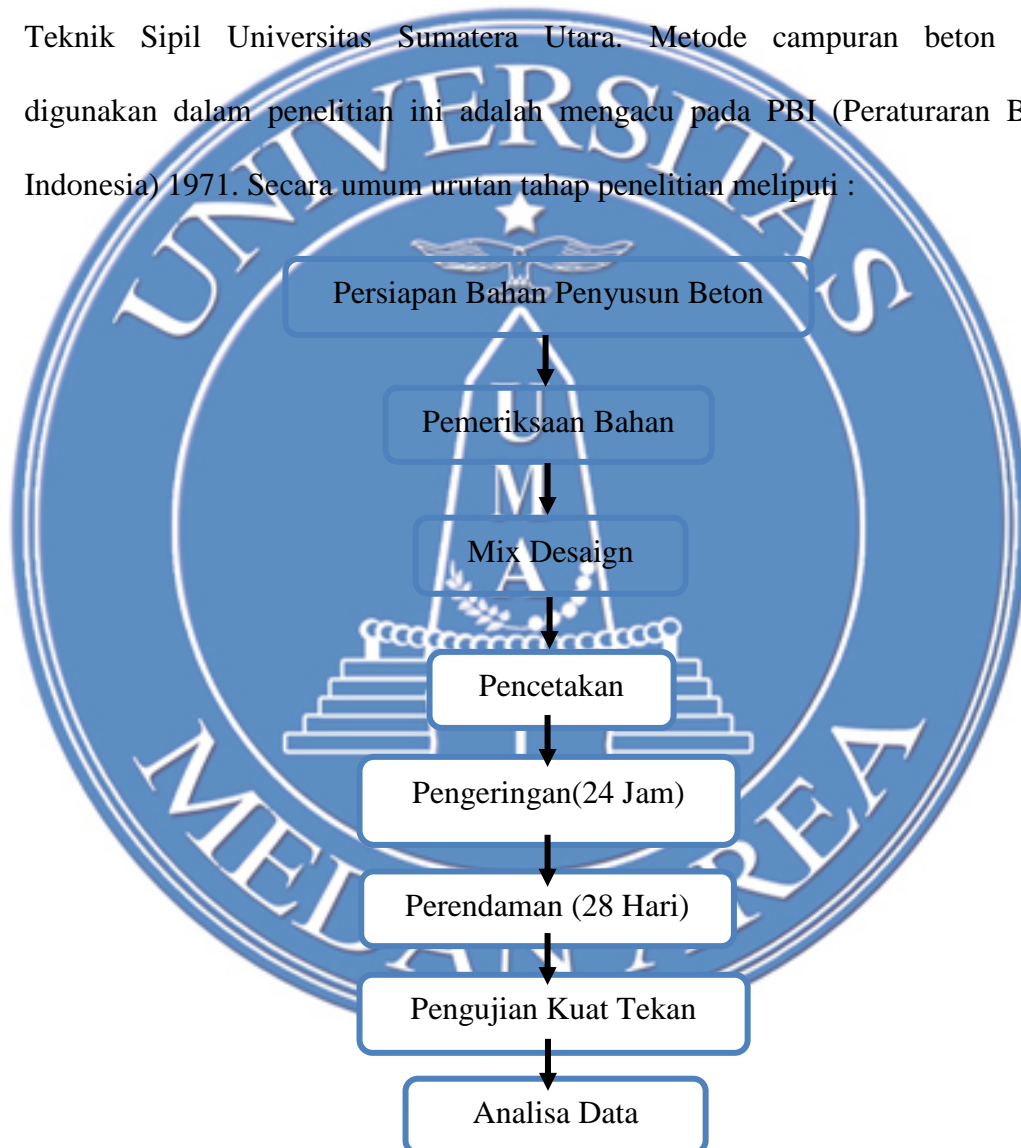


## BAB III

### METODE PENELITIAN

#### 3.1 Umum

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Beton Fakultas Teknik Departemen Teknik Sipil Universitas Sumatera Utara. Metode campuran beton yang digunakan dalam penelitian ini adalah mengacu pada PBI (Peraturan Beton Indonesia) 1971. Secara umum urutan tahap penelitian meliputi :



Gambar 3.1 Diagram Alir Pembuatan Benda Uji

#### 3.2 Pemeriksaan Material

##### 3.2.1 Pemeriksaan Analisa Ayakan Agregat Halus

Agregat dengan gradasi yang jelek tidak bisa dipakai sebagai campuran beton, oleh karena itu gradasi dari agregat halus sangat mempengaruhi kekuatan adukan beton. Agregat dengan gradasi yang jelek akan mengisi ruang-ruang kosong yang tidak dapat diisi oleh material lain sehingga menghasilkan beton yang padat disamping untuk mengurangi penyusutan. Agregat halus harus mempunyai susunan besar butiran dalam batas-batas seperti yang diperlihatkan pada tabel 3.1.

**Tabel 3.1 Susunan Besar Butiran Agregat Halus (ASTM, 1991)**

Susunan Besar Butiran Agregat Halus (ASTM, 1991) Ukuran Lubang Ayakan (mm)	Persentase 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	02 - 10

Derajat kehalusan (kekasaran) suatu agregat ditentukan oleh modulus kehalusan (*Fineness Modulus*) dengan batasan-batasan sebagai berikut:

Pasir halus :  $2,20 < FM < 2,60$

Pasir sedang :  $2,60 < FM < 2,90$

Pasir kasar :  $2,90 < FM < 3,20$

Nilai FM dapat dicari dengan rumus:

$$FM = \frac{\sum \% \text{ Tertahan Kumulatif}}{100}$$

Peralatan yang digunakan adalah oven, timbangan, 1 set ayakan (4,75mm; 2,36mm; 1,18mm; 0,6mm; 0,3mm dan 0,15mm), wadah, kuas dan mesin *Sieve Shaker*.

Prosedur pengerjaan :

1. Ayak pasir dengan susunan ayakan 4mm ke atas.
2. Pasir yang lolos ayakan 4, timbang sebanyak 1000 gr.
3. Kemudian ayak dengan susunan ayakan 4mm ke bawah memakai mesin penggetar (*Sieve Shaker*) selama 15 menit.
4. Bersihkan agregat halus yang tertinggal ditiap masing-masing ayakan dengan kuas, kemudian timbang agregat halus yang tertahan dimasing-masing ayakan dan hitung persentase yang tertahan.

Dari hasil pemeriksaan analisa ayakan agregat halus, didapat :

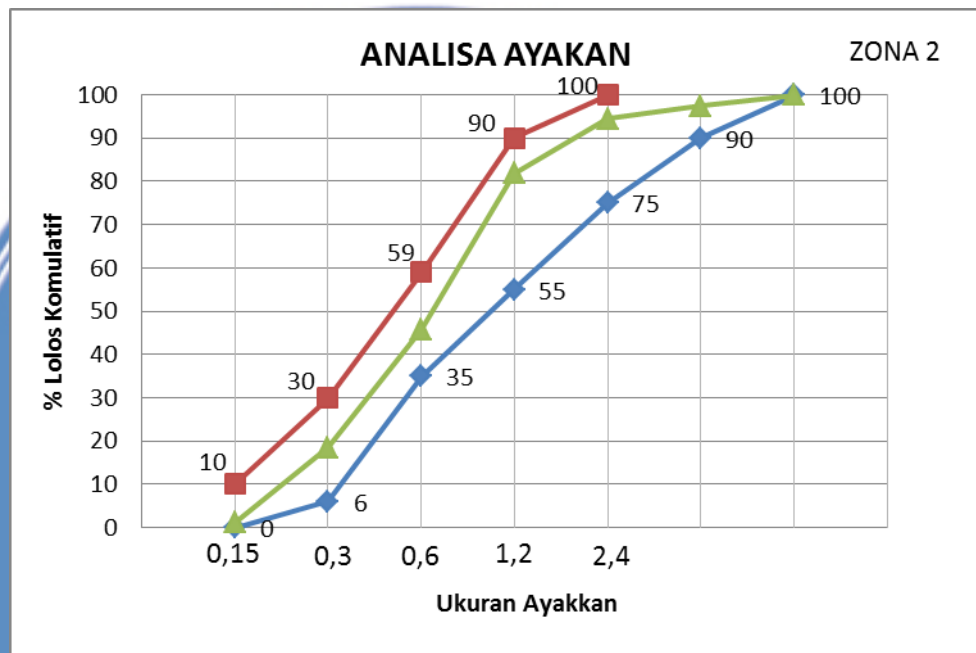
**Tabel 3.2 Hasil Pemeriksaan Analisa Ayakan Agregat Halus**

Diameter Ayakan (mm) (No.)	Berat Fraksi Tertahan				Kumulatif	
	Berat Benda Uji 1 (gram)	Berat Benda Uji 2 (gram)	Berat Total (gram)	%	Tertahan (%)	Lolos (%)
	9.50 (3/8 - in)	0	0	0	0	0
4.75 (No.4)	21	32	53	2,65	2,65	97,35
2.36 (No.8)	36	21	57	2,85	5,5	94,50
1.18 (No.16)	110	143	253	12,65	18,15	81,85
0.60 (No.30)	359	362	721	36,05	54,2	45,80
0.30 (No.50)	278	268	546	27,3	81,5	18,50
0.15 (No.100)	186	162	348	17,4	98,9	1,10 (Lanjutan)
Pan	10	12	22	1,1	100	0
Total	1000	1000	2000	100	0	0

$$Fineness\ Modulus = \frac{260,9}{100} = 2,61$$

Dari hasil percobaan diperoleh *Fineness Modulus* (FM) sebesar 2,6, dapat disimpulkan bahwa pasir yang dipakai termasuk pasir sedang karena berada dalam standart standart pasir sedang, yakni  $2,6 < FM < 2,9$ .

Bila dimasukkan kedalam grafik zona untuk agregat halus, maka pasir tergolong kedalam zona 2.



Gambar 3.2 Grafik Zona 2 Analisa Ayakan Pasir

### 3.2.2 Pemeriksaan Kadar Lumpur Agregat Halus

Tujuan pemeriksaan ini adalah untuk menentukan apakah agregat halus yang diuji layak dipakai atau tidak untuk beton berdasarkan kadar lumpur yang dikandungnya.

Kadar lumpur atau bagian yang lebih kecil dari 75 mikron (ayakan no.200), tidak boleh melebihi 5% (terhadap berat kering). Apabila kadar lumpur melebihi 5% maka agregat halus harus dicuci.

Persentase kadar lumpur dapat dihitung dengan cara:

$$\text{Kadar Lumpur} = \frac{W_1 - W_2}{W_1} \times 100\%$$

$W_1$  = Berat agregat kering oven sebelum dicuci (gr)

$W_2$  = Berat agregat kering oven setelah dicuci (gr)

Peralatan yang digunakan adalah timbangan, oven, wadah dan ayakan No. 200. Langkah awal untuk persiapan pengujian kadar lumpur adalah timbang berat contoh agregat kering minimum tergantung dari ukuran agregat maksimum sesuai dengan daftar berikut:

**Tabel 3.3 Ukuran Agregat Maksimum dengan Berat**

No	Ukuran Agregat Maksimum (mm)	Berat Contoh Kering Minimum (gr)
1	2,36	100
2	4,80	500
3	9,60	2000
4	19,10	2500
5	38,10	5000

Prosedur pengerjaan:

1. Masukkan pasir kurang lebih 1,25 kali berat pasir yang akan diuji ke dalam oven.
2. Timbang benda uji masing-masing 500 gr untuk 2 kali percobaan ( $W_1$ ).

3. Masukkan pasir ke dalam bejana, tuang air bersih kedalam bejana sampai pasir terendam.
4. Aduk-aduk pasir sehingga terpisah dari bagian halus.
5. Tuangkan suspensi yang kelihatan keruh dengan perlahan-lahan kedalam ayakan no. 200.
6. Ulangi langkah 3,4 dan 5 beberapa kali sehingga air cucian jernih.
7. Tampung butiran-butiran yang tertinggal di atas ayakan dan didalam bejana.
8. Keringkan pasir tersebut dalam oven sampai berat tetap.
9. Timbang benda uji dan catat beratnya ( $W_2$ ).

Dari hasil pengujian didapat kadar lumpur agregat halus :

**Tabel 3.4 Hasil Pemeriksaan Kadar Lumpur Agregat Halus**

	Berat Contoh (gram)	
	Benda Uji I	Benda Uji II
Berat benda uji mula-mula (sebelum dicuci) (A)	500	500
Berat benda uji tertahan saringan no. 200 (setelah dicuci) (B)	490	488
Kadar Lumpur = $\frac{A-B}{A} \times 100 \%$	2,00	2,40
Kadar lumpur rata-rata (%)	2,2	

Persentase kadar lumpur pasir yang didapat adalah 2,2 %. Pasir ini layak digunakan sebagai bahan penyusun beton dalam mix design, karena memenuhi persyaratan yaitu harus  $< 5\%$ .

### 3.2.3 Pemeriksaan Kadar Air Agregat Halus

Kadar air agregat adalah perbandingan antara berat air yang dikandung agregat dengan berat agregat kering. Jumlah air yang terkandung dalam agregat perlu diketahui karena akan mempengaruhi campuran beton. Agregat yang basah (banyak mengandung air), akan membuat campuran beton lebih basah dan sebaliknya.

Tujuan dari pemeriksaan kadar air gregat halus ini adalah untuk mengetahui persentase kadar air yang terkandung dalam pasir.

Peralatan yang digunakan adalah oven timbangan dan wadah.

Prosedur pengerjaan:

1. Timbang pasir dalam keadaan asli masing-masing sebanyak 500 gr ( $W_1$ ) untuk 2 benda uji.
2. Masukkan kedalam oven selama 24 jam hingga berat tetap.
3. Timbang berat pasir kering oven tersebut ( $W_2$ )

Rumus mencari kadar air agregat :

$$\text{Kadar Air} = \frac{W_1 - W_2}{W_2} \times 100\%$$

$W_1$  = Berat agregat sebelum dioven (gr)

$W_2$  = Berat agregat kering oven (gr)

Dari hasil pemeriksaan kadar air didapat :

**Tabel 3.5 Hasil Pemeriksaan Kadar Air Agregat Halus**

	Berat Contoh (gram)	
	Benda Uji I	Benda Uji II
Berat benda uji mula-mula	500	500
Berat benda uji kering oven	489	482
Kadar Air	2,20	3,60
Kadar air rata-rata (%)		2,9

Kadar air rata-rata yang terkandung dalam pasir adalah 2,9%. Hal ini memenuhi persyaratan bahwa kadar air maksimum adalah sebesar 5%.

#### **3.2.4 Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus**

Tujuan dari pemeriksaan berat jenis dan penyerapan agregat halus adalah untuk menentukan berat jenis agregat halus dalam keadaan kering oven, keadaan kering permukaan, dan dalam keadaan SSD.

Berat jenis pasir perlu diketahui untuk menentukan banyaknya agregat yang digunakan dalam campuran beton, maka diadakan percobaan untuk mendapatkan nilai berat jenis kering, semu dan dalam keadaan SSD (*Saturated Surface Dry*)

Peralatan yang digunakan:

1. Timbangan
2. Oven
3. Talam atau loyang
4. Piknometer
5. Kerucut terpancung (cone) untuk menentukan keadaan jenuh permukaan kering



6. Penumbuk yang mempunyai penampang rata
7. Saringan No. 4” (4,75 mm).
8. Thermometer
9. Corong
10. Glass Plate dengan tebal 5 mm.
11. Kain penyerap

Bahan :

1. Benda uji adalah agregat yang lewat saringan No. 4 yang diperoleh dalam keadaan jenuh permukaan kering (SSD)
2. Berat benda uji  $\pm 1000$  gram
3. Air suling

Prosedur pengerjaan:

1. Menentukan Agregat Halus dalam kondisi Jenuh Permukaan Kering (SSD)
  - a. Masukkan pasir ke dalam kerucut terpancung dalam 3 (tiga) lapis, dimana pada masing-masing lapisan ditumbuk sebanyak 8 (delapan) kali, ditambah 1 (satu) kali penumbukan untuk bagian atasnya (total penumbukan sebanyak 25 kali)
  - b. Angkat cetakan kerucut secara perlahan-lahan.
    - Sebelum diangkat, cetakan kerucut harus dibersihkan dari butiran agregat yang berada dibagian luar kerucut.
  - c. Periksa bentuk agregat hasil pencetakan setelah kerucut terangkat, keadaan jenuh permukaan kering (SSD) tercapai bila benda uji runtuh akan tetapi masih dalam keadaan tercetak.

2. Menentukan Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus

- a. Timbang piknometer dengan tutupnya.
- b. Timbang agregat dalam keadaan SSD sebanyak 500 gram dan masukkan ke dalam piknometer (B1).
- c. Masukkan air suling sampai mencapai 90% isi piknometer, dan putar sambil diguncang sampai tidak terlihat gelembung udara di dalamnya.
- d. Tambahkan air suling sampai penuh dan tutup piknometer tersebut.
- e. Timbang piknometer yang berisi air suling dan benda uji (B2).
- f. Keluarkan benda uji dan keringkan benda uji dengan memasukkan kedalam oven dan timbang beratnya (B3).
- g. Isi kembali piknometer dengan air suling sampai penuh dan tutup, kemudian timbang beratnya (B4).

Hasil pemeriksaan BJ SSD dan penyerapan pasir adalah:



**Tabel 3.6 Hasil Pemeriksaan Berat Jenis SSD dan Penyerapan Agregat Halus**

			Benda Uji 1	Benda Uji 2	Rata-rata
Berat Agregat Dalam Keadaan SSD	( S )	(gr)	500	500	500
Berat Piknometer + Agregat + Air	( C )	(gr)	973	975	974
Berat Kering Oven Agregat Di Udara	( A )	(gr)	491	494	492,5
Berat Piknometer Terisi Air	( B )	(gr)	627	627	627
Berat Jenis Kering	=	$\frac{A}{(B+S-C)}$	3,19	3,25	3,22 (Lanjutan tabel 3.6)
Berat Jenis SSD	=	$\frac{S}{(B+S-C)}$	3,25	3,29	3,27
Berat Jenis Semu	=	$\frac{A}{(B+A-C)}$	3,39	3,38	3,38
Absorpsi (%)	=	$\frac{(S-A) \times 100}{A}$	1,83	1,21	1,52

Spesifikasi absorpsi harus < 5%. Sedangkan untuk berat SSD harus berada diantara berat jenis kering dan berat jenis semu. Dari hasil pemeriksaan maka memenuhi persyaratan, yaitu  $3,22 < 3,27 < 3,38$ .

### 3.2.5 Pemeriksaan Bobot Isi Pasir

Berat isi atau disebut juga sebagai berat satuan agregat adalah rasio antara berat agregat dan isi/volume.

Tujuannya adalah untuk membedakan nilai-nilai berat isi yang didapat dari berbagai cara pemasukan sampel.

Alat-alat yang digunakan adalah takaran berbentuk silinder dan alat rojok dari besi yang berdiameter 16 mm dan panjang 60 cm.

Prosedur pengerjaan :

1. Tanpa rojokan

- a. Timbang berat silinder dalam keadaan kering (A).
  - b. Silinder diisi pasir dan ratakan permukaanya, kemudian timbang beratnya (B).
2. Dengan rojokan
- a. Silinder ditimbang beratnya (A).
  - b. Isi silinder dengan pasir 1/3 bagian, kemudian rojok sebanyak 25 kali. Isi lagi 1/3 bagian silinder, rojok 25 kali, lakukan lagi dengan cara sama hingga silinder penuh.
  - c. Ratakan permukaan batu pecah kemudian timbang beratnya.

Hasil pemeriksaan berat isi pasir :

1. Kalibrasi bahan, peralatan, dan lokasi

Suhu Ruangan	= 29 °C
Suhu Air	= 26 °C
Berat Bejana (A)	= 0,47 kg
Berat Air (B)	= 1,85 kg
Berat Isi Air (C)	= 996,77 kg
Faktor Pembanding (D = C : B)	= 538,79

**Tabel 3.7 Hasil Pemeriksaan Berat Isi Agregat Halus**

		Berat	
		Cara Merojok	Cara Longgar
Sampel 1	(E)	2,87	2,80
Sampel 2	(F)	2,96	2,75
Total	(G = E + F)	5,83	5,55
Rata-Rata	(H = G/2)	2,92	2,78
Berat Sampel	(I = H - A)	2,45	2,31

Berat Isi	(C = B : A) Kg/m <sup>3</sup>	1317,35	1241,92
-----------	-------------------------------	---------	---------

Berat Isi dengan cara longgar harus >1125Kg/m<sup>3</sup>, dan cara rojok harus > 1250Kg/m<sup>3</sup>. Dari hasil pemeriksaan dengan cara rojok dan longgar maka memenuhi persyaratan.

### 3.2.6 Pemeriksaan Analisa Ayak Agregat Kasar

Agregat kasar yang digunakan untuk beton merupakan batu pecah (*split*) yang diperoleh dari alat pemecah batu, dengan syarat ukuran butirannya lolos ayakan 38,1 mm dan tertahan di ayakan 4,76 mm.

Agregat kasar yang digunakan pada campuran beton harus memenuhi persyaratan-persyaratan sebagai berikut :

#### 1. Susunan butiran (gradasi)

Agregat harus mempunyai gradasi yang baik, artinya harus terdiri dari butiran yang beragam besarnya, sehingga dapat mengisi rongga-rongga akibat ukuran yang besar, sehingga akan mengurangi penggunaan semen atau penggunaan semen yang minimal.

Rumus menghitung Modulus Kehalusan Butir :

$$FM = \frac{\sum \% \text{Tertahan Kumulatif}}{100}$$

2. Agregat kasar harus terdiri dari butiran-butiran yang keras dan tidak berpori atau tidak akan pecah atau hancur oleh pengaruh cuaca seperti terik matahari atau hujan.

Peralatan yang digunakan adalah ayakan standart, mesin penggetar, oven dan timbangan.

Prosedur pengerjaan :

- Timbang batu pecah masing-masing 2000 gr untuk 2 kali percobaan.
- Ayak batu pecah tersebut dengan menggunakan susunan ayakan 4 mm ke atas dengan susunan ayakan terbesar diletakkan paling atas.
- Timbang berat batu pecah yang tertahan pada masing – masing ayakan.
- Hitung persentase berat benda uji yang tertahan diatas masing-masing ayakan terhadap berat total.

Hasil pemeriksaan analisa ayak batu pecah :

**Tabel 3.8 Hasil Pemeriksaan Analisa Ayakan Batu Pecah**

Diameter Ayakan (mm) (No.)	Berat Fraksi Tertahan				Kumulatif	
	Berat Benda Uji 1 (gram)	Berat Benda Uji 2 (gram)	Berat Total (gram)	%	Tertahan %	Lolos %
	38,10	0	0	0	0	0
19,10	608	520	1128	28,20	28,20	71,80
9,52	1097	1200	2297	57,43	85,63	14,38
4,76	286	276	562	14,05	99,68	0,33
2,38	0	0	0	0	99,68	0,33
1,19	0	0	0	0	99,68	0,33
0,60	0	0	0	0	99,68	0,33
0,30	0	0	0	0	99,68	0,33
0,15	0	0	0	0	99,68	0,33
Pan	9	4	13	0,325	99,68	0,33
Total	2000	2000	4000	100		

$$\text{Modulus Kehalusan Butir (MKB)} = \frac{711,875}{100} = 7,12$$

Spesifikasi modulus kehalusan agregat kasar adalah 5,5 – 7,5. Maka hasil pemeriksaan memenuhi persyaratan.

### 3.2.7 Pemeriksaan Kadar Lumpur Agregat Kasar

Tujuan pemeriksaan kadar lumpur adalah untuk menentukan apakah agregat kasar yang diuji layak dipakai atau tidak untuk beton berdasarkan kadar lumpur yang dikandungnya.

Kadar lumpur atau bagian yang lebih kecil dari 75 mikron (ayakan no.200), tidak boleh melebihi 1% (terhadap berat kering). Apabila kadar lumpur melebihi 1% maka agregat harus dicuci.

Rumus untuk mencari kadar lumpur :

$$\text{Kadar Lumpur} = \frac{W_1 - W_2}{W_1} \times 100\%$$

$W_1$  = Berat agregat kering oven sebelum dicuci (gr)

$W_2$  = Berat agregat kering oven setelah dicuci (gr)

Peralatan yang digunakan adalah timbangan dan oven

Prosedur Pengerjaan:

1. Timbang batu pecah kering oven sebanyak 1000 gr ( $W_1$ ).
2. Kemudian cuci batu pecah tersebut hingga bersih, dengan cara mengaduk-aduk batu pecah dengan air berkali-kali hingga air tampak jernih.
3. Batu pecah yang sudah bersih dikeringkan dengan oven.
4. Setelah 24 jam keluarkan batu pecah dari oven, lalu timbang beratnya ( $W_2$ ).

Hasil pemeriksaan kadar lumpur batu pecah :

**Tabel 3.9 Hasil Pemeriksaan Kadar Lumpur Batu Pecah**

		Berat Contoh (gram)	
		Benda Uji I	Benda Uji II
Berat benda uji mula-mula (sebelum dicuci)	(A)	1000	1000
Berat benda uji setelah dicuci	(B)	992	994
Kadar Lumpur =	$\frac{A-B}{B} \times 100 \%$	0,80	0,60
Kadar lumpur rata-rata (%)			0,7

Spesifikasi kadar lumpur agregat kasar harus < 1%. Maka dari hasil percobaan memenuhi persyaratan.

### 3.2.8 Pemeriksaan Kadar Air Agregat Kasar

Tujuan dari pemeriksaan ini adalah untuk mengetahui oersentase kadar air yang terkandung di batu pecah.

Peralatan yang digunakan adalah timbangan, oven dan wadah.

Prosedur Pengerjaan:

1. Ambil batu pecah dalam keadaan asli sebanyak 1000 gr ( $W_1$ ).
2. Masukkan kedalam oven selama 24 jam hingga berat tetap.
3. Timbang berat pasir kering oven tersebut ( $W_2$ ).

Perhitungan :

$$\text{Kadar Air} = \frac{W_1 - W_2}{W_2} \times 100\%$$

$W_1$  = Berat agregat kasar sebelum dioven (gr)



$W_2$  = Berat agregat kasar kering oven (gr)

Hasil pemeriksaan :

**Tabel 3.10 Hasil Pemeriksaan Kadar Air Batu Pecah**

	Berat Contoh (gram)	
	Benda Uji I	Benda Uji II
Berat benda uji mula-mula	1000	1000
Berat benda uji kering oven	997	995
Kadar Air	0,30	0,50
Kadar air rata-rata (%)		0,4

Kadar air yang terkandung dalam batu pecah adalah 0,4 %.

### 3.2.9 Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Batu Pecah

Tujuannya adalah untuk menentukan berat jenis agregat kasar dalam keadaan kering oven, keadaan kering permukaan, dan dalam keadaan SSD.

Berat jenis agregat kasar perlu diketahui untuk menentukan banyaknya agregat yang digunakan dalam campuran beton, maka diadakan percobaan untuk mendapatkan nilai berat jenis kering, semu dan dalam keadaan SSD (*Saturated Surface Dry*).

Peralatan yang digunakan:

1. Timbangan
2. Kain lap
3. Keranjang dari besi
4. Oven Cawan

Prosedur pengerjaan :

1. Timbang batu pecah sebanyak 3 kg

2. Cuci batu pecah sampai bersih dan rendam dalam ember selama 24 jam agar kerikil jenuh air.
3. Keringkan batu pecah dengan cara mengelap permukaan batu pecah satu persatu dengan kain sampai tidak air yang menempel pada permukaan batu pecah, kemudian timbang ( $W_{SSD}$ ).
4. Masukkan batu pecah kedalam keranjang, kemudian timbang bersama-sama air ( $W_w$ ).
5. Timbang keranjang dalam keadaan kosong di dalam air ( $W_k$ ).
6. Keringkan batu pecah selama 24 jam di dalam oven, kemudian timbang ( $W_d$ ).

Menghitung Berat Jenis Kerikil SSD =  $(W_{SSD}) : (W_{SSD} - W_w)$

Hasil pemeriksaan BJ SSD kerikil :

**Tabel 3.11 Hasil Pemeriksaan Berat Jenis SSD dan Penyerapan Batu Pecah**

			Benda Uji I	Benda Uji II	Rata-rata
Berat Agregat Dalam Keadaan SSD	( B )	(gr)	1250	1250	1250
Berat Agregat Dalam Air	( C )	(gr)	768	770	769
Berat Kering Oven Agregat Di Udara	( A )	(gr)	1230	1228	1229
Berat Jenis Kering	=	$\frac{A}{(B-C)}$	2,55	2,56	2,56
Berat Jenis SSD	=	$\frac{B}{(B-C)}$	2,59	2,60	2,60
Berat Jenis Semu	=	$\frac{A}{(A-C)}$	2,66	2,68	2,67
Absorpsi (%)	=	$\frac{(B-A) \times 100}{A}$	1,63	1,79	1,71

Spesifikasi absorsi harus  $< 5\%$ . Sedangkan untuk berat SSD harus berada diantara berat jenis kering dan berat jenis semu. Dari hasil pemeriksaan maka memenuhi persyaratan.

### 3.2.10 Pemeriksaan Bobot Isi Batu Pecah

Berat isi atau disebut juga sebagai berat satuan agregat adalah rasio antara berat agregat dan isi/volume.

Tujuannya adalah untuk membedakan nilai-nilai berat isi yang didapat dari berbagai cara pemasukan sampel.

Peralatan yang digunakan adalah timbangan, takaran berbentuk silinder dengan volume 10 liter, dan alat rojok besi berdiameter 16mm dan panjang 60cm.

Prosedur pengerjaan:

1. Tanpa rojokan
  - a. Timbang berat silinder dalam keadaan kering (A)
  - b. Silinder diisi batu pecah dan ratakan permukaannya, kemudian timbang beratnya (B)
2. Dengan rojokan
  - a. Silinder ditimbang beratnya (A)
  - b. Isi silinder dengan batu pecah  $1/3$  bagian, kemudian rojok sebanyak 25 kali. Isi lagi  $1/3$  bagian silinder, rojok 25 kali, lakukan lagi dengan cara sama hingga silinder penuh
  - c. Ratakan permukaan batu pecah kemudian timbang beratnya

Hasil pemeriksaan berat isi :

### 1. Kalibrasi Bahan, Peralatan, dan Lokasi

Suhu Ruangan	= 28 °C
Suhu Air	= 26 °C
Berat Bejana (A)	= 5,0 kg
Berat Air (B)	= 8,1 kg
Berat Isi Air (C)	= 996,77 kg
Faktor Pemanding ( $D = C : B$ )	= 123,06

**Tabel 4.9 Hasil Pemeriksaa Berat Isi Batu Pecah**

		Berat	
		Cara Merojok	Cara Longgar
Sampel 1	(E)	19,60	18,71
Sampel 2	(F)	19,45	18,66
Total	( $G = E + F$ )	39,05	37,37
Rata-Rata	( $H = G/2$ )	19,53	18,69
Berat Sampel	( $I = H - A$ )	14,53	13,69
Berat Isi	( $C = B : A$ ) Kg/m <sup>3</sup>	1787,42	1684,05

Berat Isi dengan cara longgar harus  $>1125\text{Kg/m}^3$ , dan cara rojok harus  $>1250\text{Kg/m}^3$ . Dari hasil pemeriksaan dengan cara rojok dan longgar maka memenuhi persyaratan.

### 3.3 Perencanaan Campuran Beton (*Mix Design*)

Perencanaan campuran beton dimaksudkan untuk mengetahui komposisi atau kebutuhan material-material penyusun beton. Proporsi bahan-bahan penyusun beton ini ditentukan melalui sebuah perancangan beton (*mix design*). Hal ini dilakukan agar proporsi campuran dapat memenuhi syarat teknis secara

ekonomis. Dalam menentukan proporsi campuran dalam penelitian ini mengacu pada PBI 71.

Kriteria dasar perancangan beton dengan menggunakan metode ini adalah kekuatan tekan dan hubungan dengan faktor air semen. Dari hasil perhitungan mix design maka didapat perbandingan campuran semen : pasir : batu pecah : air adalah 401,78 : 683,32 : 1114,895 : 225

### 3.4 Pembuatan Benda Uji

Pembuatan benda uji terdiri dari tiga variasi campuran untuk percobaan, yaitu campuran normal tanpa bahan pengganti, campuran dengan penambahan *damdex* sebesar 2,5% dan 5% dari berat semen.

Setelah semua bahan selesai disediakan, hidupkan mesin molen dan masukkan satu persatu jenis material kedalam mesin molen. Untuk beton normal, langkah pertama masukkan agregat halus dan semen selama  $\pm 30$  detik supaya agregat halus dan semen tercampur rata. Kemudian masukkan batu pecah kedalam molen. Kemudian air dimasukkan sebagian-sebagian ke dalam molen secara menyebar, hal ini dilakukan supaya air tidak hanya tercampur di beberapa tempat dan menyebabkan adukannya tidak rata (menggumpal). Setelah adukan tercampur merata, dituangkan ke dalam sebuah pan besar yang tidak menyerap air, dan kemudian adukan diukur kekentalannya dengan menggunakan metode *slump test* dari kerucut *Abrams-Harder*. Setelah pengukuran masukan adukan beton kedalam cetakan kubus 15x15x15 cm menjadi 3 tahapan, dimana masing-masing tahapan diisi 1/3 bagian tiap cetakan kemudian dipadatkan dengan menggunakan alat vibrator.

Setelah umur beton 24 jam, cetakan kubus dibuka dan mulai dilakukan perawatan beton dengan cara direndam dalam bak perendaman sampai pada umur yang direncanakan yaitu umur 28 hari. Begitu juga untuk beton dengan campuran bahan tambah *damdex* dengan cara yang sama.

### **3.5 Pengujian Kuat Tekan Beton**

Pengujian dilakukan pada umur beton 28 hari untuk tiap variasi beton sebanyak 20 buah benda uji. Sehari sebelum pengujian sesuai umur rencana, benda uji dikeluarkan dari bak perendaman. Sebelum dilakukan uji kuat tekan, benda uji ditimbang beratnya. Setelah itu lakukan uji kuat tekannya.

