



**PENELITIAN KUALITAS PASIR DARI DAERAH GUNUNG KELUD
KABUPATEN KEDIRI
(SAND QUALITY RESEARCH FROM KELUD MOUNTAIN AREA
KEDIRI REGENCY)**

Aditya Purnama¹, Wigih Santoso², Yoyok Widiarto³

Program Studi Teknik Sipil Universitas Tulungagung¹

Jalan Kimangunsarkoro Beji, Kec. Boyolangu, Kab. Tulungagung 66233

Alamat korespondensi:

E-mail: purnamaaditya126@gmail.com

Program Studi Teknik Sipil Universitas Tulungagung²

Jalan Kimangunsarkoro Beji, Kec. Boyolangu, Kab. Tulungagung 66233

Alamat korespondensi:

E-mail: wigihsan92@gmail.com

Program Studi Teknik Sipil Universitas Tulungagung³

Jalan Kimangunsarkoro Beji, Kec. Boyolangu, Kab. Tulungagung 66233

Alamat korespondensi:

E-mail: yoyokwidiarto6666@gmail.com

ABSTRACT

The objectives of the study are: (1) Determining the division of grains (gradations) of the aggregate, (2) Determining the amount of material in the aggregate that passes the sieve No. 200 by washing, (3) Checking the weight of the contents of the fine aggregate as well as the weight of the contents of the mixture, (4) Determining the moisture content contained in the aggregate by drying, (5) determining the specific gravity of bulk (bulk), dry specific gravity of the saturated surface (SSD), The apparent specific gravity of the coarse/fine aggregate and the absorption rate of the coarse/fine aggregate against water, (6) testing aggregate wear with a los angeles abrasion machine.

This study uses the following methods: (1) Analysis of fine and coarse aggregate sieves, (2) Inspection of the amount of material in the aggregate that passes in sieve No. 200(0.075), (3) Inspection of aggregate content weight, (4) Moisture content of aggregates, (5) Specific gravity and absorption of coarse aggregates, (6) Specific gravity and absorption of fine aggregates, (7) Aggregate wear with los angeles abrasion machines.

Based on the results of the study, it can be concluded that from the calculation results for the Aggregate Sieve Analysis Test of test objects I, II, III, an average Grain Fine Modulus of 3.0 was obtained, then it was among the Fine Modulus of Zone 2 Fine Aggregate Grains, namely 2.61-3.00 (Medium Sand). The average sludge content of fine aggregates was 2.80%. So it can be concluded that the sand can be directly used in the concrete mixture without having to be washed first, because the maximum sludge content required for fine aggregate is 5%. In this experiment, the moisture content obtained has met the specification standards, namely the average for fine aggregates of 1.910% while for the average coarse aggregate of 2.600%. And the specification standard of moisture content in ASTM C 555-97 is 0.5% - 2.0%.

Keywords: *ash, volcanic, aggregate*

ABSTRAK

Tujuan penelitian adalah : (1) Menentukan pembagian butir (gradasi) agregat, (2) Menentukan jumlah bahan dalam agregat yang lolos saringan No. 200 dengan cara pencucian, (3) Memeriksa berat isi agregat halus serta berat isi campuran, (4) Menentukan kadar air yang terdapat pada agregat dengan cara pengeringan, (5) menentukan berat jenis curah (bulk), berat jenis kering permukaan jenuh (SSD), Berat jenis semu (apparent) dari agregat kasar/halus dan tingkat penyerapan agregat kasar/halus terhadap air, (6) menguji keausan agregat dengan mesin abrasi los angeles.

Penelitian ini menggunakan metode : (1) Analisa saringan agregat halus dan kasar, (2) Pemeriksaan jumlah bahan dalam agregat yang lolos dalam saringan No. 200(0.075), (3) Pemeriksaan berat isi agregat, (4) Kadar air agregat, (5) Berat jenis dan penyerapan agregat kasar, (6) Berat jenis dan penyerapan agregat halus, (7) Keausan agregat dengan mesin abrasi los angeles.

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa Dari hasil perhitungan untuk Pengujian Analisa Saringan Agregat benda uji I,II,III, diperoleh Modulus Halus Butir rata-rata sebesar 3,0, Maka berada di antara Modulus Halus Butir Agregat Halus Zona 2 yaitu 2,61-3,00 (Pasir Sedang). Kadar lumpur

rata-rata agregat halus sebesar 2,80 %. Sehingga dapat disimpulkan bahwa pasir tersebut dapat langsung digunakan dalam campuran beton tanpa harus dicuci terlebih dahulu, karena kadar lumpur maksimum yang disyaratkan untuk agregat halus adalah sebesar 5 %. Dalam percobaan ini kadar air yang diperoleh sudah memenuhi standar spesifikasi yakni rata-rata untuk agregat halus sebesar 1,910 % sedangkan untuk rata-rata agregat kasar sebesar 2,600 %. Dan standar spesifikasi kadar air dalam ASTM C 555-97 adalah **0,5% - 2,0%**.

Kata kunci:abu,vulkanik,agregat

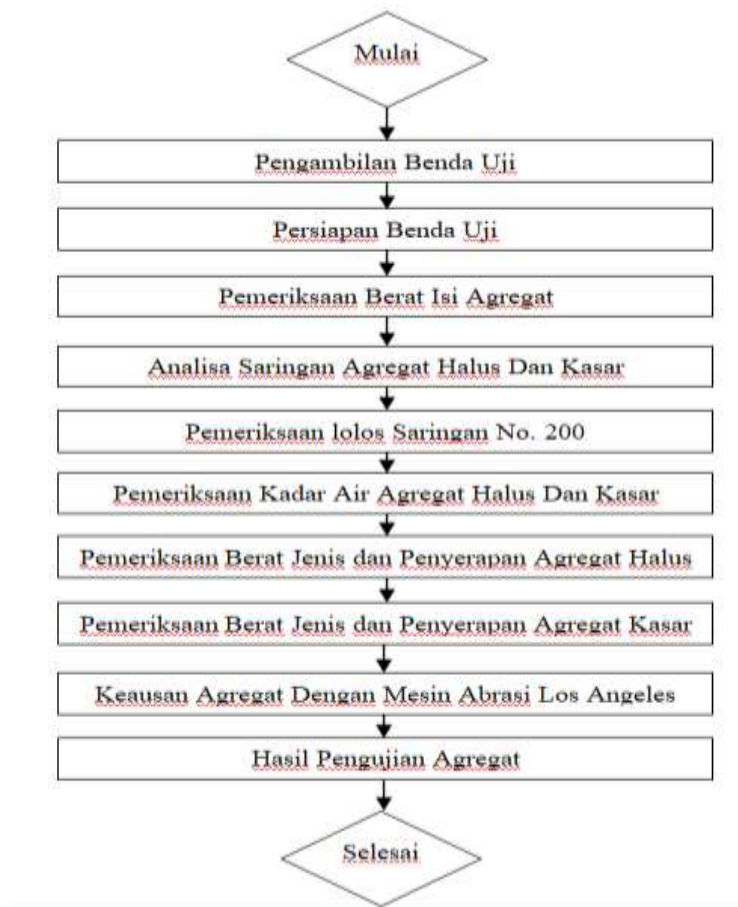
PENDAHULUAN

Gunung Kelud merupakan gunung berapi yang bersifat strato vulkano mengalami beberapa letusan yang tercatat 29 kali letusan mulai tahun 1000 sampai tahun 2007. Pada bulan Februari 2014 telah terjadi peristiwa erupsi gunung Kelud. Dengan peristiwa tersebut, dapat diambil banyak hikmahnya, salah satunya yaitu sebagai sumber agregat halus (pasir), yang dimana jumlah agregat halus (pasir) sangatlah banyak, dengan begitu dapat dimanfaatkan oleh masyarakat sekitar sebagai mata pencaharian mereka. Pada penelitian ini membahas tentang agregat halus (pasir) dari tiga (3) wilayah berbeda di Blitar, yaitu dari gunung Kelud, Kali Putih, dan sungai Brantas. yang dimana agregat halus (pasir) dibawa oleh arus air sungai mulai dari hulu hingga ke hilir.

Agregat halus (pasir) dari gunung Kelud, banyak sekali jenis pasir didaerah (atas) gunung Kelud, yang dimana disinilah sumber agregat halus berasal, yang kemudian akan dibawa kebawah oleh arus air (sungai). Disana juga ada pembangunan kembali paska terjadi erupsi dan material agregat halus (pasir) berasal sekitar lokasi pembangunan atau dari gunung Kelud sendiri.

METODE PENELITIAN

Tahapan pada penelitian ini bertujuan untuk memberikan gambaran mengenai langkah – langkah penelitian sistematis supaya proses penelitian ini dapat berjalan dengan teratur sesuai dengan Standar Nasional Indonesia yang berlaku untuk pengujian agregat.



Gambar 1 Diagram Alur Pengujian

Penelitian dilakukan dalam skala laboratorium dengan menggunakan benda uji pasir dari Gunung Kelud, kemudian dianalisa untuk mendapatkan hasil dari berat isi agregat halus, kadar lumpur, berat jenis dan penyerapan agregat halus/kasar dan kadar air agregat.

Berikut merupakan landasan/dasar teori yang terkait dengan penelitian ini, yaitu:

Analisa Saringan Agregat Halus dan Kasar (SNI ASTM C136:2012)

Gradasi adalah susunan butir agregat sesuai ukurannya. Ukuran butir agregat dapat diperoleh melalui pemeriksaan analisa saringan. Satu set saringan umumnya terdiri dari saringan berukuran 4 inci, 3½ inci, 3 inci, 2½ inci, 2 inci, 1½ inci, 1 inci, ¾ inci, ½ inci, 38 inci, No.4, No.8, No.16, No.30, No.50, No.100, No.200. Gradasi agregat dinyatakan dalam persentase lolos atau persentase tertahan yang dihitung berdasarkan berat agregat. Gradasi agregat menentukan besarnya rongga atau pori yang mungkin terjadi dalam agregat campuran. Campuran agregat yang baik adalah agregat yang terdiri dari agregat berukuran besar sampai kecil secara merata, hal tersebut dikarenakan rongga yang terbentuk oleh agregat berukuran besar akan diisi oleh agregat yang lebih kecil.

Gradasi dibedakan menjadi tiga macam, yaitu gradasi rapat, gradasi seragam dan gradasi senjang.

a. Gradasi Baik (Well Graded)

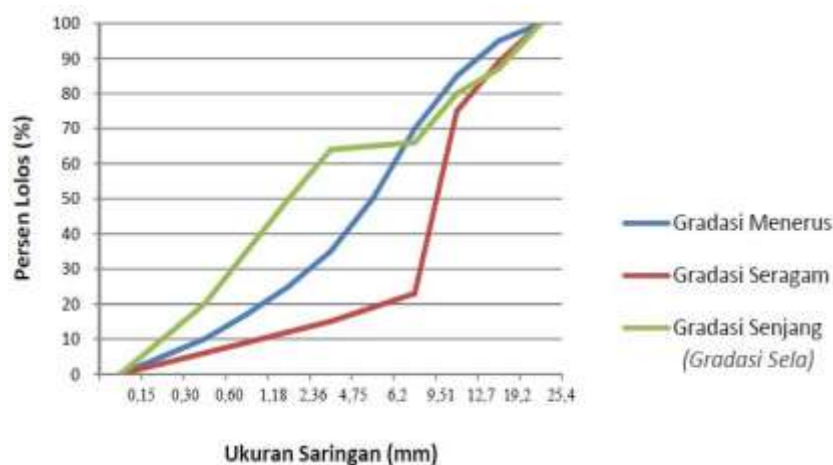
Gradasi rapat merupakan campuran agregat kasar dan halus dalam porsi yang berimbang, sehingga dinamakan juga agregat bergradasi baik (well graded). Agregat dengan gradasi rapat akan menghasilkan lapis perkerasan dengan stabilitas tinggi, kurang kedap air, sifat drainase jelek dan berat volume besar.

b . Gradasi Seragam (Uniform Graded)

Gradasi seragam adalah agregat dengan ukuran yang hampir sama sejenis atau mengandung agregat halus yang sedikit jumlahnya sehingga tidak dapat mengisi rongga antar agregat. Gradasi seragam disebut juga gradasi terbuka. Agregat dengan gradasi seragam akan menghasilkan lapisan perkerasan dengan sifat permeabilitas tinggi, stabilitas kurang dan berat volume kecil.

c . Gradasi Senjang (Gap Graded)

Gradasi senjang merupakan campuran agregat yang tidak memenuhi dua kategori di atas. Agregat bergradasi timpang umumnya digunakan untuk lapisan perkerasan lentur yaitu gradasi senjang, merupakan campuran agregat dengan 1 fraksi hilang dan 1 fraksi sedikit sekali. Agregat dengan gradasi timpang akan menghasilkan lapis perkerasan yang mutunya terletak diantara kedua jenis di atas.



Gambar 2 Grafik Gradasi

Spesifikasi Modulus Halus Butiran (MHB):

- Zona 3 = 1,50 - 2,60 (Pasir Halus)
- Zona 2 = 2,61 - 3,00 (Pasir Sedang)
- Zona 1 = 3.01 – 3,80 (Pasir Kasar)

Pemeriksaan Jumlah Bahan Dalam Agregat Yang Lolos Dalam Saringan No. 200(0.075) (SNI ASTM C117:2012)

Pengujian kadar lumpur pada agregat normal (halus dan kasar) sebelum digunakan akan mengandung kadar lumpur yang banyak, tapi kadar lumpur agregat normal yang diijinkan SK SNI S-04-1989-F untuk agregat halus (pasir) maksimal 5% tidak boleh mengandung lumpur (bagian yang dapat melewati ayakan 0,060 mm) lebih dari 5%. Apabila lebih dari 5% maka pasir harus dicuci dan untuk agregat kasar (batu pecah) maksimal 1%. Untuk menciptakan mutu beton yang baik (kuat tekan tinggi), maka bahan penyusun beton harus memenuhi syarat teknis.

Pemeriksaan berat Isi Agregat (SNI 03-4804-1998)

Berat volume atau berat isi merupakan rasio antara berat agregat dan isi atau volume. Berat isi agregat diperlukan dalam perhitungan bahan campuran beton, apabila jumlah bahan ditakar dengan ukuran volume.

Berat volume agregat ditinjau dalam dua keadaan, yaitu berat volume gembur dan berat volume padat. Berat volume gembur merupakan perbandingan berat agregat dengan volume literan, sedangkan berat volume padat adalah perbandingan berat agregat dalam keadaan padat dengan volume literan. Menurut British Standar 812, berat volume agregat yang baik untuk material beton mempunyai nilai yang lebih besar dari 1,445 gram/cm³.

Agregat merupakan salah satu bahan pengisi pada beton, namun demikian peranan agregat pada beton sangatlah penting. Kandungan agregat dalam beton kira-kira mencapai 70%-75% dari volume beton. Agregat sangat berpengaruh terhadap sifat-sifat beton, sehingga pemilihan agregat merupakan suatu bagian yang penting dalam pembuatan beton.

Berat isi dari suatu agregat dipengaruhi oleh berbagai faktor, termasuk jumlah air yang dikandungnya dan besarnya pemadatan yang dilakukan sewaktu mengisi agregat ke wadah dalam cetakan. Pengujian yang dilakukan di laboratorium ditunjukkan untuk membandingkan sifat agregat yang berbeda dan umumnya tidaklah tepat untuk mengubah proporsi volume di lapangan. Oleh karena itu dikenal adanya berat lepas atau yang dipadatkan dengan tongkat atau dengan cara lain tiap m³, tergantung pada cara mengisi kotak wadah dengan agregat kering.

Pemeriksaan Kadar Air Agregat (SNI 03-1971-2011)

Kadar air agregat adalah perbandingan antara berat air yang dikandung agregat dalam keadaan kering dan dinyatakan dalam persen (%). Peraturan persyaratan yang digunakan dalam “America Society for Testing and Materials”, yaitu 0.2% - 4.0 % (ASTM C70).

Menurut “America Society for Testing and Materials” sangatlah sulit untuk mencapai agregat dalam keadaan SSD (saturated surface dry) dilapangan yaitu kondisi dari partikel agregat atau padat berpori lainnya ketika void permeable diisi dengan air tetapi terkena permukaan kering sehingga perlu mengkonversikan keadaan yang sebenarnya dari agregat dilapangan menjadi keadaan SSD, yaitu dengan mengetahui kadar air kapasitas absorpsi dari agregat yang diukur. Kadar air bebas dihitung dari total kadar air dikurangi kapasitas absorpsi. Dapat disimpulkan bahwa kadar air yang terkandung dalam agregat dapat mempengaruhi jumlah air yang diperlukan didalam campuran. Salah satu sifat yang mempengaruhi besarnya air yang terdapat dalam agregat adalah porositas berabsorpsi (ASTM C128).

Berat Jenis Dan Penyerapan Agregat Kasar (SNI 03-1969-2016)

Dalam pemeriksaan ini perlu dimengerti beberapa definisi menyangkut berat jenis suatu agregat, yaitu :

- a. Berat jenis curah (Bulk), yaitu perbandingan antara agregat kering dengan agregat dalam keadaan jenuh pada suhu tertentu.
- b. Berat jenis kering permukaan (Saturated Surface Dry / SSD), yaitu perbandingan antara berat agregat kering permukaan jenuh dengan berat air suling yang isinya sama dengan isi agregat dalam keadaan jenuh pada suhu tertentu.
- c. Berat jenis semu (apparent), yaitu perbandingan antara agregat kering dan berat air suling yang isinya sama dengan isi agregat dalam keadaan kering pada suhu tertentu.
- d. Penyerapan adalah persentase berat air yang dapat diserap terhadap berat kering agregat. Pengukuran berat jenis agregat diperlukan untuk perencanaan campuran agregat dengan semen, campuran ini berdasarkan perbandingan berat karena lebih teliti dibanding dengan perbandingan volume dan juga untuk menentukan banyaknya pori agregat. Berat jenis yang kecil akan mempunyai volume yang besar sehingga dengan berat yang sama akan membutuhkan semen yang banyak.

Pengukuran hasil berat jenis agregat ini sering dipakai untuk mengekspresikan nilai kerapatan/density agregat, di mana nilai kerapatan agregat diperoleh dengan mengalikan nilai berat jenis agregat dengan kerapatan air pada suhu standar yang dipakai untuk pengukuran. Nilai

Penyerapan adalah perbandingan perubahan berat agregat karena penyerapan air oleh pori-pori dengan berat agregat pada kondisi kering. Dengan mengacu pada ketentuan SNI 03-1968-1990 yang mana memuat tentang penyerapan dari agregat adalah tidak boleh lebih dari 3% dan berat jenis bulk atau curah dari agregat adalah minimal sebesar 2,5 gram

Berdasarkan SNI 03-1969-1990 rumus yang digunakan dalam praktikum jenis agregat kasar sebagai berikut

$$\begin{aligned}
 \text{a. Berat jenis curah (bulk specific gravity)} &= \frac{Bk}{(Bj - Ba)} \\
 \text{b. Berat jenis kering permukaan (SSD)} &= \frac{Bi}{(Bj - Ba)} \\
 \text{c. Berat jenis semu (apparent specific gravity)} &= \frac{Bk}{(Bk - Ba)} \\
 \text{d. Penyerapan (absorption)} &= \frac{Bk}{(Bj - Ba)} \times 100\%
 \end{aligned}$$

Keterangan :

Bk = Berat benda kering oven (gram)

Bj = Berat benda uji kering permukaan jenuh (gram)

Ba = Berat uji di dalam air (gram)

Berat Jenis Dan Penyerapan Agregat Halus (SNI 03-1970-2016)

Dalam pemeriksaan ini perlu dimengerti beberapa definisi menyangkut berat jenis suatu agregat, yaitu :

- Berat jenis curah (Bulk), yaitu perbandingan antara agregat kering dengan agregat dalam keadaan jenuh pada suhu tertentu.
- Berat jenis kering permukaan (Saturated Surface Dry / SSD), yaitu perbandingan antara berat agregat kering permukaan jenuh dengan berat air suling yang isinya sama dengan isi agregat dalam keadaan jenuh pada suhu tertentu.
- Berat jenis semu (apparent), yaitu perbandingan antara agregat kering dan berat air suling yang isinya sama dengan isi agregat dalam keadaan kering pada suhu tertentu.
- Penyerapan adalah persentase berat air yang dapat diserap terhadap berat kering agregat. Pengukuran berat jenis agregat diperlukan untuk perencanaan campuran agregat dengan semen, campuran ini berdasarkan perbandingan berat karena lebih teliti dibanding dengan perbandingan volume dan juga untuk menentukan banyaknya pori agregat. Berat jenis yang kecil akan mempunyai volume yang besar sehingga dengan berat yang sama akan membutuhkan semen yang banyak.

Pengukuran hasil berat jenis agregat ini sering dipakai untuk mengekspresikan nilai kerapatan/density agregat, di mana nilai kerapatan agregat diperoleh dengan mengalikan nilai berat jenis agregat dengan kerapatan air pada suhu standar yang dipakai untuk pengukuran. Nilai Penyerapan adalah perbandingan perubahan berat agregat karena penyerapan air oleh pori-pori dengan berat agregat pada kondisi kering. Dengan mengacu pada ketentuan SNI 03-1968-1990 yang mana memuat tentang penyerapan dari agregat adalah tidak boleh lebih dari 3% dan berat jenis bulk atau curah dari agregat adalah minimal sebesar 2,5 gram

Berdasarkan SNI 03-1969-1990 rumus yang digunakan dalam praktikum jenis agregat kasar sebagai berikut.

$$\text{a. Berat jenis curah (bulk specific gravity)} = \frac{Bk}{(Bj - Ba)}$$

$$\begin{aligned}
 \text{b. Berat jenis kering permukaan (SSD)} &= \frac{B_i}{(B_j - B_a)} \\
 \text{c. Berat jenis semu (apparent specific gravity)} &= \frac{B_k}{(B_k - B_a)} \\
 \text{d. Penyerapan (absorption)} &= \frac{B_k}{(B_j - B_a)} \times 100\%
 \end{aligned}$$

Keterangan :

B_k = Berat benda kering oven (gram)

B_j = Berat benda uji kering permukaan jenuh (gram)

B_a = Berat uji di dalam air (gram)

Keausan Agregat Dengan Mesin Abrasi Los Angeles (SNI 03-2417-2008)

Ketahanan agregat terhadap penghancuran (Degradasi) diperiksa dengan mesin Los Angeles (abrasion Los Angeles Test). Agregat yang telah disiapkan sesuai gradasi dan berat tertentu dimasukkan bersama-sama bola baja ke dalam Mesin Los Angeles lalu diputar dengan kecepatan 30–33 rpm sebanyak 500 putaran. Nilai akhir dinyatakan dalam persen yang merupakan hasil perbandingan antara berat benda uji tertahan saringan No. 12 dengan berat benda uji mula-mula. Nilai tertinggi menunjukkan banyaknya benda uji yang hancur akibat perputaran alat yang akan mengakibatkan tumbukan antara partikel dan alat-alat serta bola baja. Untuk campuran beton yang digunakan untuk konstruksi bangunan, nilai abrasi tidak boleh lebih dari 40% sedangkan untuk beton jalan raya tidak boleh lebih dari 30%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisa Saringan Agregat Halus dan Kasar (SNI ASTM C136:2012)

Modulus kehalusan dihitung dengan menjumlahkan akumulasi persentase bahan dari contoh uji tertahan dari saringan 0,150 mm (No.100), 0,300 mm (No.50), 0,600 mm (No.30), 1,18 mm (No.16), 2,36 mm (No.8), 4,75 mm (No.4), 9,6 mm (No. 3/8 inci), 19,0 mm (No. 3/4 inci), 37,5 mm (No. 1½ inci), 75 mm (No. 3 inci), 150 mm (No. 6 inci), dan jumlahnya dibagi dengan 100.

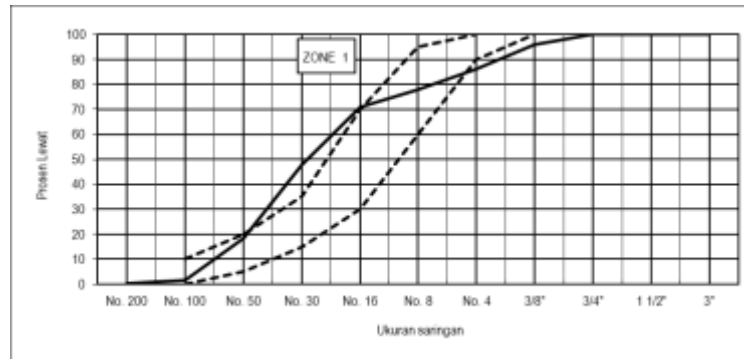
Modulus Halus Butir (MHB) :

$$\text{MHB} = \frac{\text{Jumlah komulatif \% berat tertahan semua saringan}}{100 \%}$$

Tabel 1 ZONA 1 = 3,01-3,80 (Pasir Kasar)

Ukuran saringan	Berat tertahan (gr)	Kumulatif	Prosen Kumulatif	
		Berat tertahan (gr)	Tertahan (%)	Lolos (%)
76,2 mm (3")	0,00	0,00	0,00	100,00
38,1 mm (1 1/2")	0,00	0,00	0,00	100,00
19,1 mm (3/4")	0,00	0,00	0,00	100,00
9,6 mm (3/8")	196,80	196,80	13,10	86,90
4,75 mm (No. 4)	119,20	316,00	21,03	78,97
2,36 mm (No. 8)	89,30	405,30	26,98	73,02
1,18 mm (No. 16)	110,90	516,20	34,36	65,64
0,6 mm (No. 30)	212,20	728,40	48,48	51,52
0,3 mm (No. 50)	296,10	1024,50	68,19	31,81
0,15 mm (No. 100)	319,20	1343,70	89,44	10,56
0,075 mm (No. 200)	118,90	1462,60	97,35	2,65

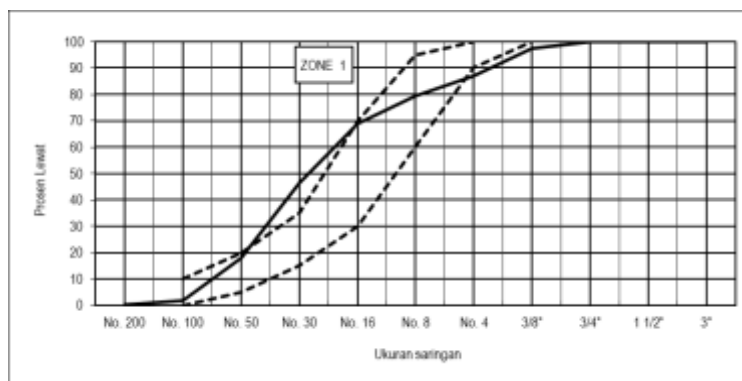
Pan	39,80	1502,40	100,00	0,00
Modulus kehalusan	3,02			



Gambar 3 Grafik ZONA 1 = 3,01-3,80 (Pasir Kasar)

Tabel 2 ZONA 2 = 2,61-3,00 (Pasir Sedang)

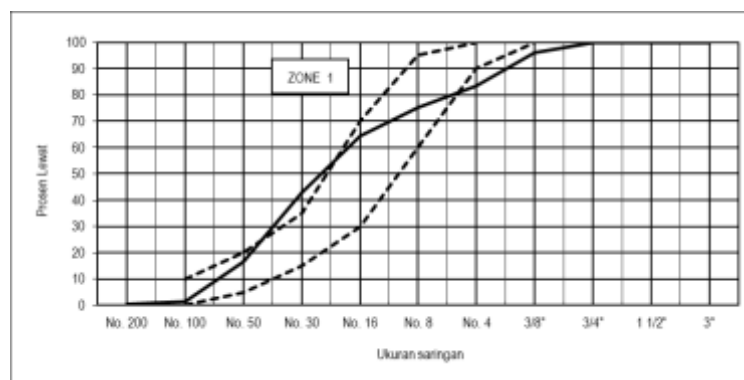
Ukuran saringan	Berat tertahan (gr)	Kumulatif		
		Berat tertahan (gr)	Prosen Kumulatif	
			Tertahan (%)	Lolos (%)
76,2 mm (3")	0,00	0,00	0,00	100,00
38,1 mm (1 1/2")	0,00	0,00	0,00	100,00
19,1 mm (3/4")	0,00	0,00	0,00	100,00
9,6 mm (3/8")	210,70	210,70	13,99	86,01
4,75 mm (No. 4)	113,80	324,50	21,54	78,46
2,36 mm (No. 8)	88,70	413,20	27,43	72,57
1,18 mm (No. 16)	107,80	521,00	34,59	65,41
0,6 mm (No. 30)	208,40	729,40	48,42	51,58
0,3 mm (No. 50)	276,80	1006,20	66,80	33,20
0,15 mm (No. 100)	314,40	1320,60	87,67	12,33
0,075 mm (No. 200)	121,50	1442,10	95,73	4,27
Pan	64,30	1506,40	100,00	0,00
Modulus kehalusan	3,00			



Gambar 4 Grafik ZONA 2 = 2,61-3,00 (Pasir Sedang)

Tabel 3 ZONA 2 = 2,61-3,00 (Pasir Sedang)

Ukuran saringan	Berat tertahan (gr)	Kumulatif	Prosen Kumulatif	
		Berat tertahan (gr)	Tertahan (%)	Lolos (%)
76,2 mm (3")	0,00	0,00	0,00	100,00
38,1 mm (1 1/2")	0,00	0,00	0,00	100,00
19,1 mm (3/4")	0,00	0,00	0,00	100,00
9,6 mm (3/8")	58,60	58,60	3,96	96,04
4,75 mm (No. 4)	189,20	247,80	16,74	83,26
2,36 mm (No. 8)	119,50	367,30	24,81	75,19
1,18 mm (No. 16)	159,60	526,90	35,58	64,42
0,6 mm (No. 30)	320,60	847,50	57,24	42,76
0,3 mm (No. 50)	389,50	1237,00	83,54	16,46
0,15 mm (No. 100)	221,10	1458,10	98,47	1,53
0,075 mm (No. 200)	18,60	1476,70	99,73	0,27
Pan	4,00	1480,70	100,00	0,00
Modulus kehalusan	3,20			



Gambar 5 Grafik ZONA 2 = 2,61-3,00 (Pasir Sedang)

Dari Pengujian Analisa Saringan Agregat benda uji I,II,III, diperoleh Modulus Halus Butir rata-rata sebesar 3,0,dengan perhitungan :

$$\begin{aligned}
 \text{MHB} &= \frac{\text{Jumlah komulatif \% berat tertahan semua saringan}}{100\%} \\
 &= \frac{(13,99 + 21,54 + 27,43 + 34,59 + 48,42 + 66,80 + 87,67) \%}{100\%} \\
 &= 3,00
 \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan untuk Pengujian Analisa Saringan Agregat benda uji I,II,III, diperoleh Modulus Halus Butir rata-rata sebesar 3,0, Maka berada di antara Modulus Halus Butir Agregat Halus Zona 2 yaitu 2,61-3,00 (Pasir Sedang)



Gambar 6 Proses Menggucangkan Benda Uji Menggunakan Sieve shaker



Gambar 7 Proses Mengoven Benda Uji

Pemeriksaan Jumlah Bahan Dalam Agregat Yang Lolos Dalam Saringan No. 200 (SNI ASTM C117:2012)

Rumus-rumus yang digunakan dalam perhitungan adalah sebagai berikut :

- 1) Berat kering benda uji awal : $W_3 = W_1 - W_2$
- 2) Berat kering benda uji sesudah pencucian : $W_6 = W_4 - W_2$
- 3) Bahan lolos saringan Nomor 200 (0,075 mm) : $(W_3 - W_6) / W_3 \times 100\%$

Keterangan:

W1 = Berat kering benda uji + wadah (gram);

W2 = Berat wadah (gram);

W3 = Berat kering benda uji awal (gram);

W4 = Berat kering benda uji sesudah pencucian + wadah(gram);

W6= Berat kering benda uji sesudah pencucian (gram);

Diketahui data – data sebagai berikut

Tabel 4 Pengujian Kadar Lumpur

AGREGAT HALUS				
URAIAN	UKURAN MAKSIMUM AGREGAT 4,7 mm			SATUAN
	I	II	III	
Berat wadah (W2)	553,50	562,00	554,10	gram
Berat benda uji kering awal sebelum dicuci + Wadah (W1)	2111,60	2135,80	2118,20	gram
Berat benda uji kering setelah dicuci+Wadah (W4)	2069,10	2092,50	2072,60	gram
Berat benda uji kering setelah dicuci (W4 - W2) = (W6)	1515,60	1530,50	1518,50	gram
Berat benda uji kering awal (W1 - W2) = (W3)	1558,10	1573,80	1564,10	gram
Persen bahan lolos saringan No. 200 (W3-W6)/W3x100%=W7	2,73	2,75	2,92	%
RATA-RATA	2,80			%

Berdasarkan pemeriksaan tersebut di atas diperoleh kadar lumpur rata-rata agregat halus sebesar 2,80 %. Sehingga dapat disimpulkan bahwa pasir tersebut dapat langsung digunakan dalam campuran beton tanpa harus dicuci terlebih dahulu, karena kadar lumpur maksimum yang disyaratkan untuk agregat halus adalah sebesar 5 %.



Gambar 8 Proses Menimbang Benda Uji Kedalam Talam



Gambar 9 Proses Memasukkan Benda Uji Kedalam wadah

A. Pemeriksaan Berat Isi Agregat (SNI 03-1971-2011)

Contoh Perhitungan:

$$\text{Berat isi sampel} = \frac{C}{V} \text{ (gr/cm}^3\text{)}$$

Dimana :

C = berat contoh (gr)

V = isi wadah (cm³)

Diketahui data –data sebagai berikut :

Tabel 5 Berat Isi Lepas (Agregat Halus)

LEPAS / GEMBUR		I	II	III
A.	Berat tempat + Benda uji (gr)	26112	26120	26109
B.	Berat tempat (gr)	11600	11600	11600
C.	Berat benda uji (C) (gr)	14512	14520	14509
D.	Isi tempat (V) (cm ³)	10000	10000	10000
E.	Berat isi benda uji (gr/cm ³)	1,45	1,45	1,45
F.	Berat isi benda uji rata-rata (gr/cm ³)	1,45		

Tabel 6 Berat Isi Padat (Agregat Halus)

TUSUK / PADAT		I	II	III
A.	Berat tempat + Benda uji (gr)	27860	27840	27854
B.	Berat tempat (gr)	11600	11600	11600
C.	Berat benda uji (C) (gr)	16260	16240	16254
D.	Isi tempat (V) (cm ³)	10000	10000	10000
E.	Berat isi benda uji (gr/cm ³)	1,63	1,62	1,63
F.	Berat isi benda uji rata-rata (gr/cm ³)	1,63		

Tabel 7 Berat Isi Ketuk (Agregat Halus)

KETUK		I	II	III
A.	Berat tempat + Benda uji (gr)	28008	27994	27990
B.	Berat tempat (gr)	11600	11600	11600
C.	Berat benda uji (C) (gr)	16408	16394	16390
D.	Isi tempat (V) (cm ³)	10000	10000	10000
E.	Berat isi benda uji (gr/cm ³)	1,64	1,64	1,64
F.	Berat isi benda uji rata-rata (gr/cm ³)	1,64		

Hasil pemeriksaan berat isi agregat halus, diperoleh berat isi (sampel) benda uji dalam kondisi lepas rata-rata sebesar 1,450 gram/ cm³ , kondisi padat rata-rata sebesar 1,630 gram/ cm³ dan kondisi ketuk rata-rata sebesar 1.640 gram/cm³, Maka berat volume agregat yang baik untuk material beton mempunyai nilai yang lebih besar dari 1,445 gram/ cm³ .

Dari hasil di atas dapat disimpulkan bahwa berat isi suatu bahan dapat berubah karena faktor

pemadatan. Disamping itu juga tetap dipengaruhi oleh jumlah air yang ada. Dengan pemadatan yang dilakukan dapat membuat pori-pori dalam agregat terisi dengan partikel agregat yang lebih kecil.



Gambar 10 Pengujian Berat Isi Padat



Gambar 11 Pengujian Berat Isi Ketuk

B. Kadar Air Agregat (SNI 03-1971-2011)

Agregat Halus dan Kasar

Diketahui : Data yang diperoleh dari laboratorium :

$$\text{Kadar Air} = \frac{B-C}{C-A} \times 100\%$$

Tabel 8 Pengujian Kadar Air Agregat

AGREGAT HALUS						
	Nomor test		I	II	III	
A.	Berat tempat	(gr)	553,50	562,00	554,10	
B.	Berat tempat + contoh	(gr)	2142,10	2165,60	2147,70	
C.	Berat tempat + contoh kering oven	(gr)	2111,60	2135,80	2118,20	
D.	Kadar air =	$\frac{B-C}{C-A} \times 100\%$	(%)	1,96	1,89	1,89
F.	Kadar air rata-rata	(%)	1,91			

Tabel 9 Pengujian Kadar Air Agregat

AGREGAT KASAR						
	Nomor test		I	II	III	
A.	Berat tempat	(gr)	560,00	561,20	554,50	
B.	Berat tempat + contoh	(gr)	3060,00	3061,20	3054,50	
C.	Berat tempat + contoh kering oven	(gr)	2998,40	2999,90	2987,50	
D.	Kadar air =	$\frac{B-C}{C-A} \times 100\%$	(%)	2,53	2,51	2,75
F.	Kadar air rata-rata	(%)	2,60			

Kadar air pada agregat sangat dipengaruhi oleh jumlah air yang terkandung dalam agregat. Semakin besar selisih antara berat agregat semula dengan berat agregat setelah kering oven maka semakin banyak pula air yang dikandung oleh agregat tersebut dan sebaliknya. Karena besar kecilnya kadar air berbanding lurus dengan jumlah air yang terkandung dalam agregat maka semakin besar jumlah air yang terkandung dalam agregat maka semakin besar pula kadar air agregat itu dan sebaliknya. Akan tetapi bila berat kering oven besar maka kadar air akan semakin

kecil dan sebaliknya. Dalam percobaan ini kadar air yang diperoleh sudah memenuhi standar spesifikasi yakni rata-rata untuk agregat halus sebesar 1,910 % sedangkan untuk rata-rata agregat kasar sebesar 2,600 %. Dan standar spesifikasi kadar air dalam ASTM C 555-97 adalah **0,5% - 2,0%**.



Gambar 12 Menimbang Benda Uji



Gambar 13 Mengoven Benda Uji

C. Berat Jenis Dan Penyerapan Agregat Kasar (SNI 03-1969-2016)

- a. Berat jenis curah (*bulk specific gravity*) $= \frac{Bk}{(Bj-Ba)}$
- b. Berat jenis kering permukaan (*SSD*) $= \frac{Bi}{(Bj-Bk)}$
- c. Berat jenis semu (*apparent specific gravity*) $= \frac{Bk}{(Bk-Ba)}$
- d. Penyerapan (*absorption*) $= \frac{(Bi-Bk)}{(Bk)} \times 100\%$

Keterangan :

- Bk = Berat benda kering oven (gram)
- Bj = Berat benda uji kering permukaan jenuh (gram)
- Ba = Berat uji di dalam air (gram)

Tabel 10 Pengujian Berat Jenis Dan Penyerapan Agregat Kasar

Pengujian	Notasi	I	II	III	Rata-rata
Berat contoh kering	Bj	5001,00	5000,20	5000,80	5000,60

permukaan jenuh					
Berat contoh di dalam air	Ba	2751,90	2789,90	2750,30	3715,95
Berat contoh kering oven	Bk	4642,00	4638,40	4635,20	3695,15
Berat Jenis (bulk)	$\frac{B_k}{B_j - B_a}$	2,06	2,10	2,06	2,08
Berat jenis kering permukaan jenuh	$\frac{B_j}{B_j - B_a}$	2,22	2,26	2,22	2,24
Berat jenis semu (apparent)	$\frac{B_k}{B_k - B_a}$	2,46	2,51	2,46	2,48
Penyerapan (absorpsi)	$\frac{B_j - B_k}{B_k} \times 100\%$	7,73	7,80	7,89	7,77

Berdasarkan hasil pemeriksaan terhadap berat jenis dan penyerapan agregat kasar dapat disimpulkan bahwa sampel agregat kasar yang diuji dapat dikategorikan sebagai agregat relatif normal karena memiliki berat jenis sedikit di atas batas antara 2,5-2,7.

Dari hasil pemeriksaan ini juga diperoleh nilai rata-rata :

- Berat jenis bulk = 2,110 b.
- Berat jenis bulk SSD = 2,260 c.
- Berat jenis semu = 2,470

Penyerapan agregat kasar rata-rata sebesar 6,800%, hal ini berarti penyerapannya besar maka tidak dapat digunakan sebagai bahan pencampur beton dengan syarat yang harus dipenuhi yaitu kurang dari 3 % untuk agregat kasar.



Gambar 14 Mengelap Menggunakan Kain Agar Benda Uji SSD



Gambar 15 Menimbang Benda Uji

D. Berat Jenis Dan Penyerapan Agregat Halus (SNI 03-1970-2016)

- a. Berat jenis curah (*bulk specific gravity*) $= \frac{Bk}{(B+Bj-Bt)}$
- b. Berat jenis kering permukaan (*SSD*) $= \frac{Bk}{(B+Bj-Bt)}$
- c. Berat jenis semu (*apparent specific gravity*) $= \frac{Bk}{(B+Bk-Bt)}$
- d. Penyerapan (*absorption*) $= \frac{(Bj-Bk)}{Bk} \times 100\%$

Keterangan :

- Bk = Berat benda kering oven (gram)
 Bj = Berat benda uji kering permukaan jenuh (gram)
 Ba = Berat uji di dalam air (gram)
 B = Berat picnometer berisi air (gram)

Tabel 11 Pengujian Berat Jenis Dan Penyerapan Agregat Halus

Pengujian	Notasi	I	II	III	Rata-rata
Berat contoh kering permukaan jenuh	B_j	507,7	506,1	502,9	505,57
Berat piknometer + contoh + air	B_t	993,2	981,8	982	985,67
Berat piknometer diisi air	B	668,1	660,3	665,1	664,5
Berat contoh kering oven	B_k	497,1	494	489,8	493,63
Berat Jenis (bulk)	$\frac{B_k}{(B+B_j-B_t)}$	2,72	2,68	2,63	2,68
Berat jenis kering permukaan jenuh	$\frac{B_k}{B+B_j-B_t}$	2,78	2,74	2,7	2,74
Berat jenis semu (apparent)	$\frac{B_k}{(B+B_k-B_t)}$	2,89	2,86	2,83	2,86
Penyerapan (absorpsi)	$\frac{(B_j-B_k)}{B_k} \times 100\%$	2,13	2,45	2,67	2,42

Berdasarkan hasil pemeriksaan terhadap berat jenis dan penyerapan agregat kasar dapat disimpulkan bahwa sampel agregat halus yang diuji dapat dikategorikan sebagai agregat normal memiliki berat jenis antara 2,5-2,7.

Dari hasil pemeriksaan ini juga diperoleh nilai rata-rata :

- d. Berat jenis bulk = 2,680
- e. Berat jenis bulk SSD = 2,740
- f. Berat jenis semu = 2,860

Penyerapan agregat halus rata-rata sebesar 2,420 %, hal ini berarti penyerapannya kecil maka dapat digunakan sebagai bahan pencampur beton dengan syarat yang harus dipenuhi yaitu kurang dari 3 % untuk agregat halus.



Gambar 16 Pengujian Kondisi SSD



Gambar 17 Benda Uji + Picno + Air

E. Keausan Agregat Dengan Mesin Abrasi Los Angeles (SNI 03-2417-2008)

$$\text{Keausan} = \frac{A-B}{A} \times 100\%$$

Keterangan :

a = Berat benda uji semula (gram)

b = Berat benda uji tertahan saringan No. 12 (gram)

Dari hasil percobaan di ketahui :

Tabel 12 Pengujian Keausan Agregat Dengan Mesin Abrasi Los Angeles

Saringan						Gradasi pemeriksaan						
						B 500 Putaran (Fraksi 9,50 - 19,00 mm)						
						I		II		III		
Lolos			Tertahan			Berat sebelum (gr)	Berat sesudah abrasi yang tertahan disaringan No. 12 (gr)	Berat sebelum (gr)	Berat sesudah abrasi yang tertahan disaringan No. 12 (gr)	Berat sebelum (gr)	Berat sesudah abrasi yang tertahan disaringan No. 12 (gr)	
76,2	mm	(3")	63,5	mm	(2,5")							
63,5	mm	(2,5")	50,8	mm	(2")							
50,8	mm	(2")	38,1	mm	(1,5")							
38,1	mm	(1,5")	25,4	mm	(1")							
25,4	mm	(1")	19	mm	(3/4")							
19	mm	(3/4")	12,5	mm	(1/2")	2502,7		2500,4		2504,2		
12,5	mm	(1/2")	9,5	mm	(3/8")	2501,6		2502,9		2500,9		
9,5	mm	(3/8")	6,3	mm	(1/4")							
6,3	mm	(1/4")	4,75	mm	(No. 4)							
4,75	mm	(No. 4)	2,38	mm	(No. 8)							
			(No. 12)				2495,6					
Jumlah berat						5004,3	2495,6	5003,3	2501,9	5005,1	2499,6	

	I	II	III	
Berat benda uji semula	5004,3	5003,3	5005,1	gram
Berat benda uji tertahan saringan No. 12	2495,6	2501,9	2499,6	gram
Keausan : $\frac{a - b}{a} \times 100\%$	50,13	50	50,06	%
Rata-rata	50,06			%

Dari pemeriksaan yang telah dilakukan, untuk agregat yang dipilih untuk diuji diperoleh nilai rata-rata abrasi sebesar 50,06 %. Nilai tersebut lebih dari 40% yang sehingga dapat disimpulkan bahwa agregat yang diuji tidak dapat digunakan dalam campuran beton.



Gambar 18 Mengayak/Memisahkan Benda Uji setelah Abrasi Menggunakan Saringan No. 12



Gambar 19 Memasukan Benda Uji Dalam Mesin Abrasi

Kesimpulan

1. Dari hasil perhitungan untuk Pengujian Analisa Saringan Agregat benda uji I,II,III, diperoleh Modulus Halus Butir rata-rata sebesar 3,0, Maka berada di antara Modulus Halus Butir Agregat Halus Zona 2 yaitu 2,61-3,00 (Pasir Sedang)
2. Berdasarkan pemeriksaan tersebut di atas diperoleh kadar lumpur rata-rata agregat halus

- sebesar 2,80 %. Sehingga dapat disimpulkan bahwa pasir tersebut dapat langsung digunakan dalam campuran beton tanpa harus dicuci terlebih dahulu, karena kadar lumpur maksimum yang disyaratkan untuk agregat halus adalah sebesar 5 %.
3. Hasil pemeriksaan berat isi agregat halus, diperoleh berat isi (sampel) benda uji dalam kondisi lepas rata-rata sebesar 1,450 gram/cm³ , kondisi padat rata-rata sebesar 1,630 gram/cm³ dan kondisi ketuk rata-rata sebesar 1.640 gram/cm³, Maka berat volume agregat yang baik untuk material beton mempunyai nilai yang lebih besar dari 1,445 gram/cm³. Dari hasil di atas dapat disimpulkan bahwa berat isi suatu bahan dapat berubah karena faktor pemadatan. Disamping itu juga tetap dipengaruhi oleh jumlah air yang ada. Dengan pemadatan yang dilakukan dapat membuat pori-pori dalam agregat terisi dengan partikel agregat yang lebih kecil.
 4. Kadar air pada agregat sangat dipengaruhi oleh jumlah air yang terkandung dalam agregat. Semakin besar selisih antara berat agregat semula dengan berat agregat setelah kering oven maka semakin banyak pula air yang dikandung oleh agregat tersebut dan sebaliknya. Karena besar kecilnya kadar air berbanding lurus dengan jumlah air yang terkandung dalam agregat maka semakin besar jumlah air yang terkandung dalam agregat maka semakin besar pula kadar air agregat itu dan sebaliknya. Akan tetapi bila berat kering oven besar maka kadar air akan semakin kecil dan sebaliknya. Dalam percobaan ini kadar air yang diperoleh sudah memenuhi standar spesifikasi yakni rata-rata untuk agregat halus sebesar 1,910 % sedangkan untuk rata-rata agregat kasar sebesar 2,600 %. Dan standar spesifikasi kadar air dalam ASTM C 555-97 adalah **0,5% - 2,0%**.
 5. Berdasarkan hasil pemeriksaan terhadap berat jenis dan penyerapan agregat kasar dapat disimpulkan bahwa sampel agregat kasar yang diuji dapat dikategorikan sebagai agregat relatif normal karena memiliki berat jenis sedikit di atas batas antara 2,5-2,7.
Dari hasil pemeriksaan ini juga diperoleh nilai rata-rata :
 - a. Berat jenis bulk = 2,110
 - b. Berat jenis bulk SSD = 2,260
 - c. Berat jenis semu = 2,470
 Penyerapan agregat kasar rata-rata sebesar 6,800%, hal ini berarti penyerapannya besar maka tidak dapat digunakan sebagai bahan pencampur beton dengan syarat yang harus dipenuhi yaitu kurang dari 3 % untuk agregat kasar.
 6. Berdasarkan hasil pemeriksaan terhadap berat jenis dan penyerapan agregat kasar dapat disimpulkan bahwa sampel agregat halus yang diuji dapat dikategorikan sebagai agregat normal memiliki berat jenis antara 2,5-2,7.
Dari hasil pemeriksaan ini juga diperoleh nilai rata-rata :
 - a. Berat jenis bulk = 2,680
 - b. Berat jenis bulk SSD = 2,740
 - c. Berat jenis semu = 2,860
 Penyerapan agregat halus rata-rata sebesar 2,420 %, hal ini berarti penyerapannya kecil maka dapat digunakan sebagai bahan pencampur beton dengan syarat yang harus dipenuhi yaitu kurang dari 3 % untuk agregat halus.
 7. Pemeriksaan keausan agregat yang dibutuhkan untuk mengukur ketahanan agregat terhadap kikisan karena bentuk permukaan yang digunakan merupakan suatu sifat yang penting dari beton, terutama untuk mutu beton yang digunakan pada bangunan struktural. Dalam laboratorium, pemeriksaan keausan agregat atau abrasi dilakukan dengan menggunakan mesin Los Angeles. Agregat kasar yang diuji abrasinya harus kurang dari 40%. Dari pemeriksaan yang telah dilakukan, untuk agregat yang dipilih untuk diuji diperoleh nilai rata-rata abrasi sebesar 50,06 %. Nilai tersebut lebih dari 40% yang sehingga dapat disimpulkan bahwa agregat yang diuji tidak dapat digunakan dalam campuran beton.

DAFTAR PUSTAKA

- Qomaruddin, Mochammad (2018). *Studi Komparasi Karakteristik Pasir Sungai di Kabupaten Jepara*. Jepara : Jurnal Ilmiah Teknosains Vol. 4 No. 1
- Tjun Nji, Lauw. *Agregat Halus (Pasir) : Parameter* from <https://lauwtjunnji.weebly.com/agregat-halus--parameter.html>
- Tjun Nji, Lauw. *Agregat Kasar (Split) : Parameter* from <https://lauwtjunnji.weebly.com/agregat-kasar--parameter.html>
- British Standard 812-3-1975. 1975. *Methods For Determination Of Mechanical Properties*. British Standards Institution.
- Standar Nasional Indonesia03-4804-1998. 1998. *Metode Pengujian Berat Isi Dan Rongga Udara Dalam Agregat*. Jakarta : Badan Standarisasi Nasional.
- Standar Nasional IndonesiaASTM C136:2012. 2012. *Metode Uji Untuk Analisis Saringan Agregat Halus Dan Agregat Kasar*. Jakarta : Badan Standarisasi Nasional.
- Standar Nasional IndonesiaASTM C117:2012. 2012. *Metode Uji Bahan Yang Lebih Halus Dari Saringan (No. 200) Dalam Agregat Mineral Dengan Pencucian*. Jakarta : Badan Standarisasi Nasional.
- Standar Nasional Indonesia1971:2011. 2011. *Cara Uji Kadar Air Total Agregat Dengan Pengeringan*. Jakarta : Badan Standarisasi Nasional.
- Standar Nasional Indonesia1970:2016. 2016. *Metode Uji Berat Jenis Dan Penyerapan Air Agregat Halus*. Jakarta : Badan Standarisasi Nasional.
- Standar Nasional Indonesia1969:2016. 2016. *Metode Uji Berat Jenis Dan Penyerapan Air Agregat Kasar*. Jakarta : Badan Standarisasi Nasional.
- Standar Nasional Indonesia2417:2008. 2008. *Cara Uji Keausan Agregat Dengan Mesin Abrasi Los Angeles*. Jakarta : Badan Standarisasi Nasional.