

## BAB II

### LANDASAN TEORI

#### 2.1. Kuat Tekan Karakteristik Beton

Beton dipakai secara luas sebagai bahan bangunan . Beton sederhana diperoleh dengan cara mencampurkan semen portland ,air,agregat halus dan agregat kasar dan dituangkan dalam cetakan kemudian dibiarkan maka akan mengeras menjadi seperti batuan atau disebut beton. Dalam adukan beton air dan semen membentuk pasta yang mengisi pori –pori diantara butiran-butiran agregat halus juga bersifat sebagai pengikat dalam proses pengerasan sehingga butiran –butiran agregat saling terikat dengan kuat dan membentuk suatu massa yang padat.

Sebagai bahan konstruksi ,beton mempunyai kelebihan dan kekurangannya dibandingkan dengan bahan lainnya . Kelebihan beton menurut Kardiyono Tjokrodimuljo(1995), adalah sebagai berikut:

(1).Harganya relatif murah karena bahan bahannya dari bahan lokal.(2).Kekuatan Tekan tinggi(3).Beton segar mudah diangkat maupun dicetak dalam bentuk yang bervariasi(4).Di kombinasikan dengan tulangan baja dapat menahan gaya tarik(5).Beton segar dapat disemprotkan kepermukaan beton lama.(6).Beton segar dapat dipompa sehingga memungkinkan untuk dituangkan pada tempat yang sulit dijangkau.(7).Tahan aus dan kebakaran sehingga perawatan mudah.

Adapun kekurangan dari beton antara lain:(1)Mempunyai kuat lentur yang rendah sehingga mudah retak(2)Beton segar mengerut saat

pengeringan dan beton keras mengembang saat basah.(3)Beton keras mengembang karena pengaruh suhu.(4)Beton sulit untuk kedap air secara sempurna

Beton memiliki kuat tekan yang tinggi namun kuat tarik yang lemah.untuk kuat tekan,di indonesia sering digunakan satuan  $\text{kg/cm}^2$  dengan simbol K untuk benda uji kubus dan  $f_c$  untuk benda uji silinder. Kuat hancur dari beton sangat dipengaruhi oleh beberapa faktor:

- Jenis dan kualitas semen
- Jenis dan lekuk- lekuk bidang permukaan agregat .Kenyataan menunjukkan bahwa penggunaan agregat akan menghasilkan beton dengan kuat tekan dan kuat tarik lebih besar dari pada penggunaan kerikil halus dari sungai.
- Perawatan. Kehilangan kekuatan sampai dengan skitar 40% dapat terjadi bila pengeringan diadakan sebelum waktunya. Perawatan adalah hal yang sangat penting pada pekerjaan lapangan dan pada pembuatan benda uji.
- Suhu. Pada umumnya kecepatan pengerasan beton bertambah dengan bertambahnya suhu. Pada titik beku kuat tekan akan tetap rendah untuk waktu yang lama.
- Umur. Pada keadaan yang normal kekuatan beton bertambah dengan umurnya.

Parameter- parameter yang paling mempengaruhi kekuatan beton adalah :

- a. Kualitas semen
- b. Proporsi semen terhadap campuran

- c. Kekuatan dan kebersihan agregat
- d. Interaksi atau adhesi antara pasta semen dengan agregat
- e. Pencampuran yang cukup dari bahan –bahan pembentuk beton
- f. Penempatan yang benar, penyelesaian dan pemadatan beton
- g. Perawatan beton
- h. Kandungan klorida tidak lebih 0,15 % dalam beton yang di ekspos dan 1% bagi beton yang tidak di ekspos (Nawy,1985:24)

Kelebihan beton yang lainnya adalah dapat dibentuk sesuai dengan kebutuhan konstruksi. Selain itu pula beton juga memiliki kekuatan mumpuni, tahan terhadap temperatur yang tinggi dan biaya pemeliharaan yang murah. Selain itu kekurangan –kekurangan lain dari beton dan hal-hal yang membatasi pemakaiannya ialah :

- (1) Berat sendiri beton besar ,sekitar  $2400 \text{ kg/m}^3$
- (2) Kekuatan tekannya tinggi dan sifat tahan terhadap pengkaratan atau pembusukan oleh kondisi lingkungan
- (3) Beton tahan aus dan tahan bakar ,sehingga biaya perawatan tergolong rendah.
- (4) Kualitasnya sangat tergantung cara pelaksanaan di lapangan. Beton yang baik maupun yang buruk dapat terbentuk dari rumus dan campuran yang sama .
- (5) Penyusutan kering dan perubahan kadar air. Beton menyusut bilamana mengalami kekeringan dan bahkan ketika terjadi pengerasan ,memuai dan menyusut bilamana basah dan kering. Perubahan –perubahan ini

mengharuskan untuk disediakan suatu sambungan konstruksi – konstruksi pada suatu interval –interval agar tidak terjadi retak retak yang terlihat.

- (6) Rayapan. Beton mengalami perubahan bentuk secara berangsur-angsur bilamana mengalami pembebanan ,perubahan bentuk yang ditimbulkan oleh rayapan –beton ini tidak dapat kembali seperti semula bilamana beban diiadakan.Rayapan ini hal yang sangat penting terutama yang berhubungan dengan pra-tekan.Rayapan dan penyusutan sukar dipisahkan dalam pengukuran perubahan bentuk selama pengujian.
- (7) Kerapatan terhadap air.Beton yang paling baik tidak dapat secara sempurna rapat terhadap air dan kelembapan serta mengandung senyawa –senyawa yang mudah larut serta terbawa keluar oleh air yang jumlahnya berubah-ubah.Bilamana diperlukan perhatian khusus terhadap konstruksi ini ,perlu adanya sambungan yang bisa membentuk semacam saluran untuk aliran tersebut. Kerapatan air merupakan hal sangat penting pada beton bertulang dimana perhatian utama adalah perlindungan terhadap karat pada baja tulangan.

### **2.1.1 Kuat Tekan Beton**

Beton bersifat plastis dan basah saat pemulaan dibuat kemudian secara perlahan-lahan berubah menjadi keras dan kaku seperti batu. Sifat-sifat dan karakteristik material penyusun beton akan mempengaruhi kinerja dari beton yang dibuat.

Kekuatan tekan merupakan salah satu kinerja utama beton. Kuat tekan beton mengidentifikasi mutu dari sebuah struktur. Semakin tinggi kekuatan struktur yang dikehendaki, semakin tinggi pula mutu beton yang dihasilkan. Nilai kuat tekan beton dengan kuat tariknya tidak berbanding lurus.

Kekuatan tekan adalah kemampuan beton untuk menerima gaya tekan persatuan luas. Walaupun dalam beton terdapat tegangan tarik yang kecil, diasumsikan bahwa semua tegangan tekan didukung oleh beton tersebut. Kuat tekan beton dapat dicari dengan rumus :

$$\sigma = \frac{P}{A} \dots\dots\dots(2.5)$$

Dimana,  $\sigma$  = kuat tekan (N/mm<sup>2</sup>),

A = luas permukaan kubus (mm<sup>2</sup>),

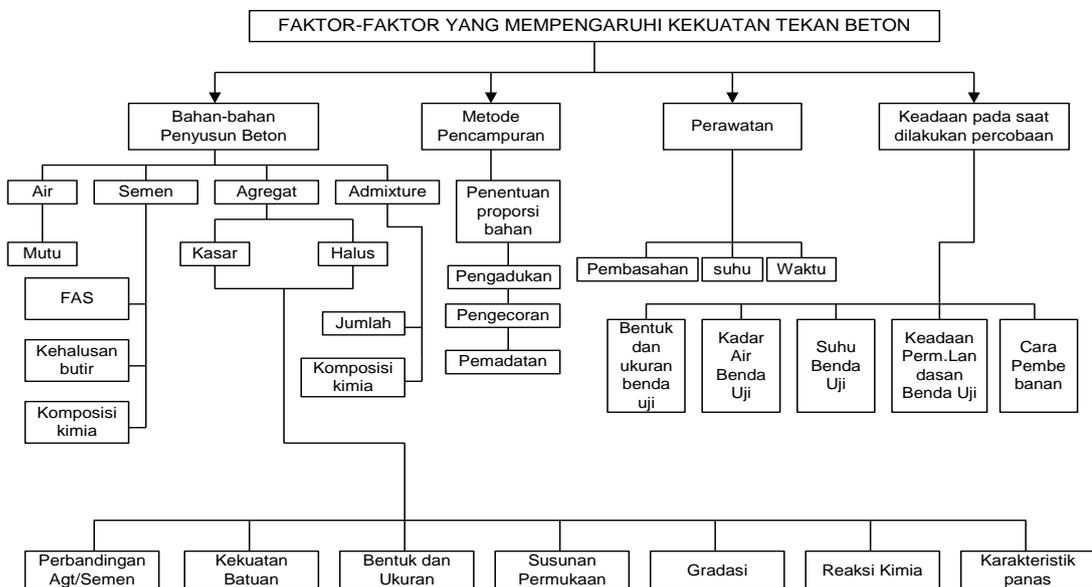
P = beban (N).

### 2.1.2 Faktor-Faktor yang mempengaruhi Kuat Tekan

Kuat tekan beton dipengaruhi oleh sejumlah faktor (Gambar 2.5), selain oleh perbandingan air-semen dan tingkat kepadatannya. Faktor-faktor penting lainnya yaitu :

1. 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.



**2.1.3. Jenis Beton Berdasarkan Kuat Tekannya**

Berdasarkan kuat tekannya beton dapat dibagi menjadi beberapa jenis, yaitu :

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 gempa, 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 2.6** 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)

#### 2.1.4 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.  $E_c = 4700 \sqrt{f'_c}$  untuk beton normal.....(2.8)

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

$W_c$  = berat jenis beton, Kg/cm<sup>3</sup> dan  $f'_c$  = kuat tekan beton, MPa.

### 2.1.5 Rangkak 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.

Faktor-faktor yang mempengaruhi besarnya rangkak dan susut dapat diuraikan sebagai berikut :

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

### 2.1.6 Berat Jenis Beton

Beton normal yang dibuat dengan agregat normal (pasir dan kerikil biasa berat jenisnya antara 2,5 – 2,7) 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 2.5** Beberapa Jenis Beton Menurut Berat Jenis dan Pemakaiannya

Jenis beton	Berat jenis	Pemakaian
Beton sangat ringan	< 1,00	Non struktur
Beton ringan	1,00 – 2,00	Struktur ringan
Beton normal (biasa)	2,30 – 2,50	Struktur
Beton berat	> 3,00	Perisai sinar X

## 2.2 Beton K250

Beton K-250 adalah campuran semen, pasir, agregat dan additif yang sudah dikemas secara kering, hanya menambah air dan mengaduknya untuk dipakai sebagai material beton dengan kekuatan K – 250.

Beton K - 250 direkomendasikan untuk kolom, balok, pelat, dinding dan pekerjaan beton lainnya dengan kekuatan perencanaan karakteristik 250 kg/cm<sup>2</sup> pada umur 28 hari. Berikut spesifikasi dan sifat teknis beton K250:

Kekuatan Tekan : 250 kg/cm<sup>2</sup> pada umur 28 hari

Slump : 8 - 10 cm W/C

ratio	: + 0,5
Semen	: Portland Cement
Agregat halus	: Pasir silika
Agregat kasar	: screening 5 – 10 mm
Density	: 2,350 kg/m <sup>3</sup>
Berat Kemasan	: 50 kg/zak
Kebutuhan air per zak	: 4 - 5 liter untuk 1 zak (1 zak @ 50 kg)
Kebutuhan per m <sup>3</sup> beton	: 43 zak @ 50 kg
Consumption Rate per zak	: 0,024 m

### 2.2.1 Pengujian Kuat Tekan Beton K250

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.

$$f' = \frac{P}{A} \quad (1) \quad \text{Keterangan: } f' =$$

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 beton 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.

#### 2.2.2 Karakteristik Campuran Beton K250

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 teknikan. 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. Pematatan (*Vibrating*)

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

#### 3. 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.

#### 4. 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).

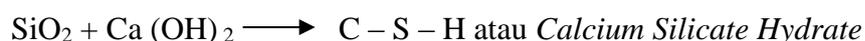
Kadar air, (3). Suhu contoh, (4). Keadaan permukaan landasan dan (5). Cara pembebanan.

### 2.2.3 Mix Design Beton K250

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

Didalam 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 2.1** 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)

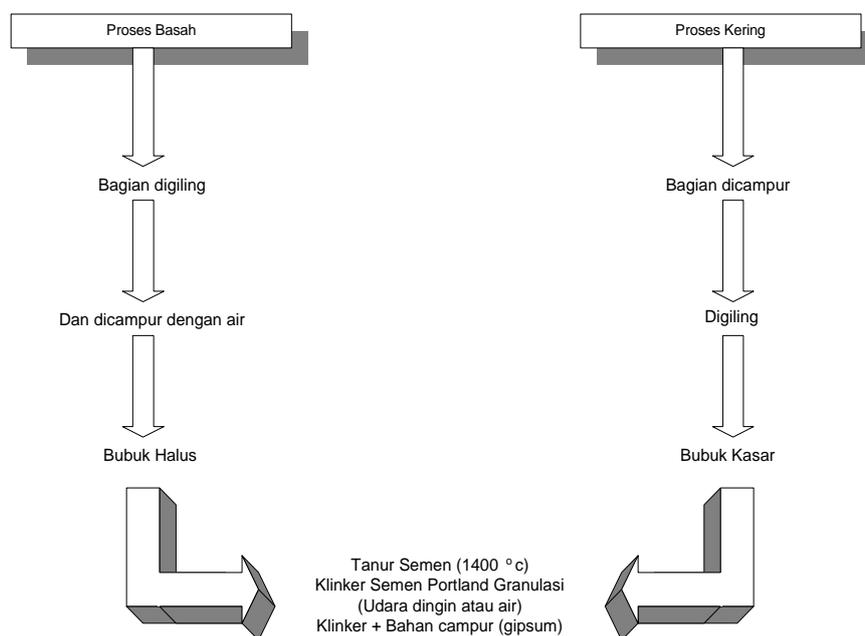
ppm\* = parts per million.

## **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 diantara 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, seperti yang diuraikan dalam Gambar berikut ini.



**Gambar 2.1** Proses 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 kimiawidari 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 (empat) senyawa kimia utama yang menyusun semen portland, yaitu :

A. Trikalsium Silikat (3CaO.SiO<sub>2</sub>) yang disingkat menjadi C<sub>3</sub>S.

B. Dikalsium Silikat (2CaO. SiO<sub>2</sub>) yang disingkat menjadi C<sub>2</sub>S.

C. Trikalsium Aluminat (3CaO. Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) yang disingkat menjadi C<sub>3</sub>A.

D. Tertakalsium aluminoferrit (4CaO. Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) yang disingkat menjadi C<sub>4</sub>AF.

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 disekitar 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 diantaranya 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 diantaranya 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 Portland 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 diantaranya 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 inipun 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 2.2** 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

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 Specification for Concrete Aggregates” memberikan syarat gradasi agregat halus seperti yang tercantum dalam Tabel berikut.

**Tabel 2.3** Syarat Mutu Agregat Halus

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

Agregat kasar yaitu agregat yang mempunyai ukuran butir-butir besar dan semua butir tertinggal diatas 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 2.4** Syarat Agregat Kasar

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

Mix Design : Kebutuhan bahan yang diperlukan untuk membuat 1 m<sup>3</sup> beton dilapangan. 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 didalamnya 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, dilapangan 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, dilapangan
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 dilapangan. • 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>. <http://ekhalmussaad.wordpress.com/>

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

• Jadi campuran adukan beton dilapangan untuk 1 m<sup>3</sup> dengan menggunakan mutu beton K250 atau 21,7 Mpa memiliki berat total 2330 kg.

### 2.3 Sifat-Sifat Beton

### 2.3.1 Beton Segar

Dalam pengerjaan beton segar, tiga sifat penting yang harus selalu diperhatikan adalah *workability* (kemudahan pengerjaan), *segregation* (pemisahan kerikil) dan *bleeding* (naiknya air).

#### 1. *Workability* (Kemudahan Pengerjaan)

Kemudahan pekerjaan dapat dilihat dari nilai *slump* yang identik dengan tingkat keplastisan beton. Semakin plastis beton, semakin mudah pengerjaannya. Percobaan slump dilakukan untuk mengetahui tingkat kemudahan pengerjaan. Unsur-unsur yang mempengaruhinya antara lain : jumlah air pencampur, kandungan semen, gradasi campuran pasir dan kerikil, bentuk butiran agregat kasar, butir maksimum, cara pemadatan dan alat pemadatan.

#### 2. *Segregation* (Pemisahan 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, diantaranya : (1). Campuran kurus atau 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.

#### 3. *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.

### 2.3.2 Beton Keras

#### 1. Kekuatan tekan.

- Kuat tekan beton dipengaruhi oleh :
- Perbandingan air semen dan tingkat pematannya.
- jenis semen dan kualitasnya .
- Jenis dan lekak – lekuk bidang permukaan agregat.
- Umur (pada keadaan normal kekuatan bertambah sesuai dengan umurnya).
- Suhu (kecepatan pengerasan beton bertambah dengan bertambahnya suhu).
- Efisiensi dan perawatan.

#### 2. Kekuatan tarik

Kekuatan tarik beton berkisar seperdelapanbelas kuat desak beton pada waktu umurnya masih muda dan berkisar seperduapuluh sesudahnya. Kekuatan tarik biasanya tidak diperhitungkan di dalam perencanaan bangunan beton. Kuat tarik merupakan bagian penting di dalam menahan retak – retak akibat perubahan

kadar air dan suhu.

### **3. Kekuatan geser**

Di dalam praktek, kekuatan geser beton selalu diikuti oleh kekuatan desak dan tarik oleh lenturan bahkan di dalam pengujian tidak mungkin menghilangkan elemen lentur.

## **B. Sifat jangka panjang**

### **1. Rangkak**

Rangkak adalah penambahan terhadap waktu akibat beton yang bekerja.

Faktor – faktor yang mempengaruhi rangkak adalah:

#### **a. Kekuatan**

Rangkak dikurangi bila kenaikan kekuatan semakin besar

#### **b. Perbandingan campuran**

Bila fas dan volume pasta semen berkurang maka rangkak berkurang.

#### **c. Agregat**

d. Rangkak bertambah bila agregat makin halus)

#### **e. Perawatan**

#### **f. Umur**

g. Kecepatan rangkak berkurang sejalan dengan umur beton

### **2. Susut**

Susut adalah berkurangnya volume elemen beton karena terjadi kehilangan uap air ketika terjadi penguapan. Faktor – faktor yang mempengaruhi besarnya susut

*STUDI PERBANDINGAN KUAT TEKAN BETON DENGAN MENGGUNAKAN BERAT DAN VOLUME*

adalah :

- a. Agregat sebagai penahan susut pasta semen
- b. Faktor air semen (semakin besar fas semakin besar pula efek susut)
- c. Ukuran elemen beton (kelajuan dan besarnya susut akan berkurang bila volume elemen betonnya semakin besar)
- d. Kondisi lingkungan
- e. Banyaknya penulangan
- f. Bahan tambahan.

## **2.4 Kuat Tekan Beton Versi Menggunakan Berat Dan Volume**

### **2.2.2 Beton K250 versi perbandingan volume**

Yang dimaksud beton volume yaitu pembuatan beton yang menggunakan takaran volume wadah yang biasa digunakan di proyek biasanya menggunakan dolak atau ember, sehingga tidak menggunakan berat sebagai takaran agregat penyusun beton.

Bagaimana cara menghitung kebutuhan bahan untuk membuat beton sesuai dengan ketentuan volume ini, untuk pembuatannya menyesuaikan dengan takaran yang ada pada kemasan semen PCC HOLCIM dan ketentuan Parameter Bangunan KP-06.

Langsung saja kita misalkan perbandingan tadi sebagai ember, misal 1 ember semen : 2 ember pasir : 3 ember split atau jg 1 m<sup>3</sup> semen : 2m<sup>3</sup> pasir : 3m<sup>3</sup> split.

Bisa juga menggunakan dolak , 1 dolak semen :2 dolak pasir :3 dolak split. Dari campuran diatas dapat dibuat sebuah beton dengan kekuatan K250/ 20mpa. Takaran biasanya dibuat dari kayu yang biasa disebut Dolak. Dolak ini dibuat sesuai dengan ukuran 1 (satu) sak semen (persegi). Jadi Takarannya menjadi : *Semen = 1 dolak, Pasir = 2 dolak dan Batu Split/Kerikil = 3 dolak.*

Perencanaan duct beton mempunyai ukuran 3 x 5 m<sup>2</sup> . Maka harus mengetahui volume duct beton yang akan di buat. Misalkan perencanaan dengan ketebalan 10 cm, maka volume beton yang dibutuhkan adalah 3 x 5 x 0,1 m<sup>3</sup> = 1,5 m<sup>3</sup>

Dari perbandingan beton tadi volume kebutuhan masing-masing material adalah :

Semen =  $\frac{1}{6} \times 1,5 \text{ m}^3 = 0,25 \text{ m}^3$  atau jika dikonversi dalam satuan sak semen = Volume Semen : Volume 1 sak semen (mis ukuran 1 sak semen 50 kg = 0,1 x 0,4 x 0,6 = 0,024 m<sup>3</sup>) =  $0,25 : 0,024 = 10,416$  sak semen @ 50 kg. Pasir =  $\frac{2}{6} \times 1,5 \text{ m}^3 = 0,5 \text{ m}^3$ . Batu Split/ Kerikil =  $\frac{3}{6} \times 1,5 \text{ m}^3 = 0,75 \text{ m}^3$ .

Untuk kekuatannya bagaimana ? Apakah adukan beton 1 : 2 : 3 memenuhi syarat untuk kebutuhan pelaksanaan konstruksi duct beton ?

Hal ini kembali pada metode pelaksanaan di lapangan/lokasi kerja, apakah dikerjakan sesuai dengan aturan teknis yang benar apakah tidak. Dan maka dari itu, apabila kita ingin mengetahui kualitas beton yang secara benar adalah beton yang akan kita buat harus diketahui terlebih dahulu mulai dari kualitas material yang dipakai, yang mana diolah di laboratorium sampai menjadi beton pun tetap dilakukan **test beton (kubus beton)** dan dibawa juga ke laboratorium apakah beton yang di buat tersebut memenuhi aturan yang ditetapkan **SNL**.

**STUDI PERBANDINGAN KUAT TEKAN BETON DENGAN MENGGUNAKAN BERAT DAN VOLUME**

Untuk adukan beton 1 : 2 : 3 kurang lebih setara dengan *Beton Mutu K-175* atau dengan kata lain mempunyai kuat tekan  $175 \text{ kg / cm}^2$ , dimana cukup untuk memenuhi syarat kondisi kekuatan duct beton. Jika ingin menentukan kekuatan beton sesuai dengan SNI (*Standard Nasional Indonesia*) misal dengan adukan beton (site mix) dengan *K-200* atau *K-225* maka dapat mengacu pada Buku SNI tentang Komposisi Adukan Beton yang diterbitkan oleh Dinas PU.

### 2.2.3 Beton K250 versi perbandingan berat

Yang dimaksud dengan beton dengan menggunakan berat yaitu : beton yang pembuatannya menggunakan standar timbangan ,biasanya menggunakan timbangan yang ada di laboratorium .Timbangan saya pakai menggunakan timbangan yang ada di laboratorium Teknik Sipil Universitas Siliwangi.

Dalam proses pembuatannya beton mengacu pada ketentuan SNI PERARTURAN BETON BERTULANG INDONESIA 1971 N.1-2, SNI 03-2834-2000.

Persyaratan beton ini:

- 1) Proporsi campuran beton harus menghasilkan beton yang memenuhi persyaratan berikut :
  - i. Kekentalan yang memungkinkan pengerjaan beton dengan mudah dapat mengisi acuan dan penutup dan permukaan secara serba sama
  - ii. Keawetan
  - iii. Kuat tekan
  - iv. Ekonomis

Komposisi campuran betonnya bisa dilihat pada tabel berikut

Mutu Beton	Semen (kg)	Pasir (kg)	Kerikil (kg)	Air (liter)	w/c ratio
7.4 MPa (K 100)	247	869	999	215	0.87
9.8 MPa (K 125)	276	828	1012	215	0.78
12.2 MPa (K 150)	299	799	1017	215	0.72

---

14.5 MPa (K 175)	326	760	1029	215	0.66
16.9 MPa (K 200)	352	731	1031	215	0.61
19.3 MPa (K 225)	371	698	1047	215	0.58
21.7 MPa (K 250)	384	692	1039	215	0.56
24.0 MPa (K 275)	406	684	1026	215	0.53
26.4 MPa (K 300)	413	681	1021	215	0.52
28.8 MPa (K 325)	439	670	1006	215	0.49
31.2 MPa (K 350)	448	667	1000	215	0.48

---