

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### A. Beton

Beton sangat banyak dipakai secara luas sebagai bahan bangunan. Bahan tersebut diperoleh dengan cara mencampurkan semen Portland, air, dan agregat (kadang-kadang dengan bahan tambah, yang sangat bervariasi mulai dari bahan kimia tambahan, serat sampai bahan buangan non kimia ) pada perbandingan tertentu. Semen adalah komponen termahal dibandingkan dengan komponen-komponen pokok yang lain (pasir, kerikil, air), sehingga diperlukan gradasi campuran agregat (halus dan kasar) yang “rapat”, dengan luasan permukaan agregat yang minimum. Air merupakan komponen pembentuk beton yang sering luput dari perhatian. Padahal air juga mempunyai peranan yang penting dalam pengerjaan beton. Peningkatan jumlah air akan meningkatkan nilai FAS (Faktor Air Semen) serta kemudahan pengerjaan (*workability*), dan pemadatan, tetapi akan mengurangi kuat tekan dan menimbulkan segregasi (pemisahan agregat kasar dari *mortar* yang menghasilkan campuran beton yang tidak *uniform*) dan *bleeding* (keluarnya air dari permukaan beton sesudah dicampur sebelum terjadi pengikatan).

Pada dasarnya beton mempunyai kuat tekan yang sangat tinggi, namun kuat tariknya sangat rendah maka hal-hal yang harus diperhatikan untuk mendapatkan kekuatan dan keawetan yang bagus yaitu pemilihan material, nilai perbandingan bahan-bahannya, proses pelaksanaan campuran, pemadatan dan perawatan.

#### B. Kelebihan dan Kekurangan Beton

Kelebihan beton antara lain (Mulyono, 2004) :

1. Dapat dengan mudah dibentuk sesuai dengan kebutuhan konstruksi,
2. Termasuk bahan yang awet, tahan aus, tahan kebakaran, tahan terhadap

3. Kuat tekannya tinggi sehingga jika dikombinasikan dengan baja tulangan (yang kuat tariknya tinggi) mampu memikul beban yang berat,
4. Tahan terhadap temperatur yang tinggi,
5. Biaya pemeliharaan yang kecil.

Kekurangan beton antara lain (Mulyono, 2004):

1. Bentuk yang telah dibuat sulit diubah,
2. Pelaksanaan pekerjaan membutuhkan ketelitian yang tinggi,
3. Berat,
4. Daya pantul suara yang keras,
5. Kuat tarik yang kecil sehingga mudah retak,
6. Mengalami kembang susut akibat perubahan suhu.

### C. Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Kuat Tekan Beton

Ada beberapa faktor yang mempengaruhi kuat tekan beton (<http://hunian-inspirasi.blogspot.com/2013/02/kekuatan-tekan-beton.html>) :

#### 1. Faktor air semen (*water ratio cement = w/c*)

Faktor air semen harus dihitung sehingga campuran air dan semen menjadi pasta yang baik, artinya tidak kelebihan air dan tidak kelebihan semen. Apabila factor air semen tinggi, berat air tinggi, sehingga kelebihan air akibatnya air akan merembes keluar membawa sebagian pasta semen, pasta tidak cukup mengikat agregat dan mengisi rongga yang menyebabkan beton tidak kuat. Hal ini harus dipahami oleh pelaksana pembuat mortar atau beton. Kadang kala karena menginginkan jumlah pasta yang besar dengan menambahkan air tanpa perhitungan, sehingga encer.

Secara umum diketahui bahwa semakin tinggi nilai FAS, semakin rendah mutu kekuatan beton. Namun demikian, nilai FAS yang semakin rendah tidak selalu berarti bahwa kekuatan beton semakin tinggi. Ada batas-batas dalam hal ini.

Nilai FAS yang rendah akan menyebabkan kesulitan dalam pengerjaan, yaitu kesulitan dalam pelaksanaan pemadatan yang pada akhirnya akan menyebabkan mutu beton menurun. Umumnya nilai FAS minimum yang

memisahkan antar partikel dalam beton sangat bergantung pada faktor air semen yang digunakan dan kehalusan butir semennya.

Hubungan antara FAS dengan kuat tekan beton ( Duff Abrams, 1920 : 220) dinyatakan dalam persamaan  $f'_c = A/(B^{1.5X})$ , dimana A, dan B adalah nilai konstanta, dan X adalah FAS (semula dalam proporsi volume). Pada praktiknya, untuk mengatasi kesulitan pengerjaan karena rendahnya nilai FAS ini, ditambahkan bahan tambah "Admixture Concrete" yang bersifat menambah keenceran "Plasticity or Plasticilizer Admixture". Menurut Talbot dan Richard (Ilsley, 1942 : 248) pada rasio air semen 0,2 sampai 0,5, kekuatan beton akan naik. Tetapi, hasil penelitian (Abrams, 1920) menunjukkan bahwa bertambahnya WCR/FAS hingga lebih dari 0.6 akan menurunkan kekuatan beton sampai mendekati nol pada FAS 4.0 untuk beton yang berumur 28 hari.

## 2. Pemisahan (*segretion*)

Beton dikatakan mengalami pemisahan apabila agregat kasar terpisah dari campuran selama pengangkutan, pengecoran dan pemadatan sehingga sukar dipadatkan, berongga-rongga tidak homogen, beton yang berongga-rongga kurang kuat / mudah pecah.

## 3. *Bleeding*

*Bleeding* adalah pemisahan air dan campuran beton yang merembes kepermukaan beton waktu diangkat, dipadatkan atau setekah dipadatkan .

*Bleeding* terjadi karena :

- a. Pemakaian air yang berlebihan
- b. Semennya kurang
- c. Agregat kasar turun karena beratnya sendiri dan air naik kepermukaan dengan sendirinya akibat gaya capillary.

*Bleeding* dapat mengakibatkan permukaan beton rusak dan apabila penguapan lebih cepat dan *bleeding* beton akan rusak.

- a. Proporsi bahan-bahan penyusunnya,
- b. Metode perancangan,
- c. Perawatan dan,
- d. Keadaan pada saat pengecoran dilaksanakan, yang terutama dipengaruhi oleh lingkungan setempat.

#### 4. Proses perataan permukaan beton

Proses perataan permukaan silinder beton harus dilakukan dengan benar, untuk memperoleh permukaan yang rata dan halus. Hal ini akan berpengaruh pada kuat tekan beton tersebut.

### **D. Bahan Penyusun Beton**

#### 1. Semen Portland

Semen merupakan bahan campuran yang secara kimiawi aktif setelah berhubungan dengan air. Semen portland adalah bahan konstruksi yang paling banyak digunakan dalam pekerjaan beton. Menurut ASTM C-150 (1985) dalam Mulyono (2004), Semen portland didefinisikan sebagai semen hidrolis yang dihasilkan dengan menggiling klinker yang terdiri dari kalsium silikat hidrolis, yang umumnya mengandung satu atau lebih bentuk kalsium sulfat sebagai bahan tambahan yang digiling bersama-sama dengan bahan utamanya.

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

Menurut Mulyono (2004), semen mengandung beberapa unsur kimia yaitu kapur ( $\text{CaO}$ ) sebesar 31-57%, silika ( $\text{SiO}_2$ ) 22-29%, alumina ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) 5.2-8.8%, besi ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) 1.5-3.2%, magnesia ( $\text{MgO}$ ) 1.5-2.2%. Dari beberapa unsur tersebut membentuk beberapa senyawa. Senyawa yang paling penting dalam pembentukan

- a. Trikalsium silikat ( $C_3S$ ) atau  $3C_aO.SiO_2$ .
- b. Dikalsium silikat ( $C_2S$ ) atau  $2C_aO.SiO_2$ .
- c. Trikalsium aluminat ( $C_3A$ ) atau  $3C_aO.Al_2O_3$ .
- d. Tetrakalsium aluminoferrit ( $C_4AF$ ) atau  $4C_aO.Al_2O_3.Fe_2O_3$ .

Senyawa tersebut menjadi kristal-kristal yang saling mengikat/mengunci ketika menjadi klinker. Komposisi  $C_3S$  dan  $C_2S$  adalah 70%-80% dari berat semen merupakan bagian yang paling dominan memberikan sifat semen (Tjokrodinuljo,1992).

Perubahan komposisi kimia semen yang dilakukan dengan cara mengubah presentase 4 komponen utama semen dapat menghasilkan beberapa jenis semen sesuai dengan tujuan pemakaiannya. Menurut SK SNI S-04-1989-F, semen Portland di Indonesia dibagi menjadi 5 jenis yaitu:

a. Jenis I

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

b. Jenis II

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

c. Jenis III

Semen portland yang dalam penggunaannya menuntut persyaratan kekuatan awal yang tinggi setelah pengikatan terjadi.

d. Jenis IV

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

e. Jenis V

## 2. Agregat

Agregat adalah bahan-bahan campuran beton yang saling diikat oleh perekat semen. Kandungan agregat dalam campuran beton biasanya berkisar antara 60%-70% dari berat campuran beton. Untuk mencapai kuat beton baik perlu diperhatikan kepadatan dan kekerasan massanya, karena umumnya semakin padat dan keras massa agregat akan makin tinggi kekuatan dan *durability*-nya (daya tahan terhadap penurunan mutu akibat pengaruh cuaca). Untuk membentuk massa padat diperlukan susunan gradasi butiran agregat yang baik.

Secara umum berdasarkan ukurannya agregat dapat dibedakan menjadi dua macam yaitu agregat kasar dan agregat halus. Agregat kasar adalah batuan yang ukuran butirnya lebih besar dari 4.80 mm. Agregat halus adalah batuan yang ukuran butirannya lebih kecil dari 4.80 mm. Dalam pelaksanaannya agregat dikelompokkan menjadi 3 kelompok (Tjokrodinuljo, 2007), yaitu:

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

Agregat beton dikelompokkan menjadi 3 jenis disesuaikan dengan keperluan pembeconan, yaitu :

### a. Jenis agregat berat

Agregat ini dipakai untuk membuat beton dengan berat volume yang tinggi. Jenis beton ini dipakai terutama untuk mencegah terjadinya radiasi akibat bahan radioaktif, misalnya untuk pembuatan reaktor nuklir. Biasanya berasal dari batu barit ( $BaSO_4$ ), bijih besi, butiran atau potongan besi baja.

### b. Jenis agregat normal

Agregat jenis ini biasa digunakan untuk pembuatan beton sehari-hari. Biasanya berasal dari batuan yang berat volumenya antara 2.5 kg/m<sup>3</sup> sampai 3 kg/m<sup>3</sup>.

### c. Jenis agregat ringan

Agregat jenis ini digunakan untuk membuat beton dengan berat volumerendah. Jenis agregat ringan yang biasa dipakai dalam industri

### 3. Agregat Halus (Pasir)

Agregat halus (pasir) dalam beton, maupun dalam mortar, berfungsi sebagai bahan pengisi atau bahan yang diikat, dalam kata lain pasir dalam adukan tidak mengalami reaksi kimia. Walaupun pasir hanya berfungsi sebagai bahan pengisi, akan tetapi sangat berpengaruh terhadap sifat-sifat beton. Pemakaian pasir dalam beton dimaksudkan untuk :

- a. Menghasilkan kekuatan beton yang cukup beton,
- b. Mengurangi susut pengerasan,
- c. Menghasilkan susunan pampat pada beton,
- d. Mengontrol *workability* (sifat mudah dikerjakan) pada beton,
- e. Mengurangi jumlah penggunaan semen Portland.

Selain itu pasir dapat membantu pengikat kapur karena memungkinkan penetrasi karbondioksida ( $\text{CO}_2$ ) dari udara, sebagaimana telah diketahui bahwa kapur bakar yang telah padam dapat melakukan pengikatan apabila terjadi kontak terhadap karbondioksida di udara dan mengembang, oleh karenanya hal ini akan dapat mengurangi susut pengerasan beton.

Pasir yang digunakan untuk beton atau mortar hendaklah memenuhi syarat-syarat sebagaimana dalam peraturan yang berlaku, diantaranya dijelaskan dibawah ini :

- a. Agregat halus harus terdiri dari butir-butir yang tajam, kuat, keras, dan bersifat kekal bentuknya yakni tidak pecah (hancur) oleh pengaruh cuaca seperti panas matahari dan hujan serta bergradasi baik,
- b. Pasir tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 5 % terhadap berat kering,
- c. Pasir juga tidak boleh mengandung bahan-bahan organik terlalu banyak, hal tersebut dapat diamati dari warna agregat halus,
- d. Pasir laut tidak boleh digunakan kecuali dengan petunjuk dari lembaga.

Kualitas agregat halus yang dapat menghasilkan beton yang baik adalah:

- a. Berbentuk bulat,
- b. Tekstur halus (*smooth texture*),
- c. Modulus kehalusan (*fineness modulus*),
- d. Bersih,

e. Gradasi yang baik dan teratur (diambil dari sumber yang sama).

#### 4. Agregat Kasar

Fungsi agregat kasar yaitu untuk menghasilkan kekuatan yang besar pada beton, mengurangi susut pengerasan beton dan dengan gradasi yang baik maka akan didapatkan beton yang baik. Agregat kasar merupakan komponen utama yang paling banyak memberikan kontribusi terhadap kekuatan beton. Secara umum, kekuatan beton tergantung pada kekuatan agregat kasarnya. Maka dari itu agregat kasar pada campuran beton mempunyai peranan penting, walaupun hanya sebagai pengisi akan tetapi agregat kasar sangat berpengaruh terhadap sifat-sifat beton. Sehingga pemilihan agregat merupakan suatu bagian penting dalam pembuatan beton.

Kualitas agregat kasar yang dapat menghasilkan beton yang baik adalah:

- a. Porositas rendah,
- b. Bentuk fisik agregat,
- c. Ukuran maksimal agregat,
- d. Bersih,
- e. Kuat tekan hancur yang tinggi,
- f. Gradasi yang baik dan teratur (diambil dari sumber yang sama).

Agregat kasar yang digunakan dalam pembuatan beton harus diketahui tingkat keausannya karena tingkat keausan agregat kasar berpengaruh terhadap kuat tekan beton. Berdasarkan Persyaratan Umum Bahan Bangunan di Indonesia, agregat kasar perlu diuji tingkat keausannya.

Tabel 2.1 Persyaratan kekerasan agregat kasar

Kekuatan Beton	Maksimum bagian yang hancur dengan mesin <i>Los Angeles</i> , Lolos Ayakan 1,7 mm (%)
Kelas I (sampai 10 MPa)	50
Kelas II (10 MPa - 20 MPa)	40
Kelas III (diatas 20 MPa)	27



Pemilihan agregat yang digunakan dalam pencampuran beton dalam keadaan jenuh kering muka. Keadaan jenuh kering muka lebih disukai sebagai standar dalam campuran beton (*mix design*), hal ini disebabkan karena keadaan jenuh kering muka merupakan kebasahan agregat yang hampir sama dengan agregat dalam beton, sehingga agregat tidak akan menambah maupun mengurangi air dari pastinya, selain itu kadar air di lapangan lebih banyak yang mendekati keadaan SSD daripada yang kering tungku (Tjokrodinuljo, 2007).

#### 5. Agregat Kasar Batu Apung

Batu apung adalah jenis batuan yang berwarna terang, mengandung buih yang terbuat dari gelembung berdinding gelas, dan biasanya disebut juga sebagai batuan gelas vulkanik silikat. Batuan ini terbentuk dari magma asam oleh aksi letusan gunung api yang mengeluarkan materialnya ke udara, kemudian mengalami transportasi secara horizontal dan terakumulasi sebagai batuan piroklastik. Batu apung mempunyai sifat vesikular yang tinggi, mengandung jumlah sel yang banyak (berstruktur selular) akibat ekspansi buih gas alam yang terkandung didalamnya, dan pada umumnya terdapat sebagai bahan lepas atau fragmen-fragmen dalam breksi gunung api.

Sedangkan mineral-mineral yang terdapat dalam batu apung adalah *feldspar*, kuarsa, obsidian, kristobalit, dan tridimit. Jenis batuan lainnya yang memiliki struktur fisika dan asal terbentuknya sama dengan batu apung adalah *pumicit*, vulkanik, *cinter* dan *scoria*. Didasarkan pada cara pembentukan, distribusi ukuran partikel dan material asalnya, batu apung diklasifikasikan menjadi beberapa jenis, yaitu: *sub-areal*, *sub-aqueous*, *new ardante*, dan hasil endapan ulang (*redeposit*). Sifat kimia dan fisika batu apung antara lain yaitu: mengandung oksida  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{SO}_3$ , dan  $\text{Cl}$ , hilang pijar (Los of Ignition) 6%, pH 5, bobot isi ruah 480-960  $\text{kg/cm}^3$ , peresapan air (*water absorbtion*) 16,67%, berat jenis 0,8  $\text{gr/cm}^3$ , hantaran suara

panas rendah, dan tekanan terhadap api sampai dengan 6 jam. Batu apung banyak dijumpai di Indonesia, misalnya : Pulau Lombok, Provinsi Nusa Tenggara Barat.

## 6. Air

Di dalam campuran beton, air mempunyai dua fungsi, yaitu untuk memungkinkan reaksi kimia yang menyebabkan pengikatan dan berlangsungnya pengerasan serta sebagai pelumas campuran butir-butir kerikil, pasir, dan semen agar memudahkan pelaksanaan dan pencetakan. Untuk bereaksi dengan semen, air yang diperlukan hanya sekitar 25 % berat semen, namun dalam kenyataannya nilai factor air semen yang dipakai sulit kurang dari 0,35. Kelebihan air ini dipakai sebagai pelumas.

Air yang memenuhi persyaratan sebagai air minum memenuhi syarat untuk bahan campuran beton, tetapi tidak berarti air pencampur beton harus memenuhi standar persyaratan air minum.

Dalam pemakaian air untuk beton, menurut Tjokrodimulyo (1993), sebaiknya air memenuhi syarat sebagai berikut :

- a. Tidak mengandung lumpur atau benda melayang lainnya lebih dari 2 gram/liter.
- b. Tidak mengandung garam-garam yang merusak beton (asam, zat organik dan sebagainya) lebih dari 15 gram/liter.
- c. Tidak mengandung klorida (Cl) lebih dari 0,5 gram/liter. Dan
- d. Tidak mengandung senyawa sulfat lebih dari 1 gram/liter.

## 7. Gradasi Agregat

Pada beton biasanya terdapat sekitar 60% sampai 80% volume agregat. 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 yang berbutir kasar.

Karena agregat merupakan bahan terbanyak didalam beton, maka semakin

syarat campuran masih cukup mudah dikerjakan untuk elemen struktur yang memakai beton tersebut (Nawy, 1985).

Agregat ringan dalam campuran beton akan menyerap air yang relatif lebih banyak dibandingkan dengan agregat beton biasa dan penyerapan itu berlangsung sangat sepat. Pertimbangan ini merupakan suatu landasn yang penting dalam perbandingan campuran beton ringan. Oleh karena itu langkah yang tepat untuk membuat ssd agregat ringan terlebih dahulu sebelum dilaksanakan pencampuran bahan-bahan.

Persyaratan gradasi agregat berbobot ringan untuk beton struktural menurut ASTM C-330 ditunjukkan dalam tabel 2.2.

Tabel 2.2 Persyaratan gradasi agregat berbobot ringan untuk beton struktural menurut ASTM C-330

ukuran	Prosentase (berat) lewat saringan berlubang bujur sangkar								
	25mm	19mm	12.5mm	9.5mm	4,75mm	2.36mm	1.18mm	0.3mm	0.15mm
Agregat halus (4.75-0)	-	-	-	100	85-100	-	40-80	10-35	5-25
Agregat kasar									
25.0 mm	95-	-	25-60	-	0-10	-	-	-	-
19.0 mm	100	90-	-	10-50	0-15	-	-	-	-
12.5 mm	100	100	90-	40-80	0-20	0-10	-	-	-
9.5 mm	-	100	100	80-100	5-10	0-20	0-10	-	-
Gabungan Agregat halus dan Agregat kasar	-	-	100						
12.5 mm				-	50-80	-	-	5-20	2-15
9.5 mm	-	100	95-	90-100	65-90	35-65	35-65	10-25	5-15
	-	-	100						
			100						

Dari hasil penelitian ini nanti, penyusun akan membandingkan dengan hasil penelitian dari Eri sutirto dan Irvan setiadi (1999) dengan judul penelitian "*Pengaruh variasi gradasi breksi batu apung hijau terhadap kuat tekan dan kuat tarik beton ringan*". Kuat tekan rata-rata beton ringan yang dihasilkan dari penelitian oleh Eri sutirto dan Irvan setiadi pada umur 28 hari yaitu:

- a. 18,26543 Mpa pada variasi I ( Variasi gradasi agregat kasar lolos saringan 9,5 mm 5% dan 19 mm 95% ).
- b. 18,61327 Mpa pada variasi II ( Variasi gradasi agregat kasar lolos saringan 9,5 mm 15% dan 19 mm 85% ).
- c. 18,88771 Mpa pada variasi III ( Variasi gradasi agregat kasar lolos saringan 9,5 mm 30% dan 19 mm 70% ).

Dari hasil penelitian diatas, dapat disimpulkan bahwa kuat beton yang dihasilkan diatas 17 Mpa, maka dapat digunakan sebagai beton struktural ( syarat

kuat tekan beton ringan untuk struktural ... (1999) ... 17 ...