

## **PERBANDINGAN KUAT TEKAN BETON DENGAN MENGGUNAKAN DUA JENIS SEMEN DAN VARIASINYA**

*Dian Wahyudi<sup>1</sup>, As'at Pujiyanto<sup>2</sup>, Restu Faizah<sup>3</sup>*

### **ABSTRAK**

*Pada dasarnya beton memiliki sifat dasar, yaitu kuat terhadap tegangan tekan dan lemah terhadap tegangan tarik. Kuat tekan beton dipengaruhi oleh jenis bahan penyusunnya, jika bahan penyusunnya bagus, solid maka nantinya akan menghasilkan beton yang mempunyai kuat tekan tinggi.*

*Pada penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penggunaan dua jenis (merk) semen, yaitu semen Bima dan semen Tiga Roda dalam satu campuran beton terhadap kuat tekan beton. Pembuatan benda uji menggunakan silinder diameter 15 cm dan tinggi 30 cm dengan menggunakan  $F_c'$  20 MPa dan  $F_{as}$  0,4. Penelitian ini menggunakan 5 (lima) macam perlakuan yaitu: perlakuan I menggunakan Semen Bima, perlakuan II menggunakan Semen Tiga Roda, perlakuan III menggunakan campuran Semen Bima + Semen Tiga Roda dengan perbandingan volume 1 : 1, perlakuan IV menggunakan campuran Semen Gresik + Semen Padang dengan perbandingan volume 3 : 1, dan perlakuan V menggunakan campuran Semen Gresik + Semen Padang dengan perbandingan volume 1 : 3.*

*Dari penelitian yang dilakukan didapatkan kuat tekan beton pada umur 7 hari, semen Bima = 24,799 MPa, semen Tiga Roda = 21,481 MPa, semen Bima 1 : semen Tiga Roda 1 = 19,733, semen Bima 3 : semen Tiga Roda 1 = 20,356, semen Bima 1 : Tiga Roda 3 = 17,033. Nilai kuat tekan beton setelah pencampuran masih lebih rendah dari nilai kuat tekan yang tidak dicampur. Mungkin dikarenakan pencampuran antara semen mengakibatkan reaksi kimia baru sehingga memperlambat waktu ikat semen dan mempengaruhi kuat tekan beton.*

**Kata kunci:** Semen , Kuat Tekan Beton

---

<sup>1</sup>Disampaikan pada Seminar Tugas Akhir

<sup>2</sup>Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta  
NIM : 20120110271, e-mail : [dianwahyudi347@gmail.com](mailto:dianwahyudi347@gmail.com)

<sup>3</sup>Dosen Pembimbing I

<sup>4</sup>Dosen Pembimbing II

## **BAB I PENDAHULUAN**

### **A. Latar Belakang**

Perkembangan dalam sektor pembangunan memicu tingginya kebutuhan semen yang berpengaruh pada peningkatan produktifitas. Semen merupakan campuran dari beberapa senyawa kimia yang bersifat *hidrolis*. *Hidrolis* artinya apabila suatu bahan dicampur dengan air dalam jumlah tertentu akan mengikat bahan - bahan yang lain menjadi satu serta tidak larut.

Secara umum semen merupakan salah satu bahan bangunan yang merupakan bahan susunan utama dalam pembuatan beton. Beton adalah campuran antara semen agregat halus agregat kasar dan air bila perlu ditambah dengan zat aditif lainnya (Mulyono, 2013).

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, khususnya dalam bidang rekayasa bangunan sipil yang struktur utamanya merupakan konstruksi beton, menuntut

penggunaan mutu beton dengan kuat tekan tinggi. Untuk itu perlu diupayakan penelitian yang berkaitan dengan usaha meningkatkan mutu beton.

Penelitian ini di titik beratkan pada penggunaan dua jenis semen, yaitu semen Bima tipe PPC dan semen Tiga Roda tipe PCC dalam satu campuran beton dan pengaruhnya terhadap mutu beton. Hal ini dilakukan karena perbedaan harga dan kadang-kadang menghilangnya salah satu merk semen di pasaran.

### B. Rumusan Masalah

Dari latar belakang masalah tersebut, maka masalah-masalah yang akan diteliti adalah :

1. Berapa perbandingan nilai kuat tekan antara semen bima dan tiga roda (semen baru dan semen lama) ?
2. Bagaimana pengaruh setelah pencampuran antara kedua semen tersebut terhadap nilai kuat tekannya ?

### C. Tujuan Penelitian

Berdasarkan uraian identifikasi masalah, maka tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Untuk mengetahui perbandingan nilai kuat tekan beton dari dua jenis merk semen.
2. Untuk mengetahui pengaruh kuat tekan setelah pencampuran kedua jenis merk semen (Bima dan Tiga roda).

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### A. Penelitian Sebelumnya

Penelitian ini dilakukan tidak terlepas dari hasil penelitian-penelitian terdahulu yang pernah dilakukan sebagai bahan perbandingan dan kajian. Adapun hasil-hasil penelitian yang dijadikan perbandingan tidak terlepas dari topik penelitian yaitu dengan membandingkan kuat tekan beton dengan menggunakan dua jenis semen :

1. Adnyana (2010), Penelitian yang dilakukan yaitu tentang “Perbedaan Kuat Tekan Beton Menggunakan Dua Jenis Semen”, dengan tujuan untuk mengetahui pengaruh dua jenis merk.

2. Made (2009), Penelitian yang dilakukan tentang pengaruh jenis semen dan agregat kasar terhadap kuat tekan beton.
3. Yuanda (2010), Penelitian yang dilakukan yaitu tentang kuat tekan beton dengan menggunakan Semen Baturaja, Semen Padang dan Semen Holcim.

Tabel 1 Kuat Tekan Beton dengan menggunakan Semen baturaja, Semen Padang, dan Semen holcim untuk beton rencana K-300

Merk Semen	Kuat Tekan Beton Berdasarkan Umur					Ket
	3	7	14	21	28	
Baturaja	197,8	253,33	389	420	442	K-300
Padang	185,6	237,78	365,1	394,1	414,9	
Holcim	163,3	200,00	315	340,1	358	

Sumber : yuanda 2010

4. Meiryato (2013), Penelitian yang dilakukan yaitu tentang membandingkan Semen Gresik, Semen Holcim dan Semen Tiga Roda, dengan judul “Waktu Alir, Kuat Tekan dan Kuat Tarik Pasta Sebagai Bahan Graut Dengan Berbagai Nilai FAS”.
5. Kurniawandy (2013), meneliti tentang perbandingan kuat tekan beton semen PCC dan semen Tipe 1 terhadap pemakaian *Sikament NN*.

#### B. Keaslian Penelitian

Penelitian tentang “Membandingkan kuat tekan beton Semen Tiga Roda, Semen Bima dan variasi antara kedua campuran semen dengan Nilai Fas 0,4 ”belum ada yang meneliti sebelumnya, segala bentuk kutipan pendapat atau temuan orang lain yang ada dalam penelitian ini dirujuk sesuai kaidah ilmiah yang benar, sehingga keaslian penelitian ini diharapkan dapat menambah referensi baru yang bermanfaat bagi semuanya.

### BAB III LANDASAN TEORI

#### A. Beton

##### 1. Pengertian Beton

Menurut SNI-03-2847-2002, beton ialah campuran antara semen portland atau semen hidraulik yang lain, agregat halus agregat kasar dan air, dengan atau tanpa bahan tambahan yang membentuk masa padat. Agregat halus yang digunakan biasanya adalah pasir alam maupun pasir yang dihasilkan oleh industri pemecah batu, sedangkan agregat kasar yang dipakai biasanya berupa batu alam maupun batuan yang dihasilkan oleh industri pemecah batu. Beton sendiri sekarang banyak digunakan pada konstruksi bangunan gedung saat ini karena proses pengerjaannya yang cukup mudah. (Tjokrodinuljo, 2007).

##### 2. Keunggulan dan Kelemahan Beton

Beton dibandingkan dengan bahan bangunan lain mempunyai beberapa kelebihan, antara lain yaitu (Tjokrodinuljo, 2007)

1. Harganya relatif murah karena menggunakan bahan-bahan dasar yang umumnya tersedia di dekat lokasi pembangunan, kecuali semen portland.
2. Termasuk bahan yang awet, tahan aus, tahan kebakaran, tahan terhadap pengkaratan atau pembusukan oleh kondisi lingkungan, sehingga biaya perawatan murah.
3. Kuat tekannya cukup tinggi sehingga jika dikombinasikan baja tulangan yang kuat tariknya tinggi dapat.
4. Beton segar dapat dengan mudah diangkat maupun dicetak dalam bentuk dan ukuran sesuai keinginan.

Walaupun beton mempunyai beberapa kelebihan beton juga memiliki beberapa kekurangan, menurut Tjokrodinuljo kekurangan beton dibagi menjadi tiga yaitu :

1. Bahan dasar penyusun beton agregat halus maupun agregat kasar bermacam-macam sesuai dengan lokasi pengambilannya.
2. Beton keras mempunyai beberapa kelas kekuatan sehingga harus disesuaikan dengan bagian bangunan yang akan dibuat.

3. Beton mempunyai kuat tarik yang rendah, sehingga getas atau rapuh dan mudah retak. Oleh karena itu perlu diberikan cara-cara mengatasinya.

##### 3. Sifat Beton

Beberapa sifat beton yang dimiliki beton dan sering di pakai adalah (Tjokrodinuljo, 2007):

- 1) Kekuatan
- 2) Berat jenis
- 3) Modulus Elastisitas
- 4) Susutan Pengerasan.
- 5) Kerapatan Air

##### 4. Bahan Penyusun Beton

Seperti yang diuraikan diatas bahan penyusun beton normal ialah semen portland, agregat halus (pasir), agregat kasar (batu pecah atau kerikil) dan air.

- 1) Semen Portland

*Portland Cement* (PC) atau semen adalah bahan yang bertindak sebagai bahan pengikat agregat, jika dicampur dengan air semen menjadi pasta. Dengan proses waktu dan panas, reaksi kimia akibat campuran air dan semen menghasilkan sifat perkerasan pasta semen. Semen Portland dibuat melalui beberapa langkah, sehingga sangat halus dan memiliki sifat adhesive maupun kohesif. Semen diperoleh dengan membakar karbonat atau batu gamping dan *argillaceous* (yang mengandung alumina) dengan perbandingan tertentu. Bahan tersebut dicampur dan dibakar dengan suhu 1400° C-1500° C dan menjadi klinker. Setelah itu didinginkan dan dihaluskan sampai seperti bubuk. Lalu ditambahkan gips atau kalsium sulfat ( $CaSO_4$ ) kira-kira 2-4 % persen sebagai bahan pengontrol waktu pengikatan. Bahan tambah lain kadang ditambahkan pula untuk membentuk semen khusus misalnya kalsium klorida untuk menjadikan semen yang cepat mengeras. Semen biasanya dikemas dalam kantong 40 kg/ 50 kg (Sutikno, 2003:2) . Beberapa properti kimia dan fisik dari semen .

Tabel 2. Properti kimia dan fisik semen

Jenis Semen	PPC	PCC
$Al_2O_3$ (%)	8,76	7,40
CaO (%)	58,66	57,38
$S_iO_2$ (%)	23,13	23,04
$Fe_2O_3$ (%)	4,62	3,36
Kehalusan (%)	5,00	2,00
Berat Isi (Kg/l)	1,19	1,15

Sumber : Made, 2009

Semen *Portland* yang digunakan disini adalah Semen Bima dan Semen Tiga Roda , berikut adalah sejarah dan penjelasan mengenai Semen yang digunakan pada penelitian :

#### 1. Semen Bima

PT. Sinar Tambang Arthalestari (PT. STAR) adalah pemilik dan produsen Semen Bima. Pabrik Semen Bima yang dibangun diatas lahan seluas 43 Hektar, dimana pelat akan batu pertama (ground breaking) dilakukan oleh Gubernur Jawa Tengah H. Bibit Waluyo yang di damping oleh Bupati Banyumas Mardjoko berlokasi di Desa Tipar Kidul Kecamatan Ajibarang, Banyumas pada tanggal 8 Oktober 2012 berkomit menuntuk dapat memenuhi kebutuhan semen nasional secara merata. (sumber : <http://www.semenbima.com/history>)

Jenis dari semen bima adalah semen *portland pozzolan (PPC)* adalah bahan pengikat hidrolis yang dibuat dengan menggiling terak, *gypsum*, dan bahan *pozzolan*. Digunakan untuk bangunan umum dan bangunan yang memerlukan ketahanan sulfat dan panas hidrasi sedang, seperti : jembatan, jalan raya, perumahan, dermaga, beton massa, bendungan, bangunan irigasi, dan fondasi pelat penuh.

Di pasaran semen bima dengan kemasan 40 kg dijual dengan harga Rp. 47,000.00. – Rp. 50,000.00 berikut adalah Gambar dari Semen Bima:



Gambar 1. Semen Bima

#### 2. Semen Tiga Roda

Semen Tiga Roda merupakan produk semen yang diproduksi oleh PT Indocement Tunggal Prakarsa Tbk (“Indocement”). Dengan mengedepankan kualitas terbaik dan inovasi yang berbaaur dengan alam, Semen Tiga Roda diproduksi guna memenuhi kebutuhan pembangunan di dalam dan luar negeri. Produksi Semen Tiga Roda bermula sejak Indocement mengoperasikan pabrik pertamanya secara resmi pada Agustus 1975. Perseroan atas nama Indocement secara resmi didirikan pada 16 Januari 1985 melalui penggabungan enam perusahaan semen yang pada saat itu memiliki delapan pabrik. Seiring berjalannya pembangunan dan bertambahnya kebutuhan, Indocement terus menambah jumlah pabriknya hingga dua belas pabrik. Pada 22 Februari 2013, Perseroan telah memulai perluasan Kompleks Pabrik Citeureup dengan penambahan lini produksi yang disebut Pabrik ke-14. Dengan penambahan Pabrik ke-14 maka jumlah pabrik Indocement saat ini adalah 13 pabrik. Sebagian besar pabrik berada di Pulau Jawa, 10 diantaranya berlokasi di Citeureup, Bogor, Jawa Barat, yang menjadikannya salah satu kompleks pabrik semen terintegrasi terbesar di dunia. Sementara dua pabrik lainnya ada di Palimanan, Cirebon, Jawa Barat, dan satu lagi di Tarjun, Kotabaru, Kalimantan Selatan. Dengan merek dagang “Tiga Roda”, Indocement menjual sekitar 18,7 juta ton semen di 2014, yang menjadikannya perusahaan entitas tunggal penjual semen terbanyak di Indonesia. Produk semen Perseroan adalah *Portland Composite Cement (PCC)*, *Portland Cement (PC Tipe I, II, dan V)*, *Oil Well Cement (OWC)*, Semen Putih, and TR-30 Acian Putih. Melalui inovasinya, Indocement menjadi

satu-satunya produsen Semen Putih di Indonesia. Dibawah ini adalah Macam-macam produk semen tiga roda (sumber : [www.sementigaroda.com](http://www.sementigaroda.com)) :

1. *Portland Composite Cement* (PCC)
2. *Ordinary Portland Cement* (OPC) Jenis I.
3. *Ordinary Portland Cement* (OPC) Jenis II
4. *Ordinary Portland Cement* (OPC) Jenis V
5. Semen Sumur Minyak / *Oil Well Cement* (OWC)
6. Semen Putih / *White Cement*

Di pasaran Semen Tiga Roda dengan kemasan 40 kg dijual dengan harga Rp. 50,000.00. – Rp. 53,000.00 berikut adalah Gambar dari Semen Bima:



Gambar 2. Semen Tiga Roda

## 2) Agregat

Agregat pada beton adalah sebagai bahan pengisi, walaupun hanya bahan pengisi akan tetapi agregat sangat berpengaruh pada sifat-sifat beton sehingga pemilihan agregat sangat penting dalam pembuatan beton. Agregat sendiri menempati 70 % volume beton. Pada umumnya agregat dibedakan menjadi tiga kelompok, yaitu

Untuk beton normal sendiri agregat yang digunakan adalah agregat halus dan agregat kasar. Menurut standar SK SNI S-04-1989-F, agregat untuk bahan bangunan sebaiknya memenuhi persyaratan sebagai berikut :

1. Agregat Halus
  - a. Butir-butirnya tajam dan keras, dengan indeks kekerasan  $\leq 2,2$
  - b. Kekal, tidak pecah atau hancur oleh pengaruh cuaca. Jika diuji dengan larutan garam Natrium Sulfat bagian yang hancur

- c. Tidak mengandung lumpur lebih dari 5 %
- d. Tidak mengandung zat organis terlalu banyak, yang dilakukan dengan percobaan warna dengan larutan 3% NaOH, yaitu warna cairan di atas endapan agregat halus tidak boleh lebih gelap daripada warna standar
- e. Modulus butir antara 1,50-3,80 dan dengan variasi butiran sesuai standar gradasi
- f. Khusus untuk beton dengan tingkat keawetan tinggi, agregat harus reaktif terhadap alkali,
- g. Agregat halus dari laut atau pantai, boleh dipakai asalkan dengan petunjuk dari lembaga pemeriksaan bahan-bahan yang diakui.

## 2. Agregat Kasar

- a. Butir-butirnya keras dan tidak berpori, indeks kekerasan  $\leq 5\%$  bila diuji dengan goresan batang tembaga. Bila diuji dengan bejana Rudeloff atau Los .
- b. Kekal, tidak pecah atau hancur oleh pengaruh cuaca. Jika diuji dengan larutan garam Natrium Sulfat bagian yang hancur maksimum 12 %, jika diuji dengan larutan garam Magnesium Sulfat maksimum 18 %,
- c. Tidak mengandung lumpur lebih dari 1 %,
- d. Tidak boleh mengandung zat-zat yang reaktif terhadap alkali,
- e. Butiran agregat yang pipih dan panjang tidak boleh lebih dari 20 %
- f. Modulus halus butir antara 6-7,10 dengan variasi butir sesuai standar gradasi,
- g. Ukuran butir maksimum tidak boleh melebihi dari:  $1/5$  jarak terkecil antar bidang-bidang samping cetakan,  $1/3$  tebal pelat beton,  $3/4$  antar tulangan atau berkas tulangan.

## 3) Air

Air merupakan bahan dasar pembuat beton yang penting namun harganya paling

murah. Dalam pembuatan beton air diperlukan untuk (Tjokrodinuljo, 2007) :

1. Bereaksi dengan semen portland
  2. Menjadi bahan pelumas antara butir-butir agregat, agar mudah dikerjakan.
- Menurut spesifikasi bahan bangunan A, air sebaiknya memenuhi syarat SK SNI S-04-1989 F

Kualitas beton akan berkurang jika air yang digunakan mengandung kotoran, pengaruh lainnya pada saat pengikatan awal adukan beton.

#### 5. **Perawatan beton**

Perawatan beton ialah suatu tahap akhir pekerjaan pembetonan, yaitu menjaga agar permukaan beton segar selalu lembab, sejak dipadatkan sampai proses hidrasi cukup sempurna (kira-kira selama 28 hari). Kelembaban permukaan beton itu harus dijaga agar air di dalam beton segar tidak keluar. (Tjokrodinuljo, 2007).

Untuk menghindari terjadinya retak-retak pada beton karena proses hidrasi yang terlalu cepat, maka dilakukan perawatan beton dengan cara :

- a. Menaruh beton segar di dalam ruangan yang lembab
- b. Menaruh beton segar di atas genangan air
- c. Menaruh beton segar di dalam air

#### **B. Perancangan Campuran Adukan Beton**

Perancangan campuran adukan beton bertujuan untuk mengetahui komposisi atau proporsi jumlah bahan yang dibutuhkan untuk suatu campuran adukan beton. Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam perancangan campuran beton adalah kuat tekan yang direncanakan pada umur 28 hari, sifat mudah dikerjakan (*workability*), sifat awet dan ekonomis. Adapun perancangan campuran adukan beton ini menggunakan SK SNI : 03-2834-2002 (Tjokrodinuljo, 2007)

#### **C. Slump**

Pada setiap pengerjaan beton, ada hal hal yang penting yang harus diperhatikan salah satu diantaranya adalah kelecakan beton segar. Kelecakan beton biasanya di periksa dengan uji slump untuk dapat memperoleh nilai slump yang kemudian dipakai sebagai tolak ukur kelecakan beton segar untuk kemudahannya dalam mengerjakan. Adapun faktor-faktor yang mempengaruhi kelecakan beton antara lain (Tjokrodinuljo) :

1. Jumlah air yang dipakai dalam adukan beton
2. Jumlah pasta dalam campuran adukan,
3. Gradasi agregat
4. Bentuk butiran agregat
5. Besar butir maksimum agregat.

#### **D. Kuat Tekan Beton**

Kinerja dalam sebuah beton dapat dibuktikan dengan nilai kuat tekan beton. Kuat tekan beton merupakan kemampuan beton untuk menerima beban persatuan luas (Mulyono, 2004). Ada beberapa faktor yang mempengaruhi kuat tekan beton, antara lain (Tjokrodinuljo, 2007) :

##### 1) Umur beton

Kuat tekan beton akan bertambah tinggi dengan bertambahnya umur beton. Laju kenaikan kuat tekan beton mula-mula cepat, lama-lama laju kenaikan semakin lambat. Laju kenaikan tersebut dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain : faktor air semen, suhu sekeliling beton, semen portland dan faktor lain yang sama dengan faktor-faktor yang mempengaruhi kuat tekan beton.

##### 2) Faktor Air Semen

Faktor Air Semen (FAS) ialah perbandingan berat antar air dan semen portland didalam campuran adukan beton. Semakin tinggi nilai fas maka kuat tekan beton akan semakin tinggi pula, nilai fas juga sangat berpengaruh pada jumlah semen yang dibutuhkan pada suatu campuran beton

##### 3) Kepadatan beton

Kekuatan beton berkurang jika kepadatan beton berkurang. Beton yang kurang padat berarti berisi rongga sehingga kuat tekannya berkurang. Pengaruh kepadatan beton terhadap kuat tekan bisa.

4) Jumlah pasta semen

Pasta semen dalam beton berfungsi untuk merekatkan butir-butir agregat. Pasta semen akan berfungsi secara maksimal jika seluruh pori antar butir-butir agregat terisi penuh dengan pasta semen, serta seluruh permukaan butir agregat terselimuti pasta semen.

5) Jenis semen

Semen portland untuk pembuatan beton terdiri beberapa jenis. Masing-masing jenis semen portland mempunyai sifat tertentu, misalnya cepat mengeras dan sebagainya, sehingga mempengaruhi juga terhadap kuat tekan betonnya.

6) Sifat agregat

Agregat terdiri atas agregat halus dan agregat kasar. Beberapa sifat agregat yang mempengaruhi kekuatan beton (Tjokrodinuljo, 2007:75) :

dilaksanakan. Pengujian yang dilakukan yaitu pengujian bahan penyusun beton meliputi agregat halus dan agregat kasar, serta pengujian kuat tekan beton. Untuk Pemeriksaan semen dilakukan dengan melihat fisiknya secara visual, apakah semen itu produksi baru ataukah produksi lama dengan melihat apakah butiran semen terdapat butiran pada tatau tidak.

### **C. Bahan dan Peralatan Penelitian**

Bahan – bahan yang digunakan dalam penelitian ini terdapat pada uraian berikut.

1. Agregat halus yang berupa pasir Merapi,
2. Agregat kasar yang digunakan ialah agregat yang di pecah/splite clereng yang diambil di laboratorium Teknologi Bahan Konstruksi, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
3. Semen portland yang digunakan dalam penelitian ini adalah semen portland tipe 1 Semen Bima, dan Semen Tiga Roda kapasitas kemasan 40 kg.
4. Air yang memenuhi syarat dan layak diminum sebagai campuran beton, diambil dari laboratorium Teknologi Bahan Konstruksi, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

Alat yang digunakan pada penelitian ini dari mulai pemeriksaan bahan sampai dengan benda uji, dengan uraian berikut:

1. Timbangan neraca dengan ketelitian 0,1 gram , untuk mengetahui berat dari bahan-bahan penyusun beton.
2. Saringan standar ASTM, dengan ukuran 16 mm.
3. *Erlenmeyer* dengan merk *Pyrex*, untuk pemeriksaan berat jenis.
4. *Concrete mixer* untuk mencampur semua bahan- bahan pembuat beton.
5. Mesin *Los Angeles* dengan merk *Tatonas*, untuk menguji tingkat keausan agregat kasar
6. Wajan dan Nampan besi untuk mencampur dan mengaduk campuran benda uji.
7. Sekop, cetok dan talam, untuk menampung dan menuang adukan beton ke dalam cetakan

## **BAB IV**

### **METODE PENELITIAN**

#### **A. Lokasi Penelitian**

Lokasi penelitian ini dilakukan di Laboratorium Teknologi Bahan Konstruksi, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik , Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

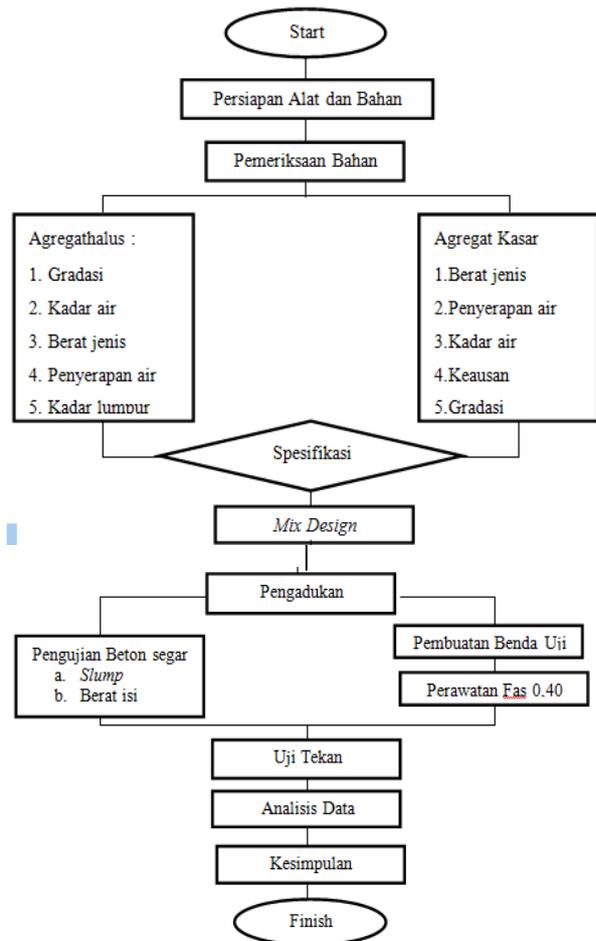
#### **B. Metode Penelitian**

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen, yaitu penelitian yang bertujuan untuk menyelidiki hubungan sebab akibat antara satu dengan yang lain dan membandingkan hasilnya sehingga menjadikan sebuah inovasi. Benda uji yang dibuat dalam penelitian ini adalah beton normal silinder yang nantinya akan di uji kuat tekannya. Agar mencapai tujuan yang ditetapkan, penelitian ini mempunyai tahap-tahap yang harus

8. Penumbuk besi untuk menumbuk beton yang sudah dimasukkan kedalam cetakan.
9. Mesin uji tekan beton merk *Hung Ta* kapasitas 50 MPa, digunakan untuk menguji dan mengetahui nilai kuat tekan dari beton yang dibuat.
10. Mistar dan *kaliper*, untuk mengukur dimensi dari alat-alat benda uji yang digunakan.
11. Saringan/ ayakan, digunakan untuk mengukur ukuran agregat yang lolos saringan.
12. Gelas ukur kapasitas maksimum 1000 ml dengan merk *MC*, digunakan untuk menakar volume air .
13. Kerucut Abrams dan baja penumbuk digunakan untuk mengukur nilai slump dari beton segar.
14. Oven, digunakan untuk mengeringkan sample dalam pemeriksaan bahan yang digunakan dalam campuran beton.
15. Cangkul/Cetok (sendok pengaduk), untuk mengaduk semua agregat dan semen hingga bersifat homogen.
16. Cetakan baja berbentuk silinder dengan tinggi 300 mm dan diameter 150 mm.
17. Tempat adukan digunakan untuk mengaduk agregat dan pasta menjadi beton segar.
18. Mesin uji tekan beton berkapasitas maksimum 50 ton.
19. Alat pengujian Pengujian Beton Segar flowabilty yang digunakan yaitu *Slump*

#### D. Pelaksanaan Penelitian

Pelaksanaan penelitian dilakukan sesuai dengan bagan alir yang terdapat pada Gambar 3. Pelaksanaan penelitian dilakukan dimulai dari persiapan alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian. Setelah itu dilanjutkan dengan pemeriksaan bahan susun beton, pembuatan *mix design*, pembuatan benda uji hingga pengujian kuat tekan benda uji di Laboratorium Teknologi Bahan Konstruksi, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.



Gambar 3. Bagan Alir Penelitian

#### 1. Persiapan Alat dan Bahan

Tahap pertama yang dilakukan dalam penelitian ini adalah persiapan alat dan bahan. Sedangkan untuk bahan yang dipersiapkan berupa agregat halus, agregat kasar, dan semen Portland, untuk air disiapkan pada saat ketika akan dilaksanakan pengadukan beton.

#### 2. Pengujian Bahan Dasar Beton

Pengujian bahan dasar beton bertujuan untuk mengetahui apakah bahan penyusun beton memenuhi kelayakan standar yang nantinya akan dipakai untuk campuran beton, untuk semen sendiri tidak dilakukan pengujian bahan semen hanya dilihat secara visual apakah terdapat gumpalan dan pembekuan atau tidak. Pengujian bahan yang dilakukan adalah sebagai berikut:

- a. Pemeriksaan Agregat Halus (Pasir)

Agregat halus yang akan digunakan sebagai bahan penyusun beton

dilakukan beberapa pemeriksaan, antara lain :

1. Pemeriksaan gradasi agregat halus  
Pemeriksaan dilakukan dengan langkah-langkah berdasarkan ISK SNI : 03-1968-1990 untuk mengetahui distribusi ukuran butiran pasir dengan menggunakan saringan atau ayakan standar ASTM C 136.
  2. Pemeriksaan berat jenis dan penyerapan air agregat halus  
Pemeriksaan ini dilakukan berdasarkan langkah-langkah yang terdapat pada SNI : 03-1970-2008.
  3. Pemeriksaan kadar lumpur agregat halus  
Pemeriksaan kadar lumpur dilakukan berdasarkan SK SNI S-041989-F. Pemeriksaan ini dilakukan untuk mengetahui kandungan lumpur yang terdapat pada agregat halus. Seperti yang telah disyaratkan bahwa kandungan lumpur pada agregat halus tidak boleh lebih dari 5%.
  4. Pemeriksaan kadar air agregat halus  
Pemeriksaan kadar air dilakukan berdasarkan SK SNI : 03-1971-1990 dengan tujuan untuk mengetahui angka persentasi dari kadar air yang terkandung dalam agregat halus.
  5. Pemeriksaan berat satuan agregat halus (Pasir)  
Berat satuan agregat yaitu perbandingan antara berat dan volume agregat termasuk pori-pori antar butirannya, penelitian dilakukan untuk mengetahui berat satuan agregat halus.
- b. Pemeriksaan Agregat Kasar (Batu Pecah/ Kerikil)

Agregat kasar yang akan digunakan sebagai bahan penyusun beton dilakukan beberapa pemeriksaan, antara lain :

1. Pemeriksaan berat jenis dan penyerapan air agregat kasar

Pemeriksaan berat jenis dan penyerapan air agregat kasar berdasarkan SK SNI : 03-1968-1990 dan ASTM C127.

2. Pemeriksaan keausan agregat kasar  
Pemeriksaan ini dilakukan untuk mengetahui kekuatan atau ketahanan agregat kasar (split/kerikil), dengan menggunakan mesin *Los Angeles*.
3. Pemeriksaan kadar lumpur agregat kasar  
Pemeriksaan kadar lumpur dilakukan berdasarkan SK SNI S-041989-F. Pemeriksaan ini dilakukan untuk mengetahui kandungan lumpur yang terdapat pada agregat kasar. Seperti yang telah disyaratkan bahwa kandungan lumpur pada agregat halus tidak boleh lebih dari 1%.
4. Pemeriksaan kadar air agregat kasar  
Pemeriksaan ini dilakukan untuk mengetahui kandungan air yang terdapat pada agregat kasar. Pemeriksaan ini berdasarkan SK SNI : 03-971-1990.
5. Pemeriksaan berat satuan agregat kasar  
Berat satuan agregat yaitu perbandingan antara berat dan volume agregat termasuk pori-pori antar butirannya, penelitian dilakukan untuk mengetahui berat satuan agregat kasar.

### 3. Perancangan Campuran (*Mix Design*)

Perancangan Campuran adukan beton ini menggunakan SK SNI : 03-2834-2002 dan dengan nilai FAS 0,4.

### 4. Pembuatan Benda Uji

Sebelum dilakukan pembuatan benda uji yaitu mempersiapkan bahan-bahan sesuai takaran yang ditentukan di dalam *mix design concrete*. Metode pembuatan beton yaitu sebagai berikut:

- a. Agregat kasar batu pecah dan agregat halus dicampur ke dalam *Concrete*

*Mixer*,

- b. Setelah agregat kasar batu pecah dan agregat halus (Pasir) sudah tercampur rata masukan semen berserta air ke dalam *Concrete Mixer*,
- c. Kemudian campuran beton segardi keluarkan dari *Concrete Mixer* lalu di lakukan pemeriksaan *slump*,
- d. Kemudian campuran beton segar dicetak kedalam cetakan silinder dengan tinggi 30 cm, diameter 15 cm.

## 5. Perawatan Benda Uji

Cara perawatan benda uji adalah sebagai berikut:

- a. Setelah 24 jam cetakan beton silinder dibuka, lalu beton di bersihkan,
- b. Beton ditimbang dan diberi nama sesuai dengan variasi bata ringan,
- c. Kemudian, beton direndam selama 24 jam dalam air untuk menjaga agar tidak terjadi pengeringan yang lebih cepat,
- d. Setelah itu, beton diangkat dan didiamkan dalam suhu ruang sampai siap untuk diuji kuat tekan betonnya.

## 6. Pengujian Kuat Tekan Beton

Pengujian kuat tekan beton dilakukan dengan mesin uji tekan merk *Hung Ta 50 Mpa* dan diuji pada umur 7 hari, yang secara langsung dapat memberikan nilai kuat tekan benda uji, dengan beban yang dapat dibaca pada skala pembebanan. Pengujian dilakukan pada tanggal 2 Mei 2016 di Laboratorium Teknologi Bahan Konstruksi Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

### E. Analisis dan Hasil

Analisis hasil penelitian dapat dilakukan setelah data-data diolah, Data-data yang dapat diolah mulai dari saat penelitian sampai akhir penelitian adalah sebagai berikut :

1. Data Pemeriksaan Agregat Halus
2. Data Pemeriksaan Agregat kasar
3. Uji *Slump*
4. Uji kuat tekan beton,

Setelah semua data tersebut diolah menjadi tabel dan grafik persamaan maka dapat

dilakukan analisis dan pembahasan terhadap data tersebut. Tahap selanjutnya setelah analisis dan pembahasan maka dapat ditarik kesimpulan serta saran.

## BAB V

### HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

#### A. Hasil Pemeriksaan Bahan Penyusun Beton

Pemeriksaan bahan penyusun beton yang dilakukan di Laboratorium Bahan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, untuk bahan yang di periksa adalah agregat kasar dan agregat halus sedangkan Semen Portland hanya dilakukan pengujian secara visual dengan melihat apakah semen tersebut terdapat semen yang memadat atau membeku. Dari hasil pemeriksaan bahan penyusun beton didapat hasil sebagai berikut:

##### 1. Hasil Pemeriksaan Agregat Halus (Pasir Merapi)

###### a. Pemeriksaan Gradasi Agregat Halus

Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan pada agregat halus (Pasir Merapi) didapat bahwa gradasi agregat halus termasuk dalam daerah gradasi no. 2, yaitu pasir agak kasar dengan modulus halus butir sebesar 2,237 %, untuk mengetahui daerah gradasi bisa dilihat pada tabel 3. Hasil pemeriksaan dapat dilihat dalam Tabel 3, Gambar 4.

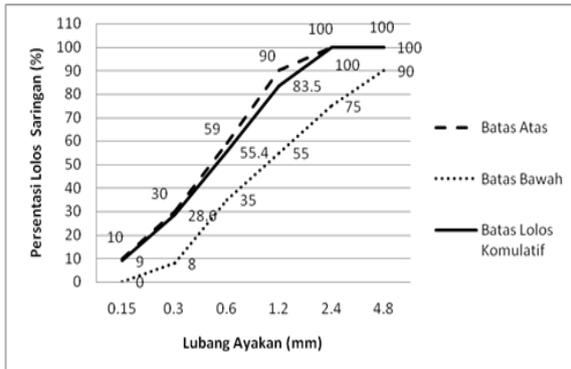
###### b. Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus

Hasil pemeriksaan berat jenis dan penyerapan air dapat dilihat pada tabel 4. dan untuk hasil selengkapnya dapat dilihat pada lampiran II. Pada hasil penelitian berat jenis pasir jenuh kering muka didapat nilai antara 2,5 – 2,7 sehingga pasir ini dapat digolongkan menjadi agregat normal karena hasilnya terletak diantara 2,5 sampai 2,7.

Tabel 3. hasil Pemeriksaan Gradasi Pasir

Ukuran	Berat Tertahan (gram)	Berat Tertahan (%)	Berat Tertahan Kumulatif (%)	Berat Lolos Kumulatif (%)
No.4 (4,8 mm)	0	0	0	100
No.8 (2,4 mm)	0	0	0	100
No.16 (1,2 mm)	165	16,5	16,5	83,5
No.30 (0,6 mm)	281	28,1	44,6	55,4
No.50 (0,3mm)	268	26,8	71,4	28,6
No.100 (0,15 mm)	196	19,6	91	9
Pan	90	9	100	0
Total	1000	100 %	223,7	Daerah 2

Sumber : Hasil penelitian, 2016



Gambar 4. Grafik hasil gradasi butiran

Tabel 4. Hasil Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan air agregat halus

No.	Jenis Pemeriksaan	Hasil
1.	Berat Jenis Tampak	2,775
2.	Berat jenis curah	2,375
3.	Berat jenis jenuh kering muka	2,675
4.	Penyerapan air agregat halus	2,948 %

Sumber : Penelitian, 2016

c. Pemeriksaan Kadar Air Agregat Halus

Hasil pengujian kadar air pasir di dapat nilai rata-rata sebesar 5,281 %. Oleh karena itu dapat disimpulkan pasir agak basah, sehingga sebelumnya dilakukan penjemuran hingga keadaan kering muka guna mengurangi kadar air pada pasir.

d. Berat Satuan Agregat Halus

Berat satuan pasir SSD yaitu  $1,26 \text{ gr/cm}^3$ . Berat satuan ini berfungsi untuk mengidentifikasi apakah agregat ini porous atau mampat. Semakin besar berat satuan maka semakin mampat agregat tersebut. Hal ini akan berpengaruh juga nantinya pada proses pengerjaan beton dalam jumlah besar dan juga berpengaruh pada kuat tekan beton, dimana apabila

agregatnya porous maka bisa terjadi penurunan kuat tekan pada beton.

e. Kadar Lumpur Agregat Halus

Kadar lumpur agregat halus rata-rata diperoleh sebesar 4,32 %, lebih kecil dari batas yang ditetapkan untuk beton normal sebesar 5%. Sehingga pasir dapat digunakan tanpa harus dicuci terlebih dahulu.

2. Hasil Pemeriksaan Agregat Kasar (Batu Pecah Clereng)

a. Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar

Berat jenis batu pecah jenuh kering muka adalah 2,63 sehingga batu ini tergolong agregat normal yaitu antara 2,5 sampai 2,7 (Tjokrodimuljo, 2007). Untuk hasil pemeriksaan dapat dilihat pada tabel 5.

Tabel 5. Hasil Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan air agregat Kasar

No.	Jenis Pemeriksaan	Hasil
1	Berat jenis tampak	2,69
2	Berat jenis curah	2,58
3	Berat jenis jenuh kering muka	2,63
4	Penyerapan air agregat halus	1,42 %

Sumber : Penelitian, 2016

b. Pemeriksaan Kadar Air Agregat kasar

Hasil pengujian kadar air kerikil di dapat nilai rata-rata sebesar 0.549 %. Oleh karena itu dapat disimpulkan kerikil kering udara karena butir-butir agregat mengandung sedikit air (tidak penuh) di dalam porinya dan permukaan butirannya kering (Tjokrodimuljo,2007).

c. Pemeriksaan Kadar Lumpur Agregat Kasar

Kadar lumpur agregat halus rata-rata diperoleh sebesar 1.75 %, lebih kecil dari batas yang ditetapkan pada SK SNI S-04-1989-F tentang spesifikasi bahan bangunan bagian A bahwa untuk beton normal kandungan lumpur tidak boleh lebih dari 1%. Karena kadar lumpur melebihi yang di syartkan maka harus di cuci terlebih dahulu.

d. Pemeriksaan Berat Satuan agregat Kasar

Berat satuan agregat kasar yang diperoleh dari hasil pemeriksaan adalah sebesar  $1,55 \text{ g/cm}^3$ . dengan ini agregat dapat digolongkan sebagai agregat normal karena berada di antara  $1,50 - 1,80$  (Tjokrodinuljo, 2007).

e. Pemeriksaan Keausan Agregat Kasar

Keausan butir batu pecah yang diperoleh dari hasil pemeriksaan adalah 21,360% lebih kecil dari batas maksimum yang ditetapkan yaitu, bahwa kekerasan atau kekuatan agregat kasar untuk beton normal tidak boleh lebih dari 40 % apabila agregat kasar diuji dengan mesin *Los Angeles* (Tjokrodinuljo, 2007) untuk lebih jelas nilai maksimum keausan agregat kasar bila di uji dengan bejana Rudeloff atau Mesin *Los Angeles* dapat dilihat pada Tabel 5.5.

### B. Hasil Perencanaan Campuran Beton (*Mix Design*)

Perhitungan dari Perancangan campuran adukan beton dengan metode SK SNI : 03-2834-2002, rencana untuk kebutuhan bahan adukan beton dapat dilihat pada tabel 6.

Tabel 6. Kebutuhan bahan susun untuk tiap satu silinder adukan beton normal

No.	Jenis Semen	Semen (Kg)	Pasir (Kg)	Kerikil (Kg)	Air (Liter)
1.	Bima	2,72	3,36	5,48	1,08
2.	Tiga Roda	2,72	3,36	5,48	1,08
3.	Bima 1 : Tiga Roda 1	1,36 : 1,36	3,36	5,48	1,08
4.	Bima 3 : Tiga Roda 1	1,813 : 0,907	3,36	5,48	1,08
5.	Bima 1 : Tiga Roda 3	0,907 : 1,813	3,36	5,48	1,08

Sumber : Penelitian 2016

Tabel 7. Kebutuhan bahan susun untuk tiap satu  $\text{m}^3$  adukan beton normal

Jenis Bahan	Kebutuhan Bahan	Satuan
Air	205	liter/ $\text{m}^3$
Semen	512,5	$\text{m}^3$
Agregat Halus	633,65	$\text{m}^3$
Agregat Kasar	1033,85	$\text{m}^3$

Sumber : Penelitian 2016

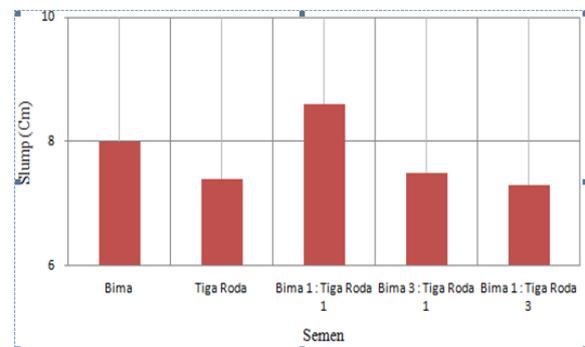
### C. Hasil Pengujian *Slump*

Pengujian *slump* dilakukan pada saat pengadukan pencampuran beton, dari hasil pengujian yang dilakukan didapat nilai *slump* sebagai berikut :

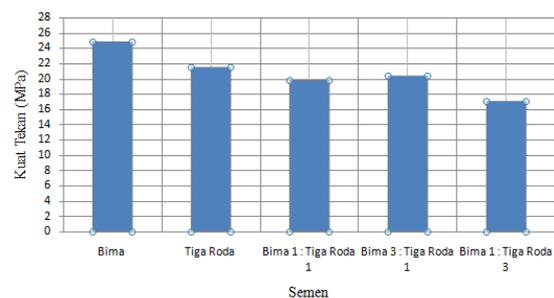
Tabel 8. hasil pengujian *slump*

No.	Jenis Semen	Nilai FAS	Uji <i>Slump</i> (cm)
1.	Bima	0,4	8
2.	Tiga Roda	0,4	7,4
3.	Bima 1 : Tiga Roda 1	0,4	8,6
4.	Bima 3 : Tiga Roda 1	0,4	7,5
5.	Bima 1 : Tiga Roda 3	0,4	7,3

Sumber : Penelitian 2016



Gambar 5. Diagram nilai *slump* dengan jenis semen



Gambar 6. Diagram nilai kuat tekan dengan jenis semen

Dilihat dari nilai slumpnya Gambar 6. slump semen bima paling tinggi . Tidak bisa menjadi acuan jika nilai *slump* nya tinggi maka nilai kuat tekannya rendah karena terdapat gelembung dalam beton sehingga menjadi rongga. padahal bisa juga *slump* yang tinggi semen dan agregat lebih mudah mencampur, dan pematatannya juga lebih mudah sehingga membuat kuat tekan bima

tinggi. Akan tetapi nilai *slump* dalam beton mempunyai nilai ambang batas, artinya beton tidak boleh mempunyai nilai *slump* yang terlalu tinggi dan juga tidak boleh mempunyai nilai *slump* yang terlalu rendah. Jadi kesimpulannya secara tidak langsung *slump* tes ini tidak berpengaruh pada kekuatan beton hanya berpengaruh pada kemudahan untuk dikerjakan.

### 1. Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton

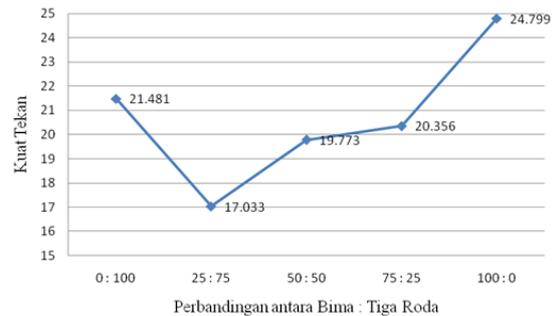
Pada penelitian ini pengujian kuat tekan beton dengan Semen Bima, dan Semen Tiga Roda pada nilai FAS 0,40 dilakukan pada umur 7 hari. Untuk hasil pengujian kuat tekan beton pada tiap Semen Bima dan Semen Tiga Roda dengan nilai FAS 0,40 adalah sebagai berikut :

Tabel 9. Hasil Uji kuat tekan Beton Perbandingan Semen dengan berbagai macam variasi campuran

No.	Jenis Semen	Nilai FAS	Kuat Tekan (MPa)	Rata - Rata
1	Semen Bima	0,4	25,700	24,799
			24,750	
			23,946	
2	Semen Tiga Roda	0,4	20,699	21,481
			21,857	
			21,886	
3	Semen Bima 1 : Semen Tiga Roda 1	0,4	14,793	19,773
			20,434	
			24,692	
4	Semen Bima 3 : Semen Tiga Roda 1	0,4	16,235	20,356
			20,189	
			24,643	
5	Semen Bima 1 : Semen Tiga Roda 3	0,4	14,048	17,033
			17,413	
			19,639	

Sumber : Penelitian 2016

Berdasarkan hasil uji kuat tekan beton didapat bahwa nilai nilai kuat tekan semen Bima lebih tinggi dari pada semen Tiga Roda dengan perbandingan selisih 13,37% . dan nilai kuat tekan variasi campuran beton masih dibawah semen Bima dan semen Tiga Roda . Untuk perbandingan selisih antara semen bima dan variasi campuran semen paling rendah adalah 31,31 %.



Gambar 7. Grafik Perbandingan semen dengan kuat tekan

Berdasarkan Gambar 7. Kuat tekan beton paling besar adalah semen bima kemudian yang kedua semen Tiga Roda. Semen bima lebih kuat mungkin dikarenakan kandungan kimia dan fisik semen Bima PPC lebih besar dari Tiga Roda PCC dapat dilihat di tabel 3.3 Sedangkan untuk variasi campuran semen kuat tekannya masih di bawah semen Bima dan semen Tiga Roda. mungkin dikarenakan campuran antara semen Bima PPC dan Tiga Roda PCC terjadi reaksi kimia baru sehingga akan memperlambat waktu ikat semen, bisa di coba untuk pengujian selama 28 hari.

## BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

### A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil Pengujian dan pembahasan yang dilakukan terhadap beton dengan menggunakan 2 (dua) jenis merk semen ,maka dapat di ambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Perbandingan nilai kuat tekan beton semen Bima didapat 24,799 dan semen Tiga Roda didapat 21,687 selisih perbandinganya 13,37 % . Kualitas semen merek semen Bima lebih baik dari pada semen Tiga Roda .
2. Nilai kuat tekan beton setelah pencampuran masih lebih rendah dari nilai kuat tekan yang tidak dicampur. Untuk kekuatan beton campuran paling tinggi didapat 20,356 Mpa yaitu pada campuran semen Bima + semen Tiga Roda dengan perbandingan 3 : 1. Mungkin dikarenakan pencampuran antara semen mengakibatkan reaksi kimia baru

sehingga memperlambat waktu ikat semen dan mempengaruhi kuat tekan beton.

### **B. Rekomendasi**

Berdasarkan kesimpulan di atas dapat di rekomendasikan bahwa jangan mencampur bermacam- macam merk semen karena kuat tekannya masih di bawah yang tidak di campur

### **C. Saran**

Berdasarkan hasil pengalaman dalam melakukan penelitian di laboratorium ,dapat dikemukakan saran yang mungkin dapat di pergunakan untuk penelitian lanjutan :

1. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan memperbanyak variasi umur dan jumlah sampel agar data lebih akurat .
2. Kesalahan yang terjadi dapat di hindari sekecil mungkin, baik oleh factor *human error* maupun kesalahan pada alat dan bahan penelitian.
3. Gunakan semen sesuai dengan peruntukannya sehingga biaya bangunan menjadi lebih murah .
4. Bagi masyarakat pemakai semen hendaknya jangan fanatik terhadap salah satu merk semen saja karena semua semen produksi dalam negeri telah memenuhi standart ASTM dan SII .

*Dengan Berbagai Nilai FAS.*  
<http://etd.repository.ugm.ac.id/>. Diakses pada tanggal 10 mei 2016.

Mulyono. 2005, *Teknologi Beton*, Andi, Yogyakarta.

SK SNI : 03-1970-2008 : “Cara Uji Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus”.

SK SNI : 03-1968-1990 : “Metode Pengujian Tentang Analisis Saringan Agregat Halus dan Kasar”.

SK SNI : 03-1970-2008 : “Metode Pungujian Kuat Tekan Beton”.

SK SNI : 03-1970-2008 : “Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal”.

Tjokrodinuljo, 2007, *Teknologi Beton*, KMTS FT UGM, Yogakarta.

Yuanda. 2010. *kuat tekan beton dengan menggunakan Semen Baturaja, Semen Padang dan Semen Holcim.*  
<http://unpal.ac.id/>. Diakses pada tanggal 10 mei 2016

### **DAFTAR PUSTAKA**

Adnyan . 2010. *Perbedaan Kuat Tekan Beton Menggunakan Dua Jenis Semen.*  
<http://ojs.unud.ac.id/>. Diakses pada tanggal 2 mei 2016.

Kurniawandy. 2013. perbandingan kuat tekan beton semen PCC dan semen Tipe 1 terhadap pemakaian *Sikament NN.*  
<http://jom.unri.ac.id/>. Diakses pada tanggal 10mei 2016.

Made. 2009. *pengaruh jenis semen dan agregat kasar terhadap kuat tekan beton.*  
<http://journal.um.ac.id/>. Diakses pada tanggal 10 mei 2016.

Meiryato. 2013. *Waktu Alir, Kuat Tekan dan Kuat Tarik Pasta Sebagai Bahan Graut*