

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Beton adalah salah satu bahan konstruksi yang sangat penting pada masa pembangunan sekarang ini . Berbagai bangunan structural maupun non structural banyak menggunakan beton sebagai bahan utamanya. Hal ini dikarenakan beton mempunyai banyak kelebihan di bandingkan dengan bahan-bahan lain nya, diantaranya :

- a. Memiliki kuat tekan yang cukup tinggi .
- b. Mudah di bentuk sesuai kebutuhan.
- c. Harga relative murah.
- d. Tahan terhadap korosi, sehingga perawatannya mudah.

Meskipun demikian beton juga mempunyai kelemahan yaitu bersifat getas karena tidak mampu menahan tegangan tarik. Untuk mengatasi hal tersebut beton di beri tulangan baja dengan pemasangan secara benar untuk menahan gaya tarik. Namun demikian pada daerah tarik masih sering timbul retak-retak halus akibat tegangan tarik.

Salah satu cara untuk mengurangi retak-retak halus tersebut adalah dengan menambahkan serat-serat pada adukan beton, sehingga retak-retak yang terjadi akibat tegangan tarik pada daerah beton tarik akan di tahan oleh serat-serat tambahan tersebut. Cara penambahan pada adukan beton adalah dengan mencampurkan secara merata kedalam adukan beton dengan orientasi yang random. Ide dasar penambahan serat ini adalah menulangi beton dengan serat, sehingga di harapkan dapat mengeliminir timbulnya retak-retak halus pada beton , meningkatkan tegangan aksial dan tegangan lentur beton.

Penambahan serat ijuk pada adukan beton dangan perbandingan tertentu di harapkan dapat mengatasi masalah ini dan dapat meningkatkan kuat tarik pada beton, karena itu hal ini menarik untuk di teliti.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan uraian latar belakang di atas dapat dirumuskan masalah sebagai berikut:

- 1) Bagaimanakah pengaruh penggantian sebagian semen dengan serat ijuk sebagai fiber concrete terhadap kuat tekan beton.
- 2) Seberapa besar pengaruh panjang serat sebagai pengganti sebagian semen dengan serat ijuk terhadap kuat tekan beton.

## **1.3 Tujuan Penelitian**

Pada penelitian ini penambahan serat ijuk pada campuran beton secara umum bertujuan untuk:

- 1) Untuk mengetahui pengaruh penggantian sebagian semen dengan serat ijuk sebagai fiber concrete terhadap kuat tekan beton.
- 2) Untuk mengetahui seberapa besar pengaruh panjang serat ijuk dengan penggantian sebagian semen dengan persentase serat sebesar 2% terhadap kuat tekan beton.

## **1.4 Batasan Masalah**

Pada penelitian ini ada batasan-batasan permasalahan agar tidak menyimpang dari rumusan masalah di atas untuk membatasi ruang lingkup penelitian. Batasanbatasan tersebut adalah:

- 1) Perencanaan campuran beton berdasarkan SNI 7656-2012 (Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal).
- 2) Kuat tekan beton rencana ( $f'c$ ) 25 Mpa
- 3) Benda uji yang digunakan berbentuk silinder dengan diameter 15 Cm dan tinggi 30 Cm, dilakukan pada non serat dan beton serat ijuk dengan panjang serat 4, 6, dan 8 cm .
- 4) Pengujian yang dilakukan adalah uji kuat tekan beton, Pengujian dilakukan pada umur 7, 14, 21, 28 hari.
- 5) Bahan campuran yang digunakan:

Semen Portland tipe I.

Agregat kasar berupa batu pecah berdiameter 20 mm yang di ambil dari binjai.

Agregat halus berupa pasir sungai yang di ambil dari binjai.

Berat serat ijuk 2% dari berat semen (2% serat ijuk sebagai pengganti semen)

6) Jenis serat yang digunakan serat ijuk.

7) Masing-masing 3 sampel dari setiap umur beton yang di uji, dengan jumlah 48 sampel.

### **1.5 Manfaat Penelitian**

Manfaat yang bisa di ambil dari penelitian ini adalah sabagai berikut :

- 1) Mendapatkan suatu perbaikan dari sifat –sifat beton sehingga kelemahan – kelemahan pada beton dapat di kurangi.
- 2) Bagi pengguna jasa konstruksi , mutu beton yang di tentukan akan di capai kuat tekan.
- 3) Dapat menambah variasi studi pustaka mengenai beton serat .

### **1.6 Sistematika Penulisan**

Sistematika penulisan tugas akhir ini disusun menjadi lima bagian uatama ditambah dengan lampiran – lampiran. Adapun deskripsi singkat dari masing – masing bab adalah

Bab I yaitu pendahuluan, pada bab ini berisi tentang latar belakang, tujuan dan manfaat penelitian, rumusan masalah, batasan masalah, maksud penelitian dan metode penelitian, sistematika penulisan, time schedule, rencana anggaran biaya, dan daftar pustaka.

Bab II yaitu tinjauan pustaka, pada bab ini berisikan keterangan umum campuran beton yang akan diteliti berdasarkan referensi – referensi yang penulis dapatkan.

Bab III yaitu metodologi penelitian, pada bab ini berisikan prosedur penyediaan bahan yang akan digunakan didalam penelitian.

Bab IV yaitu hasil dan pembahasan, pada bab ini berisikan data dan analisa hasil pengujian beton yang telah dilaksanakan di laboratorium.

Bab V yaitu kesimpulan dan saran, pada bab ini merupakan bagian akhir dari tugas akhir ini berisikan kesimpulan yang diperoleh dari hasil penelitian dan beberapa saran untuk penelitian selanjutnya.

## **BAB II**

### **DASAR TEORI**

#### **2.1. Tinjauan Pustaka**

Semakin meningkatnya kebutuhan dalam pembangunan maka kebutuhan akan peningkatan kualitas dibutuhkan. Di Indonesia sendiri, konstruksi yang banyak digunakan yaitu konstruksi beton. Oleh sebab itu penggunaan konstruksi beton ini sangat perlu diperhatikan karena sangat berbahaya apabila dikerjakan tanpa desain atau perencanaan yang benar. Maka perlunya beton dengan kualitas baik. Beton adalah campuran antara semen portland, agregat, air, dan terkadang ditambah dengan menggunakan bahan tambah yang bervariasi mulai dari bahan tambah kimia, serta non kimia dengan bahan bangunan non-kimia pada perbandingan tertentu (Tjokrodimuljo, 2007).

Bahan tambah ialah bahan selain unsur pokok beton (air, semen, dan agregat), yang ditambahkan pada adukan beton, sebelum, segera atau selama pengadukan beton. Tujuannya ialah mengubah satu atau lebih sifat-sifat beton sewaktu masih dalam keadaan segar atau setelah mengeras, misalnya mempercepat pengerasan, menambah encer adukan, menambah kuat tekan, menambah daktilitas, mengurangi sifat getas, mengurangi retak-retak pengerasan dan sebagainya (Tjokrodimuljo, 2007). *Admixture* atau bahan tambah didefinisikan dalam *standard Definitions of Terminology Relating to Concrete and Concrete Aggregates* (ASTM C.125- 1995:61) dan dalam *Cement and Concrete Terminology* (ACI SP-19) sebagai material selain air, agregat dan semen hidrolis yang dicampurkan dalam beton atau mortar yang ditambahkan sebelum atau selama pengadukan berlangsung. Bahan tambah digunakan untuk modifikasi sifat dan karakteristik dari beton misalnya untuk dapat dengan mudah dikerjakan, penghematan, atau untuk tujuan lain seperti penghematan energi.

Bahan campuran tambahan (*admixture*) adalah bahan yang bukan air, agregat maupun semen yang ditambahkan kedalam campuran sesaat atau selama pencampuran. Fungsi dari bahan ini adalah untuk mengubah sifat-sifat beton agar menjadi cocok untuk pekerjaan tertentu, ekonomis atau untuk tujuan lain seperti menghemat energi (Nawy, 1990).

### **2.1.1 Beton Normal**

Dalam Teknologi Beton, Kardiono Tjokrodimuljo (2007), beton pada dasarnya adalah campuran yang terdiri dari agregat kasar dan agregat halus yang dicampur dengan air dan semen sebagai pengikat dan pengisi antara agregat kasar dan agregat halus serta kadang-kadang ditambahkan *additive*.

Menurut Wuryati S. dan Candra R (2001), dalam bidang bangunan yang dimaksud dengan beton adalah campuran dari agregat halus dan agregat kasar (pasir, kerikil, batu pecah atau jenis agregat lain) dengan semen yang dipersatukan oleh air dalam perbandingan tertentu.

Beton normal adalah beton yang mempunyai berat isi  $2200 \text{ kg/m}^3$  sampai dengan  $2500 \text{ kg/m}^3$  dan dibuat dengan menggunakan campuran antara semen portland atau semen hidrolis yang lain, agregat halus, agregat kasar, dan air dengan atau tanpa bahan tambahan, membentuk massa yang padat, kuat, dan stabil (SNI 7656-2012).

Menurut Mulyono (2004), mengungkapkan bahwa beton merupakan fungsi dari bahan penyusunnya yang terdiri dari bahan semen hidrolis, agregat kasar, agregat halus, air, dan bahan tambah.

### **2.1.2 Beton Berserat**

Serat merupakan bahan tambah yang dapat digunakan untuk memperbaiki sifat beton. Berbagai macam serat yang dapat digunakan untuk memperbaiki sifat-sifat mekanik beton antara lain adalah *fiber* baja (*steel fiber*), *fiber polypropylene* (sejenis plastik mutu tinggi), *fiber kaca (glass fibre)*, *fiber karbon (carbon fibre)*, serat *fiber* dari bahan alami (*natural fiber*), seperti ijuk, rambut, sabut kelapa, serat goni dan serat tumbuh-tumbuhan lainnya.

Beton serat didefinisikan sebagai beton yang terbuat dari campuran beton yang terbuat dari campuran semen, agregat halus, agregat kasar, dan sejumlah kecil serat/*fibre* (ACI *Cocommite* 544, 1982).

Beton serat merupakan campuran beton ditambah serat. Bahan serat dapat berupa serat asbestos, serat plastik (*poly-propylene*), atau potongan kawat baja, serat tumbuh-tumbuhan (rami, sabut kelapa, bambu, ijuk) (Trimulyono, 2004).

Briggs (1974) meneliti bahwa batas maksimal yang masih memungkinkan untuk dilakukan pengadukan dengan mudah pada adukan beton serat adalah penggunaan serat dengan aspek rasio ( $l/d$ )  $< 100$ . Pembatasan nilai  $l/d$  (panjang serat/diameter serat) tersebut didukung dengan adanya usaha-usaha untuk meningkatkan kuat lekat serat dengan membuat serat dari berbagai macam konfigurasi, seperti bentuk spiral, berkait, bertakik-takik atau bentuk-bentuk yang lain untuk meningkatkan kuat lekat serat.

### **2.1.3 Perbandingan Penelitian**

Adapun perbandingan antara penelitian terdahulu dengan penelitian yang akan dilakukan dapat dilihat pada **Tabel 2.16**

## **2.2 Sifat Mekanik Beton**

### **2.2.1 Kuat Tekan Beton**

Kuat tekan beton mengidentifikasi mutu dari sebuah struktur. Semakin tinggi tingkat kekuatan struktur yang dikehendaki, semakin tinggi pula mutu beton yang dihasilkan. Kuat tekan merupakan salah satu kinerja utama beton. Kekuatan tekan adalah kemampuan beton untuk menerima gaya tekan persatuan luas. Walaupun dalam beton terdapat tegangan tarik yang kecil, diasumsikan bahwa semua tegangan tekan didukung oleh beton tersebut. Penentuan kekuatan tekan beton dapat dilakukan dengan menggunakan alat uji tekan dan benda uji berbentuk silinder dengan prosedur uji ASTM C-39 atau kubus dengan prosedur BS-1881 hal 116 pada umur 28 hari.

Kemampuan beton untuk menerima gaya tekan per satuan luas dan dinyatakan dengan Mpa. Kuat tekan beton ( $f'_c$ ) dilakukan dengan melakukan uji silinder beton dengan ukuran diameter 150 mm dan tinggi 300 mm. Pada umur 28 hari dengan tingkat pembebanan tertentu. Selama periode 28 hari silinder beton ini biasanya ditempatkan dalam sebuah ruangan dengan temperatur tetap dan kelembapan 100%.

Menurut (Departemen Pekerjaan Umum, 1990/ SNI 03-1974-1990) yang dimaksudkan dengan kuat tekan beton adalah besarnya beban persatuan luas yang menyebabkan benda uji beton hancur bila dibebani dengan gaya tekan tertentu yang dihasilkan oleh mesin uji tekan.

### **2.2.2 Kuat Tarik Beton**

Kuat tarik beton bervariasi antara 9% sampai 15% dari kuat tekannya. Alasan utama dari kuat tarik yang kecil ini adalah kenyataan bahwa beton dipenuhi oleh retak-retak halus. Retak-retak ini tidak berpengaruh besar bila beton menerima beban tekan karena beban tekan menyebabkan retak menutup sehingga memungkinkan terjadinya penyaluran tekanan. Jelas ini tidak terjadi bila balok menerima beban tarik. Meskipun biasanya diabaikan dalam perhitungan desain, kuat tarik tetap merupakan sifat penting yang mempengaruhi ukuran beton dan seberapa besar retak yang terjadi. Selain itu, kuat tarik dari batang beton diketahui selalu akan mengurangi jumlah lendutan. Karena kuat tarik beton tidak besarnya sedikit usaha yang dilakukan untuk menghitung modulus elastisitas tarik dari beton.

Sifat kuat tarik dipengaruhi oleh mutu betonnya. Setiap usaha perbaikan mutu beton untuk kekuatan tekan hanya disertai oleh peningkatan yang kecil dari kuat tariknya. Dalam SI ditentukan hubungan kuat tarik dengan kuat tekannya ( $f'_c$ ) adalah  $0,5 \sqrt{f'_c} - 0,6 \sqrt{f'_c}$ . Menurut perkiraan kasar, nilai kuat tarik berkisar antara 9 % - 15 % dari kuat tekannya. Nilai pastinya sulit diukur (Mulyono,2004).

### **2.2.3 Ijuk**

Ijuk merupakan bahan alami yang dihasilkan oleh pangkal pelepah enau (*arenga pinnata*) yaitu jenis tumbuhan bangsa palma. Serabut ijuk biasa dipintal sebagai tali, sapu, penutup atap, dalam dunia konstruksi bangunan ijuk digunakan sebagai lapisan penyaring pada sumur resapan. Ijuk mempunyai sifat yang awet dan tidak mudah busuk baik dalam keadaan terbuka maupun kondisi tertanam dalam tanah karakteristik serat ijuk yang diperoleh massa jenis serat ijuk sebesar 1,136 gram/ cm, kandungan berupa kadar air 8,90%, selulosa 51,54% hemiselulosa 15,88%, lignin 43,09% dan abu 2,54%. Kekuatan tarik ijuk tergantung pada diameter seratnya, apabila diameter kecil maka kekuatan tarik semakin besar, sedangkan diameternya besar kekuatan tarik semakin kecil. Dengan penggunaan serat ijuk diharapkan dapat memperbaiki sifat-sifat beton.

## **2.3 Landasan Teori**

### **2.3.1 Deskripsi Beton**

Menurut SNI 2847:2013, beton adalah campuran semen portland atau semen hidrolis lainnya, agregat halus, agregat kasar, dan air, dengan atau tanpa bahan tambahan (*admixture*). Seiring dengan penambahan umur, beton akan semakin mengeras dan akan mencapai kekuatan rencana ( $f'c$ ) pada usia 28 hari. Beton memiliki daya kuat tekan yang baik oleh karena itu beton banyak dipakai atau dipergunakan untuk pemilihan jenis struktur terutama struktur bangunan, jembatan dan jalan.

Beton adalah suatu material yang terdiri dari campuran semen, air, agregat (kasar dan halus) dan dengan atau bahan tambah (*admixture*) apabila diperlukan. Semen dan air membentuk pasta semen yang berfungsi sebagai bahan pengikat, agregat kasar dan halus berfungsi sebagai bahan pengisi dan penguat. Variasi ukuran agregat dalam suatu campuran harus mempunyai gradasi yang baik sesuai dengan standar analisa saringan dari ASTM (*America Society of Testing Materials*). Bahan – bahan dipilih yang sesuai dengan kebutuhan yang direncanakan. Pemilihan bahan ini sendiri akan mempengaruhi konstruksi dari segi kemudahan pengerjaan (*workability*), karena dari segi kemudahan pengerjaan

ini sendiri terdapat banyak variasi yang memenuhi yaitu dari segi kualitas, harga dan mutu beton itu sendiri.

Beton terdiri dari  $\pm 15\%$  semen,  $\pm 8\%$  air,  $\pm 3\%$  udara, selebihnya pasir dan kerikil. Campuran tersebut setelah mengeras mempunyai sifat yang berbeda-beda, tergantung pada cara pembuatannya. Perbandingan campuran, cara pencampuran, cara mengangkut, cara mencetak, cara memadatkan, dan sebagainya akan mempengaruhi sifat-sifat beton. (Wuryati, 2001).

Beton merupakan fungsi dari bahan penyusunnya yang terdiri dari bahan semen hidrolis (*Portland cement*), agregat kasar, agregat halus, air, dan bahan tambah (*admixture atau additive*). Nawy (1985:8) mendefinisikan beton sebagai sekumpulan interaksi mekanis dan kimiawi dari material pembentuknya.

### **2.3.2 Keunggulan dan Kelemahan Beton**

Menurut (Tjokrodinuljo, 2007) beton memiliki beberapa kelebihan antara lain sebagai berikut:

1. Harga yang relatif lebih murah karena menggunakan bahan-bahan dasar yang umumnya mudah didapat,
2. Termasuk bahan yang awet, tahan aus, tahan panas, tahan terhadap pengkaratan atau pembusukan oleh kondisi lingkungan, sehingga biaya perawatan menjadi lebih murah,
3. Mempunyai kuat tekan yang cukup tinggi sehingga jika dikombinasikan dengan baja tulangan yang mempunyai kuat tarik tinggi sehingga dapat menjadi satu kesatuan struktur yang tahan tarik dan tahan tekan, untuk itu struktur beton bertulang dapat diaplikasikan atau dipakai untuk pondasi, kolom, balok, dinding, perkerasan jalan, landasan pesawat udara, penampung air, pelabuhan, bendungan, jembatan dan sebagainya,
4. Pengerjaan atau *workability* mudah karena beton mudah untuk dicetak dalam bentuk dan ukuran sesuai keinginan. Cetakan beton dapat dipakai beberapa kali sehingga secara ekonomi menjadi lebih murah.

Walaupun beton mempunyai beberapa kelebihan, beton jua memiliki beberapa kekurangan, menurut (Tjokrodimuljo, 2007) kekurangan beton adalah sebagai berikut ini.

1. Bahan dasar penyusun beton agregat halus maupun agregat kasar bermacam-macam sesuai dengan lokasi pengambilannya, sehingga cara perencanaan dan cara pembuatannya bermacam-macam,
2. Beton mempunyai beberapa kelas kekuatannya sehingga harus direncanakan sesuai dengan bagian bangunan yang akan dibuat, sehingga cara perencanaan dan cara pelaksanaan bermacam-macam pula,
3. Beton mempunyai kuat tarik yang rendah, sehingga getas atau rapuh dan mudah retak. Oleh karena itu perlu diberikan cara-cara untuk mengatasinya, misalnya dengan memberikan baja tulangan, serat baja dan sebagainya agar memiliki kuat tarik yang tinggi.

### **2.3.3 Sifat Beton**

Beton bersifat getas, sehingga mempunyai kuat tekan tinggi namun kuat tariknya rendah. Kuat tekan beton biasanya berhubungan dengan sifat-sifat lain, maksudnya bila kuat tekannya tinggi, umumnya sifat-sifat yang lain juga baik.

Menurut (Tjokrodimuljo, 2012) beton memiliki beberapa sifat yang dimiliki beton dan sering di pergunakan untuk acuan adalah sebagai berikut:

1. Kekuatan

Beton bersifat getas sehingga mempunyai kuat tekan tinggi namun kuat tariknya rendah. Oleh karena itu kuat tekan beton sangat berpengaruh pada sifat yang lain.

**Tabel 2.1 Beton menurut kuat tekannya (Tjokrodumuljo, 2007)**

Jenis Beton	Kuat Tekan (Mpa)
Beton sederhana	Sampai 10 Mpa
Beton normal	15-30 Mpa
Beton prategang	30-40 Mpa
Beton kuat tekan tinggi	40-80 Mpa
Beton kuat tekan sangat tinggi	> 80 Mpa

## 2. Berat jenis

**Tabel 2.2 menjelaskan mengenai berat jenis beton yang digunakan untuk konstruksi bangunan (Tjokrodumuljo, 2007).**

Jenis Beton	Berat Jenis	Pemakaian
Beton sangat ringan	< 1,00	Non struktur
Beton ringan	1,00-2,00	Struktur ringan
Beton normal	2,30-2,40	Struktur
Beton berat	> 3,00	Perisai sinar X

## 3. Modulus elastisitas beton

Modulus elastisitas beton tergantung pada modulus elastisitas agregat dan pastanya. Persamaan modulus elastisitas beton dapat diambil sebagai berikut (Tjokrodumuljo, 2007):

$$E_c = (W_c)^{1,5} \times 0,043 \times \sqrt{f'_c} ; \text{ untuk } W_c = 1,5-2,5 \quad (2.1)$$

$$E_c = 4700 \times \sqrt{f'_c} ; \text{ untuk beton normal} \quad (2.2)$$

Dimana:

$W_c$  = berat beton ( $\text{kg/m}^3$ )

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

$E_c$  = modulus elastisitas beton (Mpa)

#### 4. Kerapatan Air

Pada bangunan tertentu beton diharapkan dapat rapat air (kedap air) agar tidak bocor, misalnya plat atap, dinding *basement* dan sebagainya. Selain itu juga untuk mencegah terjadinya karat pada baja tulangan, diperlukan beton yang rapat air. Beton rapat air (kedap air) ialah beton yang sangat padat sehingga air tidak dapat meresap ke dalamnya atau rembes melalui pori-pori dalam beton. Pembuatan beton kedap air (Spesifikasi Beton Bertulang Kedap Air, SNI-03-2941-1992) dapat diusahakan dengan cara:

- a. Menambah butiran pasir halus (yaitu semen dan pasir yang lebih kecil dari 0,30 mm) sampai sekitar 400 - 520 kg per meter kubik beton,
- b. Menambah jumlah semen sampai sekitar 280 - 380 kg per meter kubik beton,
- c. Faktor air semen maksimum 0,45-0,50 (tergantung kedap air tawar, atau kedap air payau / air laut),
- d. Memakai jenis semen portland tertentu (tergantung kedap air tawar, atau kedap air payau / air laut).

#### 5. Susutan Pengeras

Volume beton setelah keras sedikit lebih kecil dari pada volume beton waktu masih segar, karena pada waktu mengeras beton mengalami sedikit penyusutan karena penguapan air. Bagian yang susut adalah pastinya karena agregat tidak merubah volume. Oleh karena itu semakin besar pastinya semakin besar penyusutan beton. Sedangkan pasta semakin besar faktor air semennya maka semakin besar susutannya. besar pastinya semakin besar penyusutan beton. Sedangkan pasta semakin besar faktor air semennya maka semakin besar susutannya.

#### 2.3.4. Jenis Beton

Pada umumnya beton sering digunakan sebagai struktur dalam konstruksi suatu bangunan. Dalam teknik sipil, beton digunakan untuk bangunan fondasi, kolom, balok dan pelat. Menurut Mulyono (2005). terdapat beberapa jenis beton yang dipakai dalam konstruksi suatu bangunan yaitu sebagai berikut:

1. Beton normal adalah beton yang menggunakan agregat normal,
2. Beton bertulang adalah beton yang menggunakan tulangan dengan jumlah dan luas tulangan tanpa pratekan dan direncanakan berdasarkan asumsi bahwa kedua material bekerja secara bersama-sama dalam menahan gaya yang bekerja,
3. Beton pracetak adalah beton yang elemen betonnya tanpa atau dengan tulangan yang dicetak di tempat yang berbeda dari posisi akhir elemen dalam struktur,
4. Beton pratekan adalah beton dimana telah diberikan tegangan dalam bentuk mengurangi tegangan tarik potensial dalam beton akibat pemberian beban yang bekerja,
5. Beton ringan adalah beton yang memakai agregat ringan atau campuran antara agregat kasar ringan dan pasir alami sebagai pengganti agregat halus ringan dengan ketentuan tidak boleh melampaui berat isi maksimum beton  $1850 \text{ kg/m}^3$  kering udara dan harus memenuhi ketentuan kuat tekan dan kuat tarik beton ringan untuk tujuan struktural.

#### 2.3.5. Bahan Penyusun Beton

Bahan penyusun beton meliputi air, semen *portland*, agregat kasar dan halus serta bahan tambah, di mana setiap bahan penyusun mempunyai fungsi dan pengaruh yang berbeda-beda. Sifat yang penting pada beton adalah kuat tekan, bila kuat tekan tinggi maka sifat-sifat yang lain pada umumnya juga baik. Faktor-faktor yang mempengaruhi kuat tekan beton terdiri dari kualitas bahan penyusun,

nilai faktor air semen, gradasi agregat, ukuran maksimum agregat, cara pengerjaan (pencampuran, pengangkutan, pemadatan dan perawatan) serta umur beton (Tjokrodimuljo, 1996). Berikut adalah bahan penyusun beton yang digunakan adalah sebagai berikut:

## 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. Penemu semen (*Portland Cement*) adalah Joseph Aspdin pada tahun 1824, seorang tukang batu kebangsaan Inggris. Dinamakan semen portland, karena awalnya semen dihasilkan mempunyai warna serupa dengan tanah liat alam di Pulau *Portland*.

Dalam campuran beton, semen bersama air sebagai kelompok aktif sedangkan pasir dan kerikil sebagai kelompok pasif adalah kelompok yang berfungsi sebagai pengsisis (Tjokrodinuljo, 2007).

Menurut (SNI 15-2049-2004), semen portland merupakan semen hidrolis yang dihasilkan dengan cara menggiling terak semen portland terutama yang terdiri atas kalsium silikat yang bersifat hidrolis dan digiling bersama-sama dengan bahan tambahan berupa satu atau lebih bentuk kristal senyawa kalsium sulfat dan boleh ditambah dengan tambahan lain. Pemakaian semen portland yang disebabkan oleh kondisi tertentu yang dibutuhkan pada pelaksanaan konstruksi dilapangan, membuat para ahli menciptakan berbagai jenis semen *portland*, diantaranya sebagai berikut:

- a. Semen portland tipe I, semen portland yang dalam penggunaannya tidak memerlukan persyaratan khusus seperti jenis-jenis lainnya.
- b. Semen portland tipe II, semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan terhadap sulfat dan panas hidras dengan tingkat sedang.
- c. Semen portland tipe III, semen portland yang memerlukan kekuatan awal yang tinggi, kekuatan 28 hari umumnya dapat dicapai dalam 1 minggu.
- d. Semen portland tipe IV, semen portland yang penggunaannya diperlukan panas hidrasi yang rendah. Digunakan untuk pekerjaan-pekerjaan bangunan seperti bendungan.
- e. Semen portland tipe V, semen portland yang dalam penggunaannya

memerlukan ketahanan yang tinggi terhadap sulfat. Digunakan untuk bangunan yang berhubungan dengan air laut.

Semen portland yang digunakan pada penelitian penulis adalah Semen Andalas atau jenis semen tipe I.

#### Penyimpanan Semen

Agar semen tetap memenuhi syarat meskipun disimpan dalam waktu lama, cara penyimpanan semen perlu diperhatikan (PB,1989:13). Semen harus terbebas dari bahan kotoran dari luar. Semen dalam kantong harus disimpan dalam gudang tertutup, terhindar dari basah dan lembab, dan tidak tercampur dengan bahan lain. Semen dari jenis yang berbeda harus dikelompokkan sedemikian rupa untuk mencegah kemungkinan tertukarnya jenis semen yang satu dengan yang lainnya. Urutan penyimpanan harus diatur sehingga semen yang lebih dahulu masuk gudang terpakai lebih dahulu.

#### 2. Agregat

Agregat adalah material granular, misalnya pasir, kerikil, batu pecah, dan keraktungku besi, yang dipakai bersama-sama dengan suatu media pengikat untuk membentuk suatu semen hidraulik atau adukan. Agregat diperoleh dari sumber daya alam yang telah mengalami pengecilan ukuran secara alamiah melalui proses pelapukan dan aberasi yang berlangsung lama. Atau agregat dapat juga diperoleh dengan memecah batuan induk yang lebih besar.

Mengingat bahwa agregat menempati 70-75% dari total volume beton maka kualitas agregat sangat berpengaruh terhadap kualitas beton. Dengan agregat yang baik, beton dapat dikerjakan (*workable*), kuat, tahan lama (*durable*) dan ekonomis (Paul Nugara dan Antoni, 2007). Pengaruhnya bisa dilihat pada **Tabel**

#### 2.3

**Tabel 2.3 Pengaruh sifat agregat pada sifat beton**

Sifat Agregat	Pengaruh Pada	Sifat Beton
Bentuk, tekstur, gradasi	Beton cair	Kelecekan Pengikat dan Pengerusan
Sifat fisik, sifat kimia, mineral	Beton keras	Kekuatan, kekerasan, ketahanan ( <i>durability</i> )

*Sumber: Nugraha, P dan Antoni, 2007*

Agregat adalah butiran mineral alami yang berfungsi sebagai bahan pengisi dalam campuran mortar atau beton. Agregat ini kira-kira menempati sebanyak 70% dari volume mortar atau beton. Pemilihan agregat merupakan bagian yang sangat penting karena karakteristik agregat akan sangat mempengaruhi sifat-sifat mortar atau beton (Tjokrodimuljo, 1996). Agregat juga adalah suatu bahan yang berasal dari butir-butir batu pecah, kerikil, pasir atau mineral lain, baik yang berasal dari alam maupun buatan yang berbentuk mineral padat berupa ukuran besar maupun kecil atau fragmen-fragmen.

#### 1) Agregat Kasar

Agregat adalah suatu butiran alami atau buatan yang dipergunakan sebagai bahan pengisi beton dan mengisi hampir 70 % dari volume beton (Yudianto, 2011). Agregat kasar adalah berasal dari batu alam yang dipecah sehingga menjadi sedemikian rupa melalui industri pemecah batu dan mempunyai ukuran berkisar antara 5 mm–40 mm (SNI 03-2834-2000). Menurut *British Standard*

(B.S), gradasi agregat kasar (kerikil/batu pecah) yang baik sebaiknya masuk dalam batas, batas yang tercantum dalam **Tabel 2.4**

**Tabel 2.4 Syarat Agregat Kasar Menurut B.S**

Ukuran saringan (mm)	Persen Butir lewat Ayakan, Besar Butir Maks		
	40 mm	20 mm	12,5 mm
40	95 - 100	100	100
20	30 - 70	95 - 100	100
12,5	-	-	90 - 100
10	10 - 35	25 - 55	40 - 85
4,8	0 - 5	0 - 10	0 - 10

*Sumber: Ir. Tri Mulyono, MT, 2003*

Besar butir maksimum yang diizinkan tergantung pada maksud pemakaian. Ukuran agregat sangat mempengaruhi kekuatan tekan beton. Semakin besar agregat maksimum yang digunakan, semakin berkurang kekuatan beton yang dihasilkan. Hal ini dikarenakan semakin besar agregat kasar, ruang antar agregat yang dihasilkan semakin besar sehingga potensi terjadinya rongga udara akan semakin tinggi dan dapat menyebabkan semakin kecilnya kekuatan tekan yang dihasilkan.

## 2) Agregat Halus

Agregat dikatakan sebagai agregat halus jika besar butirannya kurang lebih sebesar 4,75 mm (ASTM C33). Di dalam SNI 03-2834-2000 dikatakan bahwa agregat halus merupakan pasir alam yang berasal dari hasil desintegrasi batuan atau pasir secara alami yang mempunyai ukuran butir sebesar 5,0 mm.

SK. SNI T-15-1990-03 memberikan syarat-syarat untuk agregat halus yang diadopsi dari *British Standard* di Inggris. Agregat halus dikelompokkan dalam *emapt zone* (daerah) seperti dalam **Tabel 2.5**

**Tabel 2.5 Batas gradasi agregat halus (*British Standard*)**

Lubang Ayakan (mm)	Persen Butir yang Lewat Ayakan			
	I	II	III	IV
10	100	100	100	100
4,8	90 - 100	90 - 100	90 - 100	95 - 100
2,4	60 - 95	75 - 100	85 - 100	95 - 100
1,2	30 - 70	55 - 90	75 - 100	90 - 100
0,6	15 - 34	35 - 59	60 - 79	80 - 100
0,3	5 - 20	8 - 30	12 - 40	15 - 50
0,15	0 - 10	0 - 10	0 - 10	0 - 15

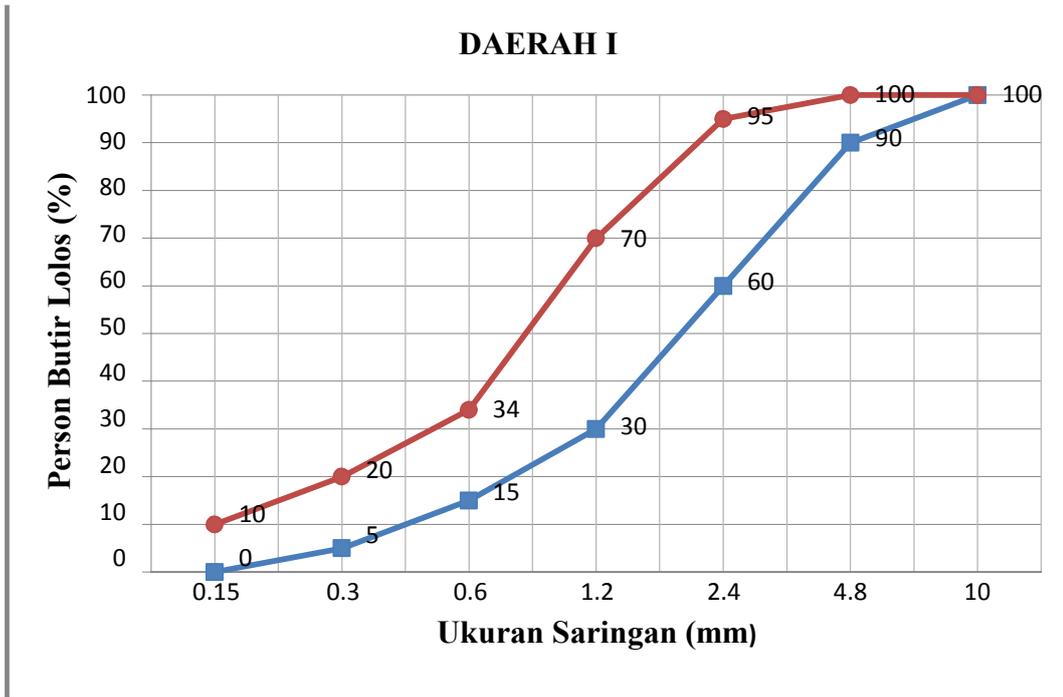
*Sumber: Ir. Tri Mulyono, MT, 2003*

Keterangan: Daerah gradasi I: pasir kasar

Daerah gradasi II: pasir agak kasar

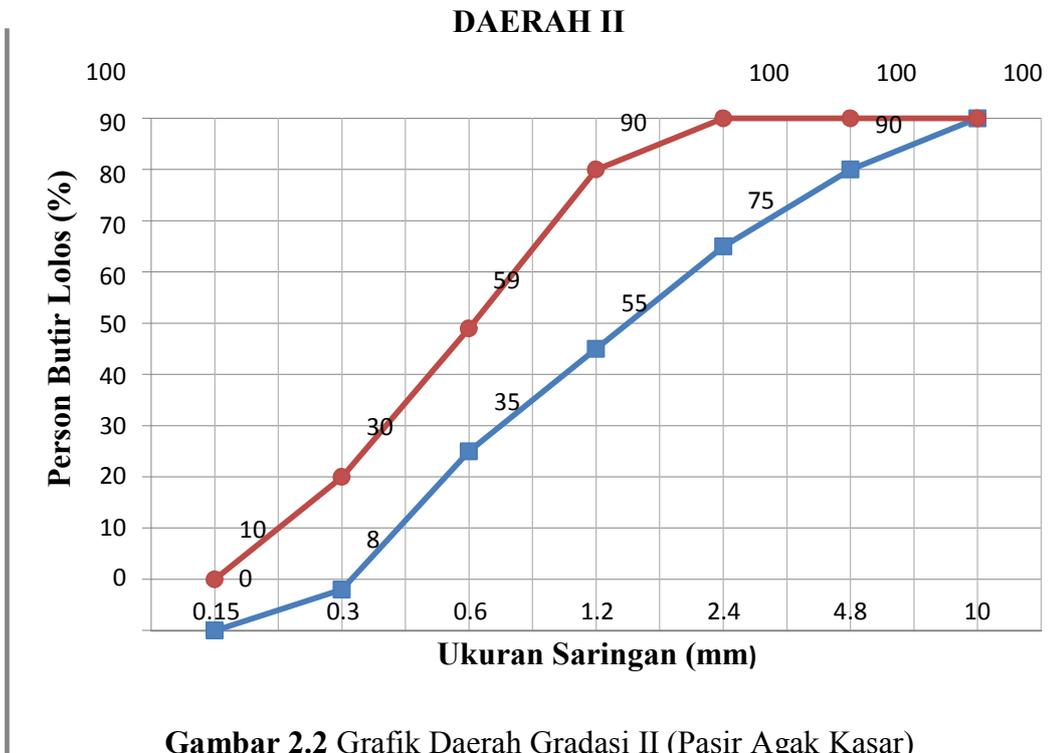
Daerah gradasi III: pasir halus

Daerah gradasi IV: pasir agak halus



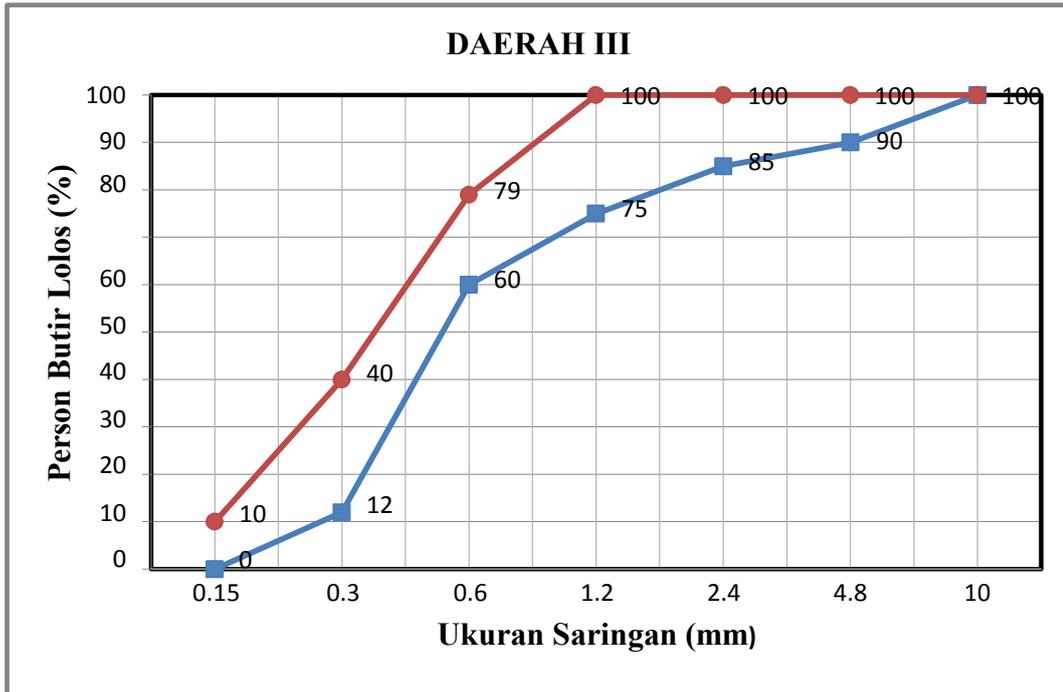
**Gambar 2.1** Grafik Daerah Gradasi I (Pasir Kasar)

*sumber : Teknologi Beton Ir Tri Mulyono MT*



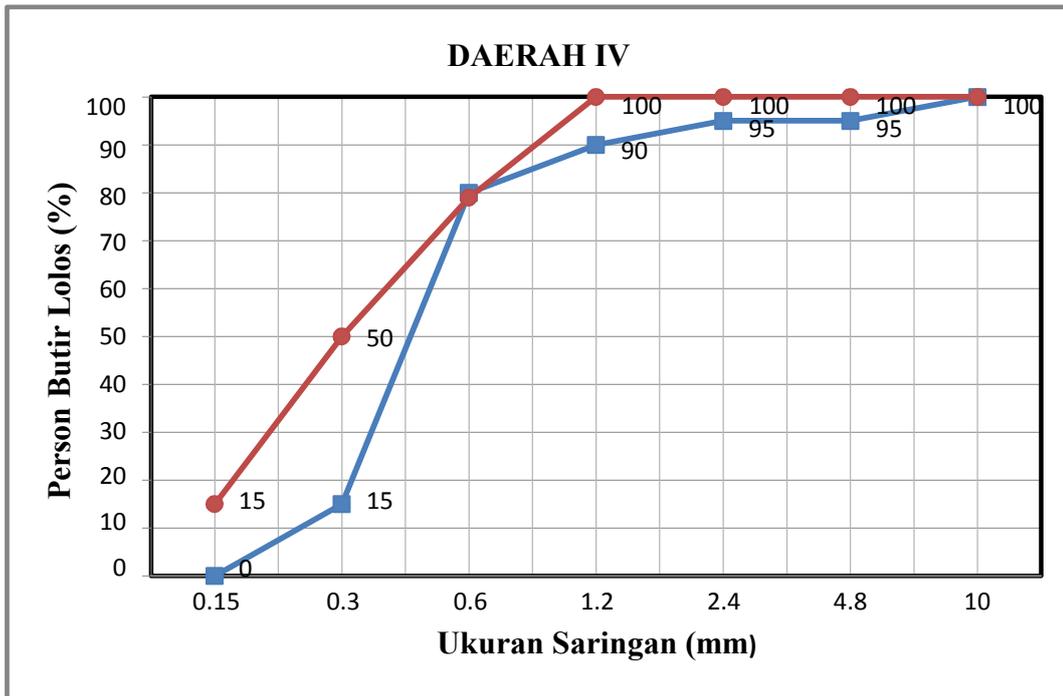
**Gambar 2.2** Grafik Daerah Gradasi II (Pasir Agak Kasar)

*sumber : Teknologi Beton Ir Tri Mulyono MT*



**Gambar 2.3** Grafik Daerah Gradasi III (Pasir Halus)

*sumber : teknologi Beton Ir Tri Mulyono MT*



**Gambar 2.4** Grafik Daerah Gradasi IV (Pasir Agak Halus)

*sumber : teknologi Beton Ir Tri Mulyono MT*

ASTM C. 33 – 86 dalam “Standar Spesification for concrete Aggregates” memberikan syarat gradasi agregat halus seperti yang tercantum dalam tabel di bawah ini, dimana agregat halus tidak boleh mengandung bagian yang lolos pada satu set ayakan lebih besar dari 45% dan tertahan pada ayakan berikutnya.

**Tabel 2.6** syarat mutu agregat halus menurut ASTM C – 33 – 95

<b>Ukuran Lubang Ayakan</b>	<b>Persen Lolos Kumulatif</b>
9.5	100
4.75	95 – 100
2.36	80 – 100
1.18	50 – 85
0.6	25 – 60
0.3	10 – 30
0.15	2 – 10

Agregat halus berfungsi mengisi pori-pori yang ada di antara agregat kasar, sehingga diharapkan dapat meminimalkan kandungan udara dalam beton yang dapat mengurangi kekuatan beton. Gradasi dan keseragaman agregat halus lebih menentukan kelecakan (*workability*) dari pada gradasi dari keseragaman agregat kasar karena mortar berfungsi sebagai pelumas sedangkan agregat kasar hanya mengisi ruang saja pada beton.

### 3. Air

Air merupakan salah satu bahan yang paling penting dalam pembuatan beton karena dapat menentukan mutu dalam campuran. Tujuan utama dari penggunaan air adalah agar terjadi hidrasi, yaitu reaksi kimia antara semen dan air yang menyebabkan campuran ini menjadi keras (Tjokrodimuljo, 2007). Air yang diperlukan hanya sekitar 25-30% dari berat semen.

Dalam beton air berfungsi sebagai bahan untuk bereaksi kimia dengan semen membentuk suatu pasta semen. Selain itu air digunakan sebagai bahan pelumas pada beton yang berhubungan dengan *workability*. Pemberian air yang berlebihan pada adukan beton juga akan mengurangi kekuatan beton itu sendiri (Yudianto, 2011).

### 2.3.6 Bahan Tambah

Bahan tambah yaitu bahan selain unsur pokok pada beton (air, semen dan agregat) yang ditambahkan pada adukan beton, baik sebelum, segera atau selama pengadukan beton dengan tujuan mengubah satu atau lebih sifat-sifat beton sewaktu masih dalam keadaan segar atau setelah mengeras. Fungsi-fungsi bahan tambah antara lain: mempercepat pengerasan, menambah kelecakan (*workability*) beton segar, menambah kuat tekan beton, meningkatkan daktilitas atau mengurangi sifat getas beton, mengurangi retak-retak pengerasan dan sebagainya. Bahan tambah diberikan dalam jumlah yang relatif sedikit dengan pengawasan yang ketat agar tidak berlebihan yang berakibat memperburuk sifat beton (Tjokodimuljo, 1996). Bahan tambah menurut maksud penggunaannya dibagi menjadi dua golongan yaitu *admixtures* dan *additives*.

*Admixtures* ialah semua bahan penyusun beton selain air, semen hidrolis dan agregat yang ditambahkan sebelum, segera atau selama proses pencampuran adukan di dalam batching, untuk merubah sifat beton baik dalam keadaan segar atau setelah mengeras. Definisi *additive* lebih mengarah pada semua bahan yang ditambahkan dan digiling bersamaan pada saat proses produksi semen (Taylor, 1997).

Salah satu bahan beton yang digunakan dalam penelitian ini ialah serat (*fiber*). Beton yang diberi bahan tambah serat disebut beton serat (*fiber concrete*). Terdapat bermacam-macam tipe serat yang dapat digunakan sebagai campuran beton serat. Jenis fiber/serat yang dapat digunakan adalah serat buatan seperti *steel fiber* yang terdiri serat baja, *glass fiber* yang terdiri dari gelas/kaca, *synthetic (polymeric) fiber* yang terdiri dari serat sintesis yang diperoleh dengan melalui proses kimia tertentu dan *natural fiber/serat alami* yang materialnya dapat diambil

langsung dari mineral, tumbuh-tumbuhan maupun hewan (Terai et al,2012).

Dalam hal kekuatan, serat buatan memberikan performa yang baik daripada serat alami, akan tetapi penggunaan serat alami tetap dipertimbangkan sebagai bahan tambah serat beton karena mempunyai harga yang lebih murah dan baik jika ditinjau dari aspek lingkungan.

Dalam penelitian kali ini peneliti, penulis akan menggunakan bahan tambahan fiber/serat alami yang terbuat dari serat ijuk . Keunggulan serat ijuk yaitu mudah ditemukan, harga ekonomis/tidak mahal, ringan dan tidak busuk. Dengan penggunaan material serat ijuk diharapkan dapat memperbaiki sifat mekanik beton.

## 2.4 Pengujian Sifat Mekanik Beton

### 2.4.1 Pengujian Kuat Tekan Beton

SNI 03-1974-2011 memberikan pengertian kuat tekan beton adalah besarnya beban persatuan luas, yang menyebabkan benda uji beton hancur bila dibebani dengan gaya tekan tertentu, yang dihasilkan oleh mesin tekan. Lihat gambar 2.5 dan gambar 2.6.

Benda uji yang digunakan dalam penelitian ini sebagai pengujian kuat tekan beton berbentuk silinder dengan tinggi 30 cm dan diameter 15 cm. Nilai kuat tekan beton dapat ditentukan dengan persamaan sebagai berikut:

$$- \text{Kuat tekan masing-masing benda uji } f'_{ci} = - \quad (2.1)$$

$$- \text{Kuat tekan rata-rata } f'_{cr} = \frac{\sum f'_{ci}}{n} \quad (2.2)$$

$$- \text{Standart deviasi } SD = \sqrt{\frac{\sum (f'_{ci} - f'_{cr})^2}{n-1}} \quad (2.3)$$

$$- \text{Kuat tekan } f'_c = f'_{cr} - K.SD \quad (2.4)$$

$$= f'_{cr} - 1,64.SD$$

Dimana:

$f^c$  = kuat tekan (MPa)

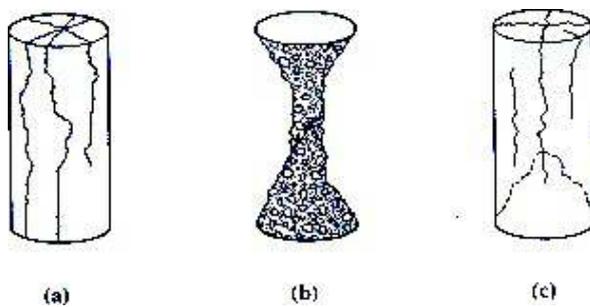
$P$  = beban maksimum (N)

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

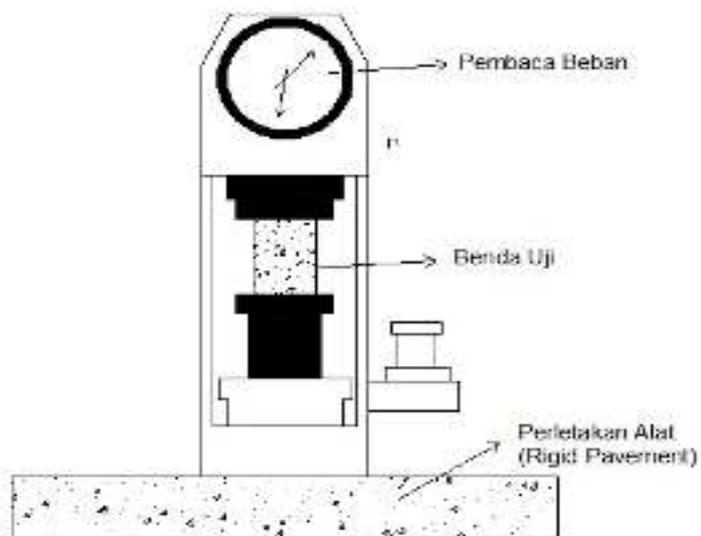
$f^{ci}$  = kuat tekan masing-masing benda uji

$f^{cr}$  = kuat tekan rata-rata

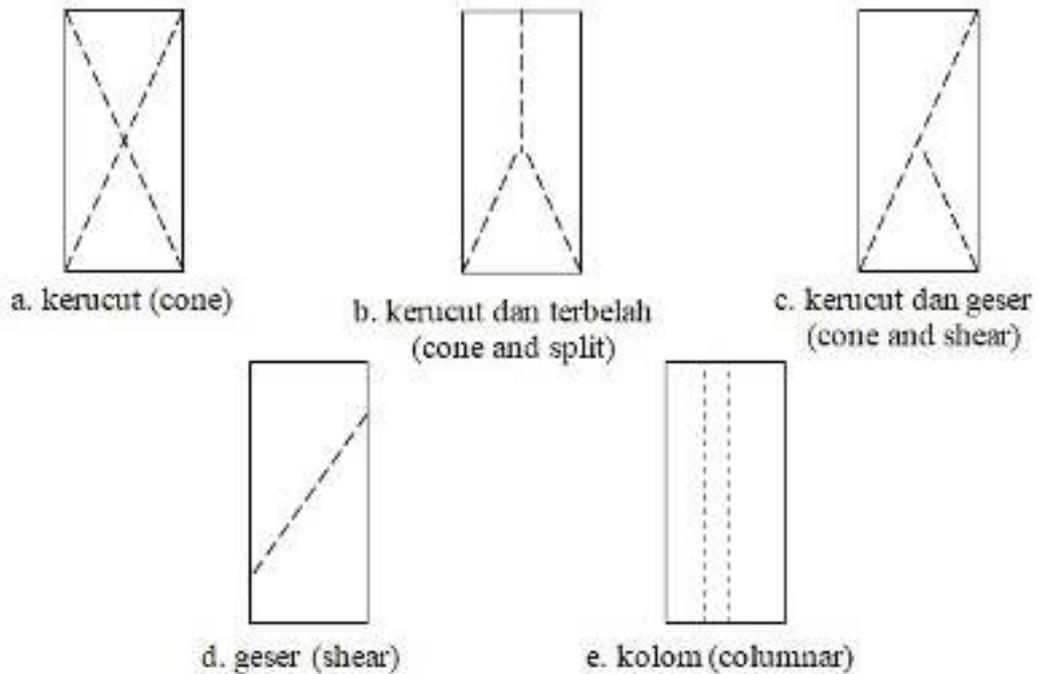
$SD$  = standart deviasi



**Gambar 2.5** Benda uji silinder untuk uji kuat tekan



**Gambar 2.6** Sketsa pengujian kuat tekan beton



**Gambar 2.7** Pola retak pada benda uji silinder

Hasil pengujian benda uji silinder menunjukkan pola retak yang dominan terjadi adalah pola retak kolom, hal ini terjadi akibat ada kotoran pada mesin uji kuat tekan dan pembebanan yang tidak terdistribusi secara merata karena permukaan benda uji beton tidak merata yang disebabkan oleh adanya proses penyusutan yang terjadi pada beton saat pengerasan sehingga terjadi penurunan permukaan dari keadaan semula

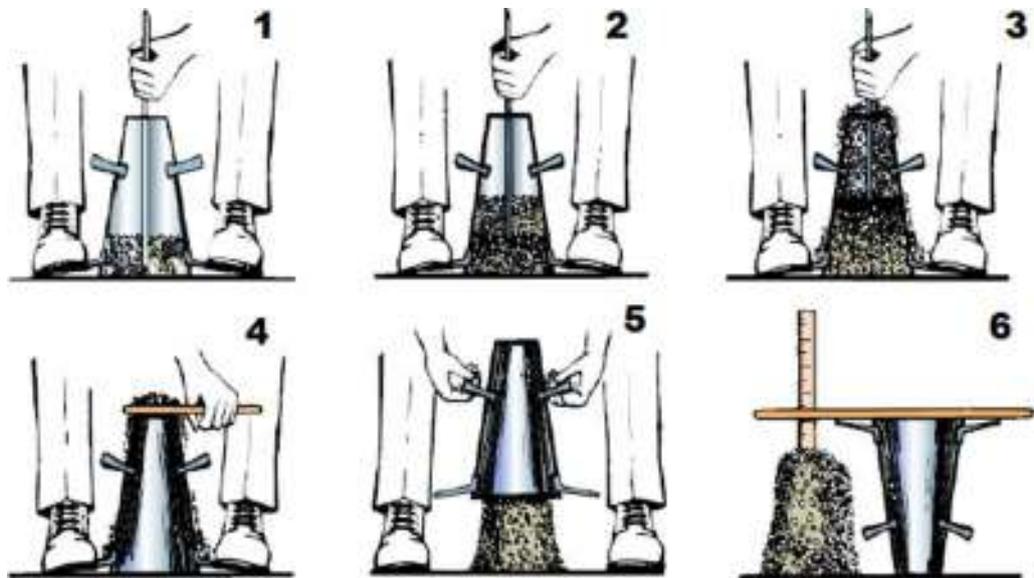
#### **2.4.2 Pengujian Workability (Slump)**

Uji slump merupakan suatu uji empiris atau metode yang digunakan untuk menentukan konsistensi atau kekakuan dari campuran beton segar (*fresh concrete*). Uji slump dapat menunjukkan kekurangan, kelebihan, atau kecukupan air yang digunakan dalam pembuatan beton tersebut.

Nilai slump ditentukan oleh besarnya penurunan adukan beton dalam slump setelah alat slump diangkat. Nilai slump yang dihasilkan jika lebih besar dari nilai slump rencana maka adukan encer dan nilai workability akan semakin tinggi, dan sebaliknya jika nilai slump lebih kecil dari nilai slump rencana maka adukan kental dan nilai workability akan semakin rendah. *Slump* adalah salah satu ukuran

kekentalan adukan beton yang dinyatakan dalam mm dan ditentukan dengan alat kerucut *abrams* (SNI 03-1972-1990 tentang Metode Pengujian Slump Beton Semen *Portland*). Keleccakan (*workability*) adalah sifat-sifat fisik adukan beton yang menentukan sejumlah usaha pekerjaan mekanikal (*mechanical works*), atau sejumlah energi tertentu yang dibutuhkan untuk menghasilkan beton yang padat dan monolit tanpa segregasi.

Uji slump ini mengacu pada SNI 1972-2008. Beton dengan nilai *slump* kurang dari 15 mm mungkin tidak cukup plastis dan beton yang nilai slump lebih dari 230 mm mungkin tidak cukup kohesif untuk pengujian ini, lihat gambar 2.8.



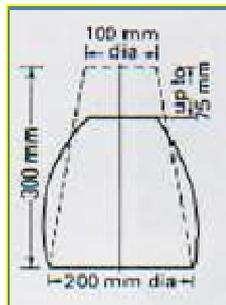
**Gambar 2.8** Sketsa kerucut abrams

Perhitungan ;

Nilai *slump* = tinggi alat *slump* – tinggi beton setelah terjadi penurunan

Ada 3 bentuk slump, yaitu:

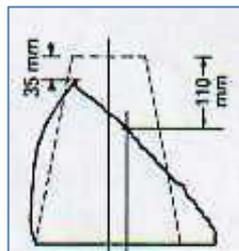
1. Slump sebenarnya (true slump)



**Gambar 2.9** Tipikal slump benar

Menurut gambar 2.9 bentuk slump seperti ini diperoleh dari adukan beton yang homogen dan kohesif, sehingga nilai slump yang diukur adalah nilai slump yang sebenarnya.

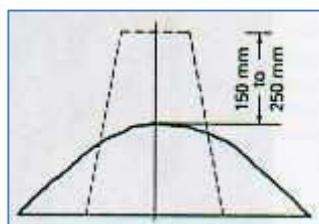
2. Slump geser (shear)



**Gambar 2.10** Tipikal slump geser

Menurut gambar 2.10 bila terjadi keruntuhan geser beton pada satu sisi atau sebagian massa beton, pengujian harus diulangi dengan mengambil porsi lain dari adukan yang sama. Kemudian bila dua pengujian berturut-turut pada satu contoh beton menunjukkan keruntuhan geser, kemungkinan adukan beton kurang plastis atau kurang kohesif sehingga harus dinyatakan sebagai adukan yang tidak memenuhi syarat workabilitas.

3. Slump runtuh (collapse)



**Gambar 2.11** Tipikal *slump* runtuh

Menurut gambar 2.11 untuk beton normal tanpa penambahan superplasticiser, nilai slump yang diperoleh dari adukan seperti ini akan melampaui batas nilai slump maksimum sehingga harus dinyatakan sebagai adukan beton yang tidak memenuhi workabilitas yang dimungkinkan oleh penggunaan air yang terlalu banyak.

Pada percobaan ini menggunakan corong baja yang berbentuk konus berlubang pada kedua ujungnya, yang disebut kerucut *Abrams*. Bagian bawah berdiameter 20 cm, bagian atas berdiameter 10 cm, dan tinggi 30 cm.

### **2.4.3 Perawatan Beton**

Perawatan beton ialah suatu tahap akhir pekerjaan pembeconan, 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 didalam beton segar tidak keluar. Hal ini untuk menjamin proses hidrasi semen (reaksi semen dan air) berlangsung dengan sempurna. Bila hal ini tidak dilakukan, karena udara yang panas maka akan terjadi proses penguapan air dari permukaan beton segar, sehingga air dari dalam beton segar mengalir keluar, dan beton segar kekurangan air untuk hidrasi, sehingga timbul retak-retak pada permukaan betonnya (Tjokrodinuljo, 2007).

Perawatan beton (*curing*) dilakukan setelah beton mencapai *final setting*, artinya beton telah mengeras. Perawatan ini dilakukan agar proses hidrasi selanjutnya tidak mengalami gangguan. Jika hal ini terjadi, beton akan mengalami keretakan karena kehilangan air yang begitu cepat. Perawatan ini dilakukan minimal selama 7 hari dan untuk beton berkekuatan awal tinggi minimal 3 hari serta harus dipertahankan dalam kondisi lembab.

Perawatan ini tidak hanya dimaksudkan untuk mendapatkan kekuatan tekan beton yang tinggi tapi juga untuk memperbaiki mutu dari keawetan beton, kedapannya terhadap air, ketahanan terhadap aus dan stabilitas dari dimensi struktur.

Perawatan tersebut dapat dilakukan dengan beberapa cara yaitu sebagai berikut (Mulyono, 2004):

1. Menaruh beton segar dalam ruangan yang lembab
2. Menaruh beton segar dalam genangan air
3. Menaruh beton segar dalam air
4. Menyelimuti permukaan beton dengan air
5. Menyelimuti permukaan beton dengan karung basah
6. Menyirami permukaan beton secara kontinyu
7. Melapisi permukaan beton dengan air dengan melakukan *compound*

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

### **2.5.1 Tahapan perancangan campuran beton**

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 SNI 7656-2012.

1. Menghitung kuat tekan rata-rata beton, berdasarkan kuat tekan yang disyaratkan dan nilai margin.

$$f'_{cr} = f_c + m f'_{cr}$$

$$= f_c + k.S \text{ dengan}$$

pengertian,

$f'_{cr}$  = kekuatan tekan rencana rata-rata

$f_c$  = kekuatan tekan rencana

S = nilai standar deviasi

k = konstanta yang diturunkan dari distribusi normal

Nilai k biasanya diambil 1,64 untuk bagian yang ditolak/cacat yang diijinkan 5%. Nilai k.S dinamakan nilai tambah (margin) yang merupakan juga nilai keamanan dalam perancangan. Lihat table 2.7, 2.8 dan 2.9.

**Tabel 2.7** Nilai K untuk beberapa keadaan

No	Keadaan	Nilai K
1	Untuk 10% defektif	1,28
2	Untuk 5% defektif	1,64
3	Untuk 2,5% defektif	1,96
4	Untuk 1% defektif	2,33

**Tabel 2.8** Nilai deviasi standar ( $\text{kg/cm}^2$ )

Isi pekerjaan		Deviasi standar (Mpa)		
Sebutan	Volume beton (m <sup>3</sup> )	Baik sekali	Baik	Dapat diterima
Kecil	1000	4,5 S 5,5	5,5 S 6,5	6,6 S 8,5
Sedang	1000 – 3000	3,5 S 4,5	4,5 S 5,5	6,5 S 7,5
Besar	3000	2,5 S 3,5	3,5 S 4,5	4,5 S 6,5

**Tabel 2.9** Angka koreksi standar deviasi

<b>Jika jumlah minimum benda uji 20 buah</b>		<b>Jika jumlah minimum benda uji 30 buah</b>	
<b>Jumlah benda uji</b>	<b>Angka koreksi</b>	<b>Jumlah benda uji</b>	<b>Angka koreksi</b>
8	1,37	10	1,36
9	1,29	11	1,31
10	1,23	12	1,27
11	1,19	13	1,24
12	1,15	14	1,21
13	1,12	15	1,18
14	1,10	16	1,16
15	1,07	17	1,14

<b>Jika jumlah minimum benda uji 20 buah</b>		<b>Jika jumlah minimum benda uji 30 buah</b>	
<b>Jumlah benda uji</b>	<b>Angka koreksi</b>	<b>Jumlah benda uji</b>	<b>Angka koreksi</b>
16	1,06	18	1,12
17	1,04	19	1,11
18	1,03	20	1,09
19	1,01	21	1,08
20	1	22	1,07
		23	1,06
		24	1,05
		25	1,04
		26	1,03
		27	1,02
		28	1,02
		29	1,01
		30	1

- Menetapkan factor air semen (fas) berdasarkan kuat tekan rata-rata pada umur beton yang di kehendaki tertera pada a pada tabel 2.10 dan keawetan jenis struktur dan kondisi lingkungan tertera pada tabel 2.11 dari keduanya dipilih yang paling rendah. Lihat table 2.10.

**Tabel 2.10** Nilai faktor air-semen

Kekuatan tekanpada 28 hari (MPa)	Fas	
	Beton tanpa kandungan udara <i>(non air-entrained)</i>	Beton dengan kandungan udara <i>(air – entrained)</i>
40	0,42	-
35	0,47	0,39
30	0,54	0,45
25	0,61	0,52
20	0,69	0,60
15	0,79	0,70

**Tabel 2.11** Kadar semen minimum dan faktor air-semen maksimum

<b>KONDISI LINGKUNGAN</b>	<b>Jumlah semen minimum per m<sup>3</sup> beton (kg)</b>	<b>Nilai faktor air-semen maksimum</b>
Beton di dalam ruang bangunan		
a. Keadaan keliling non-korosif	275	0,60
b. Keadaan keliling korosif disebabkan oleh kondensasi atau uap-uap korosif	325	0,52
Beton di luar ruang bangunan		
a. Tidak terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	325	0,60
b. Terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	275	0,60
Beton yang masuk ke dalam tanah		
a. Mengalami keadaan basah dan kering berganti-ganti	325	0,55
b. Mendapat pengaruh sulfat alkali dari tanah atau air tanah		Lihat Tabel <sup>a)</sup>
Beton yang kontinu berhubungan dengan air		
1. Air tawar		Lihat Tabel <sup>b)</sup>
2. Air laut		

3. Berdasarkan jenis strukturnya, tetapkan nilai slump dan ukuran maksimum agregat, lihat tabel 2.12 dan 2.13

**Tabel 2.12** Nilai slump

Jenis Pekerjaan	Slump (mm)	
	Maksimum*	Minimum
Dinding, pelat fondasi dan fondasi telapak bertulang	75	25
Fondasi telapak tidak bertulang, kaison dan konstruksi di bawah tanah	75	25
Balok, dinding bertulang	100	25
Kolom gedung	100	25
Perkerasan dan pelat	75	25
Pembetonan masal	75	25

4. Menetapkan jumlah air yang diperlukan berdasarkan ukuran maksimum agregat dan nilai slump. Lihat tabel 2.13

**Tabel 2.13** Perkiraan air campuran dan persyaratan kandungan udara dalam beton

Slump (mm)	Kebutuhan air (lt/m <sup>3</sup> )							
	Ukuran maksimum butir agregat (mm)							
	9,5	12,5	19	25	37,5	50	75	150
25 – 50	207	199	190	179	166	154	130	113
75 – 100	238	216	205	193	181	169	145	124
150 – 175	243	228	216	202	190	178	160	-
Kandungan udara dalam beton (%)	3,0	2,5	2,0	1,5	1,0	0,5	0,3	0,2

5. Menghitung berat semen yang di perlukan .berdasarkan hasil langkah (2) dan (4) di atas

6. Menentukan volume agregat kasar yang diperlukan persatuan volume beton berdasarkan ukuran maksimum agregat dan nilai modulus halus agregat halus, dapat dilihat tabel 2.14

**Tabel 2.14** Volume agregat kasar /m<sup>3</sup> beton

Ukuran agregat maksimum (mm)	Volume agregat kasar kering/m <sup>3</sup> untuk berbagai modulus halus butir			
	2,40	2,60	2,80	3,00
9,5	0,50	0,48	0,46	0,44
12,5	0,59	0,57	0,55	0,53
19	0,66	0,64	0,62	0,60
25	0,71	0,69	0,67	0,65
37,5	0,75	0,73	0,71	0,69
50	0,78	0,76	0,74	0,72
75	0,82	0,80	0,78	0,76
15	0,87	0,85	0,83	0,81

Modulus halus didefinisikan sebagai jumlah persen kumulatif dari butir-butir agregat yang tertinggal diatas satu set ayakan dan kemudian dibagi seratus. Susunan lubang ayakan adalah 3,8 mm; 19mm; 9,6 mm; 4,8mm; 2,4 mm; 1,2 mm; 0,6 mm; 0,3 mm; 0,15 mm. Makin besar nilai modulus halus menunjukkan bahwa makin besar butir-butir agregatnya. Pada umumnya pasir mempunyai modulus halus butir 1,5 sampai 3,8, sedangkan kerikil antara 5 sampai 8. Modulus halus campuran pasir dan kerikil berkisar antara 5 sampai 6,5.

7. Menghitung volume agregat halus yang diperlukan, berdasarkan jumlah air, semen dan agregat kasar yang diperlukan serta udara yang terperangkap dalam adukan ( table 2.13 ), dengan cara hitungan volume absolute. Volume agregat halus = 1- ( vol. Air + vol. Kerikil + vol. Semen + vol. Udara terperangkap ).  
Lihat tabel 2.15

**Tabel 2.15** Perkiraan awal berat beton segar

Ukuran nominal maksimum agregat (mm)	Perkiraan awal berat beton, kg/m <sup>3</sup>	
	Beton tanpa tambahan udara	Beton dengan tambahan udara
9,5	2280	2200
12,5	2310	2230
19	2345	2275
25	2380	2290
37,5	2410	2350
50	2445	2345
75	2490	2405
150	2530	2435

8. Menghitung berat masing-masing bahan susun beton.
9. Lakukan koreksi proporsi campuran berdasarkan kondisi agregat saat pelaksanaan.
10. Perhitungan dapat dilihat di lampiran 1

### 2.5.2 Koreksi proporsi campuran beton

Pada metode rancangan campuran metode ACI, perlu diingat bahwa proporsi yang didapat adalah proporsi yang mempunyai basis kondisi agregat kering. Saat pelaksanaan di lapangan, kondisi agregat yang akan digunakan dalam campuran beton adalah kondisi apa adanya, sehingga harus ada penyesuaian dengan rancangan yang sudah dibuat. Untuk melakukan koreksi penyesuaian rancangan campuran diperlukan data kadar air dan resapan agregat.

Jika dengan kondisi agregat kering diperoleh proporsi,

$G_1$  = berat semen/m<sup>3</sup>

$G_2$  = berat air/m<sup>3</sup>

$G_3$  = berat agregat halus/m<sup>3</sup>, kering

$G_4$  = berat agregat kasar/m<sup>3</sup>, kering

$C_m$  = kadar air agregat halus (%)

$C_a$  = resapan agregat halus (%)

$D_m$  = kadar air agregat kasar (%)

$D_a$  = resapan agregat kasar (%)

Proporsi campuran yang disesuaikan adalah :

Semen, tetap =  $G_1$

Air =  $G_2 - x (C_m - C_a) G_3/100 - (D_m - D_a) x G_4/100$

Agregat halus =  $G_3 + (C_m x G_3)/100$

Agregat kasar =  $G_4 + (D_m x G_4)/100$

### 2.5.3 Metode perancangan campuran beton

Metode SNI 7656:2012, dalam prosedur rancangannya mengadopsi beberapa asumsi sebagai berikut :

- A. Metode ini tidak membedakan jenis semen hidrolik (berlaku untuk semua jenis semen hidrolik) dan jenis agregat
- B. Konsistensi campuran yang mempengaruhi kemudahan kerja dianggap hanya tergantung pada kadar air bebas dari proporsi campuran, dinyatakan dalam uji slump.
- C. Rasio optimum dari volume curah agregat kasar per kubik beton tergantung hanya pada ukuran maksimum nominal dari agregat kasar.

- D. Jenis pemadatan berpengaruh pada tinggi slump yang dianjurkan.
  - E. Estimasi volume bahan campuran beton dapat dilakukan berdasarkan ekivalensi berat maupun ekivalensi absolut.
  - F. Metode ini tidak memberikan batasan kadar minimum beton yang dapat digunakan.
  - G. Metode ini memberikan pengurangan air sebesar 18 kg/m<sup>3</sup> pada campuran beton yang menggunakan agregat kasar alami/kerikil.
- Prosedur perancangan campuran beton menurut metoda SNI 7656:2012, ditunjukkan pada gambar 2.12.



**Gambar 2. 12** Prosedur perancangan campuran beton menurut 7656:2012

## 2.6. Penelitian terdahulu

Penelitian terdahulu akan memudahkan dalam menentukan langkahlangkah yang sistematis untuk penyusunan penelitian dari segi teori dan konsep. Penelitian terdahulu dapat digunakan sebagai acuan atau referensi untuk memudahkan membuat penelitian secara keseluruhan. Penelitian terdahulu tentang penggunaan abu vulkanik sebagai bahan eksperimen telah beberapa kali dilakukan, lihat table 2.16.

**Tabel 2.16** Penelitian terdahulu

No	Nama peneliti	Judul penelitian	Tujuan penelitian	Hasil penelitian
1	Andri Julia Pratama 2020	Pengaruh Penambahan Serat Ijuk Terhadap Sifat Mekanik Beton	Untuk mengetahui seberapa besar presentase optimum penambahan serat ijuk terhadap kuat tekan beton, kuat tarik belah dan kuat geser beton.	Dimana hasil uji tekan maksimum yang di dapat mengalami peningkatan, nilai uji beton berbentuk silinder sebesar 28,40 mpa, di mana kuat tekan beton normal tanpa penambahan serat ijuk sebesar 20,95 mpa.
2	Djohan Budi Setiawan 2021	Pengaruh Penambahan Serat Ijuk Terhadap Kuat Tarik Dan Kuat Desak Beton Pada Beton Normal	Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penambahan serat ijuk terhadap kuat desak dan kuat tarik beton.	Dari pengujian kuat desak di dapat hasil pengujian yang terbaik adalah dengan panjang serat 6 cm, sedangkan untuk pengujian kuat tarik yang terbaik adalah dengan panjang 4 cm. jadi panjang serat yang terbaik untuk kuat tekan dan kuat tarik adalah dengan panjang serat 5 cm.
3	Rabiyando Sinaga 2018	Penambahan Ijuk Sebagai Bahan Pengisi Pembuatan Batako Ringan	Mengetahui pengaruh penambahan ijuk dan pengurangan pasir terhadap kuat tekan dan berat jenis batako.	Serat ijuk sebagai pengisi di bentuk seperti lapisan menyerupai bentuk batako yang telah di rencanakan. penambahan serat ijuk dengan variasi 10%, 20% dapat mengurangi berat jenis batako dengan rata-rata 1,700,1,623, penyerapan air nya meningkat dengan rata-rata 5,784,7,237, kemudian kuat tekannya menurun dengan rata-rata 94,278,92,999 tetapi masih memenuhi syarat kuat tekan mutu ii berdasarkan sni 03-0349-1989.

## **BAB III METODOLOGI**

### **PENELITIAN**

Penelitian ini menggunakan metode penelitian secara eksperimen di laboratorium bahan Universitas HKBP Nommensen Medan. Benda uji yang di jadikan acuan dalam penelitian ini adalah beton normal dengan kandungan serat 2% , dengan variasi ukuran serat ijuk 4 cm, 6 cm, 8 cm dari berat semen dalam campuran beton. Dalam perencanaan awal, mutu beton yang digunakan yaitu 25 Mpa. Benda uji berbentuk silinder beton dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm, seluruh sampel di rawat dengan perendaman sampai umur pengujian 7 hari,14 hari, 21 hari, 28 hari.

#### **3.1 Lokasi penelitian**

Penelitian di laksanakan di laboratorium bahan Universitas HKBP Nommensen Medan.

#### **3.2 Standart penelitian**

Standart yang digunakan sebagai acuan dalam penelitian ini adalah : Perencanaan campuran beton berdasarkan SNI 7656-2012 (Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal).

#### **3.3 Bahan dan alat Penelitian**

##### **3.3.1 Bahan penelitian**

Bahan yang digunakan dalam penelitian adalah sebagai berikut:

1. Semen

Semen berfungsi sebagai bahan pengikat dalam adukan beton. Pada penelitian ini digunakan semen Portland tipe 1.

2. Air

Air yang digunakan berasal dari laboratorium bahan Universitas HKBP Nommensen Medan.

### 3. Agregat halus (pasir)

Pasir yang digunakan merupakan pasir yang berasal dari binjai, sebelum dilaksanakan pembuatan beton dilakukan analisa saringan, penyerapan air, dan berat jenis (memenuhi standar)

### 4. Agregat kasar (batu pecah)

Agregat kasar yang digunakan dengan ukuran butir maksimum 20 mm diambil dari bantuan, sebelum dilaksanakan pembuatan beton dilakukan analisa saringan, penyerapan air, berat jenis, dan pemeriksaan berat satuan agregat.

### 5. Bahan tambahan (serat ijuk)

Serat yang digunakan adalah serat ijuk dengan kelebihan awet dan tahan terhadap korosi.

### 6. Belerang

Menurut SNI 6369-2008 belerang digunakan untuk bahan pembuat capping. Untuk kuat tekan beton kurang dari 35 Mpa maka capping harus dibiarkan mengeras selama 2 jam sebelum pengujian beton dan untuk kuat tekan beton lebih dari 35 Mpa maka capping dibiarkan mengeras 16 jam sebelum pengujian.

### 7. Oli

Dalam penelitian ini, oli digunakan sebagai bahan pendukung penelitian seperti belerang. Berdasarkan SNI 6369-2008 tentang pembuatan capping untuk benda uji selinder, oli digunakan sebagai pelumas pelat capping agar benda uji mudah untuk dilepas. Selain itu oli juga digunakan sebagai pelumas cetakan beton.

### 3.3.2 Alat Penelitian

#### a) Saringan

Ada beberapa pengujian yang dilakukan dengan alat ini, seperti :

- 1) Analisa Saringan Agregat Kasar & Halus. Diameter saringan yang digunakan untuk Agregat Kasar adalah 31,5mm ; 25,4mm ; 19,0mm ; 12,5mm ; 9,5mm ; 4,75mm dan PAN. Sedangkan untuk Agregat Halus berdiameter 9,5mm ; 4,75mm ; 2,36mm ; 1,18mm ; 0,6mm ; 0,3mm ; 0,15mm ; 0,075mm ; dan PAN.
  - 2) Penyaringan Abu Vulkanik Saringan yang digunakan untuk menyaring abu vulkanik adalah nomor 200 serta PAN.
  - 3) Kehalusan Semen Portland Menggunakan saringan nomor 100, 200 dan PAN.
  - 4) Konsistensi Normal Semen Portland Menggunakan saringan nomor 200 dan PAN
  - 4) Pemeriksaan Zat Organik dalam Agregat Halus Saringan yang digunakan berdiameter 4,75mm
  - 5) Pengikat Awal Semen Portland Menggunakan saringan nomor 100 dan PAN
  - 6) Keausan Agregat Kasar dengan Mesin Los Angels Menggunakan saringan berdiameter 37,5 ; 35 ; 19 ; 12,5 ; 9,5 ; PAN
  - 7) Berat Jenis & Penyerapan Agregat Kasar Menggunakan diameter saringan yang lewat 31,5mm dan tertahan di 4,75mm
- #### b) Minyak Solar
- Digunakan untuk mengoles pada cetakan slinder, agar mudah saat pengeluaran sampel
- #### c) Timbangan
- Untuk mengukur berat sampel agar sesuai dengan kebutuhan
- #### d) Sikat
- Digunakan untuk membersihkan saringan setelah digunakan.
- #### e) Tongkat pematik
- Digunakan untuk memadatkan mortar saat dimasukkan ke slinder.

- f) Mould  
Digunakan untuk tempat Ketika percobaan konsistensi normal semen Portland.
- g) Mesin Penggetar  
Digunakan untuk menggetarkan sampel saat penyaringan sampel.
- h) Oven  
Digunakan untuk mengeringkan sampel benda uji.
- i) Sekop  
Untuk memindahkan sampel pasir, batu, maupun mortar.
- j) Molen  
Digunakan untuk mengaduk campuran beton.
- k) Slinder  
Slinder yang digunakan mempunyai ukuran tinggi 30cm dan dan berdiameter 15cm.
- l) Mesin Los Angels  
Digunakan untuk pengujian Keausah Agregat Kasar.
- m) Sendok semen  
Digunakan untuk memindahkan sampel. Baik semen, pasir, maupun mortar.
- n) Kerucut Abrams  
Digunakan untuk percobaan Slump Test. Diameter bawah sebesar 300mm dan diameter atas sebesar 200mm.
- o) Talam  
Digunakan untuk tempat sampel sampai kering SSD
- p) Vicat  
Digunakan untuk pengujian Daya Ikat Semen Portland
- q) Alat Tekan  
Digunakan untuk menguji kuat tekan beton, alat yang digunakan bernama Controls Milano – Italy
- r) Ember  
Digunakan untuk menampung sampel ataupun air.
- s) Mistar/ Meteran  
Digunakan untuk mengukur panjang atau tinggi sampel.

### 3.4. Pengujian Bahan Penyusun

Pengujian bahan penyusun peruntukkan pada agregat halus, agregat kasar, semen dan bahan pengganti (serat ijuk). Pengujian bahan penyusun dilakukan agar bahan penyusun sesuai dengan standart yang telah ditetapkan. Dengan dilakukan pengujian pada bahan penyusun diharapkan akurat, agar proporsi campuran pada beton menghasilkan mutu beton yang diharapkan. Apapun pengujian yang dilakukan pada bahan penyusun beton adalah sebagai berikut :

#### 3.4.1. Analisa saringan

Ialah penentuan persentase berat butiran agregat yang lolos dari satu set saringan kemudian angka-angka persentase digambarkan pada grafik pembagian butir. Metode ini dimaksudkan sebagai pegangan dalam pemeriksaan untuk menentukan pembagian butir (gradasi) agregat halus dan agregat kasar dengan menggunakan saringan. Tujuan pengujian ini ialah untuk memperoleh distribusi besaran atau jumlah persentase butiran baik agregat halus maupun agregat kasar. Distribusi yang diperoleh dapat ditunjukkan dalam table atau grafik. Prosedur pengujian ini adalah sebagai berikut :

- a. Sediakan sampel sesuai dengan kebutuhan
- b. Siapkan saringan dengan, lalu susun dengan urutan sebagai berikut:  
Agregat Kasar adalah 31,5mm ; 25,4mm ; 19,0mm ; 12,5mm ; 9,5mm ; 4,75mm dan PAN.  
Agregat Halus berdiameter 9,5mm ; 4,75mm ; 2,36mm ; 1,18mm ; 0,6mm ; 0,3mm ; 0,15mm ; 0,075mm ; dan PAN.
- c. Masukkan sampel kedalam saringan, lalu tutup.
- d. Kemudian letakkan susunan saringan diatas mesin penggetar, lalu nyalakan mesin selama 15 menit.
- e. Setelah 15 menit angkat saringan dari mesin penggetar.
- f. Lalu timbang berat agregat dari tiap nomor saringan.

Perhitungan :

$$FM = \frac{\text{—————}}{\text{—————}} \times 100\%$$

### 3.4.2. Kadar Air Agregat

Kadar air agregat adalah banyaknya air yang terdapat dalam agregat tersebut dalam satuan banding dengan berat keseluruhan dari agregat. Prosedur pengujian kadar air agregat adalah sebagai berikut :

- a. Siapkan agregat kasar yang lolos saringan  $\square 31,5$  mm dan tertahan di  $\square 4,75$  mm sebanyak 6000 gram.
- b. Rendam benda uji kedalam dua ember berisi air (@3000 gram) selama  $\pm 24$  jam.
- c. Kemudian cuci agregat dengan kain agar tercapai kering SSD. Kemudian masukan agregat kedalam plastik, timbang dan catat beratnya ( $W_2 = W_3 + W_1$ ).
- d. Masukan benda uji kedalam oven selama 24 jam
- e. Lalu keluarkan benda uji dan biarkan beberapa saat supaya beratnya konstan, kemudian timbang dan catat beratnya ( $W_3 = W_2 + W_1$ ).

Perhitungan :

$$W = \frac{W_3 - W_2}{W_2} \times 100\%$$

Keterangan :

$W_2$  : Berat agregat basah kering SSD, gram

$W_3$  : Berat agregat kering total

$W$  : Kadar air, %

### 3.4.3. Kehalusan semen Portland

Metode pengujian ini digunakan untuk menentukan nilai kehalusan semen portland dengan cara penyaringan. Metode ini dimaksudkan sebagai acuan dan pegangan untuk melakukan pengujian kehalusan semen portland dengan cara penyaringan dan selanjutnya dapat digunakan dalam pengendalian mutu semen. Kehalusan semen portland adalah perbandingan berat benda uji yang tertahan di atas saringan no. 100 dan 200 dengan berat benda uji semula. Cara pengujiannya adalah :

- a. Susun saringan no. 100 di atas no. 200 serta pan,
- b. Timbang berat benda uji kemudian masukkan ke dalam saringan no. 100 dan tutup.
- c. Selanjutnya goyang susunan saringan perlahan-lahan selama 3-4 menit.
- d. Lepaskan pan kemudian saringan diketok dengan menggunakan tongkat kuas secara perlahan-lahan sehingga partikel halus yang menempel terlepas dari saringan.
- e. Selanjutnya penyaringan digoyang-goyang lagi.
- f. Lanjutkan penyaringan dengan cara menggerakkan saringan ke kiri dan ke kanan sambil posisi saringan dimiringkan sedikit.
- g. Terakhir hitung perbandingan berat bagian benda uji yang tertahan di atas saringan.
- h. Angka perbandingan tersebut adalah kehalusan semen portland.

Perhitungan :

$$F = - x 100\%$$

Keterangan :

- a : berat tertahan diatas masing-masing saringan
- b : berat benda uji semula

#### 3.4.4. Pemeriksaan Berat Jenis Semen Portland

Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengetahui cara pengujian dan menentukan berat jenis Portland Cement Composit (PCC). Berat jenis semen Portland komposit tidak sama dengan berat jenis semen Portland biasa. Apabila semen Portland memiliki berat jenis kisaran 3,0 - 3,2 maka semen Portland komposit memiliki berat jenis kurang dari 3,00. Untuk mengetahui berat jenis semen maka digunakan rumus sebagai berikut:

$$G = \frac{W}{V_2 - V_1} \times d$$

Keterangan :

- G : Berat jenis semen (Specific Gravity)
- W : Berat semen (gram)
- V1 : Pembacaan skala yang berisi kerosin
- V2 : Pembacaan skala yang berisi kerosin + air
- d : Berat isi air pada suhu 4°C (1gr/cm<sup>3</sup>)

Prosedur pengujian :

- 1) Mengisi Labu Le Chatlier kapasitas 24 ml dengan kerosin/ minyak tanah sampai memenuhi skala antara 0 dan 1, kemudian membersihkan dan mengeringkan bagian atas permukaan kerosin dengan menggunakan kawat yang dibalut dengan tissue.
- 2) Meletakkan Labu Le Chatlier yang berisi kerosin di ruang yang bersuhu tetap selama 15 menit untuk menyamakan suhu cairan (kerosin) dengan suhu ruangan 24,5°C.
- 3) Mengamati dan mencatat volume awal (V1) dengan membaca skala pada Labu Le Chatlier.

- 4) Menimbang Semen Portland Komposit 60,6 gram, kemudian memasukkan Semen Portland Komposit yang telah ditimbang kedalam Labu Le Chatlier secara perlahan menggunakan spatula dan corong kaca. Jika saluran masuk terhambat, dapat dibantu dengan menusukkan kawat ke saluran yang terhambat. Diupayakan sementidak menempel di dinding Labu Le Chatlier. Apabila semen menempel di dinding Labu Le Chatlier, maka putar Labu Le Chatlier secara perlahan.
- 5) Meletakkan kembali Labu Le Chatlier yang berisikan semen dan kerzen di ruangan yang bersuhu 24,5oC selama 15 menit.
- 6) Memutar benda uji secara perlahan sampai tidak terdapat gelembung udara.
- 7) Apabila gelembung udara tidak timbul kembali, kemudian membaca volume akhir (V2) dengan skala yang terdapat pada Labu Le Chatlier.

#### **3.4.5. Konsistensi Normal Semen Portland**

Konsistensi normal semen Portland adalah banyaknya air campuran dalam pasta beton untuk menentukan waktu pengikatan semen standart. Percobaan ini menggunakan alat Vicat. Perosedur percobaan ini adalah sebagai berikut.:

- 1) Sediakan semen sebanyak 300 gram yang lolos saringan No.200.
- 2) Untuk mendapatkan konsistensi normal, dilakukan beberapa kali percobaan. Yaitu dengan kadar air 26% - 28%.
- 3) Masukan air sebanyak persentase yang ditentukan kedalam mangkok pengaduk.
- 4) Masukkan benda uji kedalam mangkok dan diamkan selama 30 menit.
- 5) Jalankan mesin pengaduk dengan kecepatan (140 lebih kurang 5) rpm, selama 30 detik.
- 6) Hentikan mesin pengaduk selama 15 detik,, untuk/ sambal membersihkan pasta semen yang menempel di pinggir mangkok.
- 7) Kemudian jalankan mesin pengaduk dengan kecepatan (285 Ibih kurang 100) rpm, selama 60 detik.

- 8) Buatlah pasta berbentuk bola dengan menggunakan sarung tangan plastic. Kemudian dilemparkan enam kali dari satu tangan ke tangan yang satunya dengan jarak 15 cm.
- 9) Kemudian masukan dan padatkan kedalam cincin konik yang telah dialaskan pelat. Kelebihan pasta pada permukaan cincin konik diratakan dalam posisi miring terhadap permukaan cincin.
- 10) Letakkan pelat kaca diatas lubang besar cincin konik, balik, ratakan dan licinkan.
- 11) Setelah selesai letakkan cincin konik dibawah jarum Vicat. Letakkan di tengah-tengah. Kemudian jatuhkan jarum Vicat dan catat penurunan yang berlangsung 30 detik.
- 12) Lakukan prosedur diatas dengan kadar air yang berbeda untuk mendapatkan penurunan 10 mm.

Perhitungan :

$$T_{10} = 27 + (26 - 27) \text{---}$$

#### **3.4.6. Berat Jenis & Penyerapan Agregat Halus**

Merupakan percobaan untuk menentukan pesentase perbandingan antara berat air yang terserap agregat pada kondisi jenuh permukaan, dengan berat agregat dalam keadaan kering oven. Prosedur percobaan :

- 1) Siapkan alat dan bahan yang akan digunakan.
- 2) Kemudian Periksa keadaan kering permukaan jenuh dengan mengisikan benda uji kedalam kerucut terpancung (cone), masukkan benda uji kedalam kerucut terpancung sampai 3 bagian.
- 3) Kemudian padatkan dengan batang penumbuk selama 25 kali angkat kerucut terpancung (cone). Keadaan kering permukaan jenuh tercapai bila benda penguji runtuh akan tetapi masih dalam keadaan tercetak, apabila masih runtuh ulangi.
- 4) Ambil agregat halus 500 gram lolos saringan No.4.
- 5) Timbang berat piknometer.

- 6) Setelah itu tambahkan air hingga mencapai 90% isi piknometer tersebut lalu timbang beratnya, kemudian buang airnya.
- 7) Masukkan 500 gram agregat halus dalam kondisi SSD kedalam piknometer kemudian tambahkan air hingga 90%, kemudian goyangkan piknometer sampai gelembung udara menghilang.
- 8) Timbang piknometer berisi air dan benda uji sampai ketelitian 0,1 gram.
- 9) Diamkan selama 24 jam dalam suhu ruangan.
- 10) Keluarkan benda uji dengan cara menambahkan air kemudian saring untuk memisahkan air dengan agregat menggunakan saringan, kemudian masukan kedalam wadah lalu keringkan dalam oven dengan suhu  $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$  selama 24 jam.
- 11) Setelah 24 jam keluarkan benda uji dari oven, kemudian timbang benda uji tersebut. Dan catatlah pada form yang telah disediakan.
- 12) Jika sudah selesai rapihkan kembali alat yang telah di paka.

Perhitungan :

- Berat Bulk

= \_\_\_\_\_

- Berat Uji Permukaan Jenuh

= \_\_\_\_\_

- Berat Uji Semu

= \_\_\_\_\_

### 3.4.7. Pengikat Awal Semen Portland

Pengikat awal adalah jangka waktu mulainya pengukuran pasta semen pada konsistensi normal hingga pasta semen kehilangan sebagian sifat plastiknya.

Prosedur percobaan :

- 1) Tentukan dan siapkan volume air suling yang diperlukan untuk mencapai konsistensi normal sesuai dengan cara yang berlaku.
- 2) Tuangkan air suling itu kedalam mangkok pengaduk, kemudian masukan pula secara perlahan-lahan 300 gram benda uji semen kedalam mangkok pengaduk yang sama; selanjutnya biarkan selama 30 detik.
- 3) Aduklah campuran air suling dan benda uji itu selama 30 detik dengan kecepatan pengadukan  $140 \pm 5$  putaran per menit.
- 4) Pengadukan dihentikan selama 15 detik, bersihkan pasta semen yang menempel dipinggir mangkok pengaduk.
- 5) Aduk, kembali pasta semen selama 60 detik dengan kecepatan pengadukan  $285 \pm 10$  putaran per menit.
- 6) Buatlah pasta semen berbentuk bola dengan tangan, sambil dilemparkan sebanyak 6 kali dari tangan kiri ke tangan kanan dengan jarak kedua tangan  $\pm 15$  cm.
- 7) Peganglah cetakan benda uji dengan salah satu tangan, kemudian melalui lobang dasarnya masukan pasta semen sampai terisi penuh, dan ratakan kelebihan pasta pada dasar cincin dengan sekali gerakan telapak tangan; letakkan dasar cincin pada pelat kaca, ratakan permukaan atas pasta dengan sekali gerakan sendok perata, tanpa mengadakan tekanan pada pasta.
- 8) letakkan thermometer beton diatas benda uji, lalu disimpan di lemari lembab selama 30 menit; selama percobaan benda uji dalam cincin & ditahan pelat kaca.
- 9) Catilah suhu udara dengan thermometer laboratorium dan suhu benda uji dengan thermometer dengan beton.

10) Letakan benda uji pada alat vicat, sentuhkan ujung jarum vicat pada tengah-tengah permukaan benda uji dan kencangkan posisi jarum vicat, letakan pembacaan skala pada nol atau catat angka permulaan, dan segera lepaskan jarum vicat.

Perhitungan :

$$T_{25} = 90 \text{ ——— } (105 - 90)$$

#### **3.4.8. Keausan Agregat dengan Mesin Los Angels**

Tujuan dari percobaan ini adalah untuk menentukan ketahanan dari agregat kasar dengan mesin Los Angels. Metode percobaan Los Angels adalah sebagai berikut :

- 1) Mempersiapkan peralatan dan bahan yang akan digunakan dalam pengujian keausan agregat dengan mesin Los Angeles setelah ditimbang sesuai dengan tabel ukuran fraksi diatas.
- 2) Mencuci agregat hingga bersih dan oven selama 24 jam, setelah dioven dinginkan agar suhunya sama dengan suhu ruangan.
- 3) Memasukkan benda uji ke dalam mesin Los Angeles dengan bola baja yang sesuai pada tabel ukuran fraksi diatas.
- 4) Menyalakan mesin, mesin akan berputar dengan kecepatan 30 sampai 33 rpm untuk 500 putaran.
- 5) Setelah putaran selesai sampel dikeluarkan kemudian melakukan penyaringan awal dengan saringan berdiameter lebih dari 1,7 mm (No.12). Saring bagian sampel yang lebih halus dengan saringan 1,7 mm (No.12). Butiran yang tertahan / lebih besar dari 1,7 mm (No.12) dicuci bersih kemudian dikeringkan dengan oven suhu  $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$  sampai berat tetap lalu ditimbang.

Perhitungan :

$$\text{Keausan} : = \text{ — } \times 100\%$$

Keterangan :

a : berat benda uji semula, dinyatakan dalam gram.

b : berat benda uji tertahan saringan No.12 (1,70 mm), dinyatakan dalam gram.

### 3.4.9. Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar

Untuk menentukan berat jenis kering dan penyerapan dari agregat kasar. Prosedur penrcobaanya adalah sebagai berikut :

- 1) Cuci benda uji untuk menghilangkan debu atau bahan-bahan lain yang melekat pada permukaan.
- 2) Keringkan benda uji dalam oven pada suhu  $(110^{\circ} \pm 5)^{\circ}\text{C}$  sampai berat tetap sebagai catatan, bila penyerapan dan harga berat jenis digunakan dalam pekerjaan beton dimana agregatnya digunakan pada keadaan kadar air aslinya, maka tidak perlu dilakukan pengeringan dengan oven.
- 3) Dinginkan benda uji pada suhu kamar selama 1-3 jam, kemudian timbang dengan ketelitian 0,5 gram (Bk).
- 4) Rendam benda uji dalam air pada suhu kamar selama  $24 \pm 4$  jam.
- 5) Keluarkan benda uji dari air, lap dengan kain penyerap sampai selaput air pada permukaan hilang, untuk butiran yang besar pengeringan halus satu persatu.
- 6) Timbang benda uji kering-permukaan jenuh (Bj).
- 7) Letakkan benda uji didalam keranjang, goncangan batunya untuk mengeluarkan udara yang tersekap dan tentukan beratnya di dalam air (Ba), dan ukur suhu air untuk penyesuaian perhitungan kepada suhu standar ( $25^{\circ}\text{C}$ ).
- 8) Banyak jenis bahan campuran yang mempunyai bagian butir-butir berat dan ringan; bahan semacam ini memberikan harga-harga berat jenis yang tidak tetap walaupun pemeriksaan dilakukan dengan sangat hati-hati, dalam hal ini beberapa pemeriksaan ulangan diperlukan untuk mendapatkan harga rata-rata yang memuaskan.

Perhitungan :

- Berat Jenis Curah (BulK Specific Gravity)

= \_\_\_\_\_

- Berat Jenis Kering Permukaan Jenuh (Saturated Surface Dry)

= \_\_\_\_\_

- Berat Jenis Semu (Apparevt Specivic Grafity)

$$= \frac{\quad}{\quad} \times 100\%$$

Keterangan :

Bk = berat benda uji kering oven, dalam gram

Bj = berat benda uji kering permukaan jenuh, dalam gram

Ba = berat benda uji kering permukaan jenuh di dalam air, dalam gram

### 3.5. Perancangan Campuran Beton

Adapun perancangan campuran beton yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

- 1) Tentukan kuat tekan beton yang ingin di rencanakan
- 2) Hitung standart deviasi
- 3) Tentukan jenis semen yang dibutuhkan
- 4) Tentukan jenis agregat yang ingin digunkana
- 5) Tentukan FAS yang akan digunakan
- 6) Tentukan ukuran butiran agregat halus dan kasar yang akan digunakan
- 7) Hitung jumlah semen yang dibutuhkan
- 8) Lakukan pengujian bahan penyusun beton.
- 9) Tentukan jumlah sampel yang dibutuhkan.

### 3.6. Pembuatan benda uji

Pembuatan benda uji untuk pengujian kuat tekan dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut:

- 1) Melakukan penimbangan bahan-bahan seperti semen, pasir, kerikil, serat, dan pengukuran kebutuhan air.
- 2) Menghidupkan molen, kemudian memasukkan kerikil, semen, pasir, dan air sedikit demi sedikit kedalam molen.
- 3) Pada saat molen berputar diusahakan selalu miring sekitar 15°, agar adukan betan merata.
- 4) Serat direndam kedalam air beberapa saat sebelum dimasukkan kedalam campuran dengan membuang airnya terlebih dahulu.

- 5) Setelah adukan beton tercampur merata, adukan beton dituang secukupnya dan dilakukan pengujian nilai slump dengan menggunakan kerucut abrams.
- 6) Setelah dilakukan pengujian nilai slump, serat dimasukkan kedalam campuran dengan cara ditaburkan sedikit demi sedikit hingga tercampur merata.
- 7) Mempersiapkan cetakan-cetakan silinder yang akan dipakai.
- 8) Mengeluarkan adukan beton dari molen dan di tumpahkan kedalam talam.
- 9) Memasukkan adukan beton kedalam cetakan sedikit demi sedikit sambil di tusuk-tusuk agar tidak keropos.
- 10) Adukan yang telah dicetak di letakkan ditempat yang terlindungi dari sinar matahari dan hujan selama 24 jam.
- 11) Cetakan dapat dibuka, dan memberi kode/keterangan pada beton.

### **3.7. Perawatan benda uji**

Perawatan disini, adalah perawatan beton yang umumnya banyak dilaksanakan dilapangan dan mudah dilakukan tanpa mengeluarkan biaya tambahan yang tinggi, yaitu perawatan beton dengan air. Air yang digunakan adalah air yang memenuhi syarat air bersih.

Akibat dari keadaan geografis pada daerah tropis adalah mempunyai suhu rata-rata tinggi, disertai sifat angin kering sehingga mengakibatkan penguapan air yang tinggi pula. Selama penyusunan dan pengerasan beton, panas akan ditimbulkan dari reaksi hidrasi semen dan air, dan hal ini akan mengakibatkan meningkatnya temperature pada beton. Oleh karena itu selama periode penyusunan beton dijaga kelembabannya yaitu dengan perawatan. Tujuan dari perawatan beton yaitu:

- a. Untuk melindungi meningkatnya temperatur pada beton dan reaksi hidrasi yang berkembang selama proses pengerasan beton.
- b. Untuk melindungi pengeringan beton yang mungkin akan berakibat atau menyebabkan retak-retak pada beton.

Perawatan beton yang baik akan memperbaiki beberapa segi dari kualitasnya, disamping lebih kuat dan lebih awet terhadap agresi kimia. Kondisi perawatan beton dengan air pada umumnya yaitu dengan membasahi permukaan beton terus menerus dan merendam/menggenangi permukaan beton dengan air, sistem perawatan ini lebih mudah dikerjakan dan lebih ekonomis.

### **3.8. Pengujian Beton Segar**

Pengujian beton segar yang digunakan adalah Slumpu Test. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui kelecakan (consistency) beton segar. Dengan pemeriksaan slump, maka kita dapat memperoleh nilai slump yang dipakai sebagai tolak ukur atau standar kelecakan beton segar.

Arti dari slump beton adalah penurunan ketinggian pada pusat permukaan atas beton segar yang diukur segera setelah cetakan uji slump diangkat. Sedangkan beton segar adalah beton yang bersifat plastis yang terdiri dari agregat halus, agregat kasar dengan ukuran kurang dari 37,5 mm atau 1½ inchi, semen dan air, dengan atau tanpa bahan tambahan atau bahan pengisi. Langkah-langkah pengujian Slump Test dapat dilakukan sebagai berikut :

- 1) Ambil cetakan berbentuk kerucut dan pelat alas, lalu basahi dengan kain basah.
- 2) Letakkan cetakan di atas pelat
- 3) Masukkan beton segar kedalam cetakan kerucut
- 4) Isi sebanyak  $\frac{1}{3}$  dari tinggi cetakkan, lalu padatkan dengan tongkat pemadat sebanyak 25 tusukan. Lakukan pemadatan sampai beton terisi penuh.
- 5) Setelah penuh ratakan permukaan atas kerucut dengan tongkat pemadat.
- 6) Kemudian angkat cetakan secara perlahan dan tegak lurus keatas.
- 7) Balikkan cetakan, lalu dirikan disamping benda uji
- 8) Ambil mistar/ meteran, lalu ukur tinggi sampel dengan acuan cetakan. Lalu catat tingginya.
- 9) Lakukan percobaan diatas sebanyak 2 kali pada sampel yang sama.

### 3.9. Pengujian beton keras

Benda uji yang digunakan Silinder diameter 15 cm, tinggi 30 cm, di uji kuat tekannya untuk beton berserat dan beton normal, dengan panjang serat 4,6, dan 8 cm. jumlah benda uji masing-masing 3 buah , setiap benda uji dicatat : jenis , perbandingan berat/volume, faktor air semen”slump”. Data yang diambil setelah pangujian kuat tekan beton adalah beban maksimum. Jenis patah dan kuat tekan silinder.

Untuk mencari kuat tekan, dihitung dengan rumus :

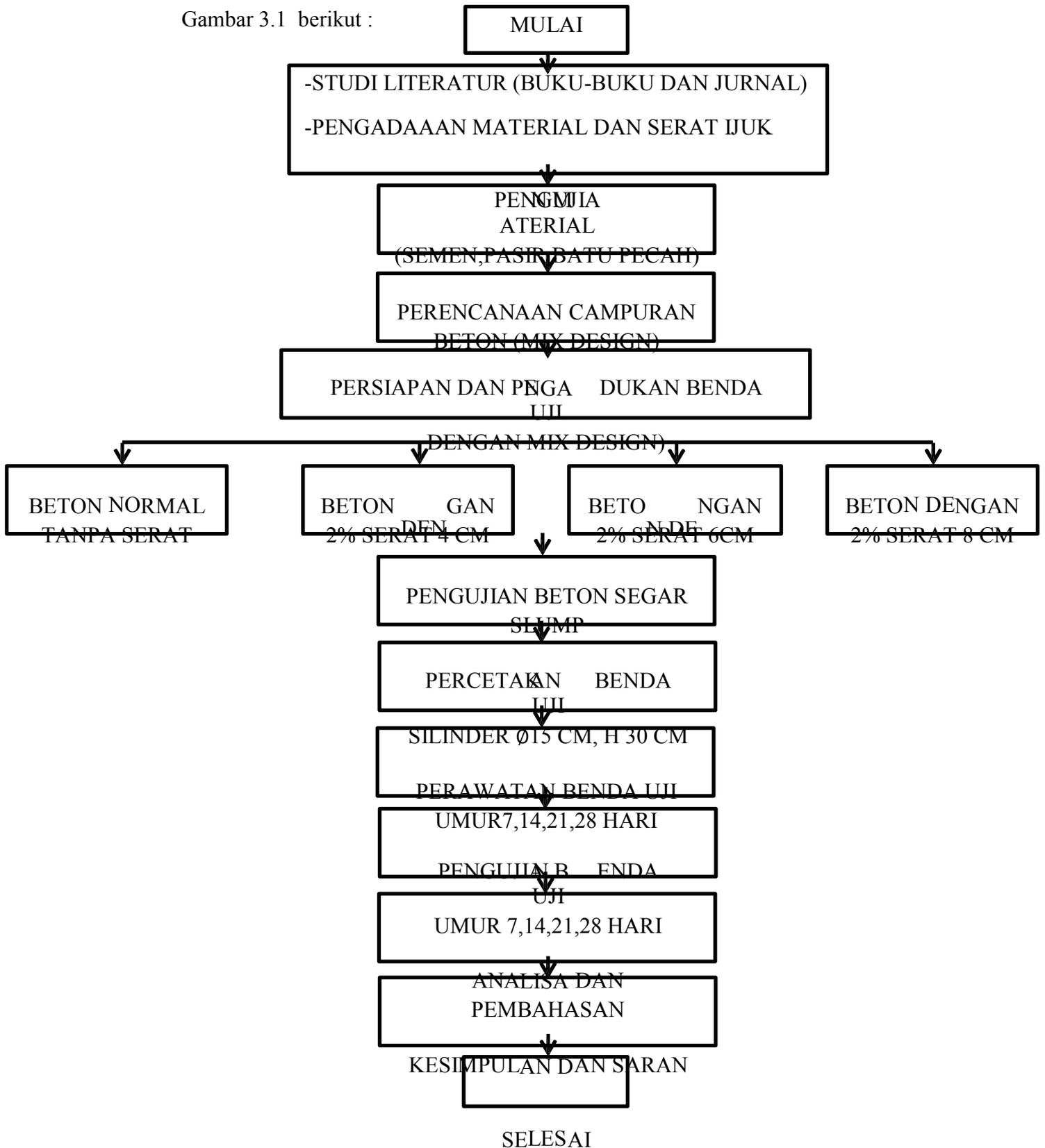
$$\text{Kuat tekan (kg/cm}^2\text{)} = \text{—————}$$

Pengujian kuat tekan beton dilakukan dengan benda uji silinder berukuran 15 cm dan tinggi 30 cm. langkah-langkah pengujian sebagai berikut:

1. Mencatat dimensi benda uji yaitu diameter dan tingginya.
2. Menimbang benda uji.
3. Meletakkan benda uji diatas mesin penguji kuat tekan , dan dihidupkan dan dilakukan pembebanan secara berangsur-angsur.
4. Mencatat beban maksimum yang terjadi , pada saat benda uji mulai mengalami kehancuran .

### 3.10. Tahap penelitian

Penelitian ini mempunyai tahap-tahapan yang dilakukan dapat dilihat pada Gambar 3.1 berikut :



**Gambar 3.1** Tahap penelitian