

BAB III

PENGUJIAN LABORATORIUM

1. UJI AGREGAT HALUS (FINE AGGREGATE)

Pengujian terhadap agregat halus meliputi berat volume, berat jenis (G_s), kadar air (W_c), analisa ayakan (gradasi), kandungan kotoran, dan kandungan bahan organik.

1.1 Berat Volume

1.1.1 Tujuan. Tujuan pengujian adalah untuk memperoleh berat volume dari agregat halus.

1.1.2 Ruang Lingkup. Pengujian ini dilakukan pada agregat halus, yaitu agregat yang lolos saringan No. 4 (4,75 mm). Hasil pengujian ini selanjutnya dapat digunakan untuk penyesuaian dalam perhitungan perbandingan campuran beton di lapangan.

1.1.3 Pengertian. Berat volume adalah suatu besaran yang diperoleh dari berat agregat dibagi dengan volume dari agregat tersebut.

1.1.4 Peralatan. Peralatan yang dipergunakan adalah sebagai berikut :

- tabung baja dengan volume $\pm 1250 \text{ cm}^3$;
- timbangan dengan ketelitian 0,1 % berat contoh.

1.1.5 Benda Uji. Benda uji adalah agregat yang lewat saringan No. 4 (4,75 mm) sebanyak $\pm 1250 \text{ cm}^3$.

1.1.6 Cara Pengujian. Urutan proses pengujian adalah sebagai berikut :

- timbang dan catat berat dari tabung baja kosong (W_k);
- masukan benda uji ke dalam tabung sampai 1/3 bagian, lalu dirojok sebanyak 25 kali;
- tabung diisi lagi dengan pasir sampai 2/3 bagian dan dirojok sebanyak 25 kali;
- tabung diisi lagi hingga penuh dan dirojok 5 kali;
- rapikan permukaan pasir sehingga volume pasir sama dengan volume tabung (V);
- timbang dan catat berat dari tabung berisi pasir tersebut (W_i);

1.1.7 Perhitungan.

$$\text{Berat Volume} = \frac{W_i - W_k}{V}$$

1.1.8 Data dan Perhitungan.

Tabel 3.1 Berat volume dari pasir yang banyak beredar di Surabaya.

No.	Berat Tabung (gr)	Volume Tabung (cm ³)	Berat Tabung + Agregat (gr)	Berat Agregat (gr)	Berat Volume Agregat	Rata-rata
1	1297	1243	2959	1622	1.34	1.305
2	1296	1244	2940	1644	1.27	

1.1.9 Kesimpulan. Dari hasil perhitungan data di atas, diperoleh bahwa berat volume pasir yang digunakan dalam praktikum ini adalah sebesar 1,305 gr/cm³ (rata-rata dari dua pemeriksaan). Sesuai dengan ketentuan ASTM C-29 yaitu berat volume pasir antara 1,2 – 1,8 gr/cm³ untuk menghasilkan beton normal.

1.2 Menentukan Berat Jenis (Gs) Pasir dalam Keadaan SSD

1.2.1 Tujuan. Tujuan pengujian adalah untuk mendapatkan berat jenis jenuh kering permukaan (saturated surface dry) dari pasir.

1.2.2 Ruang Lingkup. Pengujian ini dilakukan pada agregat yang lolos saringan No. 4 (4,75 mm). Hasil pengujian selanjutnya dapat digunakan dalam pekerjaan :

- perencanaan campuran dan pengendalian mutu beton;
- perencanaan campuran dan pengendalian mutu perkerasan jalan raya.

1.2.3 Pengertian. Yang dimaksud dengan berat jenis jenuh kering permukaan yaitu perbandingan antara berat agregat jenuh permukaan kering dan berat air suling yang isinya sama dengan isi agregat dalam keadaan jenuh pada suhu 25 °C.

1.2.4 Peralatan. Peralatan yang dipergunakan adalah sebagai berikut :

- timbangan, kapasitas 1 kg atau lebih dengan ketelitian 0.1 gram;
- piknometer dengan kapasitas 500 ml;
- kerucut terpancung, diameter bagian atas (40 ± 3) mm, diameter bagian bawah (90 ± 3) mm dan tinggi (75 ± 3) mm dibuat dari logam tebal minimum 0,8 mm;
- batang penumbuk yang mempunyai bidang penumbuk rata, berat (340 ± 15) gram, diameter permukaan penumbuk (25 ± 3) mm;
- saringan No. 4 (4,75 mm);
- oven, yang dilengkapi dengan pengatur suhu untuk memanasi sampai (110 ± 5) °C;
- cawan aluminium.

1.2.5 Benda uji. Benda uji adalah agregat yang lewat saringan No. 4 (4,75 mm) diperoleh dari alat pemisah contoh atau cara perempat sebanyak 100 gram.

1.2.6 Cara Pengujian.

- keringkan benda uji dalam oven pada suhu $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$, sampai berat tetap; yang dimaksud berat tetap adalah keadaan berat benda uji selama proses penimbangan dan pemanasan dalam oven dengan selang waktu 2 jam berturut-turut, tidak mengalami perubahan kadar air lebih besar daripada 0,1 %, dinginkan pada suhu ruang, kemudian rendam dalam air selama 24 jam;
- buang air perendam dengan hati-hati, jangan ada butiran yang terbang, tebarkan agregat di atas talam, keringkan di udara panas dengan cara membalik-balik benda uji; lakukan pengeringan sampai tercapai keadaan jenuh kering permukaan;
- periksa keadaan jenuh kering permukaan dengan mengisi benda uji ke dalam kerucut terpancung, padatkan dengan batang penumbuk sebanyak 25 kali, angkat kerucut terpancung; keadaan jenuh kering permukaan tercapai bila benda uji runtuh tetapi masih dalam keadaan tercetak;
- segera setelah tercapai jenuh kering permukaan masukan 500 gram benda uji ke dalam piknometer; masukan air suling sampai mencapai 90 % isi piknometer, putar sambil diguncang sampai tidak terlihat gelembung udara di dalamnya (W3);
- rendam piknometer dalam air dan ukur suhu air untuk penyesuaian perhitungan kepada suhu standar 25°C ;
- tambah air sampai mencapai tanda batas;

- timbang piknometer berisi air dengan benda uji sampai ketelitian 0,1 gram (W3),
- tentukan berat piknometer kosong (W1) dan tentukan pula berat piknometer berisi air penuh dan ukur suhu air guna penyesuaian dengan suhu standar (W4).

1.2.7 Perhitungan. Dengan metode ini dilakukan perhitungan sebagai berikut:

$$G_s = \frac{W_2 - W_1}{W_2 + W_4 - W_1 - W_3}$$

1.2.8 Data dan Perhitungan.

Tabel 3.2 Berat jenis dari pasir yang banyak beredar di Surabaya.

No.	Berat Piknometer (gr)	Berat Piknometer + Pasir (gr)	Berat Piknometer + Pasir + Air (gr)	Berat Piknometer + Air (gr)	Berat Pasir (gr)	Gs	Gs Rata-Rata
1	92.86	118.53	358.03	342.38	25.67	2.56	2.58
2	91.18	124.51	360.88	340.4	33.33	2.59	

1.2.9 Kesimpulan. Dari hasil perhitungan data di atas diperoleh harga rata-rata G_s pasir adalah 2,58. Angka ini masih berada dalam batas standar beton normal yaitu 1.6 - 3.2 berdasarkan ASTM C128.

1.3 Menentukan Water Content (Wc) Pasir

1.3.1 Tujuan. Tujuan dari pengujian adalah untuk memperoleh angka prosentase dari kadar air yang dikandung oleh agregat.

1.3.2 Ruang Lingkup. Pengujian ini dilakukan pada agregat yang lolos saringan No 4 (4,75 mm). Hasil pengujian kadar air ini dapat di gunakan dalam pekerjaan :

- perencanaan campuran dan pengendalian mutu beton;
- perencanaan campuran dan pengendalian mutu perkerasan jalan raya.

1.3.3 Pengertian. Kadar air agregat adalah besarnya perbandingan antara berat air yang dikandung agregat dengan agregat dalam keadaan kering, dinyatakan dalam persen.

1.3.4 Peralatan. Peralatan yang digunakan dalam pengujian kadar air adalah sebagai berikut :

- timbangan dengan ketelitian 0,1 % berat contoh;
- oven, yang dilengkapi dengan pengatur suhu untuk memanasi sampai $(110 \pm 5)^{\circ} \text{C}$;
- cawan aluminium.

1.3.5 Cara kerja. Urutan proses pengujian adalah sebagai berikut :

- cawan kosong ditimbang beratnya (W_1);
- cawan diisi pasir dalam keadaan SSD atau asli dan ditimbang beratnya (W_2);
- pasir dikeringkan dalam oven dengan suhu $(110 \pm 5)^{\circ} \text{C}$ selama ± 24 jam hingga mencapai berat yang tetap dan ditimbang beratnya (W_3).

1.3.6 Perhitungan

$$W_c = \frac{W_w}{W_s} \times 100 \%$$

$$W_c = \frac{W_2 - W_3}{W_3 - W_1} \times 100\%$$

1.3.7 Data dan Perhitungan

Tabel 3.3 Kadar air dalam keadaan SSD dari pasir yang banyak beredar di Surabaya.

No.	Berat Cawan (gr)	Berat Cawan + Pasir (gr)	Berat Cawan + Pasir Kering (gr)	Berat Pasir Kering (gr)	Berat Air (gr)	Kadar Air (Wc) (%)	Kadar Air Rata-rata (%)
1	8.46	50.96	49.51	41.05	1.45	3.53	3.476
2	8.18	49.52	48.2	40.02	1.32	3.3	
3	8.18	57.23	55.44	47.26	1.79	3.79	
4	8.45	58.48	54.88	46.23	1.8	3.45	
5	7.99	51.41	50.02	42.03	1.39	3.31	

Tabel 3.4 Kadar air dalam keadaan asli dari pasir yang banyak beredar di Surabaya.

No.	Berat Cawan (gr)	Berat Cawan + Pasir (gr)	Berat Cawan + Pasir Kering (gr)	Berat Pasir Kering (gr)	Berat Air (gr)	Kadar Air (Wc) (%)	Kadar Air Rata-rata (%)
1	8.16	77.57	74.97	66.81	2.6	3.89	4.366
2	8.12	68.75	66.02	57.9	2.73	4.71	
3	8.18	66.14	63.58	55.4	2.56	4.62	
4	8.14	78.92	79.16	68.02	2.76	4.05	
5	8.17	70.94	68.2	60.03	2.74	4.56	

1.3.8 Kesimpulan. Dari hasil perhitungan diperoleh kadar air pasir dalam keadaan SSD adalah 3,476 % dan 4,366 % untuk pasir dalam keadaan asli. Kadar air pasir dalam keadaan asli lebih besar daripada dalam keadaan SSD.

1.4 Analisa Ayakan

1.4.1 Tujuan. Tujuan pengujian ini adalah untuk mengetahui distribusi besaran atau jumlah prosentase butiran agregat halus.

1.4.2 Ruang lingkup. Metode pengujian jenis tanah ini mencakup jumlah dan jenis-jenis tanah yang lolos saringan No 4 (4,75 mm).

Hasil pengujian analisa saringan agregat halus dapat digunakan antara lain :

- penyelidikan quarry agregat;
- perencanaan campuran dan pengendalian mutu beton.

1.4.3 Pengertian. Yang dimaksud dengan analisa saringan agregat adalah penentuan persentase berat butiran agregat yang lolos dari satu set saringan kemudian angka-angka prosentase digambarkan pada grafik pembagian butir.

1.4.4 Peralatan. Peralatan yang dipakai adalah sebagai berikut:

- timbangan dan neraca dengan ketelitian 0,2 % dari berat benda uji;
- satu set saringan, sebagai berikut ; 37,5 mm; 63,5 mm; 50,8 mm; 37,5 mm; 25 mm; 19,1 mm 12,5 mm; 9,5 mm; 9,5 mm; 4,75 mm; 2,36 mm; 1,18 mm; 0,6 mm; 0,3 mm; 0,15 mm; 0,075 mm;
- oven yang dilengkapi dengan pengatur suhu untuk memanasi sampai $(110 \pm 5)^{\circ} \text{C}$;
- mesin pengguncang saringan;
- talam;
- kuas, sikat kuningan, dan sendok.

1.4.5 Benda uji. Benda uji diperoleh dari alat pemisah contoh atau cara perempat banyak: benda uji disiapkan berdasarkan standar yang berlaku dan terkait kecuali apabila butiran yang melalui saringan No 200 (0,075 mm) tidak perlu diketahui jumlahnya dan bila syarat-syarat ketelitian tidak membutuhkan pencucian.

1.4.6 Cara Pengujian. Untuk proses dalam pengujian ini adalah sebagai berikut :

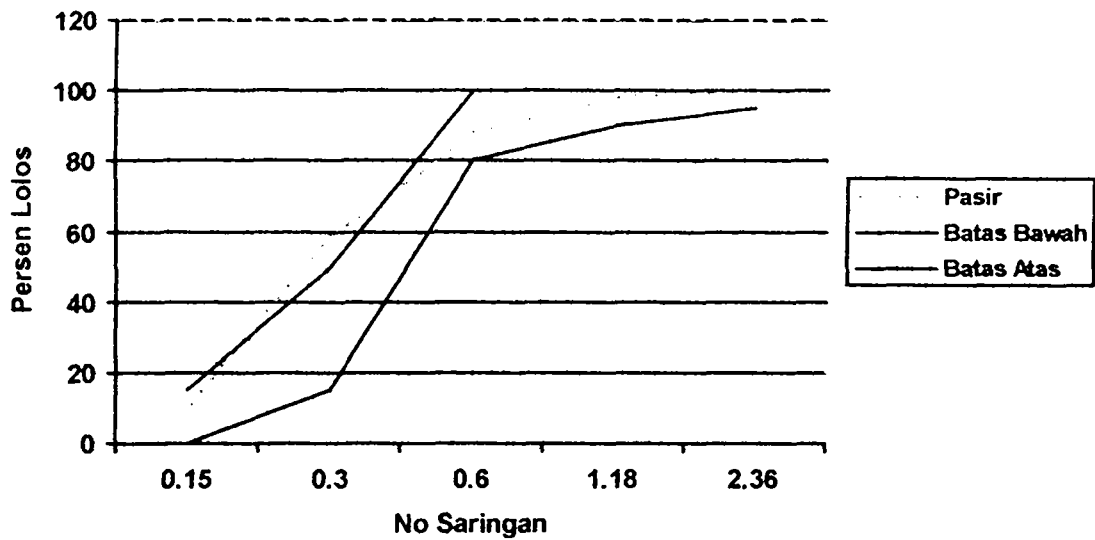
- benda uji dikeringkan dalam oven dengan suhu $(110 \pm 5)^{\circ} \text{C}$ sampai berat tetap;

- saring benda uji dengan susunan saringan dengan ukuran saringan paling besar ditempatkan paling atas
- pasir sebanyak + 1000 gram dalam keadaan overdry diisikan ke ayakan teratas;
- saringan diguncang dengan tangan atau mesin pengguncang selama 15 menit
- pasir yang tertinggal di masing-masing ayakan ditimbang dan dicatat hasilnya;
- gradasi pasir kemudian dapat ditentukan dengan memakai grafik (% kumulatif pasir yang tertinggal terhadap diameter ayakan)

1.4.7 Data dan Perhitungan

Tabel 3.5 Modulus kehalusan dan analisa ayakan dari pasir yang banyak beredar di Surabaya.

No. Ayakan (mm)	Berat Ayakan (gr)	Berat Ayakan + Agregat (gr)	Berat Agregat (gr)	Berat Agregat (%)	Persentase Tertahan	Persentase Lolos
75,000						
63,000						
37,500 *						
20,000 *						
14,000						
10,000 *						
5,000 *	550	550				
2,360 *	562	562	1	0.1	0.1	99.9
1,180 *	538	554	16	1.6	1.7	98.3
0,600 *	493	594	101	10.1	11.8	88.2
0,300 *	458	757	299	29.9	41.7	58.3
0,150 *	473	946	473	47.3	89	11
0,075						
0,063	460	508	48	4.8	93.8	6.2
Dasar	350	412	62	6.2	100	4.8
Total	3884	4884	1000	100		



Grafik 3.1 Analisa saringan pasir dengan batasan zone 4.

1.4.8 Kesimpulan. Fineness modulus dari hasil percobaan yaitu 2,443 masih berada dalam standar pembuatan beton normal yakni 2,3 – 3,1 berdasarkan ASTM C-136. Dan masuk grading zone 4 menurut Bs 882 : Part 2 : 1973.

1.5 Pemeriksaan Kotoran Pasir Secara Kasar

1.5.1 Tujuan. Tujuan dari pengujian adalah untuk mengetahui kandungan kotoran pasir, lempung, lanau dan debu halus sehingga dapat diketahui apakah pasir dapat digunakan sebagai campuran beton.

1.5.2 Ruang lingkup. Metode pengujian ini menggunakan agregat yang lolos saringan No 4.

1.5.3 Peralatan. Peralatan yang digunakan sebagai berikut :

- gelas ukur 500 ml dan penggaris;
- air suling.

1.5.4 Cara pengujian. Urutan proses dalam pengujian ini adalah sebagai berikut :

- pasir dimasukkan dalam gelas ukur sampai tinggi tertentu, kemudian ditambahkan air bersih secukupnya,
- pasir dan air tersebut dikocok, sehingga semua bagian pasir tercuci,
- gelas ukur tersebut kemudian didiamkan selama $\pm$ satu hari,
- tinggi endapan (H') dan tinggi pasir bersih (H) diukur

1.2.5 Perhitungan.

Pasir dianggap cukup bersih bila $H' < 1/14 H$.

1.2.6 Data dan Perhitungan :

Tinggi pasir bersih = 145 mm

Tinggi kotoran = 10 mm

$$H' < \frac{1}{14} 145$$

$$10 \text{ mm} < 10.36 \text{ mm}$$

1.2.7 Kesimpulan. Kotoran dari agregat masih memenuhi batas yang disyaratkan, sehingga pasir tidak perlu dicuci.

1.6 Pemeriksaan Bahan Organik Pasir

1.6.1 Tujuan. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui besar kandungan organik dalam pasir yang digunakan untuk percobaan.

1.6.2 Ruang lingkup. Pengujian ini menggunakan agregat yang lolos saringan No 4.

1.6.3 Peralatan.

- gelas ukur 500 ml
- larutan NaOH 3%.
- warna standar ASTM C-66

1.6.4 Cara Pengujian :

- pasir dimasukkan ke dalam gelas ukur sebanyak kurang lebih 130 ml,
- masukkan larutan NaOH 3% ke dalam gelas ukur tersebut sehingga volumenya mencapai 200 ml,
- campuran dikocok selama $\pm$ satu menit,
- biarkan dan tunggu hasilnya selama $\pm$ 24 jam,
- kandungan organik dalam pasir ditentukan berdasarkan warna standar dari ASTM.

Tabel 3.6 Hubungan warna larutan NaOH dengan penurunan kekuatan beton.

Warna Larutan	Penurunan Kekuatan
Tak berwarna	0%
Kuning muda	10% - 20%
Kuning tua	15% - 30%
Kuning merah	25% - 50%
Coklat merah sedikit	25% - 50%
Coklat merah tua	50% - 100%

1.6.5 Hasil Percobaan. Warna larutan adalah kuning muda.

1.6.6 Kesimpulan. Akibat penggunaan pasir tersebut maka kekuatan beton akan mengalami penurunan (10 – 20) %. Sehingga di dalam perencanaan mix disain, target mean strength (*f_m*) harus dikalikan dengan 110% - 120%.

2. UJI AGREGAT KASAR (COARSE AGGREGATE)

Pengujian terhadap agregat kasar meliputi uji berat volume, uji berat jenis (G_s) dalam keadaan SSD, uji kadar air (W_c) dalam keadaan asli dan SSD, analisa ayakan (gradasi), uji keausan dengan mesin Los Angeles, uji ketahanan agregat terhadap beban kejut (impact), uji kepipihan (flakiness), uji potensi reaktif alkali dan uji kandungan (komposisi) kimiawi dari agregat.

2.1 Menentukan Berat Volume

2.1.1 Tujuan. Tujuan pengujian adalah untuk memperoleh berat volume dari Agregat kasar.

2.1.2 Ruang Lingkup. Pengujian ini dilakukan pada agregat kasar, yaitu agregat yang tertahan saringan No 4 (4,75 mm).

Hasil pengujian ini selanjutnya dapat digunakan untuk penyesuaian dalam perhitungan perbandingan campuran beton di lapangan.

2.1.3 Pengertian. Berat volume merupakan suatu besaran yang diperoleh dari perbandingan antara berat agregat dengan volume agregat

2.1.4 Peralatan. Peralatan yang dipergunakan adalah sebagai berikut :

- tabung baja dengan volume $\pm 1250 \text{ cm}^3$;
- timbangan dengan ketelitian 0,1 % berat contoh.

2.1.5 Benda Uji. Benda uji adalah agregat yang lewat tertahan No 4 (4,75mm).

2.1.6 Cara Pengujian. Urutan proses pengujian adalah sebagai berikut :

- timbang dan catat berat dari tabung baja kosong (W_k);

- masukan benda uji kedalam tabung sampai 1/3 bagian, lalu dirojok sebanyak 25 kali;
- tabung diisi lagi dengan kerikil sampai 2/3 bagian dan dirojok sebanyak 25 kali;
- tabung diisi lagi hingga penuh dan dirojok 5 kali;
- rapikan permukaan kerikil sehingga permukaan kerikil sama tinggi dengan tabung;
- timbang dan catat berat dari tabung berisi pasir tersebut (Wi);

2.1.7 Perhitungan.

Berat Volume kerikil = $\frac{Wi - Wk}{V}$

2.1.8 Data dan perhitungan

Tabel 3.7 Berat volume kerikil Paterongan 1 – 2 cm.

No.	Berat Tabung Wk (gr)	Volume Tabung V (cm3)	Berat Tabung + Agregat Wi (gr)	Berat Agregat Wi-Wk (gr)	Berat Volume Agregat	Rata-rata
1	1297	1243	2830	1533	1.233	1.249
2	1296	1244	2870	1574	1.265	

Tabel 3.8 Berat volume kerikil Paterongan 2 – 3 cm.

No.	Berat Tabung Wk (gr)	Volume Tabung V (cm3)	Berat Tabung + Agregat Wi (gr)	Berat Agregat Wi-Wk (gr)	Berat Volume Agregat	Rata-rata
1	1297	1243	2812	1515	1.219	1.226
2	1296	1244	2830	1534	1.233	

Tabel 3.9 Berat volume kerikil Torjun 1 – 2 cm.

No.	Berat Tabung Wk (gr)	Volume Tabung V (cm3)	Berat Tabung + Agregat Wi (gr)	Berat Agregat Wi-Wk (gr)	Berat Volume Agregat	Rata-rata
1	1297	1243	2886	1589	1.278	1.2675
2	1296	1244	2860	1564	1.257	

2.2 Menentukan Berat Jenis (Gs) Kerikil Dalam Keadaan SSD

2.2.1 Tujuan. Tujuan pengujian adalah untuk mendapatkan berat jenis jenuh kering permukaan (saturated surface dry) dari kerikil.

2.2.2 Ruang Lingkup. Pengujian ini dilakukan pada agregat yang tertahan saringan No 4 (4,75 mm).

Hasil pengujian ini selanjutnya dapat digunakan dalam pekerjaan :

- penyelidikan quarry agregat;
- perencanaan campuran dan pengendalian mutu beton;
- perencanaan campuran dan pengendalian mutu perkerasan jalan raya.

2.2.3 Pengertian. Yang dimaksud dengan berat jenis jenuh kering permukaan yaitu perbandingan antara berat agregat jenuh permukaan jenuh dan berat air suling yang isinya sama dengan isi agregat dalam keadaan jenuh pada suhu 25° C.

2.2.4 Peralatan. Peralatan yang dipergunakan adalah sebagai berikut :

- timbangan, kapasitas 5 kg atau lebih dengan ketelitian 0.1% dari berat contoh yang ditimbang;
- picnometer dengan kapasitas 500 ml;
- saringan No 4 (4,75 mm);
- oven, yang dilengkapi dengan pengatur suhu untuk memanasi sampai $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$.

2.2.5 Benda uji. Benda uji adalah agregat yang tertahan saringan No 4 (4,75 mm) diperoleh dari alat pemisah contoh atau cara perempat sebanyak 5000 gram.

2.2.6 Cara Pengujian.

- cuci benda uji untuk menghilangkan debu dan bahan-bahan lain yang melekat pada permukaan;
- keringkan benda uji dalam oven pada suhu $(110 \pm 5)^{\circ} \text{C}$, sampai berat tetap; sebagai catatan, bila penyerapan dan harga berat jenis digunakan dalam pekerjaan beton dimana agregatnya digunakan pada keadaan kadar air aslinya, maka tidak perlu dilakukan pengeringan dalam oven;
- rendam benda uji dalam air pada suhu kamar selama 24 jam;
- keluarkan benda uji dari air, lap dengan kain penyerap sampai selaput air pada permukaan hilang, untuk butiran yang besar pengeringan harus satu-persatu;
- piknometer kosong ditimbang beratnya (W_1);
- timbang benda uji jenuh kering permukaan yang telah dimasukan kedalam piknometer (W_2);
- tambah air sampai mencapai tanda batas;
- timbang piknometer berisi air dan benda uji sampai ketelitian 0,1 gram (W_3);
- tentukan berat piknometer kosong (W_1), berat piknometer berisi air penuh dan ukur suhu air guna penyesuaian dengan suhu standar (W_4).

2.2.7 Perhitungan. Dengan metode ini dilakukan perhitungan sebagai berikut:

$$G_s = \frac{W_2 - W_1}{W_2 + W_4 - W_1 - W_3}$$

2.2.8 Data dan Perhitungan

Tabel 3.13 Berat jenis (Gs) kerikil Paterongan dalam keadaan SSD.

No.	Berat Piknometer (gr)	Berat Piknometer + Kerikil (gr)	Berat Piknometer + Kerikil + Air (gr)	Berat Piknometer + Air (gr)	Berat Kerikil (gr)	$\frac{[3]+[5]}{[2]-[4]}$ (gr)	Gs	Gs Rata-rata
1	510	1064	1960	1623	554	217	2.55	2.58
2	510	877	1835	1615	357	137	2.61	

Tabel 3.14 Berat jenis (Gs) kerikil Torjun dalam keadaan SSD

No.	Berat Piknometer (gr)	Berat Piknometer + Kerikil (gr)	Berat Piknometer + Kerikil + Air (gr)	Berat Piknometer + Air (gr)	Berat Kerikil (gr)	$\frac{[3]+[5]}{[2]-[4]}$ (gr)	Gs	Gs Rata-rata
1	510	1020.9	1965.2	1588.2	551.1	214.3	2.572	2.56
2	510	870	1810.4	1591.6	360	141.2	2.55	

Tabel 3.15 Berat jenis (Gs) kerikil Torjun dalam keadaan SSD.

No.	Berat Piknometer (gr)	Berat Piknometer + Kerikil (gr)	Berat Piknometer + Kerikil + Air (gr)	Berat Piknometer + Air (gr)	Berat Kerikil (gr)	$\frac{[3]+[5]}{[2]-[4]}$ (gr)	Gs	Gs Rata-rata
1	510	826	1831	1637	316	122	2.59	2.6
2	510	688	1685	1575	178	68	2.61	

2.2.9 Kesimpulan. Dari hasil perhitungan data di atas diperoleh berat jenis

(Gs) kerikil dalam keadaan SSD untuk masing-masing tempat adalah :

- Paterongan = 2,58
- Torjun = 2.56
- Omben = 2,6

2.3 Menentukan Water Content (Wc) Kerikil

2.3.1 Tujuan. Tujuan dari pengujian adalah untuk memperoleh angka persentase dari kadar air yang dikandung oleh agregat.

2.3.2 Ruang Lingkup. Pengujian ini dilakukan pada agregat yang mempunyai kisaran garis tengah dari 6,3 mm samapai 152,4 mm. Hasil pengujian kadar air ini dapat di gunakan dalam pekerjaan :

- perencanaan campuran dan pengendalian mutu beton
- perencanaan campuran dan pengendalian mutu perkerasan jalan raya.

2.3.3 Pengertian. Kadar air agregat adalah besarnya perbandingan antara berat air yang dikandung agregat dengan agregat dalam keadaan kering, dinyatakan dalam persen.

2.3.4 Peralatan. Peralatan yang digunakan dalam pengujian kadar air adalah sebagai berikut :

- timbangan dengan ketelitian 0,1 % berat contoh;
- oven, yang dilengkapi dengan pengatur suhu untuk memanasi sampai $(110 \pm 5)^{\circ} \text{C}$;
- cawan aluminium.

2.3.5 Cara kerja. Urutan proses pengujian adalah sebagai berikut :

- cawan kosong ditimbang beratnya (W_1);
- cawan diisi pasir dalam keadaan SSD atau asli dan ditimbang beratnya (W_2);
- pasir dikeringkan dalam oven dengan suhu $(110 \pm 5)^{\circ} \text{C}$ selama ± 24 jam hingga mencapai berat yang tetap dan ditimbang beratnya (W_3).

2.3.6 Perhitungan

$$W_c = \frac{W_w}{W_s} \times 100 \%$$

$$W_c = \frac{W_2 - W_3}{W_3 - W_1} \times 100\%$$

2.3.7 Data dan Perhitungan

Tabel 3.16 Kadar air kerikil Paterongan 2 – 3 cm dalam keadaan SSD.

No.	Berat Cawan (gr)	Berat Cawan + Kerikil (gr)	Berat Cawan + Kerikil Kering (gr)	Berat Kerikil Kering (gr)	Berat Air (gr)	Kadar Air (Wc) (%)	Kadar Air Rata-rata (%)
1	8.16	111.33	110	101.84	1.33	1.306	
2	9.04	102.4	100.45	91.41	1.95	2.133	
3	8.52	110.79	109.22	100.7	1.57	1.559	1.707
4	8.31	112.9	110.87	102.56	2.03	1.979	
5	8.66	96.1	94.76	86.1	1.34	1.556	

Tabel 3.17 Kadar air kerikil Paterongan 2-3 dalam keadaan asli.

No.	Berat Cawan (gr)	Berat Cawan + Kerikil (gr)	Berat Cawan + Kerikil Kering (gr)	Berat Kerikil Kering (gr)	Berat Air (gr)	Kadar Air (Wc) (%)	Kadar Air Rata-rata (%)
1	8.13	57.39	56.83	48.7	0.56	1.15%	
2	8.22	72.2	71.47	63.25	0.73	1.15%	
3	8.3	81.21	80.17	71.87	1.04	1.45%	1.09%
4	8.45	70.13	69.54	61.09	0.59	0.97%	
5	8.36	65.92	65.49	57.13	0.43	0.75%	

Tabel 3.18 Kadar air kerikil Torjun 2-3 dalam keadaan SSD.

No.	Berat Cawan (gr)	Berat Cawan + Kerikil (gr)	Berat Cawan + Kerikil Kering (gr)	Berat Kerikil Kering (gr)	Berat Air (gr)	Kadar Air (Wc) (%)	Kadar Air Rata-rata (%)
1	7.96	75.72	74.41	66.45	1.31	1.971	
2	8	80.45	79.07	71.07	1.38	1.942	
3	8.14	82.4	81.01	72.87	1.39	1.908	2.11
4	8.47	70.24	68.8	60.33	1.44	2.387	
5	8.72	83.82	82.1	73.38	1.72	2.344	

Tabel 3.19 Kadar air kerikil Torjun 2-3 dalam keadaan asli

No.	Berat Cawan (gr)	Berat Cawan + Kerikil (gr)	Berat Cawan + Kerikil Kering (gr)	Berat Kerikil Kering (gr)	Berat Air (gr)	Kadar Air (Wc) (%)	Kadar Air Rata-rata (%)
1	9.04	68.96	68.06	59.02	0.9	1.52%	1.68%
2	8.15	65.22	64.58	56.43	0.64	1.13%	
3	8.29	75.34	74.78	66.49	0.56	0.84%	
4	8.21	71.36	70.1	61.89	1.26	2.04%	
5	8.14	75.39	73.53	65.39	1.86	2.84%	

Tabel 3.20 Kadar air kerikil Omben 2 – 3 dalam keadaan SSD.

No.	Berat Cawan (gr)	Berat Cawan + Kerikil (gr)	Berat Cawan + Kerikil Kering (gr)	Berat Kerikil Kering (gr)	Berat Air (gr)	Kadar Air (Wc) (%)	Kadar Air Rata-rata (%)
1	8.42	87.93	87.4	78.98	0.53	0.67	1.17
2	8.44	89.85	88.96	80.52	0.89	1.105	
3	8.29	79.92	79.05	70.76	0.87	1.23	
4	8.64	100.7	99.19	90.55	1.51	1.668	
5	8.13	90.18	89.23	81.1	0.95	1.171	

Tabel 3.21 Kadar air kerikil Omben 2-3 dalam keadaan asli.

	Berat Cawan (gr)	Berat Cawan + Kerikil (gr)	Berat Cawan + Kerikil Kering (gr)	Berat Kerikil Kering (gr)	Berat Air (gr)	Kadar Air (Wc) (%)	Kadar Air Rata-rata (%)
1	8.24	79.51	79.34	71.1	0.17	0.24%	0.27%
2	8.9	63.24	63.09	54.19	0.15	0.28%	
3	8.36	55.27	55.12	46.76	0.15	0.32%	
4	8.16	65.11	64.93	56.77	0.18	0.32%	
5	8.02	88.27	88.11	80.09	0.16	0.20%	

2.3.8 Kesimpulan. Dari hasil perhitungan data di atas diperoleh kadar air kerikil masing-masing daerah dengan keadaan SSD dan aslinya adalah sebagai berikut :

- Paterongan 2 – 3 SSD = 1.707 %
- Paterongan 2 – 3 asli = 1,09 %
- Torjun 2 – 3 SSD = 2.11 %
- Torjun 2 – 3 asli = 1,68 %
- Omben 2 – 3 SSD = 1,17 %
- Omben 2 – 3 asli = 0,27 %

2.4 Analisa Ayakan

2.4.1 Tujuan. Tujuan pengujian ini adalah untuk mengetahui distribusi besaran atau jumlah prosentase butiran agregat kasar.

2.4.2 Ruang lingkup. Metode pengujian jenis tanah ini mencakup jumlah dan jenis-jenis tanah yang tertahan saringan No 4 (4,75 mm).

Hasil pengujian analisa saringan agregat kasar dapat digunakan antara lain :

- penyelidikan quarry agregat;
- perencanaan campuran dan pengendalian mutu beton.

2.4.3 Pengertian. Yang dimaksud dengan analisa saringan agregat adalah penentuan persentase berat butiran agregat yang lolos dari satu set saringan kemudian angka-angka persentase digambarkan pada grafik pembagian butir.

2.4.4 Peralatan. Peralatan yang dipakai adalah sebagai berikut:

- timbangan dan neraca dengan ketelitian 0,2 % dari berat benda uji;
- satu set saringan, yaitu : 37,5 mm; 63,5 mm; 50,8 mm; 37,5 mm; 25 mm; 19,1 mm 12,5 mm; 9,5 mm; 9,5 mm; 4,75 mm; 2,36 mm; 1,18 mm; 0,6 mm; 0,3 mm; 0,15 mm; 0,075 mm;
- oven yang dilengkapi dengan pengatur suhu untuk memanasi sampai $(110 \pm 5)^{\circ} \text{C}$;
- mesin pengguncang saringan, dan talam.

2.4.5 Benda uji. Benda uji diperoleh dari alat pemisah contoh atau cara perempat banyak: benda uji disiapkan berdasarkan standar yang berlaku dan terkait kecuali apabila butiran yang melalui saringan No 200 (0,075 mm) tidak perlu diketahui jumlahnya dan bila syarat-syarat ketelitian tidak membutuhkan pencucian.

2.4.6 Cara Pengujian. Untuk proses dalam pengujian ini adalah :

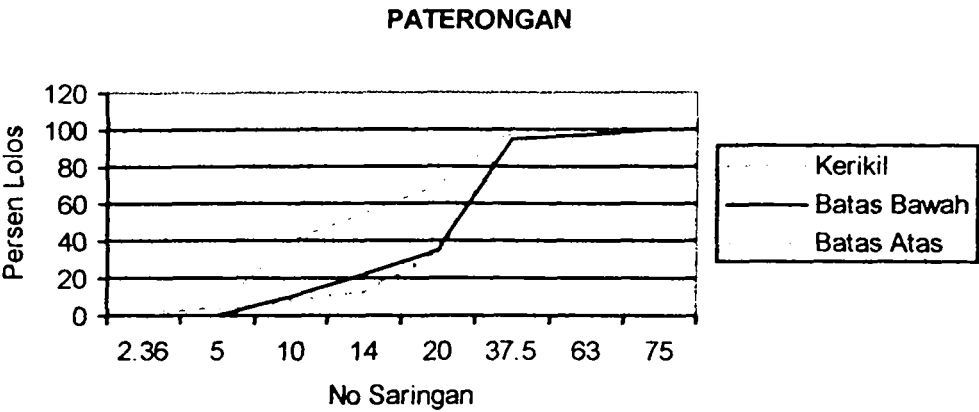
- benda uji dikeringkan dalam oven dengan suhu $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$ sampai berat tetap;
- saring benda uji dengan susunan saringan dengan ukuran saringan paling besar ditempatkan paling atas;
- pasir sebanyak ± 3000 gram dalam keadaan overdry diisikan ke ayakan teratas;
- saringan diguncang dengan mesin pengguncang selama 15 menit;
- pasir yang tertinggal diayakan ditimbang dan dicatat hasilnya;
- gradasi pasir kemudian dapat ditentukan dengan memakai grafik (% kumulatif pasir yang tertinggal terhadap diameter ayakan).

2.4.6 Data dan Perhitungan

Tabel 3.22 Analisa ayakan kerikil Paterongan.

No. Ayakan (mm)	Berat Ayakan (gr)	Berat Ayakan + Agregat (gr)	Berat Agregat (gr)	Berat Agregat (%)	Persentase Tertahan	Persentase Lolos
75,000						
63,000						
37,500 *	1245	1323.67	78.6667	2.50%	2.50%	100%
20,000 *	1268	3336.67	2068.67	65.85%	68.35%	34.15%
14,000	1098	1767.33	669.333	21.31%	89.66%	12.84%
10,000 *	1072	1223.67	151.667	4.83%	94.49%	8.01%
5,000 *	1139	1268.33	129.333	4.12%	98.61%	3.89%
2,360 *	1074	1117.67	43.6667	1.39%	100.00%	2.50%
1,180 *		0		0.00%		
0,600 *		0		0.00%		
0,300 *		0		0.00%		
0,150 *		0		0.00%		
0,075		0		0.00%		
0,063		0		0.00%		
Dasar	628	628	0	0.00%	100.00%	0.00%
Total		10665.3	3141.33	100.00%		

Fineness Modulus =7.64

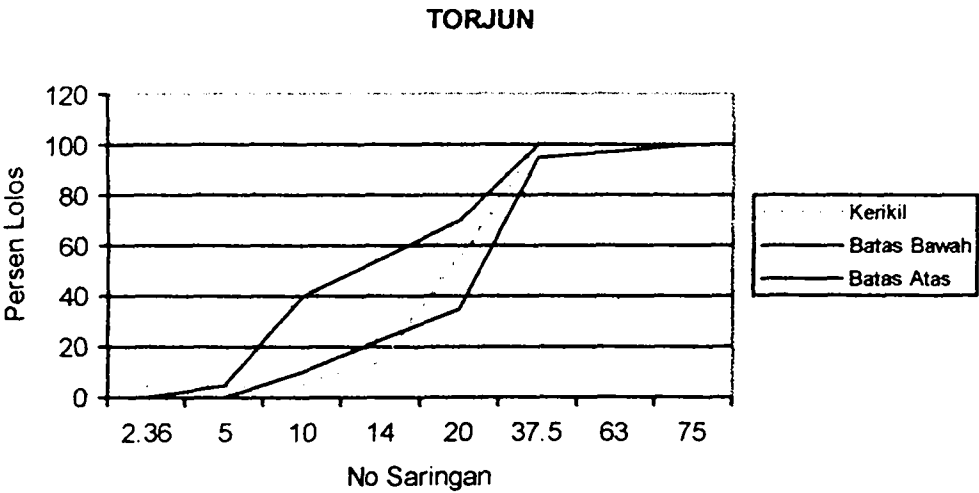


Grafik 3.2 Analisa ayakan kerikil Paterongan dengan batasan ukuran maksimum agregat 40 mm menurut British Standard.

Tabel 3.23 Analisa ayakan kerikil Torjun.

No. Ayakan (mm)	Berat Ayakan (gr)	Berat Ayakan + Agregat (gr)	Berat Agregat (gr)	Berat Agregat (%)	Persentase Tertahan	Persentase Lolos
75,000						
63,000						
37,500 *	1245	1388.33	143.333	4.79%	4.79%	100%
20,000 *	1268	2583.33	1315.33	43.98%	48.77%	56.02%
14,000	1098	2345.33	1247.33	41.70%	90.47%	14.32%
10,000 *	1072	1344	272	9.09%	99.56%	5.23%
5,000 *	1139	1152	13	0.43%	100.00%	4.79%
2,360 *	1074	1074	0	0.00%	100.00%	4.79%
1,180 *		0		0.00%		
0,600 *		0		0.00%		
0,300 *		0		0.00%		
0,150 *		0		0.00%		
0,075		0		0.00%		
0,063		0		0.00%		
Dasar	628	628.667	0	0.00%	100.00%	0.00%
Total		9127.33	2991			

Fineness Modulus = 7.53

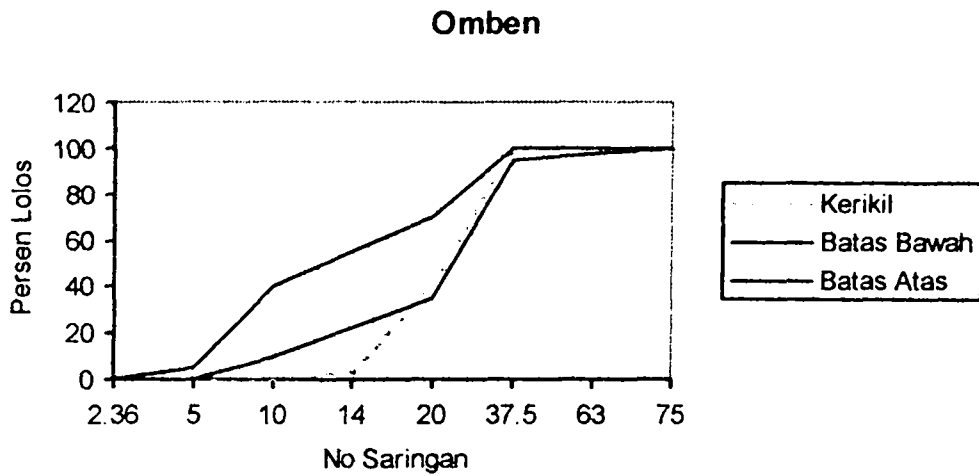


Grafik 3.3 Analisa ayakan kerikil Torjun dengan batasan ukuran maksimum agregat 40 mm menurut British Standard.

Tabel 3.24 Analisa ayakan kerikil Omben.

No. Ayakan (mm)	Berat Ayakan (gr)	Berat Ayakan + Agregat (gr)	Berat Agregat (gr)	Berat Agregat (%)	Persentase Tertahan	Persentase Lolos
75,000						
63,000						
37,500 *	1245	1245	0	0.00%	0	100.00%
20,000 *	1268	3026.67	1758.67	59.76%	59.76%	40.24%
14,000	1098	2188.33	1090.33	37.05%	96.82%	3.18%
10,000 *	1072	1165	93	3.16%	99.98%	0.02%
5,000 *	1139	1139	0	0.00%	99.98%	0.02%
2,360 *	1074	1074	0	0.00%	99.98%	0.02%
1,180 *		0		0.00%		
0,600 *		0		0.00%		
0,300 *		0		0.00%		
0,150 *		0		0.00%		
0,075		0		0.00%		
0,063		0		0.00%		
Dasar	628	628.667	0.66667	0.02%	100.00%	0.00%
Total		9221.67	2942.67			

Fineness modulus = 7.6



Grafik 3.4 Analisa ayakan kerikil Omben dengan batasan ukuran maksimum agregat 40 mm menurut British Standard.

2.4.7 Kesimpulan. Dari hasil perhitungan data di atas diperoleh ukuran maksimum agregat ketiga kerikil dari Madura adalah 40 mm dan modulus kehalusan kerikil masing-masing daerah adalah sebagai berikut :

- Paterongan 2 – 3 = 8,0387
- Torjun 1 – 2 = 7,011
- Torjun 2 – 3 = 7,7919
- Omben 1 – 2 = 7,2006
- Omben 2- 3 = 7,7862

2.5 Uji Keausan Agregat Dengan Mesin Los Angeles

2.5.1 Tujuan. Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui ketahanan agregat kasar terhadap keausan.

2.5.2 Ruang Lingkup. Penelitian ini menggunakan agregat kasar seperti yang tercantum dalam tabel 3.25.

2.5.3 Alat-alat yang dipakai :

- mesin Los Angeles; mesin Los Angeles terdiri dari silinder baja tertutup pada kedua sisinya dengan diameter 71 cm dan panjang dalam 50 cm. Silinder bertumpu pada dua poros yang tidak menerus dan berputar pada poros mendatar. Penutup lubang terpasang rapat sehingga permukaan dalam silinder tidak terganggu. Di bagian dalam silinder terdapat bilah baja melintang penuh setinggi 8.9 cm;
- saringan no.12 dan saringan-saringan lainnya sesuai tabel;
- bola-bola baja dengan diameter 4.68 cm dan berat masing-masing bola antara 390 gram sampai 445 gram;
- oven, yang dilengkapi dengan pengatur suhu untuk memanasi sampai $(110 \pm 5)^{\circ} \text{C}$.

Tabel 3.25 Gradasi benda uji dan jumlah bola baja pada pengujian Los Angeles.

Ukuran Saringan		Berat dan Gradasi Benda Uji (Gram)						
Lewat (mm)	Tertahan (mm)	A	B	C	D	E	F	G
76.2	63.5	-	-	-	-	2500	-	-
63.5	50.8	-	-	-	-	2500	-	-
50.8	38.1	-	-	-	-	5000	5000	-
38.1	25.4	1250	-	-	-	-	5000	5000
25.4	19.05	1250	-	-	-	-	-	5000
19.05	12.7	1250	2500	-	-	-	-	-
12.7	9.51	1250	2500	-	-	-	-	-
9.51	6.35	-	-	2500	-	-	-	-
6.35	4.75	-	-	2500	-	-	-	-
4.75	2.36	-	-	-	5000	-	-	-
Jumlah Bola		12	11	8	6	12	12	12
Berat Bola		5000 ± 25	4584 ± 25	3330 ± 20	2500 ± 15	5000 ± 25	5000 ± 25	5000 ± 25

2.5.4 Cara Pengujian

- berat dan gradasi benda uji disesuaikan dengan tabel 3.25;
- benda uji dibersihkan dan dikeringkan dalam oven sampai berat tetap;
- benda uji dan bola-bola baja dimasukkan ke dalam mesin Los Angeles;
- mesin Los Angeles diputar dengan kecepatan 30 rpm sampai 33 rpm;
- untuk gradasi A, B, C dan D diputar sebanyak 500 putaran dan untuk gradasi E, F dan G diputar sebanyak 1000 putaran;
- setelah selesai pemutaran, keluarkan benda uji dari mesin kemudian saring dengan saringan no. 12. Butiran yang tertahan di atasnya dicuci bersih, selanjutnya dikeringkan dalam oven sampai berat tetap.

2.5.5 Benda Uji. Benda uji untuk percobaan ini sesuai dengan tabel 3.26.

Tabel 3.26 Data pengujian abrasi dengan mesin Los Angeles dari kerikil Paterongan, Torjun dan Omben.

Saringan		Paterongan	Torjun	Omben
		Gradasi G	Gradasi B	Gradasi B
Lolos	Tertahan			
76.2	63.5	-	-	-
63.5	50.8	-	-	-
50.8	38.1	-	-	-
38.1	25.4	5000	-	-
25.4	19.05	5000	-	-
19.05	12.7	-	2500	2500
12.7	9.51	-	2500	2500
9.51	6.35	-	-	-
6.35	4.75	-	-	-
4.75	2.36	-	-	-
Berat yang tertahan saringan no 12		7394.6	3784.1	3419.5

2.5.5 Perhitungan.

$$\text{Keausan} = \frac{W1 - W2}{W1} \times 100\%$$

W1 = berat total agregat

W2 = berat agregat yang tertahan saringan No 12

$$\text{Keausan batu Paterongan} = \frac{10000 - 7394.6}{10000} \times 100\% = 26.05 \%$$

$$\text{Keausan batu Torjun} = \frac{5000 - 3784.1}{5000} \times 100\% = 24.32 \%$$

$$\text{Keausan batu Omben} = \frac{5000 - 3419.5}{5000} \times 100\% = 31.61 \%$$

2.6 Uji Ketahanan Agregat terhadap Beban Kejut (Impact Test)

2.6.1 Tujuan. Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui nilai ketahanan agregat terhadap beban kejut atau beban yang secara tiba-tiba.

2.6.2 Ruang Lingkup. Penelitian ini menggunakan agregat yang lolos saringan $\frac{1}{2}$ " tertahan saringan $\frac{3}{8}$ ".

2.6.3 Peralatan. Peralatan yang dipergunakan dalam pengujian ini adalah sebagai berikut:

- alat impact test;
- saringan $\frac{1}{2}$ ", $\frac{3}{8}$ ", no.8 (2.36 mm);
- tabung penakar dengan rojokan;
- timbangan, dengan ketelitian 0.1 gram;
- mold dengan alat penumbuknya.

2.6.4 Benda Uji. Benda uji adalah agregat yang lolos saringan $\frac{1}{2}$ " tertahan saringan $\frac{3}{8}$ " sebanyak ± 1000 gram.

2.6.4 Cara Pengujian.

- direndam dalam air kira-kira 15 menit sampai 20 menit;
- agregat dibuat dalam keadaan saturated surface dry (agregat dilap sampai kering permukaan);
- isi tabung penakar sampai 3 lapis (lapis pertama sampai ketiga dirojok masing-masing 25 kali) terus diratakan;
- timbang berat agregat dalam tabung penakar;
- masukkan pada mold penumbuk lalu ditumbuk sebanyak 15 kali;
- tumpahkan agregat dalam mold penumbuk (dengan jalan mencopot mold dari alatnya);
- saring dengan saringan no. 8 (2.36 mm), ditimbang yang tertahan dan yang lolos.

2.6.5 Perhitungan.

$$\text{Nilai impact} = (\text{Berat lolos ayakan no. 8} / \text{Berat total}) \times 100\%$$

2.6.6 Data dan Perhitungan

Tabel 3.27 Ketahanan kerikil Paterongan terhadap beban kejut.

No.	Berat total (A)	Berat lolos Ayakan no. 8 (B)	Berat tertahan ayakan no. 8 (C)	Nilai impact agregat $B/A \times 100\%$	Rata-rata Nilai impact (%)
1	357.7	43.2	314.1	12.1	
2	341.1	48.1	292.3	14.1	14.47
3	297.7	51.2	245.8	17.2	

Tabel 3.28 Ketahanan kerikil Torjun terhadap beban kejut.

No.	Berat total (A)	Berat lolos Ayakan no. 8 (B)	Berat tertahan Ayakan no. 8 (C)	Nilai impact agregat $B/A \times 100\%$	Rata-rata Nilai impact (%)
1	346	35.6	306.4	10.3	
2	339.5	39.3	299	11.6	12.4
3	313.4	48.1	263.8	15.3	

Tabel 3.29 Ketahanan kerikil Omben terhadap beban kejut.

No.	Berat total (A)	Berat lolos Ayakan no. 8 (B)	Berat tertahan Ayakan no. 8 (C)	Nilai impact agregat $B/A \times 100\%$	Rata-rata Nilai impact (%)
1	334.9	49.4	285.1	14.8	
2	318.7	55.9	260.6	17.6	16.7
3	318.3	56.6	259.8	17.8	

2.6.7 Kesimpulan. Nilai ketahanan agregat terhadap beban kejut (nilai impact) adalah 14.47% untuk kerikil Paterongan, 12.4% untuk kerikil Torjun, dan 16.7% untuk kerikil Omben. Sehingga nilai impact ketiga macam kerikil (Paterongan, Torjun dan Omben) memenuhi syarat yaitu kurang dari 30% (BS 812 ; Part 112 : 1990).

2.7 Uji Kepipihan Agregat (Flakiness Test)

2.7.1 Tujuan. Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui nilai kepipihan dari agregat yang dinyatakan dalam persentase.

2.7.2 Ruang Lingkup. Penelitian ini menggunakan agregat kasar yaitu agregat yang tertahan saringan No 4 (4,75 mm).

2.7.3 Peralatan. Peralatan yang digunakan meliputi :

- timbangan, dengan ketelitian 0,1 gram;
- saringan 1" (25.4 mm), $\frac{3}{4}$ " (19.0 mm), $\frac{1}{2}$ " (12.5 mm), $\frac{3}{8}$ " (9.5 mm), $\frac{1}{4}$ " (6.5 mm), no. 4 (4.75 mm);
- mesin penggetar;
- alur dengan diameter lebarnya 5 mm, 7.5 mm, 10 mm, 15 mm, dan 20 mm.

2.7.4 Benda Uji. Benda uji di ambik sebanyak 1000 gram untuk satu kali pengujian. Pengujian dilakukan paling sedikit dua kali.

2.7.5 Cara Pengujian.

- susun saringan dengan urutan sebagai berikut:
 - a. saringan 1" (25.4 mm),
 - b. saringan $\frac{3}{4}$ " (19.0 mm),
 - c. saringan $\frac{1}{2}$ " (12.5 mm),
 - d. saringan $\frac{3}{8}$ " (9.5 mm),
 - e. saringan $\frac{1}{4}$ " (6.5 mm),
 - f. saringan no. 4 (4.75 mm),
- agregat yang telah dimasukan pada susunan saringan digetarkan pada mesin penggetar selama 15 menit;

- timbang masing-masing agregat yang tertinggal di saringan;
- masukkan agregat ke alur dengan urutan sebagai berikut :
 - a. untuk yang tertahan saringan 1” memakai alur yang diameter lebarnya 20 mm;
 - b. untuk yang tertahan saringan $\frac{3}{4}$ ” memakai alur yang diameter lebarnya 15 mm;
 - c. untuk yang tertahan saringan $\frac{1}{2}$ ” memakai alur yang diameter lebarnya 10 mm;
 - d. untuk yang tertahan saringan $\frac{3}{8}$ ” memakai alur yang diameter lebarnya 7.5 mm;
 - e. untuk yang tertahan saringan $\frac{1}{4}$ ” memakai alur yang diameter lebarnya 5.0 mm;
- timbang baik yang lolos maupun yang tertahan pada alur.

2.7.6 Perhitungan.

$$\text{Flakiness} = \frac{C}{A} \times 100\%$$

A = berat total

B = berat tertahan alur flakiness

C = berat lolos alur flakiness

2.7.7 Data dan Perhitungan.

Tabel 3.30 Nilai flakiness kerikil Paterongan.

Nomor Ayakan	BERAT TOTAL (A)			BERAT TERTAHAN ALUR (B)			BERAT LOLOS ALUR (C)			NILAI FLAKINESS C/A x 100%			RATA - RATA	
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3		
1 1/2"													23.80	
1"														
3/4"	40.8	63.7	23.4	30.4	50.7	14.8	10.3	13	8.6	23.756	21.423	26.206		
1/2"	735.5	695.7	825.2	615.7	596.2	620.4	119.8	99.5	204.8					
3/8"	169.7	194.2	123.8	84.8	100.9	84.2	84.9	93.3	39.6					
1/4"	38.3	25.3	16.7	19.5	20.7	10.5	18.8	4.6	6.2					
No. 4	2.4	3.2	0	1.8	3.2	0	0.6	0	0					
Jumlah	986.7	982.1	989.1	752.2	771.7	729.9	234.4	210.4	259.2					

Tabel 3.31 Nilai flakiness kerikil Torjun.

Nomor Ayakan	BERAT TOTAL (A)			BERAT TERTAHAN ALUR (B)			BERAT LOLOS ALUR (C)			NILAI FLAKINESS C/A x 100%			RATA - RATA	
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3		
1 1/2"													14.93	
1"														
3/4"	8.9	20.2	35.3	0	20.2	35.3	8.9	0	0	17.463	13.132	14.204		
1/2"	758	699.1	684.2	625.9	587.2	580.6	132.1	111.9	103.4					
3/8"	191.8	254.6	242.1	163.3	238.8	208.4	28.5	15.8	33.7					
1/4"	25.7	22.3	31.1	23	19	27.1	2.7	3.2	3.9					
No. 4	1.7	0.6	0	1.7	0	0	0	0	0					
Jumlah	986.1	996.8	992.7	813.9	865.2	851.4	172.2	130.9	141					

Tabel 3.32 Nilai flakiness kerikil Omben.

Nomor Ayakan	BERAT TOTAL (A)			BERAT TERTAHAN ALUR (B)			BERAT LOLOS ALUR (C)			NILAI FLAKINESS C/A x 100%			RATA - RATA
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
1 1/2"													
1"			105.5			88.7			16.8				
3/4"	17.9	153.2	170.1	10.1	93.4	122.5	7.8	59.9	47.1				
1/2"	547.5	564.9	481.9	402.6	375.9	407.2	144.8	188.6	74.6				
3/8"	366.1	246.8	209.9	276.3	233.7	186.2	89.7	12.8	23.7				
1/4"	49.6	23.1	18.8	43	21.2	18.8	6.6	1.8	0				
No. 4	4	0	0	4	0	0	0	0	0				
Jumlah	985.1	988	986.2	736	724.2	823.4	248.9	263.1	162.2	25.266	26.630	16.447	22.781

2.7.8 Kesimpulan. Dari data-data di atas terlihat bahwa nilai flakiness dari Paterongan 23.80 %, Torjun 14.933 % dan Omben 22.781 % masih memenuhi syarat BS 812, Section 105,1:1989 yang mensyaratkan nilai maksimum dari flakiness 25 %.

2.8 Sifat Reaktif Alkali

2.8.1 Tujuan. Tujuan penelitian adalah mengetahui sifat reaktif dari agregat kasar terhadap alkali dengan metode kimia.

2.8.2 Ruang Lingkup. Pengujian ini meliputi cara pengambilan contoh dan cara uji sifat reaktif agregat beton terhadap alkali dengan metode kimia.

2.8.3 Peralatan Peralatan yang dipergunakan adalah sebagai berikut:

- air suling;
- larutan baku NaOH ($1,000 \pm 0,010$ N),
 bakukan dengan kaliumphthalat p.a atau asam oksalat p.a. Untuk membuat larutan kaliuphtalat atau asam oksalat digunakan air yang sudah dididihkan sehingga bebas CO_2 ;
- larutan baku HCL $0,05 \text{ N} \pm 0,001 \text{ N}$, bakukan dengan bahan baku NaOH;
- larutan indikator phenolphthalin dalam 100 ml etanol (1 : 1)
- larutan HCL b.j 1,18;
- larutan HF 40 %;
- larutan H_2SO_4 b.j 1,84;
- wadah reaksi, dengan kapasitas 50 – 70 ml di buat dari baja tahan karat atau tahan korosi lainnya dan dilengkapi dengan tutup kedap udara. Untuk satu kali penentuan diperlukan 4 buah wadah reaksi.

2.8.4 Cara Pengujian. Pengujian ini berdasarkan jumlah NaOH 1N yang bereaksi dengan silika dari agregat yang mempunyai kehalusan antara 300 μm dan 150 μm , selama 24 jam pada suhu 80° C.

a. Prosedur Pengujian adalah sebagai berikut :

- contoh dihaluskan sesuai dengan prosedur berikut :
 pecahan agregat kasar dengan alat pemecah hingga bitirannya tembus ayakan 5 mm kemudian dihaluskan secara bertahap sehingga semuanya lolos ayakan 300 μm dan tidak lolos ayakan 150 μm ;
- untuk meyakinkan semua agregat yang lebih halus dari 150 μm telah hilang, contoh dicuci diatas ayakan 150 μm . Contoh yang sudah dicuci dikeringkan pada suhu 100 – 105° C selama 24 ± 4 jam. Dinginkan contoh dan diayak lagi dengan ayakan 150 μm ;
- timbang 25 gram contoh dengan ketelitian 0,01 gram secara triple. Tuangkan masing-masing contoh ke dalam wadah reaksi dan di tambahkan masing-masing 25 ml larutan NaOH 1 N. Ke dalam wadah reaksi ke empat masukan 25 ml larutan NaOH yang sama, untuk digunakan sebagai blanko. Tutup rapat ke empat wadah reaksi;
- masukan wadah-wadah reaksi kedalam oven pada suhu $80^\circ \pm 1,0^\circ \text{ C}$. Setelah $24 \pm 0,25$ jam ambil wadah reaksi dari oven dan dinginkan di bawah aliran air selama 15 ± 2 menit, sampai suhunya di bawah 30° C.
- saring larutan dengan menggunakan cawan Gooch porselin dengan kertas saring bebas abu. Dekantasi sisa cairan pada wadah reaksi dan pindahkan padatan dari wadah reaksi ke dalam cawan Gooch, tekan dengan sudip tahan karat. Hampakan sampai mencapai 38 cm Hg, teruskan penyaringan untuk contoh-ccontoh yang lain;

- saring blanko seperti pada butir diatas. Gunakan kehampaan dan lama penyaringan sama seperti ketiga contoh.
- setelah selesai penyaringan, aduk filtrat sampai homogen, pipet 10 ml masukan kedalam labu takar 200 ml dan ecerkan sampai tanda tera. Simpan larutan ini untuk penentuan silika dan kebasaan;

b. Penentuan Silika larutan (Sc) dengan metode Gravimenti

- masukan larutan encer pada pipet 100 ml diatas ke dalam cawan platina, tambahkan 5 – 10 ml HCl dan diuapkan samapi kering diatas penangas air. Residu ditambahkan dengan 5 – 10 ml HCl dan air sejumlah yang sama, atau 10 – 20 ml HCl (1 + 1). Tutup cawan platina dan panaskan selama 10 menit pada oemanas atau plat panas. Encerkan larutan dengan air panas sebanyak volume larutan. Saring dan cuci SiO_2 dengan HCl (1 + 99) panas dan kemudian dengan air panas.
- filtrat di uapkan kembali sampai kering, panaskan residu dalam oven pada suhu (105 – 110) °C selama 1 jam. Tambah residu dengan 10 – 15 ml HCl (1 + 1) dan dipanaskan atau plat panas. Encerkan larutan dengan air panas sebanyak volume larutan. Saring dan cuci sisa SiO_2 yang didapat.
- pindahkan kertas yang berisi residu seperti pada dua butir diatas kedalam cawan platina yang sudah diketahui beratnya. Keringkan dan bakar kertas yang berisi residu, mula-mula dengan suhu rendah sampai karbon dari kertas saring habis tanpa menyala, kemudian pada (1100 – 1200) °C sampai berat tetap.
- tambahkan beberapa tetes air, 10 ml HF pekat dan satu tetes H_2SO_4 pekat. Uapkan hati-hati sampai kering. Panaskan residu pada (1050 – 1100) °C

selama 1 – 2 menit dinginkan dan timbang. Perbedaan berat sebelum dan sesudahnya adalah berat SiO_2 ;

- buat blanko dengan prosedur yang sama, menggunakan sejumlah larutan encer yang sama dari blanko dan jumlah pereaksi yang sama.

c. Reduksi Kebasaan. pipet 20 ml yang berisi larutan encer di masukan kedalam erlenmeyer 125 ml, tambah 2 atau 3 tetes indikator phenolphthalin dan titrasi dengan 0,05 N HCl sampai netral;

2.8.5 Perhitungan

Konsentrasi SiO_2 dari filtrat larutan NaOH adalah sebagai berikut :

$$Sc = (W1 - W2) \times 3320$$

Dimana :

Sc (silika larut) = konsentrasi SiO_2 mmol / l dalam filter asli.

$W1$ = gram SiO_2 dalam larutan encer

$W2$ = gram SiO_2 dalam blanko

Perhitungan reduksi kebasaaan sebagai berikut :

$$Rc = \frac{20.N}{V1} \times (V3 - V2) \times 1000$$

Dimana

Rc = reduksi kebasaaan mmol / l

N = normalita HCl yang digunakan untuk titrasi

$V1$ = ml larutan encer

$V2$ = ml HCl yang digunakan untuk titrasi

$V3$ = ml HCl yang digunakan untuk titrasi blanko

2.8.6 Data percobaan.

Tabel 3.33 Dissolved silica dan reduction in alkalinity.

	DISSOLVED SILICA (Sc) (millimole/liter)	REDUCTION IN ALKALINITY (Rc) (millimole/liter)
PATERONGAN	18	255.7
TORJUN	29	348
OMBEN	16	20.3

3. MIX DESIGN

Mix design yang digunakan adalah metode DOE (Department of the Environment) yang dikembangkan di Inggris dan diperkenalkan pada tahun 1975. Perhitungan campuran pada metode ini menggunakan perbandingan berat dan agregat dalam keadaan saturated surface dry (SSD) yaitu keadaan kering permukaan dan jenuh air di dalamnya. Kekuatan tekan betonnya (concrete strength) merupakan fungsi dari faktor air semen, dimana hubungan tersebut didapat dari percobaan dengan menggunakan tipe semen Portland dan tipe agregat yang berbeda.

Tabel 4.34 Perhitungan mix design dengan kerikil Paterongan

Stage	Item	Reference or calculation		Value			
1	1.1	Characteristic strength	Specified	22.5	N/mm2 at	28	days
				Proportion defective		5	per cent
	1.2	Standard deviation	Fig 3	6	N/mm2 or no data	-	N/mm2
	1.3	Margin	C1	(k = 1.64)	1.64 x 6	= 9.84	N/mm2
	1.4	Target mean strength	C2		(22.5 + 9.84) x 120%	= 38.81	N/mm2
	1.5	Cement type	Specified	1			
	1.6	Aggregate type : coarse		crushed			
		Aggregate type : fine		uncrushed			
2	1.7	Free-water/cement ratio	Table 2, Fig4	0.57		Use the lower value = 0.5	
	1.8	Maximum free-water/cement ratio	Specified	0.5			
2	2.1	Slump or V - B	Specified	Slump	mm or V - B	60 - 80	mm
	2.2	Maximum aggregate size	Specified			40	mm
	2.3	Free-water content	Table 3			185	kg/m3
3	3.1	Cement content	C3	185 : 0.5		370	kg/m3
	3.2	Maximum cement content	Specified				kg/m3
	3.3	Minimum cement content	Specified				
	3.4	Modified free-water/cement ratio				370	
4	4.1	Relative density of aggregate (SSD)				2.58	
	4.2	Concrete density	Fig 5			2330	kg/m3
	4.3	Total aggregate content	C4	2330 - 370 - 185 =		1775	kg/m3
5	5.1	Grading of fine aggregate	BS 882	Zone = 4			
	5.2	Proportion of fine aggregate	Fig 6			25	per cent
	5.3	Fine aggregate content	C5	0.25 x 1775		431	kg/m3
	5.4	Coarse aggregate content	C5	1775 - 431		1344	kg/m3
6	Quantities	Cement	Water	Fine aggregate	Coarse aggregate (kg)		
		(kg)	(kg or l)	(kg)	10 mm	20 mm	
	6.1	per m3 (to nearest 5 kg) SSD	370	185	431	448	896
	6.2	per trial mix of 0.17 m ³	63	31.5	73.3	76.2	153
	6.3	per trial mix of					
Kadar Air		C (%)	F (%)				
SSD		1.707	3.476				
Asli		1.09	4.366				

Tabel 4.35 Perhitungan mix design dengan kerikil Torjun

Stage	Item	Reference or calculation		Value			
1	1.1	Characteristic strength	Specified	22.5	N/mm2 at	28	days
					Proportion defective	5	per cent
	1.2	Standard deviation	Fig 3	6	N/mm2 or no data	-	N/mm2
	1.3	Margin	C1	(k = 1.64)	1.64 x 6	= 9.84	N/mm2
	1.4	Target mean strength	C2		(22.5 + 9.84) x 120%	= 38.81	N/mm2
	1.5	Cement type	Specified	1			
	1.6	Aggregate type : coarse		crushed			
		Aggregate type : fine		uncrushed			
2	1.7	Free-water/cement ratio	Table 2, Fig4	0.57		Use the lower value = 0.5	
	1.8	Maximum free-water/cement	Specified	0.5			
	2.1	Slump or V - B	Specified	Slump	mm or V - B	60 - 80	cm
	2.2	Maximum aggregate size	Specified			40	mm
3	2.3	Free-water content	Table 3			185	kg/m3
	3.1	Cement content	C3	185 : 0.5		370	kg/m3
	3.2	Maximum cement content	Specified				kg/m3
	3.3	Minimum cement content	Specified				
	3.4	Modified free-water/cement ratio				370	
4	4.1	Relative density of aggregate (SSD)				2.58	
	4.2	Concrete density	Fig 5			2330	kg/m3
	4.3	Total aggregate content	C4	2330 - 370 - 185		1775	kg/m3
5	5.1	Grading of fine aggregate	BS 882	Zone = 4			
	5.2	Proportion of fine aggregate	Fig 6			25	per cent
	5.3	Fine aggregate content	C5	0.25 x 1775		431	kg/m3
	5.4	Coarse aggregate content	C5	1775 - 431		1344	kg/m3
6	Quantities		Cement	Water	Fine aggregate	Coarse aggregate (kg)	
			(kg)	(kg or l)	(kg)	10 mm	20 mm
	6.1	per m3 (to nearest 5 kg) SSE	370	185	431	448	896
	6.2	per trial mix of 0.17	63	31.5	73.3	76.2	153
	6.3	per trial mix of					
		Kadar Air	C (%)	F (%)			
		SSD	2.11	3.476			
		Asli	1.68	4.366			

Tabel 4.36 Perhitungan mix design dengan kerikil Omben

Stage	Item	Reference or calculation		Value			
1	1.1	Characteristic strength	Specified	22.5	N/mm2 at	28	days
				Proportion defective		5	per cent
	1.2	Standard deviation	Fig 3	6	N/mm2 or no data	-	N/mm2
	1.3	Margin	C1	(k = 1.64)	1.64 x 6	= 9.84	N/mm2
	1.4	Target mean strength	C2		(22.5 + 9.84) x 120 ^o	= 38.81	N/mm2
	1.5	Cement type	Specified	1			
	1.6	Aggregate type : coarse		crushed			
		Aggregate type : fine		uncrushed			
1.7	Free-water/cement ratio	Table 2, Fig4	0.57		Use the lower value = 0.5		
	Maximum free-water/cement	Specified	0.5				
2	2.1	Slump or V - B	Specified	Slump	mm or V - B	60 - 80	cm
	2.2	Maximum aggregate size	Specified			40	mm
	2.3	Free-water content	Table 3			185	kg/m3
3	3.1	Cement content	C3	185 : 0.5		370	kg/m3
	3.2	Maximum cement content	Specified				kg/m3
	3.3	Minimum cement content	Specified				
	3.4	Modified free-water/cement ratio				370	
4	4.1	Relative density of aggregate (SSD)				2.6	
	4.2	Concrete density	Fig 5			2330	kg/m3
	4.3	Total aggregate content	C4	2330 - 370 - 185		1775	kg/m3
5	5.1	Grading of fine aggregate	BS 882	Zone = 4			
	5.2	Proportion of fine aggregate	Fig 6			25	per cent
	5.3	Fine aggregate content	C5	0.25 x 1775		431	kg/m3
	5.4	Coarse aggregate content	C5	1775 - 431		1344	kg/m3
6	Quantities		Cement	Water	Fine aggregate	Coarse aggregate (kg)	
			(kg)	(kg or l)	(kg)	10 mm	20 mm
	6.1	per m3 (to nearest 5 kg) SSC	370	185	431	448	896
	6.2	per trial mix of 0.17	63	31.5	73.3	76.2	153
	6.3	per trial mix of					
		Kadar Air	C (%)	F (%)			
		SSD	1.4	3.476			
		Asli	0.27	4.366			

4. SLUMP BETON

4.1 Maksud dan Tujuan.

Metode ini dimaksudkan sebagai pegangan dalam pengujian untuk menentukan slump beton.

Tujuan pengujian ini adalah untuk memperoleh angka slump beton.

4.2 Ruang Lingkup

Pengujian ini dilakukan terhadap beton segar yang mewakili campuran beton beton.

Hasil pengujian ini digunakan dalam pekerjaan :

- perencanaan campuran beton;
- pengendalian mutu beton pada pelaksanaan pembetonan.

4.3 Pengertian

Slump beton adalah besaran kekentalan (viskositas) atau plastisitas dan kohesif dari beton segar.

4.4 Peralatan

Untuk melaksanakan pengujian slump beton harus diikuti beberapa tahapan sebagai berikut :

- basahilah cetakan dan pelat dengan kain basah;
- letakkan cetakan di atas pelat dengan kokoh;
- isilah cetakan sampai penuh dengan beton segar dalam 3 lapis; tiap lapis berisi kira-kira 1/3 isi cetakan; setiap lapis ditusuk dengan tongkat pemadat sebanyak 25 tusukan secara merata; tongkat harus masuk sampai lapisan bagian bawah tiap-tiap lapisan; pada lapisan penusukan bagian tepi tongkat dimiringkan sesuai dengan kemiringan cetakan;
- 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;

- balikkan cetakan dan letakan perlahan-lahan disamping benda uji; ukurlah slump yang terjadi dengan menggunakan perbedaan tinggi cetakan dengan tinggi rata-rata benda uji (paling sedikit dilakukan dua kali pemeriksaan dengan adukan yang sama).

4.5 Data dan Perhitungan

Direncanakan slump beton 60 – 180 mm.