

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Beton

Beton merupakan campuran dari beberapa material, dimana bahan utamanya terdiri dari campuran semen, agregat halus, agregat kasar, air dengan atau tanpa bahan lain dengan perbandingan tertentu. Karena beton merupakan komposit (campuran) maka kualitas beton dipengaruhi oleh kualitas dari masing-masing material pembentuk (Kardiyono T, 2007).

*Mix design* diperlukan untuk menentukan jumlah masing-masing bahan susun yang dibutuhkan agar dihasilkan kuat desak beton yang sesuai dengan rencana. Agar dihasilkan kuat desak beton yang sesuai dengan rencana diperlukan *mix design* untuk menentukan jumlah masing-masing bahan susun yang dibutuhkan. Adukan beton diusahakan dalam kondisi yang benar-benar homogeny dengan kelecakan tertentu agar tidak terjadi segregasi. Kekuatan beton ditentukan oleh padat tidaknya campuran bahan penyusun beton tersebut. Semakin kecil rongga yang dihasilkan dalam campuran beton, maka semakin tinggi kuat desak beton yang dihasilkan.

Penggunaan bahan agregat pada adukan beton mencapai jumlah  $\pm 70\% - 75\%$  dari seluruh beton. Nilai kekuatan dan daya tahan (*durability*) beton merupakan fungsi dari banyak factor, antaranya adalah nilai banding campuran dan mutu bahan susun, metode pelaksanaan pembuatan adukan beton, temperature dan kondisi perawatan pengerasannya. Nilai kuat tekan beton relative tinggi disbanding kuat tariknya, dan merupakan bahan getas. Nilai kuat tariknya berkisar antara 9% - 15% dari kuat tekannya, pada penggunaan sebagai komponen structural bangunan, umumnya beton diperkuat dengan batang tulangan baja sebagai bahan yang dapat bekerjasama dan mampu membantu kelemahannya, terutama pada bagian yang bekerja menahan tarik (Dipohusodo, 1994).

## **2.2 Material Pembentuk Beton**

Beton dihasilkan dari sekumpulan interaksi mekanis dan kimiawi sejumlah material pembentuknya (Nawy, 1998). Bahan pembentuk beton terdiri dari campuran agregat halus dan kasar dengan semen dan air sebagai pengikatnya.

### **2.2.1 Agregat**

Agregat adalah bahan-bahan campuran beton yang saling diikat oleh perekat semen (CUR 2, 1993). Agregat ini harus bergradasi sedemikian rupa sehingga seluruh massa beton dapat berfungsi sebagai benda yang utuh, homogen dan rapat, dimana agregat yang berukuran kecil berfungsi sebagai pengisi celah yang ada diantara agregat berukuran besar (Nawy, 1998).

Dua jenis agregat adalah :

1. Agregat kasar (kerikil, batu pecah)
2. Agregat halus (pasir)

#### **2.2.1.1 Agregat Kasar**

Agregat kasar adalah agregat dengan besar butir lebih dari 5 mm (PBBI 1971, N.1 - 2). Syarat-syarat agregat kasar :

1. Harus terdiri dari butir-butir yang keras dan tidak berpori
2. Butir-butir agregat kasar harus bersifat kekal, artinya tidak pecah atau hancur oleh pengaruh-pengaruh cuaca, seperti terik matahari dan hujan.
3. Agregat kasar tidak boleh mengandung zat-zat yang dapat merusak beton, seperti zat-zat yang reaktif alkali.
4. Agregat kasar tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 1%, apabila kadar lumpur melampaui 1% maka agregat kasar harus dicuci.

### 2.2.1.2 Agregat Halus

Agregat yang berupa pasir sebagai hasil desintegrasi alami dari batu-batuan atau berupa pasir buatan yang dihasilkan oleh alat-alat pemecah batu (PBBI 1997, N.1 - 2).

Syarat agregat halus :

1. Agregat halus terdiri dari butir-butir yang tajam dan keras. Butir agregat halus harus bersifat kekal, artinya tidak pecah atau hancur oleh pengaruh cuaca seperti terik matahari dan hujan.
2. Kandungan lumpur tidak boleh lebih dari 5% (ditentukan terhadap berat kering), yang diartikan dengan lumpur adalah bagian-bagian yang dapat melalui ayakan 0,063 mm. Apabila kadar lumpur lebih dari 5% maka agregat harus dicuci.
3. Pasir laut tidak boleh dipakai sebagai agregat halus untuk semua mutu beton, kecuali dengan petunjuk dari lembaga pemeriksaan bahan yang diakui.

### 2.3 Semen Portland

Semen Portland merupakan bubuk halus yang diperoleh dengan menggiling *klinker* (yang didapat dari pembakaran suatu campuran yang baik dan merata antara kapur dan bahan-bahan yang mengandung silika, alumina dan *oxid* 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 pasta 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 beton. Dalam campuran beton, semen bersama air sebagai kelompok aktif sedangkan pasir dan kerikil sebagai pengisi (Kardiyono Tjokrodimulyo, 2007).

Pada umumnya semen berfungsi untuk pencampuran dan pengikat pasir dan kerikil agar terbentuk beton serta mengisi rongga-rongga diantara butir-butir agregat. Komponen semen Portland terdiri dari :

1. *Trikalsium Silikat (C<sub>3</sub>S)*
2. *Dikalsium Silikat (C<sub>2</sub>S)*
3. *Trikalsium Aluminat (C, A)*
4. *Tetrakalsium Aluminoforit (C<sub>4</sub>AF)*

Komposisi oksida utama pembentuk semen dapat dilihat pada Tabel 2.1 berikut

:

**Tabel 2.1 Komposisi Oksida Utama Pembentuk Semen**

Oksida	Komposisi (%)
CaO	60-65
SiO <sub>2</sub>	17-25
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3-8
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,5-6
MgO	0,5-4
SO <sub>3</sub>	1-2
K <sub>2</sub> O, Na <sub>2</sub> O	0,5-1

*Sumber : Kardiyono Tjokrodimulyo, 2007*

Semen Portland dibagi menjadi lima jenis kategori sesuai dengan tujuan pemakaiannya (SNI 15-2049-2004) yaitu :

1. Jenis I yaitu semen Portland untuk penggunaan umum, yang tidak memerlukan persyaratan-persyaratan khusus seperti yang disyaratkan pada jenis-jenis lain.
2. Jenis II yaitu semen Portland untuk konstruksi yang agak tahan terhadap sulfat dan panas hidrasi yang sedang.
3. Jenis III yaitu semen Portland untuk konstruksi dengan syarat kekuatan awal yang tinggi.
4. Jenis IV yaitu semen Portland untuk konstruksi dengan syarat panas hidrasi yang rendah.
5. Jenis V yaitu semen Portland untuk konstruksi dengan syarat sangat tahan terhadap sulfat.

## 2.4 Air

Air digunakan sebagai bahan pencampur dan pengaduk beton untuk mempermudah pekerjaan. Menurut PBBI 1971, N.1 – 2, pemakaian air untuk beton sebaiknya memenuhi persyaratan sebagai berikut :

1. Air harus bersih.
2. Tidak mengandung lumpur.
3. Tidak mengandung garam-garam yang dapat merusak beton seperti asam, zat organik.
4. Tidak mengandung minyak dan alkali.
5. Tidak mengandung senyawa asam.

## 2.5 Perencanaan Campuran Beton

Campuran beton merupakan suatu perpaduan dari komposisi material penyusunnya. Pada dasarnya perancangan campuran beton yang dimaksudkan untuk menghasilkan suatu proporsi campuran bahan yang optimal dengan kekuatan yang maksimum. Kriteria dasar dari perancangan beton adalah kekuatan tekan dan kemudahan pengerjaan.

## 2.6 Slump

Pengujian *slump* merupakan pengetesan sederhana untuk mengetahui *workability* beton segar sebelum dipakai dalam pekerjaan pengecoran. Pada dasarnya *workability* beton segar 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*)

Pengukuran *slump* dilaksanakan mengacu pada aturan yang ditetapkan oleh 2 (dua) peraturan standart :

1. PBI 1971 (Peraturan Beton Bertulang Indonesia)

## 2. SNI 1972-2008 (cara uji *slump* beton)

Ada beberapa perbedaan pada dua peraturan tersebut, sehingga pengukuran *slump* harus dilakukan berdasarkan aturan yang ditetapkan dalam KRS (spesifikasi teknis) atau yang disetujui oleh pihak proyek.

### 2.6.1 Berdasar PBI 1971 N.1 - 2

Pengukuran *slump* pada peraturan ini dilakukan dengan alat sebagai berikut :

1. Kerucut Abrams
  - a. Kerucut terpancung dengan bagian atas dan bawah terbuka
  - b. Diameter atas 10 cm
  - c. Diameter bawah 20 cm
  - d. Tinggi 30 cm
2. Batang besi penusuk
  - a. Diameter 16 mm
  - b. Panjang 60 cm
  - c. Ujung dibulatkan
3. Alas : rata, tidak menyerap air

### 2.6.2 Berdasar SNI 1972-2008

Pengukuran *slump* pada peraturan ini dilakukan dengan alat sebagai berikut :

1. Kerucut Abrams
  - a. Kerucut terpancung dengan bagian atas dan bawah terbuka
  - b. Diameter atas 120 mm
  - c. Diameter bawah 203 mm
  - d. Tebal plat 1,5 mm
2. Batang besi penusuk
  - a. Diameter 16 mm
  - b. Panjang 60 cm
  - c. Memiliki salah satu atau kedua ujung berbentuk bulat setengah bola dengan diameter 16 mm.
3. Alas : datar, dalam kondisi lembab, tidak menyerap air dan kaku

Nilai *slump* untuk berbagai macam struktur ditampilkan pada tabel 2.2 berikut :

**Tabel 2.2 Nilai *Slump* Untuk Berbagai Macam Struktur**

No	Uraian	Nilai <i>Slump</i> (mm)	
		Maksimum	Minimum
1	Dinding, pelat pondasi dan pondasi telapak bertulang	80	25
2	Pondasi telapak tidak bertulang, kaisan dan konstruksi dibawah tanah	80	25
3	Pelat, balok, kolom dan dinding	100	25
4	Perkerasan jalan	80	25
5	Pembetonan Massal	50	25

Sumber : Kardiyono Tjokrodimulyo, 1992

## 2.7 Kuat Tekan Beton

Berdasarkan SNI 03-194-1990 kuat tekan beton adalah besarnya beban per satuan luas yang menyebabkan benda uji beton hancur bila dibebani dengan gaya tekan tertentu yang dihasilkan oleh mesin tekan. Kuat tekan dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

$$f'_c = \frac{P_c}{A_c}$$

Dimana :

$f'_c$  = kuat tekan beton (MPa)

$P_c$  = beban maksimum (N)

$A_c$  = luas penampang benda uji (mm<sup>2</sup>)

“Benda uji silinder menjadi standar dari penerimaan beton di lapangan sesuai dengan standar SNI 2847-2013. Praktek yang sering terjadi di lapangan bahwa benda uji silinder tidak memenuhi standar dari mutu beton rencana. metode perkuatan akibat dari turunnya mutu beton dari mutu beton rencana merupakan solusi yang terbaik bila terjadi ketidaksesuaian dari mutu beton rencana”(Panggabean Imanuel dan Valentana

Tarigan, 2019: 37). Beton dengan kuat tekan rendah diharapkan dapat naik dengan menambah abu vulkanik hasil gunung sinabung dan SikaCim Paver yang dibentuk pada pengujian ini.

Mutu beton adalah istilah yang didasarkan pada kuat tekan beton. Beton memiliki sifat kuat tekan yang cenderung beragam dan menyebar pada suatu rata-rata tertentu dimana, nilai kuat tekan ini bergantung pada tingkat kesempurnaan dari proses pelaksanaan diantaranya kualitas bahan, pengadukan, pemadatan, stabilitas pekerja, dll. Akibat dari adanya variasi nilai kuat tekan inilah diperlukan pengendalian terhadap mutu beton agar hasilnya dapat seragam dan memenuhi standar.

Uji mutu beton adalah proses pengujian kuat tekan beton untuk mengetahui apakah beton memenuhi standar yang diisyaratkan, dua perhitungan yang biasa dipakai yaitu menggunakan  $f'_c$  dan karakteristik (K).

### **2.7.1 Mutu Beton ( $f'_c$ )**

Beton dengan mutu  $f'_c$  20 menyatakan kekuatan tekan minimum adalah 25 MPa pada umur beton 28 hari, dengan menggunakan silinder beton diameter 15 cm dan tinggi 30 Cm. Mengacu pada standar SNI 03-2847-2002 yang merujuk pada ACI (*American Concrete Institute*). 1 MPa = 10 kg/cm<sup>2</sup>. Ketelitian minimal jumlah beton berdasarkan (SNI 2847 : 2013) untuk menentukan nilai  $f'_c$  (kuat tekan beton) paling sedikit 2 silinder beton 150 mm x 300 mm untuk nilai kuat tekan rata-rata beton.

### **2.8 Abu Vulkanik Gunung Sinabung**

Material vulkanik merupakan mineral batuan vulkanik termasuk material glass yang memiliki ukuran sebesar pasir dan kerikil dengan diameter kurang lebih 2 mm. Partikel abu vulkanik sangat kecil, umumnya dapat memiliki penampang lebih kecil dari 0,001 mm. Abu vulkanik terbentuk selama erupsi vulkanik secara eksplosif gunung berapi. Abu vulkanik bukan merupakan produk pembakaran seperti abu terbang yang lunak dan halus seperti hasil pembakaran kayu, daun atau kertas. Abu vulkanik memiliki sifat sangat keras dan tidak larut di dalam air sehingga seringkali sangat abrasive dan sedikit korosif serta mampu menghantarkan listrik ketika dalam keadaan basah (Bayuseno, A.P., 2010).



Abu vulkanik (AV) mengandung silika ( $\text{SiO}_2$ ) relative tinggi, sifat fisik dan kimianya sesuai dengan ASTM C618-93, spesifikasi Standar fly ash dan bahan alam pozzolan kalsinasi untuk digunakan sebagai *Mineral Admixture* pada beton semen Portland (Siddique,R., 2011). Tipikal kandungan abu vulkanik diperlihatkan pada tabel 2.3 berikut :

**Tabel 2.3 Tipikal Komposisi Kimia Abu Vulkanik**

Senyawa Kimia	Jumlah (%)
Kalsium Oksida ( $\text{CaO}$ )	6,10
Silika ( $\text{SiO}_2$ )	59,32
Alumina ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ )	17,50
Besi Oksida ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ )	7,06
Sulfur Trioksida ( $\text{SO}_3$ )	0,71
Magnesia ( $\text{MgO}$ )	2,55
Natrium Oksida ( $\text{Na}_2\text{O}$ )	3,80
Kalium Oksida ( $\text{K}_2\text{O}$ )	2,03
Hilang Pijar	1,00

Sumber : Siddique,R., 2011

Telah bertahun-tahun dipahami bahwa campuran abu vulkanik dan batuan serbuk (siliceous) dengan kapur akan menghasilkan semen hidraulik. Sebuah penelitian pada struktur bangunan Romawi dan Mesir kuno memberikan bukti effectif dan ketahanan semen ini. Bukti lapisan semen hidraulik pada sebuah penampung air (cistern) di Kamiros, Rhodes (230 km selatan Santorini) pada abad ke 6 atau 7 sebelum masehi masih ada. Semen alami pozzolan merupakan bahan mellinium yang masih ada untuk lapisan tangki penampung air dan kanal sebagai pengikat batuan maupun struktur tahan air dan bangunan monumen. Abu vulkanik saat ini masih digunakan diberbagai negara seperti Mesir, Itali, Jerman, Mexico dan China karena dapat menurunkan biaya dan meningkatkan kualitas dan ketahanan beton. Ketika abu vulkanik menimbulkan sementasi dalam, maka akan bertransformasi kedalam batuan lunak disebut (Tuff). Karena kualitasnya lebih rendah dibandingkan dengan batuan lain (kekuatan lebih

rendah dan tahanan korosinya), tuff sering kali ditanam dan digunakan sebagai batuan gedung.

## 2.9 Pemilihan Faktor Air

Perbandingan antara kadar air dan kadar semen yang disebut faktor air semen atau perbandingan air semen dapat dituliskan dengan rumus sebagai berikut:

Faktor Air Semen = Kadar Agregat dalam Kg atau Kg /m<sup>3</sup>

Kadar Semen dalam Kg atau Kg /m<sup>3</sup> dengan demikian dalam kadar air termasuk pula air resapan dalam agregat kasar dan agregat halus disamping air yang diisikan ke dalam wadah pengaduk beton berdasarkan perhitungan sebelumnya. Secara umum diketahui bahwa semakin tinggi nilai FAS, semakin rendah mutu kekuatan beton. Namun demikian, nilai FAS yang semakin rendah tidak terlalu berarti bahwa kekuatan beton semakin tinggi. Nilai FAS yang rendah akan menyebabkan kesulitan dalam pengerjaan, yaitu kesulitan dalam pelaksanaan pemadatan yang pada akhirnya akan menyebabkan mutu beton menurun.

Rumus untuk mencari FAS adalah :

$$\mathbf{FAS = W / C}$$

Keterangan :

W : Air

C : Semen

Dimana berat jenis air 1 kg/liter, dan berat jenis semen adalah 3150 kg/m<sup>3</sup> (ASTM)

## 2.10 Perawatan Beton

Perawatan beton dilakukan setelah beton mencapai final setting, artinya beton telah mengeras. Perawatan ini dilakukan agar proses hidrasi selanjutnya tidak mengalami gangguan. Jika hal itu terjadi, beton akan mengalami keretakan karena

kehilangan air yang begitu cepat. Perawatan dilakukan minimal 7 (tujuh) hari dan berkekuatan awal tinggi minimum selama 3 (tiga) hari serta dipertahankan dalam kondisi lembab, kecuali dilakukan dengan perawatan dipercepat. Perawatan ini tidak hanya dimaksudkan untuk mendapatkan kekuatan tekan beton yang tinggi tetapi juga dimaksudkan untuk memperbaiki mutu dari keawetan beton, kedekatan terhadap air, ketahanan terhadap aus, serta stabilitas dari dimensi struktur.

### 2.11 SikaCim Concrete Additive



SikaCim Concrete Additive Bahan Tambahan / Campuran Beton adalah bahan yang dapat mempercepat dalam proses pengerasan beton. SikaCim Concrete Additive Bahan Campuran Beton dapat mengefisiensikan waktu dalam proses pengeringan beton. Kegunaan SikaCim Concrete Additive Bahan Tambahan / Campuran Beton digunakan sebagai concrete admixture (bahan tambahan / campuran beton) untuk mempercepat proses pengerasan beton. Karakteristik dan Kelebihan SikaCim Concrete Additive Bahan Tambahan / Campuran Beton :

- Mempercepat pengerasan beton dengan pengurangan air sampai 15%
- Mengurangi keropos / meningkatkan daya tahan terhadap karbonasi

- Memudahkan pengecoran

WARNA : Coklat tua

KEMASAN : Jerrycan: 900 ml

DESKRIPSI : Zat pereduksi air yang sangat efektif dan superplasticizer

untuk mempercepat pengerasan. SikaCim Concrete Additive adalah pereduksi air rentang tinggi pencampuran beton diformulasikan khusus untuk industri elemen beton pracetak..

Keuntungan

SikaCim concrete additive memiliki beberapa keuntungan, antara lain :

- Pengurangan air hingga 20% akan menghasilkan peningkatan 40% dalam 14 hari kekuatan tekan
- Peningkatan kedap air.

Informasi produk

- Bahan kimia dasar Naphthalene Formaldehyde Sulfonate yang Dimodifikasi
- Kemasan 900 mL x 10, Baki
- Penampilan / Warna Cairan / Coklat Tua  
Umur simpan 12 bulan dari tanggal produksi jika disimpan dengan benar di tidak rusak yang belum dibuka, wadah tertutup asli
- Kondisi penyimpanan Simpan dalam kondisi kering pada suhu antara +5 ° C dan +30 ° C. Melindungi dari sinar matahari langsung dan salju.
- Kepadatan  $1,17 \pm 0,01$  kg / L (pada +20 ° C)

Informasi aplikasi

- Dosis Dosis SikaCim Beton yang Disarankan dapat digunakan pada tingkat dosis 0,30% - 2,0% oleh berat total material semen tergantung padapersyaratan yang terkait kemampuan kerja dan kekuatan.
- Direkomendasikan agar campuran percobaan dilakukan untuk menentukan yang tepat tingkat dosis diperlukan.

**Catatan :**

- Tingkat dosis umum untuk digunakan dengan pasir silika adalah 0,30% - 1,20% berat bahan semen.
- Laju dosis umum untuk digunakan dengan kombinasi pasir buatan / vulkanik pasir adalah 0,4% - 2,0% berat bahan semen

Kompatibilitas SikaCim Beton Aditif dapat dikombinasikan dengan produk-produk berikut:

- Plastiment P121R
- Plastiment VZ
- Sika Fume
- SikaFibre

Untuk menghasilkan beton mengalir dan / atau self-compacting, campuran beton khusus desain diperlukan. Pra-uji coba direkomendasikan dan wajib jika kombinasi dengan yang di atas produk diperlukan. SikaCim Concrete Additive dapat ditambahkan ke air sebelum ditambahkan ke agregat kering atau secara terpisah ke beton yang baru dicampur.