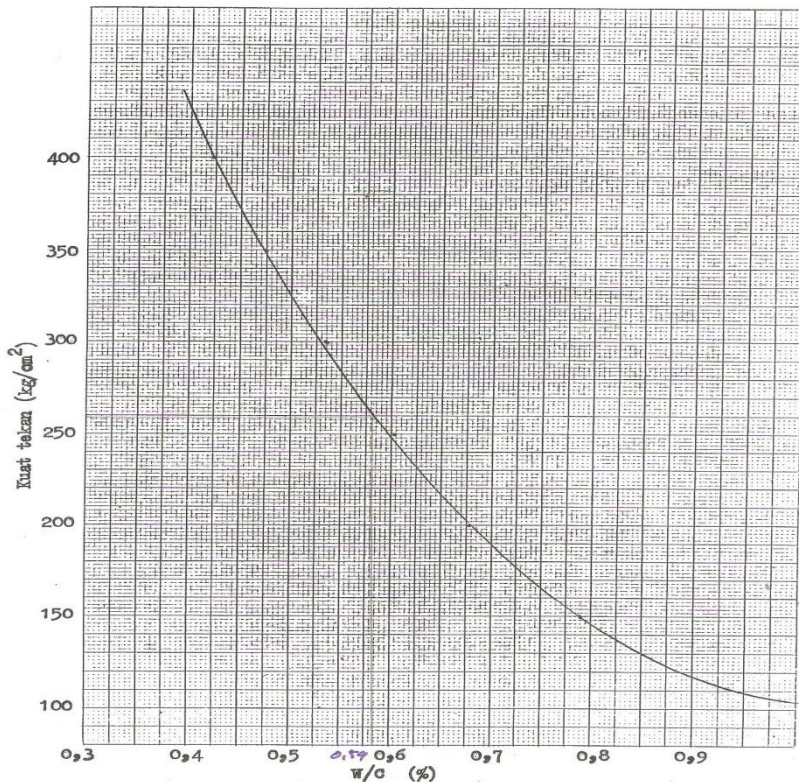
1. Kuat tekan beton

- Kuat tekan beton yang diinginkan = 225 kg/cm²
 - Angka keamanan yang diambil = 15 %
 - Kuat tekan beton yang harus dicapai = 259 kg/cm²
 - Maksimum agregat kasar = 20 mm
 - Kekentalan beton (slump) = 12 cm
2. Data dari bahan :
- a) Portland cement ;
 - Merek semen = Tiga roda
 - Buatan pabrik = Indocement.
 - Semen Type = Type I
 - Berat jenis = 3,12
 - b) Air ;
 - Air diambil dari = setempat / lokal balai irigasi
 - Warna air = Jernih / dapat di konsumsi.
 - c) Agregat halus (pasir) ;
 - Pasir diambil dari = Galunggung, tasik, jawa barat
 - Jenis dari pasir = Alami / natural
 - Berat jenis dan penyerapan = 2,563
 - F.M (modulus kehalusan) = **2,86 %**
 - Kadar Lumpur = 2,52 %
 - d) Agregat kasar / loral ;
 - Korol diambil dari = Purwakarta, jawa barat
 - Jenis dari korol = Split/batu pecah
 - Berat jenis = 2,519
 - Penyerapan = 3,43 %

Tabel 5. Standart Penyesuaian Terhadap Kondisi Yang Berbeda

Pada kondisi yang berbeda	Penyesuaian terhadap	
	S/A (%)	Air (kg)
F.M berubah $\pm 0,1$	± 0.5	-
Slump berubah ± 1 %	-	$\pm 1,2$ %
Udara berubah + 1 %	- 0.5 - 1	- 3 %
w/c ratio berubah $\pm 0,05$	± 1	-
Pasir batu pecah/buatan	+ 2 - 3	+ 6 – 9
Koral batu pecah/split	+ 3 - 5	+ 9 – 15
S/A berubah ± 1 %	-	$\pm 1,5$

3. Faktor Air Semen
 W/C diambil sesuai K yang diinginkan
 W/C = 0,59 atau 59 %



Gbr3.Grafik Untuk Menentukan w/C

4. Pasir per jumlah agregat (S/A) dan jumlah penggunaan air
Untuk menentukan S/A dan jumlah penggunaan air sesuai dengan maksimum ukuran agregat

Tabel 6..Standard Untuk Pedoman Dalam Perencanaan Campuran Beton

Maks. Agg. (mm)	W/C = 0,55			Slump = 8 cm			F.M = 2,8		
	Beton Biasa			Beton A E A			Beton W R A		
	Udara (%)	S/A (%)	Air (kg)	Udara (%)	S/A (%)	Air (kg)	Udara (%)	S/A (%)	Air (kg)
15	2,5	49	190	7,0	46	170	7,0	47	160
20	2,0	45	185	6,0	42	165	6,0	43	155
30	1,5	41	175	5,0	37	155	5,0	38	145
40	1,2	36	165	4,5	33	145	4,5	34	135
60	1,0	33	152,5	4,0	30	135	4,0	31	125
80	0,5	31	140	3,5	28	120	3,5	29	110
100	0,2	26	128	3,0	24	110	3,0	24	92

Sehingga didapat : 1). S/A = 45 %
2). Air = 185 kg

Tabel 7. Penyesuaian Terhadap S/A Dan Penggunaan Air

Jenis Penyesuaian	Kondisi Standar	Kondisi Rencana	Penyesuaian S/A (%)	Penyesuaian Air (kg)
FM. Pasir	2,80	2,86	$\frac{2,86 - 2,80}{0,1} \times 0,5 = +0,3$	-
Slump	8 cm	12	-	$\frac{12 - 8}{1} \times 1,2 = 4,8\%$ $= 0,048 \times 185$ $= 8,88$
Udara (a)	-	-	-	-
W/C ratio	55 %	59 %	$\frac{0,59 - 0,55}{0,05} \times 1 = +0,8$	-
Pasir	Alami	Alami		
Koral	Alami	Crushing	+4	+ 9
S/A	45 %	$0,3 + 0,8 + 4 = 50,1\%$	-	$\frac{50,1 - 45}{1} \times 1,5 = +7,65$
Jumlah hasil penyesuaian			+ 5,1	+ 25,53
Penyesuaian S/A dan air			$45 + 5,1 = 50,1$	$185 + 25,33 = 210,53$

5. Menghitung air.

$$\text{Berat air (WW)} = 210,53 \text{ kg}$$

$$\text{Volume air (VW)} = \frac{WW}{GW \times 1000} = \frac{210,53}{1 \times 1000} = 0,2103 \text{ m}^3$$

6. Menghitung berat semen.

$$\text{Berat semen (WC)} = \frac{WW}{W/C} = \frac{210,53}{0,59\%} = 356,83 \text{ kg}$$

$$\text{Volume semen (VC)} = \frac{WC}{Gc \times 1000} = \frac{356,83}{3,12 \times 1000} = 0,1143 \text{ m}^3$$

7. Menghitung volume udara.

$$\text{volume udara (Va)} = \frac{a}{100} = \frac{2}{100} = 0,02 \text{ m}^3$$

$$\text{Jumlah volume pasta (} \sum V \text{)} = VW + VC + Va$$

$$= 0,21053 + 0,1143 + 0,02 = 0,3448 \text{ m}^3$$

$$\text{Volume agregat (VA)} = 1 - \sum V = 1 - 0,3448 \text{ m}^3 = 0,6552 \text{ m}^3$$

8. Menghitung berat pasir.

$$\text{Volume pasir (VS)} = \frac{(S / A \times VA)}{100} = \frac{50,1 \times 0,6652}{100} = 0,3282 \text{ m}^3$$

$$\begin{aligned} \text{Berat pasir (WS)} &= \text{VS} \times G_s \times 1000 \\ &= 0,3882 \times 2,563 \times 1000 = 841,31 \text{ kg} \end{aligned}$$

9. Menghitung berat koral.

$$\text{Volume koral (VG)} = \text{VA} - \text{VS} = 0,6552 - 0,3282 = 0,327 \text{ m}^3$$

$$\begin{aligned} \text{Berat Koral (WG)} &= \text{VG} \times G_g \times 1000 \\ &= 0,327 \times 2,519 \times 1000 = 823,71 \text{ kg} \end{aligned}$$

Tabel 8. Koreksi Terhadap Penyimpangan Ukuran Agregat Dilapangan.

Jenis Bahan	Mix Design Bahan Lab.	Ukuran Butiran Agregat	Koreksi pada Oversize dan Undersize Bahan		Mix Design Bahan Lapangan
			Prosentase	Berat Bahan	
Pasir	841,31	Lolos ayakan 5 mm	83,74 %	704,5	841,31 + 135,8 – 55,19 = 922,92
		Tertahan ayakan 5 mm	16,26 %	136,8	
Koral	823,71	Lolos ayakan 5 mm	6,7 %	55,19	823,71 + 55,19 – 136,8 = 742,1
		Tertahan ayakan 5 mm	93,3 %	768,52	
		Tertahan ayakan 25 mm	0	-	

Tabel 9. Koreksi Terhadap Kadar Air Dilapangan

Jenis Bahan	Mix Design Lab. Kondisi Bahan SSD.	Koreksi pada Kadar Air		Mix Design Kondisi Bahan lapangan
		Prosentase	koreksi	
Pasir	922,92	17,82 – 4,4951 = +13,325	$\frac{13,325}{100} \times 922,92 = 122,97$	922,92 + 122,97 = 1045,89
Koral	742,1	7,270 – 3,43 = +3,84	$\frac{3,84}{100} \times 742,1 = 28,49$	742,1 + 28,49 = 770,59
Air	210,53	-	-	210,53 – 122,97 – 28,49 = 59,07
Jumlah	1875,55	-	-	1875,55

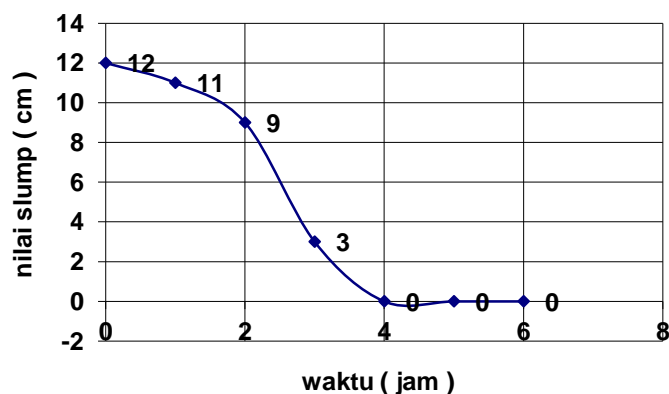
Tabel. 10. **Menentukan Proporsi Campuran Beton**

Beton (1 m ³)	Mak. Ag. (mm)	Slump (cm)	Udara (%)	Air (kg)	Semen (kg)	Pasir (kg)	Koral (kg)	Add. (cc)
Labort	20	12	2	210,53	356,83	841,31	823,71	-
Lapang	20	12	2	59,07	356,83	1045,89	770,59	-

HASIL PENGUJIAN KEKENTALAN (SLUMP TEST) BETON.

Pada pembuatan adukan beton normal, diperoleh nilai slump sebesar 120 mm. Nilai slump tersebut digunakan sebagai tolak ukur dalam pengukuran slump pada sample beton yang memiliki rentang waktu yang berbeda yaitu 0 jam, 1 jam, 2 jam, dan 4 jam.

Pada pengujian slump adukan beton dari dalam wadah mesin pengaduk yang terus berputar dan diuji slumpnya pada waktu 0, 1, 2, 4 jam slump yang terjadi semakin turun sesuai dengan berjalannya waktu, Gejala turunnya nilai slump dikenal dengan istilah hilangnya slump (loss slump).

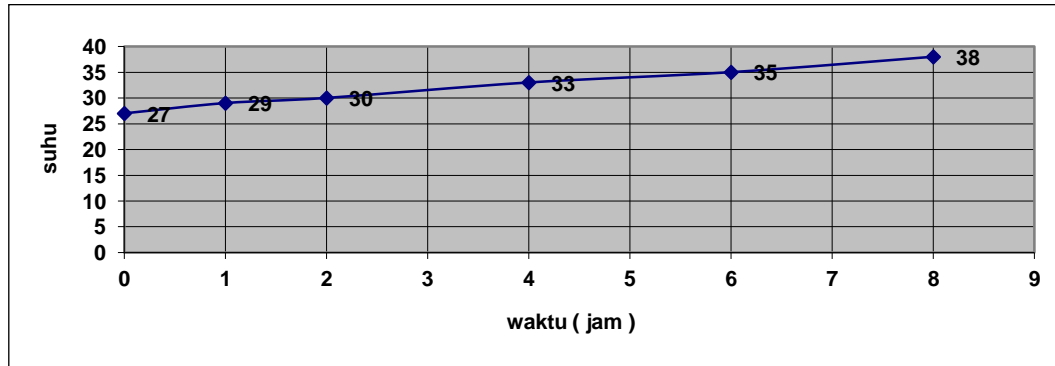


Gbr4. Grafik **Hubungan Waktu Pencampuran Beton Dengan Nilai Slump Yang Terjadi Pada Beton**

Tabel 11. Perbandingan Nilai Slump Dengan Lama Waktu Pengadukan

no	Jenis adukan beton	Slump (mm) didapat pada waktu tertentu (jam)						
		0	1	2	4	6	8	
1	Beton normal	12	11	9	3	0	0	
2	Beton normal	12	11	9	3	0	0	
3	Beton normal	12	11	9	3	0	0	
4	Beton normal	12	11	9	3	0	0	
6	Beton normal	12	11	9	3	0	0	
7	Beton normal	12	11	9	3	0	0	
8	Beton normal	12	11	9	3	0	0	
9	Beton normal	12	11	9	3	0	0	

Dari data grafik dan tabel diatas dapat kita lihat bahwa pada saat pengadukan waktu 6, dan 8 jam nilai slump telah hilang, oleh karena itu pada sample 6 dan 8 jam kami menggunakan nilai konversi dimana nilai konversi tersebut diambil oleh pembimbing lab Balai irigasi bekasi. Selain karena nilai slump tersebut hilang, tingkat pengerjaan beton (workability) pada waktu 6 dan 8 jam sangat lah rendah dikarenakan beton sudah mulai mengeras dan pembuatan sample tidak hanya daianggap gagal melainkan juga data yang dihasilkan sudah dapat diprediksi.



Grafik 5 Hubungan Antara Waktu Pengadukan Dan Suhu Campuran Beton

Dari grafik hubungan antara waktu dan lama waktu pencampuran kita bisa lihat bahwa semakin lama pengadukan mengakibatkan suhu pada campuran beton semakin meningkat. Hal ini juga mendasari mengapa pembuatan sample beton pada waktu 6 dan 8 jam tidak kami lakukan. Suhu yang meningkat mengakibatkan campuran beton semakin homogen akan tetapi sulit untuk dikerjakabn (workability).

HASIL PENGUJIAN KUAT TEKAN

Pengujian kuat tekan beton dengan rencana campuran yang sama dilakukan terhadap 4 kelompok benda uji dan sesuai deangan umur beton 28 hari. Dimana setiap kelompok terdiri dari 9 sample, 4 kelompok itu adalah beton dengan lam waktu pencampuran 0 jam, 1 jam, 2 jam, 4 jam.

Pengembangan kuat tekan beton dari setiap sample dapat kita lihat pada tabel 12 dibawah ini.

Tabel 12 Data Kuat Tekan Beton Keras Dengan Waktu Pencampuran 0 Jam, 1 Jam, 2 Jam, 4 Jam Dengan Nilai Slump Awal 12 Cm Pada Umur 28 Hari

No.	Kuat tekan beton (kg/cm ²)	Lama waktu pencampuran (jam)			
		0	1	2	4
1	Sample 1	317,5	331,1	331,1	304,9
2	Sample 2	331,1	314,1	324,3	304,0
3	Sample 3	328,2	329,2	335	308,9
4	Sample 4	323,1	333,3	322,6	304,2
5	Sample 5	289,8	330,5	310,7	307,2

No.	Kuat tekan beton (kg/cm ²)	Lama waktu pencampuran (jam)			
		0	1	2	4
6	Sample 6	323,7	344,7	331,6	304,6
7	Sample 7	321,4	342,3	309,6	306,2
8	Sampel 8	312,4	318,6	347,5	302,0
9	Sample 9	327,7	305,6	331,6	303,3

Dari tabel 12 diatas kita akan mendapatkan hasil rata – rata kuat tekan pada setiap lama waktu pencampuran seperti dibawah ini.

- 1). pada 0 jam >>>>>> hasil rata – rata kuat tekan = 319,2 kg/cm²
- 2). Pada 1 jam >>>>>> hasil kuat tekan rata – rata = 327,7 kg/cm²
- 3). Pada 2 jam >>>>>> hasil kuat tekan rata – rata = 327,7 kg/cm²
- 4). Pada 4 jam >>>>>> hasil kuat tekan rata – rata =304,9 kg/cm²

Setelah mendapatkan nilai kuat tekan rata – rata pada beton, maka kita dapat mencari nilai kekuatan tekan beton karateristik menurut PBI 1971, dengan rumus deviasi standar ;

$$s = \sqrt{\frac{\sum_1^N (\sigma'_b - \sigma'_{bm})^2}{N-1}} \dots\dots\dots 1$$

$$\sigma'_{bk} = \sigma'_{bm} - 1,64 s \dots\dots\dots 2$$

Dimana : s = deviasi standar (kg/cm²)
 σ'_b = Kekuatan tekan beton dari masing – masing benda uji (kg/cm²)
 σ'_{bm} = Kekuatan tekan beton rata – rata (kg/cm²).
N = jumlah seluruh benda uji yang diperiksa.

1). Untuk sample beton 0 jam.

$$S = 12,46 \quad (\text{kg/cm}^2)$$

$$\sigma'_{bk} = 298,7 \quad (\text{kg/cm}^2)$$

2). Untuk sample beton 1 jam

$$S = 12,8 \quad (\text{kg/cm}^2)$$

$$\sigma'_{bk} = 306,7 \quad (\text{kg/cm}^2)$$

3). Untuk sample beton 2 jam

$$S = 11,86 \quad (\text{kg/cm}^2)$$

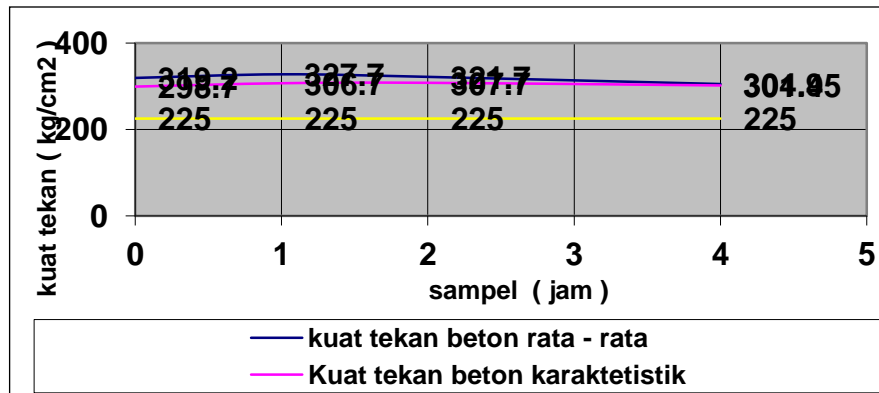
$$\sigma'_{bk} = 307,7 \quad (\text{kg/cm}^2)$$

4). Untuk sample beton 4 jam.

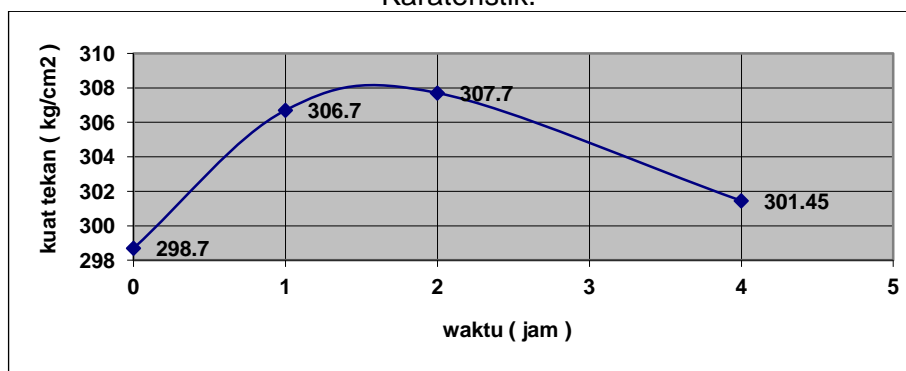
$$S = 2,10 \quad (\text{kg/cm}^2)$$

$$\sigma'_{bk} = 301,45 \quad (\text{kg/cm}^2)$$

Kuat Tekan Rata – Rata Beton Keras Dengan Kuat Tekan Beton Karakteristik dapat dilihat pada grafik 6 dibawah ini



Grafik6 . Perbandingan Kuat Tekan Rata – Rata Beton Keras Dengan Kuat Tekan Beton Karakteristik.



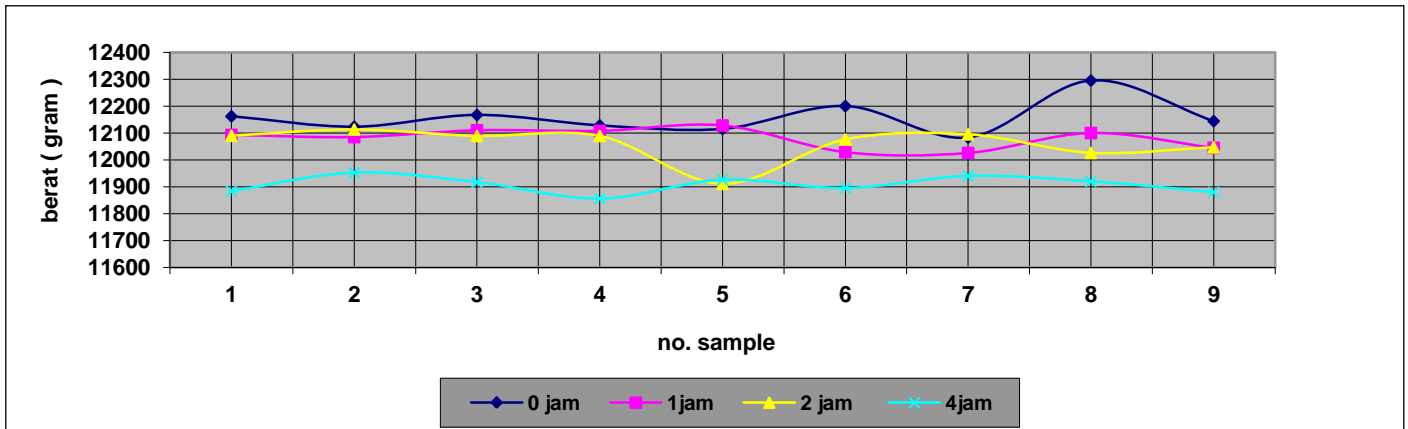
Grafik 7. Hubungan Kuat Tekan Rata-Rata Beton Karakteristik Terhadap Waktu Pencampuran.

Dari grafik 7 dapat kita lihat bahwa semakin lama waktu pengadukan akan mengakibatkan penurunan pada kuat tekan beton, sehingga ini akan mengakibatkan berkurangnya mutu beton, kekuatan beton maksimal terjadi pada saat lama pengadukan 2 jam yaitu 307,7 kg/cm². sedangkan pada waktu 4 jam kuat tekan mengalami penurunan nilai kuat tekan yang sangat drastis yaitu 301,45kg/cm².Hal ini dapat juga dijadikan asumsi pada lama pengadukan 6 dan 8 jam nilai kuat tekan tidak lagi sesuai dengan yang direncanakan.

Tabel 13 Data Berat Sample Beton Keras Pada Umur 28 Hari Dengan Lama Pengadukan 0 Jam, 1 Jam, 2 Jam, 4 Jam.

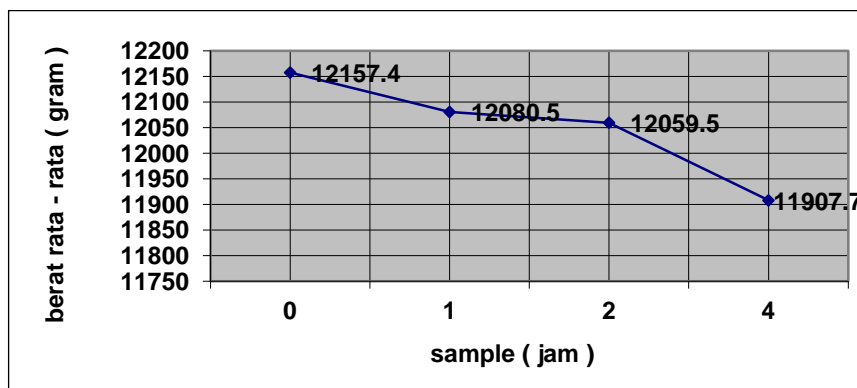
No.	Berat sample beton (gr)	Lama waktu pencampuran (jam)			
		0	1	2	4
1	Sample 1	12162	12093	12090	11884
2	Sample 2	12123	12085.5	12113	11952
3	Sample 3	12167	12110	12089	11917
4	Sample 4	12128	12108	12089	11856

No.	Berat sample beton (gr)	Lama waktu pencampuran (jam)			
		0	1	2	4
5	Sample 5	12115	12128	11911	11926
6	Sample 6	12200	12029	12076	11895
7	Sample 7	12083	12026	12095	11940
8	Sampel 8	12295	12100	12026	11920
9	Sample 9	12144	12045	12047	11880



Grafik 8. Perbandingan Berat Beton Keras Terhadap Lama Waktu Pengadukan.

Grafik 8 menjelaskan perbandingan berat beton yang ditimbang setelah 28 hari dan berat tersebut ditimbang sebelum dilakukannya uji kuat tekan pada beton. Dari grafik tersebut kita dapat melihat bahwa berat beton yang paling maksimum adalah pada benda uji beton 0 jam. Hal ini disebabkan beton masih dalam keadaan basah sehingga rongga yang ada pada saat pembuatan sample hampir tidak ada, sedangkan pada benda uji 4 jam, berat beton terlihat menurun, ini dikarenakan karena lama waktu pengadukan yang mengakibatkan banyak udara yang masuk kedalam campuran beton, sehingga membuat rongga pada beton tersebut.



Gbr 9. Grafik Perbandingan Berat Rata – Rata Beton Keras Terhadap Waktu Pengadukan.

Dari grafik 9 dapat kita lihat bahwa semakin lama beton diaduk akan menghasilkan berat rata – rata yang rendah, hal ini terbukti dengan perbedaan selisih berat rata – rata sample beton pada pengadukan 0 jam yaitu 12157,4 gram dan pada waktu 4 jam yang lebih rendah yaitu 11907,7 gram.

KESIMPULAN

Berdasarkan analisa dan evaluasi dari hasil penelitian dan pengujian hipotesis yang dilakukan di Laboratorium, mengenai “ pengaruh lama waktu pencampuran terhadap mutu beton “ , dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Perubahan nilai slump dapat dipengaruhi oleh lama waktu pengadukan, ini dibuktikan pada saat pembuatan sample beton 4 jam nilai slump menjadi 3 cm dari nilai slump awal 12 cm, dan adukan beton menjadi lebih keras.
2. Semakin lama pengadukan akan menyebabkan tingkat homogenitas campuran yang tinggi, sehingga walaupun campuran beton diaduk hingga 4 jam, sample tersebut masih bisa digunakan.
3. Rendahnya tingkat workabilitas belum tentu akan menghasilkan mutu beton yang rendah pula, ini dapat kita lihat pada hasil kuat tekan sample 4 jam, hasil rata – rata kuat tekan beton karakteristik sebesar 301,45 kg/cm² masih lebih tinggi dari rencana awal yaitu 225 kg/cm² .
4. Tingginya tingkat homogenitas campuran beton belum tentu memiliki tingkat workability yang tinggi pula, hal ini dikarenakan jika campuran beton diaduk lebih lama akan menghasilkan campuran beton yang mulai mengeras.

Dari hasil test laboratorium lama campuran/pengadukan beton yang baik adalah campuran beton yang diaduk tidak lebih dari 2 jam, percobaan ini dapat kita lihat pada saat percobaan kuat tekan sample 2 jam menghasilkan nilai kuat tekan yang maksimal yaitu 307,7 kg/cm²

DAFTAR PUSTAKA

1. L.J. Murdock, K. M. Brook ; Bahan dan Praktek Beton ; Penerbit Erlangga ; 1999.
2. Paul Nugraha, Antoni ; Teknologi beton (dari material, pembuatan, ke beton kinerja tinggi) ; Penerbit Andi ; 2007.
3. Tri Mulyono ; Teknologi Beton ; Penerbit Andi ; 2003.
4. Catatan Kuliah ; Material Semen dan Beton ; Penerbit ITB ; 2002 – 2003.
5. Panduan Praktikum ; Teknologi Beton ; Departemen Pekerjaan Umum, Badan Penelitian dan Pengembangan ; Balai Irigasi Bekasi ; 2008.
6. Peraturan Beton Bertulang Indonesia 1971 ; Penerbit Departemen Pekerjaan Umum dan Tenaga Listrik ; 1977.
7. Petunjuk Praktikum Uji Bahan ; Laboratorium Fakultas Teknik Universitas Borobudur ; 2003.