

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Beton**

Menurut SNI-03-2847-2000, beton adalah campuran antara semen *Portland* atau semen hidrolik yang lain, agregat halus, agregat kasar dan air, dengan atau tanpa bahan tambahan yang membentuk masa padat. Agregat halus yang digunakan biasanya adalah pasir alam maupun pasir yang dihasilkan oleh industri pemecah batu, sedangkan agregat kasar yang dipakai biasanya berupa batu alam maupun batuan yang dihasilkan oleh industri pemecah batu. Beton sendiri sekarang banyak digunakan pada konstruksi bangunan Gedung saat ini karena proses pengerjaannya yang cukup mudah.

Beton dibagi menjadi beberapa jenis, salah satunya beton normal. Beton normal diperoleh dengan cara mencampurkan semen *Portland*, air dan agregat, Adapun jenis beton khusus selain beton normal. Beton khusus biasanya beton yang ditambahkan dengan bahan khusus. Misalnya *pozzolan*, bahan kimi pembantu, serat, dan sebagainya. Tujuan pemberian bahan tambah ialah untuk menghasilkan beton khusus yang lebih baik daripada beton normal (Tjokrodinuljo, 2007)

#### **2.2 Beton Normal**

Ditinjau dari berat isi beton, beton normal adalah beton yang mempunyai berat isi 2200-2500 kg/m<sup>3</sup> yang menggunakan agregat alam yang dipecah atau tanpa dipecah yang tidak menggunakan bahan tambahan (SNI 03-2834-1993)

## 2.3 Material Penyusun Beton

Berikut ini akan dijabarkan mengenai bahan-bahan pembentuk beton yang juga dipakai sebagai bahan-bahan beton yang akan diteliti pada penelitian ini. Adapun material-material dalam pembentuk beton adalah sebagai berikut :

### 2.3.1 Semen Portland

Semen merupakan bahan campuran yang secara kimiawi aktif setelah berhubungan dengan air. Agregat tidak memainkan peranan yang penting dalam reaksi kimia tersebut. Tetapi berfungsi sebagai bahan pengisi mineral yang dapat mencegah perubahan-perubahan volume beton setelah pengadukan selesai dan memperbaiki keawetan beton yang dihasilkan (Mulyono, 2004).

Fungsi utama semen adalah untuk merekatkan butiran-butiran agregat agar terjadi suatu massa yang kompak atau padat. Selain itu juga untuk mengisi rongga-rongga diantara butiran agregat. Walaupun semen hanya mengisi 10 % saja dari volume beton, namun karena merupakan bahan yang aktif maka perlu dipelajari maupun dikontrol secara ilmiah (Tjokrodinuljo, 1996).

Semen yang digunakan untuk bahan beton pada penelitian ini adalah semen *Portland*. Berupa semen *hidrolik* yang berfungsi sebagai bahan perekat bahan susun beton. Dengan jenis semen tersebut diperlukan air guna berlangsungnya reaksi kimiawi pada proses hidrasi. Pada proses hidrasi semen mengeras dan mengikat bahan susun beton membentuk masa padat. Semen *Portland* yang pada awalnya ditemukan di dekat kota Dorset, Inggris, adalah bahan yang umumnya digunakan untuk keperluan tersebut (Dipohusodo, 1994).

Semen *Portland* yang dipakai harus memenuhi syarat (SII 0013-81) dibagi menjadi 5 tipe yaitu sebagai berikut (Mulyono, 2004) :

1. Tipe 1, semen *Portland* yang dalam penggunaannya tidak memerlukan persyaratan khusus seperti jenis-jenis lainnya.

2. Tipe II, semen *Portland* yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan terhadap sulfat dan panas hidrasi sedang.
3. Tipe III, semen *Portland* yang dalam penggunaannya memerlukan kekuatan awal yang tinggi dalam fase permulaan setelah pengikatan terjadi.
4. Tipe IV, semen *Portland* yang dalam penggunaannya memerlukan panas hidrasi yang rendah.
5. Tipe V, semen *Portland* yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan yang lebih tinggi terhadap sulfat.

Semen *Portland* yang dipakai untuk struktur harus mempunyai kualitas tertentu yang telah ditentukan agar dapat berfungsi secara efektif. Pemeriksaan secara berkala perlu dilakukan, baik masih berbentuk bubuk kering maupun pasta.

Secara umum komposisi senyawa-senyawa pada semen dapat dilihat pada tabel 2.1

**Tabel 2.1** Susunan unsur semen *Portland* (Tjokrodimuljo, 1996)

No	Komposisi	Jumlah (%)
1.	Kapur (CaO)	60-65
2.	Silika (SiO <sub>2</sub> )	17-25
3.	Alumina (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	3-8
4.	Besi (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	0,5-6,0
5.	<i>Magnesia</i> (MgO)	0,5-4,0
6.	Alkali (K <sub>2</sub> O+Na <sub>2</sub> O)	0,5-1,0
7.	Sulfur (SO <sub>3</sub> )	1-2

Bahan dasar semen ialah batu kapur dan tanah liat dari alam yang memiliki berbagai oksida. Standar industri Indonesia (SII 0013-1981) mendefinisikan bahwa semen *Portland* ialah semen hidrolis, dibuat dengan menghaluskan klinker yang mengandung silikat kalsium (bersifat hidrolis) dan *gypsum*.

Semen *Portland* secara garis besar terdiri dari 4 (empat) senyawa kimia utama masing-masing berfungsi sebagai (Mulyono, 2004) :

1. *Trikalsium silca* ( $C_3 S$ )
2. *Trikalsium silica* dalam semen memiliki fungsi sebagai berikut :
  - a. Berpengaruh terhadap pengerasan semen, terutama sebelum umur 14 hari setelah mempengaruhi kekuatan awal beton.
  - b. Apabila tercampur air *trikalsium silica* segera mulai berhidrasi dan menghasilkan panas hidrasi yang cukup tinggi.
3. *Dikalsium silika* ( $C_2 S$ )

*Dikalsium silika* dalam semen memiliki fungsi sebagai berikut :

  - a. *dikalsium silika* bereaksi dengan air lebih lambat dan panas hidrasi lebih rendah.
  - b. Pengaruh *dikalsium silika* terhadap pengerasan semen setelah berumur lebih dari 7 hari dan memberikan kekuatan akhir pada beton.
4. *Trikalsium aluminat* ( $C_4 A$ )

*Trikalsium aluminat* dalam semen memiliki fungsi sebagai berikut :

  - a. Hidrasi yang dialaminya sangat cepat dan hidrasi yang dihasilkan sangat tinggi.
  - b. Berpengaruh pada pengerasan awal dan pengerasan berikutnya yang Panjang.
  - c. Kadar *trikalsium aluminat* tidak boleh lebih dari 10 % karena akan menghasilkan beton yang kurang bagus.
5. *Tetrakalsium aluminoforit* ( $C_4 AF$ )

*Tetrakalsium aluminoforit* dalam semen memiliki fungsi sebagai berikut :

  - a. Bereaksi cepat dengan air, dan pasta berbentuk dalam beberapa menit
  - b. Kurang besar pengaruhnya terhadap kekerasan semen.



**Gambar 2.1 Semen**

(<https://storage.googleapis.com/brighton-assets>)

### 2.3.2 Agregat

Agregat menurut SNI 03-2847-2002 menyebutkan agregat adalah material granular, misalnya pasir, kerikil, batu pecah dan kerak tungku pijar, yang dipakai Bersama-sama dengan suatu media pengikat untuk membentuk suatu beton atau adukan semen hidrolik.

Jika dilihat dari sumbernya, agregat dapat dibedakan menjadi dua golongan yaitu agregat yang berasal dari alam dan agregat buatan. Contoh agregat yang berasal dari sumber alam adalah pasir alami dan kerikil, sedangkan agregat buatan adalah agregat yang berasal dari *stone crusher*, hasil residu terak tanur tinggi, pecahan genteng, pecahan beton dan lainnya (Mulyono, 2004).

Tujuan digunakannya agregat dalam campuran beton adalah sebagai berikut:

1. Menghemat penggunaan semen *Portland*
2. Menghasilkan kekuatan yang besar pada beton
3. Mengurangi susut pengerasan pada beton
4. Mencapai susunan beton yang padat dengan gradasi yang baik maka akan mendapatkan beton yang mudah dikerjakan.
5. Sifat dapat dikerjakan (*workability*) dapat diperiksa pada adukan beton dengan gradasi yang baik.

Berdasarkan ukurannya, agregat dibedakan menjadi dua, yaitu agregat kasar dan agregat halus (SNI 03-2847-2002)

1. Agregat halus

Menurut SNI 03-2847-2000 agregat halus adalah pasir alam sebagai hasil disintegrasi alami bantuan atau pasir yang dihasilkan oleh industri pemecah batu dan mempunyai ukuran butir terbesar 5,0 mm.



**Gambar 2.2 Agregat Halus**

(<http://civilkitau.blogspot.com/>)

2. Agregat kasar

Menurut SNI 03-2847-2000 agregat kasar adalah kerikil sebagai hasil disintegrasi alami dari batu atau berupa batu pecah yang diperoleh dari industri pemecah batu dan mempunyai ukuran butir antara 5 mm – 40 mm.



**Gambar 2.3 Agregat Kasar**

(<https://lauwtjunnji.weebly.com/>)

Didalam SNI 03-2847-2000 persyaratan agregat untuk pembuatan beton adalah sebagai berikut :

1. Agregat untuk beton harus memenuhi salah satu ketentuan berikut:
  - a. Spesifikasi agregat untuk beton (ASTM C.33)
  - b. SNI 03-2461-1991 Spesifikasi agregat ringan untuk beton structural.
2. Ukuran maksimum nominal agregat kasar tidak boleh melebihi :
  - a. 1/5 jarak terkecil antara sisi-sisi cetakan ataupun
  - b. 1/3 ketebalan pelat lantai ataupun
  - c. 3/4 jarak bersih minimum antara tulangan-tulangan atau kawat-kawat, bundel-bundel, tendon-tendon atau selonsong-selonsong.

SK SNI T-15-1990-3 memberikan syarat-syarat untuk gradasi agregat yang diadopsi dari british standard yang dapat dilihat pada tabel 2.2 dan tabel 2.3

**Tabel 2.2** Batas Gradasi Agregat Halus (SNI 03-2847-2002)

Lubang ayakan (mm)	Persen berat butir yang lewat ayakan			
	Zona I	Zona II	Zona III	Zona 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

**Tabel 2.3** Ukuran Agregat Kasar (SNI 03-2847-2002)

Lubang Ayakan (mm)	Persen berat butir yang lewat ayakan, besar butir maksimum		
	40 mm	20 mm	12,5 mm

<b>Lubang Ayakan (mm)</b>	<b>Persen berat butir yang lewat ayakan, besar butir maksimum</b>		
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

### 2.3.3 Air

Air adalah bahan dasar pembuat beton yang harganya paling murah. Air diperlukan untuk bereaksi dengan semen dan sebagai bahan pelumas antara butir-butir agregat, agar mudah dikerjakan dan dipadatkan. Air yang memenuhi persyaratan bahan bangunan, memenuhi syarat untuk bahan campuran beton. Air yang dapat dipakai untuk campuran beton adalah air yang bila dipakai akan menghasilkan beton dengan kekuatan lebih besar 90 persen kekuatan beton yang memakai air suling. Air yang mengandung senyawa-senyawa berbahaya yang tercemar garam, minyak, gula, atau bahan-bahan kimia lainnya, bila dipakai dalam campuran beton akan menurunkan kualitas beton, bahkan dapat mengubah sifat-sifat beton yang dihasilkan. Pemakaian air untuk campuran beton sebaiknya memenuhi persyaratan sebagai berikut (Virdaus, 2005 dalam Atira, 2016):

1. Tidak mengandung lumpur atau benda melayang lainnya lebih dari 2 gr/liter.
2. Tidak mengandung lumpur atau benda melayang lainnya lebih dari 2 gr/liter.
3. Tidak mengandung garam-garam yang dapat merusak beton (asam, zat organik dan sebagainya).
4. Tidak mengandung klorida (Cl) lebih dari 0,5 gr/liter.
5. Tidak mengandung senyawa-senyawa sulfat lebih dari 1 gr/liter.



Menurut SNI 03-2847-2002 tentang air yang dapat digunakan pada campuran beton harus bersih dari bahan-bahan merusak yang mengandung oli, asam alkali, garam, bahan organik atau bahan-bahan lainnya yang merugikan terhadap beton atau tulangan. Air yang tidak dapat diminum tidak boleh digunakan pada beton, kecuali ketentuan berikut terpenuhi :

1. Pemilihan proporsi campuran beton harus didasarkan pada campuran beton yang menggunakan air dari sumber daya yang sama.
2. Hasil pengujian pada umur 7 dan 28 hari pada kubus uji mortar yang dibuat dari adukan dengan air yang tidak dapat diminum harus mempunyai kekuatan sekurang-kurangnya sama dengan 90 % dari kekuatan benda uji yang dibuat dengan air dapat diminum. Perbandingan uji kekuatan tersebut harus dilakukan pada adukan serupa, kecuali pada air pencampur, yang dibuat dan diuji sesuai dengan “metode uji kuat tekan untuk mortar semen hidrolis (menggunakan specimen kubus dengan ukuran sisi 50 mm)”. (ASTM C 109).



**Gambar 2.4 Air**  
( <https://www.gamedia.com/> )

## 2.4 Serat Karet Ban Bekas

Di Indonesia masih belum terdata seberapa banyak ban bekas yang dibuang untuk setiap tahunnya, namun laporan data penjualan APBI 2010 menunjukkan angka 41.000.000 unit. Dengan demikian, maka limbah karet ban yang tidak terpakai semakin lama semakin meningkat. Masalah ini menjadi semakin meningkat. Masalah ini menjadi semakin bear karena ban tidak dapat terurai dengan mudah apabila hanya dibiarkan begitu saja sehingga diperlukan usaha untuk memanfaatkan buangan karet ban tersebut sebagai bahan interlayer. Karet dikenal sebagai bahan ringan dan mempunyai daktilitas tinggi yang tahan terhadap deformasi. Potensi pemanfaatan karet sebagai bahan interlayer sanga didukung oleh potensi buangan karet setiap tahunnya, (Satyarno dalam Edward, 2015).

Berdasarkan bahan penyusun utamanya yaitu karet alam dan karet sintetis, dimana karet memiliki sifat tahan terhadap cuaca, tahan terhadap air, memiliki kestabilan yang cukup, ketahanan yang tinggi, dan memiliki tingkat fleksibilitas dan sifat lentur yang cukup baik serta karet memiliki sifat menyerap getaran (Andreas Setiabudi, 2019)

Penambahan ban karet pada beton normal menyebabkan nilai kuat tekan beton yang dihasilkan lebih tinggi, karena ketika beton normal mengalami kebakaran maka air yang ada di dalam beton akan membentuk lorong-lorong kecil dan pada akhirnya akan menguap menimbulkan keretakan yang menyebabkan kekuatan beton menurun. Sehingga dengan penambahan ban karet dalam campuran beton, ketika terjadi kebakaran dapat menggantikan air yang hilang dan kemudian mencegah keretakan yang timbul akibat kekeringan (Dessy Wulan Sari, 2013)



**Gambar 2.5 Serat karet ban bekas**

(<https://web.facebook.com/>)

## 2.5 *Workability*

Segala aspek yang berhubungan dengan beton segar dan peranan daripada saat pemilihan material penyusun hingga sampai *finishing* disebut dengan *workability*.

*Workability* beton dapat didefinisikan sebagai cara mudah dimana beton dapat dipindahkan dari mixer hingga struktur yang akan dibebankan kepada campuran beton tersebut. *Workability* ini merepresentasikan sebagai kemampuan beton untuk dicampur, dipindahkan, dan sebagainya dengan kehilangan sifat homogenitasnya (menyatunya campuran semua material yang Menyusun beton tersebut) secara minimum.

*Workability* biasa dibagi menjadi tiga karakteristik *independent* yang umum digunakan yaitu :

1. *Consistency*, *workability* tergantung dari komposisi penyusun beton segar tersebut, karakter fisik dari campuran semen dan agregat.
2. *Mobility*, peralatan untuk pencampuran (*mixing*), perpindahan tempat (*transporting*) dan pemadatan (*compacting*) ; ukuran dan jarak dari perkerasan beton.
3. *Compactibility*, besar serta bentuk dari struktur yang menjadi beban. Untuk kemudahan pekerjaan (*workability*) yang baik maka diperlukan

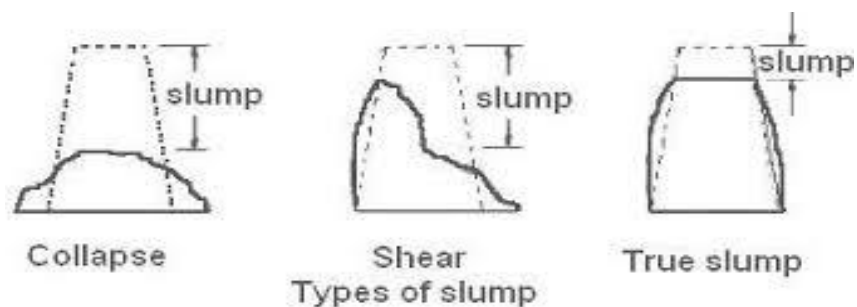
porsi semen yang tinggi, jumlah material bermutu yang cukup, sedikitnya agregat bertipe *coarse*, dan jumlah air yang tinggi. Komposisi partikel yang seimbang sangat dibutuhkan untuk mendapatkan sifat plastis dalam campuran beton.

## 2.6 Pengujian Beton Segar

### 2.6.3 *Slump*

Menurut SNI 1972:2008, *slump* adalah salah satu ukuran kekentalan adukan beton dinyatakan dalam mm ditentukan dengan alat kerucut abras. *Slump* merupakan besarnya nilai keruntuhan beton secara vertikal yang diakibatkan karena beton belum memiliki batas *yeild stress* yang cukup untuk menahan berat sendiri karena ikatan antara partikelnya masih lemah sehingga tidak mampu untuk mempertahankan ikatan semulanya.

Pemeriksaan *slump* dimaksud untuk mengetahui konsistensi beton dan sifat mudah dikerjakan (*workability*) sesuai dengan syarat yang telah ditetapkan. Pengujian ini berdasarkan SNI 1972:2008 tentang metode pengujian *slump* beton semen *portland*.



**Gambar 2.6 *slump***  
(<https://lauwtjunji.weebly.com/>)



**Gambar 2.7 Slump**

(<https://lauwtjunnji.weebly.com/>)

Dari gambar 2.9 *slump* dibedakan menjadi tiga jenis yaitu *slump* sejati (*slump* sebenarnya), *slump* geser dan *slump* runtuh.

1. *Slump* sebenarnya merupakan penurunan umum dan seragam tanpa ada adukan beton yang pecah, oleh karena itu dapat disebut *slump* sebenarnya dengan mengukur penurunan minimum dari puncak kerucut.
2. *Slump* geser terjadi bila separuh puncaknya tergeser dan tergelincir ke bawah paada bidang miring. Pengambilan nilai *slump* geser ini ada dua yaitu dengan mengukur penurunan minimum dan penurunan rata-rata dari puncak kerucut.
3. *Slump* runtuh terjadi pada kerucut adukan beton yang runtuh seluruhnya akibat adukan beton yang terlalu cair. Pengambilan nilai *slump* ini dengan mengukur penurunan minimum dari puncak kerucut.

Nilai-nilai *slump* untuk berbagai pekerjaan beton dapat dilihat pada **tabel 2.4** berikut ini.

**Tabel 2.4** Nilai -nilai *slump* untuk berbagai pekerjaan

Jenis pekerjaan	<i>Slump</i> (mm)	
	Maksimum	Minimum
Dinding, plat pondasi, dan pondasi tapak tulang.	125	50
Pondasi telapak tidak bertulang, kaison, dan konstruksi dibawah tanah.	90	25
Plat, balok, kolom, dan dinding.	150	50
Perkerasan jalan	75	50
Pembetonan missal	75	25

(Sumber: PBB1 1971)

Unsur-unsur yang mempengaruhi nilai *slump* antara lain (Tri Mulyono, 2005):

1. Jumlah air pencampur  
Semakin banyak air semakin mudah dikerjakan.
2. Kandungan semen  
Jika faktor air semen tetap, semakin banyak semen berarti semakin banyak kebutuhan air sehingga keplastisannya pun akan lebih tinggi.
3. Gradasi campuran pasir-kerikil  
Jika memenuhi syarat dan sesuai dengan standar, akan lebih mudah dikerjakan.
4. Bentuk butiran agregat kasar  
Agregat berbentuk bulat-bulat lebih mudah dikerjakan
5. Butir maksimum
6. Cara pemadatan dan alat pemadat.

## 2.6.2 Bobot isi beton

Bobot isi beton adalah berat beton segar per-satuan isi. Bobot isi beton didefinisikan sebagai perbandingan antara berat adukan beton dengan volume didefinisikan sebagai perbandingan antara berat adukan beton dengan volume adukan secara matematis. Penentuan berat volume beton segar dipengaruhi oleh jumlah air pengaduk dan berat jenis agregat gabungan yang dipakai. Pengujian bobot isi penting dilakukan karena jika bobot isi beton nyata tidak sesuai dengan yang direncanakan, maka harus ada koreksi jumlah bahan aduk yang digunakan. Berat isi ini perlu diketahui untuk mengkonversikan proporsi bahan campuran beton berat ke satuan volume.

Berdasarkan SNI 03-1973-1990, nilai rendeman lebih besar dari 1,00 menunjukkan suatu kelebihan beton yang digunakan, sedangkan jika rendeman kurang dari 1,00 menunjukkan kekurangan campuran dari volume rancangan. Tujuan pengukuran bobot isi ini adalah untuk menghitung/mengetahui nilai bobot isi rata-rata dan nilai rendeman dari beton segar hasil rancangan.

## 2.7 Prosedur Pengujian di Laboratorium

### 2.7.1 Pengujian Analisa Saringan dan Berat Jenis Penyerapan Agregat

Dalam pengujian ini terdapat beberapa prosedur kerja yang harus diikuti sesuai dengan Langkah-langkah kerja sesuai dengan acuan yang dipakai, sehingga pengujian yang dilakukan akan menghasilkan nilai yang sebenarnya. Adapun pengujian ini meliputi sebagai berikut :

a. Pengujian Analisa saringan agregat

Analisa saringan agregat adalah penentuan persentase berat butiran agregat yang lolos dari suatu set saringan kemudian angka-angka persentase digambarkan pada grafik pembagian butir :

$$MHB = \frac{\text{jumlah \% kumulatif agregat tertinggal}}{100} \dots\dots\dots(2.1)$$

b. Pengujian berat jenis dan penyerapan agregat halus

Berat jenis adalah perbandingan relative antara masa jenis sebuah zat dengan massa jenis air murni. Penyerapan air adalah penambahan berat dari suatu agregat akibat air yang meresap kedalam pori-pori, tetapi belum termasuk air yang tertahan pada permukaan laut partikel, dinyatakan sebagai persentase dari berat keringnya. Pengujian berat jenis penyerapan agregat halus dilakukan berdasarkan rumus SNI 03-1969-1990 sebagai berikut :

1. Berat jenis kering (*bulk dry specific gravity*)

$$= \frac{B_2}{(B_3=500)-B_1} \dots \dots \dots (2.2)$$

2. Berat jenis jenuh kering permukaan/SSD (*Bulk SSD specific gravity*)

$$= \frac{500}{(B_3+500)-B_1} \dots \dots \dots (2.3)$$

3. Penyerapan

$$= \frac{500-B_2}{B_2} \times 100\% \dots \dots \dots (2.4)$$

Keterangan :

$B_1$  : Berat Piknometer + Air + Benda Uji

$B_2$  : Berat Uji kering oven

$B_3$  : Berat Piknometer + Air

Pengujian kadar air agregat halus dilakukan berdasarkan rumus dari SNI 03-1971-1990 sebagai berikut :

4. Kadar air agregat

$$= \frac{W_1-W_2}{W_2} \times 100\% \dots \dots \dots (2.5)$$

Pengujian kadar lumpur agregat halus dilakukan berdasarkan rumus dari SNI 03-4142-1996 sebagai berikut :

1. Berat kering benda uji awal

$$W_3 = W_1 - W_2 \dots \dots \dots (2.6)$$

2. Berat benda uji setelah pencucian

$$W_5 = W_4 - W_2 \dots \dots \dots (2.7)$$

3. Berat benda uji setelah pencucian

$$W_5 \frac{W_3-W_5}{W_3} \times 100\% \dots \dots \dots (2.8)$$



Keterangan :

$W_1$  = berat kering benda uji + wadah (gram)

$W_2$  = berat wadah (gram)

$W_3$  = berat kering benda uji awal (gram)

$W_4$  = berat kering benda uji sesudah pencucian + wadah (gram)

$W_5$  = berat kering benda uji setelah pencucian (gram)

$W_5$  = % bahan lolos saringan nomor 200 (0.075 mm)

- c. Pengujian agregat kasar dilakukan untuk mengetahui berat jenis penyerapan agregat kasar yang digunakan untuk menentukan nilai volume yang diisi oleh agregat.

Pengujian berat jenis penyerapan agregat kasar dilakukan berdasarkan rumus dari SNI 03-1969-1990 sebagai berikut :

1. Berat jenis kering (*bulk dry specific gravity*)

$$= \frac{Bk}{(W2+Bj)-w1} \dots\dots\dots(2.9)$$

2. Berat jenis jenuh kering permukaan/SSD (*Bulk SSD specific gravity*)

$$= \frac{Bj}{(W2+Bj)-W1} \dots\dots\dots(2.10)$$

3. Penyerapan

$$= \frac{Bj-Bk}{Bk} \times 100\% \dots\dots\dots(2.11)$$

Keterangan :

$Bk$  = Berat benda uji kering oven

$Bj$  = Berat benda uji dalam keadaan SSD

$W_1$  = Berat piknometer + air + benda uji

$W_2$  = Berat piknometer + air

Pengujian kadar air agregat kasar dilakukan berdasarkan rumus dari SNI 03-1971-1990 sebagai berikut :

4. Kadar air agregat

$$= \frac{W1-W2}{W2} \times 100\% \dots\dots\dots(2.12)$$

Pengujian kadar lumpur agregat kasar dilakukan berdasarkan rumus dari SNI 03-4142-1996 sebagai berikut :

5. Berat kering benda uji awal

$$W_3 = W_1 - W_2 \dots\dots\dots(2.13)$$

6. Berat kering benda uji setelah pencucian

$$W_5 = W_4 - W_2 \dots\dots\dots(2.14)$$

7. Berat benda uji setelah pencucian

$$W_5 = \frac{W_3 - W_5}{W_3} \times 100\% \dots\dots\dots(2.15)$$

Keterangan :

$W_1$  = Berat benda kering benda uji + wadah (gram)

$W_2$  = Berat wadah (gram)

$W_3$  = Berat kering benda uji awal (gram)

$W_4$  = Berat kering benda uji sesudah pencucian + wadah (gram)

$W_5$  = Berat kering benda uji setelah pencucian

$W_5$  = % bahan lolos saringan no. 200 (0.075 mm)

### 2.7.2 Pengujian bobot isi agregat

Standar metode pengujian ini yaitu untuk menghitung berat isi dalam kondisi padat atau gembur dan rongga udara dalam agregat. Ukuran butir agregat kasar adalah 5mm – 40 mm, agregat halus terbesar 5 mm. pengujian dalam kondisi padat dilakukan dengan cara ditusuk. Dalam kondisi gembur hanya dimasukkan langsung tanpa ditusuk. Bobot isi kering udara agregat dihitung dalam kondisi kering oven dan kering permukaan. Pada kondisi padat dan gembur memiliki berat isi yang berbeda karena pada berat isi gembur masih terdapat rongga-rongga udara, berbeda dengan bobot isi padat yang dipadatkan dengan cara ditusuk sehingga berat isi padat lebih berat daripada berat isi gembur karena berat isi padat tidak memiliki rongga udara. Berat isi pada agregat sangat dipengaruhi oleh beberapa factor seperti berat jenis, gradasi agregat, bentuk agregat, diameter maksimum agregat. Dalam SII No. 52 – 1980,

berat isi untuk agregat beton diisyaratkan harus lebih dari 1,2 – 1,5 gr/cm<sup>2</sup>.

Pengujian bobot isi agregat dilakukan berdasarkan rumus dari PEDC

Bandung sebagai berikut :

- a. Bobot isi gembur

$$= \frac{\text{berat silinder} + \text{agregat gembur}}{\text{volume bejana silinder}} \dots\dots\dots(2.16)$$

- b. Bobot isi padat

$$= \frac{\text{berat silinder} + \text{agregat padat}}{\text{volume bejana silinder}} \dots\dots\dots(2.17)$$

### 2.7.3 Pengujian Kekerasan Agregat kasar

Beton yang dibuat harus menggunakan bahan agregat normal tanpa bahan tambahan. Dengan ketentuan demikian perlu dilakukan terlebih dahulu percobaan kekerasan agregat kasar untuk mengetahui agregat tersebut bisa atau tidaknya digunakan untuk membuat beton dengan berat isi 2200-2500 kg/m<sup>3</sup> (beton normal). Untuk memeriksa agregat kasar, kerikil alam dan batu pecah. Dilakukan sama seperti pengujian pada pasir ditambah dengan pemeriksaan kekerasan dan ketahanan aus. Pengujian kekerasan agregat ini dihitung menggunakan rumus :

Dari BS 812-110-1990 sebagai berikut :

$$ACV = \frac{M_2}{M_1} \times 100\% \dots\dots\dots(2.18)$$

ACV = Persen agregat hancur

M1 = berat benda uji semula

M2 = berat agregat tertahan saringan 2.36 mm

### 2.7.4 Pengujian berat jenis semen

Semen *Portland* merupakan bahan perekat hidrolis, yang dibuat dari campuran bahan yang mengandung oksigen utamanya : kalsium, silika, alumina, dan besi. Umumnya semen *Portland* dibuat dalam satu industry berteknologi modern dengan pengaturan komposisi dan lamanya. Semen *Portland* dalam penyimpanan memungkinkan dalam pengurangan mutu. Salah

satu pengujian yang dilakukan untuk mengindikasikan kepada hal tersebut dengan pengujian berat jenisnya.

Berat jenis semen *Portland* pada umumnya berkisar antara 3,10 – 3,20 dengan angka rata-rata 3,15 untuk semen tipe I sampai V. pengujian berat jenis semen dilakukan berdasarkan rumus dari PEDC Bandung sebagai berikut:

a. Berat jenis semen

$$= \frac{\text{berat semen (w)}}{v_2 - v_1} \dots\dots\dots(2.19)$$

Keterangan :

W = Berat benda uji (gram)

V<sub>2</sub> = Volume akhir (ml)

V<sub>1</sub> = Volume awal (ml)

### 2.7.5 Pengujian Konsistensi semen

Konsistensi normal semen adalah suatu kondisi pasta semen dalam keadaan standar basah yang artinya merata dari ujung ke ujung lainnya. Maksud dari konsistensi normal semen itu sendiri untuk menentukan waktu mulainya pengikatan semen mulai dari dicampurnya semen dengan air. Konsistensi semen akan tercapai jika jarum vicat yang digunakan dalam praktikum ini menembus pasta semen sedalam 10 mm pada detik ke-3 dihitung mulai dari jarum dilepaskan. Pengujian konsistensi semen dilakukan berdasarkan rumus dari SNI 03-6826-2002 sebagai berikut :

a. Konsistensi semen

$$W \frac{W_a}{W_s} \times 100 \% \dots\dots\dots(2.20)$$

Keterangan :

W = Konsistensi dinyatakan dalam kadar air pasta (%)

W<sub>a</sub> = berat air (gram)

W<sub>s</sub> = berat semen kering (gram)

## 2.8 Perencanaan Campuran Beton

Tujuan perancangan campuran beton adalah untuk menentukan proporsi bahan baku beton yaitu semen, agregat halus, agregat kasar dan air yang memenuhi kriteria workabilitas, kekuatan, durabilitas, penyelesaian akhir yang sesuai dengan spesifikasi. Proporsi yang dihasilkan oleh rancangan pun harus optimal, dalam arti penggunaan bahan yang minimum dengan tetap mempertimbangkan kriteria teknis.

Perancangan campuran beton merupakan suatu hal kompleks jika dilihat dari perbedaan sifat dan karakteristik bahan penyusunnya. Karena itu, sifat dan karakteristik masing-masing bahannya tersebut akan menyebabkan produksi beton yang dihasilkan cukup bervariasi. Selanjutnya perlu diketahui beberapa faktor lainnya yang mempengaruhi pekerjaan pembuatan rancangan campuran beton, diantaranya adalah kondisi dimana pekerjaan dilaksanakan, kekuatan beton yang direncanakan, kemampuan pelaksana, tingkat pengawasan, peralatan yang digunakan, dan tujuan peruntukan bangunan.

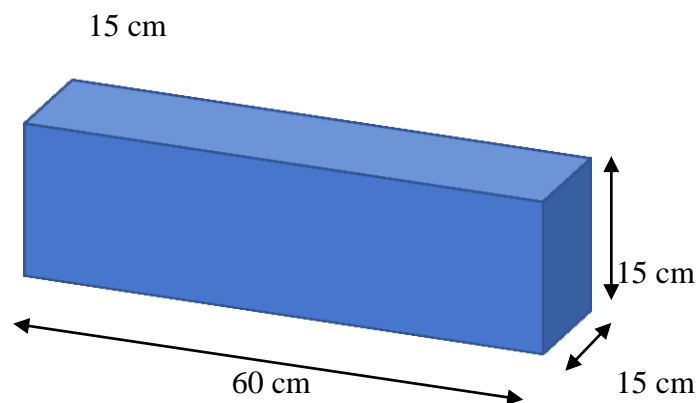
## 2.9 Metode Perencanaan campuran beton

Dalam praktek ada beberapa metode rancangan campuran beton yang telah dikenal, antara lain seperti metode DOE yang dikembangkan oleh *department of environment* di Inggris dan metode ACI (*American Concrete Institute*). Metode rancangan campuran beton dengan cara DOE ini di Indonesia dikenal sebagai standar perencanaan oleh departemen pekerjaan umum dan dimuat dalam standar SNI 03-2834-2000, "Tata cara pembuatan rencana campuran beton normal". Sedangkan SNI 7656 : 2012, "tata cara pemilihan campuran untuk beton normal, beton serat dan beton massa" mengacu pada ACL. Secara garis besar kedua metode tersebut didasarkan pada hubungan empiris, bagan, grafik dan table, tetapi pada prosedur terdapat perbedaan.

### 3.0 Kuat Lentur beton

Kuat Lentur Beton SNI 03-4154-1996 adalah nilai tegangan tarik yang dihasilkan dari momen lentur dibagi dengan momen penahan penampang balok uji. Kuat tarik lentur adalah kemampuan balok beton yang diletakkan pada dua perletakan untuk menahan gaya dengan arah tegak lurus sumbu benda uji, yang diberikan padanya, sampai benda uji patah dan dinyatakan dalam Mega Pascal (MPa) gaya tiap satuan luas.

Balok uji adalah balok beton berpenampang bujur sangkar dengan panjang total balok empat kali lebar penampangnya yaitu 15 cm tinggi dan lebar dan 60 cm panjangnya. beban terpusat tunggal adalah beban maksimum yang menyebabkan keruntuhan balok uji.





**Gambar 2.8 Balok uji dengan dua titik pembebanan**

$$f_{lt} = \frac{Pl}{BH^2}$$

Keterangan :

$f_{lt}$  = kuat lentur (Mpa)

P = beban maksimum yang mengakibatkan keruntuhan balok uji (Kn)

l = panjang bentang di antara kedua blok tumpuan (mm)

B = lebar balok rata-rata pada penampang runtuh (mm)

H = tinggi balok rata-rata pada penampang runtuh (mm)