

**ARTIKEL ILMIAH**

**KUAT TEKAN BETON NORMAL DAN BETON MUTU TINGGI  
PADA PERAWATAN *STEAM* DAN PERENDAMAN**

Untuk memenuhi sebagian persyaratan  
Mencapai derajat Sarjana S-1 Jurusan Teknik Sipil



Oleh :

**YANUAR PUTRA PRATAMA  
F1A 012 149**

**JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MATARAM  
2018**

**Artikel Ilmiah**

**KUAT TEKAN BETON NORMAL DAN BETON MUTU TINGGI PADA  
PERAWATAN STEAM DAN PERENDAMAN**

Oleh  
**YANUAR PUTRA PRATAMA**  
**F1A 012 149**

Telah diperiksa dan disetujui oleh:

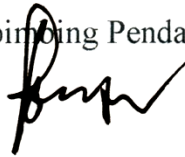
1. Pembimbing Utama



**Ir. Suryawan Murtiadi, M.Eng., Ph.D.**  
**NIP. 19580718 199303 1 001**

Tanggal: 31 Mei 2018

2. Pembimbing Pendamping



**I Wayan Sugiarta, ST., MT.**  
**NIP. 19690620 199702 1 001**

Tanggal: 31 Mei 2018

Mengetahui  
Ketua Jurusan Teknik Sipil  
Fakultas Teknik  
Universitas Mataram



**Jauhar Faprin, ST., M.Sc (Eng.), Ph.D.**  
**NIP. 19740607 199802 1 001**

**Artikel Ilmiah**

**KUAT TEKAN BETON NORMAL DAN BETON MUTU TINGGI PADA PERAWATAN STEAM DAN PERENDAMAN**

Oleh  
**YANUAR PUTRA PRATAMA**  
**F1A 012 149**

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji  
Pada tanggal 11 Mei 2018  
Dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Susunan Tim Penguji:

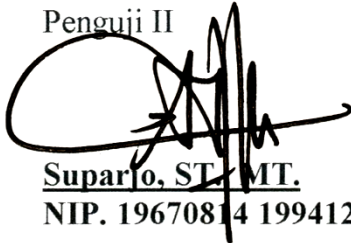
1. Penguji I



Ni Nyoman Kencanawati, ST., MT., Ph.D.  
NIP. 19760804 200003 2 001

Tanggal: 31 Mei 2018

2. Penguji II



Suparfo, ST., MT.  
NIP. 19670814 199412 1 001

Tanggal: 31 Mei 2018

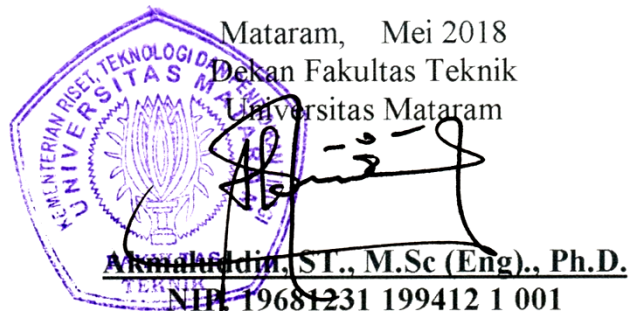
3. Penguji III



Hariyadi, ST., MSc (Eng)., Dr.Eng.  
NIP. 19731027 199802 1 001

Tanggal: 31 Mei 2018

Mataram, Mei 2018  
Dekan Fakultas Teknik  
Universitas Mataram



Akmaluddin, ST., M.Sc (Eng)., Ph.D.  
NIP. 19681231 199412 1 001

# KUAT TEKAN BETON NORMAL DAN BETON MUTU TINGGI PADA PERAWATAN *STEAM* DAN PERENDAMAN

Yanuar Putra Pratama<sup>1</sup>, Suryawan Murtiadi<sup>2</sup>, I Wayan Sugiarta<sup>3</sup>  
Jurusan Teknik Sipil Universitas Mataram

## ABSTRAK

Mayoritas volume bahan bangunan menggunakan beton karena sifatnya yang mudah dibentuk sesuai dengan desain bangunan yang diinginkan dan dikarenakan salah satu kinerja utama beton yaitu memiliki kuat tekan yang besar. Untuk mendapatkan kualitas beton dengan kekuatan yang diinginkan diperlukan perawatan beton. Salah satu cara perawatan beton yaitu dengan melakukan penguapan (*steam*) untuk memperoleh kuat tekan awal yang tinggi. Penelitian ini secara umum bertujuan untuk mengetahui pengaruh dari beberapa metode perawatan terhadap kuat tekan beton normal dan mutu tinggi pada umur 1, 3, 14, dan 28 hari. Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Struktur dan Bahan Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Mataram.

Penelitian ini menggunakan benda uji kubus berukuran 15×15×15 cm, yakni beton normal dan beton mutu tinggi dengan dan tanpa pencampuran bahan tambah. Kuat tekan rencana untuk beton normal sebesar 30 MPa, sedangkan untuk beton mutu tinggi sebesar 50 MPa. Adapun bahan tambah yang digunakan adalah *accelerator* sebesar 1:3 bagian dari volume air, dan *superplasticizer* sebesar 0,3% dari berat semen. Selanjutnya dilakukan perawatan benda uji meliputi perendaman, perendaman dengan penambahan *accelerator* pada benda uji, serta perawatan uap (*steam curing*). *Steam Curing* dilakukan pada suhu antara 66-70°C dengan waktu perawatan selama 3 jam pada suhu konstan. selanjutnya dilakukan pengujian kuat tekan beton.

Dari hasil penelitian didapatkan persentase kuat tekan beton terhadap umur 28 hari berdasarkan 3 perilaku yang diterapkan yaitu, persentase kuat tekan NS pada umur 1 hari berkisar sebesar 56%. Persentase kuat tekan NN, NA, dan NS pada umur 3 hari berturut-turut berkisar sebesar 57%, 67%, 72%. Persentase kuat tekan NN, NA, dan NS pada umur 14 hari berturut-turut berkisar sebesar 88%, 93%, 87%. Persentase kuat tekan HS pada umur 1 hari berkisar sebesar 62%. Persentase kuat tekan HN, HA, dan HS pada umur 3 hari berturut-turut berkisar sebesar 64%, 68%, 71%. Persentase kuat tekan HN, HA, dan HS pada umur 14 hari berturut-turut berkisar sebesar 80%, 81%, 75%. Dari tiga perlakuan yang diterapkan, *steam curing* menghasilkan kuat tekan awal yang tinggi. Begitu juga dengan perawatan perendaman dengan penambahan *accelerator* cukup membantu untuk memperoleh kuat tekan yang tinggi dengan cepat. Sedangkan perawatan perendaman dapat menghasilkan kuat tekan akhir yang tinggi baik pada beton normal maupun beton mutu tinggi.

Kata Kunci: Beton normal, beton mutu tinggi, kuat tekan, *steam curing*, *accelerator*

---

<sup>1</sup>Mahasiswa Teknik Sipil Universitas Mataram

<sup>2</sup>Dosen Pembimbing Utama

<sup>3</sup>Dosen Pembimbing Pendamping

## 1. PENDAHULUAN

### Latar Belakang

Beton merupakan salah satu bahan bangunan yang merupakan campuran heterogen antara agregat kasar dan halus dengan bahan pengikat, semen dan air yang dalam proses pencampurannya mengalami pengerasan dalam kurun waktu tertentu. Mayoritas volume bahan bangunan menggunakan beton karena sifatnya yang mudah dibentuk sesuai dengan desain bangunan yang diinginkan dan dikarenakan salah satu kinerja utama beton yaitu memiliki kuat tekan yang besar. Dengan demikian, semakin banyak pula upaya dalam bidang konstruksi bangunan untuk membuatnya lebih canggih dan ekonomis. Kecanggihannya itu diwujudkan dalam pembuatan beton mutu tinggi yang sangat mendukung struktur bangunan teknik sipil. Karena penggunaannya dapat menghasilkan bangunan-bangunan superior yang tidak diperoleh oleh beton normal, yaitu memiliki kekuatan yang tinggi yang

mempertimbangkan ketahanan (keawetan) beton, memperpanjang masa layan serta kemudahan dalam pengerjaan beton.

Namun, selain keuntungan yang dimilikinya beton juga memiliki kekurangan salah satunya seperti kualitas beton yang sangat tergantung oleh cara pelaksanaannya. Oleh karena itu untuk mendapatkan kualitas beton dengan kekuatan yang diinginkan ada beberapa faktor yang harus diperhatikan, salah satu diantaranya adalah perawatan (*curing*) beton.

Perawatan (*curing*) beton adalah prosedur yang dilakukan setelah beton mencapai *final setting*, artinya beton telah mengeras. Hal ini dilakukan untuk menjaga beton selama proses hidrasi berlangsung agar kekuatan beton yang diinginkan dapat tercapai. Dalam pengerjaan konstruksi, salah satu cara perawatan beton yaitu dengan menyirami permukaan beton secara berkelanjutan. Cara tersebut tentu saja memerlukan waktu perawatan yang relatif lama, sedangkan dalam pengerjaan konstruksi kadang diperlukan beton yang memiliki kekuatan awal yang tinggi untuk mempercepat waktu pengerjaan sehingga perawatan beton yang digunakan adalah perawatan beton pada *Steam Curing*. Perawatan (*curing*) ini merupakan perawatan beton yang dilakukan dengan cara memasukkan beton dalam alat *steam curing* setelah pengecoran dengan menggunakan suhu dan waktu yang direncanakan dengan tujuan untuk mempercepat proses hidrasi sehingga diperoleh kuat tekan awal yang lebih tinggi.

Berdasarkan Latar Belakang di atas maka, penulis akan mengkaji mengenai **“Kuat Tekan Beton Normal dan Beton Mutu Tinggi pada Perawatan *Steam* dan Perendaman”**.

### **Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh dari beberapa metode perawatan (*curing*) beton (perendaman, *steam curing* dan penambahan *accelerator*) terhadap nilai kuat tekan untuk beton normal dan mutu tinggi.

## **2. LANDASAN TEORI**

### **Beton**

Berdasarkan SNI 2847:2013, beton merupakan campuran semen portland atau semen hidrolis lainnya, agregat halus, agregat kasar dan air, dengan atau tanpa bahan campuran tambahan (*admixture*). Pada umumnya persentase komposisi pembentuk beton terdiri dari 10% semen, 15% air, 5% udara, 30% agregat halus dan 40% agregat kasar (Nugraha dan Antoni, 2007).

Berdasarkan SNI 03-6468-2000, beton mutu tinggi adalah beton yang mempunyai nilai kuat tekan 41.4 MPa atau lebih. Dan nilai faktor air semen pada beton mutu tinggi ada dalam kisaran 0.2-0.5. Dimana faktor air semen (FAS) merupakan hasil perbandingan dari berat air dan berat semen yang digunakan dalam pencampuran beton.

Faktor air semen yang rendah dapat menghasilkan beton dengan kekuatan tekan yang tinggi, begitu pula sebaliknya. Tujuan pengurangan faktor air semen ini adalah untuk mengurangi seminimal

mungkin porositas beton yang dibuat sehingga akan dihasilkan beton bermutu tinggi. Namun, tidak berarti beton dengan nilai faktor air semen yang semakin berkurang menghasilkan beton berkekuatan lebih tinggi.

Hal ini dikarenakan dapat mempengaruhi dan meningkatkan kesulitan dalam pengerjaan pencampuran dan pemadatan sehingga mengakibatkan mutu beton menurun. Oleh sebab itu, diperlukannya faktor air semen yang optimum dan pemberian bahan tambahan. Salah satu tujuan pemberian bahan tambahan yang dicampurkan dalam adukan beton yaitu untuk mengurangi jumlah air yang digunakan dan diperoleh adukan dengan nilai FAS (faktor air semen) lebih rendah, sehingga kuat tekan beton yang dihasilkan lebih tinggi.

Pada umumnya jika berhubungan dengan tuntutan mutu dan keawetan yang tinggi, ada beberapa faktor yang harus dipertimbangkan dan diperhatikan dalam menghasilkan sebuah beton yang bermutu tinggi, meliputi (Mulyono, 2005):

- a. Faktor air semen yang rendah.
- b. Kualitas agregat halus (pasir).
- c. Kualitas agregat kasar (batu pecah).
- d. Kadar yang tepat dari bahan tambah (*chemical admixture & additive*).
- e. Prosedur yang tepat dan benar dari proses produksi beton.

Pengawasan dan pengendalian yang tepat dari keseluruhan prosedur.

### **Perawatan Beton (*Curing Concrete*)**

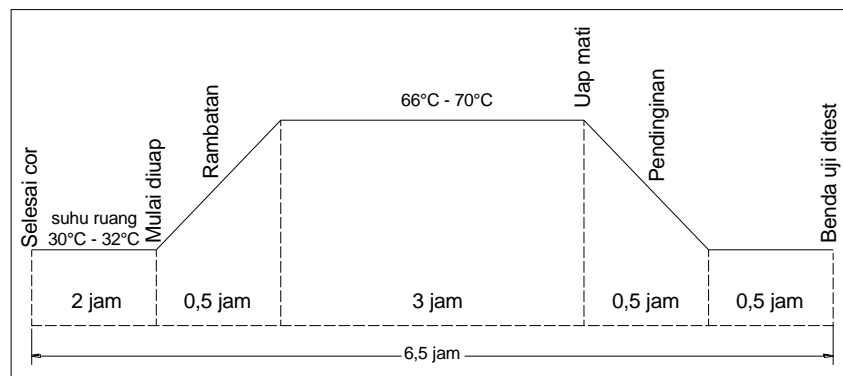
Perawatan (*curing*) beton adalah prosedur setelah pengecoran yang dilakukan untuk menjaga beton agar proses hidrasi tidak mengalami gangguan. Perawatan ini tidak hanya dimaksudkan untuk mendapatkan kekuatan tekan beton yang tinggi tetapi juga dimaksudkan untuk memperbaiki mutu dari keawetan beton, kedekatan terhadap air, ketahanan terhadap aus serta stabilitas dari dimensi struktur (Mulyono, 2005).

Adapun beberapa metode perawatan beton (*curing*) yang sudah dipakai adalah :

- a) Perawatan dengan air, cara ini merupakan cara yang paling banyak digunakan terutama pada beton yang di cor ditempat. Perawatan ini dapat dilakukan dengan perendaman, penyiraman, atau penutupan dengan karung basah.
- b) Perawatan dengan uap (*steam curing*), cara ini dapat dibagi menjadi 2 yaitu :
  - Dengan tekanan rendah berlangsung pada suhu 65°C sampai dicapai kekuatan. Dalam 1 hari didapat kekuatan 2-2,5 kali kekuatan normal.
  - Dengan tekanan tinggi (*high pressure steam curing*). Ini dilakukan di dalam ruangan tertutup yang dinamakan *autoclave*. Dilakukan dengan panas 165-190°C dengan tekanan 550-1170 kPa. Kekuatan 28 hari bias didapat dalam 1 hari.

Perawatan ini biasanya digunakan dengan tujuan untuk mendapatkan kekuatan awal yang tinggi dan supaya dapat cepat membongkar cetakan, terutama pada pabrik pracetak dan pratekan (Nugraha, 2007).

Adapun grafik pemberian suhu dan tekanan uap yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 1 berikut (Erwin, 2011).



Gambar 1. Grafik pemberian suhu dan waktu tekanan pada alat *steame*

Gambar diatas menjelaskan bahwa beton yang telah diaduk dan dimasukkan kedalam cetakan, kemudian didiamkan selama 2 jam untuk mencapai kekuatan angkat dari benda uji, setelah ± 2 jam didiamkan dan beton sudah mampu diangkat, kemudian bersama-sama cetakan beton dimasukkan kedalam ruang uap dan dialirkan uap panas dengan waktu awal 30 menit (sampai tekanan stabil mencapai suhu 66-70 °C didalam ruang uap) kemudian dibiarkan selama 3 jam dan setelah itu dilakukan penurunan suhu selama 30 menit sampai 1 jam secara perlahan untuk proses pendinginan (*cooling*). Sehingga total variasi lama pemberian *steam* adalah 6,5 jam.

### Perawatan yang Dipercepat

Menurut SNI 2847:2013 perawatan yang dipercepat merupakan perawatan dengan uap bertekanan tinggi, penguapan pada tekanan atmosfer, pemanasan dan pelembaban atau proses lainnya yang dapat diterima, dapat dilakukan untuk mempercepat peningkatan kekuatan dan mengurangi waktu perawatan.

Perawatan dengan uap (*Steam Curing*) dapat meningkatkan kuat tekan beton karena daya ikat semen dengan agregat dan kekuatannya mengalami peningkatan pada suhu yang tinggi, tetapi dengan suhu awal yang tinggi mengakibatkan pori-pori pada beton yang dapat mengurangi kekuatannya karena penguapan yang cepat. Oleh karena itu dengan perawatan uap dapat mencegah proses hidrasi yang cepat dan yang tidak beraturan dengan temperatur yang tinggi, sehingga kuat tekan beton dapat cepat tercapai dan pori-pori beton dapat dihindari.

### Kuat Tekan

Menurut SNI 03-1974-1990 kuat tekan beban beton adalah besarnya beban per satuan luas, yang menyebabkan benda uji beton hancur bila dibebani dengan gaya tekan tertentu, yang dihasilkan oleh mesin tekan. Tegangan tekan maksimum  $f'c$  diberikan dalam persamaan berikut:

$$f'c = \frac{P}{A} \dots \dots \dots (1)$$

Dengan :

$f'_c$  = kuat tekan beton (MPa)

P = beban maksimum (N)

A = luas penampang benda uji ( $\text{mm}^2$ )

Untuk menguji kuat tekan ialah silinder dengan ukuran diameter 150 mm dan tinggi 300 mm. namun apabila karena alasan tertentu, missal tidak ada cetakannya yang sesuai, maka bentuk benda uji dapat berupa kubus dengan sisi 150 mm. jika digunakan kubus dengan sisi 150 mm maka hasil uji kuat tekannya harus dikalikan factor pengali 0,83. Karena, dari hasil-hasil percobaan diperoleh bahwa karena pengaruh bentuknya maka kuat tekan beton dengan benda uji kubus menghasilkan kuat tekan sekitar 83% daripada dengan benda uji silinder (Tjokrodinuljo, 2007).

### **Analisa Data**

Menurut Sugiyono (2008) analisa data kuantitatif merupakan metode analisis yang berlandaskan pada filsafat positivisme, digunakan untuk meneliti pada populasi dan sampel tertentu. Analisis data bersifat kuantitatif atau lebih dikenal dengan statistik dilakukan dengan tujuan menguji hipotesis yang telah ditetapkan dengan menggunakan beberapa metode seperti analisis korelasi pearson *product moment*, analisis regresi linier sederhana, koefisien determinasi.

## **3. METODOLOGI PENELITIAN**

### **Lokasi Penelitian**

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Struktur dan Bahan Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Mataram.

### **Bahan dan Alat Penelitian**

Bahan yang digunakan dalam proses pencampuran meliputi semen *Portland (PC)* tipe I, agregat Halus (pasir), agregat Kasar (batu pecah), air, bahan tambah yakni *accelerator* (SikaCim *accelerator*), *superplasticizer* (*viscocrete 3115N*).

Kemudian alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu satu set ayakan/saringan, timbangan, piknometer, keranjang kawat, mesin *Los Angeles*, cetakan kubus (ukuran 15×15×15 cm), kerucut Abrams, Oven (alat pemanas), alat penguapan (*steamer*), CTM (*Compression Testing Machine*), dan alat pendukung lainnya.

### **Pengujian Pendahuluan**

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk mengetahui spesifikasi bahan yang akan digunakan sebagai bahan penyusun beton. Adapun pemeriksaan yang dilakukan yaitu pemeriksaan terhadap agregat kasar



maupun agregat halus yang meliputi pemeriksaan berat satuan agregat, berat jenis agregat, gradasi agregat, kandungan lumpur agregat halus dan ketahanan aus agregat kasar.

### Perencanaan Campuran Beton (*Mix Design*)

Perencanaan campuran beton merupakan suatu proses teoritis untuk menentukan jumlah masing-masing bahan yang diperlukan dalam suatu campuran beton, hal ini dilakukan agar proporsi dapat memenuhi syarat. Pada tahap ini, dilakukan pembuatan *mix design* yang berdasarkan metode perhitungan SNI 03-2834-2000.

### Kebutuhan Benda Uji

Dalam penelitian ini, dibuat benda uji kubus 15×15×15 cm dengan dan tanpa penambahan *superplasticizer* dan *accelerator* untuk pengujian kuat tekan pada umur 1, 3, 14 dan 28 hari dengan mengkondisikan benda uji pada tiga keadaan perawatan yaitu; perawatan dengan *steam curing*, perawatan dengan cara perendaman dan penambahan *accelerator*. Adapun jumlah kebutuhan benda uji dapat dilihat pada tabel 1 berikut.

Tabel 1. Jumlah Benda Uji Kubus

Benda Uji	Perawatan	Kebutuhan Benda Uji				Total
		1 hari	3 hari	14 hari	28 hari	
Beton Normal	Perawatan Normal	-	3 buah	3 buah	3 buah	30 buah
	<i>Steam Curing</i> 3 jam	3 buah	3 buah	3 buah	3 buah	
	<i>Accelerator</i>	-	3 buah	3 buah	3 buah	
Beton Mutu Tinggi	Perawatan Normal	-	3 buah	3 buah	3 buah	30 buah
	<i>Steam Curing</i> 3 jam	3 buah	3 buah	3 buah	3 buah	
	<i>Accelerator</i>	-	3 buah	3 buah	3 buah	
Jumlah Total						60 buah

### Perawatan Benda Uji

Perawatan ini dilakukan setelah beton mengalami *final setting*, artinya beton telah mengeras. *Curing* atau perawatan beton mempunyai maksud untuk menjamin proses hidrasi semen agar dapat berlangsung dengan sempurna, sehingga retak-retak pada permukaan beton dapat dihindari serta mutu beton yang diinginkan dapat tercapai.

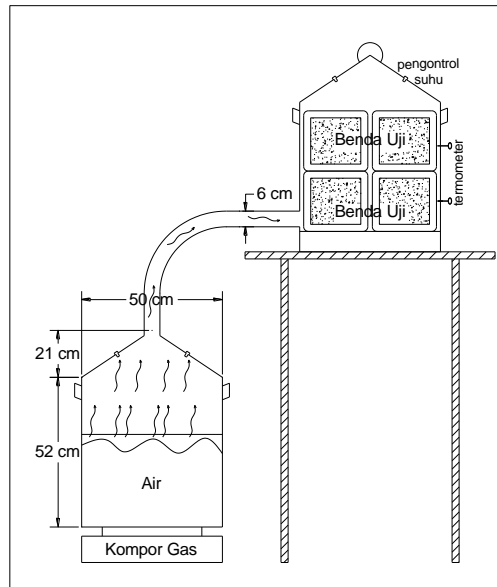
Pada penelitian ini, perawatan benda uji kubus umur 1, 3, 14 dan 28 hari dilakukan dengan tiga cara, yaitu:

a. Perawatan dengan *steam curing*:

Perawatan benda uji dilakukan dengan cara dialirkan uap panas bertekanan kedalam beton (*steam curing*). Beton yang telah diaduk dimasukkan kedalam cetakan kubus (15x15x15) cm, kemudian benda uji didiamkan selama 2 jam untuk mencapai kekuatan angkat dari benda uji, setelah ± 2 jam didiamkan dan benda uji sudah mampu diangkat, kemudian bersama-sama cetakan beton dimasukkan kedalam ruang uap dan dialirkan uap panas dengan waktu awal 30 menit (sampai tekanan stabil mencapai suhu 66-70 °C didalam ruang uap) kemudian dibiarkan selama 3 jam dan

setelah itu dilakukan penurunan suhu selama 30 menit sampai 1 jam secara perlahan untuk proses pendinginan (*cooling*). Sehingga total variasi lama pemberian *steam* adalah 6,5 jam.

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah alat *Steamer* yang terbuat dari 2 buah dandang pengukus yang dihubungkan oleh pipa tahan panas untuk menyalurkan uap panas, seperti pada Gambar 2 dan Gambar 3 berikut:



Gambar 2. Sketsa alat *steamer*



Gambar 3. Tampak atas posisi perletakan benda uji didalam ruang penguapan

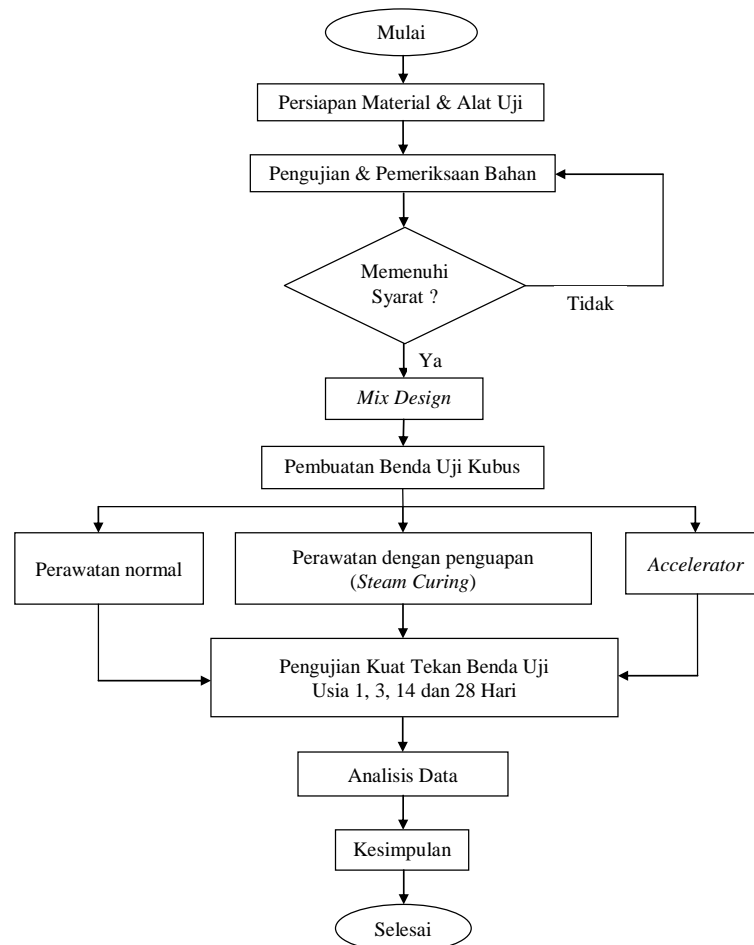
- b. Perawatan normal dengan cara merendam benda uji dalam bak perendam.
- c. Perawatan normal dengan cara merendam benda uji yang ditambah dengan *accelerator* dalam bak perendaman.

### **Pengujian Kuat Tekan Beton**

Setelah beton dirawat dan telah berumur 1, 3, 14 dan 28 hari maka dilakukan pengujian kuat tekan beton dengan menggunakan alat mesin kuat tekan *Compression Testing Machine* (CTM), hal ini dilakukan untuk mengetahui kekuatan dari benda uji.

## Bagan Alir Penelitian

Adapun bagan alir penelitian yang diperlukan agar penelitian ini dapat berjalan baik sesuai dengan rencana, seperti pada gambar 4 berikut.



Gambar 4. Bagan Alir Penelitian

## 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil Pemeriksaan Bahan Penyusun Beton

Dari hasil pemeriksaan bahan-bahan penyusun beton yang dilakukan di Laboratorium Struktur dan Bahan Universitas Mataram, diperoleh hasil pengujian bahan antara lain:

#### Berat Satuan Agregat

Hasil pemeriksaan menunjukkan berat satuan lepas rata-rata yaitu  $1,398 \text{ gr/cm}^3$  untuk pasir dan  $1,344 \text{ gr/cm}^3$  untuk batu pecah, sedangkan berat satuan padat rata-rata sebesar  $1,589 \text{ gr/cm}^3$  untuk pasir dan  $1,471 \text{ gr/cm}^3$  untuk batu pecah.

#### Berat Jenis Agregat

Hasil pemeriksaan menunjukkan berat jenis pasir pada kondisi kering rata-rata yaitu 2,526 sedangkan berat jenis pada kondisi jenuh kering muka (SSD) rata-rata sebesar 2,651 dan hasil

pemeriksaan batu pecah pada kondisi kering rata-rata adalah 2,584 sedangkan berat jenis pada kondisi jenuh kering muka (SSD) rata-rata sebesar 2,618.

Hasil ini menunjukkan bahwa pasir dan batu pecah yang digunakan termasuk jenis agregat normal sesuai Tjokrodimuljo (2012) yang memiliki berat jenis antara 2,50-2,70.

### Gradasi Agregat Halus

Berdasarkan pemeriksaan gradasi agregat yang telah dilakukan, diperoleh hasil bahwa pasir termasuk dalam zona II yaitu pasir agak kasar dengan nilai modulus halus butir (MHB) yang didapatkan sebesar 2,945. Hal ini menunjukkan agregat halus memenuhi persyaratan modulus kehalusan butiran sebesar 1,5-3,8 (Tjokrodimuljo, 2012).

### Gradasi Agregat Kasar

Melalui prosedur yang sama seperti gradasi agregat halus, hasil pemeriksaan agregat kasar (batu pecah) didapatkan modulus halus butir (MHB) sebesar 6,641 dengan diameter butiran maksimum yang digunakan sebesar 20 mm. Agregat kasar (batu pecah) yang digunakan ini telah memenuhi persyaratan modulus kehalusan butiran sebesar 6-8 (Tjokrodimuljo, 2012).

### Pemeriksaan Kadar Lumpur

Hasil pemeriksaan didapatkan kadar lumpur rata-rata pada pasir sebesar 0,456% Hal ini menunjukkan kandungan lumpur agregat halus memenuhi persyaratan yaitu kurang dari 5% dari berat agregat (Tjokrodimuljo, 2012).

### Desain Campuran Adukan Beton

Perhitungan rancangan campuran (*mix desain*) adukan beton berdasarkan SNI 03-2834-2000 dengan atau tanpa bahan tambah *Viscocrete 3115N (superplasticizier)* dan *SikaCim Accelerator (Accelerator)*. Kebutuhan bahan penyusun beton per 1 m<sup>3</sup> dapat dilihat pada Tabel 2 sebagai berikut.

Tabel 2. Kebutuhan Bahan Penyusun Beton per 1 m<sup>3</sup>

Nama	f <sup>c</sup> rencana (MPa)	FAS	Air (lt)	Semen (kg)	Pasir (kg)	Agrega Kasar (kg)	Accelerator (lt)	Viscocrete (kg)
NN	30	0,45	225	500	656,46	906,54	-	-
NA			150	500	656,46	906,54	75	-
HN	50	0,30	225	750	551,46	761,54	-	2,25
HA			150	750	551,46	761,54	75	2,25

NN : Beton Nomal

NA : Beton Normal + *Accelerator*

HN : Beton Mutu Tinggi

HA : Beton Mutu Tinggi + *Accelerator*

## Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton

Pelaksanaan pengujian kuat tekan beton dengan benda uji kubus 15×15×15 cm dilakukan setelah benda uji beton berumur 1 hari, 3 hari, 14 hari dan 28 hari. Pengujian menggunakan alat *Compression Testing Machine* (CTM), hasil yang digunakan untuk menentukan kuat tekan benda uji yaitu beban maksimum yang menyebabkan benda uji menjadi hancur dibagi luas bidang tekan benda uji.

Melalui hasil pengujian kuat tekan beton, dapat diketahui perkembangan kekuatan tekan dari tiap umur beton dengan variasi perawatan (*curing*) yang digunakan dalam merawat beton normal dan beton mutu tinggi. Hasil pengujian kuat tekan beton normal rata-rata dapat dilihat pada tabel 3, dan hasil pengujian kuat tekan beton mutu tinggi rata-rata dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 3 Kuat Tekan Beton Normal Rata-Rata dengan Beberapa Perawatan

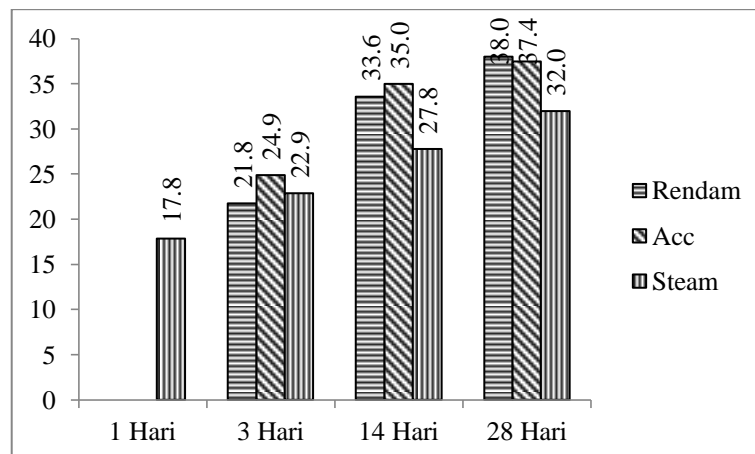
Perlakuan beton	Kuat Tekan Rata-Rata (MPa)			
	1 Hari	3 Hari	14 Hari	28 Hari
NN	-	21,8	33,6	38,0
NA	-	24,9	35,0	37,4
NS	17,8	22,9	27,8	32,0

Tabel 4 Kuat Tekan Beton Mutu Tinggi Rata-Rata dengan Beberapa Perawatan

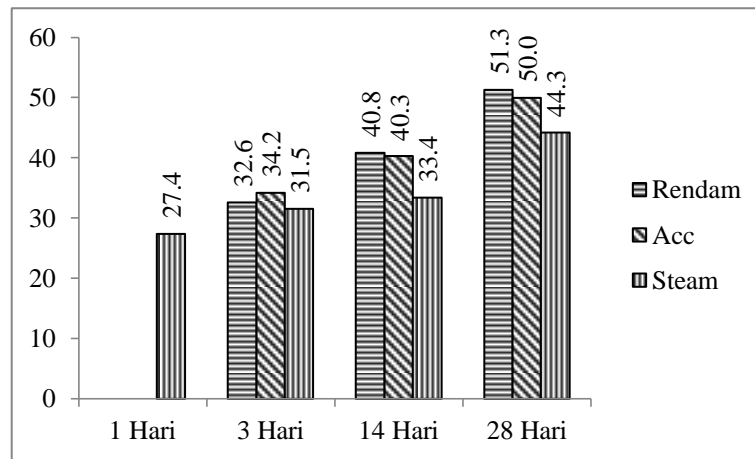
Perlakuan beton	Kuat Tekan Rata-Rata (MPa)			
	1 Hari	3 Hari	14 Hari	28 Hari
HN	-	32,6	40,8	51,3
HA	-	34,2	40,3	50,0
HS	27,4	31,5	33,4	44,3

Tabel 4 menunjukkan dengan adanya pengurangan faktor air semen (FAS), beton mengalami peningkatan kuat tekan dibandingkan dengan beton yang memiliki faktor air semen yang lebih tinggi. Hal ini menunjukkan bahwa beton dapat dikatakan sebagai beton mutu tinggi karena memiliki nilai kuat tekan lebih besar dari 41,4 MPa (SNI 03-6468-2000).

Berikut Perbandingan kuat tekan beton normal umur 1 hari, 3 hari, 14 hari dan umur 28 hari pada tiap perawatan terdapat pada Gambar 5, dan perbandingan kuat tekan beton mutu tinggi umur 1 hari, 3 hari, 14 hari dan umur 28 hari pada tiap perawatan dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 5 Perbandingan Nilai Kuat Tekan Beton Normal Terhadap Umur 28 hari pada Umur 1, 3, 14 dan 28 Hari pada Setiap Perawatan



Gambar 6 Perbandingan Nilai Kuat Tekan Beton Mutu Tinggi Terhadap Umur 28 hari pada Umur 1, 3, 14 dan 28 Hari pada Setiap Perawatan

Persentase kuat tekan beton normal terhadap umur 28 hari dengan beberapa perawatan dapat dilihat pada Tabel 5, persentase kuat tekan beton mutu tinggi terhadap umur 28 hari dengan beberapa perawatan dapat dilihat pada Tabel 6, dan perbandingan rasio kuat tekan beton normal yang dihasilkan dalam penelitian ini dengan PB 1989:16 dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 5. Persentase Kuat Tekan Beton Normal Terhadap Umur 28 Hari Dengan Beberapa Perawatan

Perlakuan beton	1 Hari	3 Hari	14 Hari	28 Hari
NN	-	57%	88%	100%
NA	-	67%	93%	100%
NS	56%	72%	87%	100%
NB	-	67%	87%	100%

Tabel 6. Persentase Kuat Tekan Beton Mutu Tinggi Terhadap Umur 28 Hari Dengan Beberapa Perawatan

Perlakuan beton	1 Hari	3 Hari	14 Hari	28 Hari
HN	-	64%	80%	100%
HA	-	68%	81%	100%
HS	62%	71%	75%	100%
HB	-	61%	88%	100%

Tabel 7. Perbandingan rasio kuat tekan beton dengan PB 1989:16

Perlakuan beton	3 Hari	14 Hari	28 Hari
NN	0,57	0,88	1
NP	0,46	0,88	1

NN : Beton normal perawatan rendam

NA : Beton normal perawatan rendam dengan penambahan *accelerator*

NS : Beton normal *steam curing*

HN : Beton mutu tinggi perawatan rendam

HA : Beton mutu tinggi perawatan rendam dengan penambahan *accelerator*

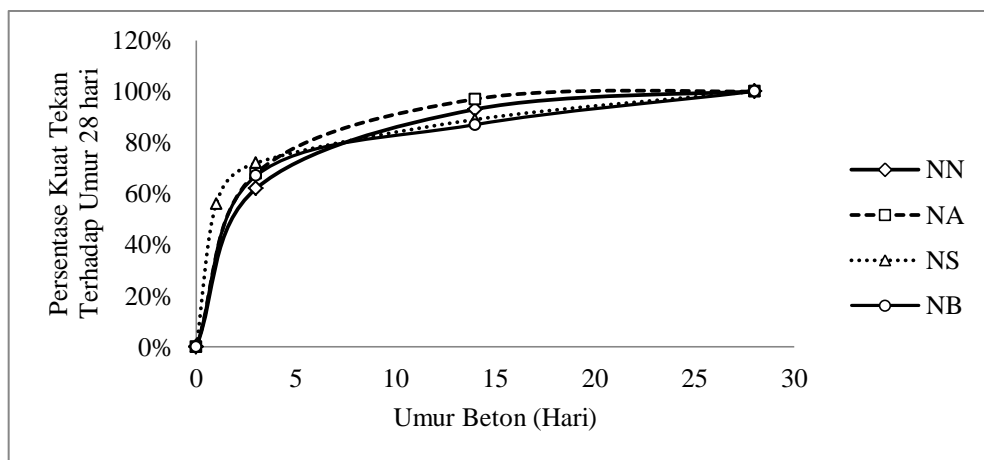
HS : Beton mutu tinggi *steam curing*

HB : Beton mutu tinggi perawatan rendam (Priastiwi, 2011)

NP : Rasio kuat tekan beton normal (PB 1989:16, dalam Mulyono, 2005)

Nilai persentase kuat tekan beton diperoleh dengan membagikan nilai kuat tekan beton pada umur 1, 3, 14, 28 hari dengan nilai kuat tekan beton pada umur 28 hari yang diperoleh pada penelitian dikalikan dengan 100%.

Dari hasil nilai persentase kuat tekan beton terhadap umur 28 hari pada beton normal dan mutu tinggi yang telah diperoleh sebelumnya, dapat diketahui perbandingan persentase kuat tekan pada tiap umur beton dengan variasi perawatan (*curing*) beton. Perbandingan persentase kuat tekan beton normal umur 1 hari, 3 hari, 14 hari dan umur 28 hari pada tiap perawatan terdapat pada Gambar 7, dan perbandingan persentase kuat tekan beton mutu tinggi umur 1 hari, 3 hari, 14 hari dan umur 28 hari pada tiap perawatan dapat dilihat pada Gambar 8.

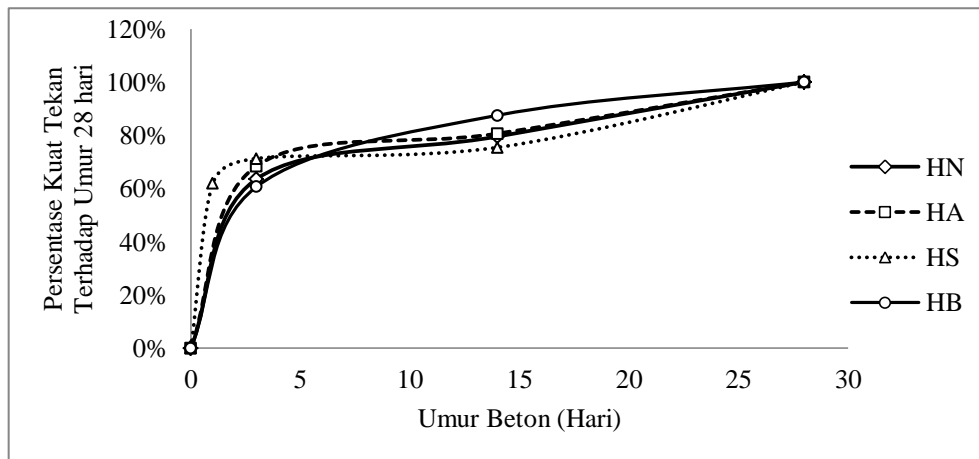


Gambar 7. Perbandingan rersentase nilai kuat tekan beton normal terhadap umur 28 hari pada umur 1, 3, 14 dan 28 hari pada setiap perawatan

Gambar 5 menunjukkan bahwa persentase kuat tekan beton normal pada umur 1 hari diperoleh cukup besar pada perawatan uap (*steam curing*) yaitu berkisar sebesar 56% dari umur 28 hari. Hal ini dikarenakan penguapan yang diberikan pada beton yang menyebabkan hidrasi berjalan cepat sehingga diperoleh *early strength* (kekuatan awal) yang tinggi.

Persentase kuat tekan tertinggi untuk beton normal pada umur 3 hari, berada pada jenis perawatan uap (*steam curing*), yaitu berkisar sebesar 72%. Hal ini dikarenakan penguapan yang diberikan pada beton yang menyebabkan hidrasi berjalan cepat sehingga diperoleh *early strength* (kekuatan awal) yang tinggi.

Persentase kuat tekan tertinggi untuk beton normal pada umur 14 hari, berada pada jenis perawatan dengan perendaman dan penambahan *Accelerator*, yaitu berkisar sebesar 93%. Hal ini dikarenakan beton mengalami percepatan waktu pengikatan (*setting time*) reaksi hidrasi dan pengembangan kekuatan yang disebabkan oleh *Accelerator* sehingga memperoleh kuat tekan yang tinggi dengan cepat.



Gambar 8. Perbandingan Persentase Nilai Kuat Tekan Beton Mutu Tinggi Terhadap Umur 28 hari pada Umur 1, 3, 14 dan 28 Hari pada Setiap Perawatan

Pada Gambar 8 menunjukkan bahwa persentase kuat tekan beton mutu tinggi pada umur 1 hari diperoleh cukup besar yaitu berkisar sebesar 62% pada perawatan uap (*steam curing*). Hal ini dikarenakan penguapan yang diberikan pada beton yang menyebabkan hidrasi berjalan cepat sehingga diperoleh *early strength* (kekuatan awal) yang tinggi.

Persentase kuat tekan tertinggi untuk beton mutu tinggi pada umur 3 hari, berada pada jenis perawatan uap (*steam curing*), yaitu berkisar sebesar 71%. Hal ini dikarenakan penguapan yang diberikan pada beton yang menyebabkan hidrasi berjalan cepat sehingga diperoleh *early strength* (kekuatan awal) yang tinggi.

Persentase kuat tekan tertinggi untuk beton mutu tinggi pada umur 14 hari, berada pada jenis perawatan dengan perendaman dan penambahan *Accelerator*, yaitu berkisar sebesar 81%. Hal ini dikarenakan beton mengalami percepatan waktu pengikatan (*setting time*) reaksi hidrasi dan pengembangan kekuatan yang disebabkan oleh *Accelerator* sehingga memperoleh kuat tekan yang tinggi dengan cepat.

Dari tiga perlakuan yang diterapkan, perawatan uap (*steam curing*) menghasilkan kuat tekan awal yang tinggi, hal ini dikarenakan proses penguapan yang diberikan pada beton dapat mempercepat proses hidrasi dari beton sehingga beton dapat memperoleh kuat tekan yang tinggi dalam waktu yang singkat. Akan tetapi pada perawatan penguapan (*steam curing*) ini menghasilkan kuat tekan akhir pada beton yang rendah, hal ini dikarenakan perubahan suhu yang cukup besar yang dialami beton saat dan setelah perawatan dilakukan yang diakibatkan oleh tidak ada perawatan kembali pada beton setelah dilakukannya proses perawatan penguapan. Hal ini sejalan dengan yang disebut didalam buku Teknologi Beton (Paul Nugraha, 2007) bahwa dengan perawatan uap (*steam curing*) dalam 1 hari didapat kekuatan beton sebesar 2-2,5 kali dari kekuatannya normalnya, namun kekuatan akhir dari beton berkurang sampai 10%.

Begitu juga dengan perawatan perendaman dengan penambahan *accelerator* cukup membantu untuk memperoleh kuat tekan yang tinggi dengan cepat. Hal ini dikarenakan kalsium klorida yang terdapat dalam *accelerator* dapat mempercepat hidrasi dari  $C_2S$  dan  $C_3S$  yang merupakan senyawa dalam beton yang memiliki sifat perekat. Pada saat yang bersamaan *accelerator* juga memperlambat



hidrasi  $C_3A$  yang merupakan senyawa dalam beton yang memiliki sifat pengeluaran panas yang banyak dan merupakan senyawa yang paling reaktif didalam beton (Paul Nugraha, 2007).

Sedangkan perawatan perendaman dapat menghasilkan kuat tekan akhir yang tinggi baik pada beton normal maupun beton mutu tinggi. Hal ini dikarenakan proses perendaman yang dilakukan secara terus menerus pada beton dapat menjaga proses hidrasi yang terjadi dan dapat menghindari kehilangan air dalam beton yang terjadi. Sehingga beton tetap mengalami peningkatan kuat tekannya sampai umur beton tercapai.

## 5. KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Dari hasil penelitian dan pembahasan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

#### 1. Beton Normal

Persentase kuat tekan beton normal terhadap umur 28 hari pada umur 1 hari perawatan uap (*steam curing*) berkisar sebesar 56%. Persentase kuat tekan beton normal terhadap umur 28 pada umur 3 hari perawatan perendaman, perawatan perendaman dengan penambahan *accelerator*, dan perawatan uap (*steam curing*) berturut-turut berkisar sebesar 57%, 67%, 72%. Persentase kuat tekan beton normal terhadap umur 28 pada umur 14 hari perawatan perendaman, perawatan perendaman dengan penambahan *accelerator*, dan perawatan uap (*steam curing*) berturut-turut berkisar sebesar 88%, 93%, 87%.

#### 2. Beton Mutu Tinggi

Persentase kuat tekan beton mutu tinggi terhadap umur 28 hari pada umur 1 hari perawatan uap (*steam curing*) berkisar sebesar 62%. Persentase kuat tekan beton mutu tinggi terhadap umur 28 pada umur 3 hari perawatan perendaman, perawatan perendaman dengan penambahan *accelerator*, dan perawatan uap (*steam curing*) berturut-turut berkisar sebesar 64%, 68%, 71%. Persentase kuat tekan beton mutu tinggi terhadap umur 28 pada umur 14 hari perawatan perendaman, perawatan perendaman dengan penambahan *accelerator*, dan perawatan uap (*steam curing*) berturut-turut berkisar sebesar 80%, 81%, 75%.

3. Dari tiga perlakuan yang diterapkan, perawatan uap (*steam curing*) menghasilkan kuat tekan awal yang tinggi. Begitu juga dengan perawatan perendaman dengan penambahan *accelerator* cukup membantu untuk memperoleh kuat tekan yang tinggi dengan cepat. Sedangkan perawatan perendaman dapat menghasilkan kuat tekan akhir yang tinggi baik pada beton normal maupun beton mutu tinggi.

### Saran

Berdasarkan hasil penelitian, maka dapat diberikan saran antara lain:

1. Agar diperoleh beton mutu tinggi yang baik penggunaan bahan tambah *superplasticizer* perlu diperhatikan, karena apabila *superplasticizer* yang digunakan dalam kondisi yang sudah lama

- (lebih dari satu tahun) maka *superplasticizer* tidak akan berpengaruh terhadap kenaikan nilai kelecakan pada campuran beton.
2. Perlu dilakukan pengujian terhadap penggunaan bahan tambah *superplasticizer* dan *Accelerator*, agar mendapatkan proporsi campuran bahan tambah terhadap campuran beton yang optimal dalam meningkatkan kuat tekan beton.
  3. Perlu diperhatikan dalam proses pengadukan dan pemadatan, agar tidak terjadi fluktuasi ketidakseragaman mutu pada beton. Karena jika pengadukan dan pemadatan tidak baik benda uji akan mengalami keropos, dan dapat mempengaruhi hasil uji.
  4. Perlu diperhatikan dengan baik kualitas dari bahan-bahan penyusun beton yang akan digunakan dalam pencampuran beton, agar mutu beton yang direncanakan dapat tercapai.

## DAFTAR PUSTAKA

- Erwin, R., 2011, *Pengaruh pemberian perawatan Steam Curing terhadap kekuatan dan durabilitas beton dengan semen pozzolan*, Jurnal Media Teknik Sipil, Volume 9, Nomor 2 : 142 – 154
- Mulyono, T., 2004, *Teknologi Beton*, Penerbit Andi, Yogyakarta.
- Nugraha, P., dan Antoni, 2007, *Teknologi Beton*, Penerbit Andi, Yogyakarta.
- Priastiwi, YA., 2011, *Korelasi Kuat Tekan Terhadap Umur Beton Menggunakan Semen yang Beredar di Pasaran*, Media Teknik Sipil, Volume XI., Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro.
- SNI 03-1974-1990, *Metode Pengujian Kuat Tekan Beton*, Badan Standardisasi Nasional Indonesia.
- SNI 03-2834-2000, *Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal*, Badan Standardisasi Nasional Indonesia.
- SNI 03-6468-2000, *Tata Cara Perencanaan Campuran Beton Berkekuatan Tinggi dengan Semen Portland dan Abu Terbang*, Badan Standardisasi Nasional Indonesia.
- SNI 2847:2013, *Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung*, Badan Standardisasi Nasional Indonesia.
- Tjokrodimuljo, K., 2012, *Teknologi Beton*, Biro Penerbit, Yogyakarta.