

**LIMBAH RAMBUT SEBAGAI BAHAN TAMBAHAN  
TERHADAP BETON DENGAN PENGUJIAN KUAT TARIK**

**TUGAS AKHIR**

Disusun oleh :

**VALENTINO KRISTIAN BADA SINAGA**

**16310045**

Telah diuji dihadapan Tim Penguji Tugas Akhir pada tanggal.....dan dinyatakan telah lulus sidang sarjana

Disahkan oleh :

Dosen Pembimbing I



**Ir. Jehan D. Simenuntah, S.T., M.T., SPH**

Dosen Pembimbing II



**Tiarna Elita Saroli, S.T., M.T.**

Dosen Penguji I



**Hamikar Pangabih, S.T., M.T.**

Dosen Penguji II



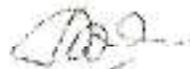
**Novella I. Simenuntah, S.T., M.Sc.**

Dokultas Toksik



**Hamikar Pangabih, S.T., M.T.**

Ketua Program Studi



**Tiarna Elita Saroli, S.T., M.T.**

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1. Latar Belakang**

Dewasa ini perkembangan dan kemajuan jaman yang terasa dan terlihat sangat cepat, hal tersebut terlihat jelas dalam kehidupan sosial, budaya, kreatifitas dan teknologi, tidak luput juga di dalam dunia Teknik Sipil. Banyak ilmu baru dan terobosan baru maupun eksperimen yang baru dan beragam yang dilakukan para peneliti, akademisi, mahasiswa maupun dari kalangan masyarakat sipil, hal ini dikarenakan kebutuhan jaman dan manusia untuk ruang lingkup hidup yang layak dan murah, terus di mimpikan bagi setiap umat manusia.

Perkembangan pembangunan dan teknologi dalam dunia konstruksi, sangat bergantung pada kemajuan penelitian dan pengembangan teknologi yang sedang berlangsung. Hal tersebut dilakukan, karena sebagian besar bangunan dan infrastruktur dalam dunia konstruksi sudah menggunakan beton, yang dimana pada umumnya beton merupakan campuran yang terdiri dari agregat, bahan pengikat semen, air, dan pasir.

Beton merupakan salah satu unsur penting dalam kehidupan umat manusia modern maupun kuno, karena beton terdapat pada misalnya candi, arca, gedung, jembatan, sekolah, rumah sakit, perkebunan, drainase persawahan, jalan dan lain sebagainya. Karena kelebihan beton dari material lain adalah, mudah dibentuk sesuai keinginan dan sesuai dengan kebutuhan penggunaannya, dalam hal ini tentunya beton sendiri lebih unggul dari pada material lain pembentuk bangunan dan infrastruktur, karena beton dikenal kuat, murah dan juga mudah didapatkan di sekitaran.

Pengunaan dan peng-aplikasian setiap material dalam dunia konstruksi Teknik Sipil, memiliki kelebihan dan kekurangannya masing-masing, beton juga memiliki kelemahannya sendiri sebagai unsur pengisi dan pembentuk bangunan. Beton itu sendiri ternyata lemah terhadap kuat tariknya, menurut jurnal penelitian (E. Zebua, 2019), nilai kuat tariknya sekitar 9% sampai 15% dari kuat tekannya, maka dari itu perkuatan sangat diperlukan dalam struktur beton, perkuatan yang umum adalah dengan menggunakan baja yang jika dipadukan sering disebut dengan "beton bertulang".

Dalam penelitian ini penulis mencoba mengkombinasikan antara limbah yang dikenal di masyarakat sebagai material yang tidak banyak mempunyai nilai tambah ekonomis, yaitu Limbah Rambut, terhadap beton dengan perbandingan beratnya dari bahan pengikat semen. Selain daripada penelitian penelitian terdahulu yang sudah terlebih dahulu di riset oleh penulis, penulis juga berharap dimana limbah rambut yang dewasa ini masih dikenal sebagai sampah, yang sulit untuk di uraikan dalam tempo yang singkat, agar menjadi material yang layak dalam proses pembuatan beton itu sendiri.

Banyaknya usaha pangkas rambut yang berada di sekitaran kota Medan yang disebabkan oleh karena permintaan pasar yang banyak, mengingat kota Medan adalah kota metropolitan ke-3 di Indonesia setelah kota Jakarta dan kota Surabaya. Hal tersebut menyebabkan perputaran ekonomi dan aktifitas ekonomi, yang lumayan cukup dirasa padat dan pesat dalam praktiknya, aktifitas ekonomi ini menghasilkan limbah sisa potongan-potongan rambut yang biasa dibuang ke TPA. Oleh para pelaku usaha dan para petugas kebersihan yang terkait didalamnya, adapun juga beberapa para pengusaha kreatif yang memanfaatkan limbah sisa potongan rambut tersebut sebagai bahan untuk membuat sanggul. Namun tidak dapat dipungkiri bahwa rambut manusia sendiri yang telah menjadi limbah tersebut, sangat sulit terurai dengan sendirinya di atas tanah, hal ini disebabkan karena rambut juga terbuat dari keratin. Menurut (Wasitaatmadja, 1997), keratin adalah keluarga dari protein skleroprotein, dimana keratin adalah materi dasar penyusun rambut dan kuku manusia dan hewan, sehingga butuh waktu lama untuk terurai. Dalam penelitian ini, penulis mencoba mengexperimenkan limbah rambut yang digunakan sebagai bahan tambahan pada beton. Apakah limbah rambut tersebut layak digunakan dan diaplikasikan sebagai bahan konstruksi atau tidak.

## **1.2. Rumusan Masalah**

Adapun rumusan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

- a. Berapa persen limbah rambut yang digunakan dalam campuran beton?.
- b. Berapakah besar kuat tarik belah beton dengan campuran limbah rambut?.

## **1.3. Batasan Masalah**

Adapun batasan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

- a. Semen yang digunakan pada penelitian ini adalah semen Portland tipe I.
- b. Perencanaan kuat tarik belah beton adalah dengan menggunakan campuran
- c. 1 : 2 : 3 dengan faktor air semen (FAS) sebesar 0,45% dari semen.
- d. Penggunaan limbah rambut sebesar 0%, 8%, 9% dan 10% terhadap berat semen.
- e. Dimensi benda uji berbentuk silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm.
- f. Perawatan benda uji dilakukan dengan cara merendam di dalam bak air selama 7 hari, 14 hari, 21 hari dan 28 hari.
- g. Jumlah benda uji yang dihasilkan adalah 48 buah.

- h. Air yang digunakan berasal dari Laboratorium Bahan Fakultas Teknik, Prodi Teknik Sipil Universitas HKBP Nommensen Medan.
- i. Agregat kasar yang digunakan adalah batu pecah dengan diameter 1cm-4cm dan agregat halus adalah pasir yang berasal dari Binjai.
- j. Panjang dari serat rambut adalah  $\pm 6$  cm.

#### **1.4. Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan penelitian yang akan dilaksanakan adalah sebagai berikut :

- a. Untuk mengetahui kuat tarik belah beton normal dan beton menggunakan bahan tambah limbah rambut dengan persentase 8 %, 9 % dan 10 % dari berat semen.
- b. Untuk mengetahui pengaruh dari pemakaian limbah rambut terhadap kuat tarik belah beton.

#### **1.5. Manfaat Penelitian**

Adapun manfaat daripada penelitian ini adalah sebagai berikut :

- a. memberikan informasi kepada masyarakat sekitar, tentang pemanfaatan limbah rambut sebagai bahan campuran beton dengan persentase tertentu.
- b. Turut serta mencoba untuk berkontribusi dalam pemecahan masalah limbah yang ada di lingkungan sekitar kita.
- c. Adapun juga manfaat daripada penelitian ini, adalah untuk mengetahui perbandingan kualitas kuat tarik belah beton normal, dengan beton yang menggunakan limbah rambut, dengan presentase yang telah ditentukan, dan apabila penelitian ini berhasil, diharapkan dapat menjadi pertimbangan untuk tahap selanjutnya, baik itu penggunaan pada tahap pelaksanaan di lapangan dan dapat dikembangkan pada penelitian yang lebih lanjut.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1. Beton**

Beton dalam dunia Teknik Sipil banyak manfaatnya, misalnya dalam struktur, digunakan sebagai pondasi, kolom, pelat dan lainnya. Dalam Teknik Sipil hidro, beton digunakan sebagai drainase, saluran perairan, dan bendungan. Dalam Teknik Transportasi sebagai lapisan perkerasan, saluran samping dan juga gorong-gorong. Jika kita tinjau dari sudut ketahanan material bahan, beton hanya membutuhkan sedikit perawatan, selain itu beton tahan terhadap serangan api, pengaruh lingkungan, rangkai penyusutan, dan juga pembebanan yang mengakibatkan perubahan terhadap dimensi dari beton. (Tri Mulyono, 2004).

Pada umumnya beton merupakan percampuran antara agregat kasar (batu pecah/kerikil), agregat halus (pasir), bahan pengikat (semen) dan air. Menurut (SNI 2847:2013), beton di definisikan sebagai campuran dari bahan penyusunnya, yang terdiri dari bahan hidrolik (*portland cement*), agregat kasar, agregat halus, dan air, dengan atau tanpa menggunakan bahan tambah (*admixture* atau *additive*).

Menurut (Tri Mulyono, 2004), beton secara umum dibedakan kedalam dua (2) kelompok, yaitu beton berdasarkan kelas dan mutu beton, kelas dan mutu beton tersebut di bedakan lagi menjadi tiga (3) kelas dan mutu beton, yaitu :

1. Beton kelas I adalah beton untuk pekerjaan-pekerjaan non struktural, untuk pelaksanaannya tidak diperlukan keahlian khusus, pengawasan mutu hanya dibatasi pada pengawasan ringan terhadap mutu bahan-bahan, sedangkan terhadap kekuatan tekan tidak disyaratkan pemeriksaan, mutu kelas I dinyatakan dengan B0.
2. Beton kelas II adalah beton untuk pekerjaan struktural, secara umum pelaksanaannya memerlukan keahlian yang cukup dan harus dilakukan di bawah pimpinan tenaga ahli, beton kelas II dibagi enam (6) dalam mutu standar B1, K 125, K 175, dan K 225, pada mutu B1, pengawasan mutu dibatasi pada pengawasan terhadap mutu bahan sedangkan terhadap kekuatan tekan tidak disyaratkan pemeriksaan. Pada mutu K 125 dan K 175 dengan keharusan untuk memeriksa kekuatan tekan beton secara kontiniu dari hasil pemeriksaan benda uji.
3. Beton kelas III adalah beton untuk pekerjaan struktural yang lebih tinggi dari K 225, pelaksanaannya memerlukan keahlian khusus dan harus dilakukan di bawah pimpinan tenaga ahli, disyaratkan adanya laboratorium beton dengan peralatan yang lengkap serta dilayani oleh tenaga ahli yang dapat melakukan pengawasan mutu beton secara kontiniu.

## **2.2. Material Penyusun Campuran Beton**

### **2.2.1. Semen**

Semen merupakan bahan kimia, yang berfungsi untuk menyatukan material layaknya seperti lem. Semen dalam pengertian umum adalah bahan yang mempunyai sifat *adhesive* dan *cohesive*, semen digunakan sebagai bahan pengikat yang dipakai bersamaan dengan batu, air dan pasir untuk menyatukan agregat halus dan agregat kasar serta air. Semen merupakan hasil industri yang sangat kompleks, dengan susunan serta campuran yang berbeda-beda. (Tri Mulyono, 2004).

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi membuat industri semen memproduksi semen yang sesuai dengan kebutuhan, dan berikut berbagai jenis semen yang dirangkum penulis menurut (SK-SNI T-15-1990-03) :

#### **a. Semen Portland (OPC)**

Semen Portland diklasifikasikan lagi kedalam 5 tipe, yaitu :

1. Tipe I (*Ordinary Portland Cement*)

Semen portland untuk penggunaan umum yang tidak memerlukan persyaratan khusus seperti yang di persyaratkan pada tipe lain, tipe semen ini adalah tipe semen yang paling banyak diproduksi dan banyak beredar dipasaran.

2. Tipe II (*Moderate Sulfat Resistance*)

Semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan terhadap sulfat atau panas hidrasi sedang, tipe kedua (II) ini mempunyai panas hidrasi yang rendah dibanding semen portland tipe pertama (I). Pada daerah tertentu dimana suhu agak tinggi, maka untuk mengurangi penggunaan air selama pengeringan agar tidak terjadi shrinkage (penyusutan) yang besar perlu ditambahkan sifat moderat "Heat of hydration". Semen portland tipe kedua (II) ini disarankan untuk dipakai pada bangunan seperti bendungan, dermaga dan landasan berat yang ditandai adanya kolom, dan dimana proses hidrasi rendah juga merupakan pertimbangan utama.

3. Tipe III (*High Early Strength*)

Semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan kekuatan yang tinggi pada tahap permulaan setelah pengikatan terjadi, semen tipe ketiga (III) ini dibuat dengan kehalusan yang tinggi, biasa mencapai 5000 cm<sup>2</sup>/gr dengan nilai C3S nya juga tinggi. Beton yang dibuat dengan menggunakan semen Portland tipe ketiga (III) ini dalam waktu 24 jam dapat mencapai kekuatan yang sama dengan kekuatan yang dicapai semen Portland tipe pertama (I), pada umur 3 hari, dan dalam umur 7 hari semen portland tipe ini kekuatannya menyamai beton dengan menggunakan semen portland tipe pertama (I), pada umur 28 hari.

4. Tipe IV (*Low Heat Of Hydration*)

Semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan panas hidrasi rendah, semen ini banyak ditujukan untuk struktur beton yang massive dan dengan volume yang besar, seperti bendungan, dam, lapangan udara, dimana kenaikan temperatur dari panas yang dihasilkan selama periode pengerasan diusahakan seminimal mungkin, sehingga tidak terjadi pengembangan volume beton yang bisa menimbulkan retak. Pengembangan kuat tekan (strength) dari semen, jenis ini juga sangat lambat jika dibanding semen portland tipe (I).

5. Tipe V (*Sulfat Resistance Cement*)

Semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan tinggi terhadap sulfat, semen jenis ini cocok digunakan untuk pembuatan beton pada daerah yang tanah dan airnya mempunyai kandungan garam sulfat tinggi seperti air laut, daerah tambang, air payau dan lain sebagainya.

*b. Water Proofed Cement*

Water proofed cement adalah campuran yang homogen antara semen portland dengan *Water proofing agent*, dalam jumlah yang kecil seperti Calcium, Aluminium, atau Logam Stearat lainnya. Semen ini banyak dipakai untuk konstruksi beton yang berfungsi menahan tekanan hidrostatik, misalnya tangki penyimpanan cairan kimia.

*c. White Cement (Semen Putih)*

Semen putih dibuat untuk tujuan dekoratif, bukan untuk tujuan konstruktif. Proses pembuatan semen ini membutuhkan persyaratan bahan baku khusus dan proses pembuatan yang khusus, seperti misalnya bahan mentahnya mengandung oksida besi dan oksida mangan yang sangat rendah (dibawah 1 %).

*d. High Alumina Cement*

*High alumina cement* dapat menghasilkan beton dengan kecepatan pengerasan tinggi dan tahan terhadap serangan asam sulfat, akan tetapi tidak tahan terhadap serangan alkali.

Semen tahan api juga dibuat dari High Alumina Cement, semen ini juga mempunyai kecepatan pengerasan awal yang jauh lebih baik dari semen portland tipe ketiga (III). Bahan baku daripada semen ini terbuat dari batu kapur dan *bauxite*, sedangkan penggunaannya adalah antara lain adalah *Rafractory Concrete*, *Heat Resistance Concrete* dan *Corrosion Resistance Concrete*.

*e. Semen Anti Bakteri*

Semen anti bakteri adalah campuran yang homogen antara semen portland dengan *anti bacterial agent* seperti *germicide*, bahan tersebut ditambahkan pada semen portland untuk *Self Desinfectant* beton terhadap serangan bakteri dan jamur yang tumbuh, sedangkan sifat kimia dan fisiknya hampir sama dengan semen Portland tipe pertama (I).

Penggunaan semen anti bakteri antara lain :

1. Kamar mandi.
2. Kolam.

3. Lantai industri makanan.
4. Keramik bangunan yang dimana biasanya terdapat jamur pathogenic dan bakteri.

*f. Oil Well Cement*

*Oil well cement* adalah semen portland yang dicampur dengan bahan retarder khusus seperti asam borat, casein, lignin, gula atau *organic hidroxid acid*. Fungsi dari retarder khusus disini adalah untuk mengurangi ataupun memperlambat kecepatan pengerasan dari semen tersebut, sehingga adukan beton dapat di pompakan dan digunakan biasanya kedalam sumur minyak atau gas bumi.

Semen ini biasanya sering digunakan pada kedalaman 1800 sampai dengan 4900 meter, yang dimana biasanya tekanan dan suhu yang ada di dalam dasar sumur minyak atau gas bumi tersebut adalah tinggi. Karena pengentalan sampai dengan pengerasan adukan semen portland biasanya itu dipercepat oleh karena kenaikan tekanan dan temperatur atmosfer yang ada, maka semen yang mengental dan mengeras secara normal tidak dapat digunakan pada situasi pengeboran sumur minyak ataupun gas bumi, yang dalam dengan kondisi tekanan dan temperatur atmosfer yang cenderung tinggi dari keadaan normal di permukaan bumi, *oil-well cement* ini masih dibedakan lagi menjadi beberapa kelas sesuai dengan (API Spesification 10 1986), seperti yang tercantum pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Perbedaan Kelas *Oil-Well Cement*

KELAS	KEGUNAAN
KELAS A	Digunakan untuk sumur sampai dengan kedalaman 1830 meter, apabila sifat-sifat khusus tidak dipersyaratkan
KELAS B	Digunakan untuk sumur sampai dengan kedalaman 1830 meter, apabila kondisi membutuhkan tahan terhadap sulfat sedang
KELAS C	Digunakan untuk sumur sampai dengan kedalaman 1830 meter, apabila kondisi membutuhkan sifat kekuatan tekan awal yang tinggi
KELAS D	Digunakan untuk sumur sampai dengan kedalaman 1830 sampai 3050 meter, dengan kondisi suhu dan tekanan yang sedang
KELAS E	Digunakan untuk sumur sampai dengan kedalaman 3050 sampai 4270 meter, dengan kondisi suhu dan tekanan yang tinggi

KELAS	KEGUNAAN
KELAS F	Digunakan untuk sumur sampai dengan kedalaman 3050 sampai 4880 meter, dengan kondisi suhu dan tekanan yang tinggi
KELAS G	Digunakan untuk cementing mulai surface casing sampai dengan kedalaman 2440 meter, akan tetapi dengan penambahan <i>accelerator</i> atau <i>retarder</i> , dapat digunakan untuk semua range pemakaian, mulai dari kelas A sampai kelas E

(Sumber : API Spesification 10 1986)

g. *Blend Cement* (Semen Campuran)

Semen campuran merupakan semen yang dibuat karena dibutuhkan sifat khusus yang tidak dimiliki oleh semen portland, untuk mendapatkan sifat khusus tersebut diperlukan material lain sebagai pencampur. Semen campur memiliki beberapa jenis lagi, berikut uraiannya :

1. *Portland Composite Cement* (PCC)

*Portland composite cement* (PCC), adalah bahan pengikat untuk konstruksi beton umum, pasangan batu bata, beton pra cetak, beton pra tekan, paving block, plesteran dan acian, dan lain sebagainya. Karakteristik *Portland Composite Cement* (PCC) lebih mudah dikerjakan, kedap air, tahan sulfat, dan tidak mudah retak, material ini terdiri dari unsur diantaranya terak, gypsum, dan bahan anorganik.

2. *Super Portland Pozzolan Composite Cement* (PPC)

Kegunaan *super portland pozzolan composite cement* (PPC), diantaranya adalah sebagai konstruksi beton massa, konstruksi di tepi pantai dan tanah rawa, yang harus memiliki ketahanan terhadap sifat sulfat, dan tahan hidrasi panas sedang. Semen ini biasanya digunakan pada pembangunan seperti perumahan, jalan raya, dermaga, irigasi, dan lain sebagainya, semen ini merupakan pengikat hidrolis, seperti halnya PCC, namun terdiri dari campuran terak, gypsum, dan pozzolan.

3. *Special Blended Cemeny* (SBC)

Ada yang istimewa dari jenis *special blended cement* (SBC) atau semen campur, karena khusus dirancang dalam pembangunan jembatan terbesar, yang menghubungkan Surabaya dengan Madura (Suramadu). Karakteristik *Special Blended*

*Cement* tentu memenuhi kebutuhan konstruksi bangunan pada air laut seperti halnya jembatan Suramadu yang berdiri diatas laut.

#### 4. Semen *Masonry*

Semen *masonry* pertama kali diperkenalkan di USA, kemudian berkembang ke beberapa negara. Plesteran tradisional bangunan pada umumnya menggunakan kapur padam, kemudian meningkat dengan dipakainya semen portland yang dicampur dengan kapur padam, namun karena dianggap kurang praktis maka diperkenalkan semen *masonry*.

#### 5. *Oil Well Cement (OWC) Class G-HSR (High Sulfate Resistance)*

Karakteristik *Oil Well Cement (OWC), Class G-HSR*, yang tahan terhadap sulfat tinggi ini, merupakan jenis yang dibuat untuk kegunaan khusus di kedalaman dan temperatur tertentu, yang bisa disesuaikan dan kecepatan pengerasan dikurangi. Diantaranya proyek yang menggunakan material ini, yaitu sumur minyak bumi, yang biasanya berada di bawah permukaan bumi dan laut.

#### 6. Semen *Thang Long PCB40*

Karakteristik *semen thang long PCB40* ini memiliki daya tahan tinggi terhadap sulfat, sesuai untuk konstruksi bangunan bawah tanah dan air, tidak sampai disitu saja, karakteristik semen ini juga memiliki daya tahan terhadap penyerapan air, erosi lingkungan, dan tahan lama. Jenis ini juga hemat digunakan karena kekuatannya, iklim negara Vietnam sangat cocok untuk penggunaan semen jenis ini.

#### 7. Semen *Thang Long PC50*

Kegunaan *semen thang long PC50* ini, paling banyak digunakan untuk proyek besar dan rumit, sehingga pekerjaan konstruksi yang demikian, membutuhkan jenis semen dengan spesifikasi tinggi, standarisasi yang setara Asia, Eropa, bahkan Amerika ini, diaplikasikan untuk jembatan hingga pembangkit listrik. Karakteristik *semen thang long PC50* diantaranya, memiliki ketahanan yang tinggi terhadap sulfat, sehingga bisa pula digunakan di bawah tanah dan air.

Menurut (Tjokrodimuljo, Kardiyono, 1996), semen itu sendiri dibuat dengan bahan baku penyusun yang terdiri dari *silica*, kapur, dan *alumina*, semen apabila diaduk dengan air, akan menjadi pasta semen, dan apabila diaduk dengan air dan pasir, akan menjadi mortar semen, kemudian apabila ditambah dengan kerikil, atau batu pecah, akan menjadi beton. Fungsi semen adalah untuk merekatkan butiran-butiran agregat pada beton, agar menjadi suatu kesatuan

massa yang padat dan keras. Semen juga berfungsi untuk mengisi rongga antar butiran agregat, semen biasanya hanya mengisi 10 % dari keseluruhan volume beton.

Komposisi daripada semen *Portland* dan juga unsur-unsur kimiawi-nya, dan juga senyawa yang juga terkandung didalamnya, dapat kita lihat dengan seksama seperti terdapat pada Tabel 2.2.

No.	Kandungan Unsur Kimiawi	Komposisi (%)
1	Kalsium Oksida (CaO)	60 – 67
2	Silikon Oksida (SiO <sub>2</sub> )	17 – 25
3	Aluminium Oksida (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	3 – 8
4	Feroksida (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	0,5 – 0,6
5	Magnesium Oksida (MgO)	0,1 – 4
6	Alkalis	0,2 – 1,3
7	Sulfur Trioksida (SO <sub>3</sub> )	1 – 3

Tabel 2.2 Komposisi Semen Portland

(Sumber : Budiman. 2012)

### 2.2.2. Agregat

Dalam perencanaan perancangan beton, agregat mendapat perhatian yang paling utama, karena bahan tersebut menempati volume yang paling besar dalam campuran beton, dan sangat mempengaruhi kekuatan dan sifat beton lainnya. Biasanya, beton mutu tinggi diproduksi dengan menggunakan agregat ringan untuk struktur beton, dan agregat berat untuk beton *density* tinggi, (Tjokrodimuldjo & Kardiyono, 1996).

Menurut (Tri Mulyono, 2004), Beton pada umumnya mengandung lebih kurang 60-70% agregat (halus dan kasar) dari keseluruhan komposisi beton, oleh karena itu agregat memegang peranan penting dalam suatu campuran beton. Agregat tidak hanya membantu kekuatan dari beton, tetapi juga berpengaruh besar terhadap ketahanan dan kekompakan struktural beton yang dihasilkan. Untuk mendapatkan campuran beton yang baik, maka pembagian ukuran butiran haruslah yang baik pula, sehingga dapat memberikan stabilitas dan keawetan yang lebih tinggi sebagai beton berkekuatan tinggi. Agregat dibedakan dalam dua jenis, yaitu agregat kasar (batu pecah) yang mempunyai ukuran lebih besar dari 4,75 mm dan agregat halus (pasir) dengan ukuran maksimum 4,75 mm.

### 2.2.2.1. Agregat Kasar

Menurut (ASTM C33, 1982), agregat kasar merupakan agregat yang semua butirannya tertinggal di atas ayakan 4,75 mm, yang biasanya disebut kerikil. Material ini merupakan hasil disintegrasi alami batuan dan industri pemecah batu, agregat kasar bersifat kekal, artinya tidak pecah ataupun hancur oleh pengaruh cuaca, terik matahari ataupun hujan. Agregat kasar untuk campuran beton harus memenuhi persyaratan sebagai berikut :

- a. Agregat kasar tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 1% terhadap berat kering, apabila kadar lumpur melampaui 1%, maka agregat kasar harus dicuci.
- b. Agregat kasar tidak boleh mengandung zat yang dapat merusak beton, seperti zat reaktif alkali.
- c. Agregat kasar harus terdiri dari butir yang beragam besarnya, apabila diayak dengan ayakan harus memenuhi syarat berikut :
  1. Sisa diatas ayakan 31,5 mm lebih kurang 0% berat total.
  2. Sisa diatas ayakan 4 mm lebih kurang 90% - 98% berat total.
  3. Selisih antara sisa komulatif diatas dua ayakan berurutan, adalah maksimum 60% berat total, minimum 10% berat total.
  4. Berat butir maksimum tidak boleh lebih dari seperlima ( $1/5$ ) jarak terkecil antara bidang samping cetakan, sepertiga ( $1/3$ ) dari tebal plat, atau tiga perempat ( $3/4$ ) dari jarak minimum antar tulangan.

Pemeriksaan material agregat kasar ini sesuai dengan standar (ASTM C33, 1986), agregat kasar diteliti terhadap :

- a. Modulus kehalusan.
- b. Berat jenis.
- c. Penyerapan (Absorpsi).
- d. Kadar air.
- e. Kadar lumpur.
- f. Berat isi.
- g. Keausan agregat.

### 2.2.2.2. Agregat Halus

Menurut (ASTM C33, 1982), agregat halus (pasir) merupakan hasil disintegrasi alami batuan alam atau hasil dari industri pemecah batu (*stone crusher*) dan mempunyai ukuran butir 5 mm. Agregat halus merupakan agregat yang semua butirannya menembus ayakan berlubang 4,75 mm, yang biasanya disebut pasir, jenis agregat ini dapat dibedakan lagi menjadi dua (2) jenis, yaitu :

1. Pasir halus:  $\emptyset$  0 - 1 mm.
2. Pasir kasar:  $\emptyset$  1 - 5 mm

Agregat alami dapat digolongkan menjadi tiga (3) macam, yaitu:

1. Pasir galian, pasir ini diperoleh langsung dari permukaan tanah, atau dengan cara menggantinya terlebih dahulu. Pasir ini biasanya tajam, bersudut, berpori dan bebas dari kandungan garam, tetapi biasanya harus dibersihkan dari kotoran dan tanah dengan cara mencucinya.
2. Pasir sungai, pasir ini diperoleh langsung dari dasar sungai, umumnya pasir ini berbutir halus dan bulat akibat proses gesekan. Daya lekat antar butir kurang dikarenakan butirannya yang bulat, karena butirnya cenderung bulat dan kecil, maka pasir ini baik dipakai untuk pekerjaan plasteran tembok.
3. Pasir laut, pasir ini diambil dari pantai, pasir ini merupakan yang paling jelek, karena banyak mengandung garam. Kandungan garam ini menyerap kandungan air dari udara, mengakibatkan pasir selalu agak basah dan juga megebang, bila sudah menjadi bangunan.

Menurut (Tri Mulyono, 2004), agregat halus dan pasir mempengaruhi proses reaksi pada hidrasi semen dalam beton. Fungsi agregat dalam *design* campuran beton adalah sebagai pengisi, ditinjau dari berat jenis agregat halus yang digunakan maka beton yang dihasilkan dapat berbobot ringan, normal ataupun berat.

### 2.2.3. Air

Air pada campuran beton bertujuan untuk proses kimiawi antara semen dan agregat, air yang digunakan untuk campuran beton umumnya dapat diminum dan bersih, terbebas dari zat-zat kimia yang dapat menurunkan kualitas beton, senyawa yang dapat merusak kekuatan beton, atau merubah sifat semen seperti asam, alkali, garam, minyak, dan gula. Menurut (SNI 03-2834-2000),

faktor air semen sangat mempengaruhi kekutan beton, kelebihan jumlah air pada beton akan menyebabkan banyaknya gelembung air yang memperlama proses hidrasi, sedangkan kekurangan air akan menyebabkan kesulitan dalam proses pematatannya, dan tidak tercapai seluruh proses hidrasi, pada umumnya penggunaan air sekitar 0,4-0,65. Penggunaan air pada campuran beton dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor dibawah ini :

- a. Jika jumlah agregat halus sedikit, maka air yang dibutuhkan semakin sedikit.
- b. Semakin banyak jumlah agregat kasar, air yang dibutuhkan semakin menurun.
- c. Bentuk agregat kasar, untuk bentuk batu yang bulat, air yang dibutuhkan menurun sedangkan untuk batu yang dipecah, air yang digunakan semakin meningkat.

### **2.3. Bahan Tambah**

Bahan tambah (*admixture*) merupakan bahan yang ditambahkan kedalam campuran beton pada saat atau selama pencampuran berlangsung, *Admixture* atau bahan tambah didefinisikan dalam *Standard Definition of Terminology Relating to Concrete and Concrete Agregates*, (ASTM C. 125-1995:61), sebagai material selain air, agregat dan semen hidrolik yang dicampurkan kedalam beton atau mortar yang ditambahkan, sebelum atau selama pengadukan berlangsung. Tujuannya dari penggunaan bahan tambah adalah untuk mengubah atau memodifikasi satu atau lebih sifat dan karakteristik beton sewaktu masih dalam keadaan segar, ataupun setelah mengeras.

### **2.4. Beton Serat**

Beton yang diberi bahan tambah serat disebut beton serat (*fibre reinforced concrete*), karena ditambah serat, maka menjadi suatu bahan komposit yaitu beton dan serat, serat dapat berupa asbestos, gelas atau kaca, plastik, baja atau serat tumbuhan seperti rami dan ijuk. Menurut (Tjokrodimulyo, 1996) maksud utama penambahan serat kedalam beton adalah untuk menambah kuat tarik beton, mengingat kuat tarik beton sangat rendah, kuat tarik yang sangat rendah berakibat beton mudah retak, dengan adanya serat, ternyata beton menjadi lebih tahan retak, perlu diperhatikan bahwa pemberian serat, tidak banyak menambah kuat tekan beton, namun hanya menambah daktilitas.

Pendekatan teori untuk menjelaskan mekanisme kerja serat beton sehingga dapat memperbaiki sifat beton adalah sebagai berikut, *spacing concept*. Menurut (Suhardiman, 2011), teori tersebut menyatakan bahwa dengan mendekatkan jarak antar serat dalam campuran beton,

akan membuat beton lebih mampu membatasi ukuran retak, dan mencegah berkembangnya retak menjadi lebih besar, kerja serat akan lebih efektif jika diletakkan berjajar dan seragam, tidak tumpang tindih (*overlapping*), pada kondisi sebenarnya, penyebaran serat di dalam adukan beton sulit untuk dibuat beraturan dan saling menindih, sehingga volume efektif potongan serat hanya dapat dianggap 41% dari volume sebenarnya.

Pada beton serat, hal yang perlu mendapatkan perhatian lebih adalah kelecakan adukan beton, kelecakan adukan yang sering diukur dengan nilai *slump*, yang dimana berpengaruh besar terhadap pekerjaan (*workability*) campuran beton. Menurut (Sudarmoko, 1991), penambahan serat ke dalam campuran beton akan menurunkan kelecakan campuran, yang dipengaruhi oleh aspek rasio serat (*fiber aspect ratio*), yaitu nilai banding antara panjang dengan diameter serat, batas maksimal aspek rasio serat yang masih memungkinkan pengadukan dapat secara mudah dilakukan adalah  $l_f/d_f < 100$ , dengan  $l_f$  dan  $d_f$  adalah panjang dan diameter serat, aspek rasio yang tinggi menyebabkan kecenderungan serat menggumpal (*balling effect*) dan sulit menyebar merata.

## **2.5. Kelebihan dan Kekurangan Beton Serat**

Ide dasar penambahan serat adalah, memberikan tulangan serat pada beton yang disebar merata secara acak, untuk mencegah retak-retak yang terjadi akibat pembebanan (Amna, Wesli, & Hamzani, 2014).

Adapun kelebihan dan kekurangan daripada beton serat adalah sebagai berikut:

Kelebihan Penggunaan Serat :

- a. Dapat meningkatkan kuat lentur beton.
- b. Kemungkinan terjadi segregasi kecil.
- c. Daktilitas (kemampuan menyerap energi) juga meningkat.
- d. Tahan benturan.
- e. Retak-retak yang terjadi dapat direduksi.
- f. Beton menjadi lebih kaku.
- g. Meningkatkan kuat tarik dan kuat desak beton.

Kekurangan Penggunaan Serat :

- a. Biaya menjadi lebih mahal karena adanya penambahan material serat ke dalam campuran beton.

- b. Proses pengerjaan lebih sulit dari beton biasa.

## 2.6. Limbah Rambut

Limbah Rambut yang di gunakan, didapat langsung dari pembuangan tempat usaha pangkas rambut, mempunyai sifat fisik diantaranya berupa helaian (serat) berwarna hitam, berdiameter kurang lebih 0,1 mm, bersifat lentur dan ulet (tidak mudah putus). Selama ini pemanfaatan limbah rambut belum terlalu banyak, diantaranya sebagai bahan pembuat sanggul, dan masih banyak limbah rambut yang belum bisa dimanfaatkan secara optimal. Perkembangan teknologi memungkinkan perluasan pemanfaatan limbah rambut, diantaranya sebagai pengisi bahan bangunan, Menurut (Wasitaatmadja, 1997), rambut bersifat lentur dan tidak mudah rapuh, sangat tahan terhadap perubahan suhu dan cuaca termasuk genangan air. Dengan karakteristik rambut seperti ini maka diharapkan dapat memperbaiki sifat kurang baik beton.

Tabel 2.3 Komposisi Susunan Unsur Kimia Pada Limbah Rambut

No.	Kandungan Unsur Kimiawi Rambut	Komposisi %
1.	Karbon (C)	44,5
2.	Oksigen (O <sub>2</sub> )	30
3.	Nitrogen (N)	14
4.	Hidrogen (H)	6,5
5.	Belerang (S)	5

(Sumber : Brainly Insight,2020)

## 2.7. Pengujian Beton

### 2.7.1. Pengujian Beton Segar

Pengujian beton segar yang digunakan adalah *Slump Test*, pengujian ini bertujuan untuk mengetahui kelecakan (*consistency*) beton segar. Dengan pemeriksaan *slump*, maka kita

memperoleh nilai *slump* sebagai tolak ukur, atau standar kelecakan sebuah beton segar (SNI 03-2834-2000).

### 2.7.2. Pengujian Kuat Tarik Belah

Kekuatan tarik dalam penelitian ini menggunakan percobaan belah silinder (*the split cylinder*), yang dimana benda uji silinder dengan diameter 150 mm dan tinggi 300 mm, diberikan beban tegak lurus terhadap sumbu longitudinalnya, dengan silinder ditempatkan secara horizontal diatas pelat, dan ditekan sampai sampel terbelah dua, pada saat dicapainya kekuatan tarik. Menurut (E. Zebua, 2019), beton merupakan material yang lemah terhadap tegangan tarik, faktor pembentuk kekuatan tarik sama dengan kuat tekan hanya saja besarnya kuat tarik untuk beton normal pada umumnya adalah antara 9% sampai 15% dari kuat tekannya. (E. Zebua, 2019)

Kuat tarik beton dapat dihitung dengan persamaan :

$$F_{ct} = \frac{2P}{\pi L D} \quad (2.1)$$

Dimana :

$F_{ct}$  : Kuat tarik belah (MPa).

$P$  : Beban maksimum beban belah (N).

$L$  : Panjang benda uji silinder (mm).

$D$  : Diameter benda uji silinder (mm).

$\pi$  : Phi.

Berikut adalah istilah yang terdapat pada tabel hasil pengujian kuat tarik belah beton yang dilakukan oleh penulis beserta pengertiannya :

1.  $P_{max}$

Adalah satuan angka yang didapat pada alat tekan dengan satuan kilonewton (kN).

2. *Terkoreksi*

Adalah satuan angka yang didapatkan, setelah hasil dari ( $P_{max}$ ) dikalikan dengan kalibrasi alat.

3.  $2P$

Adalah hasil daripada perkalian seperti pada persamaan (2.1), dan dan juga konversi nilai dari kiloNewton (kN), yang diubah menjadi Newton (N), sesuai dengan aturan perhitungan dan persamaan yang terdapat pada persamaan (2.1).

4. *ILLD*

Adalah satuan angka yang didapatkan dari hasil perkalian seperti pada persamaan (2.1), yang dimana 3,14, dikalikan dengan dimensi panjang dan diameter daripada silinder benda uji yang dicetak, dan di tentukan untuk proses pengambilan nilai dari hasil pengujian, yang dimana hasil yang didapat tersebut nantinya akan dibagi dengan ( $2P$ ), agar didapatkan nilai daripada kuat tarik belah beton.

## 2.8. Penelitian Terdahulu

Tabel 2.4 Penelitian Terdahulu.

No	Judul Penelitian, Tahun Terbit	Metode Penelitian	Hasil Penelitian
1.	Pengaruh Penambahan Lateks dan Serat Rambut Terhadap Beton. (Hendrik, 2017).	Eksperimental	Hasil kuat tekan yang paling optimum didapatkan pada beton dengan penambahan variasi lateks 0.75% bertambah sebesar 13.226% dari beton normal, sedangkan hasil kuat tekan dengan penambahan variasi lateks 0.75% dan serat rambut 2%, berkurang sebesar 0.94% dari beton normal. Hasil kuat tarik belah yang paling optimum juga didapatkan pada beton dengan penambahan variasi lateks

No	Judul Penelitian, Tahun Terbit	Metode Penelitian	Hasil Penelitian
			0.75% bertambah sebesar 32.81% dari beton normal, sedangkan kuat lentur pada balok dengan penambahan variasi lateks 0.75%, dan serat rambut 2%, yang dihasilkan memiliki rata-rata sebesar 6.103 MPa.
2.	Studi Potensi Pemanfaatan Limbah Rambut Manusia Sebagai Serat Pada Beton. (M. Iqbal <sup>1)</sup> , Erdawaty <sup>2)</sup> , Erniati <sup>3)</sup> , 2022)	Eksperimental	Hasil kuat tekan beton yang menggunakan 0%, 5%, 10%, 15% serat limbah rambut manusia, berturut turut sebesar, 31,39 Mpa; 17,39 Mpa; 9,33 Mpa; dan 7,21 Mpa, mengalami penurunan pada kuat tekan beton. Hasil kuat tarik belah beton, yang menggunakan 0%, 5%, 10%, 15% serat limbah rambut manusia berturut turut sebesar, 2,87 Mpa; 3,72 Mpa; 2,65 Mpa; dan 1,91 Mpa, mengalami kenaikan kuat tarik belah pada 5% penambahan serat limbah rambut manusia.
3.	Pengunaan rambut Manusia Sebagai Serat Dalam Beton (Naraindas Bheel, 2020).	Eksperimental	Kekuatan tarik belah maksimum yang diamati pada 2% rambut manusia adalah, 17,5%, 21,83%, dan 22,1%, dan penurunan kekuatan tarik belah tercatat sebagai 11% dan 6,33% dan 3,45% pada penambahan 4% rambut setelah 7, 28 dan masing-masing 90 hari.

(Sumber : Hasil Penelitian 2022)

## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### **3.1. Pengertian**

Metode penelitian merupakan langkah yang dilakukan dalam penelitian, untuk mendapatkan data-data kuantitatif, maupun kualitatif. Metode penelitian juga menggambarkan rancangan penelitian, meliputi langkah-langkah yang dilakukan didalam penelitian, sumber data maupun waktu pelaksanaan.

#### **3.2. Standard Penelitian**

Standard yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

1. SNI 03-2491-2002, “Metode Pengujian Kuat Tarik Belah Beton”.
2. Peraturan Beton Bertulang Indonesia (PBI 1971).

Standard pemeriksaan bahan penyusun beton yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. SNI 03-2530-1991, “Metode Pengujian Kehalusan Semen Portland”.
2. SNI 15-2049-1994, “Semen Portland”.
3. SNI 2816:2014, “Metode Uji Bahan Organik dalam Agregat Halus Untuk Beton”.
4. SNI 03-1968-1990. “Metode Pengujian Analisa Saringan Agregat Kasar & Halus”.
5. SNI 2417:2008, “Cara Uji Keausan Agregat dengan Mesin Arasi Los Angeles”.
6. SNI 1969:2008, “Cara Uji Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar”.
7. SNI 1970:2008, “Cara Uji Berat Jenis dan penyerapan Air Agregat Halus”.
8. SNI 03-1971-1990 , “Metode Pengujian Kadar Air Agregat”.

#### **3.3. Waktu dan Tempat Penelitian**

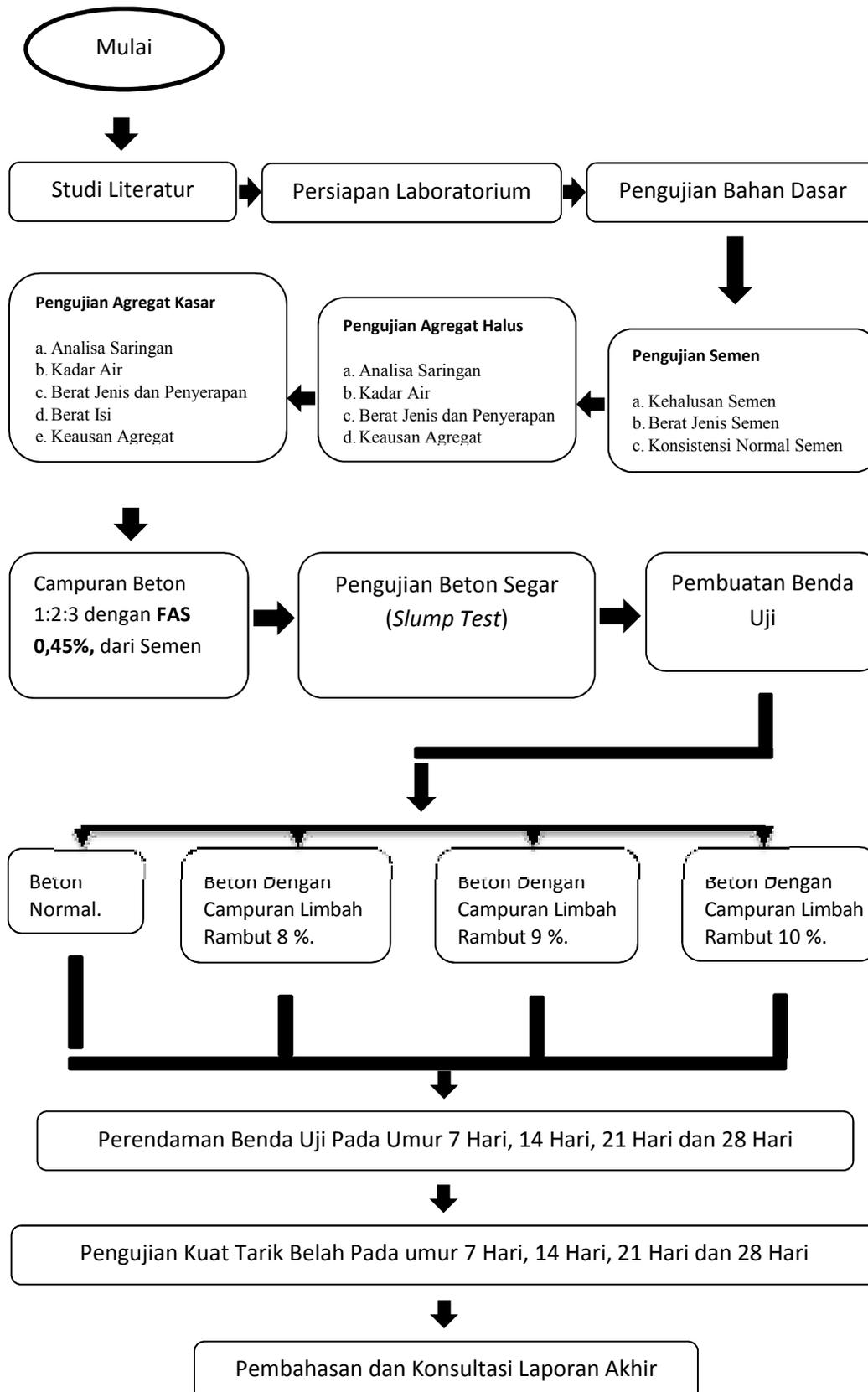
1. Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan, Agustus 2022, hingga September 2022.

2. Tempat Penelitian

Lokasi penelitian ini dilakukan diLaboratorium Beton/Konstruksi, Fakultas Teknik,  
Program Studi Teknik Sipil, Universitas HKBP Nommensen, Medan.

### 3.4. Tahapan Pelaksanaan Penelitian





Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

### 3.5. Pengujian Bahan Penyusun Beton

Pengujian bahan penyusun diperuntukkan pada agregat halus, agregat kasar, semen dan bahan tambah (limbah rambut), pengujian bahan penyusun dilakukan, agar supaya bahan penyusun beton sesuai dengan standar yang telah ditetapkan.

Pengujian yang dilakukan pada bahan penyusun beton adalah sebagai berikut :

#### 3.5.1. Analisa Saringan (SNI 03-1968-1990)

Ialah penentuan persentase berat butiran agregat yang lolos dari satu set saringan, kemudian 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 :

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

6. Lalu timbang berat agregat dari tiap nomor saringan.

$$\text{Perhitungan : FM} = \frac{\text{Berat Tertahan}}{\text{Berat Keseluruhan Sampel}} \times 100\% \quad (3.1)$$

### 3.5.2. Kadar Air Agregat (SNI 03-1971-1990)

Kadar air agregat pada pengertiannya adalah, banyaknya air yang terdapat dalam agregat tersebut, dalam satuan banding dengan berat keseluruhan dari agregat.

Prosedur pengujian kadar air agregat adalah sebagai berikut :

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

$$\text{Perhitungan : } W = \frac{W_t - W_s}{W_s} \times 100\% \quad (3.2)$$

Dimana :

$W_t$  : Berat agregat basah (kering SSD), gram.

$W_s$  : Berat agregat kering total.

$W$  : Kadar air, %.

### 3.5.3. Kehalusan Semen Portland (SNI 03-2530-1991)

Metode pengujian kehalusan semen portland ini, digunakan untuk menentukan nilai daripada kehalusan semen portland tersebut dengan cara penyaringan, metode ini dimaksudkan sebagai acuan normatif dan juga pegangan, untuk melakukan pengujian kehalusan semen portland dengan cara penyaringan, yang dimana hasil 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 pengujian kehalusan semen portland adalah :

1. Susun saringan no. 100 di atas no. 200, serta PAN.
2. Timbang benda uji, masukkan ke dalam saringan no. 100 dan tutup.
3. Selanjutnya goyang susunan saringan perlahan selama 3-4 menit.
4. Lepaskan PAN, kemudian saringan diketok dengan tongkat, kuas secara perlahan, sehingga partikel halus yang menempel terlepas dari saringan.
5. Selanjutnya penyaringan digoyang-goyang lagi.
6. Lanjutkan penyaringan dengan cara menggerakkan saringan ke kiri dan ke kanan, sambil posisi saringan dimiringkan sedikit.
7. Hitung perbandingan berat benda uji yang tertahan di atas saringan.
8. Angka perbandingan tersebut adalah kehalusan semen portland.

$$\text{Perhitungan : } F = \frac{a}{b} \times 100\% \quad (3.3)$$

Dimana :

a : berat tertahan diatas masing-masing saringan.

b : berat benda uji semula.

#### **3.5.4. Pemeriksaan Berat Jenis Semen Portland (SNI 03-2531-1991)**

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 :

$$\text{Perhitungan : } G = \frac{W}{V_2 - V_1} \times d \quad (3.4)$$

Dimana :

G : Berat jenis semen (Spesific Grafity).

W : Berat semen (gram).

$V_1$  : Pembacaan skala yang berisi kerosin.

$V_2$  : Pembacaan skala yang berisi kerosin + air.

D : Berat isi air pada suhu 4°C (1 gr/cm<sup>3</sup>).

Prosedur pengujian :

1. Pertama mengisi wadah labu Le Chatlier kapasitas 24 ml dengan kerosin/minyak tanah, sampai memenuhi skala antara 0 dan 1, kemudian membersihkan dan mengeringkan bagian atas permukaan labu Le Chatlier, dengan menggunakan kawat yang dibalut dengan tissue.
2. Meletakkan labu Le Chatlier yang berisikan 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 ( $V_1$ ), 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 semen tidak menempel di dinding labu Le Chatlier, apabila semen menempel di dinding labu Le Chatlier, maka putar labu Le Chatlier secara perlahan.
5. Kemudian letakkan kembali labu Le Chatlier yang masih berisikan semen dan kerosin di dalam ruangan yang bersuhu 24,5°C, selama 15 menit.
6. Memutar benda uji secara perlahan sampai tidak terdapat gelembung udara.
7. Apabila gelembung udara yang dimaksud tidak timbul kembali, kemudian membaca volume akhir ( $V_2$ ), dengan skala yang terdapat pada labu Le Chatlier.

### **3.5.5. Konsistensi Normal Semen Portland (SNI 03-6287-2002)**

Konsistensi normal semen Portland adalah, banyaknya air campuran dalam pasta beton untuk menentukan waktu pengikatan semen standar, percobaan ini menggunakan alat Vicat.

Prosedur percobaan adalah sebagai berikut :

- a. Sediakan semen sebanyak 300 gram yang lolos saringan No.200.
- b. Untuk mendapatkan konsistensi normal, dilakukan beberapa kali percobaan, yaitu dengan kadar air 26 % - 28 %.
- c. Masukkan air sebanyak persentase yang ditentukan kedalam mangkok pengaduk.
- d. Masukkan benda uji kedalam mangkok dan diamkan selama 30 menit.
- e. Jalankan mesin dengan kecepatan  $(140 \pm 5)$  rpm, selama 30 detik.
- f. Hentikan mesin pengaduk selama 15 detik, sambil membersihkan pasta semen yang menempel di pinggir mangkok.
- g. Kemudian jalankan mesin pengaduk dengan kecepatan  $(285 \pm 100)$  rpm, selama 60 detik.
- h. Buatlah pasta berbentuk bola dengan menggukan sarung tangan plastik, kemudian dilemparkan enam kali dari satu tangan ke tangan yang satunya dengan jarak 15 cm.
- i. Kemudian masukan dan padatkan kedalam cincin konik yang telah dialaskan pelat, kelebihan pasta pada permukaan cincin konik diratakan dalam posisi miring terhadap permukaan cincin.
- j. Letakkan pelat kaca diatas lubang besar cincin konik, balik, ratakan dan licinkan.
- k. Setelah selesai letakkan cincin konik dibawah jarum Vicat, letakkan di tengah-tengah, kemudian jatuhkan jarum Vicat dan catat penurunan yang berlangsung selama 30 detik.
- l. Lakukan prosedur diatas dengan kadar air yang berbeda untuk mendapatkan penurunan 10 mm.

$$\text{Perhitungan : } T_{10} = 27 + (26 - 27) \frac{10-15}{9-15} \quad (3.5)$$

### 3.5.6. Berat Jenis & Penyerapan Agregat Halus (SNI 1970:2008)

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

Prosedur percobaan adalah sebagai berikut :

1. Siapkan alat dan bahan yang akan digunakan.

2. Kemudian Periksa keadaan kering permukaan jenuh, dengan mengisi 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.
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, 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.

$$\text{Perhitungan : Berat Bulk} = \frac{B_k}{(B + B_s + B_t)} \quad (3.6)$$

$$\text{Berat Uji Permukaan Jenuh} = \frac{B_s}{(B + B_s + B_t)} \quad (3.7)$$

$$\text{Berat Uji Semu} = \frac{B_k}{(B+B_k- B_t)} \quad (3.8)$$

### 3.5.7. Pengikat Awal Semen Portland

Adalah jangka waktu mulainya pengukuran pasta semen pada konsistensi normal, hingga pasta semen kehilangan sebagian sifat plastisnya.

Prosedur percobaan adalah sebagai berikut :

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 300 gram benda uji semen, kedalam mangkok pengaduk yang sama, lalu biarkan selam 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. Setelahnya aduk kembali pasta semen selama 60 detik, dengan kecepatan pengadukan  $(285 \pm 10)$  putaran per menit.
6. Buatlah pasta semen berbentuk bola dengan kedua 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 masukan pasta semen sampai terisi penuh, dan ratakan kelebihan pasta pada dasar cincin dengan sekali gerakan telapak tangan, letakan dasar cincin pada pelat kaca, ratakan permukaan atas pasta dengan sekali gerakan sendok perata, tanpa mengadakan tekanan pada pasta.
8. letakan thermometer diatas benda uji, lalu simpan di lemari lembab selama 30 menit, selama percobaan, benda uji dalam cincin dan ditahan pelat kaca.
9. Catatlah 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.

$$\text{Perhitungan : } T_{25} = 90 \frac{(25-x)}{(x-y)} (105 - 90) \quad (3.9)$$

### 3.5.8. Keausan Agregat dengan Mesin Los Angels

Tujuan dari percobaan ini adalah untuk menentukan ketahanan dari agregat kasar

dengan mesin Los Angeles.

Metode percobaan Los Angeles 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 di lakukan 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.

$$\text{Perhitungan} : = \frac{a}{a-b} \times 100\% \quad (3.10)$$

Dimana :

a : berat benda uji semula, dinyatakan dalam gram.

b : berat benda uji tertahan saringan No.12 (1,7 mm), dinyatakan dalam gram.

### **3.5.9. Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar (SNI 1969:2008)**

Adalah prosedur percobaan agregat kasar, yang dimana percobaan ini dilakukan untuk menentukan berat jenis kering dari agregat kasar, dan juga penyerapan dari agregat kasar tersebut.

Prosedur percobaanya adalah sebagai berikut :

1. Cuci benda uji untuk menghilangkan debu pada permukaan.
2. Keringkan benda uji dalam oven pada suhu  $(110^{\circ} \pm 5)^{\circ}\text{C}$  sampai berat tetap. Apabila 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, guncangan 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 berat dan ringan, bahan semacam ini memberikan 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 :

$$\text{a. Berat Jenis Curah} = \frac{Bk}{(Bj-Ba)} \quad (3.11)$$

$$\text{b. Berat Jenis Kering Permukaan Jenuh} = \frac{Bj}{(Bj-Ba)} \quad (3.12)$$

$$\text{c. Berat Jenis Semu} = \frac{Bj - Bk}{Bk} \times 100\% \quad (3.13)$$

Dimana:

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.

### **3.5.10. Proses Pengerjaan Limbah Rambut Dalam Campuran Beton**

Limbah rambut yang telah terkumpul, terlebih dahulu dicuci dengan shampo, gunanya untuk menghilangkan kotoran maupun material lain yang menempel pada rambut, setelah itu rambut dijemur dibawah sinar matahari dan dibiarkan selama 24 jam. Rambut yang sudah dijemur atau dikeringkan, dipotong sepanjang kurang lebih 6 cm. Untuk pencampuran limbah rambut pada saat pengecoran, dilakukan setelah seluruh material

pencampur beton dimasukkan ke dalam mesin, hal ini bertujuan agar limbah rambut tersebar secara merata dan optimal agar tidak terjadi penggumpalan.

### **3.6. Persiapan Bahan Penyusun Beton**

Bahan yang digunakan di dalam penelitian yang akan dilaksanakan ini adalah sebagai berikut :

a. Semen

Semen yang digunakan dalam penelitian ini adalah semen Portland tipe I, dengan merek Semen Andalas, dengan ukuran kemasan 40 Kg/zak.

b. Agregat Halus

Agregat halus yang digunakan adalah pasir yang berasal dari Binjai.

c. Agregat Kasar

Agregat Kasar yang digunakan adalah batu pecah yang berasal dari Patumbak.

d. Air

Air yang digunakan untuk pengadukan beton adalah air bersih, berasal dari Laboratorium Beton/ Konstruksi, Universitas HKBP Nommensen Medan.

e. Limbah Rambut

Limbah Rambut yang digunakan dalam penelitian ini didapat dari tempat usaha pangkas rambut yang berada di sekitar tempat tinggal penulis, limbah rambut yang dipakai dalam penelitian ini berdiameter  $\pm 0,1$  mm dalam kondisi jenuh kering muka atau SSD (*Saturated Surface Dry*), dan dipotong-potong dengan panjang  $\pm 6$  cm, dengan persentase 8%, 9%, dan 10% terhadap berat semen yang digunakan.

### **3.7. Peralatan yang digunakan**

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Saringan

Ada beberapa pengujian yang dilakukan dengan alat ini, seperti :

- a. Analisa Saringan Agregat Kasar & Halus, diameter yang digunakan untuk Agregat Kasar adalah 31,5 mm; 25,4 mm; 19,0 mm; 12,5 mm; 9,5 mm; 4,75 mm dan pan; Agregat Halus adalah 9,5 mm; 4,75 mm; 2,36 mm; 1,18 mm; 0,6 mm; 0,3 mm; 0,15 mm; 0,075 mm dan pan.
  - b. Kehalusan Semen Portland  
Menggunakan saringan nomor 100, 200 dan pan.
  - c. Konsistensi Normal Semen Portland  
Menggunakan saringan nomor 200 dan pan.
  - d. Pemeriksaan Zat Organik dalam Agregat Halus  
Saringan yang digunakan berdiameter 4,75 mm.
  - e. Pengikat Awal Semen Portland  
Menggunakan saringan nomor 100 dan pan.
  - f. Keausan Agregat Kasar dengan Mesin Los Angels  
Menggunakan saringan dengan diameter 37,5 mm; 35 mm; 19 mm; 12,5 mm; 9,5 mm dan pan.
  - g. Berat Jenis & Penyerapan Agregat Kasar  
Menggunakan saringan yang lewat 31,5 mm dan tertahan di 4,75 mm.
2. Minyak Solar  
Digunakan untuk mengoles cetakan silinder agar mudah saat pengeluaran sampel.
  3. Timbangan  
Untuk mengukur berat sampel agar sesuai dengan kebutuhan.
  4. Sikat  
Digunakan untuk membersihkan saringan setelah digunakan.
  5. Tongkat pematik  
Digunakan untuk memadatkan mortar saat dimasukkan ke silinder.
  6. Mould  
Digunakan untuk ketika percobaan konsistensi normal semen portland.
  7. Mesin Penggetar  
Digunakan untuk menggetarkan sampel saat penyaringan sampel.
  8. Oven  
Digunakan untuk mengeringkan sampel benda uji.

9. Sekop

Digunakan untuk memindahkan sampel pasir, batu, maupun mortar.

10. Molen

Digunakan untuk mengaduk campuran beton.

11. Silinder

Silinder yang digunakan mempunyai ukuran tinggi 30 cm dengan diameter 15 cm.

12. Mesin Los Angels

Digunakan untuk pengujian keausan agregat kasar.

13. Sendok semen

Digunakan untuk memindahkan sampel, baik semen, pasir, maupun mortar.

14. Kerucut Abrams

Digunakan untuk percobaan slump test, diameter bawah sebesar 300 mm dan diameter atas sebesar 200 mm.

15. Talam

Digunakan untuk tempat sampel sampai kering SSD.

16. Vicat

Digunakan untuk pengujian daya ikat semen portland.

17. Mesin kuat tekan (*Universal Compression Testing Machine*)

Digunakan untuk menguji kuat tarik belah beton.

18. Pelat besi Pembelah Silinder (Kuat Tarik Belah Beton)

Digunakan secara khusus untuk kuat tarik belah beton.

19. Ember

Digunakan untuk menampung sampel ataupun air.

20. Mistar/Meteran

Digunakan untuk mengukur panjang atau tinggi sampel.

### **3.8. Pembuatan Sampel Beton**

1. Siapkan bahan yang digunakan, (semen, pasir, kerikil dan limbah rambut).

2. 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.
3. Siapkan molen sebagai alat pengaduk.
4. Masukkan agregat halus dan kasar kedalam molen, lalu nyalakan mesin molen, setelah itu masukan semen dan limbah rambut secara bergantian.
5. Setelah semua tercampur rata, masukkan air sesuai dengan FAS yang telah ditentukan.
6. Lakukan pengadukan dibawah 3 menit.
7. Setelah itu keluarkan mortar segar dari molen.

### **3.9. Pengujian Beton Segar**

Pengujian beton segar yang digunakan adalah Slump 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.

Langkah-langkah pengujian Slump Test dilakukan sebagai berikut :

1. Ambil cetakan berbentuk kerucut dan pelat alas, basahi dengan kain basah.
2. Letakkan cetakan di atas pelat alas.
3. Masukan beton segar kedalam cetakan kerucut.
4. Isi sebanyak sepertiga ( $\frac{1}{3}$ ) 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.

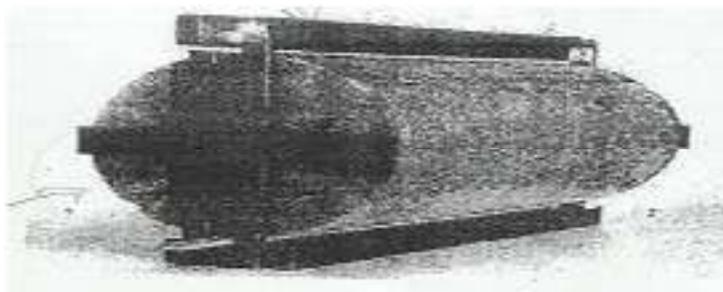
### **3.10. Perawatan Beton**

Perawatan beton dilakukan setelah pengujian selesai dilaksanakan dan pada saat beton telah mengeras, tujuan perawatan beton pada penelitian ini adalah agar beton tidak terlalu cepat kehilangan air, dan juga menjaga kelembaban beton agar mutu beton yang dihasilkan dapat sesuai dengan yang direncanakan. Perawatan beton yang dilakukan pada penelitian ini, dilakukan

dengan cara merendam beton benda uji kedalam bak berisi air. Perendaman dilakukan setelah 24 jam, atau setelah beton kering dan mulai mengeras, lamanya perendaman dilakukan sesuai dengan perencanaan, yaitu 7, 14, 21 dan 28 hari.

### 3.11. Pengujian Kuat Tarik Belah Beton

Pengujian kuat tarik belah beton yang dilakukan telah berdasarkan standar yang telah ditetapkan oleh (SNI 03-2491-2002), pengujian kuat tarik belah beton ini dilakukan menggunakan mesin uji tekan (*Compression Testing Machine*) **CONTROLS MILANO-ITALY**, benda uji kemudian diletakkan pada arah memanjang di atas pelat besi pembelah, yang di letakan di atas dan di bawah benda uji, memanjang arah longitudinalnya seperti yang terlihat pada (Gambar 3.2), kemudian beban tekan diberikan merata dan tegak lurus, dari atas pada pelat besi pembelah, sehingga membelah silinder. Sebelum ditekan benda uji ditimbang terlebih dahulu untuk dapat mengetahui berat jenis beton, jumlah sampel pengujian direncanakan sebanyak 48 buah dan dapat dilihat pada (Tabel 3.1).



Gambar 3.2 Pelat Besi Untuk Pengujian Kuat Tarik Belah

(Sumber : ASTM C496/C496M-11,2011.)

Tabel 3.1 Jumlah variasi sampel pengujian beton

No.	Variasi Campuran Beton	Jumlah Sampel Pengujian	Jumlah Sampel Pengujian	Jumlah Sampel Pengujian	Jumlah Sampel Pengujian
	Waktu Perendaman	7 hari	14 hari	21 hari	28 hari

1.	Beton normal	3 buah	3 buah	3 buah	3 buah
2.	Beton dengan campuran Limbah Rambut 8%	3 buah	3 buah	3 buah	3 buah
3.	Beton dengan campuran Limbah Rambut 9%	3 buah	3 buah	3 buah	3 buah
4.	Beton dengan campuran Limbah Rambut 10%	3 buah	3 buah	3 buah	3 buah
Total		12 buah	12 buah	12 buah	12 buah