

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Beton merupakan suatu material yang secara umum menjadi kebutuhan masyarakat terhadap fasilitas infrastruktur konstruksi yang semakin meningkat seiring dengan perkembangan zaman, maka dari itu pemilihan beton sebagai bahan baku utama konstruksi bangunan sangatlah penting. Beton adalah suatu komposit dari bahan yang terdiri dari agregat kasar, air, semen, atau bahan lain yang berfungsi sebagai bahan pengikat hidrolis, dengan atau tanpa menggunakan bahan tambah dan mempunyai massa jenis beton 2400 kg/m<sup>3</sup>. Beberapa hal yang perlu ditinjau dalam pembuatan beton adalah harganya relatif murah, mudah didapat, memiliki kuat tekan tinggi serta mempunyai sifat tahan terhadap faktor kondisi lingkungan. Pada era teknologi sekarang ini, beton adalah sebagai salah satu bahan bangunan yang paling banyak digunakan di Indonesia, maka dari itu kualitas beton yang baik akan sangat mendukung keamanan dari segi struktur.

Beton juga merupakan bahan konstruksi yang mempunyai sifat kekuatan tekan yang khas, yaitu kecenderungan untuk bervariasi (tidak seragam). Kuat tekan beton adalah besarnya beban per satuan luas yang bisa menyebabkan benda uji beton hancur bila dibebani dengan gaya tekan tertentu dari mesin tekan. Kekuatan tekan beton ditentukan oleh pengaturan perbandingan semen, agregat kasar, agregat halus, air dan berbagai jenis campuran lainnya. Perbandingan dari air semen merupakan faktor utama dalam menentukan kekuatan beton. Semakin rendah perbandingan air semen, semakin tinggi kekuatan desaknya. Kelebihan air meningkatkan kemampuan pekerjaan (beton mudah untuk dicor) akan tetapi menurunkan kekuatan beton (Chu Kia Wang dan C. G. Salmon, 1990).

Dalam pelaksanaan pengecoran di lapangan dan dalam skala besar kurang praktis bila dilakukan dengan menimbang setiap kebutuhan bahan baku beton dalam setiap adukan. Maka masing-masing kebutuhan bahan baku beton dalam takaran berat tersebut dapat dikonversikan ke dalam takaran volume berdasarkan

berat satuan setiap bahan baku penyusun. Pelaksana di lapangan biasanya mempersiapkan takaran dari kayu yang mengacu pada jumlah semen.

Perbandingan 1 semen : 2 pasir : 3 kerikil merupakan proporsi beton sederhana yang umum digunakan dan untuk mencampurkannya dibutuhkan faktor air semen 0,5. Pada campuran dengan nilai fas yang kecil beton segar sulit untuk dikerjakan sehingga pematatannya tidak sempurna. Akibatnya benda uji menjadi berongga yang menyebabkan menurunnya nilai kuat tekan beton seiring dengan penambahan jumlah semennya. Pada umumnya semakin tinggi nilai fas, mutu beton akan semakin rendah, namun pada nilai fas yang semakin rendah tidak selalu berarti bahwa kekuatan beton akan semakin tinggi.

Pada penelitian ini, akan dikaji pelaksanaan pekerjaan beton dengan perbandingan takaran berat dan volume tanpa konversi, yang mana penulis menggunakan timbangan sebagai alat ukur takaran berat dan wadah mould yang berbentuk tabung dengan diameter 21 cm dan tinggi 28 cm sebagai ukuran takaran volume, kemudian mencari bagaimana pengaruhnya terhadap kuat tekan.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Identifikasi masalah dan batasan masalah yang ada maka dapat dirumuskan permasalahan sebagai berikut:

1. Berapa kuat tekan beton dengan proporsi campuran yang sama tanpa konversi antara takaran berat dan volume?
2. Berapa nilai slump beton tanpa konversi antara takaran berat dan volume?
3. Takaran berat dan volume pada proporsi campuran yang sama tanpa konversi, manakah yang mencapai kuat tekan optimal?

### **1.3 Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Untuk mengetahui kuat tekan beton dengan proporsi campuran yang sama tanpa konversi antara takaran berat dan volume.
2. Untuk mengetahui nilai slump beton tanpa konversi antara takaran berat dan volume dengan proporsi campuran yang sama.
3. Untuk mengetahui kuat tekan optimal beton tanpa konversi dari kedua perbandingan takaran berat dan volume.

### **1.4 Manfaat Penelitian**

Manfaat dari pelaksanaan penelitian ini adalah untuk memberikan masukan ilmu pengetahuan tentang teknologi beton kepada pembaca. Khususnya untuk mengetahui korelasi proporsi campuran 1 : 2 : 3 dan fas 0,5 takaran berat dan volume tanpa konversi terhadap kuat tekan beton.

### **1.5 Batasan Masalah**

Pelaksanaan penelitian ini dibatasi beberapa hal antara lain:

1. Proporsi campuran beton 1 : 2 : 3 dengan fas 0,5 dengan takaran berat dan volume
2. Menguji kuat tekan beton pada umur 28 hari.
3. Benda uji beton yang digunakan adalah benda uji silinder dengan diameter 15 cm, tinggi 30 cm.
4. Semen yang digunakan semen tipe 1 merk Andalas
5. Agregat halus yang digunakan adalah pasir dari sungai Galang
6. Agregat kasar yang digunakan adalah batu kerikil dari sungai Galang
7. Air yang digunakan adalah air yang berasal dari Laboratorium Beton Teknik Sipil Universitas HKBP Nommensen Medan.
8. Jumlah seluruh benda uji kuat tekan adalah 24 buah
9. Alat pengujian kuat tekan beton menggunakan alat yang ada di laboratorium beton Universitas HKBP Nommensen Medan.

## **1.6 Sistematika Penulisan**

Sistematika penulisan proposal skripsi ini yaitu:

### **BAB I : PENDAHULUAN**

Dalam bab ini diuraikan mengenai latar belakang, perumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah, manfaat penelitian, serta sistematika penelitian.

### **BAB II : TINJAUAN PUSTAKA**

Pada bab ini menjelaskan tentang pengertian beton dan campuran-campuran penyusun pembentukan beton.

### **BAB III : METODOLOGI PENELITIAN**

Bab ini menjelaskan tentang metode yang digunakan dalam penelitian dan tahap-tahap penelitian.

### **BAB IV : ANALISA DAN PEMBAHASAN**

Bab ini menguraikan analisa perhitungan dan pemecahan masalah yang ada dalam penelitian ini.

### **BAB V : KESIMPULAN DAN SARAN**

Dalam bab ini menguraikan kesimpulan yang diperoleh dari hasil penelitian yang telah dilakukan beserta saran-saran yang membangun dalam mengembangkan skripsi ini.

### **DAFTAR PUSTAKA**

### **LAMPIRAN**

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Pengertian Beton

Menurut pedoman Beton 1989, *Draft Konsensus* (SKBI.1.4.53, 1989: 4-5) Beton didefinisikan sebagai campuran semen *portland* atau sembarang semen hidrolik yang lain, agregat halus, agregat kasar, dan air dengan atau tanpa menggunakan bahan tambahan. Macam dan jenis beton menurut bahan pembentuknya adalah beton normal, bertulang, pra-cetak, pra-tekan, beton ringan, beton tanpa tulangan, beton fiber dan lainnya.

Beton memiliki sifat kuat tekan yang tinggi namun kuat tarik yang lemah. Kuat tekan beton adalah kemampuan beton menerima gaya tekan persatuan luas. Kuat tekan beton mengidentifikasi mutu dari sebuah struktur. Semakin tinggi kekuatan struktur yang dikehendaki, semakin tinggi pula mutu beton yang dihasilkan. Mutu beton ditentukan oleh nilai kuat tekannya, Mutu beton dapat dibedakan menjadi:

1. Beton mutu normal adalah beton yang mempunyai nilai kuat tekan 17,5 - 40 MPa atau 200 - 500 kg/cm<sup>2</sup>,
2. Beton mutu tinggi, yaitu beton dengan kuat tekan antara 40 - 80 MPa atau 500 - 800 kg/cm<sup>2</sup>,
3. Beton mutu sangat tinggi yaitu beton dengan kuat tekan diatas 80 MPa atau lebih besar 800 kg/cm<sup>2</sup> (Tjokrodinuljo, 2004).

Mutu beton dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu: mutu bahan baku penyusun beton, proporsi campuran, penakaran, pencampuran/ pengadukan, pengujian slump/ beton segar, pengangkutan, penghampanan, pemadatan, finishing, perawatan, pengujian beton keras.

Terdapat korelasi antara takaran berat dan volume terhadap kuat tekan beton karena takaran berat bahan-bahan dalam campuran beton akan mempengaruhi proporsi relatif dan konsistensi campuran. Dengan mengetahui takaran berat bahan-bahan dalam campuran beton, kita dapat menghitung volume beton yang dibutuhkan berdasarkan densitas masing-masing bahan. Proporsi dan konsistensi

campuran yang tepat akan mempengaruhi kuat tekan beton yang dihasilkan.

Beton yang digunakan dalam pekerjaan konstruksi masing-masing memiliki kelebihan dan kekurangan. Menurut Tjokrodinuljo (1992) sebagai berikut:

a. Kelebihan

- 1) Harga relatif murah karena menggunakan bahan-bahan dasar dari bahan lokal, kecuali semen *Portland*.
- 2) Beton termasuk bahan berkekuatan tekan tinggi, serta mempunyai sifat tahan terhadap pengkaratan/ pembusukan oleh kondisi lingkungan.
- 3) Beton segar dapat mudah diangkut maupun dicetak dalam bentuk apapun dan ukuran seberapa pun tergantung keinginan.
- 4) Kuat tekannya tinggi mengakibatkan jika dikombinasikan dengan baja tulangan (yang kuat tariknya tinggi) dapat dikatakan mampu dibuat untuk struktur berat.
- 5) Beton segar dapat disemprotkan dipermukaan beton lama yang retak maupun diisi kedalam retakan beton dalam proses perbaikan.
- 6) Beton segar dapat dipompa sehingga memungkinkan untuk dibuang pada tempat-tempat yang posisinya sulit.
- 7) Beton termasuk tahan aus dan tahan kebakaran, sehingga biaya perawatan termasuk rendah.

b. Kekurangan:

- 1) Beton memiliki kuat tarik yang rendah, sehingga mudah retak
- 2) Beton segar mengerut saat pengeringan dan beton keras mengembang jika basah.
- 3) Beton keras mengembang dan menyusut bila terjadi perubahan suhu.
- 4) Beton sulit dapat kedap air secara sempurna, sehingga selalu dapat dimasuki air, dan air yang membawa kandungan garam dapat merusak beton.
- 5) Beton bersifat getas sehingga harus dihitung dan didetail secara seksama agar setelah dikompositkan dengan baja tulangan menjadi bersifat daktail, terutama pada struktur tahan gempa.

## 2.2 Sifat-sifat Beton

Sifat beton dapat digolongkan menjadi dua macam, yaitu:

### A. Beton Segar

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

*Workability* adalah sifat mudah dikerjakan, yaitu sifat yang dimiliki beton segar yang mudah dalam pengerjaan mulai dari proses pengadukan, pengangkutan, penuangan, pencetakan, proses finishing sampai proses perawatan atau curing. Terjadinya adalah pada saat beton dikerjakan atau pada saat pengerjaan.

#### 2. *Bleeding* (Naiknya Air)

*Bleeding* adalah proses terjadinya pemisahan butiran naik ke atas dalam hal ini adalah (pasir dan air), ini terjadi pada saat beton segar dipindahkan, maka dari itu pada saat pemadatan beton segar dipadatkan diusahakan supaya tidak terlalu lama dalam pemadatannya.

#### 3. *Segredasi* (Pemisahan Kerikil)

*Segredasi* adalah pemisahan bahan-bahan beton, yang terjadi pada saat beton dituangkan kedalam cetakan atau bekisting juga pada saat dipadatkan.

### B. Beton Keras

#### 1. Sifat Mekanis Beton

Beton merupakan suatu struktur yang mempunyai beberapa sifat mekanis. Sifat mekanis adalah sifat yang berhubungan dengan perilaku bahan akibat gaya yang diberikan terhadap bahan tersebut. Kuat tekan beton 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.

## 2.3 Bahan-bahan Penyusun Beton

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

### 2.3.1 Semen *Portland*

Semen *Portland* adalah semen hidrolis yang dihasilkan dengan cara menggiling terak semen *Portland* terutama yang terdiri atas kalsium silikat yang bersifat hidrolis dan digiling bersama-sama dengan bahan tambahan berupa satu atau lebih kristal senyawa kalsium sulfat dan boleh ditambah dengan bahan tambahan lain.

Semen adalah bahan perekat utama dalam beton. Semakin tinggi takaran berat semen yang digunakan dalam campuran beton, cenderung akan meningkatkan kuat tekan beton, karena semen memberikan kekuatan matriks beton yang terbentuk saat proses pengerasan.

Semen juga 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). Berat jenis semen yang disyaratkan oleh ASTM C-188 sekitar  $3150 \text{ kg/m}^3$ .

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 (Tjokrodimuljo, 1996).

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

1. Tipe I, 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 yang pasta.

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 massa padat.

Secara umum komposisi kimia senyawa-senyawa pada semen dapat dilihat pada Tabel 2.1 berikut ini.

Table 2.1 Susunan unsur semen Portland

No	Komposisi	Jumlah
1	Kapur (CaO)	60 - 65
2	Silica (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

(Sumber: Tjokrodinuljo, 1996)

Jenis pengujian pada semen Portland dapat dilihat dalam Tabel 2.2 berikut ini.

Tabel 2.2 Jenis Pengujian pada semen Portland

No	Jenis pengujian	Satuan	Interval spesifikasi
1	Kehalusan semen	%	< 22
2	Berat jenis	t/m <sup>3</sup>	3,0 - 3,2
3	Konsistensi normal	%	26 - 29
4	Waktu pengikatan awal	Menit	45 - 360

(Sumber: SNI 15 - 2049 - 2004)

### 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)

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 dalam terbentuknya pasta semen.
2. Volume padat, kepadatan volume agregat akan mempengaruhi berat isi dari beton.
3. Berat jenis agregat, berat jenis agregat akan mempengaruhi proporsi campuran dalam berat sebagai control.
4. Penyerapan, penyerapan berpengaruh pada berat jenis
5. Kadar air permukaan agregat, kadar air permukaan agregat berpengaruh pada penggunaan air saat pencampuran.

Tujuan digunakannya agregat dalam campuran beton adalah untuk:

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 halus dan agregat kasar (SNI 03-2847-2002).

### 1. Agregat halus

Menurut SNI 03-2847-2002 agregat halus adalah pasir alam sebagai hasil disintegrasi „alami“ batuan atau pasir yang dihasilkan oleh industri pemecah batu yang mempunyai ukuran butir terbesar 5,0 mm.

Agregat halus seperti pasir berperan dalam mengisi ruang antara agregat kasar dan mengisi celah-celah didalam campuran beton. Takaran berat agregat halus yang tepat dapat mempengaruhi kinerja beton, termasuk kuat tekan beton. Agregat halus memiliki berat jenis sebesar  $1.400 \text{ kg/m}^3$ . Berikut Tabel 2.3 syarat mutu agregat halus.

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

(Sumber: ASTM C.33-86)

Didalam SK SNI T-15-1990-03 memberikan syarat-syarat untuk gradasi agregat yang diadopsi dari *British Standar* yang dapat dilihat pada Tabel 2.4

Table 2.4 Batas Gradasi Agregat Halus

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

(Sumber: SK-SNI-T-15-1990-03)

Keterangan:

- Zona gradasi I = Pasir kasar
- Zona gradasi II = Pasir agak kasar
- Zona gradasi III = Pasir agak halus
- Zona gradasi IV = Pasir halus

Jenis pengujian agregat halus dapat dilihat dalam Tabel 2.5 berikut ini.

Tabel 2.5 Jenis pengujian pada agregat halus

No	Jenis Pengujian	Satuan	Interval spesifikasi
1	Zat organic	No. 3 hitam keabuan	Hitam keabuan
2	Berat jenis, SSD	-	2,5 - 2,8
3	Penyerapan air	%	2 - 7
4	Berat isi	Gr/cm <sup>3</sup>	1,4 - 1,9
5	Kadar air	%	3 - 5
6	Kadar lumpur	%	< 5
7	Kehalusan butir, FM	%	1,5 - 3,8

(Sumber: SNI 03-2847-2002)

## 2. Agregat kasar

Menurut SNI 03-2847-2002 agregat kasar adalah kerikil sebagai hasil desintegrasi alami dari batu atau berupa batu pecah yang diperoleh dari industry pemecah batu dan mempunyai ukuran antar 5,0 mm - 40 mm.

Agregat kasar seperti kerikil atau pecahan batu memberikan kekuatan dan kekerasan pada beton. Semakin tinggi takaran berat agregat kasar yang digunakan dalam campuran beton, cenderung akan meningkatkan kuat tekan beton, karena agregat kasar berperan dalam memberikan kekuatan struktural pada beton yang terbentuk. Berat jenis agregat kasar adalah 1800 kg/m<sup>3</sup>. Berikut Tabel 2.6 ukuran agregat kasar.

Table 2.6 Ukuran Gradasi Agregat Kasar

Lubang Ayakan (mm)	Persen Berat Butir Yang Lewat Ayakan		
	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: British Standard BI)

Jenis pengujian agregat kasar dapat dilihat dalam Tabel 2.7 berikut:

Tabel 2.7 Jenis pengujian pada agregat kasar

No	Jenis pengujian	Satuan	Interval spesifikasi
1	Berat jenis, SSD	-	1,5 - 2,8
2	Berat isi	Gr/cm <sup>3</sup>	1,4 - 1,9
3	Penyerapan air	%	< 3
4	Kadar air	%	3 - 5
5	Keausan	%	< 27
6	Kehalusan butir, FM	%	6 - 7,1

(Sumber: SNI 03-2847-2002)

### **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 butiran-butiran 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% 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 (Mulyono, 2003)

Air digunakan dalam campuran beton untuk mengaktifkan reaksi kimia dalam semen dan memastikan beton mencapai konsistensi yang sesuai. Penggunaan air yang tepat dalam takaran berat dapat mempengaruhi kuat tekan beton. Jumlah air yang berlebihan dapat mengurangi kekuatan beton, sementara kekurangan air dapat menghambat reaksi hidrasi semen dan mengurangi kuat tekan beton (Mulyono, 2003).

Pemakaian air untuk campuran beton sebaiknya memenuhi persyaratan sebagai berikut (SNI 03-68611.1-2002):

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

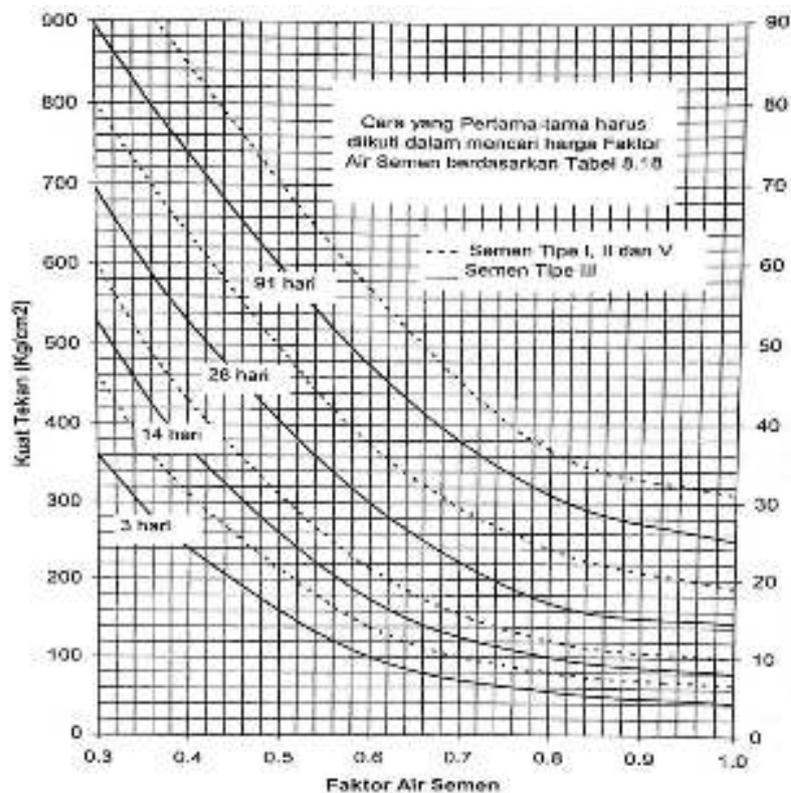
### **2.4 Faktor Air Semen**

Faktor Air semen (fas) adalah perbandingan berat air dengan berat semen yang digunakan dalam adukan beton. Faktor air semen yang tinggi dapat menyebabkan beton yang dihasilkan mempunyai kuat tekan yang rendah dan semakin rendah faktor air semen tidak selalu berarti kekuatan beton semakin tinggi. Nilai faktor

air semen yang rendah akan menyebabkan kesulitan dalam pengerjaan, yaitu kesulitan dalam pelaksanaan pemadatan yang pada akhirnya akan menyebabkan mutu beton menurun. Umumnya nilai faktor air semen minimum diberikan sekitar 0,4 dan maksimum 0,65. Rata-rata ketebalan lapisan yang memisahkan antar partikel dalam beton sangat bergantung pada faktor air semen yang digunakan dan kehalusan butir semennya. Pada praktiknya, untuk mengatasi kesulitan pengerjaan karena rendahnya nilai fas ini, ditambahkan bahan tambah (*admixture concrete*) yang bersifat menambah keenceran "*Plasticity or Plasticizer Admixture*" (Tri Mulyono, 2003). Penetapan nilai faktor air semen dapat dilakukan dengan dua cara berikut:

#### A. Cara pertama

Berdasarkan jenis semen yang dipakai dan kuat tekan rata-rata perlu pada umur beton tertentu, nilai faktor air semen dapat ditetapkan dengan mengacu pada Gambar 2.1 grafik hubungan antara kuat tekan beton dan faktor air semen dibawah.



Gambar 2.1 Grafik Hubungan antara kuat tekan beton dan faktor air semen dengan benda uji silinder (diameter 15 cm, tinggi 30 cm)  
(Sumber: Trimulyono; Teknologi Beton, 2003)

Langkah penetapannya dapat dilakukan dengan cara berikut:

1. Pada sumbu vertical tetapkan nilai  $f^{cr}$ , lalu tarik ke kanan sampai memotong kurva yang sesuai.
2. Dari titik potong tersebut tariklah garis kebawah, maka akan ditemukan nilai fas yang dicari.

B. Cara kedua

Berdasarkan jenis semen yang dipakai, jenis agregat kasar, dan kuat tekan rata-rata perlu pada umur beton tertentu, ditetapkan nilai faktor air semen dengan cara:

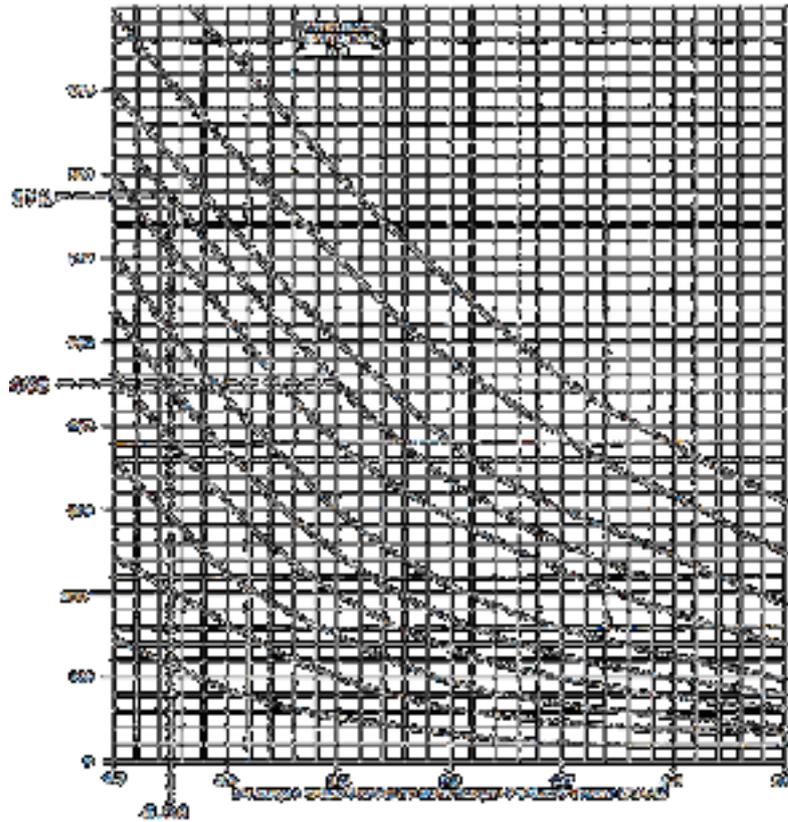
1. Lihat tabel kuat tekan beton dibawah, dengan data jenis semen, jenis agregat kasar, dan umur beton yang dikehendaki, dibaca perkiraan kuat tekan rata-rata perlu seandainya dipakai  $fas = 0,50$
2. Pada grafik dibawah, buatlah titik A dengan nilai  $fas = 0,50$  (sebagai absis) dan kuat tekan rata-rata perlu yang diperoleh dari tabel (sebagai ordinat). Pada titik A tersebut kemudian dibuat grafik baru yang bentuknya sama dengan 2 grafik yang sudah ada di dekatnya, selanjutnya ditarik garis mendatar dari sumbu tegak (ordinat) di kiri pada kuat tekan rata-rata perlu memotong grafik baru tersebut. Dari titik potong itu kemudian ditarik garis kebawah sampai memotong sumbu mendatar (absis) dan dapat dibaca nilai fas yang dicari. Perkiraan kuat tekan beton dengan  $fas 0,5$  dapat dilihat dalam Tabel 2.8 berikut ini.

Tabel 2.8 Perkiraan kuat tekan beton (Mpa) dengan  $fas = 0,50$

Jenis semen	Jenis agregat kasar	Kuat tekan beton/ umur				Bentuk benda uji
		3	7	28	91	
Tipe I,II,V	Alami (kerikil)	17	23	33	40	Silinder
	Buatan (batu pecah)	19	27	37	45	Kubus
Tipe III	Alami (kerikil)	21	28	38	44	Silinder
	Buatan (batu pecah)	25	33	44	48	Kubus

(Sumber: Trimulyono; Teknologi Beton, 2003)

Hubungan kuat tekan beton dan faktor air semen (fas) dapat dilihat pada Gambar 2.2 berikut.



Gambar 2.2 Grafik Hubungan kuat beton dengan faktor air semen (fas)  
(Sumber: *Teknologi Beton*, Trimulyono, 2003)

## 2.5 Faktor-faktor Yang Mempengaruhi Kuat Tekan Beton

Kuat beton dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu:

### 1. Faktor Air Semen

Semakin rendah nilai faktor air semen maka kuat tekan beton yang dipadatkan akan semakin tinggi. Akan tetapi pada suatu nilai faktor air semen tertentu jika nilai faktor air semen semakin rendah maka kuat tekan semakin rendah, adukan beton akan sulit dipadatkan. Dengan demikian ada suatu nilai faktor air semen tertentu yang menghasilkan kuat tekan beton yang maksimum.

### 2. Pematatan Beton

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

Pemadatan harus dilakukan sesuai dengan syarat mutu. Hal lain yang dapat dilakukan adalah melihat manual pemadat yang digunakan sehingga pemadatan pada campuran beton dapat dilakukan secara efisien dan efektif.

Kepadatan dari adukan beton akan sangat mempengaruhi kuat tekan beton. Pemadatan dengan menggunakan alat getar (*vibrator*) atau pemberian bahan kimia tambahan (*chemical admixture*) yang bersifat mengencerkan adukan beton merupakan alternatif cara dalam mengatasi kesulitan pemadatan pada adukan beton sehingga adukan beton dapat dipadatkan dengan lebih mudah. Pada beton yang dipadatkan secara merata, kekuatannya lebih tinggi dari beton yang pemadatannya tidak merata.

### 3. Mutu Bahan Beton

#### a. Jenis dan jumlah semen

Jumlah semen sangat mempengaruhi kekuatan beton. 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.

#### b. Jenis dan jumlah 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:

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.

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.

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

Pada kadar semen yang konstan, jumlah agregat yang lebih tinggi mengurangi kekuatan beton. Bentuk dan gradasi agregat memainkan peran sejauh kekuatan beton diperhatikan.

c. Kualitas air

Air yang dapat diminum adalah air yang paling baik digunakan dalam campuran beton. Tidak berminyak, berlumpur, keruh, asam, dan air laut tidak boleh digunakan dalam campuran beton. Air yang tidak murni akan menyebabkan korosi, karbonasi, atau serangan asam, yang mengurangi umur beton

4. Perawatan (*curing* Beton)

Perawatan terutama dimaksudkan untuk menghindari panas hidrasi yang tidak diinginkan, yang terutama disebabkan oleh suhu. 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.

5. Suhu

Dengan tingkat kenaikan suhu tertentu, laju proses hidrasi meningkat didalamnya, sehingga mendapatkan kekuatan dengan cepat. Perubahan suhu yang tiba-tiba menciptakan gradient termal, yang menyebabkan keretakan dan *spalling* beton. Sehingga kekuatan akhir beton lebih rendah pada suhu yang sangat tinggi.

6. Umur Beton

Kekuatan tekan beton akan bertambah dengan naiknya umur beton. Biasanya nilai dari kuat tekan beton akan ditentukan pada waktu beton mencapai umur 28 hari. Kuat tekan beton akan naik dengan cepat sampai umur 28 hari, akan tetapi setelah umur 28 hari, kenaikan pada kuat tekan beton tidak terlalu signifikan.

## 2.6 Pengujian Material Penyusun Beton

Pengujian material bertujuan untuk mengetahui sifat dan karakteristik yang terdapat dalam material tersebut sesuai dengan peraturan. Berikut ini adalah langkah-langkah dalam pengujian material penyusun beton:

### 2.6.1 Pengujian Kehalusan Semen *Portland*

Berdasarkan SNI 15 - 2049 - 2004 Cara pengujian ini dilakukan untuk mengetahui tingkat kehalusan semen *Portland* dengan menggunakan cara penyaringan. Metode ini dijadikan sebagai acuan untuk melakukan pengujian kehalusan semen *Portland*, dan selanjutnya dapat dipergunakan dalam pengendalian mutu semen. Kehalusan semen *Portland* adalah perbandingan berat benda uji yang tertahan di atas saringan No.100 dan 200 dengan berat benda uji semula.

#### a. Peralatan

1. Saringan No. 100, No. 200, dan PAN
2. Timbangan dengan ketelitian 0,1 %
3. Kuas pembersih

#### b. Bahan

Semen *Portland* tipe 1 sebanyak 1000 gram

#### c. Prosedur pengujiannya:

1. Susun saringan No. 100 di atas No. 200 serta PAN
2. Timbang berat benda uji lalu masukkan ke dalam saringan No.100
3. Kemudian goyang susunan saringan perlahan-lahan selama 3-4 menit. Lepaskan PAN lalu saringan diketok dengan menggunakan tongkat kuas secara perlahan sehingga partikel halus yang menempel terlepas dari saringan.
4. Selanjutnya penyaringan digoyang-goyang lagi.
5. Lanjutkan penyaringan dengan cara menggoyangkan saringan ke kiri dan kekanan sembari posisi saringan dimiringkan sedikit.
6. Hitung perbandingan berat bagian benda uji yang tertahan di atas saringan.
7. Angka perbandingan yang didapat adalah kehalusan semen *Portland*.

d. Rumus Perhitungan:

Persentase kehalusan semen *Portland* dihitung berdasarkan persamaan 2.1 berikut ini.

$$(\quad) - \quad 2.1$$

### 2.6.2 Pemeriksaan Berat Jenis Semen Portland

Berdasarkan SK SNI 15-2531-1991 Tujuan dari pemeriksaan ini adalah menentukan nilai berat jenis semen secara laboratorium sehingga dapat mengetahui kemurnian semen. Jenis semen yang disyaratkan adalah berkisar antara  $3.00 - 3.20 \text{ t/m}^3$ .

a. Peralatan

1. Timbangan
2. Botol *Le Chatelier*
3. Termometer
4. Cawan
5. Corong kaca
6. Ember

b. Bahan

1. Semen Portland tipe 1 sebanyak 64 gram
2. Air dengan suhu  $20^\circ\text{C}$
3. Kerosin bebas air

c. Prosedur Pengujian:

1. Mengisi botol *Le Chatelier* dengan kerosin sampai skala 1 untuk pengujian pertama dan sampai skala 18 untuk pengujian kedua.
2. Merendam botol *Le Chatelier* kedalam cawan yang berisi air dengan suhu  $20^\circ\text{C}$  bila kerosin turun maka kerosin harus ditambah sampai skala tetap pada keadaan semula
3. Setelah suhu cairan dalam botol dan air sama, tinggi permukaan cairan dibaca terhadap skala botol (V1).
4. Memasukkan semen sebanyak 64 gram untuk skala 1 sedikit demi sedikit kedalam botol. Hindarkan penempelan semen pada dinding

dalam botol diatas cairan, sedangkan untuk skala 18 digunakan semen sebanyak 15 gram.

5. Setelah seluruh benda uji dimasukkan, botol diputar atau digoyangkan perlahan sehingga seluruh gelembung udara keluar.
6. Setelah suhu cairan dalam botol dan air sama 20°C, tinggi permukaan cairan dibaca terhadap skala botol (V2).
7. Menghitung berat jenis semen potrland.

d. Rumus Perhitungan

Berat jenis semen *Portland* dihitung berdasarkan persamaan 2.2 berikut:

$$\frac{\text{Berat Jenis}}{d} \quad 2.2$$

Keterangan:

- Berat Jenis : berat jenis semen Portland (gram/ml)
- w : berat semen Portland (gram)
- V1 : volume awal (ml)
- V2 : volume akhir (ml)
- d : massa jenis air pada suhu ruang yang tetap 4°C (gram/ml)

### 2.6.3 Pemeriksaan Konsistensi Normal Pada Semen *Portland*

Berdasarkan SNI 15 - 2049 - 2004 Pengujian konsistensi normal adalah untuk menentukan persentase air yang dibutuhkan sampai mencapai konsistensi normal semen yang berpengaruh pada pengikatan sampai pada saat beton mengeras.

Prosedur pelaksanaan pengujian konsistensi normal semen sebagai berikut:

1. Memeriksa dan menyiapkan alat vicat dengan jarum diameter 10 mm
2. Menyetel pembacaan alat vicat dengan menyetel jarum agar mengenai bibir atas cincin ebonite dan strip petunjuk pada posisi 0 mm.
3. Melumasi bagian dalam cincin ebonite dan permukaan kaca dengan oli, kemudian meletakkan cincin diatas plat kaca tersebut dengan diameter kecil diatas dan diameter besar dibawah.
4. Menimbang semen sebanyak 300 gram.

5. Menuangkan semen ke dalam mangkok porselin dan mencampurnya dengan sejumlah air sebanyak  $x$  % (ditentukan sendiri) dari berat semen. Air diukur dengan gelas ukur 100 cc.
6. Mengaduk semen dan air dengan sendok pengaduk selama 3 menit sehingga diperoleh campuran yang plastis.
7. Menuang pasta semen ke dalam cincin ebonit dan mengetuk-ketuk cincin ebonite dengan perlahan untuk menghilangkan rongga udara yang terdapat dalam pasta semen.
8. Meratakan permukaan pasta semen terhadap permukaan cincin dengan sendok pengaduk dan meletakkan plat kaca berikut cincin yang berisi pasta semen pada alat vicat.
9. Memasang jarum diameter 10 mm pada alat vicat dan bila ujung jarum sudah berada dipermukaan pasta semen serta posisi skala pembacaan menunjukkan angka pada posisi nol, maka lepaskan jarum secara bebas.
10. Mencatat penurunan pada 30 detik setelah jarum dilepaskan (jarum turun menembus pasta semen akibat berat sendiri, dimana berat alat vicat dan jarum = 300 gram).
11. Pengujian diatas diulang dengan persentase sedemikian rupa sehingga diperoleh konsistensi normal (konsistensi normal didapat pada penurunan 10 mm).
12. Melukis grafik konsistensi normal dari data yang diperoleh. Persentase air yang diperlukan sebagai absis dan penurunan jarum (mm) sebagai ordinat.
13. Dari grafik dapat dihitung jumlah air yang diperlukan untuk mencapai konsistensi normal. Catat suhu kamar setiap kali melakukan pengujian

#### **2.6.4 Pemeriksaan Waktu Pengikatan Awal Semen *Portland***

Berdasarkan ASTM C 191 - 04, 2004 Waktu pengikatan awal adalah waktu yang diperlukan semen dari saat mulai bereaksi dengan air menjadi pasta semen sampai terjadi kehilangan sifat keplastisan. Pengujian waktu pengikatan awal menggunakan alat vicat dengan jarum berdiamter 1 mm. waktu pengikatan awal semen diperoleh saat penurunan mencapai 25 mm dan setiap penurunan dicatat

suhu kamarnya ( $^{\circ}\text{C}$ ). Waktu pengikatan awal pada semen berkisar antara 60 – 120 menit.

Menurut ASTM C 191 - 04, tahun 2004 halaman 185 menyatakan bahwa perhitungan waktu ikat menggunakan alat vicat digunakan untuk menentukan waktu ikat awal antara semen dan air dan waktu ketika jarum tidak mampu menembus pasta (waktu ikat akhir).

Menurut ASTM C 191 - 04, tahun 2004 halaman 186 pada point:

1. Waktu dimana terjadi pengikatan semen dan air mencapai penurunan 25 mm disebut waktu ikat awal.
2. Waktu ikat akhir merupakan waktu yang terjadi saat bereaksinya semen dan air sampai jarum tidak mampu menembus pasta.

Prosedur pelaksanaan pengujian waktu pengikatan awal semen Portland adalah sebagai berikut

1. Memeriksa dan menyiapkan alat vicat dengan jarum berdiameter 1 mm.
2. Menimbang semen seperti pada pengujian konsistensi normal dan membuat pasta semen dengan persentase air sesuai nilai konsistensi normal.
3. Meletakkan cincin ebonite yang sudah berisi pasta semen pada alat vicat.
4. Melepaskan jarum vicat pada 15 menit pertama dan mencatat penurunannya.
5. Melepaskan jarum vicat pada 15 menit kedua dan mencatat penurunannya (jarak antara tiap titik + 5 mm dan + 10 mm dari tepi cincin ebonite).
6. Waktu pengikatan awal semen diperoleh saat penurunan 25 mm, dilakukan dengan cara membuat grafik pengikatan awal, dimana waktu penurunan (menit) sebagai sumbu x (absis) dan besarnya penurunan (mm) dipakai sebagai sumbu y (ordinat).
7. Mencatat penurunan saat menjatuhkan jarum pada 30 detik pertama dan mencatat suhu kamarnya.

### 2.6.5 Pemeriksaan Analisis Saringan Agregat Halus

Berdasarkan SNI 03-1968-1990 Analisis saringan agregat halus ialah penentuan persentase berat butiran agregat yang lolos dari satu set saringan kemudian angka-angka persentase digambarkan pada grafik pembagian butir. Tujuan pengujian ini adalah untuk memperoleh distribusi besaran atau jumlah persentase butiran agregat halus.

a. Peralatan:

1. Timbangan dengan ketelitian 0,2 % dari berat benda uji
2. Seperangkat saringan: 9.5 mm (3/8"), No.4 (4.75 mm), No.8 (2.36 mm), No.16 (1.18 mm), No.30 (0.600 mm), No.50 (0.300 mm), No.100 (0.150 mm), No.200 (0.075 mm), PAN
3. Oven dengan pengatur suhu ( $110 \pm 5$ ) °C.
4. Mesin pengguncang saringan
5. Talam atau wadah
6. Kuas, sikat kuningan, sendok, dan alat lain-lainnya.

b. Bahan

Agregat halus (1000 gram)

c. Prosedur pengujian:

1. Benda uji dikeringkan didalam oven dengan suhu ( $110 \pm 5$ ) °C sampai berat menjadi tetap
2. Saring benda uji lewat susunan saringan dengan ukuran saringan paling besar ditempatkan paling atas. Saringan diguncang dengan tangan atau mesin pengguncang selama 15 menit.
3. Pisahkan benda uji yang tertahan pada masing-masing saringan
4. Timbang dan catat berat benda uji yang telah dipisahkan
5. Hitung analisis agregat.

d. Perhitungan:

Persentase berat benda uji yang tertahan diatas masing-masing saringan terhadap berat total benda uji dihitung berdasarkan persamaan 2.3.

$$\left( \quad \right) \text{ ————— }$$

2.3

### 2.6.6 Pemeriksaan Analisis Saringan Agregat Kasar

Berdasarkan SNI 03-1968-1990 Analisis saringan agregat kasar ialah penentuan persentase berat butiran agregat yang lolos dari satu set saringan kemudian angka-angka persentase digambarkan pada grafik pembagian butir. Tujuan pengujian ini adalah untuk memperoleh distribusi besaran atau jumlah persentase butiran agregat kasar.

a. Peralatan:

1. Timbangan dengan ketelitian 0,2 % dari berat benda uji
2. Seperangkat saringan: 31.75 mm (3"), 63.5 mm (2 ½"), 50.8 mm (2"), 37.5 mm (1 ½"), 25 mm (1"), 19.1 mm (¾"), 12.5 mm (½") dan 9.5 mm (3/8"), No. 4 (4.75 mm), serta PAN
3. Oven dengan pengatur suhu ( $110 \pm 5$ ) °C.
4. Mesin penggetar
5. Talam atau wadah
6. Kuas, sikat kuningan, sendok, dan alat lain-lainnya.

b. Bahan

Agregat kasar (1000 gram)

c. Prosedur pengujian:

1. Benda uji dikeringkan didalam oven dengan suhu ( $110 \pm 5$ ) °C sampai berat menjadi tetap
2. Saring benda uji lewat susunan saringan dengan ukuran saringan paling besar ditempatkan paling atas. Saringan diguncang dengan tangan atau mesin pengguncang selama 15 menit.
3. Pisahkan benda uji yang tertahan pada masing-masing saringan
4. Timbang dan catat berat benda uji yang telah dipisahkan
5. Hitung analisis agregat.

d. Perhitungan:

Persentase berat benda uji yang tertahan diatas masing-masing saringan terhadap berat total benda uji dihitung berdasarkan persamaan 2.4 berikut.

$$\left( \quad \right) \text{ ————— } 2.4$$

### 2.6.7 Pengujian Kadar Air Agregat Halus

Berdasarkan SNI 03-1971-1990 Kadar air agregat halus adalah besarnya perbandingan antara berat air yang dikandung agregat dengan agregat dalam keadaan kering. Tujuan pengujian ini untuk memperoleh angka persentase dari kadar air yang dikandung oleh agregat.

a. Peralatan:

1. Timbangan dengan ketelitian 0,1% berat contoh
2. Oven yang dilengkapi dengan pengatur suhu untuk memanasi sampai  $(110 \pm 5) ^\circ\text{C}$ .
3. Talam logam tahan karat kapasitas besar untuk mengeringkan benda uji.

b. Bahan:

Agregat halus (6000 gram)

c. Prosedur pengujian:

1. Berat talam ditimbang dan dicatat, (W1)
2. Benda uji dimasukkan kedalam talam , dan kemudian berat talam + benda uji ditimbang kemudian dicatat, (W2)
3. Hitung berat benda uji ( $W3 = W2 - W1$ )
4. Contoh benda uji dikeringkan bersama talam dalam oven pada suhu  $(110 \pm 5) ^\circ\text{C}$ .
5. Setelah kering, benda uji ditimbang dan dicatat berat benda uji serta talam (W4)
6. Hitung berat benda uji kering ( $W5=W4-W1$ )

d. Rumus Perhitungan:

Kadar air agregat halus dapat dihitung berdasarkan persamaan 2.5 berikut.

2.5

Keterangan:

W3 = berat benda uji semula (gram)

W5 = berat benda uji kering (gram)

### 2.6.8 Pengujian Kadar Air Agregat Kasar

Berdasarkan SNI 03-1971-1990 Kadar air agregat kasar adalah besarnya perbandingan antara berat air yang dikandung agregat dengan agregat dalam keadaan kering. Tujuan pengujian ini untuk memperoleh angka persentase dari kadar air yang dikandung oleh agregat.

a. Peralatan:

1. Timbangan dengan ketelitian 0,1% berat contoh
2. Oven yang dilengkapi dengan pengatur suhu untuk memanasi sampai  $(110 \pm 5) ^\circ\text{C}$ .
3. Talam logam tahan karat kapasitas besar untuk mengeringkan benda uji.

b. Bahan:

Agregat kasar (1000 gram)

c. Prosedur pengujian:

1. Berat talam ditimbang dan dicatat, (W1)
2. Benda uji dimasukkan kedalam talam , dan kemudian berat talam + benda uji ditimbang kemudian dicatat, (W2)
3. Hitung berat benda uji ( $W3 = W2 - W1$ )
4. Contoh benda uji dikeringkan bersama talam dalam oven pada suhu  $(110 \pm 5) ^\circ\text{C}$ .
5. Setelah kering, benda uji ditimbang dan dicatat berat benda uji serta talam (W4)
6. Hitung berat benda uji kering ( $W5=W4-W1$ )

d. Rumus Perhitungan:

Kadar air agregat kasar dapat dihitung berdasarkan persamaan 2.6 berikut.

2.6

Keterangan:

W3 = berat benda uji semula (gram)

W5 = berat benda uji kering (gram)

## 2.6.9 Pemeriksaan Berat Isi dan Rongga Udara dalam Agregat

Berdasarkan SNI 03-4804-1998 Berat isi adalah berat agregat persatuan isi. Rongga udara dalam satuan volume agregat adalah ruang diantara butir-butir agregat yang tidak diisi oleh partikel padat. Menentukan berat isi agregat halus, kasar atau campuran yang didefinisikan sebagai perbandingan antara berat material kering dengan volumenya.

### a. Peralatan:

1. Timbangan
2. Batang penusuk terbuat dari baja berbentuk lubang lurus, berdiameter 16 mm dan panjang 610 mm dan ujungnya dibuat tumpul setengah bundar.
3. Alat penakar berbentuk silinder terbuat dari logam atau bahan kedap air dengan ujung dan dasar yang benar-benar rata, kapasitas penakar sesuai tabel.
4. Sekop atau sendok sesuai dengan kebutuhan
5. Peralatan kalibrasi berupa plat gas dengan tebal minimum 6 mm dan paling sedikit 25 mm lebih besar daripada diameter takaran dikalibrasi.

### b. Contoh Uji

Contoh uji harus memenuhi ketentuan sebagai berikut:

1. Jumlahnya mendekati 125% - 200 % dari jumlah yang diuji
2. Kering oven atau kering permukaan.

### c. Perhitungan

#### 1. Berat isi

Berat isi sebagai berikut:

- a) Agregat dalam keadaan kering oven dihitung menurut persamaan 2.7 atau persamaan 2.8 berikut:

$$\text{Atau } \left( \frac{\text{---}}{\text{---}} \right) \quad \begin{matrix} 2.7 \\ 2.8 \end{matrix}$$

Keterangan

M = berat isi agregat dalam kondisi kering oven, dalam kg/m<sup>3</sup>

G = berat agregat dan penakar, dalam kg;

T = berat penakar, dalam m<sup>3</sup>;

V = volume penakar, dalam m<sup>3</sup>

F = faktor penakar, dalam m<sup>-3</sup>

- b) Agregat dalam keadaan kering permukaan dihitung menurut persamaan 2.9 berikut:

$$\left( \quad \right) \quad 2.9$$

Keterangan

M<sub>SSD</sub> = berat isi agregat dalam kondisi kering permukaan, kg/m<sup>3</sup>

M = berat isi dalam kondisi kering oven, dalam kg/m<sup>3</sup>

A = absorpsi dalam %

## 2. Kadar Rongga Udara

Kadar rongga udara dalam agregat dihitung menurut persamaan 2.10 berikut:

$$\frac{\left( \quad \right)}{\left( \quad \right)} \quad 2.10$$

Keterangan

M = berat isi agregat dalam kondisi kering oven dalam kg/m<sup>3</sup>

S = berat jenis agregat dalam kering oven dihitung menurut SNI 1969-1990-F dan SNI 1970-1990-F

w = kerapatan air 998 kg/m<sup>3</sup>

- d. Pilihan alat Pemampat

Alat pemampatan harus memenuhi ketentuan sebagai berikut:

1. Dengan batang penusuk, untuk agregat dengan besar butir nominal maksimum 37,5mm atau kurang.
2. Dengan alat ketuk untuk agregat yang memenuhi besar butir nominal antara 150 mm – 37,6 mm.
3. Dengan alat sekop untuk uji gembur atas permintaan khusus.

- e. Prosedur pengujian:

Pengujian berat isi dan rongga udara dalam agregat dapat dilakukan sebagai berikut:

## 1. Kondisi Padat

### a) Cara tusuk:

- 1) Isi penakar sepertiga dari volume penuh dan ratakan dengan batang perata;
- 2) Tusuk lapisan agregat dengan 25x tusukan batang penusuk
- 3) Isi lagi sampai volume menjadi dua per tiga penuh kemudian ratakan dan tusuk seperti diatas
- 4) Isi pemakar sampai berlebih dan tusuk lagi
- 5) Ratakan permukaan agregat dengan batang perata
- 6) Tentukan berat penakar dan isinya dan berat penakar itu sendiri
- 7) Catat beratnya sampai ketelitian 0,05 kg
- 8) Hitung berat isi agregat menurut rumus berat isi diatas
- 9) Hitung kadar rongga udara menurut rumus kadar rongga.

### b) Cara ketuk:

- 1) Isi agregat dalam penakar dengan tiga tahap sesuai cara 1 a) 1)
- 2) Padatkan untuk setiap lapisan dengan cara mengetuk-ngetukan atas penakar dengan secara bergantian diatas lantai yang rata sebanyak 50 kali.
- 3) Ratakan permukaan agregat dengan batang perata samoai rata
- 4) Tentukan berat penakar dan isinya sama seperti langkah a) 6)
- 5) Hitung berat isi dan kadar rongga udara dalam agregat seperti pada langkah a) 8) dan dan a) 9).

## 2. Kondisi Gembur

Kondisi gembur dengan cara sekop atau sendok:

- 1) Isi penakar dengan agregat memakai sekop atau sendok secara berlebihan dan hindarkan terjadinya pemisahan dari butir agregat.
- 2) Ratakan permukaan dengan batang perata
- 3) Tentukan berat penakar dan isinya dan berat penakar sendiri
- 4) Cara beratnya sampai ketelitian 0,05 kg
- 5) Hitung berat isi dan kadar rongga udara dalam agregat seperti langkah pada butir b) 5).

### 2.6.10 Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus (SNI 1970:2008)

Berat jenis adalah perbandingan antara berat dari satuan volume dari suatu material terhadap berat air dengan volume yang sama pada temperature yang ditentukan. Nilai-nilainya adalah tanpa dimensi.

Berat jenis curah kering adalah perbandingan antara berat dari satuan volume agregat (termasuk rongga yang impermeable dan permeable di dalam butir partikel, tetapi tidak termasuk rongga antara butiran partikel) pada suatu temperature tertentu terhadap berat di udara dari air suling bebas gelembung dalam volume yang sama pada suatu temperature tertentu.

Berat jenis curah (jenuh kering permukaan) adalah perbandingan antara berat dari satuan volume agregat (termasuk berat air yang terdapa di dalam rongga akibat perendaman selama (24+4)jam, tetapi tidak termasuk rongga antara butiran partikel) pada suatu temperature tertentu terhadap berat di udara dari air suling bebas gelembung dalam volume yang sama pada suatu temperature tertentu.

Berat jenis semu (*apparent*) adalah perbandingan antara berat dari satuan volume suatu bagian agregat yang impermeable pada suatu temperature tertentu terhadap berat di udara dari air suling bebas gelembung dalam volume yang sama pada suatu temperature tertentu.

Penyerapan air adalah penambahan berat dari suatu agregat akibat air yang meresap kedalam pori-pori, tetapi belum termasuk air yang tertahan pada permukaan luar partikel, dinyatakan sebagai persentase dari berat keringnya. Agregat dikatakan "kering" ketika telah dijaga pada suatu temperature (110±5) °C dalam rentang waktu yang cukup untuk menghilangkan seluruh kandungan air yang ada (sampai beratnya tetap).

Pengujian ini untuk memperoleh angka berat jenis curah, berat jenis kering permukaan dan berat jenis semu serta besarnya angka penyerapan.

- a. Peralatan:
  1. Timbangan
  2. Piknometer
  3. Cetakan

4. Batang penumbuk
  5. Oven
  6. Alat pengukur temperature
  7. Saringan 4,75 mm (No.4)
  8. Talam
  9. Bejana tempat air
- b. Bahan:
1. Agregat halus sebanyak 1000 gram
  2. Air bersih
- c. Prosedur pelaksanaan:
1. Perhatikan bahwa seluruh penentuan berat harus sampai ketelitian 0,1 gram.
  2. Isi piknometer dengan air sebagian saja. Segera setelah itu masukkan ke dalam piknometer (500+10) gram agregat halus dalam kondisi jenuh kering permukaan yang telah dipersiapkan sebelumnya. Tambahkan kembali air sampai kira-kira 90 % kapasitas piknometer. Putar dan guncangkan piknometer dengan tangan untuk menghilangkan gelembung udara yang terdapat di dalam air. Cara uji lain yang dapat digunakan untuk mempercepat pengeluaran gelembung udara dari dalam air diperbolehkan asalkan tidak menimbulkan pemisahan dan merusak butiran agregat. Sesuaikan temperatur piknometer, air dan agregat pada  $(23\pm 2) ^\circ\text{C}$  , apabila diperlukan rendam dalam air yang bersirkulasi. Penuhi piknometer sampai batas pembacaan pengukuran. Timbang berat total dari piknometer, benda uji dan air. Pada umumnya dibutuhkan waktu 15 sampai 20 menit untuk menghilangkan gelembung udara dari dalam air bila menggunakan cara manual. Menyentuh ujung dari handuk kertas ke dalam piknometer cukup efektif untuk menghilangkan buih yang timbul saat menggetarkan atau memutar untuk menghilangkan gelembung, atau dengan cara menambahkan beberapa tetes isopropyl alkohol segera setelah gelembung udara dihilangkan dan

memambahkan air sampai batas pengukuran juga cukup efektif untuk menghilangkan buih yang terbentuk.

- a) Cara alternatif menentukan berat dapat dilakukan dengan menghitung jumlah air yang dibutuhkan untuk mengisi piknometer pada temperatur yang ditentukan secara volumetrik dengan menggunakan buret yang ketelitiannya 0,15 mL. Hitung berat total piknometer, benda uji dan air dengan persamaan 2.11 berikut:

2.11

dengan :

C = berat piknometer, benda uji dan air pada batas pembacaan (gram)

V<sub>a</sub> = volume air yang dimasukkan ke dalam piknometer (mL);

S = berat benda uji kondisi jenuh kering permukaan (gram);

W = berat piknometer kosong (gram)

- b) Langkah alternatif lainnya menggunakan labu Le Chatelier adalah dengan mengisi labu tersebut dengan air sampai pada posisi garis yang berada di antara 0 dan 1 mL. Catat pembacaan ini pada temperatur (23±2) °C. Masukkan 55 gram agregat halus kondisi jenuh kering permukaan ke dalam labu. Setelah semua agregat halus dimasukkan, pasang tutup labu dan putar labu dengan sedikit dimiringkan untuk mengeluarkan gelembung udara yang terjebak, lanjutkan hingga tidak ada lagi gelembung yang naik ke permukaan. Baca posisi akhir pada labu ukur. Jika menggunakan alkohol untuk menghilangkan buih di permukaan air, volume alkohol yang dipergunakan (tidak lebih dari 1 mL) harus dikurangi pada pembacaan terakhir (R<sub>2</sub>)
3. Keluarkan agregat halus dari dalam piknometer, keringkan sampai berat tetap pada temperatur (110±5) °C, dinginkan pada temperatur ruang selama (1,0±0,5) jam dan timbang beratnya. Pada saat mengeringkan dan menimbang berat benda uji dari dalam piknometer, sisa dari contoh uji dalam kondisi jenuh kering permukaan boleh digunakan untuk menimbang berat kering ovennya. Benda uji ini harus

diambil pada saat yang bersamaan dan selisih beratnya hanya 0,2 gram. Jika labu Le Chatelier digunakan, akan diperlukan benda uji yang terpisah untuk menentukan penyerapan air. Timbanglah (500+10) gram benda uji dalam kondisi jenuh kering permukaan yang terpisah, keringkan sampai berat tetap kemudian timbanglah kembali Benda uji ini harus diambil pada saat yang bersamaan dengan yang dimasukkan ke dalam labu Le Chatelier.

4. Timbanglah berat piknometer pada saat terisi air saja sampai batas pembacaan yang ditentukan pada (23+2) °C. Cara alternatif menentukan berat dapat dilakukan dengan menghitung jumlah air yang dibutuhkan untuk mengisi piknometer kosong pada temperatur yang ditentukan secara volumetrik dengan menggunakan buret yang ketelitiannya 0,15 mL. Hitung berat total piknometer dan air dengan persamaan 2.12 berikut ini:

2.12

dengan :

B = berat piknometer dengan air pada batas pembacaan (gram);

W = berat piknometer kosong (gram)

- d. Rumus Perhitungan:

Berat jenis agregat halus dapat dihitung dengan persamaan 2.13 berikut.

$$\left( \frac{B}{W} \right) \text{ ——— } 2.13$$

$$\text{—————} 2.14$$

$$\text{—————} 2.15$$

$$\left( \quad \right) \text{ ——— } 2.16$$

### 2.6.11 Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar

Berdasarkan SNI 1969-2008 Berat jenis adalah perbandingan antara berat dari satuan volume dari suatu material terhadap berat air dengan volume yang sama pada temperatur yang ditentukan. Nilai-nilainya adalah tanpa dimensi.

Berat jenis curah kering adalah perbandingan antara berat dari satuan volume agregat (termasuk rongga yang permeable dan impermeable di dalam butir partikel, tetapi tidak termasuk rongga antara butiran partikel) pada suatu temperatur tertentu terhadap berat di udara dari air suling bebas gelembung dalam volume yang sama pada suatu temperatur tertentu.

Berat jenis curah (jenuh kering permukaan) adalah perbandingan antara berat dari satuan volume agregat (termasuk berat air yang terdapat di dalam rongga akibat perendaman selama (24+4) jam, tetapi tidak termasuk rongga antara butiran partikel) pada suatu temperatur tertentu terhadap berat di udara dari air suling bebas gelembung dalam volume yang sama pada suatu temperatur tertentu.

Berat jenis semu (*apparent*) adalah perbandingan antara berat dari satuan volume suatu bagian agregat yang impermeabel pada suatu temperatur tertentu terhadap berat di udara dari air suling bebas gelembung dalam volume yang sama pada suatu temperatur tertentu.

Penyerapan air adalah penambahan berat dari suatu agregat akibat air yang meresap ke dalam pori-pori, tetapi belum termasuk air yang tertahan pada permukaan luar partikel, dinyatakan sebagai persentase dari berat keringnya; agregat dikatakan "kering" ketika telah dijaga pada suatu temperatur ( $110 \pm 5$ ) °C dalam rentang waktu yang cukup untuk menghilangkan seluruh kandungan air yang ada (sampai beratnya tetap).

Pengujian ini adalah untuk mendapatkan angka untuk berat jenis dan penyerapan air pada agregat kasar.

a. Peralatan:

1. Timbangan
2. Wadah contoh uji
3. Tangki air
4. Alat penggantung (kawat)
5. Saringan 4,75 mm (No.4)

b. Bahan

Agregat halus dalam kondisi SSD sebanyak 1000 gram

c. Prosedur Pengujian

1. Periksa keadaan kering permukaan jenuh dengan mengisi benda uji kedalam cone, masukkan benda uji kedalam cone sampai tiga bagian
2. Kemudian padatkan dengan batang penumbuk selama 25 kali angka kerucut. Keadaan kering permukaan jenuh tercapai bila benda uji runtuh akan tetapi masih dalam keadaan tercetak, apabila masih runtuh ulangi lagi.
3. Ambil agregat halus 500 gram yang lolos saringan no. 4
4. Timbang berat piknometer
5. Setelah itu tambahkan air hingga mencapai 90% isi piknometer tersebut lalu timbang beratnya, kemudian buang airnya.
6. Masukkan 500 gram agregat halus dalam kondisi SSD kedalam piknometer kemudian tambahkan air hingga 90%, kemudian goyangkan piknometer sampai gelembung udara menghilang.
7. Timbang piknometer berisi air dan benda uji dengan timbangan ketelitian 0,1 gram
8. Diamkan selama 24 jam dalam suhu ruangan.
9. Keluarkan benda uji dengan cara menambahkan air kemudian saring untuk memisahkan air dengan agregat menggunakan saringan, kemudian masukkan kedalam wadah lalu keringkan dalam oven dengan suhu  $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$  selama 24 jam
10. Setelah 24 jam keluarkan benda uji dari oven, kemudian timbang benda uji tersebut dan catat beratnya.

d. Rumus Perhitungan

Berat jenis agregat kasar dihitung dengan persamaan 2.17 berikut:

$$\left( \frac{\quad}{\quad} \right) \frac{\quad}{\quad} \quad 2.17$$

$$\frac{\quad}{\quad} \quad 2.18$$

$$\frac{\quad}{\quad} \quad 2.19$$

$$\left( \frac{\quad}{\quad} \right) \text{ — } \quad 2.20$$

### 2.6.12 Pemeriksaan Kadar Lumpur Agregat Halus

Berdasarkan SK SNI S-04-1989-F Kadar lumpur yang berlebih pada agregat dapat membuat kekuatan beton menjadi rendah, sehingga mutu beton yang diinginkan tidak tercapai. Untuk itu diperlukan pemeriksaan mutu agregat (kerikil maupun pasir) agar mendapatkan bahan-bahan campuran beton yang memenuhi syarat, sehingga beton yang dihasilkan nantinya sesuai dengan yang diharapkan.

Kadar lumpur atau bagian yang lebih kecil dari 70 mikro (0,075 mm) maksimum 5% pada agregat halus (pasir).

a. Peralatan:

1. Gelas ukur kapasitas 100 ml 2 buah
2. Alat pengaduk

b. Bahan:

1. Agregat halus secukupnya dengan bahan pelarut air biasa.

c. Prosedur pengujian:

1. Agregat halus dimasukkan kedalam gelas ukur sebanyak 15 ml dan 25 ml
2. Air ditambahkan pada gelas ukur hingga mencapai 115 ml dan 125 ml
3. Tutup permukaan gelas dan kocok untuk mencuci pasir dari lumpur.
4. Setelah dikocok gelas disimpan pada tempat yang datar dan biarkan lumpur mengendap setelah 24 jam
5. Setelah 24 jam ukur tinggi pasir (V1) dan tinggi lumpur (V2) diukur.

d. Rumus Perhitungan:

Kadar lumpur agregat halus dihitung dengan persamaan 2.21 berikut ini.

—————

2.21

### 2.6.13 Pemeriksaan Keausan Agregat Kasar Dengan Mesin Los Angeles

Berdasarkan SNI 2417-2008 Keausan adalah perbandingan antara berat bahan yang hilang atau tergerus (akibat benturan bola-bola baja) terhadap berat bahan awal (semula). Mesin Los Angeles adalah alat simulasi keausan dengan bentuk dan ukuran tertentu terbuat dari pelat baja berputar dengan kecepatan tertentu.

Pengujian ini adalah untuk mengetahui angka keausan agregat kasar dengan menggunakan mesin Los Angeles.

a. Peralatan:

1. Mesin Los Angeles
2. Saringan No. 12.5 mm, 9.5 mm, dan saringan 2.36 mm.
3. Bola baja sebanyak 8 buah
4. Timbangan digital ketelitian 0,1%
5. Oven
6. Wadah
7. Stopwatch

b. Bahan

Agregat kasar sebanyak 5000 gram

c. Prosedur pengujian:

1. Timbang agregat kasar sebanyak 5000 gram, yaitu agregat yang lolos saringan 12,5 mm dan tertahan saringan 9,5 mm.
2. Lalu cuci agregat kasar tersebut hingga bersih dan oven selama 24 jam, dan setelah di oven dinginkan agar suhunya sama dengan suhu ruang.
3. Setelah dingin masukkan benda uji kedalam mesin Los Angeles dan 8 buah bola baja.
4. Nyalakan mesin dengan kecepatan putaran 30 - 33 rpm yaitu sekitar 500 putaran selama 15 menit.
5. Setelah selesai, keluarkan agregat dari mesin Los Angeles dan saring menggunakan saringan 2,36 mm.
6. Timbang berat agregat yang lolos dan tertahan di saringan 2.36 mm
7. Lakukan pengolahan data

d. Rumus Perhitungan:

Keausan agregat kasar dihitung dengan persamaan 2.22 berikut ini.

---

2.22

## 2.7 Penakaran (*Batching*)

Penakaran adalah pengambilan bahan-bahan penyusun beton menurut takaran yang telah ditentukan. Takaran dapat ditentukan dengan perbandingan berat dan perbandingan volume. Untuk mendapat mutu beton yang memenuhi syarat, baik penakaran berat atau penakaran volume harus dilakukan dengan tepat dan teliti (Yudi Risdiyanto, 2013).

Dalam pelaksanaan pekerjaan beton dilapangan lebih mudah dilakukan dengan penakaran volume. Jumlah masing-masing kebutuhan bahan dalam ukuran berat dapat dikonversikan menjadi perbandingan volume dengan membuat takaran yang isinya sesuai dengan perbandingan berat dan dihitung berdasarkan berat satuan jenis bahan yang digunakan (Samekto dan Rahmadiyanto, 2001:16).

Penakaran bahan-bahan penyusun beton yang dihasilkan dari hasil rancangan harus mengikuti ketentuan yang tertuang dalam pasal (3.3.2) SK.SNI.T-28-1991-03 Tentang Tata Cara Pengadukan dan Pengecoran Beton dan ASTM C.685 *Standard Made By Volumetric Batching and Continuous Mixing* serta ASTM.94 sebagai berikut:

1. Beton yang mempunyai kekuatan tekan ( $f^c$ ) lebih besar atau sama dengan 20 Mpa proporsi penakarannya harus didasarkan atas penakaran berat.
2. Beton yang mempunyai kekuatan tekan ( $f^c$ ) lebih kecil dari 20 Mpa proporsi penakarannya boleh menggunakan teknik penakaran volume. Tekniknya harus didasarkan atas penakaran berat yang dikonversikan kedalam penakaran volume untuk setiap campuran bahan penyusunnya.

Dalam penelitian ini akan dilakukan pengerjaan beton dengan perbandingan takaran berat dan takaran volume pada campuran beton. Yang mana penulis akan membuat sampel beton dengan campuran perbandingan takaran berat satuan kg dan sampel beton dengan campuran perbandingan takaran volume satuan wadah mould.

### 2.7.1 Penakaran Berat Beton

Takaran berat beton adalah merujuk pada jumlah bahan yang digunakan dalam campuran beton, yang biasanya diukur dalam satuan berat seperti kilogram (kg) atau ton. Takaran berat terdiri dari komponen utama beton, yaitu semen, agregat kasar, agregat halus, dan air.

Yang dimaksud dengan beton takaran berat adalah beton yang pembuatannya menggunakan standar timbangan, penulis menggunakan timbangan yang ada di laboratorium Teknik Sipil Universitas HKBP Nommensen Medan seperti pada Gambar 2.3 berikut ini.



Gambar 2.3 Timbangan yang digunakan dalam penakaran berat  
(sumber: dokumen pribadi, 2023)

### 2.7.2 Penakaran Volume Beton

Volume beton adalah merujuk pada ruang yang diisi oleh campuran beton dalam suatu struktur atau elemen. Volume beton dapat diukur dalam satuan kubik, seperti meter kubik atau kaki kubik.

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. Cara pembuatannya menyesuaikan dengan proporsi campuran 1 :

2 : 3 dan fas 0,5. Langsung saja kita misalkan perbandingan tadi sebagai wadah mould , misal 1 mould semen : 2 mould pasir : 3 mould kerikil dan setengah mould air. Pada penelitian ini, penulis menggunakan wadah mould berbentuk tabung dengan ukuran diameter 21 cm dan tinggi 28 cm sebagai ukuran untuk menakar bahan penyusun beton yang akan dibuat. Berikut Gambar 2.4 wadah yang digunakan untuk penakaran volume.



Gambar 2.4 Wadah mould yang digunakan dalam takaran volume  
(Sumber: dokumen pribadi, 2023)

## 2.8 Metode Pencampuran

Proporsi campuran dari bahan-bahan penyusun beton ini ditentukan melalui perancangan beton (*mix design*). Hal ini dimaksudkan agar proporsi campuran dari campuran dapat memenuhi syarat kekuatan serta dapat memenuhi aspek ekonomis. Metode perancangan ini pada dasarnya 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 Semen Association*
- 3) *Road Note No.4*
- 4) *British Standard, Department of engineering*
- 5) Departemen Pekerjaan Umum (SK SNI T-15-1990-03)
- 6) Metode coba-coba

Perancangan campuran beton dimaksudkan untuk mengetahui komposisi atau proporsi bahan-bahan penyusun beton. Metode campuran yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode coba-coba yang mana Proporsi campuran dari bahan-bahan penyusun beton sudah ditetapkan diawal yaitu dengan campuran beton 1 : 2 : 3 dan Faktor Air Semen 0,5.

## 2.9 Pengadukan (Pencampuran Beton)

Campuran beton merupakan perpaduan dari komposisi material penyusunnya. Metode pengadukan atau pencampuran beton akan menentukan sifat kekuatan dari beton, walaupun rencana campuran baik dan syarat mutu bahan terpenuhi, pengadukan yang tidak baik akan menyebabkan bleeding, dan hal-hal lain yang tidak dikehendaki.

Secara umum pengadukan dilakukan sampai didapatkan suatu sifat yang plastis dalam campuran beton segar. Indikasinya adalah warna adukan merata, kelecekan yang cukup, dan tampak *homogeny*. Selama proses pengadukan, harus dilakukan pemadatan rinci mengenai:

1. Jumlah *batch-aduk* yang dihasilkan
2. Proporsi material
3. Perkiraan lokasi dari penuangan akhir dari struktur
4. Waktu dan tanggal pengadukan serta penuangan.

Pengadukan yang dilakukan dalam penelitian ini adalah pengadukan menggunakan mesin (*concrete mixer*). Ketentuan mengenai waktu pengadukan minimal dapat dilihat Tabel 2.9 berikut.

Tabel 2.9 Waktu Pengadukan Minimal

No	Kapasitas Dari Mixer (m <sup>3</sup> )	ASTM C.94 dan ACI 318
1	0,8 - 3,1	1 menit
2	3,8 - 4,6	2 menit
3	7,6	3 menit

(Sumber: Tri Mulyono 2003, h.220 Teknologi Beton)

Menurut SK.SNI.T-28-1991-03 Ps. (3.3.3), waktu pengadukan minimal untuk campuran beton yang volumenya lebih kecil atau sama dengan 1 m<sup>3</sup> adalah 1,5 menit, dan ditambah selama 0,5 menit untuk penambahan 1 m<sup>3</sup> beton serta pengadukan ditambah selama 1,5 menit setelah semua bahan tercampur.

Waktu pengadukan ini akan berpengaruh pada mutu beton. Jika terlalu sebentar pencampuran bahan kurang merata, sehingga pengikatan antara bahan-bahan beton akan berkurang. Sebaliknya pengadukan yang terlalu lama akan mengakibatkan:

1. Naiknya suhu beton
2. Keausan pada agregat sehingga agregat pecah
3. Terjadinya kehilangan air sehingga penambahan air diperlukan.
4. Bertambahnya nilai *slump*
5. Menurunnya kekuatan beton

Selama proses pengadukan, kekentalan campuran beton harus diawasi terus dengan cara memeriksa nilai *slump* yang disesuaikan dengan syarat pengadukan. Mesin pengaduk atau molen yang digunakan dalam penelitian dapat dilihat pada Gambar 2.5 berikut.



Gambar 2.5 Mesin Pengaduk/ molen yang digunakan dalam penelitian  
(Sumber: dokumentasi pribadi, 2023)

## 2.10 Pengujian Beton Segar (*Slump Test*)

*Slump test* adalah salah satu cara untuk mengukur kecairan atau kepadatan dalam adukan beton. Tujuan *slump test* adalah untuk mengecek adanya perubahan kadar air yang ada dalam adukan beton, sedangkan pemeriksaan nilai slump dimaksud untuk mengetahui konsistensi beton dan sifatnya *workability* (kemudahan dalam pekerjaan) beton sesuai dengan syarat-syarat yang ditetapkan, semakin rendah nilai slump menunjukkan bahwa beton semakin kental dan nilai slump yang tertinggi menunjukkan bahwa beton tersebut semakin encer. Kerucut abrams yang digunakan dalam penelitian dapat dilihat dalam Gambar 2.6.

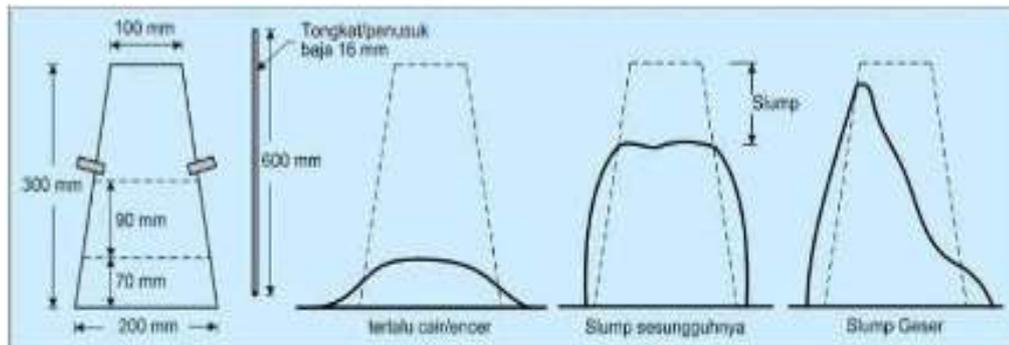


Gambar 2.6 Kerucut Abrams  
(Sumber: dokumen pribadi, 2023)

Adapun jenis *slump* dibagi atas 3 jenis, yaitu:

1. *Slump* sesungguhnya, merupakan penurunan umum dan seragam tanpa adukan beton yang pecah, pengambilan nilai slump ini dengan mengukur penurunan minimum dari puncak kerucut
2. *Slump* geser, terjadi bila separuh puncak kerucut adukan beton tergeser dan tergelincir kebawah pada bidang miring. Pengambilan nilai slump ada dua cara yaitu 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. Jenis slump dapat dicermati pada Gambar 2.7 berikut ini.



Gambar 2.7 Jenis Slump  
(Sumber: Firdausia 2018)

Dianjurkan penggunaan nilai-nilai *slump* yang terletak didalam batasan yang telah ditentukan yang ditentukan dalam Tabel 2.10 berikut.

Tabel 2.10 Penetapan Nilai Slump

Pemakaian Beton	Slump (Cm)	
	Maksimum	Minimum
Dinding, pelat pondasi dan pondasi telapak bertulang	12,5	5,0
Pondasi telapak tidak bertulang koison, struktur dibawah tanah	9,0	2,5
Plat, balok, kolom, dan dinding	15,0	7,5
Pengerasan jalan	7,5	5,0
Pembetonan massa	7,5	2,5

(Sumber: Tjokrodimuljo, 1996)

## 2.11 Perawatan Beton

Perawatan beton adalah usaha untuk merawat beton dengan tujuan utama untuk menjaga kadar air (didalam beton) yang mencukupi, artinya dalam kualitas yang mencukupi untuk keperluan pertumbuhan optimal kekakuan beton serta temperature normal, terutama pada umur beton yang masih muda agar kekuatan dan kinerja beton dapat tumbuh dengan normal.

Karenanya perawatan beton merupakan suatu prosedur yang penting dalam proses pelaksanaan suatu bangunan, terutama didaerah tropis yang umumnya bersuhu udara panas, untuk bisa menghasilkan struktur dengan kekuatan dan kinerja beton hanya akan tumbuh secara maksimal bila perawatan (curing) dilakukan dengan baik dan benar sejak umur beton yang dini (Supartono, 1997)

Perawatan yang dilakukan pada penelitian ini adalah perawatan dengan pembasahan. Pekerjaan perawatan dengan pembasahan ini dapat dilakukan dengan beberapa cara berikut:

1. Menaruh beton segar dalam ruang lembab
2. Menaruh beton segar dalam genangan air
3. Menaruh beton segar dalam air
4. Menyelimuti permukaan beton dengan air
5. Menyelimuti permukaan beton dengan karung basah
6. Menyirami permukaan beton secara kontiniu
7. Melapisi permukaan beton dengan air dengan melakukan compound

Cara 1, 2 dan 3 digunakan untuk benda uji, cara 4, 5 dan digunakan untuk beton dilapangan yang permukaannya mendatar, sedangkan cara 6 dan 7 digunakan untuk yang permukaannya vertical. Fungsi utama dari perawatan beton adalah untuk menghindarkan beton dari:

- 1) Kehilangan air semen yang banyak pada saat-saat *setting time concrete*.
- 2) Kehilangan air akibat penguapan pada hari-hari pertama
- 3) Perbedaan suhu beton dengan lingkungan yang terlalu besar.

## **2.12 Kuat Tekan Beton**

Beton bersifat plastis dan basah saat permulaan dibuat kemudian secara perlahan-lahan berubah menjadi keras dan kaku seperti batu. Beton memiliki sifat kuat tekan yang tinggi namun kuat tarik yang lemah.

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 per satuan luas. Walaupun dalam beton terdapat tegangan tarik yang kecil, diasumsikan bahwa semua tegangan tekan didukung oleh beton tersebut.

Kuat tekan beton masing-masing benda uji silinder dapat dicari dengan persamaan 2.23 berikut:

$$— \tag{2.23}$$

Kuat tekan rata-rata dari masing-masing benda uji silinder dapat dicari dengan persamaan 2.24 berikut:

$$\Sigma \text{—————} \tag{2.24}$$

Atas adanya variasi kekuatan tekan beton maka diperlukan adanya pengendalian terhadap mutu (*quality control*) untuk memperoleh kekuatan tekan yang hampir seragam. Standar deviasi merupakan rata-rata ukuran besar kecilnya penyebaran yang menjadi ukuran dari mutu pelaksanaannya. Semakin besar penyebarannya maka semakin buruk mutu pelaksanaan tersebut. Nilai Standar Deviasi dihitung dengan persamaan 2.25 berikut ini:

$$\sqrt{\frac{\Sigma ( \text{—————} )}{n}} \tag{2.25}$$

Nilai standar deviasi pengendalian mutu dapat dilihat pada Tabel 2.11 berikut:

Tabel 2.11 Nilai deviasi standar pengendalian mutu pekerjaan

Tingkat pengendalian mutu	SD
Memuaskan	2,8
Sangat baik	3,5
Baik	4,2
Cukup	5,6
Jelek	7,0
Tanpa kendali	8,4

(sumber: SNI 03-2834-1993)

Kuat Tekan Beton total dapat dihitung dengan persamaan 2.26 berikut:

2.26

Dimana,

$f'_{ci}$  = kuat tekan beton (Mpa)

A = luas permukaan silinder ( $\text{mm}^2$ )

$P_i$  = beban maksimum masing-masing benda uji (N)

$f'_{cr}$  = kuat tekan rata-rata (Mpa)

SD = standar deviasi

n = jumlah sampel

k (1,64) = ketetapan static yang nilainya tergantung pada persentase kegagalan hasil uji sebesar maks. 5%.

### 2.13 Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu membantu mempermudah didalam menentukan langkah-langkah yang sistematis dalam penyusunan penelitian dari segi teori dan konsep. Penelitian terdahulu digunakan sebagai acuan atau referensi untuk memudahkan membuat penelitian secara keseluruhan. Penelitian terdahulu tentang kajian penakaran berat dan volume terhadap kuat tekan beton.

Penelitian terdahulu dapat dilihat pada Tabel 2.12 berikut ini:

Tabel 2.12 Penelitian terdahulu

No	Nama Peneliti	Judul Penelitian	Kesimpulan
1.	Arman. A <sup>1*</sup> , Herix Sonata M.S <sup>1</sup> dan Septico Dicky Ammarta <sup>2</sup>	Kajian Kuat Tekan Beton Dengan Perbandingan Volume Dan Perbandingan Berat Untuk Beton Normal Menggunakan Agregat Alami	Kuat tekan beton dengan Perbandingan Berat umur 3 hari sebesar 118,37 Kg/cm <sup>2</sup> dan umur 28 hari sebesar 245,78Kg/cm <sup>2</sup> . Sedangkan kuat tekan untuk beton dengan Perbandingan Volume umur 3 hari sebesar 106,37Kg/cm <sup>2</sup> dan umur 28 hari sebesar 230,96Kg/cm <sup>2</sup> . Beton yang dibuat dengan Perbandingan Berat memiliki kuat tekan yang relatif lebih tinggi dari pada beton yang dibuat dengan Perbandingan Volume dengan ketentuan jumlah kebutuhan bahan dan agregat yang sama.
2.	Yudi Risdiyanto	Kajian Kuat Tekan Beton Dengan Perbandingan Volume Dan Perbandingan Berat Untuk Produksi Beton Massa Menggunakan Agregat Kasar Batu Pecah Merapi (Studi Kasus Pada Proyek Pembangunan Sabo Dam	Kuat tekan beton dengan Perbandingan Berat (PRB) umur 7 hari sebesar 29,58 MPa dan umur 28 hari sebesar 35,20 MPa. Sedangkan kuat tekan untuk beton dengan Perbandingan Volume (PRV) umur 7 hari sebesar 31,04 MPa dan umur 28 hari sebesar 38,13 MPa. Beton yang dibuat dengan Perbandingan Volume (PRV) memiliki kuat tekan yang relatif lebih tinggi dari pada beton yang dibuat dengan Perbandingan Berat (PRB), dengan ketentuan jumlah kebutuhan bahan dan agregat yang sama. Kekuatan beton berkisar 30 - 40 MPa.
3	Holin Pasra Handayana	Pengaruh Perbandingan volume dan perbandingan berat terhadap mutu rencana f <sup>'</sup> c 20 MPa.	Kuat tekan pada perbandingan berat umur 28 hari adalah 22,45 MP pada pembuatan pertama dan 20,74 pada pembuatan kedua. Kuat tekan perbandingan volume relatif lebih tinggi yaitu 26, 21 MPa pada pembuatan pertama dan 22,13 MPa pada pembuatan kedua.

## **BAB III**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

#### **3.1 Metode Penelitian**

Metode Penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah metode eksperimental, yaitu membuat sampel beton berbentuk silinder dengan perbandingan takaran berat dan volume. Namun pada pembuatan sampel beton ini dengan menggunakan wadah mould sebagai takaran volume dan timbangan sebagai takaran berat.

#### **3.2 Lokasi Penelitian**

Kegiatan penelitian mulai dari persiapan, pengelolaan dan pembuatan benda uji serta pengujian kuat tekan sampai dengan selesai dilakukan di Laboratorium Beton/ Konstruksi Fakultas Teknik Universitas HKBP Nommensen Medan.

#### **3.3 Waktu Penelitian**

Penelitian ini dilakukan mulai dari tanggal 26 juni 2023 sampai dengan tanggal 9 agustus 2023.

#### **3.4 Alat dan Bahan**

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan alat yang tersedia di Laboratorium Beton/Konstruksi Teknik Sipil Universitas HKBP Nommensen Medan dan juga menggunakan bahan-bahan yang sudah disiapkan sebelumnya agar terlaksananya proses pembuatan beton perbandingan takaran berat dan volume dengan baik.

##### **3.4.1 Alat**

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

- a. Molen (*concrete mixer*)
- b. Cetakan silinder beton diameter 15 cm dan tinggi 30 cm
- c. Alat pemadat
- d. Kerucut Abrams
- e. Wadah penakaran

- f. Satu Set Saringan/ Ayakan
- g. Neraca/ timbangan
- h. Mistar/ penggaris
- i. Mesin Abrasi
- j. Gelas ukur
- k. Sekop
- l. Oven
- m. Mesin Uji kuat tekan beton
- n. Plat baja
- o. dan alat Bantu Lainnya.

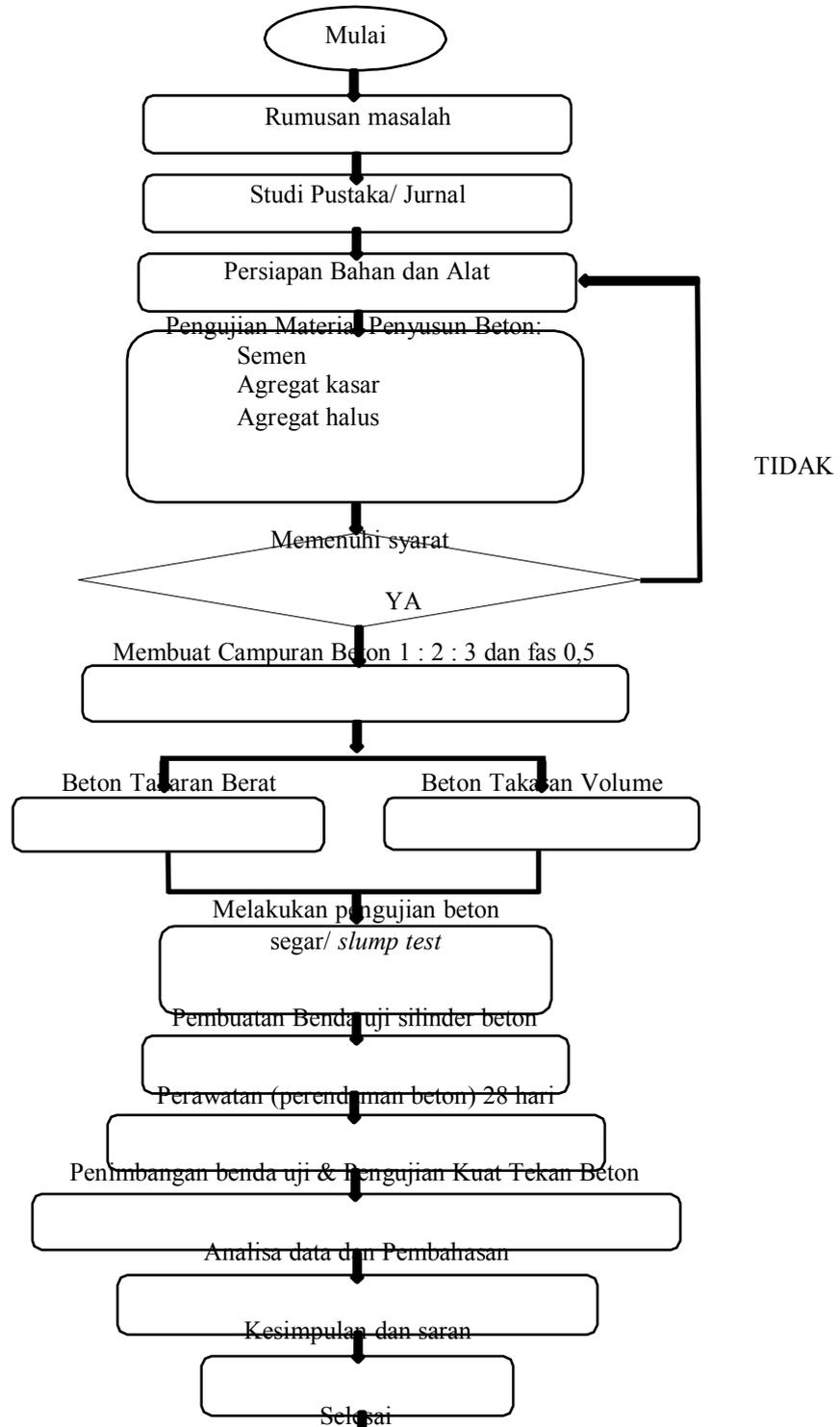
### **3.4.2 Bahan**

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

1. Semen *Portland* type I merk Andalas kemasan 40 kg
2. Agregat kasar atau kerikil dari sungai Galang
3. Agregat Halus atau Pasir dari sungai Galang
4. Air yang ada di Laboratorium Fakultas Teknik Universitas HKBP Nommensen Medan, secara visual jernih, tidak berwarna dan tidak berbau.

### 3.5 Alur Penelitian

Berikut adalah Gambar 3.1 bagan alir penelitian dalam penyusunan skripsi.



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

### 3.6 Variabel dan Parameter

Variabel adalah atribut dari sekelompok objek yang mempunyai variasi antara satu objek dengan objek lainnya, variabel dari penelitian ini adalah dengan membedakan metode pembuatan beton dengan menggunakan takaran berat dengan satuan kg dan takaran volume. Jenis benda uji silinder beton yang dibuat dapat dilihat dalam Tabel 3.1 berikut.

Tabel 3.1 Jenis Beton dengan jumlah sampel benda uji silinder

No	Jenis Beton	Umur Beton	Jumlah (buah)
1	Beton dengan takaran berat	28 hari	12
2	Beton dengan takaran volume	28 hari	12
Total Jumlah Sampel			24

### 3.7 Tahapan Penakaran Bahan Penyusun Beton

Penakaran bahan yang akan digunakan harus berdasarkan perbandingan campuran yang direncanakan yaitu proporsi campuran 1 : 2 : 3 dan fas 0,5.

#### 3.7.1 Tahapan Penakaran Berat

Penakaran berat dilakukan dengan menimbang setiap bahan sesuai dengan kebutuhan 12 buah benda uji dengan satuan kg, berikut langkah-langkahnya:

1. Siapkan bahan material yang akan di timbang
2. Siapkan timbangan, wadah tempat bahan material
3. Timbang semen sebanyak 24 kg, timbang pasir sebanyak 48 kg, timbang kerikil sebanyak 72 kg, timbang air sebanyak 12 kg, dan setelah bahan siap dicampur atau diaduk.
4. Kemudian bahan material siap dilakukan pencampuran/pengadukan.

#### 3.7.2 Tahapan Penakaran Volume

Penakaran dengan volume dilakukan dengan mengukur setiap bahan dengan menggunakan wadah mould berbentuk tabung sebagai satuan takarannya, berikut langkah-langkah menakar bahan dengan volume:

1. Siapkan bahan material yang akan ditakar
2. Siapkan wadah mould penakar volume ukuran diameter 21, tinggi 28 cm
3. Timbang wadah saat keadaan kosong lalu dicatat, isi semen dalam wadah sampe penuh, lalu ditimbang dan dicatat, isi pasir kedalam wadah sampe penuh lalu ditimbang dan dicatat, isi kerikil kedalam wadah sampe penuh lalu ditimbang dan dicatat, dan yang terakhir isi air kedalam wadah sebanyak setengah dari isi wadah kemudian di timbang dan dicatat.
4. Kemudian bahan material siap dilakukan pencampuran/pengadukan

### **3.8 Tahapan Pencampuran/ Pengadukan Beton**

Berdasarkan SNI 03-3976-1995 Tahapan pengadukan dan pengecoran beton dimaksudkan untuk digunakan sebagai acuan dan pegangan bagi para pelaksana pekerjaan beton. Tujuan dari tata cara ini meliputi persyaratan, ketentuan dari cara pengerjaan pengadukan dan pengecoran beton normal dilapangan.

- a. peralatan:
  1. Mesin pengaduk/ molen
  2. Tongkat baja
  3. Sekop dan alat bantu lainnya
- b. Bahan
  1. Semen, pasir, kerikil, air yang sebelumnya sudah ditakar
- c. Metode pelaksanaan
  1. Semua kotoran, serpihan beton dan material lain yang menempel pada permukaan mesin pengaduk harus di singkirkan terlebih dahulu sebelum bahan di masukkan dalam mesin.
  2. Basahi permukaan molen, kemudian tuang bahan campuran beton secara perlahan, dengan kondisi mesin molen sudah hidup.
  3. Pengadukan beton dilakukan tidak kurang dari 11/2 menit untuk setiap lebih kecil atau sama dengan 1 m<sup>3</sup> adukan, waktu pengadukan harus ditambah ½ menit untuk setiap penambahan kapasitas 1 m<sup>3</sup> adukan.
  4. Pengadukan harus dilanjutkan minimal 11/2 menit setelah semua bahan dimasukkan kedalam mesin pengaduk (atau sesuai spesifikasi alat pengaduk);
  5. Selama pengadukan berlangsung kekentalan adukan harus diawasi terus menerus dengan memeriksa slump pada setiap campuran beton.

### 3.9 Tahapan Pengujian Beton Segar/ *Slump Test*

Berdasarkan SNI 03-1972-1990 *Slump* beton ialah besaran kekentalan (*viscosity*) / plastisitas dan kohesif dari beton segar. Pengujian ini bertujuan untuk untuk memperoleh angka *slump*.

a. Peralatan:

1. Kerucut Abrams
2. Pelat baja
3. tongkat pemadat diameter 1,6 cm dan panjang 60 cm
4. Penggaris/ mistar ukur

b. Bahan:

Adukan beton segar

c. Langkah-langkah pengujian *Slump Test* dapat dilakukan sebagai berikut:

1. Basahilah cetakan kerucut dan pelat baja dengan kain basah
2. Letakkan cetakan di atas pelat dengan kokoh
3. Isilah cetakan sampai penuh dengan beton segar dalam 3 lapis; tiap lapis berisi kira-kira  $\frac{1}{3}$  dari isi cetakkan; setiap lapis ditusuk dengan tongkat pemadat sebanyak 25 tusukan secara merata; tongkat harus masuk sampai lapisan bagian bawah tiap-tiap lapisan; pada lapisan pertama penusukan lapisan tepi tongkat dimiringkan sesuai dengan kemiringan cetakan.
4. Segera setelah selesai penusukan, ratakan permukaan benda uji dengan tongkat dan semua sisa benda uji yang jatuh disekitar cetakan harus disingkirkan; kemudian cetakan diangkat perlahan-lahan tegak lurus keatas; seluruh pengujian mulai dari pengisian sampai cetakan diangkat harus selesai dalam jangka waktu 2,5 menit.
5. Angkat dan balikkan cetakan dan letakkan perlahan-lahan disamping benda uji; ukurlah *slump* yang terjadi dengan menentukan perbedaan tinggi cetakan dengan tinggi rata-rata benda uji.
6. Lakukan percobaan diatas sebanyak 2 kali pada sampel yang sama untuk mendapatkan nilai *slump* rata-rata.

### 3.10 Tahapan Pembuatan Benda Uji

Pencampuran bahan-bahan penyusun beton dilakukan agar diperoleh suatu komposisi yang solid dari bahan-bahan penyusun berdasarkan rancangan campuran beton. Adapun tahapan dalam pelaksanaan dilapangan meliputi:

#### 1. Persiapan

Sebelum pelaksanaan, hal-hal yang dilakukan adalah membersihkan semua peralatan untuk pengadukan dan pengangkutan beton, membersihkan cetakan benda uji dan melapisi cetakan tersebut dengan minyak mineral untuk memudahkan pembukaan benda uji, menentukan jenis anyaman dan menentukan target capaian penelitian.

#### 2. Pengumpulan Bahan

Pengumpulan bahan berupa semen, pasir, kerikil dan air.

#### 3. Pembuatan benda uji beton, yaitu pengecoran atau pencetakan beton.

- a. Benda-benda uji dibuat dengan cetakan yang sesuai dengan bentuk silinder. Cetakan disapu sebelumnya dengan minyak agar mudah dilepaskan dari cetakan.
- b. Adukan beton diambil langsung dari wadah adukan beton dengan menggunakan ember atau alat lainnya yang tidak menyerap air.
- c. Cetakan diisi dengan adukan beton sampai merata
- d. Setelah cetakan terisi semua, kemudian dipadatkan dengan alat getar (vibrator) selama  $\pm 5$  detik dan biarkan beton dalam cetakan selama 24 jam. Cetakan yang berisi beton segar diletakkan di tempat yang bebas dari getaran.
- e. Selama 24 jam, benda uji dikeluarkan dari cetakan kemudian direndam dalam bak perendam berisi air yang telah memenuhi persyaratan untuk perawatan (curing) selama waktu yang dikehendaki.

#### 4. Dokumentasi Penelitian

Setiap langkah-langkah pengerjaan di dokumentasikan agar menjadi alat bukti penelitian.

### 3.11 Tahapan Perawatan Benda Uji

Perawatan beton dilakukan setelah beton mengeras. Tujuan perawatan beton agar beton tidak terlalu cepat kehilangan air, dan menjaga kelembapan beton agar mutu beton sesuai dengan yang direncanakan. Perawatan beton yang dilakukan ada berbagai cara.

1. Permukaan cetakan bagian luar harus dijaga jangan sampai berhubungan langsung dengan air selama 24 jam pertama setelah beton dicetak, sebab dapat merubah air dalam adukan dan menyebabkan rusaknya benda uji.
2. Rendamlah seluruh benda uji dalam air yang mempunyai suhu  $23 \pm 2^{\circ}\text{C}$  mulai pelepasan dari cetakan hingga saat pengujian dilakukan.
3. Ruang penyimpanan harus bebas dari getaran terutama pada waktu 48 jam pertama setelah benda uji disimpan.
4. Perawatan benda uji dapat juga dilakukan dengan cara merendam didalam air yang jenuh kapur atau disimpan didalam ruang lembab.
5. Benda uji harus dijaga dari tetesan air atau aliran air dari luar.
6. Perendaman dilakukan setelah 24 jam atau setelah beton mengering. Lamanya perendaman dilakukan sesuai dengan perencanaan, yaitu 28 hari.

### 3.12 Tahapan Pengujian Kuat Tekan Beton

Menentukan kuat tekan beton yang berbentuk silinder yang dibuat dan dirawat (*cured*) di laboratorium.

- a. Peralatan yang digunakan:
  1. Timbangan digital
  2. Universal Testing Machine
- b. Prosedur pengujian:
  1. Benda uji diambil sesuai dengan umur beton yang dikehendaki, kemudian bersihkan dari kotoran yang menempel dengan kain lembab.
  2. Benda uji ditimbang dengan menggunakan timbangan digital
  3. Benda uji diletakkan pada mesin uji tekan secara memanjang, setelah itu mesin uji dinyalakan.
  4. Pembebanan dilakukan sampai benda uji hancur dan catat beban maksimum hancur yang terjadi setelah pengujian.
  5. Langkah (1), (2), (3), dan (4) diulangi sesuai dengan jumlah benda uji yang akan ditentukan kekuatan tekan.