

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Saat ini perkembangan dalam bidang konstruksi sangat pesat, baik itu perumahan, perkantoran, jembatan, jalan raya, bendungan, pelabuhan, dan sebagainya. Hal ini tidak terlepas dari penggunaan Beton sebagai salah satu bagian konstruksi bangunan. Biasanya Beton terbuat dari campuran semen, agregat halus (pasir), agregat kasar (kerikil), dan air. Yang dibentuk sedemikian rupa dengan perbandingan tertentu sehingga menjadi material struktur Beton untuk bangunan sesuai dengan mutu yang di kehendaki. Adapun ke untungan utama Beton di bandingkan dengan komponen lainnya (kayu dan baja) adalah bahwa Beton mudah di bentuk, biaya pembuatan relative murah, dan tidak perlu memerlukan perawatan yang khusus. Namun karena banyak jumlah penggunaan Beton dalam konstruksi mengakibatkan peningkatan kebutuhan material Beton, sehingga memicu penambahan bantuan sebagai salah satu bahan pembentuk Beton. Hal ini menyebabkan turunya jumlah sumber alam yang tersedia untuk keperluan pembetonan, yang tidak dapat diperbarui yang sewaktu – waktu dapat habis. Alternative yang dapat digunakan untuk mengatasi masalah tersebut dengan memanfaatkan limbah-limbah industri, serat alamiah (kulit kemiri) yang di biarkan begitu saja.

Selain keuntungan yang dimilikinya Beton juga memiliki kelemahan, kelemahan pada Beton yaitu berat sendirinya sangat besar dibandingkan berat total yang harus dipikul sehingga pemanfaatan agregat ringan untuk menggantikan agregat yang umumnya dipakai adalah salah satu cara untuk mengurangi kelemahan tersebut. “Sesuai dengan perkembangan teknologi untuk memperbaiki sifat – sifat Beton dan kinerja Beton dengan biaya yang murah tanpa mengurangi mutunya maka Beton diberi bahan tambahan seperti pemanfaatan limbah buangan serat ijuk, sabut kelapa, serat nilon, abu sekam padi, ampas tebu, sisa kayu, limbah gergajian, abu cangkang sawit, abu terbang (fly ash), mikrosilika (silica fume), tempurung/kulit kemiri dan lain – lain ”(Mulyono, 2003). Dengan itu membuat

peneliti tertarik untuk memanfaatkan limbah kulit kemiri yang tidak terpakai, untuk dijadikan pengganti sebagian agregat kasar pada Beton.

Dalam penelitian ini mencoba menggunakan kulit kemiri sebagai pengganti sebagian agregat kasar (kerikil). Pada umumnya warga setempat membuang begitu saja kulit kemiri, meski sebagian lagi di gunakan untuk bahan bakar pengasap kemiri agar tetap kering.

Teknologi Beton ini di ciptakan untuk mempermudah kehidupan manusia dalam pembuatan material campuran Beton. Namun tidak mengakibatkan kerusakan atau memberikan dampak negatif pada lingkungan.

## **1.2 Tujuan Penelitian**

Tujuan utama penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penggunaan limbah kulit kemiri sebagai pengganti sebagian agregat kasar dalam perancangan campuran Beton terhadap kuat tekan yang di hasilkan.

## **1.3 Manfaat Penelitian**

Dapat memberikan sumbangan pemikiran dalam hal pemanfaatan limbah kulit kemiri sebagai pengganti sebagian agregat kasar dalam perancangan campuran beton.

## **1.4 Rumusan Masalah**

Penelitian ini di laksanakan dalam upaya mencari alternatif pengganti sebagian bahan dasar Beton yang berupa agregat kasar (kerikil) diganti dengan kulit kemiri.

- a) Sejauh mana kelayakan kulit kemiri di pakai sebagai pengganti sebagian agregat kasar dalam pembuatan Beton?
- b) Seberapa besar nilai kuat tekan Beton dengan menggunakan sebagian kulit kemiri dengan variasi 0%, 10%, 20%, dan 30% kulit kemiri?
- c) Bagaimana massa Beton sesudah mengalami penambahan kulit kemiri dengan variasi 0%, 10%, 20%, dan 30% kulit kemiri?

## **1.5 Batasan Masalah**

Dalam penelitian yang penulis lakukan ini, ada beberapa masalah yang di batasi 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 0,45.
- b. Pengujian dilakukan pada umur 7 hari, 14 hari, 21 hari, dan 28 hari.
- c. Bentuk benda berupa silinder berukuran Ø 15cm, tinggi 30cm.
- d. Perawatan benda uji dilakukan perendaman.
- e. Semen yang digunakan adalah semen OPC (semen tipe 1).
- f. Agregat halus, yang digunakan adalah pasir sungai.
- g. Agregat kasar yang dipakai adalah batu guli yang berasal dari Binjai, dan pecahan kulit kemiri yang berasal dari Samosir.
- h. Kulit kemiri digunakan dengan variasi 10%, 20%, dan 30%.
- i. Alat untuk pengujian kuat tekan beton menggunakan alat *CONTROLS MILANO – ITALY*.
- j. Air yang digunakan adalah air yang berasal dari laboratorium Teknik Sipil, Universitas HKBP Nommensen Medan.
- k. Benda uji yang dihasilkan 48 buah.

## **1.6 Maksud Penelitian dan Metode Penelitian**

### **1.6.1 Maksud Penelitian**

Maksud penelitian ini adalah untuk menggunakan kulit kemiri sebagai pengganti sebagian agregat kasar, dan untuk mengetahui perbandingan kuat tekan Beton dengan menggunakan kulit kemiri sebagai pengganti sebagian agregat kasar.

### **1.6.2 Metode Penelitian**

Dalam penelitian ini metode yang digunakan adalah metode penelitian eksperimental. Metode penelitian eksperimental merupakan penelitian yang dilakukan dengan cara mengadakan suatu percobaan untuk mendapatkan data atau hasil yang menghubungkan antara variable – variable.

## **1.7 Sistematika Penulisan**

Sistematika penulisan tugas akhir ini disusun menjadi lima bagian utama ditambah dengan lampiran – lampiran. Adapun deskripsi singkat dari masing – masing bab adalah bab I yaitu pendahuluan, pada bab ini berisi tentang latar belakang, tujuan dan manfaat penelitian, rumusan masalah, batasan masalah, maksud penelitian dan metode penelitian, sistematika penulisan, time schedule, rencana anggaran biaya, dan daftar pustaka. Bab II yaitu tinjauan pustaka, pada bab ini berisikan keterangan umum campuran beton yang akan diteliti berdasarkan referensi – referensi yang penulis dapatkan. Bab III yaitu metodologi penelitian, pada bab ini berisikan prosedur penyediaan bahan yang akan digunakan didalam penelitian. Bab IV yaitu hasil dan pembahasan, pada bab ini berisikan data dan analisa hasil pengujian beton yang telah dilaksanakan di laboratorium. Bab V yaitu kesimpulan dan saran, pada bab ini merupakan bagian akhir dari tugas akhir ini berisikan kesimpulan yang diperoleh dari hasil penelitian dan beberapa saran untuk penelitian selanjutnya.

### 1.8 Time Schedule (Waktu Pelaksanaan)

No	Uraian Pekerjaan	APR	MEI	JUN	JUL	AGS	SEP	OKT	NOV
		1	2	3	4	5	6	7	8
1	Pendaftaran dan Pengajuan Judul TA								
2	Penentuan Judul TA								
3	Pengerjaan dan Penyusunan Laporan TA								
4	Pembekalan dan Bimbingan TA								
5	Revisi Persiapan Seminar Proposal								
6	Seminar Proposal								
7	Pengumpulan Data dan Pengerjaan Laporan								
8	Sidang								
9	Penyerahan Laporan								

### 1.9 Rencana Anggaran Biaya

No	Uraian Pekerjaan	Vol	Satuan	Harga	Jumlah Harga
1	Mengumpulkan Bahan-Bahan Refrensi	4	Bh	150.000	600.000
2	Browsing di Internet	3	Bh	75.000	225.000
3	Pengerjaan Laporan Proposal	5	Ls	10.000	50.000
4	Seminar Proposal	5	Ls	10.000	50.000
5	Pembuatan Benda Uji	1	Ls	1.150.000	1.500.000
6	Pengumpulan Data dan Pengerjaan Laporan	1	Ls	500.000	500.000
7	Laporan Seminar	5	Ls	50.000	250.000
8	Laporan Akhir	5	Ls	180.000	900.000
	<b>Total</b>				<b>4.075.000</b>

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Beton Normal

Menurut Ir. Trimulyono, MT, Beton merupakan fungsi dari bahan penyusunannya yang terdiri dari bahan semen, agregat kasar, agregat halus, air dan bahan tambah (zat additictive). Menurut SK SNI 03-2847-2002, defenisi Beton adalah campuran antara semen Portland atau semen hidrolis yang lain, agregat halus, agregat kasar, dan air dengan atau tanpa bahan tambahan yang membentuk masa padat. Perencanaan mutu Beton  $225\text{kg/m}^3$  dibuat menggunakan agregat alam.

Dalam pengerjaan Beton ada 3 sifat yang harus diperhatikan yaitu :

1. Kemudahan Pengerjaan (*Workability*)

Kemudahan pekerjaan dapat dilihat dari slump yang identik dengan tingkat keplastisan Beton. Semakin plastis Beton, semakin mudah pengerjaannya. Unsur – unsur yang mempengaruhinya 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. Gradasi campuran pasir-kerikil

Jika memenuhi syarat dan sesuai dengan standar, akan lebih mudah dikerjakan.

- d. Bentuk butiran agregat kasar

Agregat berbentuk bulat (guli) lebih mudah dikerjakan.

- e. Butir maksimum
- f. 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 40mm. keempat, semakin besar permukaan butir agregat, semakin mudah terjadi segregasi.

Kecenderungan terjadi segregasi ini dapat dicegah jika :

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

## 3. *Bleeding* (pemisah air)

Kecenderungan air untuk naik kepermukaan 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 (*laitance*). Bleeding ini dipengaruhi oleh :

- a. Susunan butir agregat

Jika komposisinya sesuai, kemungkinan untuk terjadinya *bleeding* kecil.

- b. Banyaknya air



Semakin banyak air berarti semakin 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

Bleeding ini dapat dikurangi dengan cara:

- Memberi lebih banyak semen
- Menggunakan air sedikit mungkin
- Memasukan sedikit udara dalam adukan untuk Beton khusus

## **2.2 Bahan Pembentuk Beton**

### *2.2.1 Semen Portland*

Menurut ASTM C – 150, 1985, semen Portland didefinisikan sebagai semen hidrolis yang dihasilkan dengan menggiling klinker yang terdiri dari kalsium silikat hidrolis, yang umumnya mengandung satu atau lebih bentuk kalsium sulfat sebagai bahan tambahan yang digiling bersama-sama dengan bahan utamanya.

Semen *Portland* yang digunakan di Indonesia harus memenuhi syarat SII.0013 – 81 atau standar uji bahan bangunan Indonesia 1986, dan harus memenuhi persyaratan yang ditetapkan dalam standar tersebut.

Proses pembuatan semen Portland dilaksanakan melalui beberapa tahapan yaitu :

- Penambangan di (*quarry*)
- Pemecahan di (*crushing plant*)
- Penggilingan (*blending*)

- Pencampuran bahan – bahan
- Pembakaran (*ciln*)
- Penggilingan kembali hasil pembakaran
- Penambahan bahan tambah (*gypsum*)
- Pengikatan (*packing plant*)

Proses pembuatan semen *Portland* dapat dibedakan menjadi dua, yaitu :

a. Proses Basah

Pada proses basah, sebelum dibakar bahan dicampur dengan air (*slurry*) dan digiling hingga berupa bubur halus. Proses basah umumnya dilakukan jika yang diolah merupakan bahan – bahan lunak seperti kapur dan lempung.

Bubur halus yang dihasilkan selanjutnya dimasukkan dalam sebuah pengering (*oven*) berbentuk silinder yang dipasang miring. Suhu *ciln* ini sedikit dinaikkan dan diputar dengan kecepatan tertentu. Bahan akan mengalami perubahan sedikit demi sedikit akibat naiknya suhu dan akibat terjadinya sliding didalam ciln. Pada suhu 100° C air mulai menguap dan pada suhu 850° C karbon dioksida dilepaskan. Pada suhu 1400° C, berlangsung permulaan perpaduan didaerah pembakaran, dimana akan terbentuk klinker yang terdiri dari senyawa kalsium silikat dan kalsium aluminat. Klinker tersebut selanjutnya didinginkan, kemudian dihaluskan menjadi butir halus dan ditambah dengan bahan gypsum sekitar 1% - 5%.

b. Proses kering

Proses kering biasanya digunakan untuk jenis batuan yang lebih keras misalnya untuk batu kapur jenis shale. Pada proses ini bahan dicampur dan digiling dalam keadaan kering menjadi bubuk kasar. Selanjutnya bahan tersebut dimasukkan kedalam ciln dan proses sebelumnya sama dengan proses basah.

## 2.2.2 Sifat dan Karakteristik Semen *Portland*

### a. Sifat dan Karakteristik Fisika Semen *Portland*

Sifat – sifat fisika semen *Portland* meliputi:

#### 1. Kehalusan butir (*fineness*)

Kehalusan butir semen mempengaruhi proses hidrasi. Waktu (*setting time*) menjadi lama jika butir semen lebih kasar. Kehalusan butir semen yang tinggi dapat mengurangi *bleeding* atau naiknya air ke permukaan, tetapi menambah kecenderungan Beton untuk menyusut lebih banyak dan mempermudah terjadinya retak susut. Menurut ASTM. Butir semen yang lewat ayakan harus lebih dari 78%.

#### 2. Kepadatan (*density*)

Berat jenis semen yang disyaratkan oleh ASTM adalah  $3.15 \text{ Mg/m}^3$  sampai  $3.25 \text{ Mg/m}^3$ . Pengujian berat jenis dilakukan dengan menggunakan Le Chatelier Flask menurut standar ASTM C – 188.

#### 3. Konsistensi

Konsistensi semen Portland lebih banyak pengaruhnya pada saat pencampuran awal, yaitu pada saat terjadi pengikatan sampai pada saat Beton mengeras. Konsistensi yang terjadi sangat bergantung pada kehalusan semen dan kecepatan hidrasi.

#### 4. Waktu pengikatan

Waktu ikat adalah waktu yang diperlukan semen untuk mengeras terhitung dari mulai bereaksi dengan air dan menjadi pasta semen hingga pasta semen cukup kaku untuk menahan tekanan.

Waktu ikat dibedakan menjadi dua yaitu :

- 1) Waktu ikat awal (*initial setting time*) yaitu waktu pencampuran semen dengan air menjadi pasta semen hingga hilangnya sifat keplastisan,

2) Waktu ikat akhir (*final setting time*) yaitu waktu antara terbentuknya pasta semen hingga Beton mengeras. Pada semen Portland initial setting time berkisar 1 – 2 jam, tetapi tidak boleh kurang dari 1 jam, sedangkan final setting time tidak boleh lebih dari 8 jam.

#### 5. Panas hidrasi

Panas hidrasi adalah panas yang terjadi pada saat semen bereaksi dengan air, dinyatakan dalam kalori/gram. Dalam pelaksanaannya perkembangan panas ini dapat mengakibatkan masalah yakni timbulnya retakan pada saat pendinginan. Oleh karena itu perlu perawatan (*curing*) pada saat pelaksanaan.

#### b. Sifat dan Karakteristik Semen *Portland*

##### 1) Senyawa Kimia

Secara garis besar ada empat senyawa kimia utama yang menyusun semen Portland, yaitu :

- a. Trikalsium silikat ( $3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ ) yang disingkat menjadi C3S
- b. Dikalsium silikat ( $2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ ) yang disingkat menjadi C2S
- c. Trikalsium aluminat ( $3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ ) yang disingkat menjadi C3A
- d. Tetrakalsium aluminoferrit ( $4\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$ ) yang disingkat menjadi C4AF.

Menurut SK.SNI T – 15 – 1990 – 03 : 2 semen *Portland* menjadi lima jenis yaitu :

- Tipe I, semen *Portland* yang dalam penggunaannya tidak memerlukan persyaratan khusus seperti jenis – jenis lainnya.

- Tipe II, semen *Portland* yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan terhadap sulfat dan panas hidrasi sedang.
- Tipe III, semen *Portland* yang dalam penggunaannya memerlukan kekuatan awal yang tinggi dalam fase permulaan setelah pengikatan terjadi.
- Tipe IV, semen *Portland* yang dalam penggunaannya memerlukan panas hidrasi yang rendah.
- Tipe V, semen *Portland* yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan yang tinggi terhadap sulfat.

Dalam SII 0013 – 1981 dan Ulasan PB 1989, semen Tipe I digunakan untuk bangunan – bangunan umum yang tidak memerlukan persyaratan khusus. Semen Tipe II yang memiliki kadar  $C_3A$  tidak lebih dari 8% digunakan untuk konstruksi bangaunan dan Beton yang terus menerus berhubungan dengan air kotor atau air tanah atau untuk pondasi yang tertanam didalam tanah yang mengandung air agresif (garam – garam sulfat) dan saluran air buangan atau bangunan yang berhubungan langsung dengan rawa. Semen Tipe III memiliki kadar  $C_3A$  serta  $C_3S$  yang tinggi dan butirannya digiling sangat halus, sehingga cepat mengalami proses hidrasi. Semen jenis ini dipergunakan pada daerah yang bertemperatur rendah, terutama pada daerah yang mempunyai musim dingin (winter season). Seme Tipe IV mempunyai panas hidrasi yang rendah, kadar  $C_3S$ -nya dibatasi maksimum sekitar 35% dan kadar  $C_3A$ -nya maksimum 5%. Semen tipe ini digunakan dalam pekerjaan – pekerjaan yang besar, umpamanya untuk pekerjaan bendung, pondasi berukuran besar atau pekerjaan besar lainnya. Seme Tipe V digunakan untuk bangunan yang berhubungan dengan air laut, air buangan industri, bangunan yang pengaruh gas atau uap kimia yang agresif serta untuk bangunan yang berhubungan dengan air tanah yang mengandung sulfat dalam persentase yang tinggi. Total alkali yang terkandung dalam semen dalam campuran Beton harus dibatasi sekitar 0.5% - 0.6% (Stanton, 1940).

### 2.2.3 Agregat Kasar dan Agregat Halus

Kandungan agregat dalam campuran beton berkisar 60% - 70% dari berat campuran Beton. Walaupun fungsinya hanya sebagai pengisi, tetapi karna kopolisinya yang cukup besar, maka agregat menjadi sangat penting.

Agregat yang digunakan dalam campuran Beton dapat berupa agregat alam dan agregat buatan. Secara umum agregat dapat dibedakan berdasarkan ukurannya, yaitu agregat kasar dan agregat halus. Menurut ASTM agregat kasar adalah agregat yang ukuran butirannya lebih besar dari 4.75 mm sedangkan agregat halus adalah agregat yang ukuran butirnya lebih kecil dari 4.75 mm.

Sifat – sifat agregat sangat berpengaruh pada mutu campuran Beton, yaitu :

1. Berat jenis dan daya serap agregat
2. Serapan air dan kadar air agregat
3. Modulus halus butir
4. Gradasi agregat
5. Ketahanan kimia
6. Kekekalan
7. Perubahan volume
8. Kotoran organik

#### 1. Berat jenis dan daya serap agregat

Berat jenis agregat adalah rasio antara masa padat agregat dan masa air dengan volume sama pada suhu yang sama. Berat jenis agregat di bedakan menjadi 2 istilah yaitu :

- a. Berat jenis mutlak, jika volume benda padatnya tanpa pori
- b. Berat jenis semua, jika volume benda padatnya termasuk pori – pori tertutupnya.

Hubungan antara berat jenis dengan daya serap adalah jika semakin tinggi nilai berat jenis agregat maka semakin kecil daya serap agregat tersebut.

## 2. Serapan Air dan Kadar Air Agregat

Serapan air dihitung dari banyaknya air yang mampu diserap oleh agregat pada kondisi jenuh permukaan kering atau kondisi SSD (*Standarded Surface Dry*), dimana kondisi ini merupakan :

- a. Keadaan kebasahan agregat yang hamper sama dengan agregat dalam Beton, sehingga agregat tidak akan menambah atau mengurangi air dari pasta.
- b. Kadar air dilapangan lebih banyak mendekati kondisi SSD dari pada kondisi kering tungku.

## 3. Modulus Halus Butir

Modulus halus butir (*fineness modulus*) adalah suatu indeks yang dipakai untuk menjadi ukuran kehalusan atau kekasaran agregat.

Modulus halus butir ini didefinisikan sebagai jumlah persen (%) kumulatif dan butir – butir agregat yang tertinggal diatas suatu set ayakan dan kemudian dibagi 100 (seratus). Susunan lubang ayakan itu adalah sebagai berikut: 40 mm, 20 mm, 10 mm, 4.8 mm, 2.4 mm, 1.2 mm, 0.60 mm, 0.30 mm, dan 0.15 mm. makin besar nilai modulus halus butir menunjukkan bahwa makin besar butir – butir agregatnya. Pada umumnya pasir memiliki modulus halus butir antara 1.5 sampai 3.8 sedangkan untuk kerikil dan batu pecah biasanya 5 sampai 8.

## 4. Gradasi Agregat

Gradasi agregat adalah distribusi ukuran butiran dari agregat. Bila butir – butir agregat mempunyai ukuran yang sama (seragam) volume pori akan besar. Sebaliknya bila ukuran butir – butirnya bervariasi akan menjadi volume pori yang kecil. Hal ini karena butiran yang kecil mengisi pori diantara butiran yang

lebih besar, sehingga pori – porinya menjadi sedikit, dengan kata lain pemampatannya (kepadatannya) tinggi.

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 zone (daerah) seperti tabel dibawah ini :

**Tabel 2.1** Batas Gradasi Agregat Halus (BS)

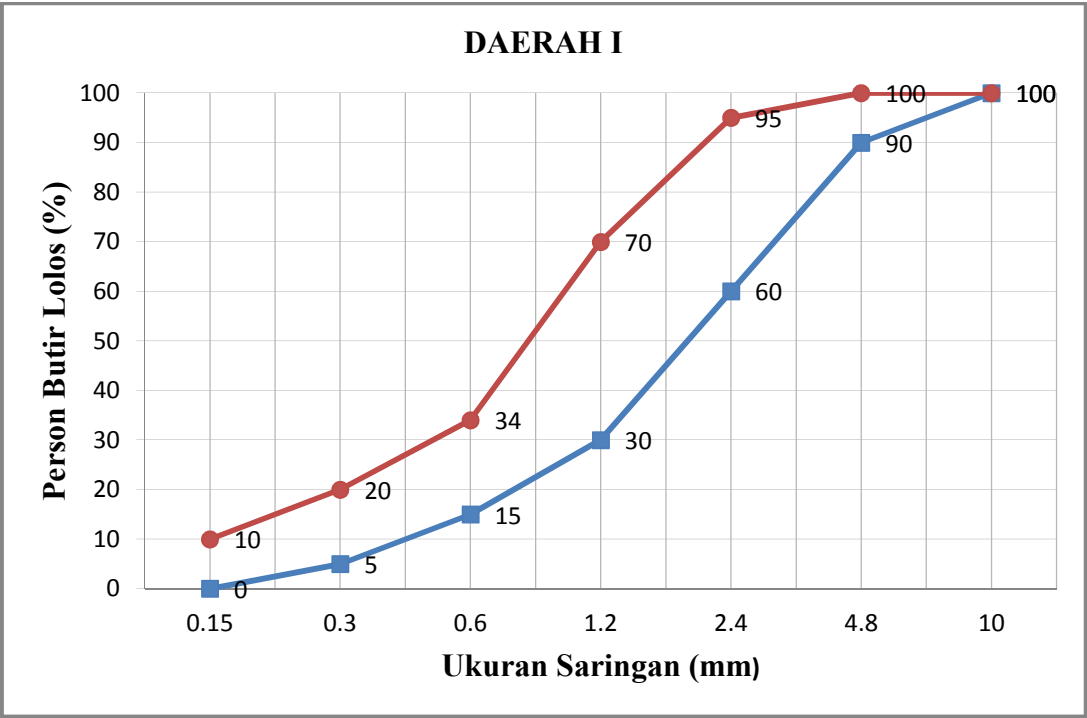
Lubang ayakan (mm)	Persen Berat Butir yang lewat ayakan			
	Daerah I	Daerah II	Daerah III	Daerah IV
10	100	100	100	100
4.8	90 – 100	90 – 100	90 – 100	95 – 100
2.4	60 – 95	75 – 100	85 – 100	95 – 100
1.2	30 – 70	55 – 90	75 – 100	90 – 100
0.6	15 – 34	35 – 59	60 – 79	80 – 100
0.3	5 – 20	8 – 30	12 – 40	15 – 50
0.15	0 – 10	0 – 10	0 – 10	0 – 15

Sumber : Teknologi Beton, Ir. Tri Muliono, MT

Keterangan :

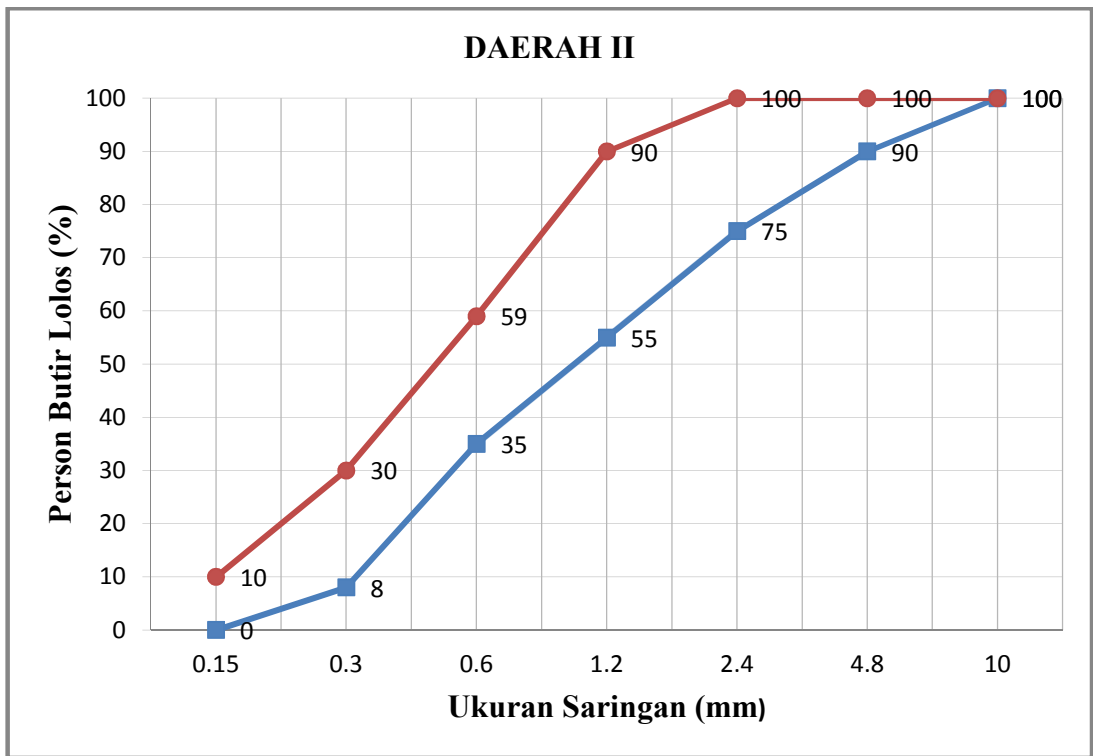
- Daerah Gradasi I = Pasir Kasar
- Daerah Gradasi II = Pasir Agak Halus
- Daerah Gradasi III = Pasir Halus
- Daerah Gradasi IV = Pasir Agak Halus





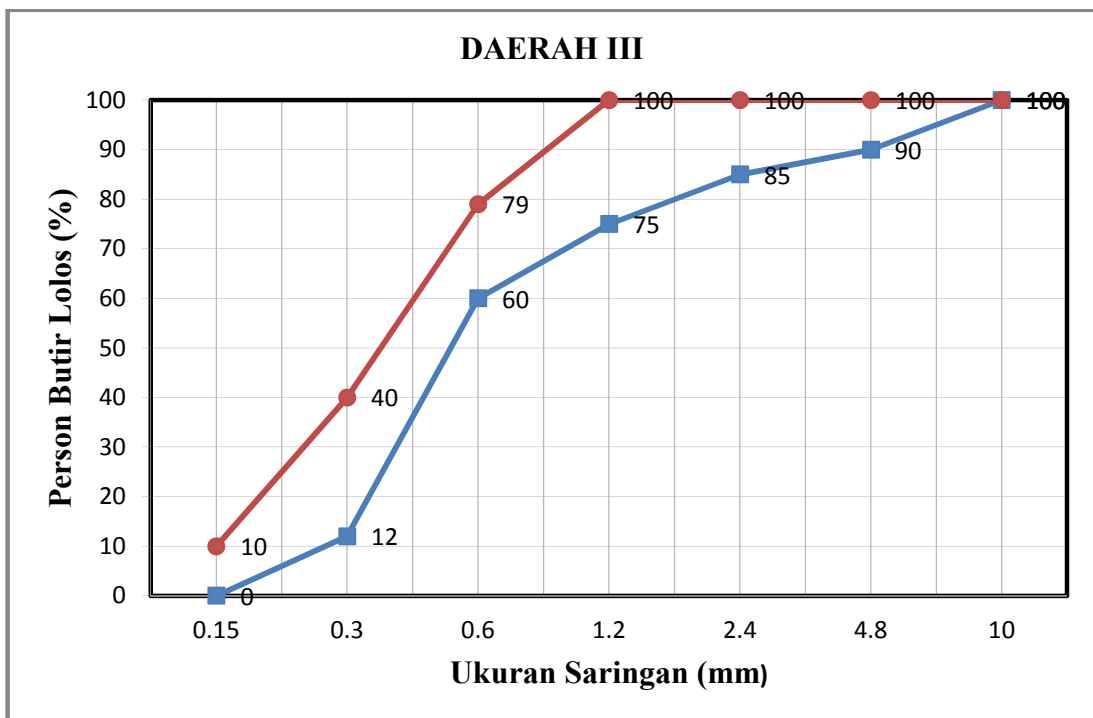
**Gambar 2.1** Grafik Daerah Gradasi I (Pasir Kasar)

sumber : Teknologi Beton Ir Tri Mulyono MT



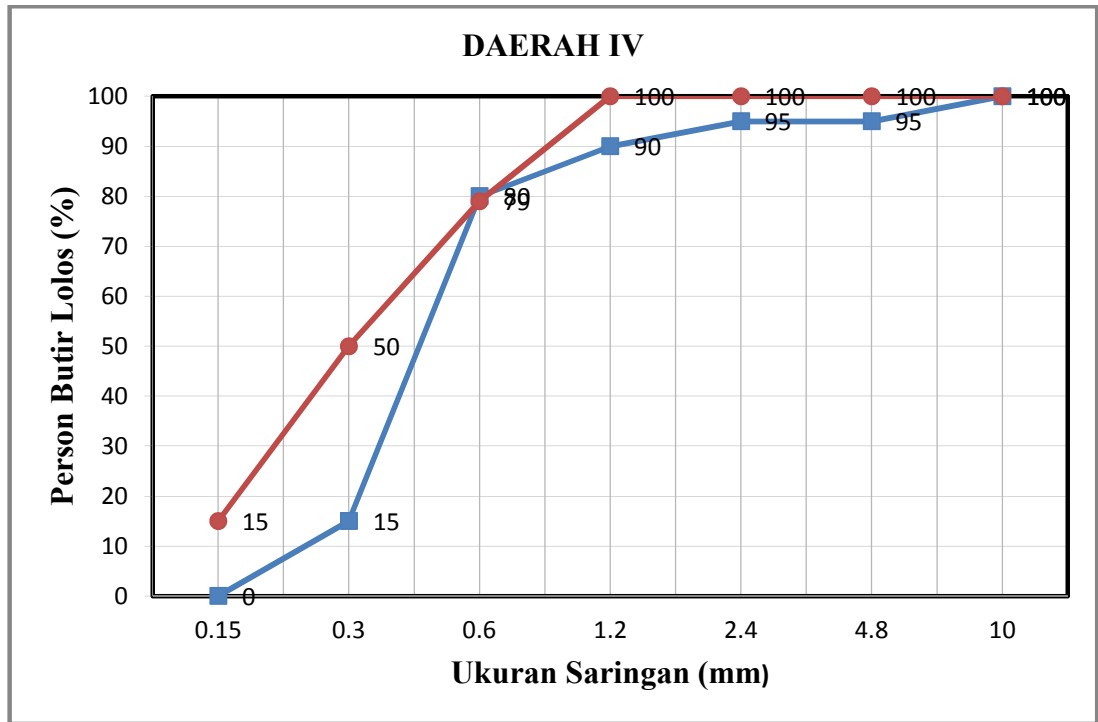
**Gambar 2.2** Grafik Daerah Gradasi II (Pasir Agak Kasar)

sumber : Teknologi Beton Ir Tri Mulyono MT



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

sumber : teknologi Beton Ir Tri Mulyono MT



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

sumber : teknologi Beton Ir Tri Mulyono MT

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

**Tabel 2.2** syarat mutu agregat halus menurut ASTM C – 33 – 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
------	--------

Menurut British Standard (B.S), gradasi agregat kasar (kerikil/batu pecah) yang baik sebaiknya masuk dalam batas, batas yang tercantum dalam tabel di bawah ini :

**Tabel 2.3** Syarat Agregat Kasar Menurut B.S

Lubang	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	40 – 85
4.8	0 – 5	0 – 10	0 – 10

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.

## 5. Ketahanan Kimia

Pada umumnya Beton tidak tahan terhadap serangan kimia. Adapun bahan kimia yang biasanya menyerang Beton yaitu serangan alkali dan serangan sulfat.

Bahan – bahan kimia pada dasarnya bereaksi dengan komponen – komponen tertentu dari pasta semen yang telah mengeras sebagian besar tergantung pada jenis semen yang digunakan, seperti yang diuraikan dibagian semen Portland.

## 6. Kekekalan

Sifat ketahanan agregat terhadap perubahan cuaca disebut ketahanan cuaca atau kekekalan. Sifat ini merupakan petunjuk kemampuan agregat untuk menahan perubahan volume yang berlebihan yang diakibatkan perubahan – perubahan pada kondisi lingkungan, misalnya pembekuan dan pencairan, perubahan suhu, musim kering dan musim hujan yang berganti – ganti.

## 7. Perubahan Volume

Factor utama yang menyebabkan terjadinya perubahan perubahan dalam volume adalah kombinasi reaksi kimia antar semen dengan air seiring dengan mengeringnya Beton. Jika agregat mengandung senyawa kimia yang dapat mengganggu proses hidrasi pada semen, maka Beton yang terbentuk akan mengalami keretakan. ASTM C. 330, memberikan ketentuan bahwa susut kering untuk agregat tidak boleh melebihi 0.10%.

## 8. Kotoran Organik

Bahan – bahan organik yang biasa dijumpai terdiri dari daun – daunan yang membusuk, humus dan asam. Apabila agregat terlalu banyak mengandung bahan – bahan organik maka proses hidrasi akan terganggu sehingga dapat menyebabkan penurunan mutu pada Beton yang dihasilkan.

Agregat dapat dibedakan menjadi beberapa jenis :

### 1. Jenis agregat berdasarkan berat

Ada 3 jenis agregat berdasarkan beratnya, yaitu:

- a. Agregat normal yaitu agregat yang memiliki berat isi tidak kurang dari  $1200 \text{ kg/m}^3$ .

- b. Agregat ringan yaitu agregat yang memiliki berat isi  $350 - 880 \text{ kg/m}^3$  untuk agregat kasarnya dan  $750 - 1200 \text{ kg/m}^3$  pada agregat halus. Campuran dari kedua agregat tersebut memiliki berat isi maksimum  $1400 \text{ kg/m}^3$ .
- c. Agregat berat adalah agregat yang memiliki berat isi lebih besar dari  $2800 \text{ kg/m}^3$ .

2. Jenis agregat berdasarkan bentuk

Test standar yang dapat digunakan dalam menentukan bentuk agregat ini adalah ASTM D – 3398. Kalsifikasi agregat berdasarkan bentuknya adalah sebagai berikut :

- Agregat bulat
- Agregat bulat sebagian dan tidak teratur
- Agregat bersudut
- Agregat panjang
- Agregat pipih
- Agregat pipih dan panjang

3. Jenis agregat berdasarkan tekstur permukaan

a. Agregat licin/halus (*glassy*)

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 licin cenderung mutunya rendah.

b. Berbutir (*granular*)

Pecahan agregat ini berbentuk bulat dan seragam

c. Kasar

Pecahan kasar dapat terdiri dari batuan berbutir halus atau kasar yang mengandung bahan – bahan berkrystal yang tidak dapat dengan terlihat jelas melalui pemeriksaan visual.

d. Kristal (*crystalline*)

Agregat jenis ini mengandung Kristal – Kristal yang Nampak dengan jelas melalui pemeriksaan visual.

e. Berbentuk sarang lebah (*honeycombs*)

Tampak dengan jelas pori – porinya dan rongga – rongganya. Melalui pemeriksaan visual, kita dapat melihat lubang – lubang pada batuanya.

4. Jenis agregat berdasarkan ukuran butir nominal

Dapat dibedakan menjadi dua golongan berdasarkan ukurannya yaitu agregat kasar dan agregat halus.

a. Agregat kasar adalah agregat yang semua butirnya tertinggal ayakan berlubang 4.8 mm ( SII. 0052, 1980) atau 4.75 mm (ASTM C33, 1982) atau 5.0 mm (BS. 812, 1976).

b. Agregat halus adalah agregat yang semua butirnya menembus ayakan berlubang 4.8 mm (SII. 0052, 1980) atau 4.75 mm (ASTM C33, 1982) atau 5.0 mm (BS. 812, 1976).

5. Jenis agregat berdasarkan gradasi

Gradasi agregat adalah distribusi dari ukuran agregat. Distribusi ini bervariasi dapat dibedakan menjadi 3 yaitu :

a. Gradasi sela (*gap gradation*)

Jika salah satu atau lebih dari ukuran butir atau fraksi pada satu set ayakan tidak ada, maka gradasi ini menunjukkan garis horizontal dalam grafiknya.

b. Gradasi menerus

Didefinisikan jika agregat yang semua ukuran butirnya ada dan terdistribusi dengan baik. Agregat ini lebih sering dipakai dalam campuran Beton untuk mendapatkan angka pori yang kecil dan kemampuan tinggi sehingga terjadi interlocking dengan baik, campuran Beton membutuhkan variasi ukuran agregat. Di bandingkan dengan gradasi sela atau seragam, gradasi menerus adalah yang paling baik.

c. Gradasi seragam

Agregat yang memiliki ukuran yang sama didefinisikan sebagai agregat seragam. Agregat ini terdiri dari batas yang sempit dari ukuran fraksi, dari diagram terlihat garis yang hamper tegak/vertical. Agregat dengan gradasi ini biasanya dipakai untuk Beton ringan yaitu jenis Beton tanpa pasir, atau untuk mengisi agregat gradasi sela, atau untuk campuran agregat yang kurang baik atau tidak memenuhi syarat.

1. Agregat Kasar

Kandungan agregat dalam campuran Beton biasanya sangat tinggi. Berdasarkan pengalaman, komposisi agregat tersebut berkisar 60 – 70% dari berat campuran Beton. Walaupun fungsinya hanya sebagai pengisi, tetapi karena komposisinya yang cukup besar, agregat inipun menjadi penting. Karena itu perlu dipelajari karakteristik agregat yang akan menentukan sifat mortar atau Beton yang akan dihasilkan.

Jika dilihat dari proses terbentuknya, batuan sebagai mineral dapat di bedakan menjadi tiga yaitu: batuan beku (magma), batuan endapan (sedimentasi), dan batuan peralihan/malihan (metamorf).

a. Batuan Beku (Magma)

Batuan magma atau sering disebut dengan 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, yakni batuan beku intrusif (batuan beku yang membeku dibawah permukaan bumi, dan batuan beku ekstrusif (batuan beku yang membeku di permukaan bumi)



**Gambar 2.5** Batuan Beku

b. Batuan Sedimen

Batuan sedimen atau biasa disebut sebagai 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 terendapkan dilautan, danau atau sungai.



**Gambar 2.6** Batuan Sedimen

c. Batuan Metamorf

Batuan metamorf terjadi karena proses metamorfosis, yaitu perubahan yang dialami oleh batuan

tersebut 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 di dalam kulit bumi yang lebih dalam, sebagai akibat dari terbentuknya pegunungan (vulkanik).
2. Metamorfosis kontak, yakni perubahan bentuk yang dialami batuan sebagai akibat dari intrusi magma panas disekitarnya (misalnya granit)



**Gambar 2.7** Batuan Metamorf

## 2. Agregat Halus

Agregat halus atau (pasir) yang digunakan sebagai bahan didalam perencanaan campuran Beton adalah merupakan butiran – butiran mineral keras yang bentuknya mendekati bulat dan ukuran butir terletak antara 0.075mm.



**Gambar 2.8** jenis – jenis pasir yang dikenal masyarakat

- a. Pasir Merah atau suka disebut Pasir Jebrod kalau di daerah Sukabumi atau Cianjur karena pasirnya diambil dari daerah Jebrod Cianjur. Pasir Jebrod biasanya digunakan untuk bahan Cor karena memiliki ciri lebih kasar dan batumannya agak lebih besar.
- b. Pasir Pasang yaitu 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 dari pasir elod ini 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. Pasir ini biasanya hanya untuk campuran pasir beton agar bisa digunakan untuk plesteran dinding, atau untuk campuran pembuatan batako.
- d. Pasir Beton yaitu pasir yang warnanya hitam dan butirannya cukup halus, namun apabila dikepal dengan tangan tidak menggumpal dan akan puyar

kembali. Pasir ini baik sekali untuk pengecoran, plesteran dinding, pondasi, pemasangan bata dan batu.

- e. Pasir Sungai adalah pasir yang diperoleh dari sungai yang merupakan hasil gigisan batu-batuan yang keras dan tajam, pasir jenis ini butirannya cukup baik (antara 0,063 mm – 5 mm) sehingga merupakan adukan yang baik untuk pekerjaan pasangan. Biasanya pasir ini hanya untuk bahan campuran saja.
- f. Pasir Urug adalah limbah pasir yang proses pembentukannya melalui dari hasil penyaringan atau pemisahan dari pasir sedot dan pasir cuci yang kemudian menjadi limbah pasir, secara kasat mata pasir ini sangat halus dan bersih, tapi kegunaan pasir ini tidaklah lebih hanya untuk bahan pengurungan saja, namun terkadang ada juga yang menggunakan sebagai bahan bangunan dan bahan adukan keramik.
- g. Pasir Putih Rangkas ini dinamakan pasir putih rangkas karena mempunyai ciri khas kelembutan dan butiran pasir yang halus, pasir putih ini kita dapatkan dari rangkas karena sudah terkenal kualitasnya yang bagus dan halus untuk bahan bangunan.
- h. Pasir Putih Cilegon yang berasal dari Cilegon ini diambil karena kualitasnya yang bagus untuk bahan bangunan rumah. Terkenal dengan kehalusan dan kelembutannya Pasir ini sangat bagus untuk bahan bangunan rumah.
- i. Pasir Hitam biasanya untuk pekerjaan struktur dan sering disebut pasir Beton. Dengan ciri khas kekuatan lebih dengan corak warnanya yang hitam pekat dan butiran pasir yang agak kasar serta tidak mengandung lumpur sehingga sangat baik jika pasir hitam ini digunakan sebagai sarana pengecoran konstruksi bangunan. Walaupun agak kasar biasanya Pasir hitam juga bisa untuk plesteran bangunan. Namun harus diayak dahulu baik secara manual dengan alat sederhana untuk proyek – proyek kecil maupun dengan menggunakan mesin ayakan pasir untuk proyek-proyek besar. Alhasil permukaan dinding bangunan yang diplester dengan pasir ini hasilnya lebih halus dan mudah diratakan tanpa mengurangi kekuatan konstruksi bangunannya.

### 3. Air

Air diperlukan pada pembuatan Beton untuk memicu proses kimiawi semen, membasahi agregat dan memberikan kemudahan dalam pekerjaan Beton. Air yang dapat diminum umumnya dapat digunakan sebagai campuran Beton. Air yang mengandung senyawa – senyawa yang 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.

Karena pasta semen merupakan hasil reaksi kimia antara semen dengan air, maka bukan perbandingan jumlah air terhadap total berat campuran yang penting, tetapi justru perbandingan air dengan semen atau yang biasa disebut sebagai Faktor Air Semen (water cement ratio). Air yang berlebihan akan menyebabkan banyaknya gelembung air setelah proses hidrasi selesai, sedangkan air yang terlalu sedikit akan menyebabkan proses hidrasi tidak tercapai seluruhnya, sehingga dapat mempengaruhi kekuatan Beton. Untuk air yang tidak memenuhi syarat mutu, kekuatan Beton pada umur 7 hari atau 28 hari tidak boleh kurang dari 90% jika dibandingkan dengan kekuatan Beton yang menggunakan air standar/suling (PB 1989 : 9).

Air yang diperlukan pada campuran Beton dipengaruhi oleh faktor – 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 kecelakaan yang sama.
- d. Kotoran dalam agregat, makin banyak kotoran pada agregat maka kebutuhan air meningkat.

- e. Jumlah agregat halus, jika agregat halus sedikit maka kebutuhan air semakin menurun.

Syarat umum air yang digunakan dalam campuran Beton harus bersih, tidak boleh mengandung minyak, asam, alkali, zat organis atau bahan lainnya yang dapat merusak Beton atau tulangan. Sebaiknya digunakan air tawar yang dapat diminum. Air yang digunakan dalam pembuatan Beton pra-tekan dan Beton yang akan ditanami logam aluminium (termasuk air bebas yang terkandung dalam agregat) tidak boleh mengandung ion klorida dalam jumlah yang membahayakan (ACI 318 – 89 : 2 – 2).

### 2.3 Pemilihan Proporsi Campuran

Pemilihan proporsi campuran beton harus ditentukan berdasarkan hubungan antara Kuat Tekan Beton dan Faktor Air Semen (fas). Perhitungan perencanaan campuran beton harus didasarkan pada data sifat-sifat bahan yang digunakan. Bila pada bagian pekerjaan konstruksi yang berbeda akan digunakan bahan yang berbeda, maka proporsi campuran yang akan digunakan harus direncanakan secara terpisah.

Susunan campuran beton yang diperoleh dari perhitungan perencanaan campuran harus dibuktikan melalui campuran coba yang menunjukkan bahwa proporsi tersebut memenuhi kekuatan beton yang disyaratkan. Bahan untuk coba harus mewakili bahan yang akan digunakan pada campuran sebenarnya.

#### 2.3.1 Kuat Tekan Rata-rata

##### 1. Deviasi Standar

Deviasi Standar yang didapat dari pengalaman di lapangan selama produksi beton menurut rumus:

$$sd = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (f'c_i - f'cr)^2}{n-1}} \dots\dots\dots (2.1)$$

dengan: sd = deviasi standar

$f'c_i$  = kuat tekan beton yang didapat dari masing-masing benda uji

$$f'_{cr} = \text{kuat tekan beton rata-rata} \quad (f'_{cr} = \frac{\sum_{i=1}^n f'c_i}{n})$$

n = jumlah data/nilai hasil uji.

Deviasi standar ditentukan berdasarkan tingkat mutu pengendalian pelaksanaan pencampuran beton dan volume adukan beton yang dibuat (Tabel 2.4), makin baik mutu pelaksanaan maka makin kecil nilai deviasi standar.

## 2. Nilai Tambah (M)

Nilai tambah dihitung dengan rumus:

$$M = 1,64 \times Sr \dots\dots\dots (2.2)$$

dengan : M = nilai tambah

1,64 = tetapan statistic yang nilainya tergantung pada persentase kegagalan hasil uji sebesar maksimum 5 %

Sr = deviasi standar rencana

Apabila dalam suatu produksi beton, hanya terdapat 15 sampai 29 hasil uji yang berurutan, maka nilai deviasi standar adalah perkalian deviasi standar yang dihitung berdasarkan data uji tersebut dengan faktor pengali (k) seperti Tabel 2.5. Sedang bila jumlah data hasil uji kurang dari 15, maka nilai tambah (M) diambil tidak kurang dari 12 MPa.

### 2.3.2 Menetapkan Kuat Tekan Rata-rata yang ditargetkan

Dihitung menurut rumus berikut :

$$f'_{cr} = f'c + M \dots\dots\dots (2.3)$$

$$f'_{cr} = f'c + 1,64 \cdot Sr \dots\dots\dots (2.4)$$

**Tabel 2.4** Faktor pengali (k) deviasi standar



Jumlah Data	$\geq 30$	25	20	15	$< 15$
Faktor Pengali	1,00	1,03	1,08	1,15	-

Sumber : SNI 03-2834-1993

**Tabel 2.5** Mutu pelaksanaan, volume adukan dan deviasi standar

Volume Pekerjaan		Deviasi Standar sd (MPa)		
Sebutan	Volume Beton (m <sup>3</sup> )	Mutu Pekerjaan		
		Baik Sekali	Baik	Dapat Diterima
Kecil	$< 1000$	$4,5 < s \leq 5,5$	$5,5 < s \leq 6,5$	$6,5 < s \leq 8,5$
Sedang	1000 – 3000	$3,5 < s \leq 4,5$	$4,5 < s \leq 5,5$	$5,5 < s \leq 7,5$
Besar	$> 3000$	$2,5 < s \leq 3,5$	$3,5 < s \leq 4,5$	$4,5 < s \leq 6,5$

Sumber : SNI 03-2834-1993

**Tabel 2.6** Nilai deviasi standar untuk berbagai tingkat pengendalian mutu pekerjaan

Tingkat Pengendalian Mutu Pekerjaan	Sd (MPa)
Memuaskan	2,8
Sangat Baik	3,5
Baik	4,2
Cukup	5,6
Jelek	7,0
Tanpa Kendali	8,4

Sumber : SNI 03-2834-1993

## 2.4 Slump

Slump pada dasarnya merupakan salah satu pengetesan sederhana untuk mengetahui *workability* beton segar sebelum diterima dan diaplikasikan dalam pekerjaan pengecoran. Slump beton segar harus dilakukan sebelum beton dituangkan dan jika terlihat indikasi plastisitas beton segar telah menurun cukup banyak, untuk melihat apakah beton segar masih layak dipakai atau tidak.

Slump ditetapkan sesuai dengan kondisi pelaksanaan pekerjaan (tabel 2.12) agar diperoleh beton yang mudah dituangkan/dicor, dipadatkan dan diratakan.

**Tabel 2.7** Penetapan nilai slump

Pemakaian Beton	Nilai Slump (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

#### 2.4.1 Ukuran Agregat Maksimum

Ukuran butir agregat maksimum tidak boleh melebihi i:

1.  $1/5$  jarak terkecil antara bidang-bidang samping dari cetakan;
2.  $1/3$  dari tebal pelat;
3.  $3/4$  dari jarak bersih minimum di antara batang-batang atau berkas-berkas tulangan.

Selain itu, gradasi agregat yang digunakan (agregat halus dan agregat kasar) harus memenuhi persyaratan gradasi agregat untuk beton.

## 2.5 Kuat Tekan Beton

Kuat tekan beton adalah perbandingan antara tingkatan beban yang diberikan dengan luas penampang. Kuat tekan beton biasanya berhubungan dengan sifat-sifat lain, maksudnya apabila kuat tekan beton tinggi, sifat-sifat lainnya juga baik. Kekuatan tekan beton dapat dicapai sampai 1000 kg/cm<sup>2</sup> atau lebih, tergantung pada jenis campuran, sifat-sifat agregat, serta kualitas perawatan. Kekuatan tekan beton yang paling umum digunakan adalah sekitar 200 - 500 kg/cm<sup>2</sup>. Nilai kuat tekan beton didapatkan melalui tata cara pengujian standar, menggunakan mesin uji dengan cara memberikan beban tekan bertingkat dengan kecepatan peningkatan beban tertentu dengan benda uji berupa silinder berukuran diameter 15 cm dan tinggi 30 cm. Selanjutnya benda uji ditekan dengan mesin tekan sampai pecah. Beban tekan maksimum sampai benda uji pecah di bagi dengan luas penampang benda uji merupakan nilai kuat tekan beton yang dinyatakan dalam MPa atau kg/cm<sup>2</sup>.

$$f'c = \frac{P}{A} \times \frac{1}{fu} \dots\dots\dots (2.5)$$

- dengan:
- $f'c$  = kuat tekan (MPa)
  - $P$  = beban maksimum (kg)
  - $A$  = luas penampang benda uji (mm<sup>2</sup>)
  - $Fu$  = faktor umur

**Tabel 2. 8** Konversi umur uji kuat tekan beton

U	3	7	14	21	28	90	365
Fu	0,46	0,66	0,88	0,95	1	1,2	1,3

Sumber SNI 03-2834-1993

Kuat tekan sangat dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain (Kardiyono Tjokrodimulyo, 1992) :

1. Pengaruh mutu semen Portland.
2. Pengaruh dari perbandingan adukan beton.
3. Pengaruh air untuk membuat adukan.
4. Pengaruh umur beton.
5. Pengaruh waktu pencampuran.

6. Pengaruh perawatan.
7. Pengaruh bahan campuran tambah.

## 2.6 Pemeriksaan Sifat Fisik Material di Laboratorium

Pemeriksaan sifat fisik material berguna dalam merencanakan campuran beton. Adapapun pemeriksaan yang dilakukan yaitu :

### a. Analisa Saringan

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

$$MHB = \frac{\text{Jumlah \% Kumulatif Tertinggal}}{100} \dots\dots\dots (2.6)$$

### b. Pemeriksaan Kehalusan Semen

Kehalusan semen sangat mempengaruhi proses 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 dimaksudkan untuk mendapatkan semen standar sebagai bahan pengikat dalam campuran beton.

$$F = \frac{W1}{W2} \times 100\% \dots\dots\dots (2.7)$$

dengan :

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 smen yang akan dipergunkan dalam perencanaan campuran beton.

$$\text{Berat Jenis Semen} = \frac{BS}{(v2-v1) \times d} \dots\dots\dots (2.8)$$

dengan: BS = Berat semen (gr)

V1 = Pembacaan skala ke-1 (ml)

V2 = Pembacaan skala ke-2 (ml)

d = Berat isi air (1)

d. Berat Jenis dan Penyerapan

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

$$Bj \text{ Kering} = \frac{Bk}{(W2+Bj-W1)} \dots\dots\dots (2.9)$$

$$Bj \text{ jenuh (SSD)} = \frac{Bj}{(W2+Bj-W1)} \dots\dots\dots (2.10)$$

$$\text{Penyerapan} = \frac{Bj-Bk}{Bk} \times 100\% \dots\dots\dots (2.11)$$

dengan: 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.

$$\text{Kadar Air Agregat} = \frac{w1-w2}{w2} \times 100\% \dots\dots\dots (2.12)$$

dengan: w1 = Berat agregat (gr)

w2 = 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 :

- 1) Cara Lepas
- 2) Cara Penggoyangan
- 3) Cara Perojokan

$$\gamma = \frac{W_3}{V} \dots\dots\dots (2.13)$$

dengan:  $\gamma$  = berat isi agregat

$W_3$  = berat benda uji

$V$  = volume wadah

g. Pemeriksaan Keausan Agregat Kasar

Mesin Los Angeles merupakan salah satu mesin untuk pengujian keausan / abrasi agregat kasar, fungsinya adalah kemampuan agregat untuk menahan 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. Persyaratan keausan agregat kasar adalah harus lebih kecil dari 27%.

$$\text{Nilai Keausan Los Angeles} = \frac{A-B}{A} \times 100\% \dots\dots\dots (2.14)$$

Dengan :  $A$  = Berat sampel semula (gram)

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

h. Pemeriksaan Kadar Lumpur Agregat

Pemeriksaan Kadar Lumpur Agregat bertujuan untuk menentukan persentasi kadar lumpur dalam agregat.

$$\text{Kadar Lumpur Agregat} = \frac{w_1-w_2}{w_2} \times 100\% \dots\dots\dots (2.15)$$

dengan:  $w_1$  = Berat agregat mula-mula (gr)

$w_2$  = Berat sampel setelah dikeringkan selama 24 jam (gr)

## 2.7 Kulit Kemiri

Kulit kemiri atau cangkang kemiri selama ini hanya dikenal sebagai bahan buangan dari tanaman kemiri. Pemanfaatan kulit kemiri kelak dapat dimaksimumkan ke jenjang yang lebih tinggi lagi. Kulit/cangkang kemiri selama ini hanya berputar pada hal – hal bersifat tradisional, misalnya sebagai bahan bakar pengganti kayu bakar maupun sebagai obat nyamuk bakar. Namun kenyataanya potensial dari kulit/cangkang kemiri dapat dimanfaatkan lebih besar lagi (Triwulan, 2007).



**Gambar 2.9** Pecahan kulit kemiri

Adapun komposisi cangkang/kulit kemiri yaitu  $\text{CaO}$ ,  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{AlO}_3$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ . Saat semua bereaksi, akan ada sisa  $\text{SiO}_2$  yang belum bereaksi akan membentuk reaksi silika turunan dengan gel  $\text{CSH} - 2$  menghasilkan gel  $\text{CSH} - 3$  yang lebih padat, sehingga akan meningkatkan pasta semen dan agregat. Penelitian yang dilakukan oleh Sandro Janesra Gurning dan Nursyamsi (2014) dalam penelitian abu sekam padi dan cangkang kemiri di kombinasikan dalam satu campuran Beton.

## 2.8 Penelitian Terdahulu

Penelitian mengenai Beton dengan cangkang/kulit kemiri sebagai bahan campuran Beton, telah banyak dilakukan oleh penelitian sebelumnya.

Andreas Ivo Jangin, Eddy Samsurizal, Asep Supriyadi, (2016). Meneliti studi eksperimental beton ramah lingkungan dengan menggunakan kulit kemiri sebagai agregat kasar, Mahasiswa Teknik Sipil Universitas Tanjungpura. Dari hasil penelitian diperoleh kesimpulan bahwa kulit kemiri sebagai agregat kasar dalam campuran Beton ternyata tidak dapat mencapai kuat tekan yang direncanakan. Nilai kuat tekan karakteristik Beton agregat kasar kulit kemiri yaitu 8,39 MPa pada umur 28 hari. Disebabkan beberapa vaktor yaitu bentuk kulit kemiri yang pipih, sebagian permukaan licin, nilai berat jenis yang kecil, dan komposisi campuran Beton. Nilai kuat tarik belah rata – rata Beton agregat kulit kemiri yaitu 0,99 MPa, sedangkan Beton normal yaitu 3,35 MPa. Untuk rata – rata nilai modulus elastisitas Beton agregat kulit kemiri yaitu 30,902 MPa, sedangkan Beton normal 20,732 MPa. Terjadi perbedaan hasil Beton agregat batu dan Beton agregat kulit kemiri.

Dian Amri, (2019). Meneliti pengaruh penambahan pecahan kulit kemiri sebagai pengganti sebagian agregat kasar terhadap massa dan kuat tekan beton. Medan, Universitas Medan Area. Dari hasil penelitian diperoleh kesimpulan bahwa penambahan kulit kemiri pada campuran Beton mengakibatkan penurunan kuat tekan Beton normal disetiap variasi persentasenya. Hal ini disebabkan kurangnya daya ikat antara semen dan pasir. Berat jenis kulit kemiri menyebabkan kulit kemiri naik kepermukaan Beton saat proses pemadatan Beton menggunakan vibrator. Hal ini menyebabkan permukaan Beton menjadi tidak rata. Kulit kemiri yang naik kepermukaan menyebabkan kekuatan pada permukaan Beton menjadi sangat lemah.

Mulyati, Aidi Adman, (2019). Meneliti pengaruh penambahan cangkang kemiri dan sikacim concrete additive terhadap kuat tekan Beton normal. Jl. Gajah Mada Kandis Nanggalo, Institut Teknologi Padang. Dari hasil penelitian diperoleh kesimpulan bahwa ternyata dapat meningkatkan nilai kuat tekan Beton dengan signifikan. Nilai kuat tekan Beton rata – rata pada umur 28 hari dengan bahan



tambah kombinasi antara cangkang kemiri 0,25%, 0,5%, 0,75%, 1% dari berat agregat dan semen, dengan sikacim concrete additive 0,7% dari volume air pada campuran Beton normal, terjadi peningkatan berturut – turut sebesar 4,78%, 7,06%, 9,38%, 11,90% dari kuat tekan Beton tanpa bahan tambah. Hal ini terjadi karena cangkang kemiri memiliki tekstur yang keras dan berbentuk menyudut dapat mengisi rongga – rongga pada Beton, sehingga akan membuat Beton menjadi lebih padat, sedangkan sikacim concrete additive berfungsi sebagai pengisi pori – pori Beton, mempermudah pengecoran, mempercepat proses pengerasan Beton, dan mengurangi keropos pada Beton.

## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### **3.1 Penyediaan Bahan Penyusun Beton**

Bahan – bahan penyusun Beton dalam penelitian ini adalah :

1. Semen yang digunakan semen Portland Type 1 ( *Ordinary Portland Cement* ).
  - SNI 2049 : 2015
  - ASTM C 150/C 150M – 12
  - BS EN 197 – 1 : 2000
2. Agregat Halus yang digunakan adalah pasir sungai yang di beli dari toko material bahan bangunan yang berasal dari Kota Binjai.
3. Agregat kasar ( Kerikil ) yang digunakan dari toko material bahan bangunan yang berasal dari Kota Binjai.
4. Agregat kasar (kulit kemiri) yang digunakan berasal dari samosir
5. Air dari LAB Beton Universitas HKBP Nommensen Medan.

#### **3.2 Lokasi Penelitian**

Penelitian dan pengamatan di lakukan di Laboratorium Beton Universitas HKBP Nommensen Medan.

#### **3.3 Alat yang Digunakan**

Dalam proses pengujian bahan, pembuatan benda uji serta pengujian benda uji digunakan beberapa alat yang telah disediakan oleh Laboratorium beton Fakultas Teknik Sipil Universitas HKBP Nommensen Medan untuk mempermudah dalam pembuatan benda uji.

#### **3.4 Pengujian Bahan**

Sebelum memulai untuk membuat benda uji, bahan-bahan yang akan digunakan harus diuji terlebih dahulu untuk memastikan bahan-bahan tersebut telah memenuhi syarat yang telah ditentukan.

Untuk agregat kasar (batu guli) Pengujian dilakukan terdiri dari berat jenis dan pemeriksaan keausan dengan mesin Los Angeles.

### **3.5 Penentuan Jenis dan Jumlah Benda Uji**

Direncanakan dalam penelitian ini jumlah benda uji keseluruhan 48 (benda uji). Beton dengan variasi 0% dengan jumlah benda uji 12 buah, beton dengan campuran kulit kemiri 10% dengan jumlah benda uji 12 buah, beton dengan campuran kulit kemiri 20% dengan jumlah benda uji 12 buah, dan beton dengan campuran kulit kemiri 30% dengan jumlah benda uji 12 buah. Cetakan benda uji terbentuk dari silinder (15cmx30cm).

### **3.6 Pengujian *Slump***

Uji *Slump* adalah suatu uji empiris/metode yang digunakan untuk menentukan konsistensi/kekakuan (dapat dikerjakan atau tidak) dari campuran beton segar (*fresh concrete*) untuk menentukan tingkat *workability* nya. 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.

### **3.7 Perawatan (*Curing*)**

Perawatan ini dilakukan setelah beton mencapai final setting, artinya beton telah mengeras. Perawatan ini dilakukan agar proses hidrasi selanjutnya tidak mengalami gangguan jika hal ini terjadi, beton akan mengalami keretakan karena kehilangan air yang begitu cepat. Perawatan benda uji dilakukan dengan perendaman bertujuan untuk menjamin proses hidrasi semen dapat berlangsung dengan sempurna sehingga retak-retak pada permukaan beton dapat dihindari serta mutu beton yang diinginkan dapat tercapai. Selain itu kelembaban permukaan beton juga dapat menambah ketahanan beton terhadap pengaruh cuaca dan lebih kedap air.

### **3.8 Pengujian Kuat Tekan Sampel Beton**

Pengujian kuat tekan beton dilakukan pada umur beton 28 hari.

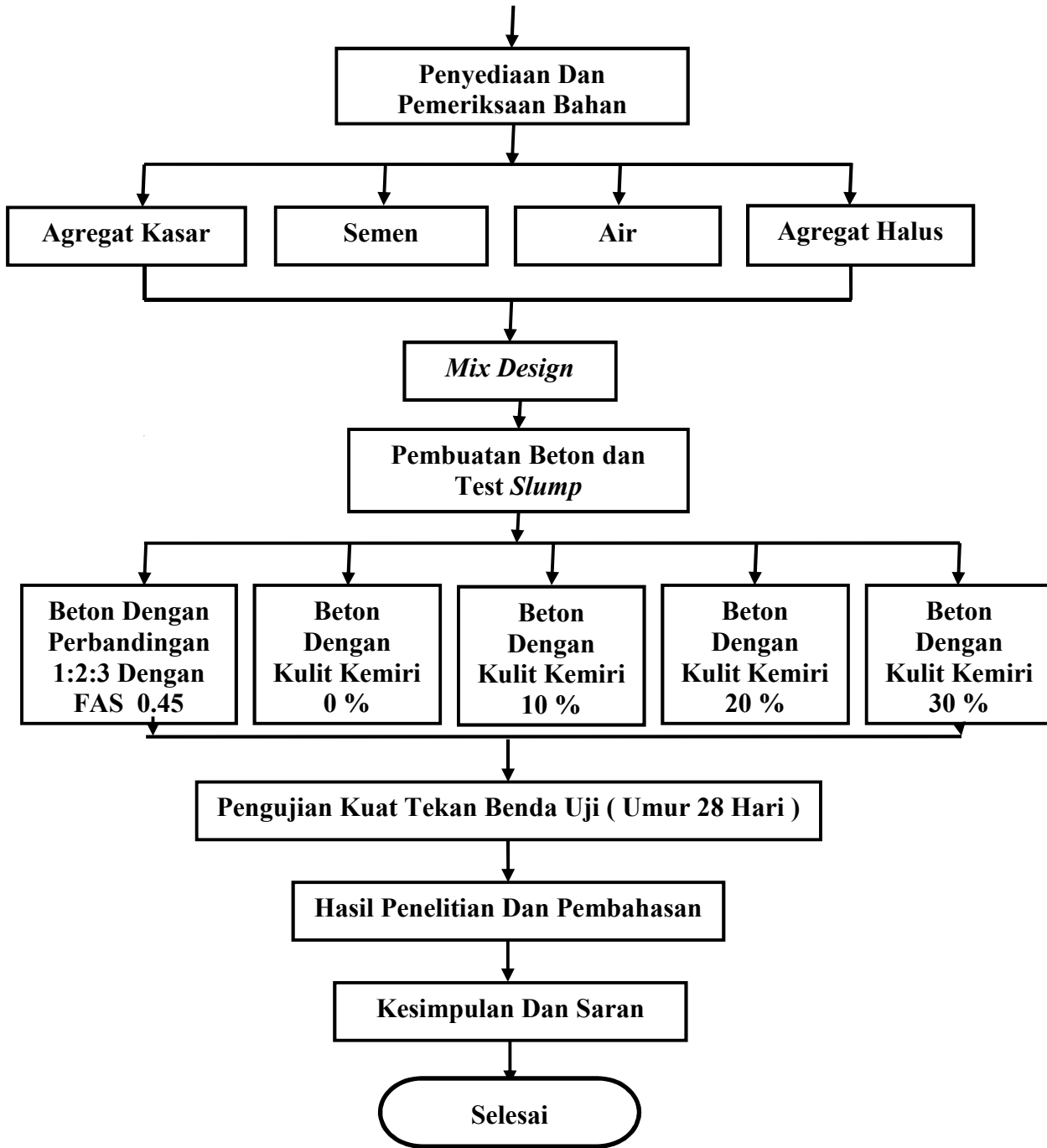


**Gambar 3.1** Alat kuat tekan beton (CONTROLIS MILANO – ITALY)

### **3.9 Tahap Penelitian**

Penelitian ini mempunyai tahap-tahapan yang dilakukan dapat dilihat pada Gambar 3.2 berikut :

**Mulai**



Gambar 3.2 Bagan alir penelitian