PENGARUH LAMA PENGADUKAN TERHADAP FAKTOR KEPADATAN ADUKAN BETON

Oleh :
Harun Mallisa [1)]

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh dari lamanya pengadukan campuran beton terhadap sifat adukan beton segar. Variabel lama pengadukan terdiri atas tujuh perilaku yaitu 2 menit 7, 12, 17, 22, 27, dan 32 menit dan hasil pengadukan selanjutnya diuji faktor kepadatan adukan beton menurut periode umur perawatan benda uji.

Hasil penelitian menunjukan adanya pengaruh lama pengadukan terhadap faktor kepadatan adukan beton turun dari 0,961 menjadi 0,876 atau turun sebesar 8,84 %. Jadi semakin lama beton diaduk, adukan beton segar akan menjadi lebih kental/kaku, kandungan udara semakin bertambah dan sifat workabilitasnya semakin rendah.

Kata Kunci : Lama pengadukan beton, beton segar

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Dalam PBI 71 dikemukakan bahwa untuk mendapatkan hasil adukan campuran beton yang baik, maka pengadukan bahan campuran beton untuk kebutuhan beton struktural haruslah dilakukan dengan mesin pengaduk. Secara khusus untuk membuat campuran beton Kelas III yaitu mutu beton yang lebih besar dari K.225, mesin pengaduk haruslah dilengkapi dengan alat-alat yang dapat mengukur secara tepat jumlah bahan yang digunakan, terutama air pencampur yang akan dimasukkan kedalam drum pengaduk.

Dalam hal pengadukan beton faktor lama waktu pengadukan campuran beton juga 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 banyak dijumpai orang menggunakan mesin pengaduk (molen beton) yang kecil, yaitu yang berkapasitas maksimal 350 liter. Dengan mesin pengaduk tersebut kadang orang 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)] Staf pengajar pada Fakultas Teknik Universitas Tadulako Palu.

1.2. Rumusan Masalah

Bertolak dari uraian latar belakang tersebut diatas maka permasalahannya adalah bahwa apakah dengan bertambahnya lama waktu pengadukan beton akan dapat berpengaruh terhadap salah satu sifat adukan beton yang ada?. Yaitu bahwa bagaimana pengaruh lamanya waktu pengadukan terhadap faktor kepadatan adukan beton (compaction factor).

1.3. Tujuan

Tujuannya adalah untuk mengkaji adanya pengaruh sebab-akibat lama waktu pengadukan campuran beton terhadap faktor kepadatan adukan 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) menurut volume adukan dan putaran mesin pengaduk yang konstan.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Pengadukan Beton

Pada dasarnya mutu beton tergantung pada sifat dan karakteristik bahan pembentuknya, cara pengerjaannya dan kondisi lingkungan sekitarnya terutama

faktor suhu ketika beton itu dikerjakan. Dalam hal pengerjaan beton, faktor pengadukan beton menjadi salah satu kegiatan yang penting terutama untuk jenis beton struktural yang harus direncanakan dan dikerjakan untuk memenuhi kekentalan (konsistensi) dari adukan, kekuatan dan ketahanan (durabilitas) betonnya. (R. Segel, 1993; Soetjipto, 1987 dan LJ. Murdock, 1981).

Untuk mendapatkan hasil adukan yang baik, maka pengadukan beton haruslah dilakukan dengan mesin pengaduk supaya proses penyatuannya (homogenitas) dapat lebih baik dan cepat. Lama waktu pengadukan tergantung pada kapasitas dari drum pengaduk, yaitu banyaknya bahan yang akan diaduk, jenis dan butiran agregat (gradasi), serta workabilitas adukannya. Dalam LJ. Murdock (1981) dikemukakan untuk volume adukan yang tertentu diperlukan lama waktu pengadukan sebagai berikut : ≤ 2 m^3 - 1½ menit, 2½ m^3- 2 menit, 3 m^3- 2½ menit, 5 m^3- 3 menit.

Sedang menurut ACI dan ASTM C.14 – 78a lama waktu pengadukan ditentukan sebagai berikut : 0,8 m^3 - 1 menit, 1,5 m^3 - 1¼ menit, 2,3 m^3 - 1½ menit, 3,1 m^3 - 1¾ menit, 3,8 m^3 - 2 menit, 4,6 m^3 - 2¼ menit, 7,6 m^3 - 3¼ menit.

Didalam PBI 71-6.2.3. disebutkan lama waktu pengadukan paling sedikit 1½ menit, setelah semua bahan telah dimasukkan kedalam drum pengaduk, sementara oleh Soetjipto (1987), LJ. Murdock (1981) dan Sumardi (1998) menyatakan bahwa lama pengadukan tidak perlu lebih dari 2½ - 3½ menit.

2.2. Sifat Pengeluaran Air dari Adukan (Bleeding)

Pengeluaran air pada adukan beton disebabkan oleh pengeluaran air sebagian dari pasta semennya. Pasta semen merupakan larutan kental, yang labil oleh gravitasi (Soetjipto, 1987). Bila digunakan air adukan yang lebih banyak daripada yang digunakan untuk proses hidrasi dengan semen (pengikatan dan pengerasan) maka kelebihan air akan naik ke permukaan adukan beton dengan membawa butiran semen yang belum bereaksi secara sempurna dan kemudian membentuk lapisan yang lemah, serta berpori karena adanya lapisan buih/busa semen (laitance).

Meskipun ukuran butiran semen bervariasi atau tidak seragam, tetapi karena adanya air kemudian menggumpal sehingga butiran akan turun dengan kecepatan yang relatif sama. Air bening yang bebas terlepas dari reaksi hidrasi dengan semen terdesak ke atas dan selain itu terdapat pula butiran semen yang bereaksi lambat ikut terbawa oleh air ke permukaan.

Jika proses pengeluaran air (bleeding) belum selesai, sementara pasta semennya lebih dulu mengeras, akan memungkinkan konsentrasi butiran semen yang tidak serba sama. Pada lapisan bawah terdapat hasil sedimen yang lengkap, sebaliknya pada lapisan atas belum atau tidak lengkap.

Tentang pengaruh bleeding terhadap mutu beton, oleh V. Sampebulu (1996) dijelasakan bahwa ketika bleeding sedang berlangsung air campuran terjebak didalam kantong-kantong yang terbentuk antara angregat dengan pasta semen (matriks). Sesudah bleeding selesai dan beton sudah mengeras, kantong-kantong tersebut menjadi kering ketika berlangsung perawatan dalam keadaan kering. Akibatnya apabila ada tekanan kantong-kantong tersebut penyebab mudahnya terjadi retak pada beton, karena kantong-kantong hanya berisi udara dan bahan lembut semacam debu halus.

Untuk mengurangi sifat pengeluaran air (bleeding) pada adukan beton beberapa hal yang dapat dilakukan antara lain sebagai berikut :

a. Jumlah air campuran yang digunakan tidak melebihi kebutuhan untuk dapat mencapai sifat dapat dikerjakan (workabilitas) secara baik
b. Campuran dengan semen yang lebih banyak.
c. Gunakan jenis semen dengan butiran yang lebih halus.
d. Agregat dengan gradasi yang lebih baik yaitu memenuhi syarat standar.

Makin banyak semen yang digunakan makin banyak air yang dipakai untuk proses berhidrasi dalam adukan beton; makin halus

butiran semen makin besar jumlah luas permukaannya sehingga makin banyak air yang terpakai oleh semen dalam proses pengikatan dan pengerasan beton. Bila agregat dengan gradasi yang lebih baik maka kebutuhan pasta semen akan berkurang.

2.3. Pengaruh Waktu Pengadukan

Pengadukan bahan campuran beton dengan menggunakan mesin pengaduk (molen beton), tentu hasilnya akan lebih baik daripada bila diaduk secara manual (dengan skop atau pacul). Pengadukan secara manual umumnya hanya di peruntukkan pada pekerjaan beton yang sederhana dimana persyaratan kekuatan dan kepadatan beton sama sekali tidak dituntut, atau pada pekerjaan yang non-struktural (PBI 71-4.2.2).

Soetjipto (1987), dijelaskan bahwa lama waktu pengadukan tidak boleh terlalu singkat/pendek, sehingga adukan tidak merata pencampurannya, tetapi sebaliknya juga tidak boleh terlalu lama karena akan mengurangi kekuatan tekan betonnya. Waktu pengadukan juga tidak boleh kurang dari 1,5 menit, tetapi tidak perlu lebih dari 2 menit. Pengadukan yang terlalu lama memberi pengaruh yang kurang baik pada adukan beton sehingga mengakibatkan menurunnya kekuatan tekan beton.

Dalam PBI 71-6.2.3. mensyaratkan bahwa waktu pengadukan tergantung pada kapasitas drum pengaduk, banyaknya bahan yang akan diaduk, jenis dan susunan butiran dari agregat yang dipakai dan slump betonnya. Akan tetapi pada umumnya waktu pengadukan harus diambil paling sedikit 1,5 menit setelah semua bahan dimasukkan kedalam drum pengaduk. Setelah selesai pengadukan, adukan beton harus memperlihatkan susunan dan warna yang merata.

III. METODE PENELITIAN

3.1. Bahan dan Perlengkapan Penelitian

Bahan dan perlengkapan yang digunakan untuk penelitian ini adalah sebagai berikut :

a. Bahan-bahan yang digunakan

- Semen Portland jenis/tipe I
- Agregat halus atau pasir dari sungai Palu
- Agregat kasar berupa batu pecah dari labuan mini
- Air bersih dari PDAM.

Pada penelitian ini tidak digunakan bahan tambahan pembantu (admixture).

b. Peralatan yang digunakan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut: Mesin pengaduk, Stcpwatch,Thermometer,Kerucut Abrams dan perlengkapannya untuk pengujian Nilai Slump, Silinder untuk mencetak benda uji beton, Penggetar poker untuk pemadatan pencetakan benda uji beton, Mesin tekan beton, alat bantu lainnya.

3.2. Prosedur Penelitian

Prosedur dan metode rancangan pada penelitian ini diberi perlakuan secara sama untuk setiap variabel lama waktu pengadukan. Peralatan yang akan digunakan, dan bahan-bahan campuran beton yang diperlukan lebih dulu dipersiapkan sesuai hasil perhitungan proporsi campuran (mix design concrete) untuk satu kali pengadukan pada setiap variabel lama waktu pengadukan.

Kecepatan putar mesin pengaduk (molen) diatur yaitu sekitar 25 putaran per menit. Bila mesin pengaduk sudah berputar normal, bahan-bahan campuran beton dimasukkan kedalam drum pengaduk secara berurut yaitu agregat kasar dan sebagian air, kemudian agregat halus, semen, dan sisa sebagian air adukan tadi. Lama waktu memasukkan bahan-bahan tersebut tidak lebih dari 5 menit. Sesudahnya itu lama waktu pengadukan mulai dihitung dengan menggunakan Stopwatch, sesuai dengan lama waktu pengadukan yang ditentukan.

Selanjutnya adukan beton dikeluarkan dan langsung diuji / diukur nilai slumpnya, kandungan udara, faktor kepadatannya (compaction faktor) dan membuat benda ujinya.

Memadatkan benda uji digunakan internal vibro atau poker selama 30 detik, kemudian diberi lapisan pasta semen untuk

meratakan permukaan benda uji (capping). Setelah 24 jam cetakan benda uji dapat dibuka, kemudian dilakukan perawatan akan disesuaikan dengan periode umur pengujian kuat tekan beton, yaitu umur 3,7,14,21 dan 28 hari.

Berikut bagian rancangan perlakuan pengujian adalah sebagai table 4 berikut :

Tabel 1. Rancangan metode perlakuan variabel

Lama Pengadukan (menit)	Metode pengadukan	Metode Perawatan benda uji	Metode pemadatan benda uji	Metode uji tekan benda uji
2 7 12 17 22 27 32	Dengan molen	Dengan perawatan direndam (water curing)	Dengan internal vibrator (poker)	Dengan mesin uji tekan pada periode perawatan 3, 7, 14, 21, 28 hari

IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil Penelitian

Untuk memperoleh hasil dari penelitian ini dilakukan pemeriksaan dan pengujian terhadap sifat adukan beton dari masing-masing variabel perlakuan lama pengadukan beton. Hasil-hasil pengujian yang dimaksud, dari setiap variabel lama pengadukan adalah faktor kepadatan adukan beton.

Pengujian faktor kepadatan dimaksudkan untuk mengukur tingkat kepadatan individual (self compaction) adukan beton yang dihasilkan dari suatu pekerjaan standar terhadap pekerjaan beton . Sifat kemudahan pengerjaan dari adukan beton atau workabilitas memberi pengaruh terhadap faktor kepadatan adukan beton.

Nilai faktor kepadatan (CF) dihitung dengan rumus :

$$CF = Wd / Wf$$

Dimana : CF = Nilai Faktor Kepadatan
Wd = Kepadatan individual (kepadatan jatuh)
Wf = Kepadatan penuh (dipadatkan).

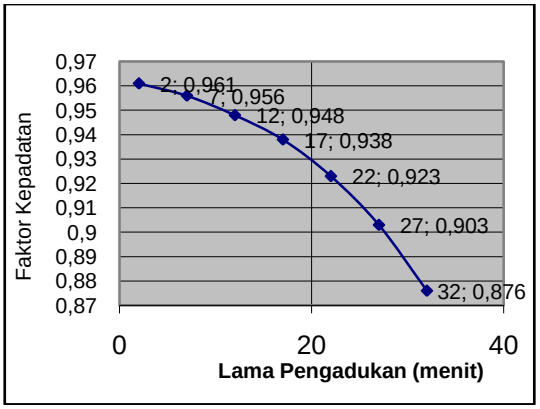
Hasil pengujian faktor kepadatan dapat dilihat seperti pada tabel 2 sebagai berikut :

Tabel 2. Faktor kepadatan adukan beton

No.	Lama pengadukan (menit)	Berat jatuh Wd (gr)	Berat padat Wf (gr)	Faktor kepadatan
1.	2	12245	12740	0,961
2.	7	12185	12745	0,956
3.	12	12095	12757	0,948
4.	17	11975	12765	0,938
5.	22	11795	12775	0,923
6.	27	11545	12785	0,903
7.	32	11220	12710	0,876

Hasil menunjukan bahwa semakin lama pengadukan beton berlangsung, berat volume jatuh (drop weight) dan faktor kepadatan adukan beton semakin rendah. Sebaliknya berat volume setelah dipadatkan (full Weight) semakin bertambah.

Grafik hubungan lama pengadukan terhadap nilai faktor kepadatan dapat dilihat pada gambar 1 berikut ini.



Gambar 1. Hubungan lama pengadukan campuran beton terhadap nilai faktor kepadatan.

4.2. Pembahasan

Hasil penelitian ini menunjukkan adanya pengaruh lama pengadukan terhadap nilai faktor kepadatan adukan beton (compaction factor). Semakin lama pengadukan dilakukan, semakin rendah nilai faktor kepadatannya (dapat dilihat pada tabel 2). Sehubungan dengan nilai slump pada lama pengadukan yang lebih singkat diperoleh hasil adukan yang lebih encer,

sehingga adukan mudah jatuh dan mengalir ke dalam wadah silinder. Sebaliknya pada pengadukan yang lebih lama sifat adukan menjadi lebih kental/kaku, sehingga agak sulit mengalir dan mengisi wadah secara lebih padat ketika diadakan pengecoran karena workabilitasnya yang rendah.

Faktor kekentalan atau konsistensi adukan beton mempengaruhi berat volume adukan beton sebelum dipadatkan, yaitu adukan lebih encer timbangnnya lebih berat dari pada adukan yang lebih kental, karena kandungan udaranya lebih besar dari pada adukan yang encer. Sebaliknya ketika adukan beton sudah dipadatkan, pada adukan yang lebih encer atau pada pengadukan yang singkat berat volume adukannya lebih ringan dari pada adukan yang lebih kental. Hal ini dimungkinkan karena berkurangnya kandungan udara lalu digantikan oleh adukan setelah dilakukan pemadatan.

Fenomena lain yang tampak ketika dilakukan pemadatan adukan beton, bahwa pada adukan yang lebih encer peristiwa bleeding yaitu terjadinya pemisahan air adukan dan butiran agregat halus yang naik ke permukaan beton muncul lebih awal atau lebih cepat dibanding pada adukan yang lebih kental dimana muncul gelembung-gelembung udara yang lebih banyak ke permukaan.

V. KESIMPULAN

5.1. Kesimpulan

Dari hasil penelitian tersebut dapat ditarik kesimpulan bahwa bertambahnya lama waktu pengadukan akan mempengaruhi sifat kekentalan adukan beton akan semakin kental atau kaku karena memberi peluang untuk banyaknya air adukan yang akan menguap sehingga adukan akan kehilangan air. Selain itu juga sifat adukan juga menunjukkan tingkat workabilitas adukan menjadi rendah, sebagai pengaruh dari bertambahnaya lama waktu pengadukan dan itu dapat dilihat dari hasil nilai faktor kepadatan adukan beton yang semakin kecil atau menurun.

5.2. Saran

- Lamanya waktu pengadukan beton perlu diperhatikan dengan baik karena hal ini akan berpengaruh terhadap sifat adukan beton, yaitu bila pengadukan terlalu lama, adukan beton akan menjadi lebih kental/kaku, tingkat workabilitasnya menjadi rendah sehingga adukan menjadi semakin sulit dikerjakan termasuk sulit untuk dipadatkan.
- Bila adukan beton lebih kental/kaku, hindari penambahan air adukan yang tanpa terukur selama proses pengadukan berlangsung, karena penambahan air berlebihan akan mengurangi mutu beton.

DAFTAR PUSTAKA

Anonim, (1991). ***Tatacara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal, SKSNI T.15-1990-03***. Bandung. Yayasan Penyelidikan Masalah Bangunan.

……....., (1995). ***Tatacara Pengadukan dan Pengecoran Beton. SNI.03-3976-1995***. Jakarta. Dewan Standarisasi Nasional (DSN).

……., (1989). ***Metode Pengujian Kuat Tekan Beton***. SKSNI M-14-1989-F. Bandung. Yayasan Penyelidikan Masalah Bangunan.

Murdoch,L.S. Stepanus,H. (1981). ***Bahan dan Praktek Beton***. Edisi.4. Jakarta. Erlangga.

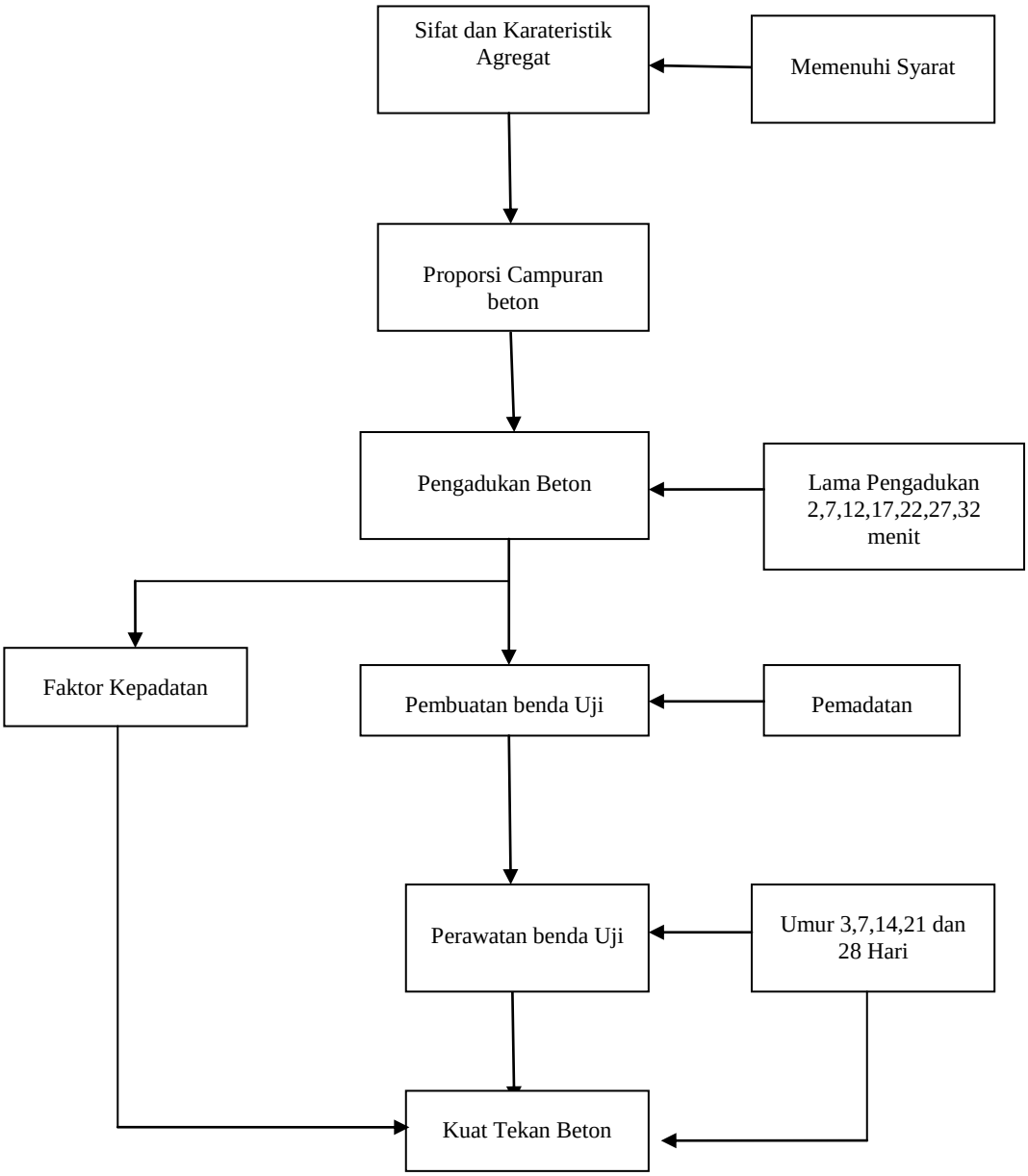
Sampebulu',V. (1988). ***A Basic Study on the Properties of Hot Weather Concrete***. (Doctor's Disertation). Departement of Architecture Falcuty of Engineering. Khusyu University. Japan.

Segel,R. Kusumah,G. (1993). ***Pedoman Pengerjaan beton berdasarkan SKSNI.T.15-1991-03***. Seri 2. Jakarta. Erlangga.

Soetjipto, Ismoyo,P. (1987). ***Konstruksi Beton Bertulang***. Seri 1. Jakarta. Direktorat Pendidikan Kejuruan.

Sumardi,K. (1998). ***Teknologi Beton***. Bahan Pelatihan Instruktur Politeknik – ITB. Bandung. Politeknik-ITB.

Tjokrodimuljo,K. (1998). ***Teknologi Beton***. Yogyakarata. Nafiri.

Tutt, Bryan.R. (1975). ***Flowing Concrete and its Values***. The First International Conference on Ready-mix Concrete. Dundee University. United Kingdom.

Alur Penelitian