BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

A. Beton

Beton merupakan fungsi dari bahan penyusunnya yang terdiri dari bahan semen hidrolik (*portland cement*), agregat kasar, agregat halus, air dan bahan tambah (*admixture* atau *additive*) (Mulyono, 2004). Nawy (1985 dalam Mulyono, 2004), mendefinisikan beton sebagai sekumpulan interaksi mekanis dan kimiawi dari material pembentuknya. Campuran tersebut bila dituang dalam cetakan kemudian dibiarkan, maka akan mengeras seperti bebatuan. Pengerasan itu terjadi akibat peristiwa reaksi kimia antara air dan semen, yang berlangsung selama waktu yang panjang, dan akibatnya campuran itu bertambah keras setara dengan umurnya. Beton yang sudah keras dapat dianggap sebagai batu tiruan, dengan rongga-rongga antara butiran yang besar (agregat kasar, kerikil atau batu pecah) diisi oleh butiran yang lebih kecil (agregat halus, pasir), dan pori-pori antara agregat halus ini diisi oleh semen dan air (pasta semen). Pasta semen ini selain mengisi pori-pori diantara butiran-butiran agregat halus juga bersifat sebagai perekat/pengikat dalam proses pengerasan, sehingga butiran-butiran agregat saling terikat dengan kuat dan terbentuklah suatu massa yang kompak/padat (Tjokrodimuljo, 1996).

Kekuatan, keawetan dan sifat beton yang lain tergantung pada sifat-sifat bahan dasar tersebut di atas, nilai perbandingan bahan-bahannya, cara pengadukan maupun cara pengerjaan selama penuangan adukan beton, cara pemadatan dan cara perawatan selama proses pengerasan (Tjokrodimuljo, 1996). Parameter-parameter yang paling mempengaruhi kekuatan beton adalah kualitas semen, proporsi semen terhadap campuran, kekuatan dan kebersihan agregat, pencampuran yang cukup dari bahan-bahan pembentuk beton, perawatan beton dan kandungan klorida tidak melebihi 0,15 % bagi beton yang diekspos dan 1 % bagi beton yang tidak diekspos (Nawy, 1985 dalam Mulyono, 2004).

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

penggunaan bahan tambah ini cenderung merupakan pengganti atau substitusi 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 langsung dibandingkan dengan komposisi awal beton tanpa bahan tambah (Mulyono, 2004).

B. Kelebihan dan Kekurangan Beton

Beton mempunyai kelebihan dan kekurangan dibandingkan dengan bahan bangunan lain yang sepatutnya dimengerti oleh para perencana dan kontraktor. Kelebihan beton antara lain adalah :

1. Harganya relatif murah karena menggunakan bahan-bahan dasar dari bahan lokal kecuali semen Portland.
2. Memiliki kuat tekan yang tinggi dan tahan terhadap korosi.
3. Beton segar dapat dengan mudah diangkut maupun dicetak dalam bentuk apapun dan ukuran berapapun.
4. Beton termasuk bahan yang tahan terhadap keausan dan tahan kebakaran.
5. Beton segar dapat disemprotkan di permukaan beton lama yang retak maupun diisikan ke dalam retakan beton dalam proses perbaikan.
6. Beton segar dapat dipompakan sehingga memungkinkan untuk dituang pada tempat-tempat yang posisinya sulit.

Kekurangan beton antara lain (Tjokrodimuljo, 1996), adalah :

1. Kuat tarik beton rendah.
2. Beton segar mengerut saat pengeringan dan beton keras mengembang jika basah, sehingga dilatasi (*contraction joint*) perlu diadakan pada beton yang panjang/lebar.
3. Beton keras mengembang dan menyusut bila terjadi perubahan suhu.
4. Beton sulit untuk kedap air secara sempurna.
5. Beton bersifat getas.

C. Bahan Penyusun Beton

1. Semen Portland

Semen portland adalah semen hidrolis yang dihasilkan dengan cara menghaluskan klinker, terutama terdiri dari silikat-silikat kalsium yang bersifat hidrolis dengan gips sebagai bahan tambahan (Tjokrodimuljo, 1996).

Fungsi utama semen adalah mengikat butir-butir agregat hingga membentuk suatu massa padat dan mengisi rongga-rongga udara di antara butir-butir agregat. Walaupun komposisi semen dalam beton hanya sekitar 10%, namun karena fungsinya sebagai bahan pengikat maka peranan semen menjadi penting (Mulyono, 2004).

Semen portland dibuat dari serbuk halus mineral kristalin yang komposisi utamanya adalah kalsium dan aluminium silikat. Bahan pembentuk semen portland adalah kapur (CaO), silika (SiO_3), alumina (Al_2O_3), sedikit magnesia (MgO) dan terkadang sedikit alkali (Mulyono, 2004).

a. Komposisi dan kadar senyawa kimia semen portland

Komposisi semen portland dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Susunan unsur semen portland

Oksida	Persen
Kapur (CaO)	60 – 65
Silika (SiO_2)	17 – 25
Alumina (Al_2O_3)	3 – 8
Besi (Fe_2O_3)	0,5 – 6
Magnesia (MgO)	0,5 – 4
Sulfur (SO_3)	1 – 2
Soda / potash ($Na_2O + K_2O$)	0,5 – 1

(Sumber : Tjokrodimuljo, 1996)

Walaupun komplek, namun pada dasarnya dapat disebutkan 4 senyawa yang paling penting, yaitu :

1) Trikalsium silikat (C_3S) atau $3CaO.SiO_2$
2) Dikalsium silikat (C_2S) atau $2CaO.\ SiO_2$
3) Trikalsium aluminat (C_3A) atau $3CaO.Al_2O_3$

Dua unsur yang pertama (C_3S dan C_2S) merupakan 70 % - 80 % dari berat semen sehingga merupakan bagian yang paling dominan dalam memberikan sifat semen (Tjokrodimuljo, 1996).

b. Hidrasi semen

Bilamana semen bersentuhan dengan air, maka proses hidrasi berlangsung. Proses ini berlangsung ke arah luar dan dalam, maksudnya hasil hidrasi mengendap di bagian luar dan inti semen yang belum terhidrasi di bagian dalam secara bertahap terhidrasi sehingga volumenya mengecil. Reaksi tersebut berlangsung lambat antara 2 – 5 jam (yang disebut periode induksi atau tak aktif) sebelum mengalami percepatan setelah kulit permukaan pecah (Tjokrodimuljo, 1996).

c. Sifat fisik semen

1) Kehalusan butir

Kehalusan butir semen mempengaruhi proses hidrasi. Waktu pengikatan (*setting time*) menjadi semakin lama jika butir semen lebih kasar. Semakin halus butiran semen, proses hidrasi semakin cepat, sehingga kekuatan awal tinggi dan kekuatan akhir akan berkurang. Kehalusan butir semen yang tinggi dapat mengurangi terjadinya *bleeding* atau naiknya air ke permukaan, tetapi menambah kecenderungan beton untuk menyusut lebih banyak dan mempermudah terjadinya retak susut (Mulyono, 2004).

2) Waktu ikat

Waktu ikat adalah waktu yang diperlukan semen untuk mengeras, terhitung dari mulai bereaksi air dengan semen dan menjadi pasta semen hingga pasta semen cukup kaku untuk menahan tekanan. Waktu ikat semen dibedakan menjadi 2 (Mulyono, 2004), yaitu :

a) Waktu ikat awal (*initial setting time*)

Yaitu waktu dari pencampuran semen dengan air menjadi pasta semen hingga hilangnya sifat kenalan

b) Waktu ikat akhir (*final setting time*)

Yaitu waktu antara terbentuknya pasta semen hingga beton mengeras.

3) Panas hidrasi

Panas hidrasi adalah panas yang terjadi pada saat semen bereaksi dengan air, dinyatakan dalam kalori/gram. Jumlah panas yang dibentuk antara lain bergantung pada jenis semen yang dipakai dan kehalusan butir semen (Mulyono, 2004).

4) Kepadatan (*density*)

Berat jenis semen yang disyaratkan oleh ASTM adalah 3,15. Pada kenyataannya berat jenis semen yang diproduksi berkisar antara 3,05 – 3,25. Variasi ini akan berpengaruh pada proporsi campuran semen. Pengujian berat jenis dapat dilakukan menggunakan *Le Chatelier Flask* menurut standar ASTM C-188 (Mulyono, 2004).

d. Jenis-jenis semen

Perubahan komposisi kimia semen yang dilakukan dengan cara mengubah persentase 4 komponen utama semen dapat menghasilkan beberapa jenis semen sesuai dengan tujuan pemakaiannya. Semen dibagi menjadi 5 jenis (SK SNI S-04-1989-F), yaitu :

1) Jenis I

Semen portland untuk penggunaan umum yang tidak memerlukan persyaratan-persyaratan khusus seperti yang disyaratkan pada jenis-jenis semen yang lain.

2) Jenis II

Semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan terhadap sulfat dan panas hidrasi sedang.

3) Jenis III

Semen portland yang dalam penggunaannya menuntut

4) Jenis IV

Semen portland yang dalam penggunaannya menuntut persyaratan panas hidrasi yang rendah.

5) Jenis V

Semen portland yang dalam penggunaannya menuntut persyaratan sangat tahan terhadap sulfat.

2. Agregat

Agregat adalah butiran mineral alami yang berfungsi sebagai bahan pengisi dalam campuran mortar atau beton. Agregat ini kira-kira menempati sebanyak 70 % volume beton. Cara membedakan jenis agregat yang paling banyak dilakukan adalah dengan didasarkan pada ukuran butir-butirnya. Agregat yang mempunyai ukuran butiran lebih besar dari 4,80 mm disebut agregat kasar, sedangkan agregat yang mempunyai ukuran butiran lebih kecil 4,80 mm disebut agregat halus (Tjokrodimuljo, 1996).

Dalam pelaksanaannya agregat digolongkan menjadi 3 kelompok (Tjokrodimuljo, 1996), yaitu :

a. Batu, untuk besar butiran lebih dari 40 mm.
b. Kerikil, untuk besar butiran antara 5 mm sampai 40 mm.
c. Pasir, untuk butiran antara 0,15 mm sampai 15 mm.

Agregat dapat dibedakan menjadi 3 kelompok berdasarkan berat jenisnya (Tjokrodimuljo, 1996), yaitu :

a. Agregat normal

Agregat yang berat jenisnya antara 2,5 sampai 2,7. Umumnya berasal dari granit, basalt, kuarsa dan sebagainya. Beton yang dihasilkan memiliki berat jenis sekitar 2,3.

b. Agregat berat

Agregat yang berat jenisnya lebih dari 2,8 misalnya magnetik (Fe_3O_4), barites ($BaSO_4$) dan serbuk besi. Beton yang dihasilkan memiliki

c. Agregat ringan

Agregat yang berat jenisnya kurang dari 2,0. Berat beton ringan kurang dari 1800 kg/m^3, dan biasanya digunakan untuk beton non-struktural.

Kadar air adalah banyaknya air yang terkandung dalam suatu agregat. Kadar air agregat dapat dibedakan menjadi 4 jenis (Mulyono, 2004), yaitu :

a. Kering tungku

Yaitu keadaan yang benar-benar tidak berair, dan ini berarti agregat dapat menyerap air secara penuh.

b. Kering udara

Yaitu kondisi agregat yang permukaannya kering tetapi sedikit mengandung air dalam porinya dan masih dapat menyerap air.

c. Jenuh kering muka

Yaitu keadaan dimana tidak ada air di permukaan agregat, tetapi di dalam butir agregat berisi air. Pada kondisi ini tidak menambah atau mengurangi jumlah air pada campuran beton.

d. Basah

Yaitu kondisi dimana butir agregat banyak mengandung air. Sehingga bila digunakan dalam adukan beton akan menambah jumlah air.

3. Air

Air diperlukan pada pembuatan beton untuk memicu proses kimiawi semen, membasahi agregat dan memberikan kemudahan dalam pekerjaan beton. Air yang dapat diminum umumnya dapat digunakan sebagai campuran beton (Mulyono, 2004).

Air sebagai bahan bangunan sebaiknya memenuhi standar SK SNI S-04-1989-F (Tjokrodimuljo, 2007) sebagai berikut :

a. Air harus bersih.

b. Tidak mengandung lumpur, minyak dan bahan

c. Tidak mengandung garam-garam yang dapat larut dan merusak beton lebih dari 15 gram/liter.
d. Tidak mengandung khlorida (Cl) lebih dari 0,5 gram/liter.
e. Tidak mengandung senyawa sulfat lebih dari 1 gram/liter.

Untuk air perawatan dapat dipakai juga air yang dipakai untuk pengadukan, tetapi harus yang tidak meninggalkan noda atau endapan yang merusak warna permukaan hingga tidak sedap dipandang.

4. Bahan tambah

Bahan tambah adalah suatu bahan berupa bubuk atau cairan, yang ditambahkan ke dalam campuran adukan beton selama pengadukan, dengan tujuan untuk mengubah sifat adukan atau betonnya sesuai Spesifikasi Bahan Tambahan untuk Beton, Standar, SK SNI S-18-1990-03. Pemberian bahan tambahan pada adukan beton dengan maksud untuk memperlambat waktu ikat, mempercepat pengerasan, menambah encer adukan, menambah daktalitas, mengurangi retak-retak pengerasan, mengurangi panas hidrasi, menambah kekedapan, menambah keawetan dan sebagainya. Bahan tambah biasanya diberikan dalam jumlah yang relatif sedikit dan harus dengan pengawasan yang ketat agar tidak berlebihan yang justru akan dapat memperburuk sifat beton (Tjokrodimuljo, 1996).

Bahan tambah yang digunakan dalam beton dapat dibedakan menjadi 2 (Mulyono, 2004), yaitu :

a. Bahan tambah kimia (*chemical admixture*)

Menurut ASTM C494 dan Pedoman Beton 1989 SKBI.1.4.53.1989 jenis bahan tambah kimia dibedakan menjadi 7 tipe bahan tambah, yaitu :

1) Tipe A : pengurang kadar air (*water reducing admixture*).
2) Tipe B : pengundur waktu ikat (*retarding admixture*).
3) Tipe C : pemercepat waktu ikat (*accelerating admixture*).
4) Tipe D : pengurang kadar air dan pengundur waktu ikat (*water reducing and retarding admixture*).
5) Tipe E : pengurang kadar air dan pemercepat waktu ikat (*water*

6) Tipe F : pengurang kadar air tinggi (*water reducing high range admixture*).

7) Tipe G : pengurang kadar air tinggi dan pengundur waktu ikat (*water reducing high range retarding admixture*).

Dari hasil penelitian Hendrani (2009) dengan judul "Pengaruh Penambahan *Sika Viscocrete – 10* Sebesar 1,6 % dari Berat Semen Terhadap Slump dan Kuat Tekan Beton", nilai slump yang didapat untuk variasi waktu pencampuran beton sebelum dicampur dengan *Sika Viscocrete – 10* dan beton setelah dicampur dengan *Sika Viscocrete – 10* pada menit ke 0 sampai menit ke 135, yaitu sebesar 2,75 cm, 2,3 cm, 22,75 cm, 12 cm, 23,2 cm, 23 cm dan 24,5 cm. Sedangkan kuat tekan rata-rata untuk variasi waktu pencampuran beton sebelum dicampur dengan *Sika Viscocrete – 10* dan beton setelah dicampur dengan *Sika Viscocrete – 10* pada menit ke 0 sampai menit ke 135, yaitu sebesar 39,09 MPa, 45,136 MPa, 53,679 MPa, 48,654 MPa, 57,586 MPa, 55,77 MPa dan 75,298 MPa. Dapat ditarik kesimpulan bahwa kemudahan pengerjaaan (*workability*) dapat mempengaruhi kuat tekan beton, dengan nilai slump yang cukup besar maka pengerjaan beton semakin mudah.

b. Bahan tambah mineral (*additive*)

Bahan tambah mineral ini merupakan bahan tambah yang dimaksudkan untuk memperbaiki kinerja beton. Pada saat ini bahan tambah mineral ini lebih banyak digunakan untuk memperbaiki kinerja tekan beton, sehingga bahan tambah mineral ini cenderung bersifat penyemenan. Beberapa keuntungan penggunaan bahan tambah mineral ini antara lain (Mulyono, 2004), yaitu :

1) Memperbaiki kinerja *workability.*
2) Mengurangi panas hidrasi.
3) Mengurangi biaya pekerjaan beton.
4) Mempertinggi daya tahan terhadap serangan sulfat.
5) Mempertinggi daya tahan terhadap serangan reaksi alkali-silika.
6) Mempertinggi usia beton.

7) Mempertinggi kekuatan tekan beton.
8) Mempertinggi keawetan beton.
9) Mengurangi penyusutan.
10) Mengurangi porositas dan daya serap air dalam beton.

Beberapa bahan tambah mineral ini adalah *pozollan, fly ash, slag dan silica fume*. Dari beberapa bahan tambah yang ada diantaranya adalah bubuk kaca. Bubuk kaca atau *fritz* adalah serpihan kaca yang dihancurkan dan biasa digunakan untuk campuran pembuatan keramik di pabrik keramik. Bubuk kaca ini berupa butiran halus dengan ukuran butiran 0,075 mm - 0,15 mm. Dari hasil penelitian Purwanto (2005) dengan judul "Tinjauan Kuat Tarik Belah dan *Modulus of Rupture* Beton dengan Bubuk Kaca sebagai *Filler*", kuat tarik belah beton dengan variasi penambahan bubuk kaca sebesar 0 %, 2,5 %, 5 %, 7,5 % dan 10 % diperoleh hasil 2,576 MPa, 3,503 MPa, 2,105 MPa dan 2,495 MPa. Dan modulus of rupture beton diperoleh hasil 11,413 MPa, 13,956 MPa, 10,863 MPa, 11,092 MPa, dan 11,27 MPa. Kuat tarik belah dan modulus of rupture maksimum diperoleh pada penambahan bubuk kaca sebesar 2,5 % dari berat semen. Hanafiah (2011) meneliti tentang pengaruh penambahan bubuk kaca sebagai bahan pengganti sebagian semen dengan variasi 2%, 4%, 6% dan 8% terhadap kuat tekan dan nilai slump. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin besar penggunaan bubuk kaca maka kuat tekan cenderung meningkat, tetapi setelah diperoleh nilai optimum kuat tekan menjadi menurun. Dalam penelitian ini kuat tekan maksimum diperoleh pada campuran bubuk kaca sebesar 4% yaitu 61,474 MPa yang mengalami kenaikan kuat tekan beton sebesar 10,926%