

# 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 keuntungan 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 turunnya 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 Dan Manfaat Penelitian**

### **1.2.1 Tujuan Penelitian**

1. untuk mengetahui pengaruh penggunaan limbah kulit kemiri sebagai pengganti sebagian agregat kasar dalam perancangan campuran Beton terhadap kuat tekan yang di hasilkan.
2. untuk mengetahui seberapa besar Kuat tekan 28 hari.

### **1.2.2 Manfaat Penelitian**

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

## **1.3 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%, 3%, 6%,9% dan 12% kulit kemiri?

## **1.4 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 , 14 , 21 dan 28 hari.

- c) Bentuk benda uji berupa silinder berukuran Ø 15 cm, tinggi 30 cm.
- 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 di pakai adalah pecahan kulit kemiri yang sudah tidak di gunakan lagi dengan kondisi tersimpan di luar ruangan, dan batu pecah yang berasal dari Binjai.
- h) Persentase kulit kemiri digunakan dengan variasi 0% 3%, 6%,9% dan 12%.
- i) Benda uji yang dihasilkan 60 buah.
- j) Alat untuk pengujian tekan Beton menggunakan alat laboratorium teknik sipil
- k) Air yang digunakan adalah air yang berasal dari laboratoriumTeknik Sipil, Universitas HKBP Nommensen Medan.

## **1.5 Maksud Penelitian dan Metode Penelitian**

### **1.5.1 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.

### **1.5.2 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.

## **1.6 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.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Pengertian Umum**

##### **2.1.1 Pengertian Beton**

Beton merupakan komponen yang sangat penting didalam dunia konstruksi yang paling sering digunakan pada pembuatan segala jenis bangunan seperti gedung bertingkat, jalan, jembatan dan bangunan sipil lainnya. Beton terbuat dari beberapa material penyusun,

semakin baik dan tepat komposisi penyusun dari beton maka semakin baik kualitas beton yang dihasilkan.

“Beton adalah campuran semen portland atau semen hidrolis lainnya, agregat halus, agregat kasar dan air, dengan atau tanpa bahan tambahan (*admixture*)”. (SNI 2847:2003).

“Beton adalah bahan gabungan yang terdiri dari agregat kasar dan halus yang dicampur dengan air dan semen sebagai pengikat dan pengisi antara agregat kasar dan halus, seringkali ditambahkan *admixture* atau *additive* bila diperlukan”. (Subakti,1994).

“Beton dibentuk oleh pengerasan campuran antara semen, air, agregat halus (pasir) dan agregat kasar (batu pecah atau kerikil). Kadang-kadang ditambahkan bahan lain (*Admixture*) untuk memperbaiki kualitas beton”. (Asroni, 2010:2).

Menurut Tjokrodimuljo (2004:I-I), “Beton diperoleh dengan cara mencampurkan semen portland, air, agregat. Adapun untuk beton khusus (selain beton normal) ditambahkan bahan tambah, misalnya pozolan, bahan kimia pembantu dan sebagainya”.

Beton juga dapat didefinisikan sebagai bahan bangunan dan konstruksi yang sifat-sifatnya dapat ditentukan terlebih dahulu dengan mengadakan perencanaan dan pengawasan yang teliti terhadap bahan-bahan pembentuknya (Samekto, 2001).

Dengan demikian dari beberapa pendapat para ahli diatas bisa disimpulkan bahwa beton adalah campuran yang terbentuk dari semen, air, agregat halus (pasir) dan agregat kasar (batu pecah atau kerikil) dengan perbandingan yang sesuai dan jika dibutuhkan beton dapat ditambahkan dengan bahan tambah (*Admixture* atau *Additive*) untuk menambah kualitas dari beton tersebut.

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

- c. Jika FAS tetap, semakin banyak semen berarti semakin banyak kebutuhan air sehingga keplastisannya semakin tinggi. 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 40 mm. 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

### 2.1.2 Jenis -jenis Beton

#### 1 . Beton Mortar

Bahan baku pembuatan beton mortar terdiri dari campuran semen, pasir, batu dan kapur (*limestone*). Ada tiga ragam mortar yang sering digunakan antara lain semen, pasir, batu kapur dan agregat halus. Beton ini memiliki kekuatan Tarik dan diktilitas yang baik. Jika campuran air, adonan ini lebih kental dan pekat disbanding beton atau *concrete*.

#### 2 . Beton Ringan

Beton ringan (*Lightweight Concrete*) dibuat dengan memakai agregat yang berbobot ringan atau juga kerap menambahkan zat adiktif sejenis *foam agent* yang bisa membentuk gelembung – gelembung udara di dalam beton. Semakin banyak jumlah gelembung udara yang tersimpan pada beton, maka pori – porinya pun akan semakin bertambah sehingga ukurannya juka bakal kian membesar. Hasilnya, bobot beton tersebut akan lebih ringan disbanding dengan betom pada umumnya yang memiliki ukuran yang sama.

Beton ringan biasanya digunakan pada dinding non-struktural dan berat jenisnya tak lebih dari  $1900 \text{ kg/m}^3$ . Bahkan bobotnya bias mencapai  $400 \text{ kg/m}^3$  seperti pada bata ringan CLC dan AAC.

#### 3 . Beton Non-Pasir

non-pasir juga sering dikenal dengan sebutan beton porous atau beton pervious. Proses pembuatan beton non-pasir sama sekali tidak menggunakan pasir, melainkan hanya menggunakan kerikil, semen dan air. Hal ini menyebabkan terbentuknya rongga udara dicelah – celah kerikil sehingga total berat jenisnya pun lebih rendah.

Penggunaan beton non-pasir ini sering digunakan pada pekerjaan struktur ringan, kolom, batako, pagar beton, rabat beton dan buis beton. Beton ini juga berguna untuk menciptakan beton dengan permeabilitas tinggi yang dapat mengalirkan air kelapisan bawahnya. Berat jenis beton ini bisa berkisar antara  $1963.04 \text{ kg/m}^3$  sampai  $2047,34 \text{ kg/m}^3$ .

#### 4. Beton Hampa

Beton hampa merupakan beton khusus yang digunakan pada konstruksi dengan spesifikasi khusus. Disebut hampa karena pembuatan dilakukana dengan penyedotan air pengencer adukan beton memakai alat vacuum khusus. Akibatnya beton pun hanya mengandung air yang telah bereaksi dengan semen saja sehingga memiliki kekuatan dalam pendirian bangunan – bangunan pencakar langit.

#### 5. Beton Bertulang

Beton bertulang tercipta dari perpaduan adukan dengan tulangan besi atau baja. Dimana beton bertulang ini memiliki sifat yang kuat terhadap gaya tekan tetapi lemah terhadap gaya Tarik. Oleh sebab itu tulangan baja sengaja ditanamkan kedalamnya agar kekuatan beton tersebut meningkat terhadap gaya tarik. Beton bertulang adalah konstruksi yang sudah sangat umum digunakan didalam berbagai proyek konstruksi. Beton bertulang biasanya dipasang pada struktur bentang lebar seperti plat lantai, kolom bangunan, jalan, jembatan dan sebagainya.

#### 6. Beton Pra-Tegang

Pada dasarnya pembuatan beton pra-tegang sangat mirip dengan pembuatan beton bertulang hanya saja perbedaannya terletak pada tulangan baja yang dipakai didalam beton tersebut, dimana didalam beton pra-tegang digunakan tulangan baja yang harus ditegangkan terlebih dahulu. Tulangan yang diberikan adalah tulangan khusus seperti pc



bar, pc wire atau pc strand. Tujuannya supaya beton tidak mengalami keretakan walau menahan beban lenturan yang besar. Penerapan beton pra-tegang juga banyak dilakukan untuk menyangga struktur bangunan bentang lebar.

#### 7. Beton Pra-Cetak

Beton pra-cetak (*industry precast*) adalah beton yang dicetak diluar area pengerjaan proyek pembangunan yang bertujuan untuk membuat kualitas beton yang lebih baik. Selain itu, pemilihan beton ini juga didasari pada sempitnya lokasi proyek dan tidak adanya tenaga yang tersedia. Beton pra-cetak biasanya diproduksi oleh perusahaan – perusahaan yang bergerak dibidang pembangunan dan pengadaan material.

#### 8. Beton Massa

Beton massa yaitu beton yang dibuat dalam jumlah yang cukup banyak. Penuangan beton ini juga sangat besar di atas rata – rata. Begitu pula dengan perbandingan antara volume dan luas permukaan-nya pun sangat tinggi. Pada umumnya, beton massa memiliki dimensi yang berukuran lebih dari 60 cm. Beton ini banyak digunakan pada pembuatan pondasi besar, pilar bangunan dan bendungan.

#### 9. Beton Siklop (*Cylop Concrete*)

Beton siklop merupakan beton yang menggunakan agregat yang cukup besar sebagai bahan pengisi tambahannya. Ukuran penampang agregat tersebut berkisar antara 15-20 cm. bahan ini lantas ditambahkan keadukan beton normal sehingga dapat meningkatkan kekuatannya. Beton siklop sering digunakan pada pembangunan bendungan, jembatan dan bangunan air lainnya.

#### 10. Beton Serat

Secara prinsip beton serat dibuat dengan menambahkan serat – serat tertentu kedalam adukan beton. Contoh – contoh serat yang sering digunakan yaitu serat asbestos, plastic, kawat baja hingga tumbuh – tumbuhan. Penambahan serat dimaksudkan untuk

meningkatkan dektailitas pada beton tersebut sehingga tidak mudah mengalami keretakan.

### **2.1.3 Kelebihan Dan Kekurangan Beton**

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

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

Walaupun beton mempunyai beberapa kelebihan, beton juga memiliki beberapa kekurangan, menurut (Tjokrodimuljo, 2007) kekurangan beton adalah sebagai berikut :

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

dengan memberikan baja tulangan, serat baja dan sebagainya agar memiliki kuat tarik yang tinggi.

Menurut (Mulyono.T, 2004), sebagai bahan bangunan beton mempunyai beberapa kelebihan antara lain, yaitu :

1. Dapat dengan mudah dibentuk sesuai dengan kebutuhan konstruksi.
2. Mampu memikul beban yang berat.
3. Tahan terhadap temperatur yang tinggi.
4. Biaya pemeliharaan yang kecil.
5. Ketersediaan material dasar.
6. Memiliki kemampuan untuk beradaptasi.

Walaupun beton mempunyai kelebihan, beton juga mempunyai kelemahan. Beberapa kelemahan itu antara lain :

1. Bentuk yang telah dibuat sulit untuk diubah.
2. Pelaksanaan pekerjaan membutuhkan ketelitian yang tinggi.
3. Berat sendiri yang cukup besar.
4. Daya pantul suara yang keras.
5. Lemah terhadap gaya tarik yang akan menyebabkan retak.

## **2.2 Bahan Pembentuk Beton**

### **2.2.1 Semen Portland**

Semen portland merupakan bubuk halus yang diperoleh dengan mengiling klinker (yang didapat dari pembakaran suatu campuran yang baik dan merata antara kapur dan bahan-bahan yang mengandung silika, alumina, dan oksid besi), dengan batu gips sebagai bahan tambah dalam jumlah yang cukup. Bubuk halus ini bila dicampur dengan air, selang beberapa waktu dapat menjadi keras dan digunakan sebagai bahan ikat hidrolis.

Semen jika dicampur dengan air akan membentuk adukan yang disebut past semen, jika dicampur dengan agregat halus (pasir) dan air, maka akan terbentuk adukan yang disebut mortar, jika ditambah lagi dengan agregat kasar (kerikil) akan terbentuk

adukan yang biasa disebut dengan beton. Dalam campuran beton, semen bersama air sebagai kelompok aktif sedangkan pasir dan kerikil sebagai kelompok pasif adalah kelompok yang berfungsi sebagai pengisi.

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 (*ciln*). 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 kepermukaan, 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.

Semen portland dibagi menjadi lima jenis kategori sesuai dengan tujuan pemakaiannya (SK SNI S-04-1989-F) yaitu :

##### 1. Jenis I

Semen portland untuk konstruksi umum, yang tidak memerlukan persyaratan-persyaratan khusus seperti yang disyaratkan pada jenis-jenis lain.

##### 2. Jenis II

Semen portland untuk konstruksi yang agak tahan terhadap sulfat dan panas hidrasi yang sedang.

##### 3. Jenis III

Semen portland untuk konstruksi dengan syarat kekuatan awal yang tinggi.

#### 4. Jenis IV

Semen portland untuk konstruksi dengan syarat panas hidrasi yang rendah.

#### 5. Jenis V

Semen portland untuk konstruksi dengan syarat sangat tahan terhadap sulfat.

### 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 karena komposisinya 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 butirannya 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 dibedakan 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 (*Standard 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 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 – butiranya 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 :

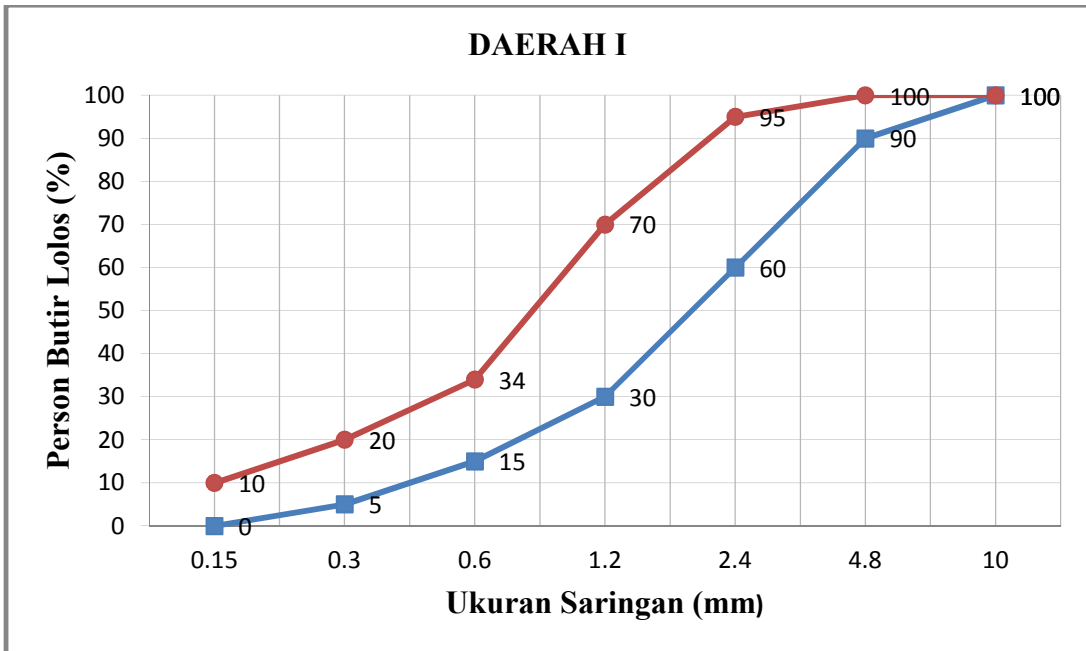
Tabel 2.1 Batas Gradasi Agregat Halus (BS)

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

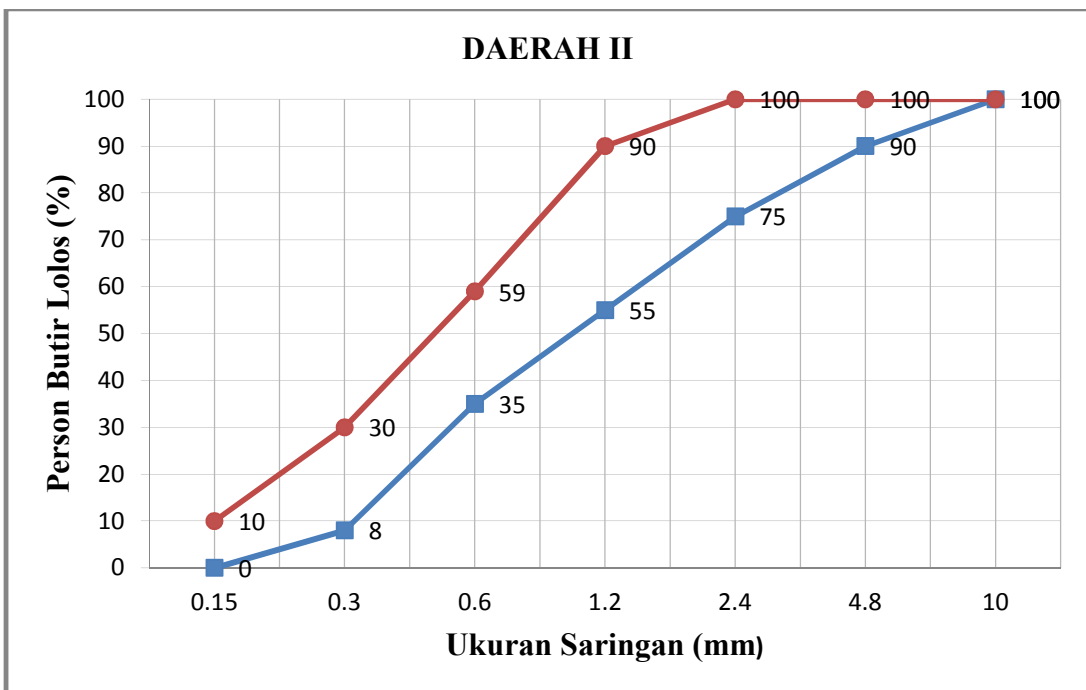
Keterangan :

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



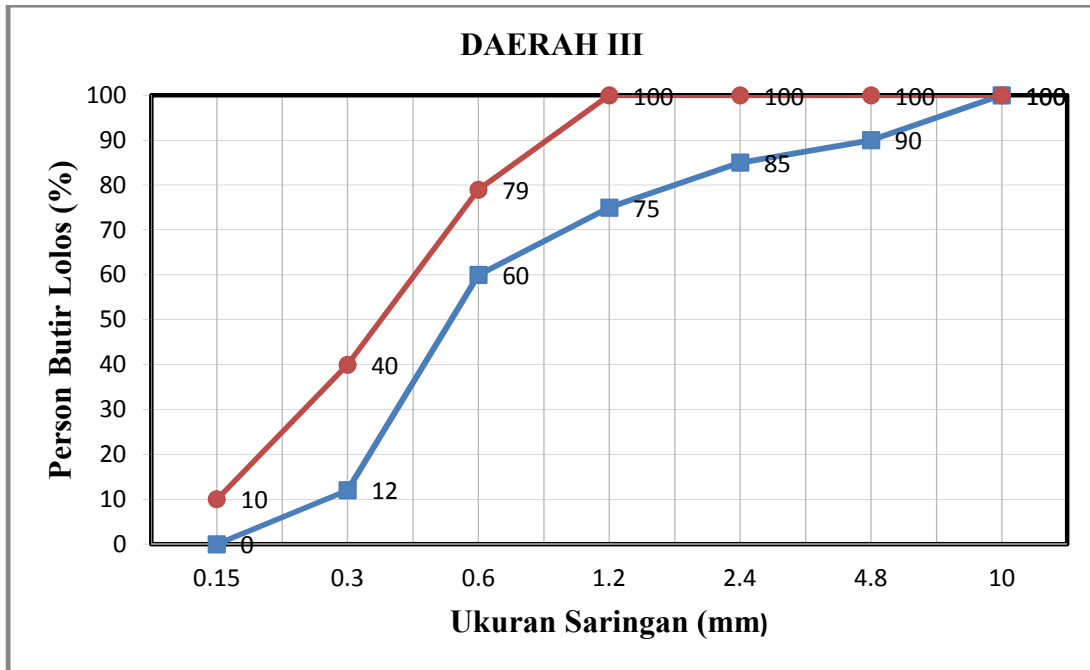
Gambar 2. 1 Grafik Daerah Gradasi I (Pasir Kasar)

sumber : Teknologi Beton Ir Tri Mulyono MT



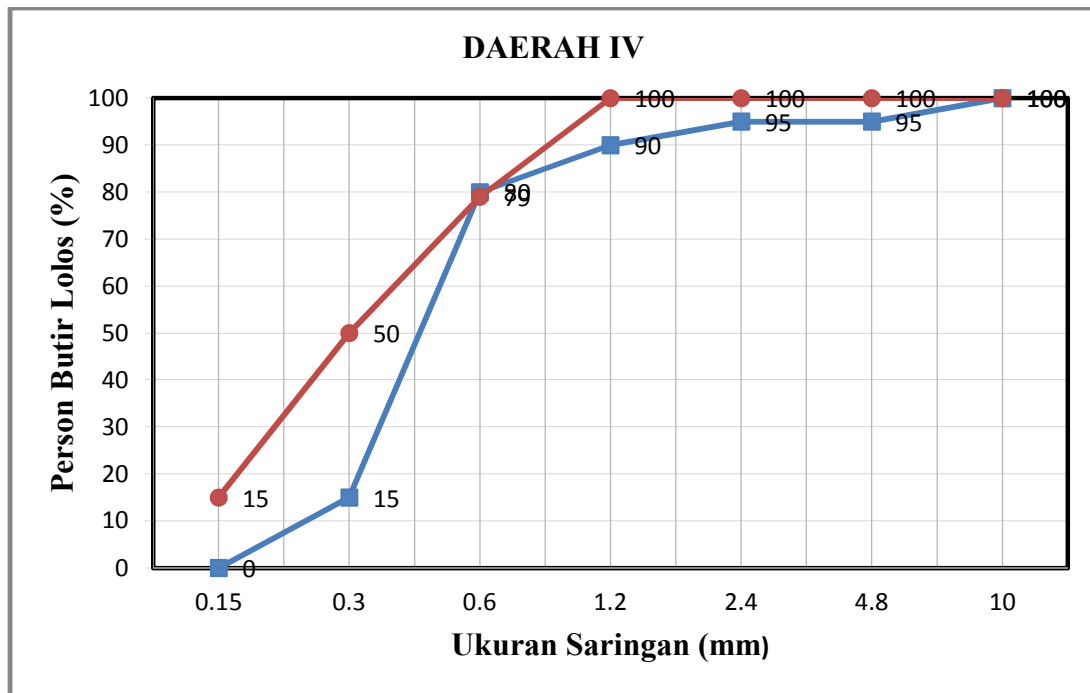
Gambar 2. 2 Grafik Daerah Gradasi II (Pasir Agak Kasar)

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

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

Menurut Brittish Standart (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

<b>Lubang</b>	<b>Persen Butir lewat Ayakan, Besar Butir Maks</b>		
	<b>40 mm</b>	<b>20 mm</b>	<b>12.5</b>
<b>Ayakan (mm)</b>			
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.

### 3. 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.

### 4. 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.

### 5. 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%.

### 6. Kotoran Organik

Bahan – bahan organik yang biasa dijumpai terdiri dari daun – daunan yang membusuk, humus dan asam. Apabila agregat terlalu banyak mengandung bahan organik maka proses hidrasi akan terganggu dan penurunan mutu 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 halusya. 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 batumannya.

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.

### 2.2.3.1 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 instrusif (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 karena perubahan temperatur dan tekanan. Kita dapat membedakan proses metamorfosis menjadi dua jenis yaitu :

1. Metamorfosis regional, yakni perubahan bentuk dalam skala besar yang dialami batuan didalam kulit bumi yang lebih dalam, sebagai akibat dari terbentuknya pegunungan (vulkanik).
2. Metamorfosis kontak, yakni perubahan bentuk yang dialami batuan sebagai akibat dari intrupsi magma panas disekitarnya (misanya granit)



Gambar 2. 7 Batuan Metamorf

### 2.2.3.2 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 batuanannya 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 cirri 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 kualitas nya 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.

### **2.2.3.3 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 lainya yang dapat merusak Beton atau tulangan. Sebaiknya digunakan air tawar yang dapat diminum. Air yang digunakan dalam pembuatan Beton.

## **2.3 Perancangan campuran**

Tujuan perancangan campuran beton adalah untuk menentukan proporsi bahan baku beton yaitu semen, agregat halus, agregat kasar, dan air yang memenuhi kriteria workabilitas, kekuatan, durabilitas, dan penyelesaian akhir yang sesuai dengan spesifikasi. Proporsi yang dihasilkan oleh rancangan pun harus optimal, dalam arti penggunaan bahan yang minimum dengan tetap mempertimbangkan kriteria teknis. Perancangan campuran beton merupakan suatu hal yang kompleks jika dilihat dari perbedaan sifat dan karakteristik bahan penyusunnya. Karena itu, sifat dan karakteristik masing-masing bahannya tersebut akan menyebabkan produksi beton yang dihasilkan cukup bervariasi. Selanjutnya perlu diketahui beberapa faktor lainnya yang mempengaruhi pekerjaan pembuatan rancangan campuran beton, diantaranya adalah kondisi dimana pekerjaan dilaksanakan, kekuatan beton yang direncanakan, kemampuan pelaksana, tingkat pengawasan, peralatan yang digunakan, dan tujuan peruntukan bangunan.

### **2.3.1 Faktor -Faktor Yang Menentukan Proporsi Campuran**

Untuk mencapai suatu kekuatan beton tertentu, rancangan yang dibuat harus melahirkan suatu proporsi bahan campuran yang nilainya ditentukan oleh faktor-faktor berikut :

#### **a. Faktor Air-Semen (fas)**

Nilai perbandingan air terhadap semen atau yang disebut faktor air-semen (fas) mempunyai pengaruh yang kuat secara langsung terhadap kekuatan beton. Harus dipahami secara umum bahwa semakin tinggi nilai fas semakin rendah mutu kekuatan beton.

#### **b. Tipe Semen**

Penggunaan tipe semen yang berbeda, yaitu semen Portland tipe I, II, IV dengan semen Portland yang memiliki kekuatan awal yang tinggi (tipe III) akan memerlukan nilai faktor air-semen yang berbeda.

c. Keawetan (durability)

Pertimbangan keawetan akan memerlukan nilai-nilai kekuatan minimum, faktor air-semen maksimum, dan kadar semen minimum. Ketentuan nilai-nilai faktor air-semen maksimum dan kadar semen minimum dapat dilihat pada tabel 1 berikut.

d. Workabilitas dan Jumlah Air

Sifat kekentalan/konsistensi adukan beton dapat menggambarkan kemudahan pengerjaan beton, yang dinyatakan nilai slump. Suatu nilai slump tertentu yang diharapkan dapat memberi kemudahan pengerjaan sesuai dengan jenis konstruksi yang dikerjakan, untuk suatu ukuran agregat tertentu akan berpengaruh terhadap jumlah air yang dibutuhkan.

e. Pemilihan Agregat

Ukuran maksimum agregat ditetapkan berdasarkan pertimbangan ketersediaan material yang ada, biaya, atau jarak tulangan terkecil yang ada. Agregat kasar harus dipilih sedemikian rupa sehingga ukuran agregat terbesar tidak lebih dari  $\frac{3}{4}$  jarak bersih minimum antara baja tulangan atau antara baja tulangan dengan acuan, atau celah-celah lainnya dimana beton harus dicor.

f. Kadar Semen.

Kadar semen yang diperoleh dari hasil perhitungan rancangan, selanjutnya dibandingkan dengan ketentuan kadar semen minimum berdasarkan pertimbangan durabilitas, dan dibandingkan juga dengan batas kadar semen maksimum untuk mencegah terjadinya retak akibat panas hidrasi yang tinggi.

### 2.3.2 Metode Perencanaan Campuran Beton

beberapa metode rancangan campuran beton yang telah dikenal, antara lain seperti metode DOE yang dikembangkan oleh Department of Environment di Inggris dan Metode ACI (American Concrete Institute). Metode rancangan campuran beton dengan cara DOE ini di Indonesia dikenal sebagai standar perencanaan oleh Departemen Pekerjaan Umum dan dimuat dalam Standar SNI 03-2834-2000, "Tata cara pembuatan rencana campuran

beton normal". Sedangkan SNI 7656:2012, "Tata cara pemilihan campuran untuk beton normal, beton berat dan beton massa" mengacu pada ACI. Secara garis besar kedua metode tersebut didasarkan pada hubungan empiris, bagan, grafik dan tabel, tetapi pada beberapa procedural terdapat perbedaan.

#### 1. Metode SNI 03-2834-2000

Metode SNI 03-2834-2000, dalam prosedur rancangan campurannya mengadopsi beberapa asumsi sebagai berikut (Alkhaly, 2016) :

- a. Metode ini berlaku untuk semen Ordinary Portland Cement (tipe I), Rapid Hardening Portland Cement (tipe II), High Early Strength Cement (tipe III) dan Sulphate Resisting Portland Cement (tipe V).
- b. Metode ini membedakan antara agregat pecah (batu pecah) dan tidak pecah (agregat alami/kerikil) yang akan mempengaruhi jumlah pengguna air.
- c. Memperhitungkan gradasi dari agregat halus berdasarkan zona dan menganggap gradasi dari agregat halus akan mempengaruhi tingkat kemampuan kerja dari campuran beton.
- d. Rasio optimum dari volume curah agregat kasar per kubik beton tergantung dari ukuran maksimum nominal dari agregat kasar dan gradasi agregat halus.
- e. Kadar air dalam campuran beton hanya dipengaruhi oleh tingkat kemudahan kerja yang diperlukan, dinyatakan uji slump.
- f. Ukuran maksimum nominal dari agregat kasar, dianggap tidak mempengaruhi proporsi campuran.
- g. Metode mengadopsi campuran beton dengan rasio air semen (fas) 0,5.

#### 2. Metode SNI 7656:2012

Metode SNI 7656:2012, dalam prosedur rancangan campurannya mengadopsi beberapa asumsi sebagai berikut (Alkhaly, 2016) :



- a. Metode ini tidak membedakan jenis semen hidrolis (berlaku untuk semua jenis semen hidrolis) dan jenis agregat
- b. Konsistensi campuran yang mempengaruhi kemudahan kerja dianggap hanya tergantung pada kadar air bebas dari proporsi campuran, dinyatakan dalam uji slump.
- c. Rasio optimum dari volume curah agregat kasar per kubik beton tergantung hanya pada ukuran maksimum nominal dari agregat kasar
- . d. Jenis pemadatan berpengaruh pada tinggi slump yang dianjurkan.
- e. Estimasi volume bahan campuran beton dapat dilakukan berdasarkan ekivalensi berat maupun ekivalensi absolut.
- f. Metode ini tidak memberikan batasan kadar minimum beton yang dapat digunakan.
- g. Metode ini memberikan pengurangan air sebesar 18 kg/m<sup>3</sup> pada campuran beton yang menggunakan agregat kasar alami/kerikil.

#### **2.4 Kulit kemiri**

Kulit kemiri atau cangkang kemiri selama ini hanya dikenal sebagai bahan buangan dari tanaman kemiri. Pemanfaatan kulit kemiri kelak dapat dimaksimalkan 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 kenyataannya potensial dari kulit/cangkang kemiri dapat dimanfaatkan lebih besar lagi seperti campuran pada pembuatan beton ramah lingkungan.



Gambar 2. 9 Pecahan kulit kemiri

#### **2.4.1 Komponen Kimia dalam Kemiri**

Kemiri (*Aleurites moluccana*) adalah tumbuhan yang bijinya dimanfaatkan sebagai sumber minyak dan rempah-rempah. Tumbuhan ini masih sekerabat dengan singkong dan termasuk dalam suku Euphorbiaceae. Dalam perdagangan antar negara dikenal sebagai candleberry, Indian walnut, serta candlenut, sekarang sudah tersebar luas di daerah-daerah tropis. Kemiri mengandung unsur kimia seperti gliserida, asam linoleat, palmitat, stearat, miristat, asam minyak, protein, vitamin B1, dan zat lemak. Disamping itu diketahui kemiri juga kaya serat, vitamin E, dan mineral seperti magnesium dan tembaga. Kemiri mengandung zat gizi dan nongizi. Zat nongizi dalam kemiri misalnya saponin, flavonoida, dan polifenol. Mineral yang dominan dalam kemiri adalah kalium, fosfor, magnesium, dan kalsium. Juga terkandung zat besi, seng, tembaga, dan selenium dalam jumlah sedikit.

### **2.5 Pengujian Beton Segar**

#### **2.5.1 Slump**

Slump pada dasarnya merupakan salah satu pengujian 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.

*Workability* beton segar pada umumnya diasosiasikan dengan :

- a. Homogenitas atau kerataan campuran adukan beton segar (*homogeneity*)
- b. Kelekatan adukan pasta semen (*cohesiveness*)
- c. Kemampuan alir beton segar (*flowability*)
- d. Kemampuan beton segar mempertahankan kerataan dan kelekatan jika dipindahkan dengan alat angkut (*mobility*)
- e. Mengindikasikan apakah beton segar masih dalam kondisi plastis (*plasticity*)
- f. Namun selain besaran nilai slump, yang harus diperhatikan untuk menjaga kelayakan pengerjaan beton segar adalah tampilan visual beton, jenis dan sifat keruntuhan pada saat pengujian slump dilakukan. 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.

### **2.5.2 Test Bola Kelly**

Test bola kelly dikembangkan di Amerika sebagai alternative tes slump oleh J.W Kelly, Kelly ball test adalah uji lapangan sederhana dan murah yang mengukur kemampuan kerja beton segar dengan yang serupa dengan tes kemerosotan beton, tetapi lebih akurat dan lebih cepat dari pada tes kemerosotan (slump test).

### **2.5.3 Test Kekentalan Vebe**

Test Kekentalan Vebe dikembangkan di Swedia oleh V. Barkner, Tes konsistensi Vee bee adalah tes laboratorium yang baik pada beton segar untuk mengukur kemampuan kerja secara tidak langsung dengan menggunakan konsistensi Vee-Bee. Vee bee test biasanya dilakukan pada beton kering dan tidak cocok untuk beton yang sangat basah.

Uji konsistensi Vee bee menentukan mobilitas dan kompatibilitas beton. Pada vee bee

digunakan alat tes konsistensi pengukur vibrator, bukan menyentak. Vee bee test menentukan waktu yang dibutuhkan untuk transformasi beton oleh getaran.

Menurut 'IS 1199: 1959' (Metode Pengambilan Sampel dan Analisis Beton), kualitas beton ditentukan sebagai berikut :

- Jika waktu lebah hingga 20 hingga 15-10 detik maka beton dianggap sebagai konsistensi yang sangat kering.
- Jika waktu lebah hingga 10 hingga 7-5 detik maka beton dianggap sebagai konsistensi kering.
- Jika waktu lebah hingga 5 hingga 4-3 detik maka beton dianggap sebagai konsistensi plastik.
- Jika waktu lebah hingga 3 hingga 2-1 detik maka beton dianggap sebagai konsistensi semi-fluida.

#### **2.5.4 Test Leleh (flow test)**

Tes aliran (*flow test*) adalah tes laboratorium, yang memberikan indikasi kualitas beton sehubungan dengan konsistensi atau kemampuan kerja dan keterpaduan. Dalam tes aliran ini, massa standar beton mengalami penyentuhan. Tes ini umumnya digunakan untuk beton dengan daya kerja tinggi / sangat tinggi.

Tes laboratorium serupa Bernama "*Flow Table Test*" dikembangkan di Jerman pada tahun 1933 dan telah dijelaskan dalam "BS 1881: 105: 1984". Metode ini digunakan untuk beton yang bisa dikerjakan dengan tinggi dan sangat tinggi yang akan menunjukkan tingkat kemerosotan beton.

#### **2.5.5 Compacting Factor Test**

Uji faktor pemadatan beton bekerja berdasarkan prinsip menentukan tingkat pemadatan yang dicapai oleh jumlah pekerjaan standar yang dilakukan dengan membiarkan beton jatuh melalui ketinggian standar. Ini dirancang khusus untuk

penggunaan laboratorium, tetapi jika keadaan mendukung, tes ini juga dapat dilakukan dilokasi kerja/proyek.

Uji faktor pemadatan beton lebih tepat dan sensitif dari pada uji kemerosotan beton (*test slump*). Oleh karena itu lebih menguntungkan dan berguna untuk beton yang bisa dikerjakan atau beton kering yang umumnya digunakan ketika beton akan dipadatkan oleh getaran.

## 2.6 Faktor Air Semen

Faktor air semen (fas) adalah perbandingan berat air dan berat semen yang digunakan dalam adukan beton. Faktor air semen yang tinggi dapat menyebabkan beton yang dihasilkan mempunyai kuat tekan yang rendah dan semakin rendah faktor air semen kuat tekan beton semakin tinggi.

Namun demikian, nilai faktor air semen yang semakin rendah tidak selalu berarti bahwa kekuatan beton semakin tinggi. Nilai faktor air semen yang rendah akan menyebabkan kesulitan dalam pengerjaan, yaitu kesulitan dalam pelaksanaan pendataan yang akhirnya akan menyebabkan mutu beton menurun. Oleh sebab itu, ada suatu nilai faktor air semen

optimum yang menghasilkan kuat desak maksimum. Umumnya nilai faktor air semen minimum untuk beton normal sekitar 0,4 dan maksimum 0,65.

(Tri Mulyono, 2003).

Pada beton mutu tinggi atau sangat tinggi, faktor air semen dapat diartikan sebagai *water to cementious ratio*, yaitu rasio total berat air (termasuk air yang terkandung dalam agregat dan pasir) terhadap berat total semen dan *additivecementious* yang umumnya ditambahkan pada campuran beton mutu tinggi.

## 2.7 pengujian kuat tekan beton keras

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 2.4 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.

### **2.7.1 Uji Kuat Tekan Beton (Compression test)**

Uji kuat tekan beton adalah pengujian yang dilakukan pada sampel beton, sampel ini akan diberi tekanan hingga mengalami kehancuran. Tujuannya adalah untuk mengetahui kekuatan beton terhadap gaya tekan, pengujian ini dapat dilakukan dengan cara :

- Siapkan cetakan beton berbentuk silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm yang sudah diberi pelumas di bagian dalamnya. Hal ini untuk memudahkan dalam pelepasan beton nantinya.
- Buat adukan beton dengan kualitas yang sama seperti yang digunakan pada proyek penelitian, masukkan adukan ini ke dalam cetakan. Masukkan secara bertahap menjadi 3 lapisan yang sama.
- Ditiap lapisannya diberi tusukan hingga 25 kali dan ratakan bagian atas adukan. Jangan lupa catat tanggal dan jam pembuatan beton tersebut.
- Biarkan adukan beton ini selama 24 jam, kemudian rendam beton di dalam air selama beberapa saat sebelum dibawa ke laboratorium pengujian.
- Apabila telah keras maka beton siap diuji menggunakan mesin *Compression Test* (CONTROL-ITALY) yang akan memberikan tekanan.
- Catat hasil pengujian, lakukan pengujian pada hari berikutnya atau dalam rentang waktu tertentu. Untuk itu pastikan Anda membuat beberapa sampel beton untuk mendapatkan hasil yang lebih akurat.

### **2.7.2 Uji Core Drill**

Uji core drill dilakukan menggunakan alat core drill untuk mengambil beton yang sudah jadi untuk dijadikan sampel. Hal yang harus diperhatikan disini adalah pada saat pengambilan sampel beton jangan sampai merusak struktur bangunan atau mengenai tulangnya. Sampel ini kemudian akan diuji crusing test, meskipun sangat beresiko namun pengujian ini dapat dikatakan sangat akurat karena menggunakan sampel beton yang sudah jadi.

### **2.7.3 Hammer test**

Hammer test dilakukan pada bagian bangunan seperti kolom, balok atau plat lantai menggunakan alat hammer test. Pengujian dilakukan pada 20 titik, namun pastikan permukaan beton yang akan diuji sudah rata dan bila belum rata harus diratakan lebih

dulu menggunakan gerinda. Hasil pengujian ini kemudian akan dihitung menggunakan standar deviasi untuk mengetahui kekuatan maupun tegangan karakteristik beton. Dari hasil inilah kita dapat mengetahui mutu beton.

#### **2.7.4 Pengujian Ultrasonik atau *Ultrasonic non Destructive***

*Ultrasonic non destructive* adalah pengujian menggunakan gelombang ultrasonik sehingga tidak menimbulkan kerusakan pada benda yang diuji seperti beton. Pengujian ultrasonik dilakukan menggunakan alat ukur kekerasan yang telah menerapkan gelombang ultrasonik dalam pengukurannya. Gelombang ini akan dirambatkan pada beton untuk mengetahui mutu dan kualitas beton. Pengujian ultrasonik sendiri mempunyai beberapa kelebihan seperti :

- Dapat mendeteksi keretakan beton serta kedalamannya.
- Menguji homogenitas beton.
- Pengujiannya tanpa merusak.
- Mendeteksi kerusakan permukaan serta perubahannya.
- Dapat mengukur modulus Elastisitas beton.

#### **2.8 Penelitian Terdahulu**

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

Nama peneliti	Kesimpulan	Keterangan
---------------	------------	------------



<p>Muhammad Akbar Almuttasim (21501051097)</p>	<p>. Prosentase penggunaan limbah Tempurung kemiri pada penelitian ini sebesar 5%, 10%, 15%, 20%, 25%, dari berat material agregat kasar. Penelitian ini dilakukan dengan cara menguji benda uji berbentuk silinder dengan ukuran 15cm x 30cm dengan pengujian kuat tekan pada saat beton mencapai umur 3,7, 14, 21 dan 28 hari. Dari hasil yang diperoleh, bahwa benda uji dengan variasi sebanyak 5% adalah beton yang tertinggi dengan hasil kuat tekan sebesar 277.11 kg/cm<sup>2</sup> saat beton mencapai umur 28 hari. Dari hasil pengujian, beton dengan bahan tambah tempurung kemiri telah mempengaruhi kuat tekan beton dari umur 3 hari dan terus meningkat hingga pengujian beton pada umur 28 hari.</p>	<p>bahwa beton dengan bahan tambah limbah Tempurung kemiri sebesar 5% adalah yang paling baik pada campuran beton untuk pekerjaan konstruksi.</p>
<p>Dian Amri, (2019)</p>	<p>penelitian ini ialah untuk mengetahui kuat tekan beton serta memanfaatkan limbah kulit kemiri sebagai bahan tambahan beton sebanyak 10%, 20%, serta 30% dengan mutu beton yang direncanakan K225, dengan umur rencana beton 28 hari, Dari hasil penelitian diperoleh kesimpulan</p>	<p>bahwa penambahan kulit kemiri pada campuran Beton mengakibatkan penurunan kuat tekan Beton normal disetiap variasi persentasenya .</p>

	<p>bahwa penambahan kulit kemiri pada campuran beton turun pada setiap banyak nya persenan kulit kemiri.</p>	
<p>Mulyati,Aidi Adman (2019)</p>	<p>Meneliti pengaruh penambahan cangkang kemiri dan sikacim concrete additive terhadap kuat tekan Beton normal, 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</p>	<p>Beton normal, terjadi peningkatan berturut – turut, dari kuat tekan Beton tanpa bahan tambah</p>