

## **BAB 2**

### **LANDASAN TEORI**

#### **2.1 Tinjauan Pustaka**

##### **2.1.1 Penelitian Terdahulu**

Menurut Muhammad Zardi, Cut Rahmawati, T.Khamarud Azman (2016) yang berjudul “Pengaruh Persentase Penambahan Sika Viscocrete-10 terhadap Kuat Tekan Beton. Tujuan pengujian ini adalah untuk memastikan bagaimana penambahan Sika Viscocrete-10 ke dalam beton dengan berbagai persentase akan mempengaruhi kuat tekannya. Campuran beton yang digunakan memiliki faktor perencanaan FAS 0,3, dan nilai slump 7,5 sampai 10 cm lebih disukai. Setelah pengujian, diketahui bahwa Sika Viscocrete-10, ketika digunakan dalam berbagai persentase, menghasilkan nilai slump sebesar 19,5 cm, 21,9 cm, 23 cm, dan 24,7 cm dibandingkan dengan beton standar, yang memiliki diameter agregat maksimum 25,4 mm dan nilai slump 7,8 cm. Temuan pengujian menunjukkan bahwa Sika Viscocrete-10 dapat meningkatkan *workability* beton, membuatnya lebih mudah diproduksi. Campuran beton direncanakan menggunakan teknik *American Concrete Institute* (ACI), dan spesimen beton silinder standar berukuran diameter 150 mm dan tinggi 300 mm digunakan. Spesimen dievaluasi setelah 14 hari. Jumlah benda uji yang digunakan sebanyak 25 benda uji, dengan 5 benda uji yang digunakan untuk setiap perlakuan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa kuat tekan beton meningkat dengan bertambahnya penambahan Sika Viscocrete-10 %.

Menurut Mardewi Jamal, (2017) yang berjudul “Pengaruh Aditif Beton Sikacim Terhadap Kuat Tekan Beton Yang Dibuat Dengan Agregat Halus Pasir Mahakam Dan Agregat Kasar Bengalon. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menentukan proporsi komposisi campuran beton yang ideal serta mengkaji pengaruh Aditif Beton Sikacim terhadap kuat tekan beton. Semen *Portland* tipe I (Tonasa), agregat kasar Bengalon dan agregat halus Mahakam, serta Aditif Beton Sikacim, semuanya diuji. Benda uji berupa kubus dengan perubahan komposisi sebagai berikut: 3,70 Karang benggala: 1,60 pasir: 1 semen: 0,5 air. Ukuran benda uji adalah 15 cm x 15 cm x 15 cm. Dengan penurunan kadar air sebesar 15% dari kadar air semula, Aditif Beton Sikacim diaplikasikan dengan persentase 0,5%, 0,7%, dan 0,9% dari berat semen. Tiga benda uji, masing-masing dengan umur

curing 7, 14, dan 28, digunakan untuk mengevaluasi setiap % Aditif Beton Sikacim. Temuan menunjukkan bahwa kuat tekan beton yang diinginkan tercapai dengan penambahan Aditif Beton Sikacim pada campuran beton dengan Agregat Halus Pasir Mahakam dan Agregat Kasar Karang Bengalon dengan persentase optimal 0,7% pada umur 28 hari dan nilai maksimum 23,78 MPa. Nilai kuat tekan beton pada umur tujuh hari tertinggi sebesar 17,81 MPa untuk beton standar. Sedangkan pada umur 14 hari, kuat tekan maksimum beton adalah 23,20 MPa ketika ditambahkan Aditif Beton Sikacim dengan konsentrasi 0,7%.

Menurut Mulyati (2019) yang berjudul “Dampak penambahan sikacim dan tempurung kemiri pada beton biasa terhadap kuat tekannya. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui bagaimana pengaruh penambahan sicacim dan cangkang kemiri pada beton beraturan terhadap kuat tekannya. Dalam penelitian ini, beton dicampur dengan dan tanpa bahan tambahan, serta dengan kombinasi agregat dan semen dengan bobot 0,25%, 0,5%, 0,75%, dan 1% dengan cangkang kemiri dan 0,7% volume dengan sikacim. Dengan menggunakan benda uji berbentuk kubus 15 cm x 15 cm x 15 cm dan rancangan campuran beton K250, dilakukan pengukuran kuat tekan beton dengan menggunakan teknik SNI 03-2834-1993, dan pengujian dilakukan dengan menggunakan teknik SNI 03-1974-1990 pada umur 28 hari. Menurut temuan pengujian, menambahkan sikacim dan kulit kemiri ke dalam campuran beton biasa sangat meningkatkan kuat tekan beton. Dibandingkan dengan beton tanpa bahan tambahan, nilai rata-rata kuat tekan beton setelah umur 28 hari dengan penambahan 0,25%, 0,5%, 0,75%, dan 1% kulit kemiri dan 0,7% sikacim menunjukkan peningkatan yang progresif sebesar 4,78%, 7,06%, 9,38%, dan 11,90%. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa aditif beton sicacim dan cangkang kemiri dapat meningkatkan kuat tekan beton biasa.

Menurut R.R Susi Riwayati (2020) yang berjudul “Pengaruh Aditif Sika Viscocrete Terhadap Kuat Tekan Beton K-300 Umur 14 Hari. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menghasilkan beton yang lebih baik dan berkualitas. Penting untuk menambahkan lebih banyak komponen (*Admixture*) ke dalam campuran beton untuk mencapai tujuan ini. Sika Viscocrete merupakan salah satu bentuk bahan tambahan yang dapat dimanfaatkan. Penambahan ini memiliki dua

tujuan: menurunkan jumlah campuran air yang diperlukan untuk mencapai konsistensi tertentu dan mempercepat pengerasan beton. Itu dapat membuat beton bekerja lebih baik dengan cepat. Investigasi ini mencoba untuk mengetahui bagaimana penambahan Sika *ViscoCrete* mempengaruhi durabilitas beton K-300. Sampel berupa kubus berumur 15 cm x 15 cm x 15 cm berumur 14 hari. Ada dua variasi: Beton Normal dan Beton Normal + Sika *Viscocrete*, dengan jumlah tambahan 1%, 2%, atau 3%. Sembilan sampel digunakan untuk mengevaluasi setiap varian. Menurut temuan, penambahan 2% Sika *Viscocrete*-3115N ke beton biasa menghasilkan beton dengan kuat tekan 315,07 Kg/Cm<sup>2</sup> setelah 14 hari. Sedangkan kuat tekan ideal beton pada umur 14 hari adalah 358,13 Kg/Cm<sup>2</sup> dengan penambahan Sika *Viscocrete*-3115N dengan takaran 3%.

Menurut Arman. A (2020) yang berjudul “Investigasi Eksperimental Pengaruh Campuran Sika Terhadap Peningkatan Kuat Tekan Bata Ringan.” Evaluasi efek aditif pada beton adalah tujuan dari studi ini. Sikament NN, cairan yang mengurangi kadar air dan mempercepat pengerasan beton sesuai dengan A.S.T.M. Standar C494-81 Tipe F, adalah salah satu aditif yang digunakan. Hasil pengujian menunjukkan beton standar memiliki nilai kuat tekan sebesar 11,14 MPa pada umur 3 hari, 12,45 MPa pada umur 14 hari, dan 12,79 MPa pada umur 28 hari. Ketiga variasi waktu perancangan ini adalah 3 hari, 14 hari, dan 28 hari. Kuat tekan sampel uji naik setelah aplikasi Sikament NN 5% mencapai 14,36 MPa pada 3 hari, 16,06 MPa pada 14 hari, dan 19,30 MPa pada 28 hari. Nilai kuat tekan yang lebih tinggi dihasilkan menggunakan campuran Sikament NN 15%, dengan nilai 24,13 MPa pada 3 hari, 26,47 MPa pada 14 hari, dan 26,97 MPa pada 28 hari. Kuat tekan juga ditingkatkan sebesar 25% Sikament NN, mencapai nilai 25,14 MPa dalam 3 hari, 28,33 MPa dalam 14 hari, dan 29,94 MPa dalam 28 hari. Dengan penambahan 5% volume air dan bahan tambahan lain yang disebut foam agent, kuat tekan rata-rata bata ringan meningkat menjadi 15,28 MPa setelah 28 hari.

## **2.2 Dasar Teori**

### **2.2.1 Beton**

Kombinasi semen *Portland* atau semen hidrolis lainnya, agregat halus, agregat kasar, dan air, dengan atau tanpa bahan tambahan, inilah yang disebut

beton. (SNI 03-2847, 2013).

## 2.2.2 Komposisi Beton

### 1. Agregat

Pasir, kerikil, dan mineral lainnya yang tersedia dalam berbagai ukuran butiran digabungkan untuk menghasilkan agregat, yang dipergunakan sebagai bahan baku utama dalam pembuatan beton. Agar beton menjadi kaliber tinggi, agregat harus memenuhi standar yang ditentukan.

Berikut ini adalah beberapa jenis dan kategori agregat untuk pembuatan beton:

- a) Agregat kasar: dengan ukuran per butir di atas 5mm.
- b) Agregat halus: agregat dengan ukuran butir antara 0,075 mm sampai 5mm.
- c) Agregat gradasi: agregat dengan berbagai ukuran butir sesuai dengan kurva gradasi yang telah ditetapkan.
- d) Agregat ringan: agregat dengan berat jenis yang rendah, biasanya digunakan untuk beton ringan.
- e) Agregat berat: agregat dengan berat jenis yang tinggi, biasanya digunakan untuk beton berat.

Semua jenis agregat harus mengikuti standar yang digariskan dalam (SNI 03-2834-2000), beberapa persyaratan tersebut antara lain kandungan zat organik, kadar air, keausan, kehalusan, dan kuat tekan.

#### a. Agregat kasar (*Coarse Aggregate*)

Kerikil dengan ukuran butir antara 4,75 mm (No. 4) dan 40 mm (No. 112 inci) yang dihasilkan dari disintegrasi "alami" batu pecah yang berasal dari perindustrian pemecah batu, (SNI, 2008).

Untuk gradasi yang dihasilkan dari semua kelompok ukuran mendekati gradasi yang ideal, diperlukan metode trial and error untuk menentukan persentase pilihan setiap kelompok ukuran dengan menggunakan gradasi setiap kelompok ukuran, 150 mm menjadi 75 mm, 75 mm menjadi 37,5 mm, 37,5 mm menjadi 19 mm, dan 19 mm menjadi 4,75 mm, (SNI, Tata cara pemilihan campuran untuk beton normal, beton berat dan beton massa, 2012).

**Tabel 2. 1** Batas Tertentu Gradasi Agregat Kasar

Ukuran ayakan (mm)	Pemisahan Ukuran			
	Persen (%) berat yang lewat masing-masing ayakan			
	4,75 - 19 mm	19 - 37,5 mm	37,5 - 75 mm	75 - 150 mm
177				100
150				90 - 100
100			100	20 - 55
75			90 - 100	0 - 15
50		100	20 - 55	0 - 5
37,5		90 - 100	0 - 10	
25	100	20 - 55	0 - 5	
19	90 - 100	0 - 15		
9,5	20 - 55	0 - 5		
4,75	0 - 10			
2,36	0 - 5			

Sumber : SNI 03 - 2834 - 2000

b. Agregat halus (*fine Aggregate*)

Agregat halus didefinisikan sebagai agregat yang memiliki ukuran butir maksimum 4,76 mm, baik yang terbentuk secara alami maupun yang dihasilkan melalui proses. Agregat halus yang telah dipecah dan dipisahkan dari batuan atau terak tanur sembur dengan penyaringan atau metode lain disebut sebagai agregat halus olahan, (SNI, Spesifikasi agregat halus untuk pekerjaan adukan dan plesteran dengan bahan dasar semen, 2002).

**Tabel 2. 2** Batas - batas Gradasi Agregat Halus C33/C33m - 18

No	Ukuran Saringan	Persentase lolos dari berat (%)
1	9,5mm(3/8-in)	100
2	4,75mm (No.4)	95 - 100
3	2,36mm (No.8)	80 - 100
4	1,18mm (No.16)	50 - 85
5	600 $\mu$ m (No.30)	25 - 60
6	300 $\mu$ m (No.50)	5 - 30
7	150 $\mu$ m (No.100)	0 - 10
8	75 $\mu$ m (No.200)	0 - 3.0a-b

Sumber : SNI 03 - 2834 - 2000

2. Semen jenis *portland*

Semen *Portland* adalah jenis semen hidrolik yang dibuat dengan menggiling terak semen Portland, yang terutama terdiri dari kalsium silikat hidrolik. Bahan tambahan, seperti satu atau lebih senyawa kalsium sulfat kristalin, juga dapat ditambahkan, (SNI, Semen Portland, 2004).

Kegunaan semen *portland*, seperti yang didefinisikan oleh (SNI 15-2049-2004), adalah sebagai berikut:

- a) Semen *Portland* Tipe I, yang dirancang untuk penggunaan umum, tidak perlu digunakan dalam keadaan unik yang sama seperti jenis lainnya.
- b) Semen tipe II, sering dikenal sebagai semen *Portland*, digunakan dalam aplikasi yang tidak membutuhkan banyak ketahanan sulfat atau panas hidrasi.
- c) Semen *Portland* Tipe III, yang digunakan saat pengerasan cepat dan kekuatan besar diperlukan.
- d) Semen tipe IV, sering dikenal sebagai semen *Portland*, yang hanya membutuhkan sedikit panas hidrasi untuk berfungsi.
- e) Semen tipe V, juga dikenal sebagai semen *Portland*, yang harus digunakan dengan ketahanan sulfat yang tinggi.

### 3. Air

Air yang digunakan untuk membuat beton sekurang-kurangnya memenuhi kriteria air minum, seperti bersih, tidak berbau, dan tidak keruh jika dihirup bersama udara, tetapi tidak berarti juga harus memenuhi kriteria tersebut. Air harus memenuhi persyaratan tertentu agar dapat digunakan dalam campuran beton. Jika parameter ini tidak terpenuhi, air tidak boleh digunakan dalam campuran beton.

Syarat air tersebut adalah sebagai berikut:

- a) Garam anorganik: Hingga 500 ppm dari garam ini diperbolehkan dalam campuran beton.
- b) Konsentrasi 20.000 ppm biasanya dapat diterima untuk natrium klorida dan sulfat.
- c) Air asam: Air dengan pH lebih dari 3,00 tidak boleh digunakan.
- d) Air biasa: Kekuatan beton akan dipengaruhi oleh konsentrasi basa lebih dari 0,5% berat semen.
- e) Air gula: Waktu pengerasan sering dipersingkat jika kadar gula dinaikkan menjadi 0,2% berat semen. Kekuatan beton akan dipengaruhi oleh gula sebesar 0,25 persen.
- f) Minyak: Kekuatan beton dapat berkurang hingga 20% ketika semen hadir pada konsentrasi lebih dari 2% berat.

- g) Rumput laut: Ketika rumput laut dan air digabungkan, kekuatan beton dapat berkurang secara signifikan.
- h) Bahan organik, lanau, dan bahan terapung: Hingga 2000 bagian per juta (ppm) tanah liat terapung atau butiran halus yang berasal dari batuan diperbolehkan.
- i) Limbah industri atau pencemaran air limbah.

Dalam campuran beton, sebaiknya tidak ada kandungan minyak, asam, alkali, garam, bahan organik, atau zat lain yang dapat membahayakan beton atau tulangan, (SNI, Tata cara perhitungan struktur beton untuk bangunan gedung, 2002). Sangat penting untuk menghindari keberadaan ion klorida dalam air pencampur, termasuk air bebas yang ada dalam agregat, apakah menggunakan beton pracetak atau beton dengan aluminium. Selain itu, perlu diingat bahwa beton tidak boleh dibersihkan dengan air selain air minum kecuali memenuhi kriteria berikut:

- 1) Sebelum digunakan dalam proses pembersihan beton, air pembersih harus lulus uji higienitas dan memenuhi peraturan keselamatan yang ditetapkan.
- 2) Untuk menghindari kerusakan beton atau aluminium yang tergabung, tingkat ion klorida dalam air harus dikontrol di bawah batas yang dapat diterima.

### **2.2.3 Bahan tambah SikaCim *concrete additive***

Korporasi Sika menciptakan aditif beton Sikacim untuk meningkatkan fungsionalitas dan karakteristik beton.

Beberapa fungsi dari sikacim *concrete additive* antara lain:

- a) Meningkatkan kekuatan beton: sikacim *concrete additive* dapat meningkatkan kekuatan tekan beton, baik kekuatan awal maupun kekuatan akhir. Hal ini memungkinkan pembuatan struktur beton yang lebih kuat dan tahan lama.
- b) Meningkatkan daya tahan: penggunaan sikacim *concrete additive* dapat meningkatkan daya tahan beton terhadap kondisi lingkungan yang keras, seperti perubahan suhu, serangan kimia, atau abrasi. Ini membantu memperpanjang umur pakai dan kinerja beton dalam jangka panjang.

- c) Mengurangi retak dan pengecilan: dengan aditif yang tepat, sikacim *concrete additive* dapat membantu mengurangi retak dan pengecilan (*shrinkage*) pada beton. Ini penting untuk menjaga integritas struktural beton dan mencegah kerusakan yang disebabkan oleh retak.
- d) Meningkatkan kelas ketahanan: beberapa jenis sikacim *concrete additive* dirancang khusus untuk meningkatkan ketahanan beton terhadap kondisi spesifik, seperti ketahanan terhadap air, bahan kimia, garam, atau lingkungan korosif lainnya. Ini memungkinkan penggunaan beton di berbagai lingkungan yang menuntut.
- e) Memperbaiki sifat aliran: beberapa sikacim *concrete additive* berfungsi sebagai *superplastisizer* atau *plastisizer*, yang membantu meningkatkan aliran dan kekentalan beton. Ini memudahkan proses pengecoran dan membantu mencapai permukaan beton yang halus dan tahan terhadap cacat.
- f) Peningkatan kinerja konstruksi: dengan menggunakan sikacim *concrete additive*, kontraktor dan insinyur sipil dapat mengoptimalkan sifat-sifat beton untuk memenuhi persyaratan proyek tertentu. Hal ini membantu meningkatkan efisiensi konstruksi, mengurangi biaya, dan mempercepat waktu penyelesaian proyek.

Fungsi dan manfaat dari sikacim *concrete additive* dapat bervariasi tergantung pada jenis dan formulasi spesifik dari aditif yang digunakan serta kondisi penggunaannya. Oleh karena itu, penting untuk mengikuti petunjuk penggunaan dan rekomendasi produsen saat mengaplikasikan sikacim *concrete additive* pada beton.

## 2.2.4 Penelitian di Laboratorium

### 1. Pengujian Material

Pengujian agregat dilakukan dengan tujuan untuk mengidentifikasi sifat atau karakteristik agregat yang diperoleh setelah melalui proses pemecahan menggunakan mesin pemecah batu, yang disebut *stone crusher*.

#### a. Analisa Saringan Agregat Halus dan Agregat Kasar

##### 1. Maksud dan Tujuan

Tujuan dari pemeriksaan ini adalah menggunakan saringan untuk menilai bagaimana butiran agregat halus dan kasar terdistribusi.

2. *Standard* pemeriksaan analisa saringan menggunakan *standard* (SNI, 03-1968-1990 ).
3. Bahan dan Peralatan
  - a. Bahan
    - a) Agregat kasar, dengan berat minimal 5 kg, berukuran maksimal 3/4".
    - b) Agregat kasar, dengan berat minimal 2,5 kg, berukuran maksimal 1/2".
    - c) Berat minimal 500 gr. untuk agregat halus, ukuran maksimum no.4.
  - b. Peralatan
    - a) Alat timbang yang mempunyai ketelitian 0,2% dari berat benda uji
    - b) Satu set layar berukuran 76,2 mm (3"); 63,5 mm (2 1/2"), 50,8 mm (2"), 37,5 mm (1 1/2"), 25 mm (1"), 19,1 mm (3/4"), 12,5 mm (1/2"), 9,5 mm (3/8"), 4,75 mm (No. 4), 2,36 mm (No. 8), 1,18 mm (No. 16), No. 30; Nomor 50; No.100, dan N0.200.
    - c) Oven dengan pengontrol suhu yang dapat memanaskan bagian dalam hingga  $(110 + 5) ^\circ\text{C}$ .
    - d) Pemisah sampel (d).
    - e) Alat untuk mengocok saringan.
    - f) Baki – baki.
    - g) Sikat, sendok, sikat kuningan, dan peralatan lainnya.
4. Mempersiapkan benda uji dari alat pemisah sampel sesuai dengan aturan.
5. Melaksanakan Pengujian
  - a) Sampel dikeringkan dalam oven pada suhu  $(110 + 5) ^\circ\text{C}$  hingga bobotnya tetap.
  - b) Jalankan item tes melalui pengaturan filter, mulai dari atas dengan ukuran filter terbesar. Selama 15 menit, saringan dikocok dengan tangan atau mesin.
  - c) Data hasil pengujian analisa saringan dapat dilihat pada Lampiran bagian akhir laporan Skripsi.

## b. Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar

### 1. Maksud dan Tujuan

Pengujian ini dirancang untuk mengevaluasi berat jenis semu (*apparent*), kering permukaan jenuh (SSD), dan berat jenis curah (*specific gravity*) dari agregat kasar.

- a) Berat jenis, disebut juga berat jenis curah, adalah perbandingan berat agregat kering terhadap air suling, yang kandungannya setara dengan agregat dalam keadaan jenuh pada suhu tertentu.
- b) Berat jenis kering permukaan jenuh (SSD) adalah perbandingan berat agregat kering permukaan jenuh terhadap air suling, dengan kandungan yang menyerupai kejenuhan agregat pada suhu tertentu.
- c) Berat jenis semu menunjukkan rasio berat agregat kering dan air suling dengan kandungan yang setara dengan agregat kering pada suhu tertentu.
- d) Penyerapan didefinisikan sebagai rasio berat agregat kering terhadap jumlah air yang dapat diserap oleh pori-porinya.

2. Kriteria Pemeriksaan menggunakan metode standar untuk memeriksa berat jenis agregat kasar (SNI, 03-1969-199).

### 3. Bahan dan Peralatan

#### a. Bahan

Hasil sampingan dari penghancuran mesin pemecah batu menjadi material atau material agregat antara lain:

- a) Batu pecah berukuran *maximum* ¾"
- b) Batu pecah berukuran *maximum* ½"

#### b. Peralatan

- a) Keranjang kawat dengan kapasitas sekitar 5 kg dan diameter 2,36 mm atau 3,35 mm (no.
- b) Wadah air yang cukup besar dan memiliki bentuk yang tepat untuk pemeriksaan. Untuk menjaga agar ketinggian air tetap stabil, lokasi ini harus dilengkapi dengan pipa.
- c) menggunakan timbangan kapasitas 5 kg dengan akurasi 0,1% relatif terhadap berat sampel. Keranjang gantung juga tersedia

untuk digunakan.

- d) Oven yang memiliki pengatur suhu dan dapat memanaskan hingga  $(110 + 5) ^\circ\text{C}$ .
- e) Alat pemisah sampel.
- f) Filter no. 3/4" dan tidak.

#### 4. Penyiapan sampel benda uji

Benda uji adalah agregat yang telah disaring menggunakan saringan No. 1/2" dan No. 3/8", diperoleh dengan proses separator atau kuartener, dengan berat masing-masing sekitar 5 kg dan 2,5 kg.

#### 5. Pelaksanaan proses Pengujian

- a) Membersihkan objek uji untuk menghilangkan partikel debu atau zat lain yang melekat padanya.
- b) Mengeringkan sampel pada suhu  $105 ^\circ\text{C}$  di dalam oven hingga beratnya stabil.
- c) Menimbang spesimen hingga mendekati 0,5gram (BK) setelah didinginkan pada suhu kamar selama 1-3 jam.
- d) Merendam spesimen dalam air suhu ruangan selama  $24 + 4$  jam.
- e) Setelah mengeluarkan objek uji dari air, membersihkan permukaannya dengan handuk penyerap hingga tidak ada lagi lapisan air (SSD). Biji-bijian besar harus dikeringkan secara individu.
- f) Menimbang objek uji yang permukaannya sudah kering sepenuhnya (BJ).
- g) Secepatnya setelah objek uji berada di dalam keranjang, digoyangkan untuk mengeluarkan udara yang terperangkap sebelum ditimbang dalam air (BA). Suhu air harus diukur dan disesuaikan dengan suhu standar  $25^\circ\text{C}$ .

### c. Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus

#### 1. Maksud dan Tujuan

Dalam pengujian ini akan ditentukan berat jenis (*bulk*), berat jenis (*saturated surface dry* = SSD), dan berat jenis semu (*apparent*) agregat halus.

## 2. Standar Pemeriksaan

Memeriksa berat jenis agregat halus digunakan standar SK (SNI 03 - 1971 - 1990).

## 3. Bahan dan Peralatan

### a. Bahan

- a) Mesin pemecah batu menghasilkan abu batu tersebut.

### b. Peralatan

- a) Alat timbang yang memiliki kapasitas satu kilogram atau lebih dan ketelitian sampai 0,1 gram.
- b) Piknometer berkapasitas 500 ml.
- c) Kerucut terpotong yang dibuat dari logam dengan ketebalan minimum 0,8 mm dan memiliki diameter atas dan bawah masing-masing  $40 + 3$  mm dan  $90 + 3$  mm, dan tinggi  $75 + 3$  mm.
- d) Poros dengan luas tumbukan rata, 340 ditambah 15 gram, dan diameter permukaan penabrak 25 ditambah 3 milimeter.
- e) Filter nomor empat.
- f) Oven dengan pengontrol suhu yang dapat memanaskan bagian dalamnya hingga  $(110 + 5)$  °C.
- g) Pengukur suhu yang akurat dengan pembacaan 1°C.
- h) Baki.
- i) Wadah yang menampung air.
- j) pompa vakum (*vacuum pump*) atau tungku.
- k) Air yang telah disuling.
- l) Desikator.

## 4. Menyiapkan Benda Uji

Benda uji adalah agregat yang telah melewati Saringan Nomor 4 dan diproduksi dengan menggunakan teknik kuarter atau pemisah sampel.

## 5. Pelaksanaan proses Pengujian

- a) Keringkan sampel pada suhu  $(110 \pm 5)$  °C di dalam oven sampai

- beratnya stabil. Berat konstan mengacu pada fakta bahwa tidak akan ada variasi kadar air yang lebih tinggi dari 0,1% selama salah satu dari tiga langkah pengukuran berat dan perlakuan termal menggunakan oven jeda dua jam di antaranya. Setelah didinginkan hingga suhu kamar, rendam selama (24 + 4) jam dalam air.
- b) Kuras air rendaman dengan sangat berhati-hati, berhati-hatilah agar supaya tidak ada butir yang lolos. Sebarkan material di atas nampan dan keringkan agregat di udara panas dengan membalikkan benda uji. Keringkan sampai permukaan benar-benar kering.
  - c) Masukkanlah sampel benda uji ke dalam kerucut terpotong untuk menentukan kondisi kering permukaan jenuh. Ketika spesimen runtuh tetapi masih dalam kondisi tercetak, keadaan kering permukaan jenuh tercapai.
  - d) Setelah benda uji mencapai kondisi kering permukaan jenuh, masukkan 500gram benda uji ke dalam piknometer. Tambahkan air suling hingga memenuhi picnometer hingga 90% dari kapasitasnya, kemudian kocok dan putar hingga tidak ada gelembung udara. Pompa vakum dapat digunakan untuk mempercepat proses ini, tetapi kehati-hatian harus diberikan untuk mencegah air tersedot *picnometer* juga bisa direbus untuk melakukan ini.
  - e) Untuk mengatur perhitungan ke suhu standar 25°C, celupkan picnometer ke dalam air dan ukur suhu air.
  - f) Sampai mencapai tanda, tambahkan air.
  - g) Ukur dengan teliti berat benda uji dan *picnometer* berisi air hingga ketelitian 0,1 gram (Bt).
  - h) Setelah benda uji dikeluarkan, keringkan pada suhu (110 + 5) °C dalam oven sampai beratnya tertahan, lalu dinginkan dalam desikator.
  - i) Timbang benda uji setelah dingin (Bk).
  - j) Hitung berat *picnometer* ketika terisi penuh dengan air dan periksa suhu air untuk memastikan suhunya pada standar 25°C (B).

#### d. Keausan Agregat

##### 1. Maksud dan Tujuan

Dengan menggunakan mesin *Los Angeles*, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui keawetan agregat kasar. Perbandingan berat bahan aus yang lolos saringan no. 12 untuk berat awalnya mewakili keausan.

##### 2. Standar Pemeriksaan

Standar SNI M-02-1990-F dan SNI (SNI, 03 – 2417 – 1991) digunakan untuk pemeriksaan keausan agregat.

##### 3. Bahan dan Peralatan

###### a. Bahan

a) maksimum batu pecah berukuran 3/4" yang telah diberi indeks kerataan dan kemulurannya.

###### b. Alat

a) Mesin *Los Angeles*

b) Filter nomor 12 dan filter tambahan pada Daftar nomor 1

c) Alat timbang dengan ketelitian 5 gram.

d) Bola baja dengan berat masing-masing berkisar antara 390 hingga 445gram dan memiliki diameter rata-rata 4,68 cm (1 7/8").

e) Oven yang dapat dipanaskan hingga  $(110 + 5) ^\circ\text{C}$  dan memiliki pengatur suhu.

##### 4. Proses menyiapkan sampel benda uji

a) Berat dan kadar benda uji ditentukan sesuai dengan Daftar No.1.

b) Sampai beratnya konsisten, bersihkan benda uji dan keringkan dalam oven pada suhu  $(110 + 5) ^\circ\text{C}$ .

##### 5. Proses pelaksanaan pengujian

a) Benda uji dan bola baja dilemparkan ke dalam cekungan *Los Angeles* mesin.

b) Putar mesin dengan kisaran kecepatan 30 hingga 33 rpm; putaran untuk grade A, B, C, dan D adalah 500, sedangkan putaran untuk grade E, F, dan G adalah 1000.

- c) Setelah selesai, cabut benda uji dari mesin lalu bunyikan saring nomor 12. Butiran yang lebih dari yang disebutkan di atas selanjutnya dimasak dalam oven dengan suhu  $(110 + 5) ^\circ\text{C}$  hingga daging masih mentah.

**e. Perencanaan *mix design***

Untuk menghasilkan beton yang mudah dikerjakan dan sesuai dengan persyaratan keahlian Indonesia, dalam penelitian dan eksperimen ini menggunakan pendekatan perencanaan campuran beton sesuai dengan standar (SNI-03-2834-2000). Tes *slump* digunakan untuk mengukur ketebalan dan kemampuan kerja beton akhir. Perencanaan campuran beton yang digunakan sesuai dengan (SNI 03-2834-2000) adalah sebagai berikut:

1. Pemilihan proporsi campuran beton yang akan dilaksanakan  $f'c$  (Mpa).
2. Menghitung standar deviasi dengan menggunakan jumlah sampel beton yang akan disiapkan.

**Tabel 2.3** Factor Standar deviasi

Jumlah pengujian	Factor pengali deviasi standar
Kurang dari 15	$Fc'+12$ Mpa
15	1,16
20	1,08
25	1,03
30 atau lebih	1,00

Sumber : SNI 03 - 2834 - 2000

3. Menentukan pengendalian mutu.
4. Nilai tambah margin menggunakan rumus :

$$M = k \times sd \quad (2.1)$$

Dengan:

M adalah Nilai tambah margin.

k adalah Konstanta statistik dengan tingkat kegagalan maksimum 5% dalam hasil pengujian yang menentukan nilainya.

Sd adalah faktor pengali standar deviasi.

5. Menghitung rata-rata kuat tekan beton yang telah ditargetkan  $f'cr$ , menggunakan rumus:

$$f'cr = f'c + M \quad (2.2)$$

6. Menentukan jenis semen.

7. Agregat yang digunakan dapat dipecah menjadi agregat kasar dan agregat halus yang masing-masing dapat berupa bahan yang belum terurai, seperti pasir atau karang, atau bahan yang telah terurai.
8. Menentukan factor air semen (FAS) berdasarkan perhitungan dan grafik.

Tabel 2.4 dapat digunakan sebagai acuan untuk menghubungkan kuat tekan dan faktor air semen (FAS) sesuai dengan material yang disarankan dan keadaan operasi jika tidak ada data penelitian yang dapat digunakan sebagai patokan.

**Tabel 2.4** Estimasi Kuat Tekan (Mpa) Beton di Indonesia Menggunakan Agregat Kasar dan (FAS)

Jenis semen	Jenis agregat kasar	Kuat Tekan (Mpa)					Bentuk uji
		Pada umur (hari)				Bentuk uji	
		3	7	28	29		
Tipe I Semen <i>portland</i>	Agregat Halus	17	23	33	40	Silinder	
	Agregat kasar	19	27	37	45		
Tipe II, V Semen tahan sulfat	Agregat Halus	20	28	40	48	Kubus	
	Agregat kasar	25	32	45	54		
Tipe III Semen <i>portland</i>	Agregat Halus	21	28	38	44	Silinder	
	Agregat kasar	25	33	44	48		
	Agregat Halus	25	31	46	53	Kubus	
	Agregat kasar	30	40	53	60		

Sumber : SNI 03 - 2834 - 2000

9. Menghitung (FAS) maksimum, yang ditentukan sebelumnya. Angka terendah digunakan jika nilai fas yang diturunkan dari poin 7 di atas kurang dari yang dibutuhkan.
10. Penentuan *slump* Untuk menghasilkan beton yang mudah pengaduan, penuangan, dan *leveling*, *slump* ditentukan berdasarkan keadaan pelaksanaan pekerjaan.
11. Hitung ukuran agregat terbesar yang mungkin. Ukuran butir agregat terbesar, jika ditentukan, tidak boleh melebihi:
  - a) Seperlima dari jarak terkecil dadu antara bidang sampingnya.
  - b) Ketebalan sepertiga dari pelat.

c) Kira-kira tiga perempat dari ruang bebas yang diperlukan antara batang atau balok.

12. Menentukan nilai kadar bebas air

Menggunakan perhitungan (SNI 03 2834 2000), Langkah pertama dalam membuat *mix design* adalah menentukan material yang akan digunakan: semen PCC, kerikil yang memenuhi ukuran yang dibutuhkan, pasir, dan air. Setelah 28 hari, kuat tekan desain (MPa) dan slump yang digunakan (mm) memperkirakan biaya kadar air bebas untuk mendapatkan kadar air menggunakan rumus persamaan 2.3

$$\frac{2}{3} xWh + \frac{1}{3} x Wk = \dots \dots \dots \frac{Kg}{m^3} \quad (2.3)$$

Didapatkan kadar air bebas sebesar ... .. Kg/m<sup>3</sup>.

Diketahui:

Wh adalah Air yang dibutuhkan untuk membuat agregat halus

Wk adalah Air yang dibutuhkan untuk agregat kasar

a) Agregat utuh dan agregat pecah digunakan sebagai nilai

b) Agregat campuran (tidak pecah dan pecah), dihasilkan dengan menggunakan rumus persamaan

Estimasi kadar air bebas yang dibutuhkan untuk berbagai tingkat *workability* campuran beton.

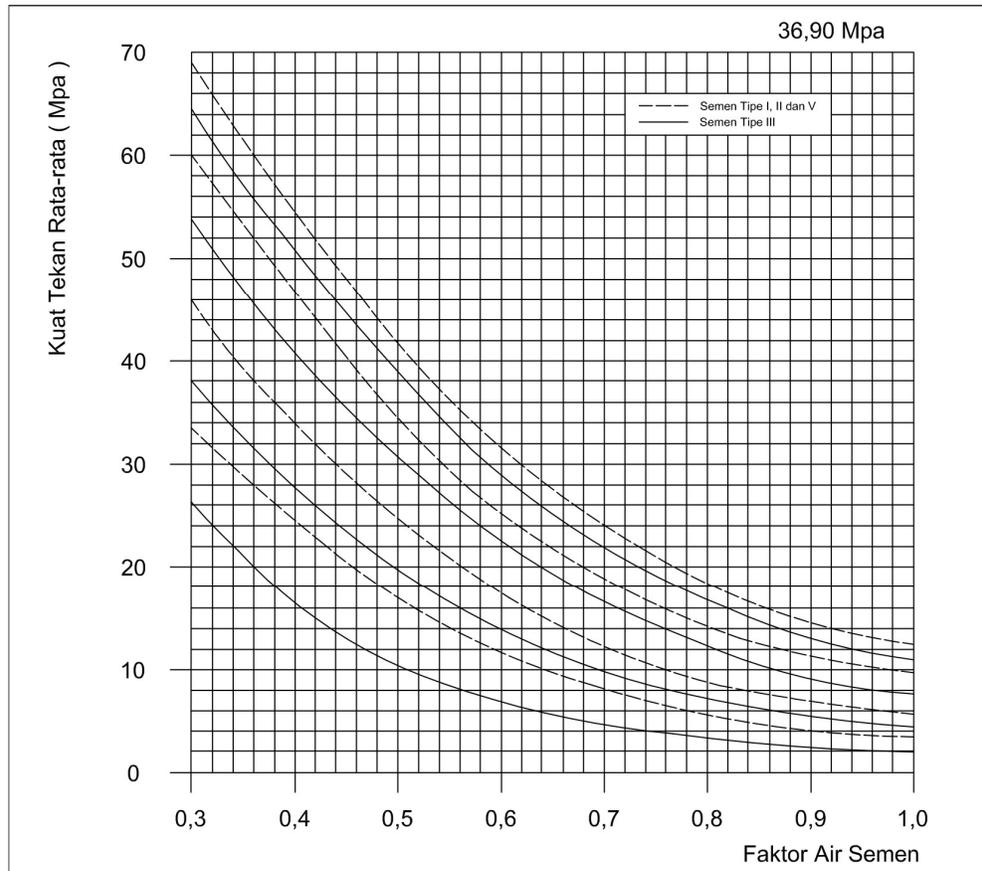
**Tabel 2. 5 Pengujian Slump**

Slump (mm)		0-10	10-30	30-60	60-180
Ukuran besar butir agregat maksimum	Jenis agregat	---	---	---	---
10	Batu tak dipecahkan	150	180	205	225
	Batu pecah	180	205	230	250
20	Batu tak dipecahkan	135	160	180	195
	Batu pecah	170	190	210	225
40	Batu tak dipecahkan	115	140	160	175
	Batu pecah	155	175	190	205

Catatan : Koreksi suhu udara :  
Untuk suhu di atas 25 °C, setiap kenaikan 5 °C harus ditambah air 5 liter per m<sup>2</sup> adukan beton.

**Sumber :** SNI 03 - 2834 - 2000

13. Jumlah minimum semen ditentukan dengan membagi kadar air bebas dengan menggunakan fas.



**Gambar 2.1** Faktor Air Semen (*fas*)

**Sumber :** SNI 03 - 2834 - 2000

Kuat tekan dipakai (Mpa), hari yang dibutuhkan 28 kalender hari memperoleh faktor air semen sebanyak ... ..

Selanjutnya menghitung kebutuhan semen dengan menggunakan rumus:

$$c = \frac{\text{kadar air bebas}}{fas} \quad (2.4)$$

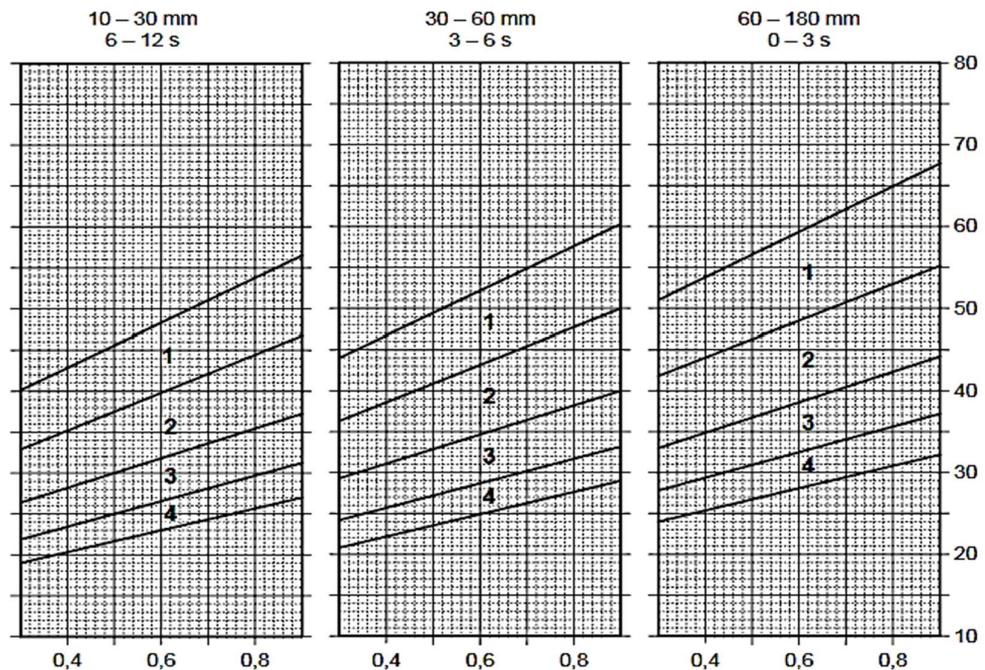
Sehingga didapat nilai kebutuhan semen sebesar  $\text{kg/m}^3$ .

**Tabel 2.6** Kandungan Semen Minimal dan Persyaratan FAS Maksimal untuk Jenis Beton di Lingkungan yang Khusus

Lokasi ---	Jumlah Semen minimum Per m <sup>3</sup> beton (kg)	Nilai Faktor Air- Semen Maksimum
Beton di dalam ruang bangunan: a. keadaan keliling non-korosif	275	0,60
b. keadaan keliling korosif disebabkan oleh kondensasi atau uap korosif	325	0,52
Beton di luar ruangan bangunan: a. tidak terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	325	0,60
b. terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	275	0,60
Beton masuk ke dalam tanah: a. mengalami keadaan basah dan kering berganti-ganti	325	0,55
b. mendapat pengaruh sulfat dan alkali dari tanah		: Tabel 5
Beton yang kontinu berhubungan: a. air tawar		
b. air laut		Tabel 6

Sumber : SNI 03 - 2834 - 2000

14. Selanjutnya berdasarkan nilai slump dan gradasi zona agregat halus, dihitung persen (Agregat halus) dan (Agregat kasar).



**Gambar 2. 2** Grafik Batas Atas dan Bawah Zona Gradasi Agregat Halus

Sumber : SNI 03 - 2834 - 2000

15. Menggunakan perhitungan untuk menentukan jumlah agregat halus yang dibutuhkan pada persamaan 2.5

$$P = \frac{Ba+}{2} = \% \quad (2.5)$$

Dengan:

P adalah Presentasi agregat halus.

Ba adalah Batas atas dari zona gradasi agregat halus.

Bb adalah Batas dari zona gradasi agregat halus.

16. Setelah menghitung berapa persen jumlah agregat halus kemudian dilanjutkan dengan menghitung agregat kasar menggunakan rumus:

$$K = 100\% - P\% = \% \quad (2.6)$$

Dengan:

K adalah persentase agregat kasar.

P adalah persentase agregat halus.

17. Menghitung berat jenis campuran dan batu pecah menggunakan rumus:

$$Bj \text{ campuran} = (P \times Bj \text{ pasir}) + (K \times Bj \text{ batu pecah}) \quad (2.7)$$

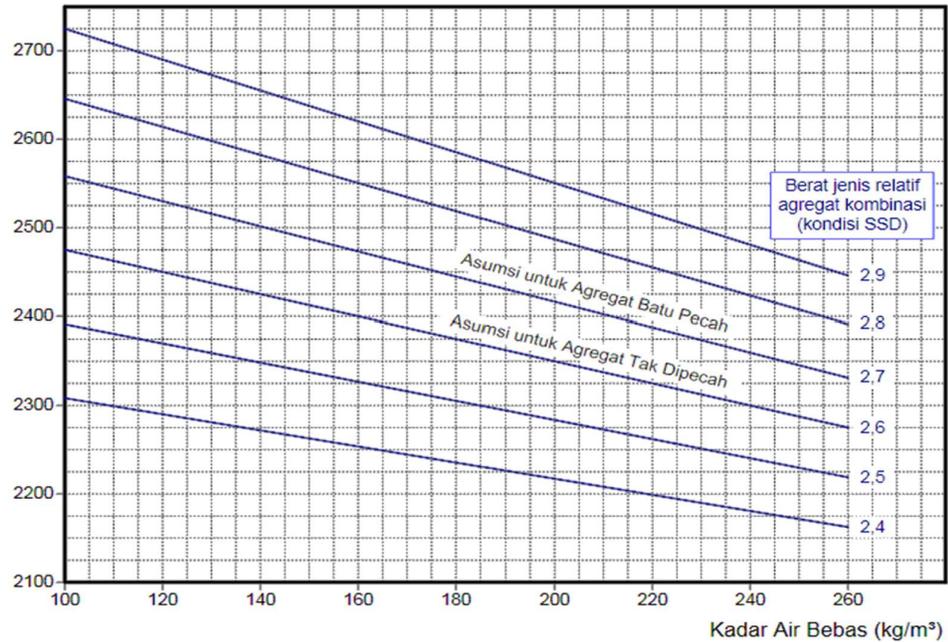
Dengan:

Bj adalah Berat jenis.

P adalah Agregat halus (%).

K adalah Agregat kasar (%).

18. Gunakan grafik untuk menghitung berat satuan beton untuk mendapatkan angka yang ada pada Gambar 2.3



**Gambar 2.3** Grafik Kadar Bebas Air

**Sumber :** SNI 03 - 2834 - 2000

19. Gunakan rumus 2.8 untuk mendapatkan agregat gabungan:

$$AG = \text{berat isi beton} - \text{kadar semen} - \text{kadar air} \quad (2.8)$$

Dengan:

AG adalah agregat gabungan.

20. Menghitung kadar agregat halus menggunakan rumus:

$$AH = P \times AG \quad (2.9)$$

Dengan:

AH adalah agregat halus (kadar).

P adalah agregat halus (%).

AG adalah Hasil agregat gabungan.

21. Menghitung kadar agregat halus menggunakan rumus:

$$AK = P \times AG \quad (2.10)$$

Dengan:

AK adalah kadar agregat kasar.

K adalah persentase agregat kasar.

AG adalah agregat gabungan.

## 2. Pengujian Slump

Metode pengujian ini merupakan metodologi untuk menentukan homogenitas dan *workability* campuran beton segar dengan ketebalan tertentu yang ditunjukkan dengan nilai *slump* tunggal, (SNI, cara uji slump beton, 2008). Nilai slump biasanya naik berbanding lurus dengan kadar air campuran beton dalam keadaan laboratorium dengan komponen beton yang diatur dengan benar, dan karenanya berbanding terbalik dengan kekuatan beton. Untuk menghindari nilai *slump* yang didapatkan saat di proses eksperimen tidak sesuai dengan kuat tekan beton yang diantisipasi, kehati-hatian harus dilakukan selama pelaksanaan lapangan karena beberapa faktor mempengaruhi perubahan campuran beton setelah mencapai nilai slump yang ditentukan.

Teknik pengujian ini cocok untuk beton plastis dengan agregat kasar berukuran tidak lebih dari 37,5mm (1 1/2 in). Teknik uji sesuai bila digunakan pada fraksi yang lolos saringan 37,5 mm (1 1/2 in.), dengan agregat berukuran lebih besar dihilangkan seperlunya, dalam kasus ketika ukuran agregat kasar lebih dari ukuran tersebut. dengan bagian "Prosedur Tambahan untuk Beton Agregat Ukuran Maksimum Besar" AASHTO T 141. Beton non-plastis dan beton non-kohefif tidak dapat diuji menggunakan pendekatan ini.

Berdasarkan (SNI 03-2458-1991) langkah-langkah pengujian *slump* adalah:

- a) Siram air cetakan dan letakkan mendatar pada permukaan yang lembab, kaku, dan tidak menyerap. Saat mengisi, operator harus memegang erat cetakan dengan berdiri di atas tapak. Isi cetakan sesegera mungkin dengan tiga lapis beton, masing-masing lapis kira-kira sepertiga dari kapasitas cetakan, dengan menggunakan sampel beton yang diperoleh sesuai dengan Ayat 6.
- b) Gunakan batang pemadat untuk menyodok 25 kali melalui setiap lapisan untuk memadatkannya. Di atas permukaan setiap lapisan, sebarkan tusuk sate secara merata. Untuk lapisan bawah, ini membutuhkan penindikan pada suatu sudut, menghasilkan kira-kira setengah dari banyak penusukan di dekat tepi cetakan, dan kemudian terus berputar secara vertikal di sekitar pusat permukaan. Kompres sepenuhnya lapisan bawah ke kedalaman yang

diinginkan. Berhati-hatilah agar tidak mengenai pelat dasar cetakan dengan tusuk sate. sedemikian rupa sehingga tusukan menembus batas lapisan di bawahnya, padatkan lapisan atas dan kedua sampai ke kedalamannya.

- c) Saat menambahkan beton ke lapisan atas dan memadatkannya, isi cetakan dengan beton sebelum memulai proses pemadatan. Tambahkan beton tambahan agar beton tambahan tidak tenggelam di bawah tepi atas cetakan jika pemadatan menyebabkan hal ini terjadi. Gulung penusuk di atas permukaan beton di bagian atas cetakan untuk meratakannya setelah lapisan atas dihancurkan. Seseegera mungkin, angkat cetakan secara vertikal menjauhi beton dengan hati-hati. Dalam 5 hingga 2 detik, angkat cetakan dengan jarak 300 mm tanpa gerakan menyamping atau puntir. Selesaikan tugas pengujian tidak lebih dari 2 menit, tanpa gangguan, dari pengisian awal hingga pemberantasan jamur.
- d) Segera setelah beton mulai mengendap di permukaan, segera ukur slump dengan menghitung jarak vertikal antara bagian atas bekisting dan bagian tengah permukaan atas beton. Abaikan pengujian dan lakukan pengujian kedua menggunakan potongan sampel yang berbeda jika beton gagal atau geser pada satu sisi atau sebagian massa beton.

### 3. Perawatan Beton (*Curing*)

Perawatan beton yang disebut sebagai *curing* merupakan salah satu tindakan penting dalam pembuatan beton. *Curing* sesegera mungkin dilakukan setelah proses pelepasan cetakan beton selesai dan seluruh masa telah terlewati untuk menjaga kelembaban dan suhu beton. Hal ini dilakukan untuk mencegah beton kehilangan air terlalu cepat dan memastikan reaksi hidrasi senyawa semen dapat berlangsung dengan baik (nji, 2011).

Tujuan utama curing atau pengeringan beton adalah agar reaksi hidrasi senyawa semen, termasuk zat aditif atau substitusi, dapat terjadi secara optimal guna mencapai tingkat mutu beton yang diinginkan dan mencegah terjadinya penyusutan yang berlebihan pada beton akibat kadar air yang berlebihan atau tidak merata. kerugian, yang dapat menyebabkan retak.

Ada berbagai cara sederhana yang dapat digunakan untuk menyembuhkan atau merawat beton di lapangan, antara lain:

- a) Basahi permukaan beton secara berkala dengan air.
- b) Merendam beton dengan air.
- c) melapisi beton dengan bahan seperti plastik yang tahan terhadap penguapan air.
- d) Saat beton sedang mengeras, semprotkan permukaan secara teratur dengan air dan tutupi dengan bahan yang dapat menghentikan penguapan air, seperti plastik berpori atau geotekstil non-anyaman.
- e) dan menggunakan bahan-bahan unik untuk merawat beton, seperti senyawa pengawet.

#### 4. Pengujian kuat tekan beton

Besarnya beban per satuan luas yang menyebabkan benda uji beton hancur ketika dibebani dengan gaya tekan tertentu yang dihasilkan oleh mesin press, dikenal dengan kuat tekan beban beton, (SNI 03-1974-1990). Prosedur ini dimaksudkan sebagai acuan untuk pengujian benda uji silinder beton yang telah disiapkan dan dirawat dengan baik baik di laboratorium maupun di tempat kerja.

Tujuan pengujian ini adalah untuk menentukan kuat tekan menggunakan metodologi yang tepat. Proses untuk melakukan uji kuat tekan beton adalah sebagai berikut:

- a) Pusatkan spesimen pada mesin press.
- b) Operasikan mesin press dengan penambahan beban terus menerus 2 sampai 4 kg/cm<sup>2</sup> per detik.
- c) Lanjutkan memuat benda uji sampai hancur, catat beban tertinggi yang diterapkan selama pemeriksaan benda uji.
- d) Memotret formulir yang rusak dan mencatat kondisi benda uji.

Rumus berikut dapat digunakan untuk menentukan kekuatan tekan beton:

$$\text{Kuat tekan beton} = \frac{P}{A} \text{ (kg/cm}^2\text{)} \quad (2.11)$$

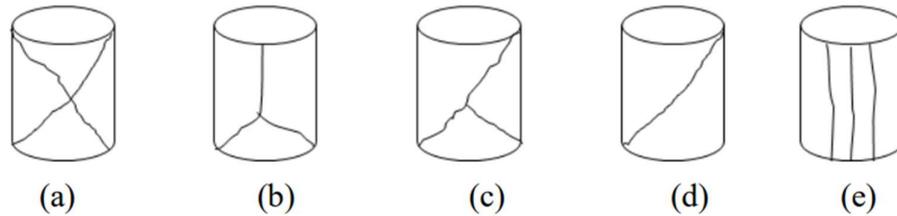
Keterangan:

P adalah beban maksimum (kg)

A adalah luas penampang (cm<sup>2</sup>)

### 5. Jenis-jenis keretakan pada beton silinder

Keretakan pada beton dapat bervariasi bentuknya menurut (SNI, cara uji kuat tekan beton dengan benda uji silinder, 2011) Saat mengukur kuat tekan beton, ada lima jenis retakan yang mungkin muncul:



**Gambar 2.4** Jenis Keretakan Pada Beton Silinder

*Sumber: SNI 03 – 283*

*4 - 2000*

Keterangan:

- a) Bentuk keretakan kerucut (*cone*)
- b) Bentuk keretakan jenis *cone and split* (kerucut dan belah)
- c) Bentuk keretakan jenis *cone and shear* (kerucut dan geser)
- d) Bentuk keretakan jenis *shear* (geser)
- e) Bentuk keretakan jenis *kolumnar* (sejajar sumbu tegak)