

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1. Beton

Beton merupakan salah satu bahan konstruksi yang telah umum digunakan untuk bangunan gedung, jembatan, jalan, dan lainnya baik sebagai komponen struktural maupun non-struktural. Beton merupakan satu kesatuan yang homogen yang terdiri dari campuran agregat halus dan agregat kasar (pasir, kerikil, batu pecah, atau jenis agregat lain) dengan semen yang disatukan oleh air dalam perbandingan tertentu.

Beton segar yang baik adalah beton segar yang dapat diaduk, dapat diangkut, dapat dituang, dapat dipadatkan, tidak ada kecenderungan untuk terjadi segregasi (pemisahan kerikil dari adukan) maupun *bleeding* (pemisahan air dan semen dari adukan). Beton keras yang baik adalah beton yang kuat, tahan lama/awet, kedap air, tahan aus, dan sedikit mengalami perubahan volume (kembang susutnya kecil). (Tjokrodinuljo, 1992).

Tiga kinerja yang dibutuhkan dalam pembuatan beton adalah (STP 169C, *Concrete and concrete-making materials*):

- a. Memenuhi kriteria konstruksi yaitu mudah dikerjakan dan dibentuk serta mempunyai nilai ekonomis.
- b. Kekuatan tekan beton.
- c. Durabilitas atau keawetan.

3.2. Bahan Penyusun Beton

3.2.1. 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, 1992).

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.

3.2.2. Agregat Kasar

Menurut Antono (1993), kerikil sebagai agregat kasar merupakan bahan batuan berukuran besar, ukuran butirnya > 5 mm. Kerikil dapat berupa hasil desintegrasi alam dari batuan-batuan atau berupa batu pecah, yang diperoleh dari pemecahan batu.

Menurut SK SNI S-04-1989-F, agregat kasar yang digunakan harus memenuhi persyaratan sebagai berikut:

1. terdiri dari butiran-butiran keras dan tidak berpori,

2. kerikil yang mengandung butir-butir pipih dan panjang tersebut tidak melampaui 20% dari berat agregat seluruhnya,
3. batu tidak boleh pecah atau hancur oleh pengaruh perubahan cuaca yaitu terik matahari dan hujan,
4. tidak mengandung lumpur lebih dari 1%, apabila lebih dari 1% maka harus dicuci,
5. tidak mengandung zat-zat yang dapat merusak beton.

Tabel 3.1. Batas-batas gradasi agregat kasar

Ukuran Saringan (mm)	Persentase lolos saringan Besar butir maksimum :		
	40 mm	20 mm	12,5 mm
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

(Sumber ; Tjokrodinuljo, 1992)

3.2.3. Agregat Halus

Menurut Antono (1993), pasir sebagai agregat halus merupakan batuan berukuran kecil, yang ukuran butirnya < 5 mm. Pasir dapat berupa pasir alam sebagai hasil desintegrasi alami dari batu-batuan, atau berupa pasir pecahan batu.

Menurut SK SNI 04-1989-F, agregat halus yang digunakan harus memenuhi syarat sbb :

1. terdiri dari butir-butir yang tajam dan keras,
2. butirannya harus tidak pecah atau hancur oleh pengaruh perubahan cuaca yaitu terik matahari dan hujan,

3. tidak mengandung lumpur lebih dari 5%. Bila kadar lumpur melebihi 5% maka harus dicuci,
4. tidak mengandung bahan-bahan organik karena dapat mengadakan reaksi dengan senyawa-senyawa semen portland sehingga mengurangi kualitas adukan betonnya,
5. tidak mengandung pasir laut karena dapat mengakibatkan korosi pada tulangan baja,
6. mempunyai modulus halus butir (MHB) antara 1,5 - 3,8 dengan variasi butir sesuai standard gradasi.

Tabel 3.2. Batas-batas gradasi agregat halus

Lubang ayakan (mm)	Berat butir yang lewat ayakan dalam persen			
	Kasar	Agak Kasar	Agak Halus	Halus
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 : Tjokrodimuljo, 1992)

3.2.4. Semen Portland

Semen *Portland* adalah semen hidrolis yang dihasilkan dengan cara menggiling terak semen portland terutama yang terdiri atas kalsium silikat yang bersifat hidrolis dan digiling bersama-sama dengan bahan tambahan berupa satu atau lebih bentuk kristal senyawa kalsium sulfat dan boleh ditambah dengan bahan tambah lainnya (SNI-15-2049-2004)

Semen dibedakan menjadi beberapa tipe, berdasarkan penggunaannya.

Jenis semen berdasarkan kegunaannya adalah sebagai berikut :

1. Jenis I, yaitu semen *portland* untuk penggunaan umum yang tidak memerlukan persyaratan khusus seperti yang disyaratkan pada semen jenis lain.
2. Jenis II, yaitu semen *portland* yang dalam penggunaannya memerlukan kekuatan terhadap sulfat atau kalor hidrasi sedang
3. Jenis III, yaitu semen *portland* yang dalam penggunaannya memerlukan kekuatan tinggi pada tahap permulaan setelah pengikatan terjadi.
4. Jenis IV, yaitu semen *portland* yang dalam penggunaannya memerlukan kalor hidrasi yang rendah
5. Jenis V, yaitu semen *portland* yang dalam penggunaannya memerlukan kekuatan tinggi terhadap sulfat.

Dalam bahan baku semen terdapat senyawa utama kalsium oksida atau quicklime (CaO), silicon dioksida (SiO_2), aluminium oksida (Al_2O_3), dan besi (III) oksida (Fe_2O_3). Selain itu terdapat senyawa kimia C_2S , C_3S , C_3A , dan C_4AF dengan proporsi seperti pada tabel 3.3.

Tabel 3.3. Senyawa kimia utama pada semen *Portland*

Nama	Senyawa kimia	Persentase dalam OPC (Ordinary Portland Cement)	Panas hidrasi (J/g)
Dikalsium silikat	C_2S	20%	260
Trikalsium silikat	C_3S	55%	500
Trikalsium aluminat	C_3A	12%	865
Tetrakalsium aluminoferrat	C_4AF	8%	420

(Sumber : Taylor, 1994)

3.3. **Beton Busa (Foam Concrete)**

Menurut Gunawan, dkk. (2014), ada beberapa metode untuk mengurangi berat sendiri di beton ringan. Pertama, mengganti komponen agregat kasar dengan agregat kasar ringan. Kedua, mengkombinasikan metode pertama dan meniadakan agregat halus yang sering disebut beton non pasir. Metode ketiga adalah meniadakan agregat kasar dan memasukkan rongga udara di dalam beton. Pembuatan rongga udara di dalam beton menggunakan *foaming agent* yang disebut sebagai *lightweight foamed concrete* (LFC).

Beton foam adalah campuran antara semen, air, agregat dengan bahan tambah (admixture) tertentu yaitu dengan membuat gelembung-gelembung atau udara dalam adukan semen sehingga terjadi banyak pori-pori udara di dalam betonnya (Husin dan Setiaji, 2008).

Beton busa atau *foam concrete* merupakan beton yang dihasilkan dengan penambahan busa/foam dalam adukan beton sehingga didapatkan berat jenis beton yang lebih rendah dibandingkan beton normal dengan volume yang sama. Kondisi ini didapatkan karena penambahan foam akan menyebabkan pengembangan volume mortar beton.

3.4 **Genting**

Menurut SII 022-81 genting adalah suatu unsur bangunan yang berfungsi sebagai atap yang terbuat dari tanah liat atau tanpa campuran bahan-bahan lain, dibakar pada suhu yang cukup tinggi hingga tidak dapat hancur lagi bila direndam dengan air. Tanah liat memiliki mineral silika dan alumina yang cukup besar sehingga apabila tanah liat ini dibakar pada suhu tertentu akan mengeras.

Genting keramik juga didefinisikan oleh Supiobadi (1993) sebagai jenis bahan penutup atap genteng yang terbuat dari bahan dasar tanah liat, melalui proses pengecoran dan pembakaran sampai sempurna.

Genting merah atau genteng keramik terbuat dari bahan tanah liat (*clay*) yang dibakar pada suhu maksimum 1000°C sehingga masih tergolong sebagai gerabah (*earthenware*). Adapun unsur kimia yang terdapat dalam tanah liat antara lain :

Tabel 3.4. Komposisi kimia tanah liat

No	Unsur Kimia	Jumlah (%)
1	SiO ₂	59,14
2	Al ₂ O ₃	15,34
3	Fe ₂ O ₃ + FeO	6,88
4	CaO	5,08
5	Na ₂ O	3,84
6	MgO	3,49
7	K ₂ O	1,13
8	H ₂ O	1,15
9	TiO ₂	1,05
10	Lain-lain	2,9

(Sumber : <http://axzx.blogspot.com/2008/12/proses-pembentukan-tanah-liat-secara.html> lengkel keramik PPG Kesenian Jogja)

Agregat pecahan genteng ini dapat digunakan untuk mengganti sebagian atau seluruhnya agregat alami. Nilai kuat tekan beton dengan agregat pecahan genteng dengan berbagai variasi prosentase penggantian agregat alami berkisar antara 60% sampai 100% dari kuat tekan beton dengan agregat alami seluruhnya. Agregat pecahan genteng mempunyai daya serap yang tinggi sehingga dalam pengadukan beton akan cepat keras hanya dalam beberapa menit saja setelah

pencampuran. Untuk mengatasi hal itu maka sebelum dipakai agregat ini harus dalam keadaan SSD. (As'ad dan Agustina, 2012).

Untuk mengatasi tingkat penyerapan yang tinggi pada agregat ringan, yaitu 15% atau lebih, maka nilai fas yang efektif diperlukan untuk mengontrol kekuatan beton, walaupun terkadang sulit untuk diprediksi. (Taylor, 1994).

Menurut SK SNI T-15-1990-03, agregat normal memiliki berat jenis antara 2,5-2,7 gr/cm³. Sedangkan Tjokrodimuljo (1992) menyatakan bahwa agregat ringan mempunyai berat jenis kurang dari 2000 kg/m³ yang biasanya dibuat untuk beton bangunan non struktural. Pecahan genting juga termasuk agregat ringan karena mempunyai berat jenis kurang dari 2 gr/cm³ dalam keadaan non-SSD.

3.5. **Foaming Agent**

Foaming Agent merupakan bahan *additive* yang digunakan untuk mengembangkan campuran beton sehingga dengan volume yang sama dengan beton normal didapatkan berat jenis beton yang lebih rendah. *Foaming agent* digunakan dengan dilarutkan dalam air dan diaduk menggunakan *foaming* generator sehingga dihasilkan busa atau *foam* yang ditambahkan pada adukan beton.

Foam agent adalah suatu larutan pekat dari bahan surfaktan, dimana apabila hendak digunakan harus dilarutkan dengan air. Dengan membuat gelembung - gelembung gas/udara dalam adukan semen. Dengan demikian akan terjadi banyak pori – pori udara di dalam betonnya. (Husin, Setiaji, 2008).

3.6. Kuat Tekan Beton

Berdasarkan SNI 1974-2011, rumus yang digunakan untuk mendapatkan nilai kuat tekan beton berdasarkan percobaan di laboratorium adalah sebagai berikut:

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

Keterangan:

f'_c = kuat tekan (MPa)

P = beban tekan (N)

A = luas penampang benda uji silinder (mm²)

3.7. Modulus Elastisitas Beton

Berdasarkan penelitian oleh Wang, C.K. dan Salmon, C.G., (1986), untuk mendapatkan nilai modulus elastisitas beton digunakan rumus :

$$E_c = \frac{0,4 \times f_{maks}}{\epsilon_p} \dots\dots\dots(3-2)$$

Keterangan:

E_c = modulus elastisitas beton tekan (MPa)

f_{maks} = tegangan beton maksimum (MPa)

ϵ_p = regangan beton

Sesuai dengan SNI 2847-2013 Pasal 8.5.1, modulus elastisitas beton secara teoritis didapatkan dari rumus:

$$E_c = 4700 \sqrt{f'_c} \dots\dots\dots (3-3)$$

Keterangan:

E_c = modulus elastisitas beton tekan (MPa)

f'_c = kuat tekan rencana beton (MPa)

3.8. Penyerapan Air

$$\text{Penyerapan air} = \frac{m_j - m_k}{m_k} \times 100\% \dots\dots\dots (3-4)$$

Keterangan :

m_j : massa sampel jenuh (gram)

m_k : massa sampel kering (gram)

Menurut SNI 03-2914-1990, sifat beton kedap air harus memenuhi persyaratan sebagai berikut :

1. Beton kedap air normal bila diuji dengan cara perendaman dengan air selama 10+0,5 menit, resapan (*absorpi*) maksimum 2,5% terhadap berat kering oven. Selama perendaman 24 jam, resapan maksimum 6,5% terhadap berat kering oven.

2. Beton kedap air agresif bila diuji dengan tekanan air, maka tembusnya air

ke dalam beton tidak melampaui batas berikut :

- a. Agresif sedang : 50 mm
- b. Agresif kuat : 30 mm

