

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 Beton

Beton merupakan bahan bangunan yang sangat populer digunakan dalam dunia jasa konstruksi terutama dalam pembuatan struktur bangunan karena beton mudah di bentuk dan bahan pembuat beton mudah didapatkan.

Berdasarkan SNI – 03 – 2847 – 2012, beton diartikan sebagai campuran semen, agregat halus, agregat kasar, dan air serta tanpa atau dengan bahan tambah (*admixture*).

Menurut Tjokrodimuljo (1996), beton merupakan hasil pencampuran *portland cement*, air dan agregat. Terkadang ditambah menggunakan bahan tambah dengan perbandingan tertentu, mulai dari bahan kimia tambahan, *fiber*, sampai bahan buangan non kimia.

3.2 Bahan Penyusun Beton

3.2.1 Semen Portland

Semen portland adalah bahan konstruksi yang paling banyak digunakan dalam pekerjaan pembuatan beton. Menurut ASTM C-150,1985, semen portland didefinisikan sebagai semen hidrolis yang dihasilkan dengan menggiling klinker yang terdiri dari kalsium silikat hidrolis, yang umumnya mengandung satu atau lebih banyak kalsium sulfat sebagai bahan tambahan yang digiling bersama-sama dengan bahan utamanya.

Semen Portland adalah semen hidrolis yang dihasilkan dengan cara menghaluskan klinker, terutama yang terdiri dari silikat-silikat kalsium yang bersifat hidrolis dengan gips sebagai bahan tambah (PUBI, 1982). Semen merupakan bahan perekat yang berfungsi mengikat antara agregat kasar dan agregat halus yang dicampurkan dengan air hingga membentuk suatu massa yang padat dan mengisi rongga-rongga di antara agregat.

Menurut ASTM maupun Standart Nasional Indonesia (SNI) semen dibagi menjadi 5 jenis, yaitu:

a. Tipe I (*Ordinary Portland Cement*)

Semen portland tipe I merupakan jenis semen yang umum digunakan untuk berbagai jenis pekerjaan konstruksi yang mana tidak terkena efek sulfat pada tanah atau berada di bawah air.

b. Tipe II (*Modified Cement*)

Semen portland tipe II merupakan semen dengan panas hidrasi sedang atau di bawah semen portland tipe I serta tahan terhadap sulfat. Semen ini cocok digunakan untuk daerah yang memiliki cuaca dengan suhu yang cukup tinggi serta pada struktur drainase.

c. Tipe III (*Rapid-Hardening Portland Cement*)

Semen portland tipe III memberikan kuat tekan awal yang tinggi. Penggunaan tipe III ini jika cekatan akan segera dibuka untuk penggunaan berikutnya atau kekuatan yang diperlukan untuk konstruksi lebih lanjut. Semen tipe III ini hendaknya tidak digunakan untuk konstruksi beton massal atau dalam skala besar karena tinggi panas yang dihasilkan dari reaksi beton tersebut.

d. Tipe IV (*Low-Heat Portland Cement*)

Semen portland tipe IV digunakan jika pada kondisi panas yang dihasilkan reaksi beton harus diminimalisasi. Namun peningkatan kekuatan lebih lama dibandingkan semen tipe lainnya tetapi tidak mempengaruhi kuat akhir.

e. Tipe V (*Sulphate-Resisting Cement*)

Semen portland tipe V digunakan hanya pada beton yang berhubungan langsung dengan sulfat, biasanya pada tanah atau air tanah yang memiliki kadar sulfat yang cukup tinggi.

3.2.2 Agregat Halus (Pasir Silika)

Agregat adalah butiran mineral yang berfungsi sebagai bahan pengisi dalam campuran beton dan menempati kira-kira 70% dari volume beton agregat sangat berpengaruh terhadap sifat-sifat beton atau mortar, sehingga dalam pemilihan agregat merupakan suatu bagian yang penting dalam pertumbuhan beton atau mortar (Tjokrodimuljo, 1996).

Pasir silika dipilih karena kandungan silika (SiO_2) pada pasir silika lebih tinggi dibandingkan pasir pada biasanya. Karena silika (SiO_2) akan bereaksi dengan kapur bebas yang ada pada mortar beton. Hal ini dapat meningkatkan mutu beton yang akan dibuat.

Menurut SK SNI T-15-1990-03, kekasaran pasir dibedakan menjadi 4 kelompok menurut gradasinya, yaitu pasir kasar, pasir agak kasar pasir agak halus, dan pasir halus. Penjelasan lebih lengkap dapat dilihat pada tabel 3.1.

Tabel 3.1 Batas-batas Gradasi Untuk Agregat Halus (Pasir)

Lubang Ayakan (mm)	Persen Berat Butir Yang Lewat			
	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 : SK SNI T-15-1990-03

- Keterangan:
- Daerah I : Pasir kasar
 - Daerah II : Pasir agak kasar
 - Daerah III : Pasir agak halus
 - Daerah IV : Pasir halus

Sampai sejauh ini, campuran (*mix design*) semen portland, pasir dan air dalam pembuatan beton ringan belum ada standarisasinya. Karena berat jenis beton yang akan dihasilkan bergantung juga dengan *foam agent* yang akan digunakan. Maka penulis mengacu pada perbandingan semen dan pasir dalam pembuatan dinding kedap air (*trasram*). Dalam pembuatan dinding kedap air biasa digunakan perbandingan semen : pasir antara 1 : 2 sampai 1 : 3. Pada penelitian ini penulis menggunakan perbandingan 1 semen : 2 pasir.

3.2.3 Air

Air adalah bahan yang diperlukan pada campuran beton agar bereaksi dengan semen dan menjadi pelumas antara butir-butir agregat sehingga mudah dikerjakan dan dipadatkan. Air yang dibutuhkan untuk mereaksikan semen hanya sekitar 30% dari berat semen (Tjokodimuljo, 1996).

Syarat air yang baik untuk dapat direaksikan dalam pembuatan beton menurut PUBI 1982 adalah :

1. air harus bersih,
2. tidak mengandung lumpur, minyak, dan benda terapung lainnya yang dapat dilihat oleh mata,
3. tidak mengandung benda-benda tersuspensi lebih dari 2 gr/lt,
4. tidak mengandung garam-garam yang dapat larut dan merusak beton lebih dari 5 gr/lt.

3.3 **Foam Agent**

Foaming agent merupakan suatu bahan tambah berupa zat *additive* yang dicampurkan ke mortar beton. *Foaming agent* yang dicampurkan ke dalam air akan menghasilkan *foam* pekat dengan bantuan alat bor yang ujung mata bornya diberi casa pencuci piring. *Foam* pekat yang dihasilkan apabila dicampurkan ke dalam mortar beton maka volume beton akan mengembang dan akan membuat rongga di dalam beton yang membuat berat jenis beton menjadi ringan.

Menurut brosur CV. Citra Additive Mandiri sebagai perusahaan yang memproduksi *foaming agent* ADT dijelaskan bahwa 1 liter *ADT foaming agent* dapat dicampurkan dengan air bersih 40 – 80 liter.

3.4 **Silica Fume**

Silica fume merupakan bahan pengisi (*filler*) dalam beton yang mengandung kadar *silica* yang tinggi. Kandungan SiO₂ mencapai lebih dari 90%. Penggunaan *silica fume* dalam campuran beton dimaksudkan untuk menghasilkan beton dengan kekuatan tekan yang tinggi (Zai, 2014).

Penambahan *silica fume* ke dalam campuran beton juga berpengaruh terhadap nilai *slump* dari mortar. Semakin banyak *silica fume* yang dicampurkan maka nilai *slump* dari campuran beton akan semakin turun.

Berdasarkan brosur *Sika fume*, dijelaskan bahwa penggunaan yang disarankan adalah 5% - 15% dari berat semen. Penggunaan *sika fume* ini dapat meningkatkan kuat tekan dan memperlambat waktu pengerasan.

3.5 Superplasticizer

Untuk mempermudah proses pengerjaan pengecoran beton (*workability*) yang mempunyai nilai *slump* menurun akibat penambahan *silica fume* maka diperlukan bahan tambah yang mampu meningkatkan nilai *slump*. Bahan tambah yang digunakan adalah bahan *superplasticizer*. Penambahan *superplasticizer* bertujuan untuk mengurangi kadar air dalam campuran beton akan tetapi diperoleh campuran beton yang padat. Penggunaan kadar air dalam campuran beton yang dikurangi bertujuan untuk meningkatkan kuat tekan dari beton tersebut.

Sika Viscocrete-1003 adalah *Superplasticizer* generasi ketiga untuk beton dan mortar, hal ini dikembangkan untuk memproduksi beton dengan aliran tinggi dengan sifat retensi aliran biasa dan penurunan yang signifikan dalam *bleeding* dan *segregation*. *Superplasticizer* ini dapat mereduksi air sampai 30% dari campuran awal. Menggunakan *sika viscocrete 1003* selain memfasilitasi pengurangan air, baik dari segi kohesi dan perilaku pemadatan kuat. (PT.Sika Indonesia).

3.6 Faktor Air Semen

Faktor air semen merupakan rasio perbandingan antara berat air terhadap berat semen. Nilai FAS semakin besar maka jumlah berat air semakin tinggi dan akan menyebabkan rendahnya mutu beton, tetapi akan mempermudah pengerjaan. Begitu pula sebaliknya jika nilai FAS rendah. (Mulyono, 2004)

3.7 Nilai Slump

Nilai *slump* digunakan sebagai tolak ukur kekentalan campuran beton. Kadar air dalam campuran beton adalah faktor utama yang mempengaruhi tinggi atau rendahnya nilai *slump*. Semakin tinggi nilai *slump* maka beton mudah dikerjakan di lapangan. Akan tetapi kuat tekan yang diperoleh akan rendah dikarenakan kandungan air dalam campuran beton begitu banyak. Begitu pula dengan sebaliknya.

Slump-Flow Test dapat digunakan untuk menentukan “*filling ability*” baik di laboratorium maupun di lapangan. *Slump-flow test* digunakan untuk menentukan *flowability* (kemampuan alir) dan stabilitas SCC. Peralatan terdiri dari sebuah lingkaran berdiameter 500 mm yang digambar pada sebuah tatakan datar. Alat uji Kerucut slump diisi dengan adukan SCC kemudian diangkat keatas. Sehingga campuran SCC akan turun mengalir membentuk lingkaran. Waktu yang dibutuhkan campuran beton untuk mencapai diameter 500 mm adalah 2-5 menit.

Kebutuhan nilai slump flow untuk pengecoran konstruksi bidang vertikal berbeda dengan bidang horisontal. Kriteria yang umum dipakai untuk penentuan awal workabilitas beton SCC berdasarkan tipe konstruksi adalah sebagai berikut :

- Untuk konstruksi vertikal, disarankan menggunakan slump-flow antara 65 cm sampai 80 cm.
- Untuk konstruksi horisontal disarankan menggunakan slump-flow antara 60 cm sampai 75 cm. (Adityo, 2004)

3.8 Beton Ringan

Berdasarkan SNI – 03 – 2847 – 2012, Beton yang mengandung agregat ringan dan berat volume setimbang, sesuai yang ditetapkan ASTM C-567, antara 1140 – 1840 kg/m³.

Beton ringan merupakan beton dengan berat kurang dari 1800 kg/m³, kuat tekannya lebih kecil dibanding beton normal dan kurang dapat menghantarkan panas. Pembuatan beton ringan biasanya dibuat dengan cara pemberian gelembung udara kedalam campuran betonnya, dengan menggunakan agregat ringan, misalnya tanah liat bakar, batu apung dan sebagainya (Tjokrodimuljo, 1996).

Menurut Tjokrodimuljo (1996), cara mendapatkan beton ringan adalah sebagai berikut:

- a. Beton agregat ringan : beton ringan yang memiliki agregat kasar dan agregat halus ringan
- b. Beton busa : beton ringan yang dicampur dengan bahan pengembang dengan menambahkan udara pada adukan beton
- c. Beton tanpa agregat halus (non pasir) : beton ringan yang tidak mengandung agregat halus

Berdasarkan SK SNI T-03-3449-2002, kuat tekan minimum dan jenis agregat ringan terdapat pada tabel 3.3.

Tabel 3.3 Kuat Tekan Minimum dan Jenis Agregat

Kontruksi Bangunan	Beton Ringan		Jenis Agregat Ringan	
	Kuat Tekan (Mpa)	Berat Isi (kg/m ³)		
Struktural	Minimum	17,24	1400	Agregat yang dibuat melalui proses pemanasan batu
	Maksimum	41,36	1850	Serpih, batu lempung, batu sabak, terak besi atau terak abu terbang
Struktural Ringan	Minimum	6,89	800	Agregat ringan alam scoria atau batu apung
	Maksimum	17,24	1400	
Struktural sangat ringan sebagai isolasi	Minimum	-	-	Perlit atau vermikulit
	Maksimum	-	8000	

Sumber: SK SNI T-03-3449-2002

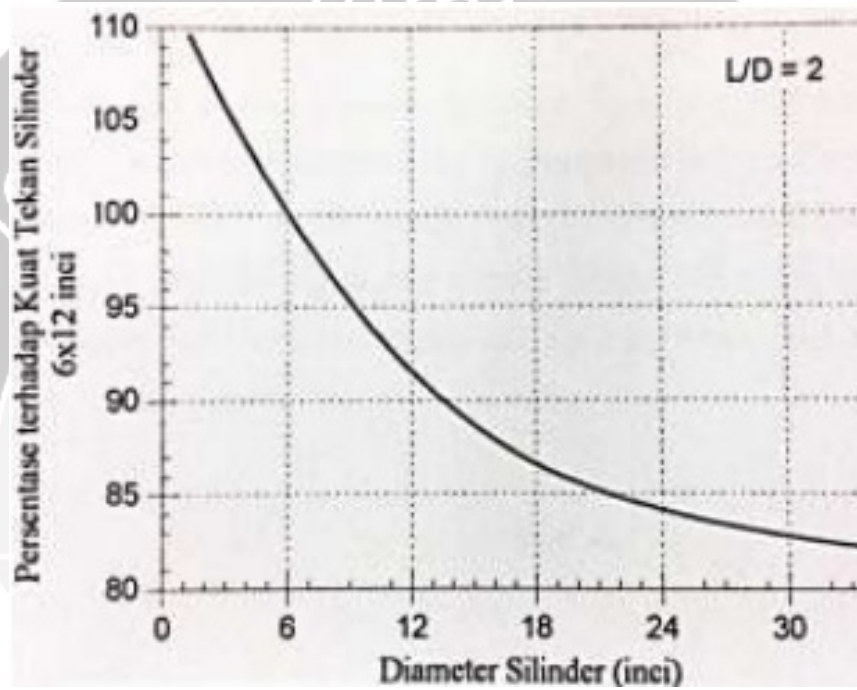
3.9 Kuat Tekan Beton

Kuat tekan beton merupakan kekuatan beton untuk menerima beban tiap satuan luas. Kuat tekan beton mencerminkan dari mutu beton tersebut, semakin tinggi mutu maka kuat tekan beton akan semakin besar. (Mulyono, 2004)

Berdasarkan SNI 03-1974-1990 Kuat tekan beban beton adalah besarnya beban per satuan luas, yang menyebabkan benda uji beton hancur bila dibebani dengan gaya tekan tertentu, yang dihasilkan oleh mesin tekan.

Benda uji di lapangan yang digunakan adalah silinder 150 mm x 300 mm, seiring dengan kemajuan jaman dan teknologi dimensi benda uji dapat diperkecil dengan menggunakan cetakan silinder diameter 100 mm x 200 mm yang

membutuhkan bahan lebih sedikit namun dengan penggunaan agregat tidak melebihi 1/3 dari diameter silinder tersebut. Berdasarkan teori yang ada perbedaan ukuran cetakan benda uji akan mempengaruhi kuat tekan beton sehingga diperlukan suatu faktor kali seperti gambar 3.1.



sumber: Ozyldirim dan Carino, 2006

Gambar 3.1 Pengaruh Diameter Silinder Terhadap Kuat Tekan Beton

Rumus untuk mendapatkan nilai kuat tekan beton berdasarkan percobaan di laboratorium sebagai berikut :

$$f'c = \frac{P}{A} \dots\dots\dots(3 - 1)$$

Keterangan :

$f'c$ = Kuat tekan beton (MPa)

P = Beban tekan (N)

A = Luas penampang benda uji (mm²)

3.10 Modulus Elastisitas

Nilai modulus elastisitas pada pengujian didapatkan berdasarkan rumus :

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon} \dots\dots\dots(3 - 2)$$

Keterangan :

E = Modulus elastisitas beton (MPa)

σ = Tegangan (MPa)

ε = Regangan

Nilai modulus elastisitas dapat ditentukan berdasarkan dari pengujian pada 25 – 50 % dari nilai modulus sekan beton. Berdasarkan hal tersebut maka nilai modulus dapat dihitung berdasarkan rumus berikut : (Wang & Salmon, 1986)

$$E = \frac{0,3 f'c}{\varepsilon_{0,3}} \dots\dots\dots(3 - 3)$$

Keterangan :

E = Modulus elastisitas beton (MPa)

$f'c$ = Kuat tekan beton maksimum (MPa)

$\varepsilon_{0,3}$ = regangan pada saat 0,3 tegangan maksimum beton

3.11 Kadar Penyerapan Air

Kadar penyerapan air merupakan persentase penyerapan air dalam beton. Beton dengan agregat atau bahan tambah pembuat ringan berat beton akan membuat kadar penyerapan sebagai kendala utama. Terutama pada pembuatan beton ringan yang berpori karena pengaruh *foaming agent*. Pada pengujian kadar penyerapan air maka dapat dihitung berdasarkan :

$$W = \frac{W_w - W_s}{W_s} \times 100\% \dots\dots\dots(3 - 4)$$

Keterangan :

W_w = Berat beton SSD (Kg)

W_s = Berat beton kering oven (Kg)

Berdasarkan SNI 03 – 2914 – 1990 tentang spesifikasi beton bertulang kedap air, beton dapat dikategorikan beton kedap air apabila beton normal direndam air dan memenuhi syarat sebagai berikut:

- a. Beton direndam selama $10 \pm 0,5$ menit ditimbang, resapan maksimum 2,5% dari beton kering oven
- b. Beton direndam selama 24 jam, resapan maksimum 6,5% dari berat kering oven