

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 Beton

Beton merupakan bahan dari campuran antara *Portland cement*, agregat halus (pasir), agregat kasar (kerikil), air dengan tambahan adanya rongga-rongga udara. Campuran bahan-bahan pembentuk beton harus ditetapkan sedemikian rupa, sehingga menghasilkan beton basah yang mudah dikerjakan, memenuhi kekuatan tekan rencana setelah mengeras dan cukup ekonomis (Sutikno, 2003). Secara proporsi komposisi unsur pembentuk beton adalah:

Tabel 3.1 Unsur Beton

Agregat Kasar + Agregat Halus (60 % - 80 %)	
<i>Portland Cement</i> : 7 % - 15 %	Air (14 % - 21 %)
Udara : 1 % - 8 %	

Mutu beton ditentukan oleh banyak faktor antara lain (Sutikno, 2003):

- a. Faktor Air Semen (FAS).
- b. Perbandingan bahan-bahannya.
- c. Mutu bahan-bahannya.

- d. Susunan butiran agregat yang dipakai.
- e. Ukuran maksimum agregat yang dipakai.w
- f. Bentuk butiran agregat.
- g. Kondisi pada saat mengerjakan.
- h. Kondisi pada saat pengerasan.

Keuntungan dari beton antara lain (Sutikno, 2003):

1. Mudah dicetak artinya beton segar dapat mudah diangkut maupun dicetak dalam bentuk apapun dan ukuran berapapun tergantung dari keinginan.
2. Ekonomis artinya bahan-bahan dasar dari bahan lokal kecuali *Portland cement*, hanya daerah-daerah tertentu sulit mendapatkan pasir maupun kerikil. Dan cetakan dapat digunakan berulang-ulang sehingga secara ekonomis menjadi murah.
3. Awet dan tahan lama artinya beton termasuk berkekuatan tinggi, serta mempunyai sifat tahan terhadap perkaratan dan pembusukan oleh kondisi lingkungan. Bila dibuat secara baik kuat tekannya sama dengan batu alam.
4. Tahan api artinya tahan terhadap kebakaran, sehingga biaya perawatan termasuk rendah.
5. Energi efisien artinya beton kuat tekannya tinggi mengakibatkan jika dikombinasikan dengan baja tulangan dapat dikatakan mampu dibuat struktur berat. Beton dan baja boleh dikatakan mempunyai koefisien muai hampir sama.
6. Dapat dicor ditempat artinya beton segar dapat dipompakan sehingga memungkinkan untuk dituang pada tempat-tempat yang posisinya sangat

sulit. Juga dapat disemprotkan pada permukaan beton yang lama untuk menyambung dengan beton baru (di *grouting*).

7. Bentuknya indah artinya dapat dibuat model sesuka hati menurut selera yang menghendaknya.

Kerugian dari beton antara lain (Sutikno, 2003) :

1. Beton mempunyai kuat tarik yang rendah, sehingga mudah retak. Oleh karena itu perlu diberi baja tulangan.
2. Beton segar mengerut pada saat pengeringan dan beton keras mengembang jika basah, sehingga perlu diadakan dilatasi pada beton yang panjang untuk memberi tempat untuk kembang susut beton.
3. Beton sulit untuk kedap air secara sempurna, sehingga selalu dapat dimasuki air dan air membawa kandungan garam dapat merusak beton.
4. Beton bersifat getas sehingga harus dihitung dengan teliti agar setelah digabungkan dengan baja tulangan dapat bersifat kokoh terutama pada perhitungan bangunan tahanan gempa.

3.2 Bahan Pembuat Beton

3.2.1 Semen

Suatu semen hidrolis yang terdiri dari campuran yang homogen antara semen *portland* dengan pozolan halus, yang di produksi dengan menggiling klinker semen *portland* dan pozolan bersama-sama, atau mencampur secara merata bubuk semen *portland* dengan bubuk pozolan, atau gabungan antara

menggiling dan mencampur, dimana kadar pozolan 6 % sampai dengan 40 % massa semen *portland* pozolan.

Proses hidrasi semen dipengaruhi oleh komposisinya. Salah satunya yaitu silika (SiO₂) yang ada di dalam semen. SiO₂ akan mengeliminir Ca(OH)₂ dan bereaksi membentuk CSH pada proses hidrasi semen, sehingga pada akhirnya akan meningkatkan kuat tekan semen. Hal ini disebabkan Ca(OH)₂ di dalam mortar / beton akan bersifat merugikan dan menurunkan kuat tekan semen.

Reaksinya yaitu :



3.2.2 Air

Fungsi dari air disini antara lain adalah sebagai bahan pencampur dan pengaduk antara semen dan agregat. Pada umumnya air yang dapat diminum memenuhi persyaratan sebagai air pencampur beton, air ini harus bebas dari padatan tersuspensi ataupun padatan terlarut yang terlalu banyak, dan bebas dari material organik (Mindess dkk, 2003). Persyaratan air sebagai bahan bangunan, sesuai dengan penggunaannya harus memenuhi syarat menurut Persyaratan Umum Bahan Bangunan Di Indonesia (*PUBI-1982*), antara lain:

1. Air harus bersih.
2. Tidak mengandung lumpur, minyak dan benda terapung lainnya yang dapat dilihat secara visual.

3. Tidak boleh mengandung benda-benda tersuspensi lebih dari 2 gram/ liter.
4. Tidak mengandung garam-garam yang dapat larut dan dapat merusak beton (asam-asam, zat organik dan sebagainya) lebih dari 15 gram / liter. Kandungan klorida (Cl), tidak lebih dari 500 p.p.m. dan senyawa sulfat tidak lebih dari 1000 p.p.m. sebagai SO₃.
5. Semua air yang mutunya meragukan harus dianalisa secara kimia dan dievaluasi.

3.2.3 Kerikil

Pada beton biasanya terdapat sekitar 70% sampai 80 % volume agregat terhadap volume keseluruhan beton, karena itu agregat mempunyai peranan yang penting dalam propertis suatu beton (Mindess et al, 2003). Agregat ini harus bergradasi sedemikian rupa sehingga seluruh massa beton dapat berfungsi sebagai satu kesatuan yang utuh, homogen, rapat, dan variasi dalam perilaku (Nawy, 1998). Dua jenis agregat adalah :

1. Agregat Halus (pasir alami dan buatan)

Agregat halus disebut pasir, baik berupa pasir alami yang diperoleh langsung dari sungai atau tanah galian, atau dari hasil pemecahan batu. Agregat halus adalah agregat dengan ukuran butir lebih kecil dari 4,75 mm (*ASTM C 125 – 06*). Agregat yang butir-butirnya lebih kecil dari 1,2 mm disebut pasir halus, sedangkan butir-butir yang lebih kecil dari 0,075 mm disebut *silt*, dan yang lebih kecil dari 0,002 mm disebut *clay* (*SK SNI T-15-1991-03*). Persyaratan mengenai proporsi agregat dengan gradasi

ideal yang direkomendasikan terdapat dalam standar *ASTM C 33/ 03* “*Standard Specification for Concrete Aggregates*”.

Tabel 3.1 Gradasi Saringan Ideal Agregat Halus

Diameter Saringan (mm)	Persen Lolos (%)	Gradasi Ideal (%)
9,5 mm	100	100
4,75 mm	95 - 100	97,5
2,36 mm	80 - 100	90
1,18 mm	50 - 85	67,5
600 µm	25 - 60	42,5
300 µm	5 - 30	17,5
150 µm	0 - 10	5

(Sumber: *ASTM C 33/03*)

2. Agregat Kasar (kerikil, batu pecah, atau pecahan dari *blast furnance*)

Menurut *ASTM C 33 - 03* dan *ASTM C 125 - 06*, agregat kasar adalah agregat dengan ukuran butir lebih besar dari 4,75 mm. Ketentuan mengenai agregat kasar antara lain :

2.1.1.1.1. Harus terdiri dari butir – butir yang keras dan tidak berpori.

2.1.1.1.2. Butir – butir agregat kasar harus bersifat kekal, artinya tidak pecah atau hancur oleh pengaruh – pengaruh cuaca, seperti terik matahari dan hujan.

2.1.1.1.3. Tidak boleh mengandung zat – zat yang dapat merusak beton, seperti zat – zat yang relatif alkali.

2.1.1.1.4. Tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 1 %. Apabila kadar lumpur melampaui 1 %, maka agregat kasar harus dicuci.

Persyaratan mengenai proporsi gradasi saringan untuk campuran beton berdasarkan standar yang direkomendasikan *ASTM C 33/ 03* “*Standard Specification for Concrete Aggregates*” (lihat Tabel 2.1). Dan standar pengujian lainnya mengacu pada standar yang direkomendasikan pada *ASTM*.

Tabel 3.2 Gradasi Saringan Ideal Agregat Kasar

Diameter Saringan (mm)	Persen Lolos (%)	Gradasi Ideal (%)
25,00	100	100
19,00	90 -100	95
12,50	-	-
9,50	20 – 55	37,5
4,75	0 – 10	5
2,36	0 – 5	2,5

(Sumber: *ASTM C 33/03*)

3.2.4 Bahan Tambah

Bahan tambah (*admixture*) adalah suatu bahan berupa bubuk atau cairan, yang ditambahkan ke dalam campuran adukan beton selama pengadukan, dengan tujuan untuk mengubah sifat adukan atau betonnya. (Spesifikasi Bahan Tambah untuk Beton, SK SNI S-18-1990-03).

Berdasarkan ACI (*American Concrete Institute*), bahan tambah adalah material selain air, agregat dan semen hidrolis yang dicampurkan dalam beton atau mortar yang ditambahkan sebelum atau selama pengadukan berlangsung.

Penambahan bahan tambah dalam sebuah campuran beton atau mortar tidak mengubah komposisi yang besar dari bahan lainnya, karena penggunaan

bahan tambah ini cenderung merupakan pengganti atau susbtitusi dari dalam campuran beton itu sendiri. Karena tujuannya memperbaiki atau mengubah sifat dan karakteristik tertentu dari beton atau mortar yang akan dihasilkan, maka kecenderungan perubahan komposisi dalam berat-volume tidak terasa secara langsung dibandingkan dengan komposisi awal beton tanpa bahan tambah.

Penggunaan bahan tambah dalam sebuah campuran beton harus memperhatikan standar yang berlaku seperti SNI (Standar Nasional Indonesia), ASTM (*American Society for Testing and Materials*) atau ACI (*American Concrete Institute*) dan yang paling utama memperhatikan petunjuk dalam manual produk dagang.

Secara umum bahan tambah yang digunakan dalam beton dapat dibedakan menjadi dua yaitu bahan tambah yang bersifat kimiawi (*chemical admixture*) dan bahan tambah yang bersifat mineral (*additive*).

1. *Chemical admixtures* (bahan tambah kimia)

Menurut standar ASTM , terdapat 7 jenis bahan tambah kimia, yaitu :

- a. Tipe A, *Water-Reducing Admixtures*
- b. Tipe B, *Retarding Admixtures*
- c. Tipe C, *Accelerating Admixtures*
- d. Tipe D, *Water Reducing and Retarding Admixtures*
- e. Tipe E, *Water Reducing and Accelerating Admixtures*
- f. Tipe F, *Water Reducing, High Range Admixtures*
- g. Tipe G, *Water Reducing, High Range Retarding Admixtures*

3.3 Beton Agregat Daur Ulang

Penelitian saat ini telah banyak dilakukan untuk penggunaan bahan material lain khususnya limbah padat yang dapat digunakan sebagai substitusi material pembentuk beton. Salah satu diantaranya yaitu penggunaan limbah beton sebagai pengganti agregat alami yang berasal dari sisa bangunan yang dibongkar, sisa bangunan yang terbakar, sisa bangunan yang terkena gempa, dan bekas benda uji beton yang disebut beton daur ulang (*recycled concrete aggregate*).

Beton memiliki sifat dasar yang unik sehingga diperlukan pengetahuan yang luas mengenai sifat – sifat bahan dasar beton terutama sifat bahan dasar agregat daur ulang. Agregat daur ulang memiliki sifat dasar yang berbeda dengan agregat alami, sehingga perbedaan ini mengakibatkan perbedaan pada sifat beton yang dihasilkan. Beton agregat daur ulang adalah beton yang terbentuk dari agregat daur ulang yang berasal dari limbah beton sebagai pengganti agregat alam sebagian atau seluruhnya.

Beberapa peneliti yang telah melakukan studi eksperimental terhadap beton daur ulang memberikan informasi tentang kekurangan dan kelemahan beton agregat daur ulang bila dibandingkan dengan beton agregat alam. Disamping itu, informasi tentang beton agregat daur ulang juga masih sangat sedikit, sehingga penelitian lanjutan mengenai beton agregat daur ulang sangat diperlukan, agar para pengguna beton agregat daur ulang menjadi lebih yakin (Suharmanto, 2008).

3.4 **Sikagard – 800 G**

Sikagard – 800 G adalah salah satu jenis *protective coating* dari PT. Sika Indonesia. Secara khusus dikembangkan untuk bahan waterproofing pelapis batuan alam dan beton dengan bahan dasar *acrylic resin polymer*. *Sikagard – 800 G* digunakan sebagai pelindung yang transparan untuk batuan alam dan beton terhadap hujan lebat, jamur dan pertumbuhan biologis.

Sikagard – 800 G dapat diterapkan pada area luar dan dalam dan tahan sinar UV. *Sikagard – 800 G* bekerja melalui penyerapan permukaan batuan alam dan beton yang menghasilkan lapisan tipis transparan. Karakteristik atau kelebihan dari *Sikagard – 800 G* adalah sebagai berikut:

- Ketahanan yang baik terhadap cuaca, panas, dan hujan.
- Ketahanan abrasi yang baik.
- Pemakaian bisa pada batuan alam maupun pada beton langsung.
- Pengeringan yang cepat.
- Pelekatan yang baik pada beton lama dan beton baru
- Hasil yang mengkilap.
- Penggunaan yang mudah dengan *spray* atau *roller*.

3.5 Pengujian Kuat Tekan

Kekuatan tekan adalah kemampuan beton untuk menerima gaya tekan persatuan luas. Kuat tekan beton mengidentifikasi mutu dari sebuah struktur. Semakin tinggi kekuatan struktur dikehendaki, semakin tinggi pula mutu beton yang dihasilkan (Mulyono, 2003).

Persamaan yang digunakan untuk menentukan nilai kuat tekan beton adalah :

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

Keterangan :

$f'c$ = kuat tekan beton (MPa)
 A = luas bidang desak benda uji (mm^2)
 P = beban tekan (N)

3.6 Pengujian Kuat Tarik Belah

Kuat tarik belah benda uji silinder beton adalah nilai kuat tarik tidak langsung dari benda uji beton berbentuk silinder yang diperoleh dari hasil pembebanan benda uji tersebut yang diletakkan mendatar sejajar dengan permukaan meja penekan mesin uji tekan (Metode Pengujian Kuat Tarik Belah Beton, SK SNI M60-1990-03).

Berdasarkan Metode Pengujian Kuat Tarik Belah Beton, maka untuk mendapatkan nilai kuat tarik masing-masing benda uji menggunakan rumus seperti di bawah ini.

$$f_{ct} = \frac{2P}{\pi dL} \quad (3-2)$$

Keterangan :

- f_{ct} = kuat tarik belah beton pada umur 28 hari (N/mm^2)
 P = beban maksimum (N)
 L = tinggi silinder beton (mm)
 d = diameter silinder beton (mm)

3.7 Pengujian Modulus Elastisitas

Modulus Elastisitas (E) merupakan diagram tegangan regangan yang dimiliki oleh suatu material dimana material berkelakuan elastis dan linier. Modulus Elastisitas sangat penting karena untuk mengetahui kemampuan bahan menahan beban yang didukungnya dan perubahan bentuk yang terjadi pada bahan yang sangat tergantung dari diagram tegangan regangan tersebut. Besarnya modulus diambil 30% dari kuat tekan beton pengujian pertama sebagai patokan dalam menentukan batas modulus elastisitasnya. Besarnya modulus elastisitas dihitung berdasarkan persamaan:

$$E_c = \frac{fp}{\epsilon_p}$$

(3-3)

Keterangan :

- E_c = Modulus elastisitas beton (MPa)
 fp = Tegangan hasil pengujian berdasarkan 30% $f'c$ (MPa)
 ϵ_p = Regangan hasil pengujian berdasarkan 30% $f'c$