

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Perancangan campuran beton merupakan suatu kesatuan unsur bahan penyusunnya yang dapat menyebabkan produksi beton yang dihasilkan cukup bervariasi jika dilihat dari perbedaan sifat dan karakteristik bahan penyusunnya itu sendiri. Tujuan perancangan campuran beton yaitu untuk menentukan proporsi bahan baku beton yaitu semen, agregat halus, agregat kasar, dan air yang memenuhi kriteria workabilitas, kekuatan, durabilitas, dan penyelesaiannya akhir yang sesuai dengan spesifikasi. Proporsi yang dihasilkan oleh rancangan pun harus optimal, dalam arti penggunaan bahan yang minimum dengan tetap mempertimbangkan kriteria teknis.

Beton merupakan suatu struktur yang sangat sering digunakan dalam konstruksi teknik sipil. Yang digunakan untuk bangunan pondasi, kolom, balok, pelat ataupun pelat cangkang. Dalam teknik sipil hidro juga beton sering digunakan seperti pembuatan bendungan dan saluran drainase perkotaan. Beton juga digunakan dalam teknik sipil transportasi untuk pekerjaan *rigid pavement* (lapis keras permukaan yang kaku) dan pekerjaan gorong-gorong (Muhammad Fachri, 2014).

Struktur beton sangat dipengaruhi oleh komposisi dan kualitas bahan pencampur beton, yang dibatasi oleh kemampuan daya tekan beton yang tercantum dalam perencanaannya. Karena pentingnya peranan beton dalam suatu konstruksi maka kita dituntut untuk menciptakan kualitas beton yang sesuai dengan SNI 063 – 6468 – 2000 dimana mutu beton memiliki kuat tekan lebih besar atau sama dengan 41, MPa.

Penggunaan beton sendiri sudah dimulai sejak zaman Yunani dimana mereka menggunakan beton abu vulkanik seperti abu pozzolan. Seiring dengan perkembangan konstruksi di Indonesia, maka Indonesia sendiri membentuk suatu Departement Pekerjaan Umum yang selalu mengikuti perkembangan beton melalui Lembaga Penyelidikan Masalah Bangunan (LPMB). Dimana melalui

lembaga ini pemerintah menerbitkan peraturan standar beton yang mengadopsi dari peraturan internasional yang disesuaikan dengan kondisi bahan dan jenis bangunan di Indonesia.

Beton merupakan campuran dari bahan penyusun yang terdiri dari bahan semen hidrolis (*Portland cement*), agregat kasar, agregat halus, air dan bahan tambah (*admixture atau additive*) lainnya dengan perbandingan tertentu. Bahan tambahan adalah bahan halus yang tidak termasuk unsur pokok campuran beton yang ditambahkan pada adukan. Berbagai macam bahan dapat digunakan sebagai bahan tambahan, tentu saja setelah melalui beberapa proses penelitian.

Bahan-bahan bangunan di sekitar lingkungan dapat dimanfaatkan sebagai bahan tambahan dalam campuran beton, misalnya potongan serbuk kayu sisa dari proses pembangunan yang tidak digunakan lagi. Serbuk kayu merupakan bahan lokal yang mudah didapatkan. Banyaknya serbuk kayu hasil penggergajian kayu yang masih dapat digunakan tapi dibuang begitu saja tanpa ada pemanfaatan yang lebih lanjut atau yang bernilai ekonomis kembali. Sisa penggergajian kayu dapat digunakan kembali dalam pembuatan beton sebagai bahan pengisi pada campuran beton. Berdasarkan latar belakang tersebut maka penulis melakukan penelitian dengan **“PENGARUH PENGGANTIAN SEBAGIAN AGREGAT HALUS DENGAN SERBUK KAYU PADA KUAT TEKAN BETON”**

## **1.2. Rumusan Masalah**

Penelitian ini dilakukan dalam upaya mencari alternatif penggantian Sebagian agregat halus dengan serbuk kayu.

- a) Bagaimana pengaruh penggantian serbuk kayu meranti sebagian pada pasir terhadap nilai slump dan kuat tekan beton ?
- b) Seberapa besar kekentalan adukan beton, berat beton, dan kuat tekan beton dengan menggunakan serbuk gergaji kayu dengan variasi 0%, 10%, 20%, 30% dan serbuk kayu?
- c) Berapa proporsi yang pas pada serbuk kayu untuk campuran beton yang menghasilkan nilai kuat tekan beton yang optimum ?

### 1.3. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah diatas, maka tujuan penelitian yang diambil sebagai berikut:

- a). Untuk mengetahui pengaruh penggantian sebagian serbuk kayu meranti terhadap pasir untuk kuat tekan beton.
- b). Untuk mengetahui pengaruh penggantian sebagian serbuk kayu meranti terhadap pasir untuk nilai slump.
- c). Untuk menguraikan nilai kuat tekan beton terhadap proporsi 0%, 10%, 20% dan 30% serbuk kayu meranti sebagai pengganti sebagian pasir.

### 1.4. Manfaat Penelitian

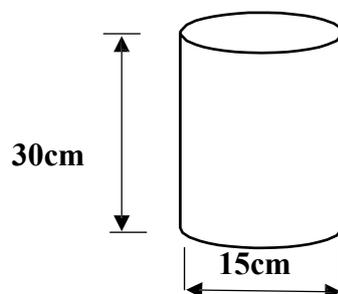
Diharapkan penelitian ini dapat bermanfaat untuk :

- a). Dapat dijadikan sebagai informasi para peneliti dalam mengembangkan penelitian yang berhubungan dengan pencampuran beton menggunakan limbah serbuk kayu meranti.
- b). Untuk mengetahui apakah limbah serbuk kayu meranti dapat digunakan sebagai bahan penggantian sebagian pada agregat halus (pasir) pada campuran beton.

### 1.5. Batasan Masalah

Dalam penelitian, ada beberapa masalah yang dibatasi agar cakupannya tidak terlalu luas. Adapun batasan masalah tersebut adalah sebagai berikut:

- a) Menguji kuat tekan beton dengan perbandingan campuran (1:2:3) dengan fas 0,5.
- b) Pengujian dilakukan pada umur 7, 14 ,21, dan 28 hari.
- c) Bentuk benda uji berupa silinder berukuran Ø 15cm, tinggi 30cm.



Gambar Benda Uji Silinder

- d) Perawatan benda uji dilakukan perendaman.
- e) Semen yang digunakan semen Portland tipe 1.
- f) Agregat yang dipakai sebagai penggantian Sebagian campuran beton yaitu serbuk kayu jenis meranti.
- g) Penggantian sebagian agregat halus dengan serbuk kayu 0%, 10%, 20% dan 30%.
- h) Benda uji yang dihasilkan 48 buah.

Variasi	Pengujian Beton keras Pada Umur;				Jumlah
	7	14	21	28	
BN 0%	3	3	3	3	12
BSK 10%	3	3	3	3	12
BSK 20%	3	3	3	3	12
BSK 30%	3	3	3	3	12
<b>Total</b>					<b>48</b>

- i) Alat untuk pengujian tekan beton menggunakan alat Laboratorium Teknik Sipil Universitas HKBP Nommensen Medan.
- j) Air yang digunakan adalah air yang berasal dari Laboratorium Teknik Sipil Univeritas HKBP Nommensen.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1. Umum**

Beton merupakan material utama yang banyak digunakan sebagai bahan konstruksi diseluruh dunia. Beton merupakan gabungan dari bahan penyusunnya yang terdiri dari bahan semen, agregat kasar, agregat halus, air dan bahan tambah. Campuran tersebut bila dituangkan ke dalam cetakan dan kemudian dibiarkan, maka akan mengeras seperti batuan.

Beton juga didefinisikan sebagai bahan bangunan yang terbuat dari agregat kasar, agregat halus, dan bahan pengikat yang dicampur secara merata. Kadang-kadang ditambahkan juga zat aditif dan admixture ke dalam adukan beton dengan maksud tertentu. Saat ini beton mendominasi material yang paling sering digunakan untuk mendirikan suatu konstruksi bangunan. Beton dinilai memiliki tingkat kekokohan yang tinggi serta tahan terhadap api. Namun sayangnya, beton termasuk lemah pada gaya tarik, sehingga terciptalah bermacam-macam jenis beton yang mempunyai karakteristik berbeda-beda (Tjokrodimuljo, 1996).

Sifat-sifat karakteristik material penyusun beton, nilai perbandingan bahan-bahan, cara pengadukan maupun cara pengerjaan selama penuangan adukan beton, cara pemadatan dan cara perawatan selama proses pengerasan akan mempengaruhi sifat, kekuatan dan keawetan dari beton yang dibuat. Sebagai bahan konstruksi beton mempunyai kelebihan dan kekurangan. **Kelebihan beton** (Mulyono, 2005) antara lain:

1. Biaya pembuatan beton terbilang cukup murah mengingat bahan-bahan penyusunnya bisa diperoleh dari daerah lokal, kecuali untuk semen portland yang harus didatangkan dari luar daerah.
2. Begitu pun dengan biaya pemeliharaan beton terhitung cukup rendah karena material ini mempunyai tingkat ketahanan yang tinggi.

3. Beton memiliki daya kekuatan dan daya dukung yang sangat tinggi sehingga bisa diaplikasikan pada segala desain bangunan,
4. Kondisi beton juga tidak mudah terpengaruh oleh lingkungan sehingga resiko mengalami korosi dan pembusukan kecil sekali
5. Beton bersifat fleksibel artinya bisa dibuat dalam bentuk dan ukuran yang sesuai dengan keinginan tanpa mempengaruhi kualitasnya secara langsung.

**Kekurangan beton apabila dibandingkan dengan material bangunan lainnya**

(Istimawan Dipohusodo, 1994) antara lain:

1. Walaupun beton mampu menahan gaya beban dengan baik, tetapi kekuatannya saat menerima gaya tarik cukup rendah.
2. Selama proses pengeringan, beton yang masih basah bisa mengalami penyusutan akibat strukturnya mengerut.
3. Beton bisa mengalami keretakan rambut dan keretakan struktur akibat perubahan suhu yang drastis dalam waktu relatif singkat.
4. Sifat alamiah beton yakni dapat menyerah air melalui pori-porinya, dimana air justru bisa merusak beton secara perlahan, terutama yang mengandung kadar garam yang tinggi.
5. Sifat asal beton yang lain adalah getas atau tidak daktil, sehingga Analisa pekerjaannya harus benar-benar dihitung secara detail dan tepat.

Menurut (Mulyono, 2006) Dalam pengerjaan beton ada 3 (tiga) sifat yang harus diperhatikan yaitu ;

1) . Kemudahan Pengerjaan (*workability*)

Kemudahan pekerjaan dapat dilihat dari *Slump Test* yang identik dengan tingkat keplastisan beton. Semakin plastis beton, semakin mudah pengerjaannya.

Unsur-unsur yang mempengaruhi antara lain;

- a. Jumlah air pencampur :Semakin banyak air, semakin mudah dikerjakan.
- b. Kandungan semen : Jika FAS tetap, semakin banyak semen berarti semakin banyak kebutuhan air sehingga keplastisannya semakin tinggi.
- c. Bentuk butiran agregat kasar : Agregat berbentuk bulat lebih mudah dikerjakan.

- d. Butir maksimum.
- e. Cara pemadatan dan alat pemadatan.

## 2) . Pemisahan Kerikil (*Segregation*)

Kecenderungan butir-butir kasar untuk lepas dari campuran beton dinamakan segregasi. Hal ini akan menyebabkan sarang kerikil yang pada akhirnya akan menyebabkan keropos pada beton. Segregasi ini disebabkan oleh beberapa hal. Pertama, campuran kurus atau kurang semen. Kedua, terlalu banyak air. Ketiga, besar ukuran agregat maksimum lebih dari 40 mm. Keempat, semakin besar permukaan butir agregat, semakin mudah mengalami segregasi. Kecenderungan terjadi segregasi ini dapat dicegah jika;

- a. Tinggi jatuh diperpendek.
- b. Penggunaan air sesuai dengan syarat.
- c. Cukup ruangan antara batang tulangan dan acuan.
- d. Ukuran agregat sesuai dengan syarat.
- e. Pemadatan baik.

## 3) . Pemisah Air (*Bleeding*)

Kecenderungan air untuk naik ke permukaan pada beton yang baru dipadatkan dinamakan *Bleeding*. Air yang naik ini membawa semen dan butir-butir halus pasir, yang pada saat beton mengeras nantinya akan membentuk slaput (*laintance*). *Bleeding* ini dipengaruhi oleh;

- a. Susunan butir agregat : Jika komposisinya sesuai, kemungkinan untuk terjadinya *bleeding* kecil.
- b. Banyaknya air : Semakin banyak air, berarti semakin banyak pula kemungkinan terjadinya *bleeding*.
- c. Kecepatan hidrasi : Semakin cepat beton mengeras, semakin kecil kemungkinan terjadinya *bleeding*.
- d. Proses pemadatan : Pemadatan yang berlebihan akan menyebabkan terjadinya *Bleeding*.

## **2.2. Bahan Pembentuk Beton**

### **2.2.1. Semen Portland**

Semen merupakan bahan campuran yang secara kimiawi aktif setelah berhubungan dengan air. Agregat tidak memainkan peranan yang penting dalam reaksi kimiawi tersebut, tetapi berfungsi sebagai bahan pengisi mineral yang dapat mencegah perubahan-perubahan berat beton setelah pengadukan selesai dan memperbaiki keawetan beton yang dihasilkan.

Dalam dunia Teknik Sipil kita tentu sangat akrab dengan benda yang satu ini. Semen suatu benda yang berbentuk bubuk yang dapat bereaksi dengan air dan akan mengeras serta memberikan kekuatan pada suatu struktur bangunan setelah kering. Semen yang sering kita lihat dalam suatu pekerjaan konstruksi biasanya jenis semen Portland. Semen merupakan hasil industri yang sangat kompleks, dengan campuran serta susunan yang berbeda-beda dan dapat dibedakan menjadi dua yaitu; semen non hidrolis dan semen hidrolis (Tjokodimuljo, 2004).

Menurut SNI 15-2049-2004, semen Portland didefinisikan sebagai semen hidrolis yang dihasilkan dengan cara menggiling terak (*clinker*) semen Portland terutama yang terdiri atas kalsium silikat ( $x\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ ) yang bersifat hidrolis dan digiling bersama-sama dengan bahan tambahan berupa satu atau lebih bentuk kristal senyawa kalsium sulfat ( $\text{CaSO}_4 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ ) dan boleh ditambah dengan bahan tambahan lain (*Mineral in component*).

Sifat-sifat dan tujuan penggunaannya, semen Portland dibagi menjadi beberapa jenis. Standar industri Indonesia SK-SNI-15-1990-03 semen Portland dibagi lima jenis yaitu;

- a) Type I adalah semen Portland yang sangat diperlukan oleh warga luas serta bisa digunakan buat segala aplikasi yang tidak memerlukan persyaratan special.
- b) Type II adalah semen dengan panas ion tetap dikelilingi dengan molekul lagi ataupun di dasar semen Portland jenis I dan tahan terhadap sulfat. Semen ini digunakan dan dianjurkan untuk bangunan semacam bendungan, dermaga serta landasan berat yang disyaratinya terdapatnya

kolom-kolom serta dimana proses ion tetap dikelilingi dengan molekul rendah pula ialah pertimbangan utama.

- c) Type III mendapat kekuatan besar dalam waktu pendek, sehingga bisa digunakan untuk revisi bangunan beton yang butuh lekas digunakan ataupun yang acuannya butuh lekas dilepas. Type ini digunakan untuk bangunan tingkat besar, bangunan dalam air yang tidak membutuhkan ketahanan terhadap sulfat.
- d) Type IV dibandingkan type I semen ini digunakan buat struktur beton massif semacam dekameter gravitasi besar yang mana peningkatan temperatur akibat panas yang dihasilkan sepanjang proses curing ialah aspek kritis, sesuai digunakan buat wilayah yang bersuhu panas.
- e) Type V semen Portland yang dalam penggunaannya membutuhkan ketahanan besar terhadap sulfat. Sesuai digunakan buat pembuatan beton pada wilayah yang tanah serta airnya memiliki isi garam sulfat besar. Sangat sesuai buat instalasi pengolahan limbah pabrik, konstruksi dalam air, jembatan, terowongan, Pelabuhan.

Sifat dan Karakteristik Semen Portland (Tjokromuljo, 2007) ;

- 1. Sifat fisika semen Portland
  - a. Kehalusan butir.
  - b. Kepadatan.
  - c. Konsistensi.
  - d. Waktu pengikatan.
  - e. Panas hidrasi.
  - f. Perubahan volume (kekuatan).
- 2. Sifat kimia semen Portland
  - a. Kesegaran semen.
  - b. Sisa yang tak larut.
  - c. Panas hidrasi semen.

### 2.2.2. Agregat

Agregat adalah komponen beton yang paling berperan dalam menentukan besarnya. Pada beton biasanya terdapat 60% - 80% volume agregat. Agregat ini harus bergradiasi sedemikian rupa sehingga, seluruh massa beton dapat sebagai benda utuh, homogen, dan rapat, dimana agregat yang berukuran kecil berfungsi sebagai pengisi celah yang ada diantara agregat berukuran besar. Agregat adalah butiran material alami yang berfungsi sebagai bahan pengisi dalam campuran beton. Komposisi agregat 70% - 75% dari volume beton (Tri Mulyono, 2004:65). Agregat kasar adalah agregat yang ukuran butirnya lebih kecil dari 4.75 mm. Dalam praktek agregat umumnya digolongkan menjadi 3 kelompok, yaitu :

1. Batu, untuk besar butiran lebih dari 40 mm,
2. Kerikil, untuk butiran antara 5 mm dan 40 mm,
3. Pasir, untuk butiran antara 0,15 mm dan 5 mm.

Agregat harus mempunyai bentuk yang baik (mendekati kubus), bersih, keras, kuat, dan gradiasinya baik (Kardiyono, 1992).

Menurut (Agung dan Arie, 1998) Jenis-jenis agregat berdasarkan tekstur permukaan dapat dibedakan sebagai berikut:

#### 1. Agregat halus/licin

Agregat jenis ini lebih sedikit membutuhkan air dibandingkan dengan agregat permukaan kasar. Dari hasil penelitian kekasaran agregat akan menambah kekuatan gesekan antara pasta semen dengan permukaan butir. Sehingga beton yang menggunakan agregat ini cenderung mutunya rendah.

#### 2. Berbutir (Granular)

Pecahan jenis agregat ini berbentuk bulat dan seragam.

#### 3. Kasar

Pecahannya kasar dapat terdiri dari batuan berbutir halus atau kasar yang mengandung bahan-bahan berkristal yang tidak terlihat jelas melalui pemeriksaan visual.

4. Kristalin

Agregat jenis ini mengandung jenis kristal-kristal yang nampak dengan jelas melalui pemeriksaan visual.

5. Berbentuk sarang lebah

Tampak dengan jelas pori-pori dan rongga-rongganya. Melalui pemeriksaan visual, kita dapat melihat lobang-lobang pada batuanannya.

Jenis agregat berdasarkan ukuran butir nominal dan ukurannya agregat dapat dibedakan menjadi 2 (dua) golongan yaitu agregat kasar dan agregat halus (A. Antono, 1995).

1. Agregat halus adalah : Agregat yang semua butirnya menembus ayakan berlubang 4.8 mm (SII00521980) atau 4.75 mm (ASTM C33 1982) atau 5.0 mm (BS812 1976).

2. Agregat kasar adalah : Agregat yang semua butirnya tertinggal ayakan berlubang 4.8 mm (SII00521980) atau 4.75 mm (ASTM C331982) atau 5.0 mm (BS812 1976).

Gradiasi kombinasi diperlukan, jika dalam perencanaan campuran-campuran beton didasarkan pada gradiasi dari agregat, maka perlu mempertimbangkan gradiasi kombinasi dari agregat halus atau lebih agregat kasar. Dengan diketahui masing-masing proporsi yang teoritis diperlukan untuk memperkirakan yang diharapkan yang dapat ditentukan dengan cara coba-coba, dengan cara hitungan atau dengan cara grafis (Murdock dan Brook, 1986). Distribusi ini bervariasi dapat dibedakan menjadi 3 (tiga) yaitu ;

1. Gradasi sela : Jika salah satu atau lebih dari ukuran fraksi pada 1 set ayakan tidak ada, maka gradiasi ini menunjukkan garis horizontal dalam grafiknya.

Keistimewaan dari gradasi ini antara lain :

a. Pada nilai faktor air semen tertentu, kemudahan pengerjaan akan lebih tinggi bila kandungan pasir lebih sedikit.

b. Pada kondisi kelecakan yang tinggi, lebih cenderung mengalami segregasi, oleh karena itu gradasi sela dipakai pada tingkat kemudahan

pekerjaan yang rendah, yang pemedatannya dengan penggetaran (*vibration*) (Sholch 2002).

2. Gradasi menerus : Didefinisikan jika agregat yang semua ukuran butinya ada dan terdistribusi dengan baik. Agregat ini lebih sering dipakai dalam campuran beton untuk mendapatkan pori yang kecil dan kemampuan tinggi sehingga terjadi interlocking dengan baik, campuran beton membutuhkan variasi ukuran agregat. Dibandingkan dengan gradasi sela atau seragam, gradasi menerus adalah yang paling baik (Handoko Tejo 2010).

3. Gradasi seragam : Agregat yang memiliki ukuran yang sama didefinisikan sebagai agregat seragam. Agregat ini terdiri dari batas yang sempit dari ukuran fraksi, dalam diagram terlihat garis yang hampir tegak. Agregat dengan gradasi ini biasanya dipakai untuk beton ringan (Maulana, 2020).

Menurut SK. SNI T – 15 – 1990 – 03 memberikan syarat-syarat untuk agregat halus yang diadopsi dari British Standar di Inggris. Agregat halus dikelompokkan dalam 4 daerah (Zona) dijabarkan pada tabel 2.1 berikut.

Tabel 2.1 Batas Gradasi Agregat Halus (BS)

Lubang Ayakan (mm)	Persen Berat Butir yang lewat ayakan			
	Daerah I	Daerah II	Daerah III	Daerah 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 : *Teknologi Beton, Ir. Muliono, MT*).

Keterangan :

1. Daerah Gradasi I = Pasir kasar
2. Daerah Gradasi II = Pasir agak halus
3. Daerah Gradasi III = Pasir halus
4. Daerah Gradasi IV = Pasir agak halus

ASTM C33-86 dalam “*Standar Spesification for concrete Aggregates*” memberikan syarat gradasi agregat halus seperti yang tercantum dalam tabel dibawah ini, dimana agregat halus tidak boleh mengandung bagian yang lolos pada satu set ayakan lebih besar dari 45% dan tertahan pada ayakan yang dijabarkan pada tabel 2.2 berikutnya.

Tabel 2.2 Syarat Mutu Agregat Halus menurut ASTM C33-95

Ukuran Lubang Ayakan	Persen Lolos Komulatif
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

(Sumber :*Teknologi Beton, Ir. Muliono, MT*).

Menurut British Standar B.S, (1976), gradasi agregat kasar (kerikil/batu pecah) yang baik sebaiknya masuk dalam batas, batas yang dijabarkan dalam tabel 2.3 berikut.

Tabel 2.3 Syarat Agregat kasar menurut B.S, (1976)

Lubang Ayakan (mm)	Persen Butir Lewat Ayakan, Besar Butir Maks		
	40 mm	20 mm	12.5
40	95 – 100	100	100
20	30 – 70	95 – 100	100
12.5	-	-	90 – 100
10	10 – 35	25 – 55	30 – 85
4.8	0 – 5	0 - 10	0 – 10

(Sumber :*Teknologi Beton, Ir. Muliono, MT*).

Gradasi yang baik kadang sulit didapatkan langsung dari suatu tempat. Dalam praktek biasanya dilakukan pencampuran agar didapat gradasi yang baik antara agregat kasar dan agregat halus (Agung dan Arie, 1998).

### 1. Agregat Kasar

Kandungan agregat dalam campuran beton biasanya sangat tinggi. Berdasarkan pengalaman, komposisi agregat tersebut berkisar 60 – 70% dari besrat campuran beton. Jika dilihat dari proses terbentuknya, batuan sebagai mineral dapat

dibedakan menjadi tiga yaitu : batuan beku (magma), batuan endapan (sedimentasi), dan batuan peralihan (metamorf).

a. Batuan beku (magma)

Batuan beku terbentuk dari proses pembekuan magma yang terdapat didalam lapisan bumi yang dalam atau hasil pembekuan magma yang keluar akibat letusan gunung berapi. Berdasarkan proses terjadinya batuan beku dapat dibedakan menjadi dua; batuan beku intrusif (batuan beku yang membeku dibawah permukaan bumi, dan batuan ekstrusif (batuan beku yang membeku dipermukaan bumi).

b. Batuan sedimen

Batuan sedimen atau biasa yang disebut dengan batuan endapan terbentuk karena mengendapnya bahan-bahan yang terurai, sehingga membentuk suatu lapisan endapan bahan padat yang secara fisik diendapkan oleh angin, air, atau es. Batuan sedimen dapat juga terbentuk dari bahan-bahan terlarut yang secara kimia terendapnya dilautan, danau, atau sungai.

c. Batuan metamorf

Batuan metamorf terjadi karena proses metamorfosis, yaitu perubahan yang dialami oleh batuan karena perubahan temperatur dan tekanan. Kita dapat membedakan proses metamorfosis menjadi dua jenis yaitu;

1. Metamorfosis regional : Yakni perubahan bentuk dalam skala besar yang dialami batuan didalam kulit bumi yang lebih dalam, sebagai akibat dari bentuknya pegunungan (vulkanik).

2. Metamorfosis kontak : Yakni perubahan bentuk yang dialami batuan sebagai akibat dari intrupsi magma panas disekitarnya (A. Antono, 1995).

## 2. Agregat Halus

Agregat halus atau pasir yang digunakan sebagai bahan dalam perencanaan campuran beton adalah merupakan butiran-butiran mineral keras yang bentuknya mendekati bulat dan ukuran butir terletak antara 0,075 mm.

a) Pasir merah

Pasir merah atau suka disebut pasir Jebrod didaerah Sukabumi atau cianjur karena pasirnya diambil dari daerah Jebrod Cianjur. Pasir Jebrod biasanya

digunakan untuk bahan cor karena memiliki ciri lebih kasar dan batuannya agak lebih besar.

b) Pasir pasang

Pasir yang tidak jauh beda dengan pasir jenis elod lebih halus dari pasir beton. Ciri-cirinya apabila dikepal akan menggumpal dan tidak akan kembali ke semula. Pasir pasang biasanya digunakan untuk campuran pasir beton agar tidak terlalu kasar sehingga bisa dipakai untuk plesteran dinding.

c) Pasir elod

Ciri-ciri pasir elod adalah apabila dikepal dia akan menggumpal dan tidak akan puyar kembali. Pasir ini masih ada campuran tanahnya dan warnanya hitam. Jenis pasir ini tidak bagus untuk bangunan.

d) Pasir beton

Pasir beton yaitu pasir yang warnanya hitam dan butirnya cukup halus, namun apabila dikepal dengan tangan tidak menggumpal dan akan puyar kembali. Pasir ini tidak baik sekali untuk pengecoran, plesteran dinding, pondasi, pemasangan bata dan batu.

e) Pasir sungai

Pasir sungai yang diperoleh dari sungai yang merupakan hasil dari gigitan batu-batuan yang keras dan tajam, pasir jenis butirannya cukup baik (antara 0,063 mm – 5 mm), sehingga merupakan adukan yang baik untuk pekerjaan pasangan. Biasanya pasir ini hanya untuk campuran saja.

f) Pasir urug

Pasir urug adalah pasir untuk mengurug sesuatu yang diperlukan, biasanya juga untuk bendungan yang dimana dimasukan ke karung untuk menahan masuknya air seperti ketika banjir, air pasang dan lainnya.

g) Pasir putih rangkas

Ciri-ciri pasir ini memiliki kelembutan dan butiran pasir yang halus, pasir putih ini kita dapatkan dari rangkas karna sudah terkenal kualitasnya yang bagus dan halus untuk bahan bangunan.

h) Pasir putih cilegon

Pasir ini berasal dari cilegon diambil karena kualitasnya yang bagus untuk bahan bangunan dan kelembutannya, pasir ini sangat bagus untuk bahan bangunan rumah (A. Antono, 1995).

3. Air

Air diperlukan pada pembuatan beton untuk memicu proses kimiawi semen, membasahi agregat, dan memberikan kemudahan dalam pekerjaan beton. Air yang dapat diminum dapat digunakan sebagai campuran beton. Air yang mengandung banyak senyawa-senyawa berbahaya, yang tercemar garam, minyak, gula, atau bahan kimia lainnya, bila dipakai dalam campuran beton akan menurunkan kualitas beton, bahkan dapat mengubah sifat-sifat beton yang dihasilkan (Handoko Tejo ,2010). Fungsi air dalam beton sebagai berikut :

- a). Bahan pengidrasi semen, agar semen bisa berfungsi sebagai bahan pengikat.
- b). Bahan pelumas, yaitu mempermudah proses pencampuran agregat dan semen serta mempermudah pelaksanaan pengecoran beton (*workability*).
- c). Air untuk campuran beton harus bersih dan bebas dari bahan-bahan yang merusak yang mengandung oli, asam alkali, garam, bahan organik, atau bahan-bahan lainnya yang merugikan terhadap beton ataupun tulangan.
- d). Air pencampur yang digunakan untuk beton prategang atau pada beton yang di dalamnya tertanam logam aluminium, termasuk air bebas yang terkandung dalam agregat, tidak boleh mengandung ion klorida, dalam jumlah yang membahayakan.

Air yang dibutuhkan yang diperlukan pada campuran beton dipengaruhi oleh faktor dibawah ini :

- a. Ukuran agregat maksimum semakin besar maka kebutuhan air menurun.
- b. Bentuk butir untuk bentuk bulat maka kebutuhan air menurun sedangkan untuk batu pecah diperlukan lebih banyak air.
- c. Gradasi agregat, dimana bila gradasi baik kebutuhan air akan menurun untuk kelecakan yang sama.

- d. Kotoran dalam agregat, makin banyaknya kotoran pada agregat maka kebutuhan air meningkat.
- e. Jumlah agregat halus, jika agregat halus sedikit maka kebutuhan air semakin menurun (Tjokromuljo, 1992).

Jumlah air yang digunakan tentu tergantung pada sifat material yang digunakan. Air yang mengandung kotoran yang cukup banyak akan mengganggu proses pengerasan atau ketahanan beton. Pengaruh kotoran secara umum dapat menyebabkan :

1. Gangguan pada hidrasi dan pengikatan.
2. Gangguan pada kekuatan dan ketahanan.
3. Perubahan volume yang dapat menyebabkan keretakan.
4. Korosi pada tulangan baja maupun kehancuran beton.
5. Bercak-bercak pada campuran beton.

### 2.3. Slump Test

*Slump* pada dasarnya merupakan salah satu pengetesan sederhana untuk mengetahui proses pengerjaan beton segar sebelum diterima dan di aplikasikan dalam pekerjaan pengecoran. Slump beton segar harus dilakukan sebelum beton dituangkan dan jika terlihat perubahan beton segar telah menurun cukup banyak, untuk melihat apakah beton segar masih layak dipakai atau tidak (Paul Nugraha, 2007).

*Slump* ditetapkan sesuai dengan kondisi pelaksanaan pekerjaan agar diperoleh beton yang mudah dituangkan/dicor, dipadatkan dan diratakan.

Tabel 2.4 Penetapan nilai *slump*

Pemakaian Beton	Nilai <i>Slump</i> (mm)	
	Maksimum	Minimum
Dinding, pelat pondasi dan pondasi telapak bertulang	125	50
Pondasi telapak tidak bertulang, kaison, dan struktur di bawah tanah	90	25
Pelat, balok, kolom dan dinding	150	75
Pengerasan jalan	75	50
Pembetonan masal	75	25

(Sumber :SNI 03-2834-1993)

## 2.5. Kuat Tekan

Kuat tekan masing-masing benda uji didapat dihitung dengan menggunakan persamaan 2.1 berikut (Mulyono, 2006).

$$f'_{ti} = \frac{P_i}{A} \times \frac{1}{FU} \quad 2.1$$

Dimana:

$f'_{ti}$  = Kuat tekan masing-masing benda uji

$P_i$  = Beban maksimum masing-masing benda uji

$A$  = Luas penampang benda uji

$FU$  = Faktor umur

Tabel 2.5 Faktor umur benda uji kuat tekan beton

Umur Beton	3	7	14	21	28	90	360
Faktor Umur	0,40	0,56	0,88	0,95	1,00	1,20	1,35

(Sumber :Mulyono. T, 2004).

### 2.5.1. Kuat Tekan Rata-rata

Menurut Mulyono, (2006) Kuat tekan rata-rata benda uji dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 2.2 berikut.

$$f'_{cr} = \frac{\sum f'_{ti}}{n} \quad 2.2$$

Dimana:

$f'_{cr}$  = Kuat tekan rata-rata

$\sum f'_{ti}$  = Jumlah kuat tekan masing-masing benda uji

$n$  = Jumlah benda uji

Tabel 2.6 Mutu pelaksanaan , volume adukan, dan Deviasi standar

Volume Pekerjaan		Deviasi Standar (Mpa)		
Sebutan	Volume Beton (m <sup>3</sup> )	Mutu Pekerjaan		
		Baik sekali	Baik	Dapat diterima
Kecil	< 1000	4,5 < s ≤ 5,5	5,5 < s ≤ 6,5	6,5 < s ≤ 8,5
Sedang	1000 – 3000	3,5 < s ≤ 4,5	4,5 < s ≤ 5,5	5,5 < s ≤ 7,5
Besar	>3000	2,5 < s ≤ 3,5	3,5 < s ≤ 4,5	4,5 < s ≤ 6,5

(Sumber :Mulyono. T, 2004).

### 2.5.2. Deviasi Standar

Menurut Paul Nugraha, (2007) Deviasi standar dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 2.3 berikut:

$$SD = \sqrt{(f'_{cr} - f'_{ci})^2 / (n - 1)} \quad 2.3$$

Dimana:

SD = Deviasi standar

$f'_{cr}$  = Kuat tekan rata-rata

$f'_{ci}$  = Kuat tekan masing-masing benda uji

n = Jumlah benda uji beton

### 2.5.3. Kuat Tekan Beton

Menurut Paul Nugraha, (2007) Kuat tekan beton dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$$f^c = f^c_{cr} - 1.64 \times SD \quad 2.4$$

Dimana:

$f^c$  = Kuat tekan beton

$f^c_{cr}$  = Kuat tekan rata-rata      SD = Deviasi standar

## 2.6. Pemeriksaan Sifat Fisik Material di Laboratorium

Pemeriksaan sifat fisik material yang berguna merencanakan campuran beton (Fauzi Rahman, 2008). Adapun pemeriksaan yang dilakukan yaitu :

### a. Analisa Saringan

Penguraian susunan agregat butiran (gradiasi) bertujuan untuk menilai agregat yang digunakan pada produksi beton. Pada pelaksanaannya perlu ditentukan batas maksimum dan minimum butiran sehubungan pengaruh terhadap sifat pekerjaan , penyusutan, kepadatan, kekuatan, dan juga faktor ekonomi dari beton. Tujuan dari analisa saringan ialah untuk mendapatkan nilai modulus halus butir agregat dan gradiasi perbutiran agregat.

$$MHB = \frac{\text{lumlah \% Komulatif Tertinggi}}{100} \quad 2.5$$

### b. Pemeriksaan Kehalusan Semen

Kehalusan semen sangat mempengaruhi hidrasi. Waktu pengikatan menentukan pada proses pengikatan agregat dalam campuran beton. Semakin halus beton, pengikatannya menjadi lebih sempurna dan juga mempercepat proses pengerasan beton. Pemeriksaan kehalusan semen yang dimaksudkan untuk mendapatkan semen standar bahan pengikat dalam campuran beton.

$$F = \frac{W1}{W2} \times 100\% \quad 2.6$$

Dimana:

W1 = Berat benda uji yang tertahan diatas saringan

W2 = Berat benda uji semula

### c. Pemeriksaan Berat Jenis Semen

Berat jenis adalah perbandingan antara berat isi kering semen pada suhu kamar dengan berat isi air suling sama dengan isi semen bertujuan untuk

menentukan berat persatuan volume dari semen yang akan dipergunakan dalam perencanaan campuran beton.

$$\text{Berat Jenis Semen} = \frac{BS}{(V2 - V1) \times d} \quad 2.7$$

Dimana:

BS = Berat semen (gr)

V1 = Pembacaan skala-1 (ml)

V2 = Pembacaan skala-2 (ml)

d = Berat isi air (1)

d. Berat Jenis dan Penyerapan

Berat jenis agregat adalah perbandingan berat berjumlah volume agregat tanpa mengandung rongga-rongga udara terhadap berat air yang terserap agregat pada kondisi jenuh permukaan dengan berat agregat dalam keadaan kering oven.

$$\text{Bj kering} = \frac{Bk}{(W2 + Bj - W1)} \quad 2.8$$

$$\text{Bj jenuh (SSD)} = \frac{Bj}{(W2 + Bj - W1)} \quad 2.9$$

$$\text{Penyerapan} = \frac{Bj - Bk}{Bk} \times 100\% \quad 2.10$$

Dimana:

Bj = Berat kering permukaan jenuh (gr)

Bk = Berat kering oven (gr)

W1 = Berat bejana + benda uji + air (gr)

W2 = Berat bejana + air (gr)

e. Kadar Air

Kadar air agregat adalah banyaknya air yang terdapat dalam agregat dalam satuan berat dibandingkan dengan berat keseluruhan agregat. Pemeriksaan kadar air bertujuan untuk mengetahui banyaknya air yang terdapat dalam agregat kasar saat akan diaduk menjadi campuran beton. Dengan diketahuinya kandungan air, maka air campuran beton dapat disesuaikan agar faktor air semen yang diambil konstan (Tjokromuljo, 996).

$$\text{Kadar air agregat} = \frac{w_1 - w_2}{w_2} \times 100\% \quad 2.11$$

Dimana:

$w_1$  = Berat agregat (gr)

$w_2$  = Berat kering oven sebelum dicuci (gr)

f. Berat Isi

Berat isi adalah perbandingan berat sampel dengan volume sampel. Pemeriksaan berat isi dibagi menjadi tiga cara yaitu:

- Cara lepas
- Cara penggoyangan
- Cara perojokan

$$\text{Berat Isi Agregat} = \frac{W_3}{V} \quad 2.12$$

Dimana:

$W_3$  = Berat benda uji

$V$  = Volume wadah

g. Pemeriksaan Kehausan Agregat Kasar

Mesin Los Angeles merupakan salah satu mesin untuk pengujian keausan/abrasi agregat kasar, fungsinya adalah kemampuan agregat untuk menelan gesekan, dihitung berdasarkan kehancuran agregat tersebut. Uji keausan dengan menggunakan mesin Los Angeles dapat dilakukan dengan 500 atau 1000 putaran dengan kecepatan 30-33 rpm. Pemeriksaan keausan agregat kasar bertujuan untuk mengetahui ketahanan agregat kasar dengan menggunakan mesin Los Angeles (Fauzi Rahman, 2008).

$$\text{Nilai Kehausan Los Angeles} = \frac{A-B}{A} \times 100\% \quad 2.13$$

Dimana:

A = Berat sampel semula (gr)

B = Berat sampel yang tertahan / lebih besar dari 1,7 mm (gr)

h. Pemeriksaan Kadar Lumpur Agregat

Pemeriksaan kadar lumpur agregat bertujuan untuk menentukan persentasi kadar lumpur dalam agregat.

$$\text{Kadar Lumpur Agregat } w_1 = \frac{w_1 - w_2}{w_2} \times 100\% \quad 2.14$$

## 2.7. Penelitian Terdahulu

No	Nama Penelitian	Judul	Tujuan	Hasil Penelitian
1	Muhammad Fauzi (Tahun 2014).	Pemanfaatan limbah serbuk kayu (SAWDUST) sebagai substitusi agregat halus pada campuran beton	Beton merupakan material utama untuk konstruksi yang banyak digunakan diseluruh dunia. Banyak penelitian ini dilakukan teknologi beton untuk memenuhi kebutuhan dalam pembangunan infrastruktur dimulai dari jalan, gedung, jembatan, dan lain sebagainya. Memanfaatkan limbah serbuk kayu sebagai bahan tambah pada beton dengan harapan mendapat beton yang lebih ekonomis, memiliki kuat tekan diatas kuat tekan rencana dan lebih ramah lingkungan	Penggunaan serbuk kayu dengan proses mineralisasi pada campuran beton dengan substitusi 2,5%, 5%, 7,5%, dan 10% dari agregat halus dapat meningkatkan nilai slump

No	Nama Penelitian	Judul	Tujuan	Hasil Penelitian
2	Mochammad Syarifuddin (Tahun 2020).	Analisa pengaruh penambahan serbuk kayu sisa penggergajian terhadap kuat tekan beton	Mengetahui kuat tekan beton menggunakan bahan serbuk kayu sebagai bahan tambahan agregat halus	Hasil pengujian menunjukkan bahwa serbuk kayu dapat digunakan sebagai bahan dalam adukan beton. Dari hasil penelitian diperoleh peningkatan nilai <i>Slump</i> pada adukan beton menggunakan serbuk kayu dikarenakan sifat serbuk kayu yang mudah mengikat. Beton dengan bahan tambah memiliki volume yang lebih ringan dibandingkan dengan beton normal tanpa bahan tambah serbuk kayu

No	Nama Penelitian	Judul	Tujuan	Hasil Penelitian
3	Dimas Agus Sukarno (Tahun 2017).	Pengaruh penambahan serbuk kayu terhadap kuat tekan beton	Mengetahui pengaruh penambahan serbuk kayu pada kuat tekan beton	Kuat tekan beton pada variasi penambahan serbuk kayu ulin 2,5% pada 7 hari memiliki rata-rata kuat tekan beton sebesar 8.89 Mpa, pada 28 hari sebesar 15,57 Mpa, sedangkan penambahan serbuk kayu ulin 5% memiliki rata-rata kuat tekan sebesar 9,26%, pada 28 hari sebesar 14,154 Mpa

## **BAB III**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

#### **3.1. Umum**

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah eksperimental yang dilakukan di Laboratorium Beton Fakultas Teknik Prodi Teknik Sipil Universitas HKBP Nommensen Medan. Penelitian ini dilakukan dari tanggal 5 Agustus 2022 sampai tanggal 8 September 2022. Metode eksperimental pada penelitian ini dilakukan dengan cara proporsi campuran 1:2:3 dengan fas 0,5. Beton tersebut akan diuji dengan pengujian nilai *slump* dan kuat tekan beton. Dari hasil pengamatan penelitian terhadap beton yang di eksperimental, diharapkan dapat mengetahui pengaruh penggantian sebagian agregat halus dengan serbuk kayu pada kuat tekan beton.

#### **3.2. Bahan Baku Dan Peralatan Penelitian**

Bahan baku yang akan digunakan untuk sampel beton pada penelitian ini adalah sebagai berikut ;

a). Semen

Semen berfungsi sebagai bahan pengikat pada campuran beton. Pada penelitian ini semen yang akan digunakan semen Andalas tipe 1 kemasan 40 kg.

b). Agregat Kasar

Agregat kasar atau batu pecah yang digunakan pada penelitian yaitu agregat kasar dari Pelita II Medan Perjuangan dengan ukuran 20-30 mm.

c). Agregat Halus

Agregat halus yang digunakan pada penelitian ini adalah pasir dari daerah Pelita II Medan Perjuangan dan sebelum pembuatan beton dilakukan penyaringan terlebih dahulu untuk menentukan zona pasir dan kandungan lumpurnya tersebut.

d). Air

Air yang digunakan berasal dari Laboratorium Beton Universitas HKBP Nommensen Medan. Secara kasat mata (visual) jelas air nampak jernih dan bersih, tidak berbau dan layak dipakai dalam proses penelitian.

e). Serbuk Kayu

Serbuk kayu digunakan yaitu jenis kayu meranti yang diambil langsung dari tempat perabotan kayu Jln. Karya 7 Helvetia Medan, sebagai bahan pengganti sebagian agregat halus (Pasir) untuk campuran beton untuk mengetahui kuat tekan pada beton. Serbuk kayu dicampurkan pada adukan beton, serbuk kayu hasil penggergajian ini cukup halus.

### 3.3. Variabel Dan Parameter

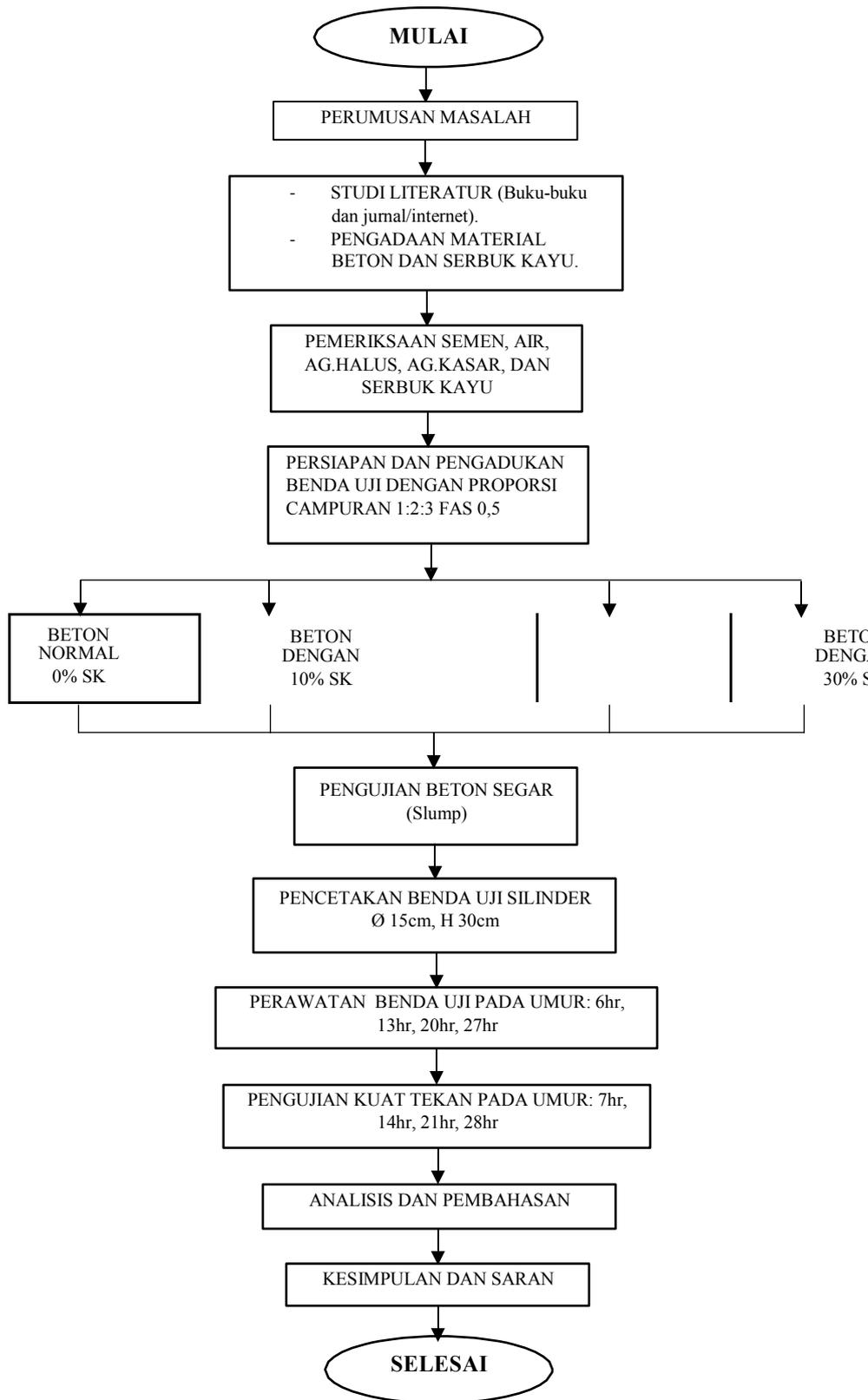
Variabel adalah objek yang mempunyai variasi antara satu objek dengan objek lainnya. Variabel dalam penelitian ini campuran beton dengan mensubstitusikan pengganti Sebagian agregat halus dengan Serbuk kayu meranti. Pada penelitian ini jumlah sampel ditentukan masing-masing 3 buah sampel setiap varian yang sudah ditetapkan.

Tabel 3.1 Jumlah Sampel Benda Uji

KELOMPOK	JUMLAH PENGUJIAN KUAT TEKAN BETON PADA UMUR				JUMLAH BENDA UJI
	7 Hari	14 Hari	21 Hari	28 Hari	
Beton Normal	3	3	3	3	12
Beton Eksperimen :					
10% SK dari berat pasir	3	3	3	3	12
20% SK dari berat pasir	3	3	3	3	12
30% SK dari berat pasir	3	3	3	3	12
JUMLAH	12	12	12	12	48

(Sumber : Hasil Penelitian, 2022)

### 3.4. Bagan Alur Penelitian



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

### **3.5. Tahapan Pengujian Material**

#### **3.5.1. Pengujian Kehalusan Semen Portland**

Menurut istimawan dipohusudo, (1994) Pengujian ini dilakukan untuk mendapat nilai kehalusan dari semen.

a). Peralatan

1. Saringan No.100, No.200 dan PAN yang disusun berdasarkan standar ASTM.
2. Timbangan dengan ketelitian 0,1 %.
3. Kuas pembersih.

b). Bahan

1. Semen portland tipe I sebanyak 50 gram.

c). Prosedur Pengujian

1. Benda uji semen dimasukkan kedalam saringan No.100 yang terletak diatas saringan No.200 dan dipasang PAN dibawahnya.
2. Saringan digetarkan menggunakan mesin penggetar selama 5 menit.
3. Setelah itu timbang masing-masing benda uji yang tertahan disetiap saringan dan catat beratnya.
4. Hitunglah berapa nilai kehalusan semen.

#### **3.5.2. Pemeriksaan Berat Jenis Semen Portland**

Tujuan dari pemeriksaan ini adalah menentukan nilai berat jenis semen secara laboratorium sehingga dapat mengetahui kemurnian semen.

a). Peralatan

1. Botol Le Chatelier.
2. Saringan No.200.
3. Timbangan digital.
4. Ember.

b). Bahan

1. Semen portland tipe I sebanyak 64 gram.
2. Air.
3. Minyak tanah.

c). Prosedur Pengujian

1. Persiapkan alat dan bahan.

2. Saring semen dengan menggunakan saringan No.200 sebanyak 64 gram untuk satu sampel.
3. Ambil tabung Le Chatelier yang di isi dengan minyak tanah, lalu rendam tabung dengan air bersih kedalam ember selama 20 menit. Setelah 20 menit, angkat tabung kemudian baca skala pada tabung (V1), skala pada tabung 0-1.
4. Masukkan semen yang telah disaring kedalam tabung Le Chatelier secara perlahan agar tidak ada semen yang menempel pada dinding tabung. Bisa menggunakan corong kaca.
5. Kemudian tabung digoyang secara perlahan sampai gelembungnya hilang dan tidak ada lagi semen yang menempel di dinding tabung.
6. Setelah itu, masukan tabung Le Chatelier kedalam ember , lalu rendam selama 20 menit.
7. Setelah 20 menit, angkat tabung dan baca skala pada tabung (V2).
8. Hitunglah data yang telah didapat.

### **3.5.3. Pemeriksaan Analisis Saringan Agregat**

Menurut A.Antono, (1995) Pemeriksaan analisis saringan agregat dilakukan untuk menentukan bagian butir (gradasi) agregat. Data distribusi butiran agregat diperlukan dalam perencanaan adukan beton.

#### a). Peralatan

1. Timbangan dengan ketelitian 0,1% dari agregat yang akan di uji.
2. Saringan-saringan yang telah ditentukan ukuran lubangnya.
3. Oven dengan pengatur suhu ( $110 \pm 5$ )°C.
4. Alat penggetar.
5. Talam atau wadah.
6. Kuas pembersih.

#### b). Bahan

1. Pasir.
2. Kerikil.

#### c). Prosedur Pengujian

1. Bahan atau benda uji yang akan di uji di oven terlebih dahulu sampai mencapai berat tetap.

2. Masukkan benda uji ke saringan yang telah disusun. Susunan saringan dimulai dari saringan paling besar diatas sampai paling kecil dibawahnya.
3. Getarkan mesin penggetar selama 15 menit.
4. Pisahkan benda uji yang tertahan pada masing-masing saringan.
5. Timbang dan catat benda uji yang telah dipisahkan.
6. Hitunglah analisis agregat saringan.

#### **3.5.4. Pengujian Kadar Air Agregat**

Tujuan pengujian ini adalah untuk menentukan kadar air dalam suatu agregat dengan cara pengeringan.

a). Peralatan

1. Timbangan.
2. Talam.
3. Oven..

b). Bahan

1. Agregat kasar sebanyak 6000 gram.
2. Agregat halus sebanyak 1000 gram.

c). Prosedur Pengujian

1. Persiapkan alat dan bahan.
2. Kemudian timbang talam sebelum di isi agregat halus dan agregat kasar. Catat beratnya.
3. Kemudian timbang agregat kasar sebanyak 6000 gram untuk 2 sampel pengujian dan timbang agregat halus sebanyak 1000 gram 2 sampel pengujian.
4. Timbang kembali talam yang sudah di isi agregat kasar dan agregat halus. Catat beratnya.
5. Kemudian keringkan benda uji kedalam oven dengan suhu  $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$  selama 24 jam.
6. Setelah 24 jam, keluarkan benda uji dan diamkan sampai dingin lalu timbang dan catat beratnya.

### 3.5.5. Pemeriksaan Berat Isi Agregat

Pemeriksaan ini bertujuan untuk menentukan berat isi agregat halus dan kasar.

a). Peralatan

1. Timbangan dengan ketelitian 0,1gram.
2. Wadah silinder.
3. Sekop.
4. Mistar perata.
5. Tongkat pemadat.

b). Bahan

1. Agregat kasar.
2. Agregat halus.

c). Prosedur Pengujian Berat Isi Agregat Kasar

1. Persiapkan alat dan bahan yang akan digunakan.
2. Ukurlah diameter dan tinggi dari wadah silinder yang akan digunakan menggunakan mistar.

Dalam melakukan pengujian berat isi akan dilakukan menggunakan 3 metode yaitu; berat isi lepas, perojokan, dan penggoyangan :

1. Pengujian metode lepas

- a. Timbang dan catat berat wadah (W1).
- b. Masukkan agregat halus dengan hati-hati agar tidak berjatuh dan tidak terpisah dengan butir-butir yang lainnya, dengan ketinggian maksimum 5 cm di atas wadah dengan menggunakan sekop sampai penuh.
- c. Ratakan permukaan agregat halus dengan menggunakan mistar perata.
- d. Timbang dan catatlah berat wadah beserta agregat halus (W2).
- e. Hitunglah berat agregat halus ( $W3 = W2 - W1$ ).

2. Pengujian dengan metode perojokan

- a. Timbang dan catatlah berat wadah (W1).

- b. Isilah wadah dengan agregat halus dalam tiga lapis yang sama tebal.
- c. Setiap lapis dipadatkan dengan tongkat pemadat yang dirojok sebanyak 25 kali, kemudian ratakan dengan mistar perata.
- d. Pada saat lapis ke tiga, isi agregat halus melebihi ukuran wadah. Rojok sebanyak 25 kali, kemudian ratakan dengan mistar perata.
- e. Timbang dan catatlah berat benda wadah beserta agregat halus (W2).
- f. Hitunglah berat agregat halus ( $W3 = W2 - W1$ ).

3. Pengujian dengan metode penggoyangan

- a. Timbang dan catatlah berat wadah (W1).
- b. Isilah wadah dengan agregat halus dalam tiga lapis yang sama tebal.
- c. Letakan wadah ditempat yang rata dan kokoh, kemudian goyangkan wadah sebanyak 25 kali secara merata.
- d. Pada saat lapis ketiga, isi agregat halus melebihi ukuran wadah. Goyangkan sebanyak 25 kali, kemudian ratakan dengan mistar perata.
- e. Timbang dan catatlah berat wadah beserta agregat halus (W2).
- f. Hitunglah berat agregat halus ( $W3 = W2 - W1$ ).

d). Prosedur pengujian berat isi agregat halus

- 1. Persiapkan alat dan bahan yang akan digunakan.
- 2. Ukurlah diameter dan tinggi wadah silinder yang akan digunakan menggunakan mistar.

Dalam melakukan pengujian berat isi akan dilakukan menggunakan 3 (tiga) metode yaitu : berat isi lepas, perojokan, dan penggoyangan.

1. Pengujian dengan metode lepas

- a. Timbang dan catatlah berat wadah (W1).
- b. Masukkan agregat halus dengan hati-hati agar tidak berjatuh dan tidak terpisah dengan butir-butir yang lainnya, dengan ketinggian maksimum 5 cm di atas wadah dengan menggunakan sekop sampai penuh.

- c. Ratakan permukaan agregat halus dengan menggunakan mistar perata.
  - d. Timbang dan catatlah berat wadah beserta agregat halus (W2).
  - e. Hitunglah berat agregat halus ( $W3 = W2 - W1$ ).
2. Pengujian dengan metode perojokan
- a. Timbang dan catatlah berat wadah (W1).
  - b. Isilah wadah dengan agregat halus dalam tiga lapis yang sama tebal.
  - c. Setiap lapis dipadatkan dengan tongkat pemadat yang dirojok sebanyak 25 kali secara merata.
  - d. Pada saat lapis ketiga, isi agregat halus melebihi ukuran wadah. Rojok sebanyak 25 kali kemudian ratakan dengan mistar perata.
  - e. Timbang dan catatlah berat benda wadah beserta agregat halus (W2).
  - f. Hitunglah berat agregat halus ( $W3 = W1 - W1$ ).
3. Pengujian dengan metode penggoyangan
- a. Timbang dan catatlah berat wadah (W1).
  - b. Isilah wadah dengan agregat halus dalam tiga lapis yang sama tebal.
  - c. Letakan wadah ditempat yang rata dan kokoh, kemudian goyangkan wadah sebanyak 25 kali secara merata.
  - d. Pada saat lapis ketiga, isi agregat halus melebihi ukuran wadah. Goyangkan sebanyak 25 kali secara merata.
  - e. Timbang dan catatlah berat wadah beserta agregat halus (W2).
  - f. Hitunglah berat agregat halus ( $W3 = W2 - W1$ ).

### **3.5.6. Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar**

Pemeriksaan ini bertujuan untuk menentukan nilai berat jenis dan penyerapan agregat kasar.

- a. Peralatan
  - 1. Timbangan dengan ketelitian 0,01 kg.
  - 2. Saringan No. 9,5 mm dan 4,75 mm.
  - 3. Oven dengan suhu pemanasan  $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$ .

4. Wadah baja.
  5. Gelas ukur.
  6. kain lap.
  7. PAN.
- b. Bahan
1. Agregat kasar sebanyak 5000 gram dibagi 2 sampel pengujian.
  2. Air bersih.
- c. Prosedur pengujian
1. Persiapkan alat dan bahan yang akan digunakan.
  2. Cuci benda uji untuk menghilangkan debu atau kotoran.
  3. Setelah dicuci keringkan agregat dalam oven selama 24 jam.
  4. Diinginkan agregat kemudian timbang (BK).
  5. Rendam agregat dalam air selama 24 jam.
  6. Setelah selesai direndam 24 jam keluarkan benda uji dari air dan lap dengan menggunakan kain lap pada permukaannya, untuk mendapatkan agregat dalam keadaan SSD.
  7. Timbang berat agregat tersebut dan catat sebagai berat SSD.
  8. Masukkan agregat tadi kedalam gelas ukur plastik sedikit ditambah air pada batas tertentu.
  9. Setelah itu dikocok agar tidak ada lagi gelembung udara dan kemudian timbang berat bejana + air + agregat (B).
  10. Keluarkan agregat, kemudian masukan air pada batas tertentu, lalu timbang (BT), lakukan pengolahan data dengan rumus yang ditentukan.

### **3.5.7. Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus**

Pemeriksaan ini bertujuan untuk menentukan berat jenis dari agregat halus.

a. Peralatan

1. Piknometer kapasitas 500 ml.
2. Timbangan.
3. Oven.
4. Kerucut terpancung (cone).
5. Batang penumbuk.

6. Wadah.
7. Saringan No.4.

b. Bahan

1. Agregat halus kondisi SSD sebanyak 500 gram.

c. Prosedur pengujian

1. Siapkan alat dan bahan yang akan digunakan.
2. Kemudian periksa keadaan kering permukaan jenuh dengan mengisi benda uji ke dalam cone, masukan benda uji kedalam cone sampai 3 bagian.
3. Kemudian padatkan dengan batang penumbuk selama 25 kali, angkat kerucut. Keadaan kering permukaan jenuh tercapai bila benda uji runtuh akan tetapi masih dalam keadaan tercetak, apabila masih runtuh ulangi.
4. Ambil agregat halus 500 gram yang 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. Masukan 500 gram agregat halus dalam kondisi SSD ke dalam piknometer kemudian tambahkan air hingga 90%, kemudian goyangkan piknometer sampai gelembung udara menghilang.
8. Timbang piknometer berisi air dan benda uji dengan timbangan 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 beratnya.

### **3.5.8. Pemeriksaan Kadar Lumpur Agregat Halus**

Pemeriksaan ini bertujuan untuk menentukan persentasi kadar lumpur dalam agregat halus. Kandungan lumpur seharusnya sebesar 5% dari agregat halus.

a. Peralatan

1. Gelas ukur kapasitas 100 ml 2 buah.

b. bahan

1. Agregat halus.
2. Larutan.

c. Prosedur pengujian

1. Siapkan alat dan bahan yang akan digunakan.
2. Masukkan pasir kedalam gelas ukur sebanyak 15 ml dan 25 ml.
3. Masukkan air kedalam gelas ukur sebanyak 115 ml dan 125 ml.
4. Tutup permukaan gelas dan kocok untuk mencuci pasir dari lumpur.
5. Setelah dikocok, simpan gelas ukur dan biarkan selama 24 jam.
6. Selama 24 jam ukur tinggi pasir yang ada digelas ukur tersebut.

### **3.5.9. Pemeriksaan Keausan Agregat Kasar dengan Mesin Los Angeles**

Pemeriksaan ini bertujuan untuk menentukan tingkat keausan agregat kasar dengan menggunakan mesin Los Angeles.

a). Peralatan

1. Mesin Los Angeles.
2. Saringan No.12,5 mm; 9,5 mm; dan saringan 2,36 mm.
3. Bola baja sebanyak 8 buah.
4. Timbangan digital 0,01 gr.
5. Oven.
6. Wadah.
7. Stopwatch.

b). Bahan

1. Agregat kasar sebanyak 5000 gram.

c). Prosedur Pengujian

1. Persiapkan alat dan bahan yang akan digunakan.
2. Timbang agregat kasar sebanyak 5000 gram, yaitu agregat yang lolos saringan 12,5 mm dan tertahan di saringan 9,5 mm.

3. Lalu cuci agregat tersebut hingga bersih dan oven selama 24 jam, setelah di oven di dinginkan agar suhunya sama dengan suhu ruang.
4. Setelah dingin masukan benda uji kedalam mesin Los Angeles dan 8 buah bola baja.
5. Nyalahkan mesin dengan kecepatan putaran 30-33 rpm yaitu sekitar 500 putaran selama 15 menit.
6. Setelah selesai, keluarkan agregat dari mesin Los Angeles dan saringan menggunakan saringan 2,36 mm.
7. Timbang berat agregat yang lolos dan yang tertahan disaringan 2,36 mm.
8. Lakukan pengolahan data.

#### **3.5.10. Pemeriksaan Konsisten Normal Pada Semen Portland**

Pemeriksaan ini bertujuan untuk konsistensi normal dari semen.

a). Peralatan

1. Alat vicat.
2. Timbangan dengan ketelitian 0,01 gr.
3. Mixer.
4. Gelas ukur.
5. Sendok perata.
6. Cincin konus.
7. Sarung tangan karet.
8. Wadah.

b). Bahan

1. Semen portland 5000 gram.
2. Air bersih.

c). Prosedur

1. Siapkan alat yang diperlukan.
2. Tuang air sebanyak 26% dari berat semen.
3. Lalu masukan semen 5000 gram kedalam air dan biarkan selama 30 detik agar terjadi peresapan.
4. Setelah itu aduk dengan menggunakan mixer secara perlahan-lahan selama 1 menit.

5. Setelah bahan tercampur semua, bersihkan semua pasta yang menempel pada dinding wadah mixer.
6. Bentuk pasta menjadi bola dengan menggunakan tangan (gunakan sarung tangan). Lemparkan dari satu ke tangan yang lain dengan jarak kira-kira 15 cm sebanyak 16 kali.
7. Kemudian tekan pasta tersebut kedalam cincin konus dengan satu tangan, apabila pasta tersebut kelebihan maka ratakan pasta dengan cara meletakkan lubang cincin yang besar pada pelat kac, lalu ratakan pinggiran yang berlebih pada lubang cincin yang kecil.
8. Setelah itu, letakkan cincin berisi pasta tepat berada dibawah jarum vivat.
9. Kemudian lepaskan batang dan jarum kedalam pasta.
10. Konsistensi normal tercapai apabila batang dan jarum menembus batas ( $10 \pm 1$  mm) dibawah permukaan dalam waktu 30 detik setelah dilepaskan. Catat berapa penurunan yang terjadi.
11. Setelah itu, lakukan percobaan diatas dengan kadar air 27-30% dari berat semen untuk percobaan berikutnya.

### **3.5.11. Pemeriksaan Pengikat Awal Semen Portland**

Pemeriksaan ini bertujuan untuk mengetahui kadar untuk mencapai kondisi kebasahan pasta yang standar.

#### a. peralatan

1. Alat vicat.
2. Cincin konus.
3. Timbangan dengan ketelitian 0,1 gram.
4. Gelas ukur 200 ml.
5. Sendok perata.
6. Wadah.
7. Alat pengaduk.
8. Plat kaca.
9. Stopwatch.

#### b. Bahan

1. Semen portland 300 gram.

2. Air suling sebanyak 84 ml, 78 ml, 75 ml, 69 ml.

c. Prosedur pengujian

1. Siapkan benda uji semen portland masing-masing 300 gram serta air suling sebanyak 84 ml, 78 ml, 75 ml, 69 ml.
2. Tuangkan 84 ml air suling kedalam mangkok pengaduk, kemudian masukan secara perlahan benda uji sebanyak 300 gram.
3. Aduklah bahan tersebut selama 1 menit hingga tercampur.
4. Bentuk pasta menjadi bola dengan menggunakan tangan, lalu lemparkan sebanyak 6 kali dari tangan kiri ke tangan kanan dengan jarak 15 cm.
5. Lalu masukan bola pasta kedalam cincin konus sampai terisi air penuh dan ratakan kelebihan pasta pada cincin.
6. Letakan dasar cincin pada pelat kaca, ratakan permukaan atas pasta dengan menggunakan sendok perata.
7. Kemudian letakan benda uji ke alat vicat, lalu turunkan jarum vicat tepat ditengah permukaan pasta dan kencangkan batang vicat..
8. Letakan alat pembaca catat angka permulaan, dan segera lepaskan batang vicat sehingga dengan bebas dapat menembus permukaan pasta ; setelah 30 detik, catatlah besar penurunan yang terjadi.
9. Ulangi pekerjaan tersebut untuk setiap benda uji.

### **3.6. Berat Isi Serbuk Kayu**

Menurut mohammad facri fauzi, (2014) Pemeriksaan ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan serbuk terhadap kuat tekan.

1. Tujuan Percobaan

Menentukan nilai berat isi serbuk kayu dalam keadaan longgar.

2. Peralatan

- a. Bejana baja berbentuk silinder;
- b. Batang perojok;
- c. Timbangan;
- d. Sekop;

3. Bahan

- a. Serbuk kayu;
- b. Air.

#### 4. Prosedur Percobaan

- a. Timbang bejana besi;
- b. Ambil serbuk kayu dan isikan kedalam bejana dengan cara menyiram dengan menggunakan sekop setinggi  $\pm 5$  cm dari permukaan atas bejana besi sampai penuh lalu ratakan permukaan pasir setinggi permukaan bejana besi;
- c. Timbang bejana dan serbuk kayu;
- d. Keluarkan serbuk kayu dan bersihkan bejana lalu isi bejana yang sama dengan air sampai penuh, kemudian timbang bejana dan air serta ukur suhu air.
- e. Lakukan percobaan untuk dua sampel dengan bejana yang sama.
- f. Timbang agregat kasar sebanyak 500 gram, yaitu serbuk yang lolos saringan 0,60, 0,30 dan tertahan di saringan 0,15 mm
- g. Setelah dibersihkan serbuk kayu dikeringkandi oven selama 1 jam,.

#### 3.7. Pembuatan Sampel Beton

Pembuatan sampel beton dilakukan sesuai dengan standar acuan yang digunakan, berikut prosedur pembuatan sampel beton ;

- a. Siapkan bahan yang digunakan (semen, pasir, batu pecah, dan serbuk kayu meranti).
- b. Siapkan silinder cetakan yang berdiameter 15 cm dan tinggi 30 cm, lalu oleskan dengan minyak solar pada permukaan dalam silinder agar mudah saat pembukaan cetakan.
- c. Siapkan molen sebagai alat pengaduk.
- d. Masukkan agregat halus, agregat kasar kedalam molen, lalu nyalakan mesin molen. Setelah itu masukan semen dan bahan pengganti.
- e. setelah semua tercampur rata, masukan air sesuai dengan FAS yang telah ditentukan.
- f. lakukan pengadukan dibawah 3 menit.
- g. Setelah itu keluarkan mortar segar dari molen.

#### 3.8. Pengujian Beton Segar (*Slump*)

Uji *slump* adalah suatu uji empiris/metode yang digunakan untuk menentukan konsistensi/kekakuan (dapat dikerjakan atau tidak) dari campuran

mortar dan beton segar (*fresh concrete*) untuk menentukan tingkat *workability*. Kekakuan dalam suatu campuran beton menunjukkan berapa banyak air yang digunakan. Untuk itu uji *slump* menunjukkan apakah campuran beton kekurangan, kelebihan, atau cukup air. Dalam suatu adukan/campuran beton, kadar air sangat diperhatikan karena menentukan tingkat *Workability* nya atau tidak. Campuran beton yang terlalu cair akan menyebabkan mutu beton rendah, dan lama mengering. Sedangkan campuran beton yang terlalu kering menyebabkan adukan tidak merata dan sulit untuk dicetak.

Tujuan dilakukan pengujian ini adalah untuk mengukur kelecakan dari adukan beton yang berkaitan dengan tingkat kemudahan pengerjaan (*Workability*). Pada pengujian ini, yang dimaksudkan dengan nilai *slump* beton adalah hasil penurunan adukan campuran beton saat kerucut *Abrams* diangkat.

Tahapan pengujian slum sebagai berikut :

- a) Basahi cetakan kerucut dan plat dengan kain basah
- b) Letakkan cetakan di atas plat
- c) Isi 1/3 cetakan dengan beton segar, padatkan dengan batang logam sebanyak merata dengan menyusukannya. Lapisan ini penusukan bagian tepi dilakukan dengan besi dimiringkan sesuai dengan dinding cetakan. Pastikan besi menyentuh dasar. Lakukan 25-30 x tusukan.
- d) Isi 1/3 bagian berikutnya (menjadi terisi 2/3) dengan hal yang sama sebanyak 25-30 x tusukan. Pastikan besi menyentuh lapisan pertama.
- e) Isi 1/3 akhir seperti tahapan nomor 4
- f) Setelah selesai dipadatkan, ratakan permukaan benda uji, tunggu kira-kira 1/2 menit. Sambil menunggu bersihkan kelebihan beton di luar cetakan dan di plat.
- g) Cetakan diangkat perlahan TEGAK LURUS ke atas
- h) Ukur nilai *slump* dengan membalikkan kerucut di sebelahnya menggunakan perbedaan tinggi rata-rata dari benda uji.
- i) Toleransi nilai *slump* dari beton segar  $10 \pm 2$  cm
- j) Jika nilai *slump* sesuai dengan standar, maka beton dapat digunakan dan siap untuk di cetak.

### **3.9. Perawatan Beton**

Perawatan beton dilakukan setelah beton mengeras. Tujuan perawatan beton agar beton tidak terlalu cepat kehilangan air, dan menjaga kelembapan beton agar mutu beton sesuai dengan yang direncanakan. Perawatan beton yang dilakukan ada berbagai cara, namun pada penelitian ini, perawatan dilakukan dengan merendam beton kedalam kolam yang berisikan air. Perendaman dilakukan selama 24 jam, atau setelah beton mengering. Lamanya perendaman ini dilakukan sesuai dengan perencanaan yaitu 7 hari, 14 hari, 21 hari, dan 28 hari.

### **3.10. Pengujian Beton Keras**

Pengujian beton keras yang dilakukan adalah dengan menguji kuat tekan beton. Alat yang digunakan adalah CONTROLS MILANO-ITALY. Pengujian kuat tekan dapat dilakukan dengan cara berikut ;

- a. Sebelum H-1 pengujian beton keras, beton diangkat dari tempat perendaman lalu dikeringkan selama 24 jam.
- b. Timbang berat sampel, lalu catat berat sampel.
- c. Masukkan sampel kedalam alat kuat tekan beton.
- d. Lalu nyalakan alat, hingga benda uji hancur. Catat nilai kuat tekan.