

## **BAB II**

### **LANDASAN TEORI**

#### **2.1 Pengertian Beton**

Beton adalah suatu hasil pencampuran dari semen, air, agregat halus, dan agregat kasar. Agregat merupakan komponen beton yang paling berperan, yang berfungsi sebagai bahan pengisi dalam campuran mortar atau beton. Agregat disebut kasar apabila ukurannya melebihi 5 mm. Sifat agregat kasar mempengaruhi kekuatan akhir beton, keras dan daya tahannya disintegrasi beton. Agregat kasar ini harus bersih dari bahan-bahan organik dan harus mempunyai ikatan yang baik dengan pasta semen. Agregat halus merupakan pengisi yang berupa pasir, ukurannya bervariasi antara ukuran no.4 sampai no.100 saringan standar Amerika.

Penambahan bahan tambah akan mempengaruhi kemudahan pengerjaan dan tanpa harus mengurangi tingkat kekuatan kuat tekan rencananya. Beton yang menggunakan bahan tambah biasanya dapat dipadatkan sehingga rongga-rongga udara dapat dihilangkan/dikurangi, selain itu juga beton dapat lebih homogen, koheren dan stabil selama dikerjakan serta dapat ditetarkan tanpa harus terjadi segregasi/pemisahan butiran dari bahan-bahan utama dan dapat mengalir ke dalam cetakan di sekitar tulangan.

##### **2.1.1 Bahan Penyusun Beton**

Beton memiliki bentuk yang dapat padat dan keras. Berikut adalah bahan - bahan yang dipakai untuk menyusun beton, yaitu :

1. Semen

Semen yang digunakan untuk bahan beton pada penelitian ini adalah semen Portland atau semen Portland pozzolan, berupa semen hidrolis yang dihasilkan dengan cara menghaluskan klinker yang terdiri dari silikat-silikat kalsium yang bersifat hidrolis dengan gips sebagai tambahan. Semen portland merupakan bahan ikat yang penting dan banyak dipakai dalam pembangunan fisik. Di samping itu semen juga berfungsi untuk mengisi

rongga-rongga di antara butiran agregat. Walaupun semen hanya kira-kira mengisi 10% saja dari volume beton, namun karena merupakan bahan yang aktif maka perlu di pelajari maupun dikontrol secara ilmiah sesuai dengan tujuan pemakaiannya.

## 2. Agregat

Menurut SK SNI T-15-1991-03 agregat didefinisikan sebagai material granular, misalnya pasir, kerikil, batu pecah yang dipakai bersama-sama dengan suatu media pengikat untuk membentuk beton. Berdasarkan ukurannya, agregat dapat dibedakan menjadi :

- a. Agregat halus diameter 0,063-5 mm disebut pasir, yang dapat dibedakan lagi menjadi pasir halus (diameter 0,063-1 mm) dan pasir kasar (diameter 1-5 mm).
- b. Agregat kasar diameter > 5mm, biasanya berukuran antara 5 hingga 40 mm disebut kerikil.

Untuk mencapai kekuatan beton yang baik perlu diperhatikan kepadatannya dan kekerasan massa agregat, karena pada umumnya semakin padat dan keras suatu agregat dapat menambah tinggi kekuatan dan durabilitasnya (daya tahan terhadap penurunan mutu akibat pengaruh cuaca). Untuk membentuk massa padat diperlukan susunan gradasi butiran agregat yang baik. Sehingga bahan agregat harus mempunyai cukup kekerasan, sifat kekal, tidak bersifat reaktif terhadap alkali dan tidak mengandung lumpur. Diameter atau material organik ini adalah kurang dari 0,063 mm. Bila banyaknya lumpur atau material organik ini dikandung dalam agregat lebih besar dari 1% berat kering, agregat tersebut harus dicuci.

## 3. Air

Air merupakan komponen penting dari campuran beton yang memegang peranan penting dalam bereaksi dengan semen dan mendukung terbentuknya kekuatan pasta semen. Tujuan utama dari penggunaan air adalah agar terjadi hidrasi, yaitu reaksi kimia antara semen dan air yang menyebabkan campuran beton menjadi keras setelah melewati waktu

tertentu. Air yang digunakan harus memenuhi persyaratan yang telah ditentukan, syarat-syarat tersebut menurut (Subakti, 1995) adalah sebagai berikut :

- a. Air yang digunakan harus bersih, tidak boleh mengandung minyak, asam, alkali, garam, juga zat organik dan bahan-bahan yang dapat merusak bahan yang lainnya.
- b. Air yang digunakan tidak boleh mengandung sejumlah ion klorida.
- c. Air yang digunakan adalah air tawar yang dapat diminum.

#### 4. Bahan Tambah

Bahan tambah adalah suatu bahan bubuk atau cairan, yang ditambahkan ke dalam campuran adukan beton selama pengadukan, dengan tujuan untuk mengubah sifat adukan atau betonnya. Bahan tambah ada 2 jenis yaitu additive dan admixture. Bahan Tambah (Additive) adalah bahan tambah yang ditambahkan pada saat proses pembuatan semen di pabrik, bahan tambah additive yang ditambahkan pada beton untuk meningkatkan kinerja kuat tekan beton. Beton yang kekurangan butiran halus dalam agregat menjadi tidak kohesif dan mudah bleeding, untuk mengatasi kondisi ini biasanya ditambahkan bahan tambah additive yang berbentuk butiran padat yang halus. Penambahan additive dilakukan pada beton yang kekurangan agregat halus dan beton dengan kadar semen biasa tetapi perlu dipompa pada jarak yang jauh. Yang termasuk jenis additive adalah pozzolan, fly ash, slag, dan silica fume.

Adapun keuntungan penggunaan additive adalah (Mulyono T,2003) adalah dapat memperbaiki workability beton, mengurangi panas hidrasi beton, mengurangi biaya pekerjaan beton, mempertinggi daya tahan terhadap serangan sulfat, meningkatkan usia beton, dan mengurangi penyusutan. Bahan tambah (Admixture) adalah bahan atau material selain air, semen dan agregat ditambahkan ke dalam beton selama pengadukan. Admixture digunakan untuk memodifikasi sifat dan karakteristik beton. Tujuan penggunaan admixture pada beton segar adalah untuk memperbaiki workability beton, mengatur faktor air semen pada beton segar, mengatur

waktu pengikatan aduk beton, meningkatkan kekuatan beton keras, meningkatkan sifat kedap air pada beton keras, dan meningkatkan sifat tahan terhadap zat-zat kimia dan tahan terhadap gesekan. Ketentuan dan syarat mutu bahan tambah admixture sesuai dengan ASTM C 494-81 “Standard Specification For Chemical Admixture For Concrete”. Definisi tipe dan jenis bahan tambah kimia tersebut dapat diterangkan sebagai berikut:

1. Tipe A, Water Reducing Admixture. Adalah bahan tambah yang bersifat mengurangi jumlah air pencampuran beton untuk menghasilkan beton yang konsistensinya tertentu.
2. Tipe B, Retarding Admixture. Adalah bahan tambahan yang berfungsi yang menghambat pengikatan beton.
3. Tipe C, Accelerating Admixture. Adalah bahan tambahan berfungsi mempercepat pengikatan dan pengembangan kekuatan awal beton.
4. Tipe D, Water Reducing And Retarding Admixture. Adalah bahan tambahan yang berfungsi ganda untuk mengurangi jumlah air pencampuran yang diperlukan untuk menghasilkan beton dengan konsistensi tertentu dan menghambat pengikatan beton.
5. Tipe E, Water Reducing And Accelerating Admixture. Adalah bahan tambahan berfungsi ganda untuk mengurangi jumlah air pencampuran yang diperlukan untuk menghasilkan beton dengan konsistensi tertentu dan mempercepat pengikatan beton.
6. Tipe F, Water Reducing And High Range Admixture. Adalah bahan tambahan yang berfungsi mengurangi jumlah air pencampuran yang diperlukan untuk menghasilkan beton dengan konsistensi tertentu sebanyak 12%.
7. Tipe G, Water Reducing, High Range and Retarding Admixture. Adalah bahan tambahan yang berfungsi mengurangi jumlah air pencampuran yang diperlukan untuk menghasilkan beton dengan konsistensi tertentu sebanyak 12% atau lebih dan juga menghambat pengikatan beton.

### 2.1.2 Waterglass

Waterglass dengan reaksi kimia  $\text{Na}_2\text{SiO}_3$  adalah salah satu bahan yang digunakan dalam campuran semen dan tekstil, merupakan material yang dapat memberikan perlindungan terhadap api. *Waterglass* dikenal sebagai air bening (*waterglass*) atau larutan bening (*liquidglass*). *Waterglass*, berwarna putih dengan bentuk padat, dapat larut dalam air (menghasilkan larutan alkali). *Waterglass* bersifat setabil, baik dalam bentuk biasa maupun larutan alkali. *Waterglass* merupakan salah satu bahan tertua dan paling aman yang sering digunakan di dalam industri kimia, hal ini dikarenakan proses produksi yang lebih sederhana maka sejak tahun 1818 *waterglass* berkembang cepat.

Zat kimia ini dapat dibuat dengan dua proses yaitu proses kering dan proses basah. Pada proses kering, pasir ( $\text{SiO}_2$ ) dicampur dengan *sodium carbonate* ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) atau dengan *potassium carbonate* ( $\text{K}_2\text{CO}_3$ ) pada temperatur 1100 - 1200°C. Hasil reaksi tersebut menghasilkan kaca (*cullets*) yang dilarutkan ke dalam air dengan tekanan tinggi menjadi cairan bening dan agak kental. Sedangkan pada proses pembuatan basah, pasir ( $\text{SiO}_2$ ) dicampur dengan *sodium hydroxide* (NaOH) melalui proses filtrasi akan menghasilkan *waterglass* murni. Berat jenis *waterglass* 2,4. ([www.en.wikipedia.org](http://www.en.wikipedia.org)).

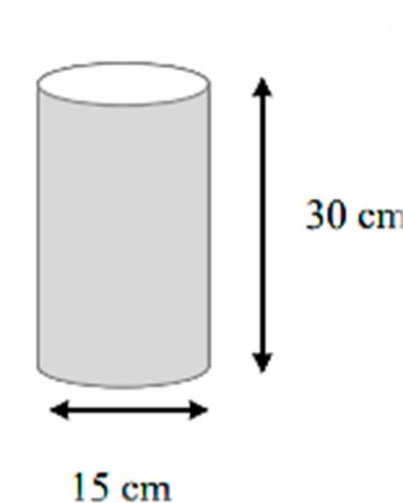
*Waterglass* banyak digunakan sebagai bahan tambahan dalam pembuatan keramik, karena memiliki berat jenis yang tinggi. Salah satunya, dalam pembuatan beton keramik, yaitu suatu bahan bangunan yang berbahan dasar abu terbang batubara (*coal fly-ash*) dengan menggunakan *waterglass* sebagai bahan pengikatnya. Beton keramik dibuat tanpa menggunakan semen dan merupakan bahan bangunan yang kuat, ringar, serta tahan terhadap erosi asam dan air laut ([www.inovasi.lipi.go.id](http://www.inovasi.lipi.go.id)).

*Waterglass* pada mulanya digunakan sebagai bahan campuran dalam pembuatan sabun. Tapi dalam perkembangannya *waterglass* dapat digunakan dalam berbagai macam keperluan, antara lain untuk bahan campuran semen, pengikat keramik, *coating*, campuran cat, serta dalam beberapa keperluan industri seperti kertas, tekstil, dan serat. Beberapa penelitian telah membuktikan bahwa *waterglass* dapat juga digunakan untuk bahan campuran pada beton.

Penggunaan *waterglass* dalam konstruksi sudah berkembang di beberapa Negara seperti Amerika Serikat, Mexiko, Kanada, Australia, Singapura, Jepang, Cina, dan Taiwan. Karena sifatnya yang kedap air, maka pada umumnya penggunaan *waterglass* dalam konstruksi adalah untuk konstruksi yang berhubungan dengan air. Beberapa konstruksi yang sudah pernah dibuat dengan penambahan *waterglass* antara lain pipa saluran pembuangan, pengecoran untuk penghentian air, perlindungan proyek terowongan, dan lain sebagainya. ([www.petra-cristian-university-library.com](http://www.petra-cristian-university-library.com))

## 2.2 Kuat Tekan Beton

Kuat tekan beton adalah besarnya beban per satuan luas, yang menyebabkan benda uji beton hancur bila dibebani gaya tekan tertentu yang dihasilkan oleh mesin tekan. Kuat tekan beton merupakan sifat terpenting dalam kualitas beton dibanding dengan sifat-sifat lain. Kekuatan tekan beton ditentukan oleh pengaturan dari perbandingan semen, agregat kasar dan halus, air. Perbandingan dari air semen, semakin tinggi kekuatannya. Air diperlukan untuk memberikan aksi kimiawi dalam pengerasan beton, kelebihan air meningkatkan kemampuan pekerjaan akan tetapi menurunkan kekuatan (Wang dan Salmon, 1990). Kuat tekan beton diperoleh dengan benda uji silinder berdiameter 15 cm dan tinggi 30 cm yang ditekan pada sisi yang berbentuk lingkaran.



Gambar 2. 1 Benda Uji Kuat Tekan Beton

Besarnya kuat tekan benda uji dapat dihitung dengan rumus :

$$f'c = \frac{P}{A} \text{ (kg/cm}^2\text{)} \dots\dots\dots$$

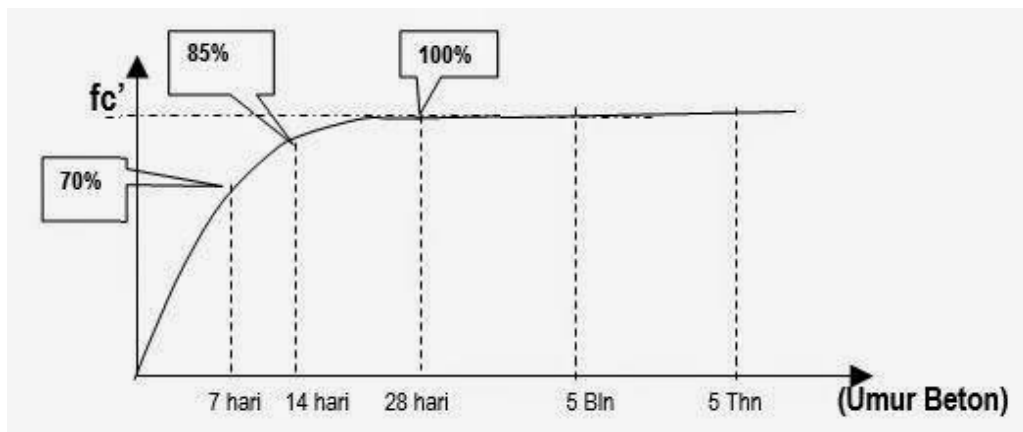
Keterangan :

$f'c$  = kuat tekan beton, (MPa).

P = beban maksimum (kg)

A = luas penampang benda uji (cm<sup>2</sup>)

Kuat tekan beton (normal) naik secara cepat sampai umur 28 hari, seterusnya kenaikan kuat tekan berlangsung lambat dalam hitungan bulan atau tahun, sehingga pada umumnya kekuatan beton dipakai sebagai acuan pada umur 28 hari. Kuat tekan beton umur 7 hari sekitar 70% terhadap umur beton 28 hari sedangkan kuat tekan beton umur 14 hari sekitar 85% terhadap beton 28 hari. Dari hasil penelitian ternyata kekuatan beton terus naik sampai umur 50 tahun.



Gambar 2. 2 Grafik Umur Beton

(Sumber : Tri Mulyono, 2004)

Kekuatan tekan beton ditentukan oleh pengaturan dari perbandingan semen, agregat kasar dan halus, dan berbagai jenis campuran. Perbandingan dari air terhadap semen merupakan faktor utama di dalam penelitian kekuatan beton. Semakin rendahnya perbandingan air-semen, semakin tinggi kekuatan tekan. Jumlah air tertentu diperlukan untuk memberikan aksi kimiawi di dalam pengerasan beton, kelebihan air meningkatkan kemampuan pengerjaan

(mudahnya beton untuk dicorkan) akan tetapi menurunkan kekuatan suatu ukuran dari pengerjaan beton ini diperoleh dengan percobaan slump.

### 2.2.1 Faktor - Faktor Yang Mempengaruhi Kuat Tekan

Menurut Susilorini dan Suwarno (2009) faktor-faktor yang mempengaruhi kuat tekan beton antara lain :

1. Faktor Air Semen dan Kepadatan Hubungan antara faktor air semen dan kuat tekan beton diusulkan oleh Duff Abram, 1919 dalam (Susilorini dan Suwarno, 2009) sebagai berikut:

$$f'c = X \cdot A, B$$

dimana :

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

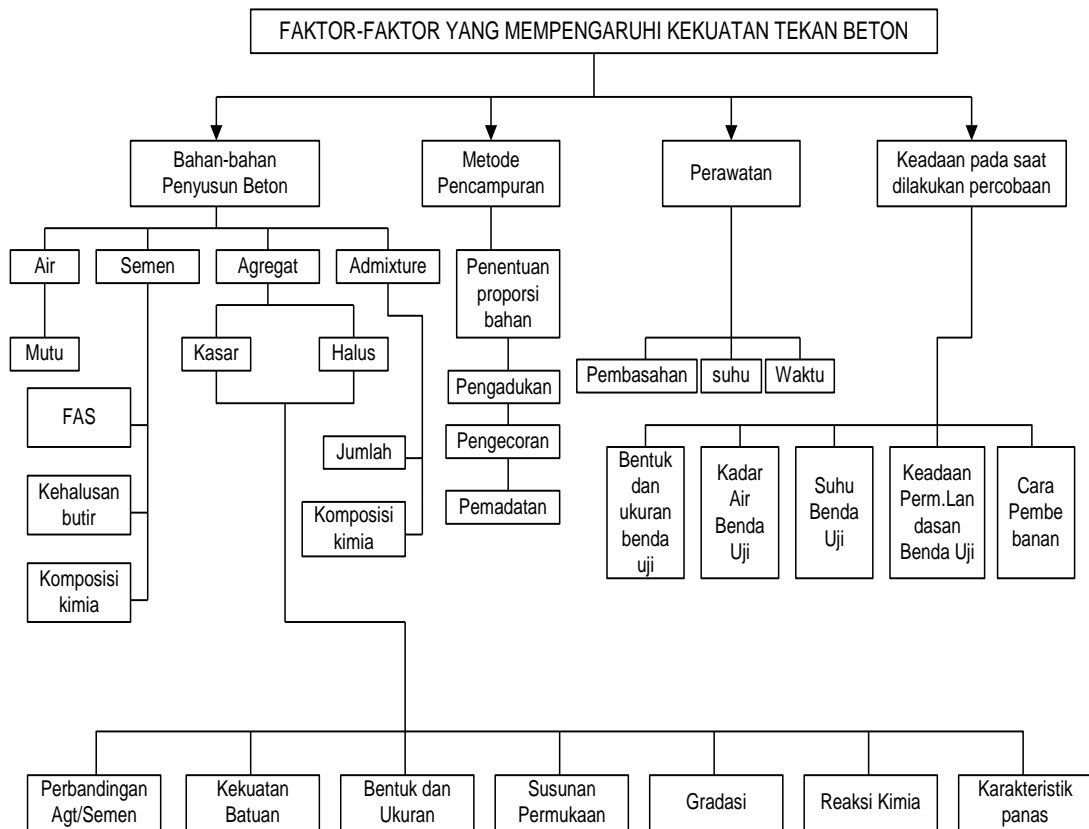
X : f.a.s

A,B : Konstanta

Dari rumus di atas, dapat dilihat bahwa semakin rendah nilai faktor air semen maka akan semakin tinggi kuat tekan betonnya. Jenis semen dan kualitasnya, mempengaruhi kekuatan rata-rata dan kuat batas beton.

2. Jenis dan lekak-lekuk bidang permukaan agregat. Kenyataan menunjukkan bahwa penggunaan agregat akan menghasilkan beton dengan kuat desak maupun kuat lentur.
3. Efisiensi dari perawatan , kehilangan kekuatan sampai 40 % dapat terjadi bila pengeringan diadakan sebelum waktunya. Perawatan adalah hal yang sangat penting pada pekerjaan lapangan dan pembuatan benda uji.
4. Suhu. Pada umumnya kecepatan pengerasan beton bertambah dengan bertambahnya suhu. Pada titik beku kuat-hancur akan tetap rendah untuk waktu yang lama.
5. Umur. Pada keadaan normal kekuatan beton bertambah dengan umurnya. Kecepatan bertambahnya kekuatan tergantung pada jenis semen. Pengerasan berlangsung terus secara lambat sampai bertahun-tahun.





(Sumber : Tri Mulyono, 2004)

### 2.2.2 Jenis Beton Berdasarkan Kuat Tekannya

Berdasarkan kuat tekannya beton dapat dibagi menjadi beberapa jenis :

1. Beton sederhana, dipakai untuk pembuatan bata beton atau bagian-bagian non struktur. Misalnya, dinding bukan penahan beban.
2. Beton normal, dipakai untuk beton bertulang dan bagian-bagian struktur penahan beban. Namun untuk struktur yang berada di daerah  $gMPa$ , kuat tekannya minimum 20 MPa. Misalnya kolom, balok, dinding yang menahan beban dan sebagainya.
3. Beton prategang, dipakai untuk balok prategang yaitu balok dengan baja tulangan dilentur dulu sebelum diberi beban.
4. Beton kuat tekan tinggi dan sangat tinggi, dipakai pada struktur khusus misalnya gedung bertingkat sangat banyak.

Tabel 2. 1 Beberapa Jenis Beton Menurut Kuat Tekannya

Jenis Beton	Kuat Tekan (MPa)
Beton sederhana ( <i>plain concrete</i> )	Sampai 10 MPa
Beton normal	10 – 30 MPa
Beton prategang	30 – 40 MPa
Beton kuat tekan tinggi	40 – 80 MPa
Beton kuat tekan sangat tinggi	> 80 MPa

(Sumber : Ir. Kardiyono Tjokrodimulyo, M.E., 1998, *Bahan Bangunan : IV-54*,

Tabel 2.3)

### 2.2.3 Modulus Elastisitas

Modulus elastisitas beton tergantung pada modulus elastisitas agregat dan pastanya. Dalam perhitungan struktur boleh diambil modulus elastisitas beton sebagai berikut :

$$a. E_c = (W_c)^{1,5} \cdot 0,043 \sqrt{f'_c} \quad \text{untuk } W_c = 1,5 - 2,5 \dots \dots \dots (2.7)$$

$$b. E_c = 4700 \sqrt{f'_c} \quad \text{untuk beton normal} \dots \dots \dots (2.8)$$

dimana,  $E_c$  = modulus elastisitas beton, MPa.

$W_c$  = berat jenis beton,  $\text{Kg/cm}^3$  dan  $f'_c$  = kuat tekan beton, MPa.

### 2.2.4 Rangka Susut Beton

Rangkak (creep) atau lateral material flow didefinisikan sebagai penambahan regangan terhadap waktu akibat adanya beban yang bekerja. Deformasi awal akibat pembebanan disebut sebagai regangan elastis, sedangkan regangan akibat tambahan beban yang sama disebut regangan rangkak. Rangkak timbul dengan intensitas yang semakin berkurang setelah selang waktu tertentu dan kemungkinan berakhir setelah beberapa tahun. Nilai rangkak untuk beton mutu tinggi lebih kecil dibandingkan dengan beton mutu rendah.

1. Sifat bahan dasar beton (komposisi dan kehalusan semen, kualitas adukan, dan kandungan mineral dalam agregat).

2. Rasio air terhadap jumlah semen (*water cement ratio*).
3. Suhu pada saat pengerasan (*temperature*).
4. Kelembaban nisbi pada saat proses penggunaan (*humidity*).
5. Umur beton pada saat beban bekerja.
6. Nilai *slump* (*slump test*).
7. Lama pembebanan.
8. Nilai tegangan.
9. Nilai rasio permukaan komponen struktur

### 2.2.5 Berat Jenis Beton

Mempunyai berat jenis sekitar 2,3 – 2,4. Apabila dibuat dengan pasir atau kerikil yang ringan atau diberikan rongga udara maka berat jenis beton dapat kurang dari 2,0. Jenis-jenis beton menurut berat jenisnya dan macam-macam pemakaiannya dapat dilihat pada Tabel berikut.

Tabel 2. 2 Beberapa Jenis Beton Menurut Berat Jenis dan Pemakaiannya

Jenis beton	Berat Jenis Beton (kg/m <sup>3</sup> )	Pemakaian
Beton sangat ringan	< 1000	Non struktur
Beton ringan	1000 – 2000	Struktur ringan
Beton normal (biasa)	2300 – 2500	Struktur
Beton berat	> 3000	Perisai sinar X

Sumber : Tjokrodimuljo, K (2003)

### 2.3 Beton f'c 20

Beton f'c 20 adalah campuran semen, pasir, agregat dan admixture yang sudah dikemas secara kering, hanya menambah air dan mengaduknya untuk dipakai sebagai material beton dengan kekuatan 20 MPa.

Jenis beton ini dibuat untuk pekerjaan struktural. Aplikasinya sering kali dimanfaatkan untuk berbagai pekerjaan konstruksi mulai dari jalan, jembatan hingga gedung bangunan, dengan kekuatan perencanaan 20 MPa pada umur 28 hari.

### 2.3.1 Pengujian Kuat Tekan Beton $f'_c$ 20

Kekuatan beton dianggap sifat yang paling penting dalam berbagai kasus. Beton baik dalam menahan tegangan tekan dari pada jenis tegangan lain, dan umumnya pada perencanaan struktur beton memanfaatkan sifat ini (Nugraha dan Antoni, 2007: 181). Kuat tekan beton adalah besarnya beban persatuan luas yang menyebabkan benda uji beton hancur bila dibebani dengan gaya tekan tertentu, yang dihasilkan oleh mesin tekan (SNI 03-1974-1990).

Pengujian kekuatan tekan beton dilakukan dengan menggunakan mesin tekan. Benda uji diletakkan pada bidang tekan pada mesin secara sentris. Pembebanan dilakukan secara perlahan sampai beton mengalami kehancuran.

$$f' = P/A \quad \dots\dots\dots (1)$$

Keterangan:  $f'$  = Kuat tekan beton (MPa)

$P$  = Berat beban Maksimum (N)

$A$  = Luas permukaan benda uji (mm<sup>2</sup>)

Kekuatan beton ini sangat dipengaruhi oleh faktor-faktor antara lain adalah sebagai berikut:

#### 1. Faktor Air Semen

Faktor air semen adalah perbandingan berat antara air dan semen portland dalam campuran adukan beton. Faktor air semen ini sangat berpengaruh karena semakin tinggi faktor air semen semakin rendah kekuatan betonnya dan sebaliknya apabila faktor air semen rendah maka kekuatan beton akan lebih tinggi.

#### 2. Umur Beton

Kuat tekan beton akan terus bertambah tinggi dengan bertambahnya umur sejak beton dicetak. kekuatan tekan akan naik dengan cepat hingga kenaikan kekuatan tersebut akan melambat. Laju kekuatan beton tersebut dianggap tidak mengalami kenaikan lagi setelah 28 hari.

#### 3. Jenis Semen

Semen portland sendiri menurut Standar Industri Indonesia (SII) memiliki 5 jenis dan sifat misalnya semen dengan kekuatan awal tinggi, semen dengan sifat tahan terhadap sulfat. Dengan adanya jenis dan sifat

yang dimiliki masing-masing semen maka keberadaan semen pada campuran beton sangatlah berpengaruh terhadap kekuatan beton.

#### 4. Jumlah Pasta Semen

Pasta semen dalam beton berfungsi untuk merekatkan butir-butir agregat. Pasta semen akan berfungsi secara maksimal jika seluruh pori antar butir-butir agregat terisi penuh oleh pasta semen, serta seluruh permukaan agregat terselimuti oleh pasta semen. Jika pasta semen tidak terlalu banyak maka rekatan antar agregat akan kurang kuat karena permukaan agregat tidak diselimuti oleh pasta semen dan sebaliknya bila pasta semen terlalu banyak maka kuat tekan beton hanya akan didominasi oleh pasta semen sehingga kuat tekannya akan menurun.

#### 5. Sifat Agregat

Jumlah agregat dalam adukan mengisi sebagian besar volume beton lebih dari 70%, sehingga kuat tekan beton sangat dipengaruhi oleh sifat agregat. Berikut adalah beberapa sifat agregat yang mempengaruhi kekuatan beton :

- a. Kekasaran permukaan, karena dengan permukaan agregat yang kasar maka rekatan antar agregat akan lebih baik karena permukaan tersebut tidak licin sehingga pasta semen akan merekat dengan baik.
- b. Bentuk agregat, bentuk agregat yang baik adalah yang bersudut karena bisa saling mengunci dan sulit untuk digeser. Kuat tekan betonnya juga lebih besar dengan agregat kasar batu pecah dibandingkan dengan kerikil karena bentuknya yang bulat.
- c. Kuat tekan agregat, karena 70% volume beton terisi oleh agregat kasar maka kuat tekan akan didominasi oleh kuat tekan agregat, apabila kuat tekan beton baik maka akan diperoleh kuat tekan yang tinggi dan sebaliknya.

### 2.3.2 Karakteristik Campuran Beton

Sifat dan karakteristik campuran beton segar secara tidak langsung akan mempengaruhi beton yang telah mengeras. Pasta semen tidak bersifat elastis sempurna tetapi viscoelastic-solid. Gaya gesek dalam, susut dan tegangan yang

terjadi biasanya tergantung dari energi pemadatan dan tindakan preventif terhadap perhatiannya pada tegangan dalam beton. Hal ini tergantung dari jumlah dan distribusi air, kekentalan aliran gel (pasta semen) dan penanganan pada saat sebelum terjadi tegangan serta kristalin yang terjadi untuk pembentukan porinya.

### 1. Sifat dan Karakteristik Bahan Penyusun

Selain kekuatan pasta semen, hal lain yang perlu menjadi perhatian adalah agregat. Karena proporsi campuran agregat dalam beton adalah 70-80 %, sehingga pengaruh agregat akan menjadi besar, baik dari sisi ekonomi maupun dari sisi teknik. Semakin baik mutu agregat yang digunakan, secara linier dan tidak langsung akan menyebabkan mutu beton menjadi baik, begitu juga sebaliknya.

### 2. Metode Pencampuran

#### a) Penentuan Proporsi Bahan (*Mix Design*)

Proporsi campuran dari bahan-bahan penyusun beton ini ditentukan melalui perancangan beton (*mix design*). Hal ini dimaksudkan agar proporsi dari campuran dapat memenuhi syarat kekuatan serta dapat memenuhi aspek ekonomis. Metode perancangan ini pada umumnya menentukan komposisi dari bahan-bahan penyusun beton untuk kinerja tertentu yang diharapkan. Penentuan proporsi campuran dapat digunakan dengan beberapa metode yang dikenal, antara lain : (1). *Metode American Concrete Institute*, (2). *Portland Cement Association*, (3). *Road Note No.4*, (4). *British Standard, Departement of Engineering*, (5). Departemen Pekerjaan Umum (SK.SNI.T-15-1990-03) dan (6). Cara coba-coba.

#### b) Metode Pencampuran (*Mixing*)

Metode pencampuran dari beton diperlukan untuk mendapatkan kelecakan yang baik sehingga beton mudah dikerjakan. Metode pengadukan atau pencampuran beton akan menentukan sifat kekuatan dari beton, walaupun rencana campuran baik dan syarat mutu bahan telah terpenuhi. Pengadukan yang tidak baik akan menyebabkan terjadinya *bleeding*, dan hal lain-lain yang tidak dikehendaki.

c) Pengecoran (*Placing*)

Metode pengecoran akan mempengaruhi kekuatan beton. Jika syarat-syarat pengecoran tidak terpenuhi, kemungkinan besar kekuatan tekan yang direncanakan tidak akan tercapai.

d) Pemadatan (*Vibrating*)

Pemadatan yang tidak baik akan menyebabkan menurunnya kekuatan beton, karena tidak terjadinya pencampuran bahan yang homogen. Pemadatan yang berlebih pun akan menyebabkan terjadinya *bleeding*.

e) Perawatan (*Curing*)

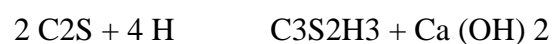
Perawatan dimaksudkan untuk menghindari panas hidrasi yang tidak diinginkan, terutama disebabkan oleh suhu. Perawatan ini tidak hanya dimaksudkan untuk mendapatkan kekuatan tekan beton yang tinggi tapi juga dimaksudkan untuk memperbaiki mutu dari keawetan beton, kedekatan terhadap air, ketahanan terhadap aus, serta stabilitas dari dimensi ukur. Cara dan bahan serta alat yang digunakan untuk perawatan akan menentukan sifat dari beton keras yang dibuat, terutama dari sisi kekuatannya. Waktu-waktu yang dibutuhkan untuk merawat beton pun harus terjadwal dengan baik.

3. Kondisi Pada Saat Pengerjaan Pengecoran

Kondisi pada saat pekerjaan pengecoran akan mempengaruhi kualitas beton yang dibuat. Faktor-faktor tersebut antara lain : (1). Bentuk dan ukuran contoh, (2). Kadar air, (3). Suhu contoh, (4). Keadaan permukaan landasan dan (5). Cara pembebanan.

### 2.3.3 Mix Design Beton

Proses pengerasan beton dimulai dengan terjadinya proses hidrasi semen yang merupakan pembentukan Calcium Silicate Hydrate ( $C_3S_2H_3$ ) dari Tricalcium Silicate, Dicalcium Silicate dan air.



$C_3S_2H_3$  merupakan senyawa yang memperkuat beton, sedangkan  $Ca(OH)_2$  (kapur mati) adalah senyawa yang porous yang memperlemah beton. Dengan adanya unsur silika tambahan dari bahan tambah semen diharapkan  $Ca(OH)_2$  (kapur mati) akan bereaksi kembali dengan silika tersebut dan membentuk  $C_3S_2H_3$  yang mengurangi terbentuknya  $Ca(OH)_2$  sehingga dapat mempertinggi beton reaksi unsur silika dengan kapur bebas tersebut dapat dijelaskan sebagai berikut :



Perlu dipilih bahan-bahan yang sesuai, dicampur dan digunakan sedemikian rupa untuk menghasilkan beton dengan sifat-sifat khusus yang diinginkan untuk tujuan tertentu dengan cara yang paling ekonomis. Pemilihan dari bahan dan cara konstruksi tidak mudah dikerjakan, karena terdapat variasi yang mempengaruhi kualitas dari beton yang dihasilkan dalam hal ini kualitas dan faktor ekonomis.

#### a. Air

Di dalam campuran beton, air mempunyai dua buah fungsi, yaitu :

- 1) Untuk memungkinkan reaksi kimiawi semen yang menyebabkan pengikatan dan berlangsungnya pengerasan.
- 2) Sebagai pelincir campuran kerikil, pasir dan semen agar memudahkan dalam pencetakan atau pengerjaan beton.

Air yang mengandung senyawa-senyawa yang berbahaya, yang tercemar, minyak, gula atau bahan kimia lainnya, bila dipakai dalam campuran beton akan menurunkan kualitas beton bahkan dapat mengubah sifat-sifat beton yang dihasilkan. Air yang digunakan dapat berupa air tawar (dari sungai, danau, telaga, kolam, situ dan lainnya), air laut maupun air limbah juga dapat digunakan asalkan memenuhi syarat mutu yang telah ditetapkan. Air tawar yang dapat diminum umumnya dapat digunakan sebagai campuran beton. Tabel berikut ini memberikan kriteria kandungan zat kimiawi yang terdapat dalam air dengan batasan tingkat konsentrasi tertentu yang dapat digunakan dalam adukan beton.



Tabel 2. 3 Batasan Maksimum Kandungan Zat Kimia dalam Air

Kandungan unsur kimiawi	Maksimum konsentrasi (ppm*)
Chloride, Cl :	
- Beton prategang	500
- Beton bertulang	1000
Sulfate, SO <sub>4</sub>	1000
Alkali (Na <sub>2</sub> O + 0,658 K <sub>2</sub> O)	600
Total solids	50000

(Sumber : *Pedoman Pelaksanaan Praktikum Beton ; 11*)

ppm\* = parts per million.

#### b. Semen Portland

Semen merupakan bahan campuran yang secara kimiawi aktif setelah berhubungan dengan air. 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.

Semen Portland diproduksi untuk pertama kalinya pada tahun 1824 oleh Joseph Aspdin, dengan memanaskan suatu campuran tanah liat yang dihaluskan dengan batu kapur atau kapur tulis dalam suatu dapur sehingga mencapai suatu suhu yang cukup tinggi untuk menghilangkan gas asam karbon. Proses kering dan proses basah merupakan dua cara produksi yang dipergunakan dalam pembuatan semen,

Semen yang satu dapat dibedakan dengan semen lainnya berdasarkan susunan kimianya maupun kehalusan butirnya. Perbandingan bahan-bahan utama penyusun semen Portland adalah kapur (CaO) sekitar 60 % - 65 %, silica (SiO<sub>2</sub>) sekitar 20 % - 25 %, dan oksida besi serta alumina (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> dan Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) sekitar 7 % - 12 %. Sifat-sifat semen Portland dapat dibedakan menjadi dua, yaitu :

## 1) Sifat Fisika Semen Portland

Sifat-sifat fisika semen portland meliputi kehalusan butir, waktu pengikatan, kekekalan, kekuatan tekan, pengikatan semu, panas hidrasi, dan hilang pijar.

## 2) Sifat - Sifat Kimiawi

Sifat-sifat kimiawi dari semen Portland meliputi kesegaran semen, sisa yang tak larut (insoluble residu), panas hidrasi semen, kekuatan pasta semen dan faktor air semen. Secara garis besar, ada 4 senyawa kimia utama yang menyusun semen portland, yaitu :

- a. Trikalsium Silikat ( $3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ ) yang disingkat menjadi C3S.
- b. Dikalsium Silikat ( $2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ ) yang disingkat menjadi C2S.
- c. Trikalsium Aluminat ( $3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ ) yang disingkat menjadi C3A.
- d. Tertakalsium aluminoferrit ( $4\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$ ) yang disingkat menjadi C4AF.

Tabel 2. 4 Susunan Unsur Semen Portland

Oksida	Kandungan (%)
Kapur ( CaO)	60-65
Silika ( SiO <sub>2</sub> )	17-25
Alumina (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	3-8
Besi (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	0,5-6
Magnesium (MgO)	0,5-4
Sulfur (SO <sub>3</sub> )	1-2
Soda/potash (Na <sub>2</sub> O + K <sub>2</sub> O)	0,5-1

Sumber: Kardiyono Tjokrodinuljo, 1996

Kandungan senyawa yang terdapat dalam semen membentuk karakter dan jenis semen menjadi lima jenis, yaitu :

1. Jenis Semen Portland Type I

Jenis semen portland type I mungkin yang paling familiar di sekitar Anda karena paling banyak digunakan oleh masyarakat luas dan beredar di pasaran. Jenis ini biasa digunakan untuk konstruksi bangunan umum yang tidak memerlukan persyaratan khusus untuk hidrasi panas dan kekuatan tekan awal. Kegunaan Semen Portland Type I di antaranya konstruksi bangunan untuk rumah permukiman, gedung bertingkat, dan jalan raya. Karakteristik Semen Portland Type I ini cocok digunakan di lokasi pembangunan di kawasan yang jauh dari pantai dan memiliki kadar sulfat rendah.

2. Jenis Semen Portland Type II

Kondisi letak geografis ternyata menyebabkan perbedaan kadar asam sulfat dalam air dan tanah dan juga tingkat hidrasi. Oleh karena itu, keadaan tersebut mempengaruhi kebutuhan semen yang berbeda. Kegunaan Semen Portland Type II pada umumnya sebagai material bangunan yang letaknya dipinggir laut, tanah rawa, dermaga, saluran irigasi, dan bendungan. Karakteristik Semen Portland Type II yaitu tahan terhadap asam sulfat antara 0,10 hingga 0,20 persen dan hidrasi panas yang bersifat sedang.

3. Jenis Semen Portland Type III

Lain halnya dengan tipe I yang digunakan untuk konstruksi tanpa persyaratan khusus, kegunaan semen portland type III memenuhi syarat konstruksi bangunan dengan persyaratan khusus. Karakteristik Semen Portland Type III di antaranya adalah memiliki daya tekan awal yang tinggi pada permulaan setelah proses pengikatan terjadi, lalu kemudian segera dilakukan penyelesaian secepatnya. Jenis semen Portland type III digunakan untuk pembuatan bangunan tingkat tinggi, jalan beton atau jalan raya bebas hambatan, hingga bandar

udara dan bangunan dalam air yang tidak memerlukan ketahanan asam sulfat. Ketahanannya Portland Type III menyamai kekuatan umur 28 hari beton yang menggunakan Portland type I.

#### 4. Jenis Semen Portland Type IV

Karakteristik Semen Portland IV adalah jenis semen yang dalam penggunaannya membutuhkan panas hidrasi rendah. Jenis semen portland type IV diminimalkan pada fase pengerasan sehingga tidak terjadi keretakan. Kegunaan Portland Type IV digunakan untuk dam hingga lapangan udara.

#### 5. Jenis Semen Portland Type V

Karakteristik Semen Portland Type V untuk konstruksi bangunan yang membutuhkan daya tahan tinggi terhadap kadar asam sulfat tingkat tinggi lebih dari 0,20 persen. Kegunaan Semen Potrtland Type V dirancang untuk memenuhi kebutuhan di wilayah dengan kadar asam sulfat tinggi seperti misalnya rawa-rawa, air laut atau pantai, serta kawasan tambang. Jenis bangunan yang membutuhkan jenis ini di antaranya bendungan, pelabuhan, konstruksi dalam air, hingga pembangkit tenaga nuklir.

### c. Agregat

Kandungan agregat dalam campuran beton biasanya berkisar antara 60 % - 70 % dari berat campuran beton. Walaupun fungsinya hanya sebagai pengisi tetapi karena komposisinya yang cukup besar, agregat ini pun menjadi penting dan sifat-sifat yang dimilikinya akan berpengaruh langsung terhadap keawetan (durability) dan kinerja struktur beton.

Sifat yang paling penting dari suatu agregat ialah kekuatan hancur dan ketahanan terhadap benturan, yang dapat mempengaruhi ikatannya dengan pasta semen, porositas dan karakteristik penyerapan air yang mempengaruhi daya tahan terhadap proses pembekuan waktu musim dingin dan agresi kimia, serta ketahanan terhadap penyusutan. Agregat yang digunakan dalam campuran beton harus bersih, keras, bebas dari sifat penyerapan secara

kimia, tidak bercampur dengan tanah liat/lumpur dan distribusi/gradasi ukuran agregat memenuhi.

Gradasi yang baik dan teratur (continuous) dari agregat halus kemungkinan akan menghasilkan beton yang mempunyai kekuatan tinggi. Gradasi yang baik adalah gradasi yang memenuhi syarat zona tertentu dan agregat halus tidak boleh mengandung bagian yang lolos pada satu set ayakan lebih besar dari 45 % dan tertahan pada ayakan berikutnya. Kebersihan agregat juga akan mempengaruhi dari mutu beton yang akan dibuat terutama dari zat-zat yang dapat merusak baik pada saat beton muda maupun beton sudah mengeras.

Hal-hal yang perlu diperhatikan berkaitan dengan penggunaan agregat dalam campuran beton ada lima, yaitu :

1. Volume udara. Udara yang terdapat dalam campuran beton akan mempengaruhi proses pembuatan beton, terutama setelah terbentuknya pasta semen.
2. Volume padat. Kepadatan volume agregat akan mempengaruhi berat isi dari beton tadi.
3. Berat jenis agregat. Berat jenis agregat akan mempengaruhi proporsi campuran dalam berat sebagai kontrol.
4. Penyerapan. Penyerapan berpengaruh pada berat jenis.
5. Kadar air permukaan agregat. Kadar air permukaan agregat berpengaruh pada penggunaan air saat pencampuran.

Pada umumnya agregat digolongkan dalam tiga kelompok, yaitu :

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

Sifat-sifat agregat sangat berpengaruh pada mutu campuran beton. Untuk menghasilkan beton yang mempunyai kekuatan seperti yang diinginkan, sifat-sifat ini harus diketahui dan dipelajari agar kita dapat mengambil tindakan yang positif dalam mengatasi masalah-masalah yang

timbul. Sifat-sifat tersebut adalah : (1). Serapan air dan kadar air agregat, (2). Berat jenis dan daya serap agregat, (3). Gradasi agregat, (4). Modulus halus butir, (5). Ketahanan kimia, (6). Kekekalan, (7). Perubahan volume, (8). Karakteristik panas (sifat thermal agregat), dan (9). Bahan-bahan lain yang mengganggu.

Agregat halus ialah agregat yang semua butir menembus ayakan 4,8 mm (5 mm). Agregat tersebut dapat berupa pasir alam, pasir olahan atau gabungan dari kedua pasir tersebut. Pasir alam terbentuk dari pecahan batu karena beberapa sebab. Pasir dapat diperoleh dari dalam tanah, pada dasar sungai atau dari tepi laut. Oleh karena itu, pasir dapat digolongkan menjadi tiga macam yaitu :

#### 1. Pasir galian

Diperoleh langsung dari permukaan tanpa atau dengan cara menggali terlebih dahulu. Pasir ini biasanya tajam bersudut, berpori dan bebas dari kandungan garam. Tetapi biasanya dibersihkan dari kotoran tanah dengan cara dicuci.

#### 2. Pasir sungai

Diperoleh dari dasar sungai yang pada umumnya berbutir halus, bulat-bulat akibat proses gesekan, daya lekat antar butir agak kurang, karena butirannya bulat. Karena butirannya kecil, maka baik dipakai untuk memplester tembok.

#### 3. Pasir laut

Diambil dari pantai, butiran-butirannya halus dan bulat. Pasir ini merupakan pasir yang paling jelek karena banyak mengandung garam - garaman yang menyerap kandungan air dan udara. Hal ini menyebabkan pasir selalu agak basah dan juga menyebabkan pengembangan bila sudah menjadi bangunan.

SK. SNI T-15-1990-03 memberikan syarat-syarat untuk agregat halus yang diadopsi dari British Standard di Inggris. Agregat halus dikelompokkan dalam empat zone (daerah) seperti dalam Tabel berikut.

Tabel 2. 5 Batas Gradasi Agregat Halus

Lubang ayakan (mm)	Persen Berat Butir yang lewat ayakan			
	I	II	III	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 : Ir.Kardiyono Tjokrodimulyo, *Teknologi Beton : 81, Tabel 7.16*

- Keterangan :
- Daerah Gradasi I = Pasir Kasar
  - Daerah Gradasi II = Pasir Agak Kasar
  - Daerah Gradasi III = Pasir Halus
  - Daerah Gradasi IV = Pasir Agak Halus

ASTM C.33-86 dalam “Standard Spesification for Concrete Aggregates” memberikan syarat gradasi agregat halus seperti yang tercantum dalam Tabel berikut.

Tabel 2. 6 Syarat Mutu Agregat Halus Menurut SNI 03-2834-2000

Ukuran lubang ayakan (mm)	Persen lolos kumulatif
9.5	100
4.75	95 – 100
2.36	80 – 100
1.18	50 – 85
0.6	25 – 60
0.3	10 – 30
0.15	2 – 10

Sumber ; SNI 03-2834-2000

Agregat kasar yaitu agregat yang mempunyai ukuran butir-butir besar dan semua butir tertinggal di atas ayakan 4,8 mm (5 mm). Agregat ini dapat berupa kerikil, pecahan kerikil, batu pecah, terak tanur tiup atau beton semen hidrolis yang pecah.

Menurut British Standard (B.S), gradasi agregat kasar (kerikil/batu pecah) yang baik sebaiknya masuk dalam batas, batas yang tercantum dalam Tabel berikut.

Tabel 2. 7 Syarat Agregat Kasar Menurut SNI-03-2834-2000

Lubang Ayakan (mm)	Persen Butir lewat ayakan, besar butir maks		
	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 ; SNI 03-2834-2000

Mix Design : Kebutuhan bahan yang diperlukan untuk membuat 1 m<sup>3</sup> beton di lapangan. Rumus-rumus dasar terkait dasar-dasar perhitungan adukan beton :



1. Perbandingan : - berat > timbangan. – volume > wadah.
2. Fas :  $\frac{\text{berat air}}{\text{berat semen}}$
3. Berat satuan :  $\frac{\text{berat bahan}}{\text{volume wadahnya}}$
4. Berat jenis :  $\frac{\text{berat bahan}}{\text{volume bahan}}$
5. Berat bahan : volume bahan x berat satuan bahan
6. Berat bahan padat : volume absolut x berat jenis bahan x berat satuan
7. Volume bahan :  $\frac{\text{berat bahan}}{\text{berat satuan bahan}}$
8. Volume absolut bahan :  $\frac{\text{berat bahan}}{\text{berat jenis bahan x berat satuan air}}$
9. Beton maMPat, padat tanpa rongga akan diperoleh berat sendiri = berat jenis.
10. Beton dengan sedikit rongga di dalamnya diperoleh berat sendiri < berat jenis.
11. Rongga : volume total – volume padat
12. Porositas :  $= \frac{\text{volume rongga}}{\text{volume total}} = 1 - \frac{\text{berat satuan}}{\text{berat jenis x berat satuan air}}$

Diketahui berat satuan bahan :

1. Air = 1000 kg/m<sup>3</sup>
2. Semen = 1250 kg/m<sup>3</sup>
3. Pasir = 1500-1600 kg/m<sup>3</sup>      jika tidak ada pengujian lab, di lapang
4. Kerikil = 1500-1600 kg/m<sup>3</sup>      pakainya antara 1500-1600 kg/m<sup>3</sup>.

Diketahui berat jenis bahan :

1. Air = 1
2. Semen = 3,15
3. Pasir = 2,5-2,6      jika tidak ada pengujian lab, di lapangan
4. Kerikil = 2,5-2,6      pakainya antara 2,5-2,6

Perlu diketahui bahwa sebelum anda menggunakan komposisi beton sesuai standar yang berlaku di Indonesia berdasarkan SNI 7394 – 2008, pastikan terlebih

dahulu data yang ada di dalam tabel tersebut harus dicek volume padat atau absolutnya untuk memenuhi 1 m<sup>3</sup>. • Bila data tersebut setelah di periksa volume padat atau absolutnya terbukti memenuhi 1 m<sup>3</sup>, maka dipastikan data yang ada di dalam tabel tersebut layak digunakan untuk kebutuhan membuat 1 m<sup>3</sup> beton di lapangan. • Sebagai contoh cek volume padat/absolut dari bahan tersebut sebagai berikut :

1. Semen = = 0,121 m<sup>3</sup>.
2. Pasir = = 0,271 m<sup>3</sup>.
3. Kerikil = = 0,407 m<sup>3</sup>.
4. Air = = 0,215 m<sup>3</sup>.
- + = 1,014 m<sup>3</sup> dibulatkan = 1 m<sup>3</sup>.

Jadi kebutuhan bahan yang digunakan untuk membuat 1 m<sup>3</sup> beton di lapangan : semen = 384 kg pasir = 692 kg kerikil = 1039 kg air = 215 kg + Total = 2330 kg

Jadi campuran adukan beton di lapangan untuk 1 m<sup>3</sup> dengan menggunakan mutu beton K350 atau 29,05 MPa memiliki berat total 2330 kg.

## **2.4 Sifat - Sifat Beton**

### **2.4.1 Sifat Kemudahan Pengerjaan (workability)**

Kemudahan pengerjaan dapat dilihat dari nilai slump yang identik dengan keplastisan beton/keleccakan beton. Semakin plastis beton, semakin mudah pengerjaannya. Secara umum semakin encer beton segar maka semakin mudah beton segar dikerjakan. Sifat workability dari beton sangat di pengaruhi oleh :

1. Banyaknya air yang dipakai pada campuran beton.
2. Konsistensi normal semen.
3. Mobilitas setelah aliran dimulai.
4. Kohesi atau perlawanan terhadap pemindahan bahan.
5. Gradasi campuran agregat kasar dan agregat halus.
6. Sifat saling lekat yang berarti penyusunan tidak akan terpisah sehingga akan memudahkan dalam pekerjaan.

### **2.4.2 Kedap Air**

Beton mempunyai sifat kedap terhadap air, beton mempunyai rongga-rongga yang diakibatkan oleh adanya gelembung udara yang terbentuk selama atau sesudah pencetakan selesai atau ruangan yang saat pengerjaan mengandung air yang tidak tercampur sempurna dengan semen. Air tentunya akan mengalami penguapan apabila suhu di sekitarnya meningkat yang akan mengakibatkan terbentuknya rongga udara dalam beton. Rongga udara ini merupakan tempat untuk masuk dan keluarnya air dalam beton.

### **2.4.3 Karakteristik Beton**

Sifat dan karakteristik campuran beton segar secara tidak langsung akan mempengaruhi beton yang mengeras. Pasta semen tidak bersifat elastis sempurna tetapi viscoelastic-solid yaitu mampu dibentuk tanpa kehilangan kontinuitas dan mempertahankan suatu bentuk arena butir semen dan buih udara disebut dalam air dan khususnya karena gaya-gaya interpartikal cenderung memegang buir bersama sekaligus mencegah kontak langsung. Gaya gesek dalam, susut dan tegangan yang terjadi biasanya tergantung dari energi tergantung dari jumlah dan distribusi air, kekentalan aliran gel (pastasemen) dan penanganan pada saat sebelum terjadi tegangan serta kristalin yang terjadi untuk pembentukan porinya

#### **1. Sifat dan Karakteristik Bahan Penyusun**

Selain kekuatan pasta semen, hal lain yang perlu menjadi perhatian adalah agregat. Karena proporsi campuran agregat dalam beton adalah 70-80%, sehingga pengaruh agregat akan menjadi besar, baik dari sisi ekonomi maupun dari sisi teknik, semakin baik mutu agregat yang digunakan, secara linier dan tidak langsung akan menyebabkan mutu beton menjadi baik, begitu juga sebaliknya.

#### **2. Metode Pencampuran**

##### **a. Penentuan Proporsi Bahan ( Mix Design )**

Proporsi campuran dari bahan-bahan penyusun beton ini ditentukan melalui perancangan beton (mix design). Hal ini dimaksudkan agar proporsi dari campuran dapat memenuhi syarat kekuatan serta dapat

memenuhi aspek ekonomi. Metode perancangan ini pada umumnya menentukan komposisi dari bahan-bahan penyusun beton untuk kinerja tertentu yang diharapkan, penentuan proporsi campuran dapat digunakan untuk beberapa metode yang dikenal, antara lain : (1).Metode American Concrete Institute, (2). Portland Cement Association, (3).Road Note No.4, (4). British Standard, Departemen of Engineering, (5). Departemen Pekerjaan Umum (SK.SNI.T-15-1990-03) dan (6). Cara Coba-coba.

b. Pengecoran (Placing)

Metode pengecoran akan mempengaruhi kekuatan beton. Jika syarat-syarat pengecoran tidak terpenuhi, kemungkinan besar kekuatan tekan yang direncanakan tidak akan tercapai.

c. Pemadatan (Vibrating)

Pemadatan yang tidak baik akan menyebabkan menurunnya kekuatan beton, karena terjadinya pencampuran bahan yang homogen. Pemadatan yang berlebih pun akan menyebabkan terjadinya bleeding.

3. Perawatan

Perawatan dimaksudkan untuk menghindari panas hidrasi yang tidak diinginkan, terutama disebabkan oleh suhu. Perawatan ini tidak hanya dimaksudkan untuk mendapatkan kekuatan tekan beton yang tinggi tapi juga dimaksudkan untuk memperbaiki mutu dari keawetan beton, kedekatan terhadap air, ketahanan terhadap aus, serta stabilitas dari dimensi ukur. Cara dan bahan serta alat yang digunakan untuk perawatan akan menentukan sifat dari beton keras yang dibuat terutama dari sisi kekuatannya. waktu-waktu yang dibutuhkan untuk merawat beton pun harus terjadwal dengan baik.

#### **2.4.4 Segregation (Pemisah Kerikil)**

Kecenderungan butir-butir kasar untuk lepas dari campuran beton dinamakan segregasi. Hal ini akan menyebabkan sarang kerikil yang pada akhirnya akan menyebabkan keropos pada beton. Segregasi ini disebabkan oleh beberapa hal, di antaranya: (1). Campuran kurus kurang semen, (2). Terlalu

banyak air, (3). Besar ukuran agregat maksimum lebih dari 40 mm dan (4). Permukaan butir agregat kasar, semakin kasar permukaan butir agregat, semakin mudah terjadi segregasi. Kecenderungan segregasi ini dapat dicegah jika : (1). Tinggi jatuh diperpendek, (2). Penggunaan air sesuai syarat, (3). Cukup ruangan antara batang tulangan dengan acuan, (4). Ukuran agregat sesuai dengan syarat, dan (5). Pemadatan baik.

#### **2.4.5 Bleeding (Naiknya Air)**

Kecenderungan air untuk naik ke permukaan pada beton yang baru dipadatkan dinamakan bleeding. Air yang naik ini membawa semen dan butir-butir halus pasir, yang pada saat beton mengeras nantinya akan membentuk selaput (laintance). Bleeding ini dipengaruhi oleh: susunan butir agregat, banyaknya air, kecepatan hidrasi dan proses pemadatan. Bleeding dapat dikurangi dengan cara : (1). Memberi banyak semen, (2). Menggunakan air sesedikit mungkin, (3). Menggunakan butir halus lebih banyak dan (4). Memasukkan sedikit udara dalam adukan untuk beton khusus.