

## NASKAH SEMINAR

### PENGARUH WAKTU PENGADUKAN TERHADAP KUAT TEKAN BETON DENGAN MENGGUNAKAN BATU APUNG SEBAGAI AGREGAT KASAR<sup>1</sup>

Ramiz Naufal<sup>2</sup>, As'at Pujiyanto<sup>3</sup>, Restu Faizah<sup>4</sup>

#### INTISARI

*Beton normal merupakan bahan yang relatif cukup berat, dengan berat jenis 2,4 atau berat 2400 kg/m<sup>3</sup>. Karena beban beton sendiri cukup besar, maka diperlukan dimensi ataupun kuat tekan rencana yang cukup besar. Untuk mengurangi beban mati suatu struktur beton atau mengurangi sifat penghantaran panasnya, maka telah banyak dipakai beton ringan. Beton dapat disebut beton ringan jika beratnya kurang dari 1900 kg/m<sup>3</sup> atau memiliki kuat tekan minimum 6,89 MPa untuk struktural ringan.*

*Berdasarkan PBI 1971, waktu pengadukan bergantung pada kapasitas drum pengaduk, banyaknya adukan yang diaduk, jenis dan susunan butir dari agregat yang dipakai dan slump dari betonnya, akan tetapi pada umumnya harus diambil paling sedikit 1,5 menit setelah semua bahan-bahan dimasukkan ke dalam drum pengaduk. Kenyataanya pada saat melakukan pengadukan campuran beton seringkali tidak diperhatikan durasi pengadukan yang dilakukan, jadi waktu pengadukan tidaklah tetap.*

*Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui waktu pengadukan yang baik untuk mencapai nilai kuat tekan yang maksimum. Digunakan 3 variasi waktu pengadukan dalam penelitian ini, yaitu : 2, 12, dan 22 menit. Benda uji yang digunakan memiliki bentuk silinder dengan dimensi diameter 15 cm dan tinggi 30 cm, dibuat 3 benda uji untuk setiap variasinya. Pengujian yang dilakukan terhadap beton adalah uji kuat tekan dengan menggunakan mesin uji tekan. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, didapat nilai kuat tekan beton pada umur 28 hari dengan waktu pengadukan 2, 12, dan 22 menit berturut-turut adalah 10,2922 MPa; 7,7730 MPa; dan 7,5404 MPa.*

**Kata kunci :** Beton, Batu Apung, Waktu Pengadukan, Kuat Tekan Beton

---

<sup>1</sup>disampaikan pada seminar Tugas Akhir

<sup>2</sup>20120110092 Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, UMY

<sup>3</sup>Dosen Pembimbing I

<sup>4</sup>Dosen Pembimbing II

## PENDAHULUAN

### 1. Latar Belakang

Dijelaskan dalam Mulyono (2004), beton merupakan fungsi dari baahn penyusunnya yang terdiri dari bahan semen hidrolik (*portland cement*), agregat kasar, agregat halus, air dan bahan tambah (*admixture* atau *additive*). Beton normal merupakan bahan yang relatif cukup berat, dengan berat jenis 2,4 atau berat 2400 kg/m<sup>3</sup>. Karena beban beton sendiri cukup besar, maka diperlukan dimensi ataupun kuat tekan rencana yang cukup besar. Untuk mengurangi beban mati suatu struktur beton atau mengurangi sifat penghantaran panasnya, maka telah banyak dipakai beton ringan. Beton disebut beton ringan jika beratnya kurang dari 1900 kg/m<sup>3</sup> (SNI 03-2847-2002). Pada dasarnya, beton ringan diperoleh dengan cara penambahan pori-pori udara ke dalam campuran betonnya. (Tjokrodinuljo, 2007). Berbagai cara bisa dilakukan untuk membuat beton ringan, salah satu caranya yaitu dengan memanfaatkan batu apung sebagai agregat kasar pada campuran beton.

Selain bahan – bahan dengan berbagai kualitas, ada beberapa faktor yang sering kurang diperhatikan yang mungkin saja hal tersebut dapat mempengaruhi kualitas beton yang dibuat, antara lain suhu, kelembaban, serta waktu pengadukan. Diketahui beton terbuat dari beberapa bahan yang mampu bereaksi dengan waktu yang relatif tidak lama yaitu semen dan air, maka dari itu sebaiknya ada perhatian khusus terhadap proses pencampuran bahan-bahan beton.

### 2. Rumusan Masalah

- a. Berapa kuat tekan beton dengan batu apung sebagai agregat kasar?
- b. Apakah ada pengaruh lama waktu pengadukan terhadap kuat tekan beton dan nilai *slump* dengan agregat kasar batu apung?
- c. Berapakah waktu pengadukan yang dibutuhkan untuk mendapatkan hasil kuat tekan yang maksimum?

### 3. Tujuan Penelitian

- a. Meneliti kuat tekan beton dengan batu apung sebagai agregat kasar.
- b. Meneliti apakah ada pengaruh lama waktu pengadukan terhadap kuat tekan beton nilai *slump* dengan agregat kasar batu apung.
- c. Meneliti durasi yang tepat untuk mencapai kuat tekan maksimum.

## TINJAUAN PUSTAKA

### 1. Penelitian Sebelumnya

Mallisa, Harun (2010), melakukan penelitian dengan judul “Pengaruh Lama Pengadukan Terhadap Faktor Kepadatan Adukan Beton” dan mendapatkan hasil pengadukan dengan durasi 2 menit memiliki faktor kepadatan sebesar 0,961 sedangkan untuk pengadukan selama 32 menit faktor kepadatan menurun menjadi 0,876.

Nursyafri dan Haris, R (2012), melakukan penelitian dengan judul “Pengaruh Waktu Pengadukan Terhadap Sifat Beton Normal”. Variasi waktu yang digunakan adalah 2, 4, 6, dan 8 menit. Dari penelitian ini didapatkan nilai *slump* sebesar 10 mm pada pengadukan selama 2 menit dan pada waktu pengadukan selama 8 menit, nilai *slump* yang dihasilkan sebesar 85 mm. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan berat yang dihasilkan semakin berat seiring bertambahnya waktu pengadukan.

Hidayat, A. R (2013), melakukan penelitian dengan judul “Pengaruh Komposisi Agregat Kasar (Breksi Batu Apung dan Batu Pecah) Terhadap Berat Jenis dan Kuat Tekan”. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan beton dengan komposisi batu apung 100% memiliki nilai kuat tekan 18,42 MPa, sedangkan beton dengan komposisi 0% batu apung memiliki nilai kuat tekan sebesar 46,73 MPa.

Nugroho, A. Z dan Widodo, S (2013) melakukan penelitian dengan judul “Efek Perbedaan Faktor Air Semen Terhadap Kuat Tekan Beton Ringan Agregat Breksi Batu Apung”. Dari penelitian yang telah dilakukan, dihasilkan beton dengan fas 0,35 memiliki kuat tekan sebesar 17,48 MPa sedangkan untuk fas 0,5 dihasilkan kuat tekan sebesar 14,92 MPa.

Hermansyah (2013), melakukan penelitian dengan judul “Pengaruh Gradasi Batu Apung Terhadap Kuat Tekan dengan Ukuran Agregat Seragam 10 mm, 15 mm, 20 mm, dan 25 mm” dan dari penelitiannya didapatkan kuat tekan beton dari setiap variasi agregat campuran batu apung yang berdiameter 10 mm, 15 mm, 20 mm, dan 25 mm berturut-turut adalah 14,3 MPa; 10,43 MPa; 8,08 MPa; dan 7,08 MPa.

## 2. Keaslian Penelitian

Penelitian kali ini merupakan penelitian yang belum pernah dilakukan sebelumnya. Penelitian kali ini menggunakan batu apung dengan ukuran diameter maksimum 20 mm, agar didapatkan berat beton ringan yang memenuhi syarat. Sedangkan untuk waktu pengadukan yang dilakukan memiliki interval waktu 10 menit yaitu 2, 12, dan 22 menit.

## LANDASAN TEORI

### 1. Beton

Beton merupakan campuran antara semen portland atau semen hidrolis yang lain, agregat halus, agregat kasar, dan air dengan atau tanpa bahan tambah yang membentuk masa padat (SNI-03-2847-2002). Beton bersifat getas, sehingga memiliki kuat tekan tinggi namun kuat tariknya rendah. Pengujian kuat tekan dapat dilakukan berdasarkan SNI 03-1974-1990, dan untuk menghitung kuat tekan beton dapat dilakukan menggunakan rumus :

$$F_c' = \frac{P}{A}$$

Dimana :

- $P$  = Beban tekan aksial (N)
- $A$  = Luas penampang ( $\text{mm}^2$ )

Berdasarkan kuat tekannya, beton dapat dibagi menjadi beberapa jenis seperti yang ditunjukkan dalam *Tabel 1*.

*Tabel 1. Jenis beton berdasarkan kuat tekan*

| Jenis Beton      | Kuat Tekan (MPa) |
|------------------|------------------|
| Beton sederhana  | Sampai 10 MPa    |
| Beton normal     | 15 - 30 MPa      |
| Beton pra-tegang | 30 - 40 MPa      |

|                                |             |
|--------------------------------|-------------|
| Beton kuat tekan tinggi        | 40 – 80 MPa |
| Beton kuat tekan sangat tinggi | > 80 MPa    |

Sumber : (Tjokrodinuljo, 2007)

Terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi kuat tekan beton, antara lain :

- a. Umur beton
- b. Faktor air semen
- c. Kepadatan
- d. Jumlah pasta semen
- e. Jenis semen
- f. Sifat agregat.

### 2. Bahan Penyusun Beton

- a. Semen Portland ialah semen hidrolis yang dihasilkan dengan cara menghaluskan klinker, yang terutama terdiri dari silikat-silikat kalsium yang bersifat hidrolis, dan gips sebagai bahan pembantu. Fungsi semen ialah untuk bereaksi dengan air menjadi pasta semen. Pasta semen berfungsi untuk merekatkan butir-butir agregat agar terjadi suatu massa yang kompak/padat. Selain itu pasta semen juga untuk mengisi rongga-rongga di antara butir-butir agregat.
- b. Agregat ialah butiran mineral alami yang berfungsi sebagai bahan pengisi dalam campuran mortar atau beton. agregat ini kira-kira menempati sebanyak 70% volume mortar atau beton. Menurut standar SK SNI S-04-1989-F, agregat untuk bahan bangunan sebaiknya dipilih yang memenuhi persyaratan sebagai berikut :

Agregat halus

- Butir-butirnya tajam dan keras
- Tidak mengandung lumpur > 5%
- Kekal, tidak pecah atau hancur karena pengaruh cuaca
- Modulus halus butir antara 1,5 – 3,8

Agregat kasar

- Butirnya keras dan tidak berpori
- Tidak mengandung lumpur > 1%
- Tidak mengandung zat reaktif terhadap alkali

- Butiran agregat yang pipih dan panjang tidak boleh > 20%
- c. Air merupakan bahan dasar pembuat beton yang penting, yang berguna untuk bereaksi dengan semen portland. Selain itu air juga menjadi bahan pelumas antara butir-butir agregat, agar mudah dikerjakan (diaduk, dituang, dan dipadatkan). Air sebagai bahan bangunan sebaiknya memenuhi syarat yang dijelaskan dalam SK SNI S-04-1989-F, yaitu :
- Air harus bersih.
  - Tidak mengandung lumpur, minyak dan benda melayang lainnya, yang dapat dilihat secara visual.
  - Tidak mengandung garam-garam yang dapat larut dan dapat merusak beton lebih dari 15 gram per liter.
  - Tidak mengandung khlorida (Cl) lebih dari 0,5 gram per liter.
  - Tidak mengandung senyawa sulfat (sebagai SO<sub>3</sub>) lebih dari 1 gram per liter.

### 3. Beton Ringan

Beton disebut beton ringan jika beratnya kurang dari 1900 kg/m<sup>3</sup>. Pada dasarnya, beton ringan diperoleh dengan cara penambahan pori-pori udara ke dalam campuran betonnya. Pada dasarnya, beton ringan diperoleh dengan cara penambahan pori-pori udara ke dalam campuran betonnya.

### 4. Waktu Pengadukan

Menurut Murdock (1986) waktu campur minimum, umumnya diberikan spesifikasinya oleh "Bureau of Reclamation Work in America", waktu mulai setelah semua bahan baku, kecuali yang terakhir ialah air, berada dalam alat campur seperti yang dijelaskan dalam Tabel 2.

Tabel 2. Waktu Campur Berdasarkan Kapasitas Pengaduk

| Kapasitas alat campur (m <sup>3</sup> ) | Waktu campur (menit) |
|---|----------------------|
| 2 atau kurang                           | 1,5                  |

|     |     |
|-----|-----|
| 2,5 | 2   |
| 3,0 | 2,5 |
| 5,0 | 3   |

Sumber : (L. J. Murdock, 1986)

Waktu pengadukan bergantung pada kapasitas drum pengaduk, banyaknya adukan yang diaduk, jenis dan susunan butir dari agregat yang dipakai dan slump dari betonnya, akan tetapi pada umumnya harus diambil paling sedikit 1,5 menit setelah semua bahan-bahan dimasukkan ke dalam drum pengaduk.

Dijelaskan dalam Mulyono (2004), waktu pengadukan akan berpengaruh pada mutu beton. Jika terlalu sebentar pencampuran bahan kurang merata, sehingga pengikatan antara bahan-bahan beton akan berkurang. Sebaliknya, pengadukan yang terlalu lama akan mengakibatkan : (1) naiknya suhu beton, (2) keausan pada agregat sehingga agregat pecah, (3) terjadinya kehilangan air sehingga penambahan air dilakukan, (4) bertambahnya nilai slump dan (5) menurunnya kekuatan beton.

## METODE PENELITIAN

### 1. Bahan-bahan

Bahan dan material yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

- Semen Portland Tipe 1 merek Holcim
- Agregat halus (pasir) merapi dari daerah Muntilan, Jawa Tengah
- Agregat kasar batu apung dari Lombok, NTB
- Air bersih dari Laboratorium Teknologi Bahan, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

### 2. Alat-alat

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain:

- |                         |                       |
|-------------------------|-----------------------|
| - Timbangan             | - Cawan               |
| - Stopwatch             | - Oven                |
| - Piknometer            | - Sendok semen        |
| - Kerucut Abrams        | - Penumbuk baja       |
| - Concrete mixer        | - Silinder beton      |
| - Mesin uji tekan       | - Mesin Los Angeles   |
| - Saringan standar ASTM | - Mesin Shieve Shaker |

- Kaliper (jangka sorong) - Penggaris

### 3. Prosedur Penelitian

Prosedur pertama yang harus dilakukan yaitu menyiapkan terlebih dahulu alat dan bahan, lalu dilanjutkan dengan pemeriksaan bahan susun beton dan perencanaan campuran. Perencanaan campuran yang digunakan sama untuk setiap variabel waktu pengadukan. Setelah diketahui komposisi campuran beton, lanjutkan ke tahap pencampuran (*mixing*).

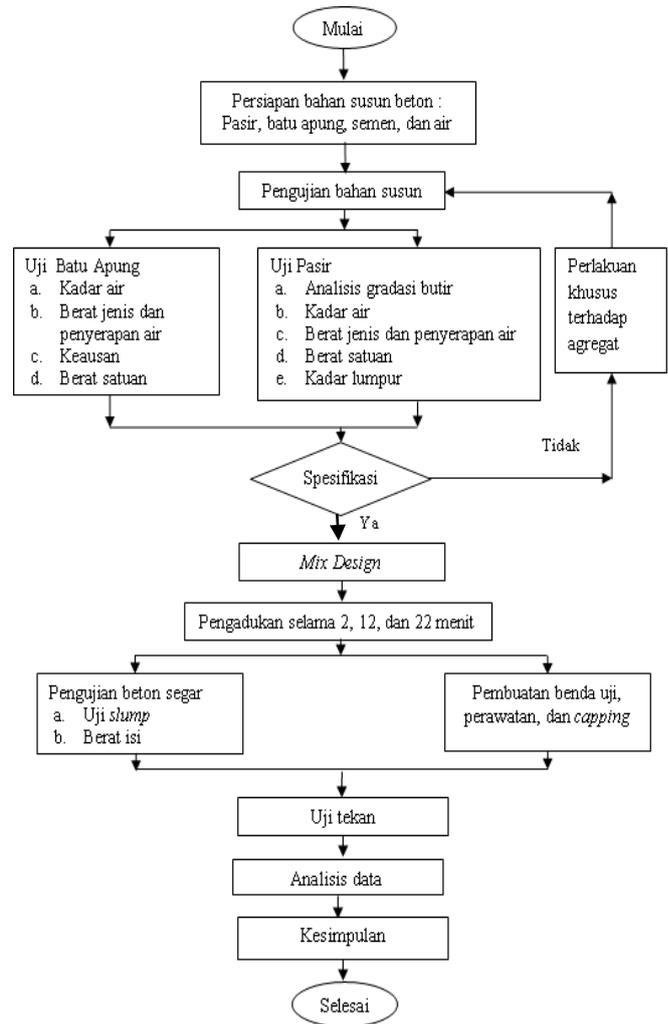
Pada tahap pengadukan, pertama masukkan ke dalam *concrete mixer* yang berputar secara berturut-turut agregat kasar, agregat halus, semen dan air. Setelah semua bahan masuk ke dalam drum pengaduk, waktu pengadukan mulai dihitung menggunakan *stopwatch* sesuai dengan waktu yang telah ditentukan. Pengujian *slump* dilakukan setelah campuran beton selesai diaduk.

Setelah proses pengadukan dan pengujian *slump* selesai dilakukan, segera dilakukan pencetakan benda uji, dengan memasukkan adukan beton ke dalam silinder beton dan dipadatkan dengan cara ditusuk menggunakan penumbuk baja, sebanyak 25 kali pada setiap  $\frac{1}{3}$  bagian.

Setelah 24 jam, beton akan mengeras. Pada saat beton telah mengeras segera keluarkan benda uji dan lakukan perawatan beton (*curing*) dengan cara merendamnya dalam air sampai dengan 1 hari sebelum dilakukan uji tekan. Beton yang telah dilakukan perawatan, diangkat dari air, kemudian perhatikan permukaan beton, jika permukaan tidak rata maka diperlukan proses *capping* dengan menggunakan *gypsum*.

Pengujian kuat tekan beton dilakukan saat beton berumur 28 hari. Pengujian dilakukan dengan cara meletakkan benda uji pada mesin uji tekan, lalu mesin akan mendesak (menekan) beton. Setelah mencapai desak maksimum, mesin akan melepaskan

tekanan lalu akan dihasilkan grafik dan angka mengenai uji tekan tersebut.



Gambar 1. Bagan alir penelitian

### HASIL DAN PEMBAHASAN

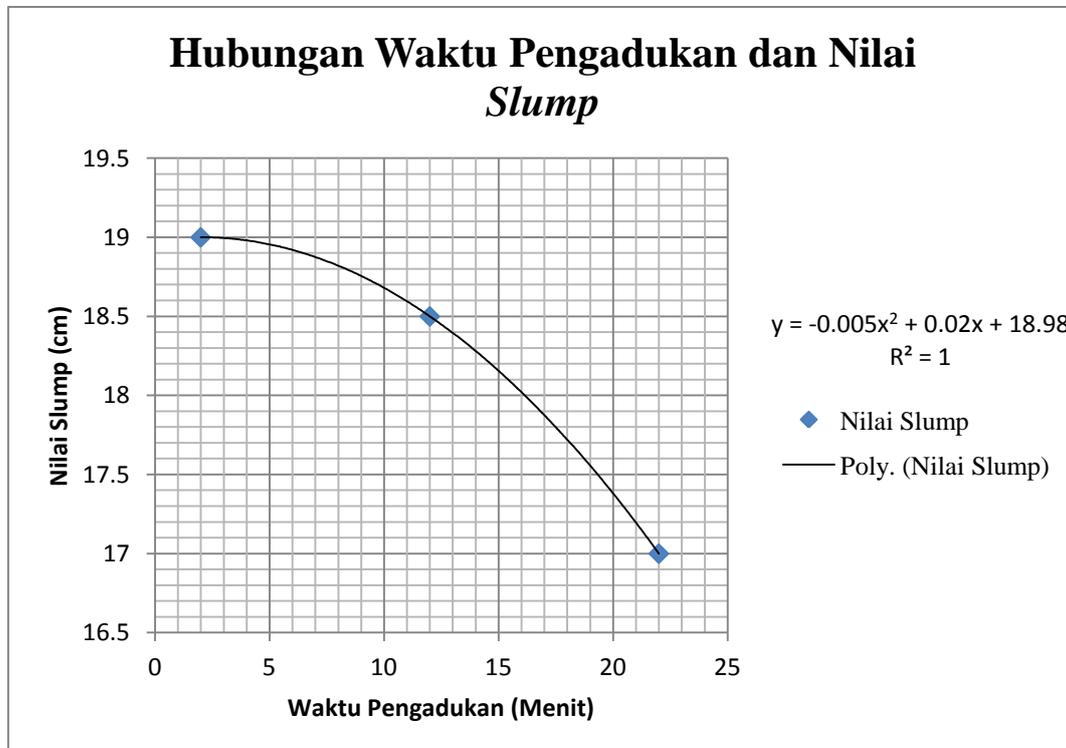
Pemeriksaan nilai *slump* dilakukan segera setelah pengadukan selesai, pemeriksaan ini dilakukan pada setiap masing-masing variabel lama waktu pengadukan. Nilai *slump* yang dihasilkan oleh setiap adukan memiliki perbedaan. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, didapatkan hasil seperti pada *Tabel 3* dan *Tabel 4*. Hubungan antara waktu pengadukan dan nilai *slump* dapat dilihat pada *Gambar 2*.

Tabel 3. Kebutuhan bahan untuk 3 benda uji

| Kebutuhan Bahan                       |                       |            |             |
|---------------------------------------|-----------------------|------------|-------------|
| Agregat Kasar<br>(Batu Apung)<br>(Kg) | Agregat Halus<br>(Kg) | Semen (Kg) | Air (Liter) |
| 6,5                                   | 8,28                  | 6,27       | 3,258       |

Tabel 4. Data Hasil Penelitian

| No. | Waktu Pengadukan (menit) | Slump (cm) | Kuat Tekan (MPa) | Kuat Tekan Rata-rata (MPa) |
|-----|--------------------------|------------|------------------|----------------------------|
| 1   | 2                        | 19         | 11.548           | 10,2922                    |
| 2   | 2                        |            | 11.601           |                            |
| 3   | 2                        |            | 7.728            |                            |
| 4   | 12                       | 18.5       | 6.773            | 7,7730                     |
| 5   | 12                       |            | 9.948            |                            |
| 6   | 12                       |            | 6.599            |                            |
| 7   | 22                       | 17         | 7.119            | 7,5404                     |
| 8   | 22                       |            | 6.687            |                            |
| 9   | 22                       |            | 8.815            |                            |

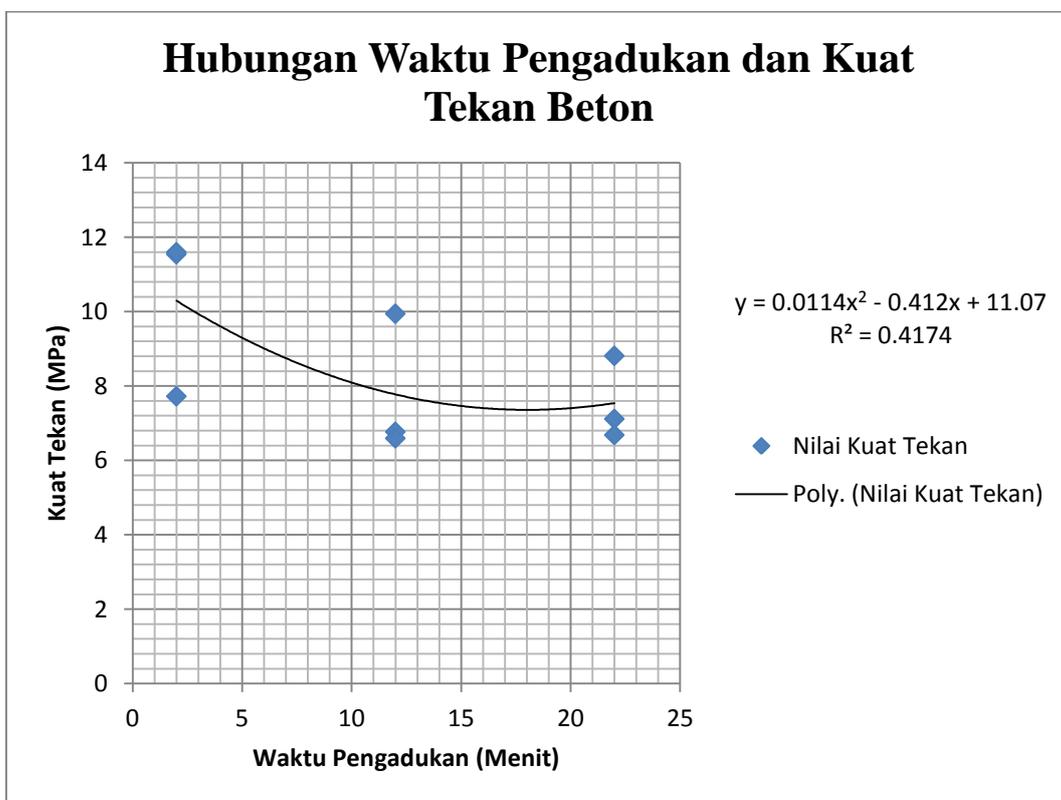


Gambar 2. Grafik hubungan waktu pengadukan dengan nilai slump

Berdasarkan grafik pada *Gambar 2* terlihat bahwa semakin bertambah waktu pengadukan, nilai *slump* akan menurun, artinya semakin lama campuran beton diaduk maka kekentalan beton semakin bertambah. Dengan meningkatnya kekentalan campuran beton, maka akan mempengaruhi *workability*-nya. Saat pengadukan berlangsung, terjadi gesekan antar material beton, hal ini dapat menyebabkan suhu adukan beton mengalami kenaikan. Naiknya suhu pada adukan beton menyebabkan panas

hidrasi menjadi lebih tinggi sehingga proses pengikatan antara material dan pengerasan yang terjadi pada semen menjadi lebih cepat. Dengan kondisi kekentalan yang semakin bertambah maka waktu pengadukan ini juga berpengaruh terhadap *workability* adukan beton.

Selain mempengaruhi nilai *slump*, lama waktu pengadukan juga dapat mempengaruhi kuat tekan beton. Hubungan antara waktu pengadukan dan kuat tekan beton dapat dilihat pada *Gambar 3*.



*Gambar 3. Grafik hubungan waktu pengadukan dan kuat tekan beton*

Seperti yang terlihat pada *Gambar 3* bahwa semakin bertambahnya waktu pengadukan maka kuat tekan beton akan menurun. Pada beton dengan waktu pengadukan selama 12 menit mengalami penurunan kuat tekan sebesar 24,47% terhadap beton dengan waktu pengadukan selama 2 menit. sementara untuk beton dengan waktu pengadukan selama 22 menit mengalami penurunan kuat tekan sebesar 26,735% terhadap beton dengan waktu pengadukan selama 2 menit. Seperti yang

dijelaskan dalam Mulyono (2004), penambahan waktu pengadukan yang semakin lama dapat menyebabkan keausan pada agregat sehingga agregat pecah dan mengakibatkan kuat tekan beton semakin menurun. Bentuk perubahan atau penurunan kuat tekan terhadap waktu pengadukan campuran beton dinyatakan dalam persamaan :

$$y = 0.0114x^2 - 0.412x + 11.07$$

## KESIMPULAN

1. Kuat tekan benda uji rata-rata paling rendah adalah 7,5404 MPa pada waktu pengadukan 22 menit dan kuat tekan beton rata-rata paling tinggi yaitu 10,292 MPa pada waktu pengadukan 2 menit. Nilai tersebut memenuhi syarat minimum beton ringan struktural ringan dengan nilai kuat tekan minimum 6,89 MPa.
2. Terdapat pengaruh lama waktu pengadukan terhadap kuat tekan beton dan nilai *slump* pada setiap campuran beton, yaitu berupa penurunan kuat tekan dan nilai *slump* seiring bertambahnya waktu pengadukan.
3. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, kuat tekan paling tinggi sebesar 10,292 MPa dihasilkan oleh beton dengan waktu pengadukan paling minimum yaitu 2 menit.

## DAFTAR PUSTAKA

- Departemen Pekerjaan Umum, 1971. *Peraturan Beton Bertulang Indonesia*. Bandung: s.n.
- Departemen Pekerjaan Umum, 2002. *SNI 03-2847-2002, Tata Cara Perhitungan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung*. Bandung: Badan Standar Nasional.
- Hermansyah, 2013. *Pengaruh Gradasi Batu Apung Terhadap Kuat Tekan dengan Ukuran Agregat Seragam 10 mm, 15 mm, 20 mm, dan 25 mm*. Yogyakarta: Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
- Hidayat, A. N., 2013. *Pengaruh Komposisi Agregat Kasar (Breksi Batu Apung dan Batu Pecah)*. Yogyakarta: Universitas Negeri Yogyakarta.
- Mallisa, H., 2010. *Pengaruh Lama Pengadukan Terhadap Faktor Kepadatan Adukan Beton*. Palu: Media Litbang Sulteng.
- Mulyono, T., 2004. *Teknologi Beton*. Yogyakarta: ANDI.
- Murdock, L. J., Brook, K. M. & Hindarko, I. S., 1991. *Bahan dan Praktek Beton*. Jakarta: Erlangga.
- Nugroho, A. Z. & Widodo, S., 2013. *Efek Perbedaan Faktor Air Semen Terhadap Kuat Tekan Beton Ringan Agregat Breksi Batu Apung*. Yogyakarta: Universitas Negeri Yogyakarta.
- Nursyafril & Haris, R., 2012. *Pengaruh Waktu Pengadukan Terhadap Sifat Beton Normal*. Yogyakarta: Universitas Negeri Yogyakarta.
- Tjokrodinuljo, I. K., 2007. *Teknologi Beton*. Yogyakarta: Biro Penerbit KMTS FT UGM.
- Badan Standarisasi Nasional, 1989. *SK SNI S-04-1989-F, Spesifikasi Bahan Bangunan Bagian A (Bahan Bangunan Bukan Logam)*.
- Badan Standarisasi Nasional, 1990. *SNI 03-1974-1990, Metode Pengujian Kuat Tekan Beton*.