

## Bab IV Pelaksanaan Penelitian

### IV.1 Pengujian Kehalusan Semen

Proses pengujian kehalusan semen dilakukan berdasarkan SNI 15-2530-1991 yang sudah dijelaskan pada sub-bab III.4. Pengujian kehalusan semen dilakukan dengan menggunakan benda uji semen seberat 500 gram dan saringan yang digunakan adalah saringan No. 100 dan No. 200. Nilai persentase kehalusan dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut:

$$F = \frac{A}{B} \times 100\%$$

keterangan:

A = Berat benda uji tertahan pada masing-masing saringan

B = Berat benda uji semula

F = Kehalusan semen (%)

Data secara lengkap yang didapat dari hasil pengujian yang telah dilakukan dapat dilihat pada Tabel IV.1.

Tabel IV.1 Hasil Pengujian Kehalusan Semen Portland Tipe I

No. Saringan	Ukuran Lubang Saringan (mm)	Berat Saringan (gram)	Berat Saringan + Tertahan (gram)	Berat Tertahan (gram)	Berat Tertahan Kumulatif (gram)	Persen (%)	
						Tertahan	Lolos
100	0,15	352	352	0	0	0	100
200	0,075	358	407	49	49	9,8	90,2
Pan		350	799	449	498	89,8	10,2
Berat Total (gram) :						498	
Berat Awal (gram) :						500	
Berat Tertahan yang Terbuang (gram) :						2	

(Sumber: Olahan Pribadi)

Dari hasil pengujian yang telah dilakukan, didapatkan hasil persentase tertahan pada saringan No. 100 adalah 0% dan pada saringan No. 200 adalah 9,8%. Dari hasil persentase tersebut, dapat disimpulkan bahwa semen layak digunakan karena tidak melewati batas yang diizinkan, yaitu persentase berat tertahan pada No. 100 sebesar 0% dan pada No. 200 sebesar 10%.

## **IV.2 Pengujian Agregat**

### **IV.2.1. Pengujian Agregat Kasar**

Pengujian agregat kasar yang dilakukan meliputi pengujian ukuran, berat jenis, kadar air, dan penyerapan air.

#### **IV.2.1.1 Pengujian Ukuran Agregat Kasar**

Dari pengujian ukuran agregat kasar yang dilakukan, diperoleh berat tertahan pada saringan 3/8” sebesar 772 gram, saringan 4” sebesar 113 gram, dan berat tertahan pada pan sebesar 67 gram, sedangkan pada saringan No. 2”, 1 ½”, dan 1” tidak terdapat agregat yang tertahan. Dari hasil tersebut dapat dihitung modulus kehalusannya berdasarkan persamaan berikut:

$$M = \frac{\sum T\%}{100}$$

keterangan:

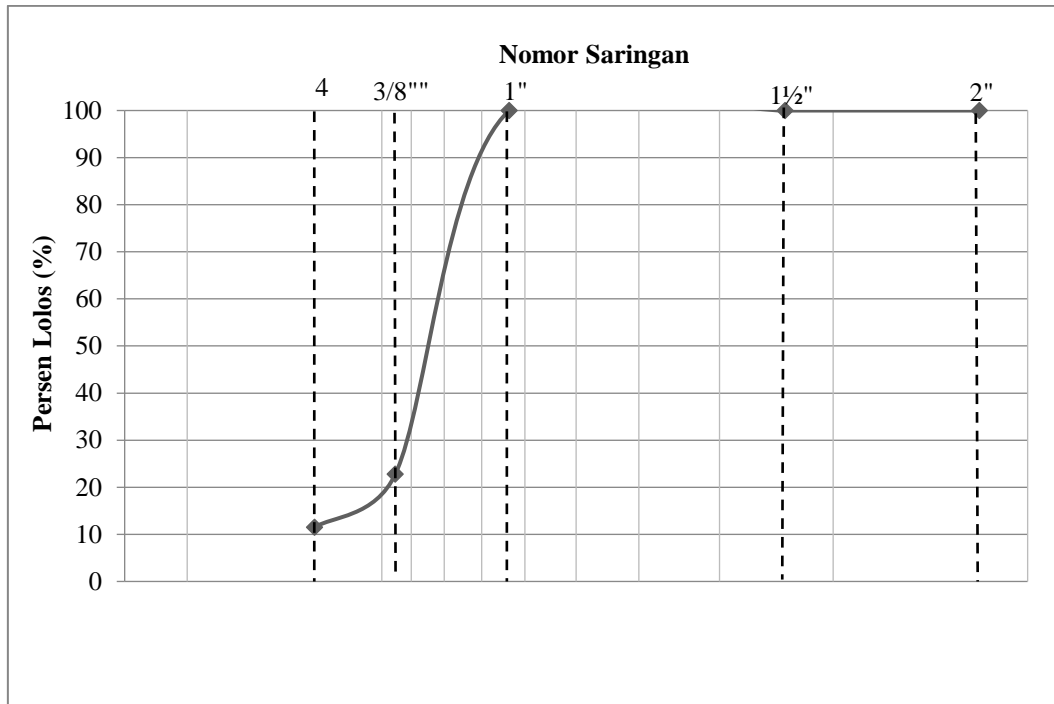
$\sum T\%$  = Total jumlah persentase berat tertahan kumulatif

Data secara lengkap yang didapat dari hasil pengujian yang telah dilakukan dapat dilihat pada Tabel IV.2.

Tabel IV.2 Hasil Pengujian Ukuran Agregat Kasar

No. Saringan	Ukuran Lubang Saringan (mm)	Berat Saringan (gram)	Berat Saringan + Berat Tertahan (gram)	Berat Tertahan (gram)	Berat Tertahan Kumulatif (gram)	Persen (%)	
						Tertahan	Lolos
2"	50,8	548	548	0	0	0	100
1 ½"	38,1	584	584	0	0	0	100
1"	25,4	560	560	0	0	0	100
3/8"	9,5	484	1256	772	772	77,2	22,8
4	4,75	476	589	113	885	88,5	11,5
Pan		350	417	67	999	95,2	4,8
Berat Total (gram) :					952		
Berat Awal (gram) :					1000		
Berat Tertahan yang Terbuang (gram) :					48		
Modulus Kehalusan :					2,609		

(Sumber: Olahan Pribadi)



Gambar IV.1 Grafik Hasil Pengujian Ukuran Agregat Kasar  
(Sumber: Olahan Pribadi)

Dari hasil pengujian ukuran agregat kasar dapat dilihat bahwa kerikil yang digunakan untuk mempunyai ukuran paling besar yaitu 9,5 mm atau pada saringan 3/8". Hasil pengujian ukuran agregat kasar digunakan sebagai patokan untuk menentukan kadar air bebas yang digunakan untuk membuat campuran beton. Dapat dilihat pada Lampiran 1 bahwa ukuran agregat kasar yang sesuai pada hasil pengujian adalah 10 mm dengan jenis agregat yang digunakan adalah batu pecah dengan nilai *slump* 10 – 30 cm menggunakan kadar air sebesar 205 kg/m<sup>3</sup>.

#### IV.2.1.2 Pengujian Berat Jenis Agregat Kasar

Pengujian berat jenis agregat kasar dilakukan dengan menggunakan benda uji batu split yang diisi ke dalam wadah hingga penuh. Pada saat pengujian untuk tahap pengisian agregat dilakukan pemadatan agar agregat terisi semaksimal mungkin. Nilai berat jenis dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

$$\text{Berat jenis} = \frac{(W_1 - W_2)}{V}$$

keterangan:

$W_1$  = Berat wadah + Benda uji

$W_2$  = Berat wadah

$V$  = Volume wadah

Data secara lengkap yang didapat dari hasil pengujian yang telah dilakukan dapat dilihat pada Tabel IV.4.

Tabel IV.3 Hasil Pengujian Berat Jenis Agregat Kasar

Uraian	Benda Uji			Satuan
	I	II	III	
Berat Wadah	288	282	288	gr
Berat Wadah + Benda Uji	7312	7804	7392	gr
Volume Wadah	5616,129	6222,857	6860,7	cm <sup>3</sup>
Berat Jenis Benda Uji	1,250684	1,20877	1,035463	gr/ cm <sup>3</sup>
Berat Jenis Rata-ratta	1,164971995			gr/ cm <sup>3</sup>

(Sumber: Olahan Pribadi)

#### IV.2.1.3 Pengujian Kadar Air Agregat Kasar

Pengujian kadar air agregat kasar dilakukan dengan menggunakan benda uji batu split sebesar  $50 \pm 2$  gram. Nilai kadar air dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut:

$$\text{Kadar air agregat} = \frac{(W_3 - W_5)}{W_3} \times 100\%$$

keterangan:

$W_3$  = Berat benda uji basah (kondisi agregat saat pembelian)

$W_5$  = Berat benda uji kering (kondisi agregat setelah pengeringan dengan oven)

Data secara lengkap yang didapat dari hasil pengujian yang telah dilakukan dapat dilihat pada Tabel IV.5.

Tabel IV.4 Hasil Pengujian Kadar Air Agregat Kasar

Uraian	Benda Uji			Satuan
	I	II	III	
Berat Wadah	10	12	10	gr
Berat Wadah + Benda Uji	60	62	60	gr
Volume Wadah	83,1875	83,1875	83,1873	cm <sup>3</sup>
Berat Benda Uji Basah	50	50	50	gr
Berat Wadah + Benda Uji Kering	58	60	56	gr
Berat Benda Uji Kering	48	48	46	gr
Kadar Air	4	4	8	%
Kadar Air Rata-rata	5,333			%

(Sumber: Olahan Pribadi)

#### IV.2.1.4 Pengujian Penyerapan/Absorpsi Air Agregat Kasar

Pengujian penyerapan/absorpsi air pada agregat kasar dilakukan dengan menggunakan benda uji batu split. Nilai penyerapan air dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut:

$$\text{Arbsorpsi agregat} = \frac{(W_4 - W_5)}{W_5} \times 100\%$$

keterangan:

$W_4$  = Berat benda uji kering (kondisi agregat saat pembelian)

$W_5$  = Berat benda uji oven (sudah melewati proses pengeringan dengan oven)

Data secara lengkap yang didapat dari hasil pengujian yang telah dilakukan dapat dilihat pada Tabel IV.6.

Tabel IV.5 Hasil Pengujian Penyerapan Air Agregat Kasar

Uraian	Benda Uji			Satuan
	I	II	III	
Berat Wadah	10	12	10	gr
Berat Wadah + Air	48	60	52	gr
Berat Wadah + Benda Uji	58	60	56	gr
Berat Benda Uji Kering	48	48	46	gr
Berat Wadah + Benda Uji Kering + Air	96	108	100	gr
Berat Wadah + Benda Uji Basah	60	64	64	gr
Berat Benda Uji Basah	50	52	54	gr
Berat Wadah + Benda Uji Oven	56	58	56	gr
Berat Benda Uji Oven	46	46	46	gr
Penyerapan Air	4,3478	4,3478	0	%
Penyerapan Air Rata-rata	2,8986			%

(Sumber: Olahan Pribadi)

## IV.2.2. Pengujian Agregat Halus

### IV.2.2.1 Pengujian Ukuran Agregat Halus

Dari pengujian ukuran agregat halus yang dilakukan, diperoleh berat tertahan pada saringan No. 4 sebesar 8 gram, saringan No. 10 sebesar 87 gram, saringan No. 16 sebesar 116 gram, No. 30 sebesar 138 gram, No. 50 sebesar 272 gram, No. 100 sebesar 293 gram, dan No. 200 sebesar 92 gram. Dari hasil tersebut dapat dihitung modulus kehalusannya berdasarkan persamaan berikut:

$$M = \frac{\sum T\%}{100}$$

keterangan:

$\sum T\%$  = Total jumlah persentase berat tertahan kumulatif

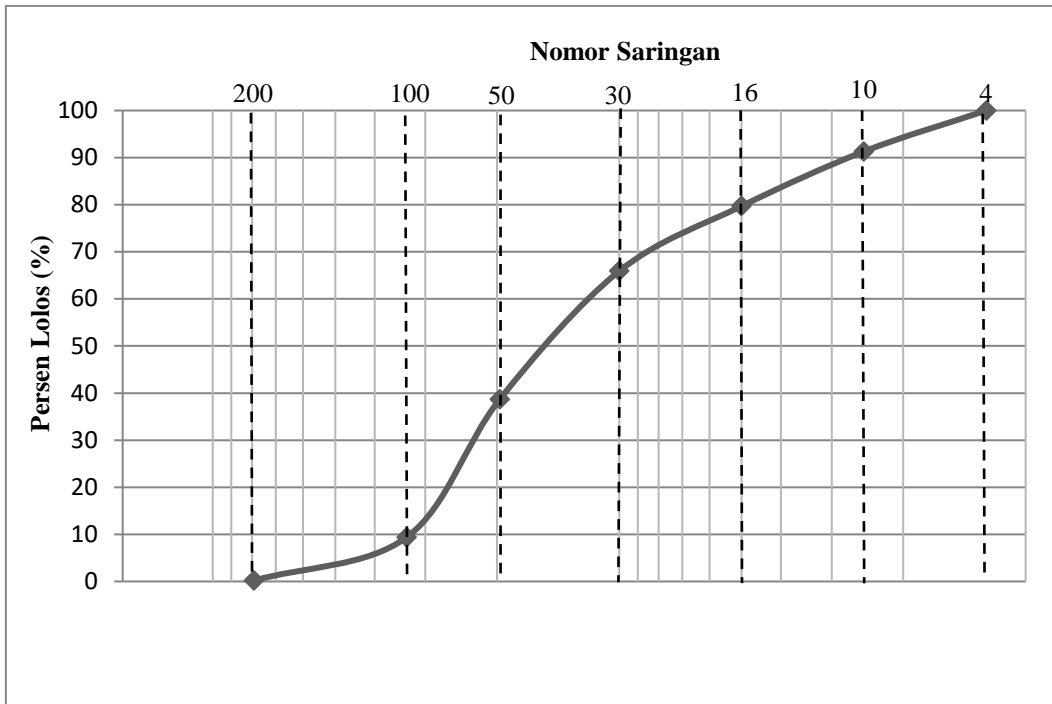
Data secara lengkap yang didapat dari hasil pengujian yang telah dilakukan dapat dilihat pada Tabel IV.6.



Tabel IV.6 Hasil Pengujian Ukuran Agregat Halus

No. Saringan	Ukuran Lubang Saringan (mm)	Berat Saringan (gram)	Berat Saringan + Berat Tertahan (gram)	Berat Tertahan (gram)	Berat Tertahan Kumulatif (gram)	Persen (%)	
						Tertahan	Lolos
4	4,75	476	476	8	0	0	100
10	2	390	477	87	87	8,7	91,3
16	1,18	380	496	116	203	20,3	79,7
30	0,6	372	510	138	341	34,1	65,9
50	0,3	358	630	272	613	61,3	38,7
100	0,15	352	645	293	906	90,6	9,4
200	0,075	358	450	92	998	99,8	0,2
Pan		350	350	0	998	99,8	0,2
Berat Total (gram) :					998		
Berat Awal (gram) :					1000		
Berat Tertahan yang Terbuang (gram) :					2		
Modulus Kehalusan :					3,148		

(Sumber: Olahan Pribadi)



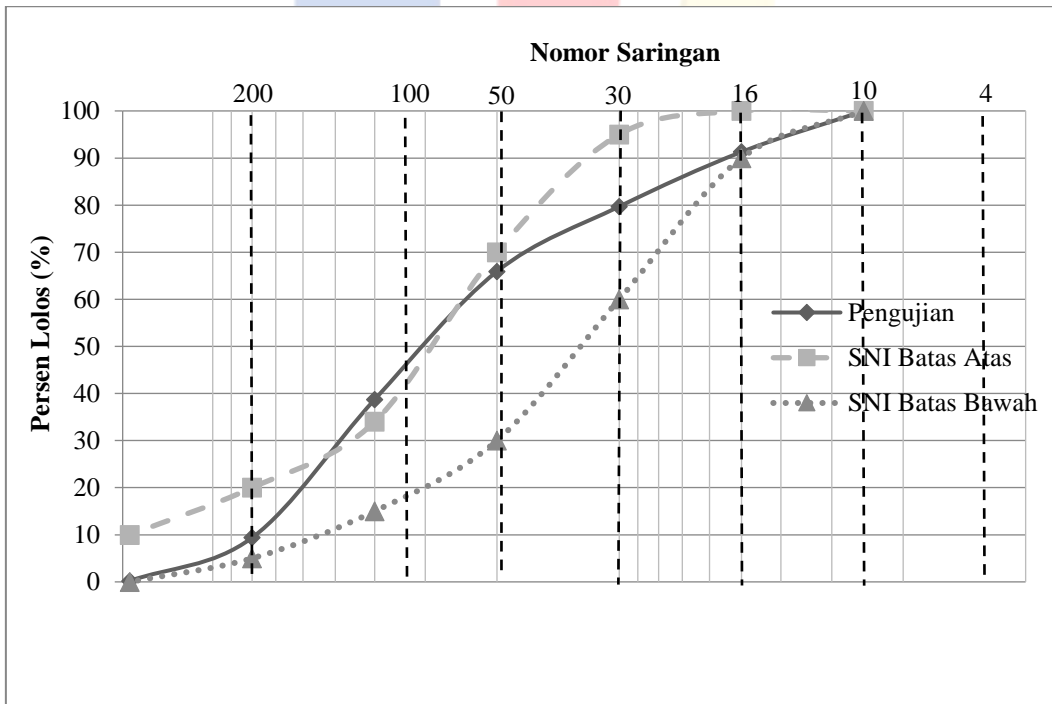
Gambar IV.2 Grafik Hasil Pengujian Ukuran Agregat Halus  
(Sumber: Olahan Pribadi)

Pada tabel perancangan campuran beton harus diisi gradasi pasir agar dapat dilihat apakah ukuran pasir sesuai pada SNI 03-2834-2000. Dapat dilihat pada Tabel IV.7 adalah tabel gradasi pasir sesuai pada ukuran saringannya. Tabel tersebut dibuat dari angka yang dihasilkan oleh tabel gradasi pasir pada SNI 03-2834-2000.

Tabel IV.7 Tabel Gradasi Pasir

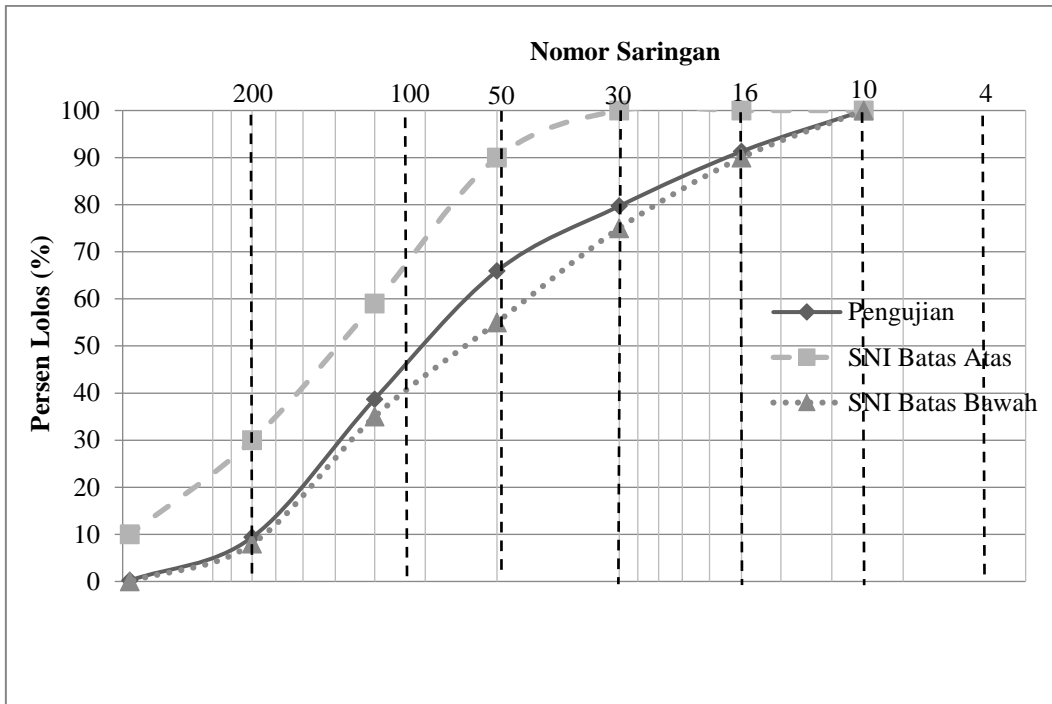
Nomor saringan	Ukuran saringan (mm)	Persentase Lolos Saringan			
		Pasir Kasar	Pasir Sedang	Pasir Agak Halus	Pasir Halus
		Gradasi No. 1	Gradasi No. 2	Gradasi No. 3	Gradasi No. 4
3/8"	9,50	100 – 100	100 – 100	100 – 100	100 – 100
4	4,75	90 – 100	90 – 100	90 – 100	95 – 100
8	2,36	60 – 95	75 – 100	85 – 100	95 – 100
16	1,18	30 – 70	55 – 90	75 – 100	90 – 100
30	0,60	15 – 34	35 – 59	60 – 79	80 – 100
50	0,30	5 – 20	8 – 30	12 – 40	15 - 50
100	0,15	0 – 10	0 – 10	0 – 10	0 - 15

(Sumber: Olahan Pribadi)

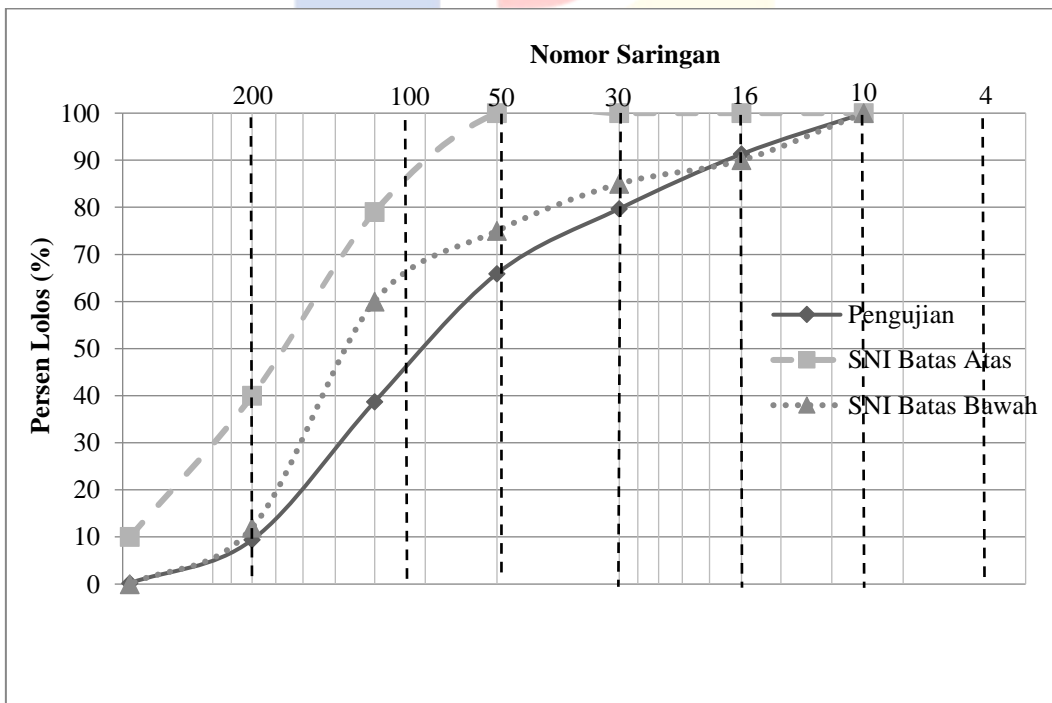


Gambar IV.3 Grafik Perbandingan Hasil Pengujian dan Batas Lolos Saringan Pasir Kasar Gradasi No. 1

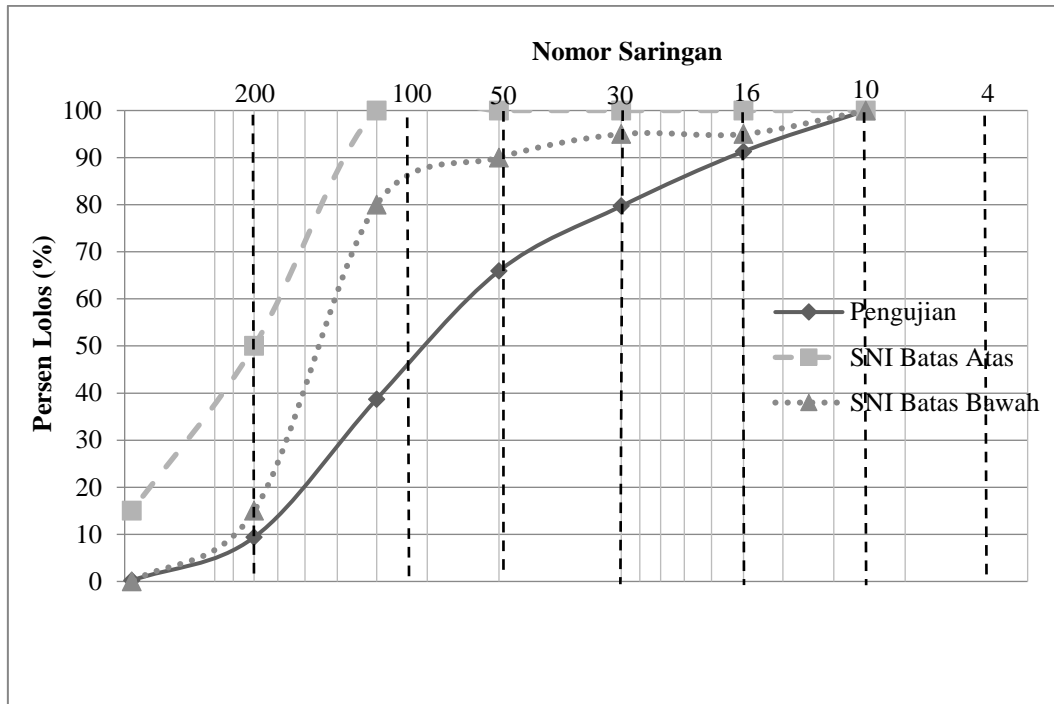
(Sumber: Olahan Pribadi)



Gambar IV.4 Grafik Perbandingan Hasil Pengujian dan Batas Lolos Saringan Pasir Sedang Gradasi No. 2 (Sumber: Olahan Pribadi)



Gambar IV.5 Grafik Perbandingan Hasil Pengujian dan Batas Lolos Saringan Pasir Agak Halus Gradasi No. 3 (Sumber: Olahan Pribadi)



Gambar IV.6 Grafik Perbandingan Hasil Pengujian dan Batas Lolos Saringan Pasir Halus Gradasi No. 4 (Sumber: Olahan Pribadi)

Dari pengujian ukuran agregat halus dapat dilihat bahwa kecocokan hasil pengujian yang dilakukan terhadap standar persentase lolos saringan untuk kategori Pasir Sedang Gradasi No. 2. Nilai persentase kelolosan setiap saringan terpenuhi dengan ketentuan batas atas dan bawah dari kategori Pasir Sedang Gradasi No. 2

#### IV.2.2.2 Pengujian Berat Jenis Agregat Halus

Pengujian berat jenis agregat halus dilakukan dengan menggunakan benda uji pasir laut yang diisi ke dalam wadah hingga penuh. Pada saat pengujian untuk tahap pengisian agregat dilakukan pemadatan agar agregat terisi semaksimal mungkin. Nilai berat jenis dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut:

$$\text{Berat jenis} = \frac{(W_1 - W_2)}{V}$$

di mana:

$W_1$  = Berat wadah + Benda uji

$W_2$  = Berat wadah

$V$  = Volume wadah

Data secara lengkap yang didapat dari hasil pengujian yang telah dilakukan dapat dilihat pada Tabel IV.8.

Tabel IV.8 Hasil Pengujian Berat Jenis Agregat Halus

Uraian	Benda Uji			Satuan
	I	II	III	
Berat Wadah	288	282	288	gr
Berat Wadah + Benda Uji	7440	7668	7394	gr
Volume Wadah	5616,129	6222,857	6860,7	cm <sup>3</sup>
Berat Jenis Benda Uji	1,2735	1,1869	1,0358	gr/ cm <sup>3</sup>
Berat Jenis Rata-ratta	1,1654			gr/ cm <sup>3</sup>

(Sumber: Olahan Pribadi)

#### IV.2.2.3 Pengujian Kadar Air Agregat Halus

Pengujian kadar air agregat halus dilakukan dengan menggunakan benda uji pasir laut sebesar  $50 \pm 2$  gram. Nilai kadar air dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut:

$$\text{Kadar air agregat} = \frac{(W_3 - W_5)}{W_3} \times 100\%$$

di mana:

$W_3$  = Berat benda uji basah (kondisi agregat saat pembelian)

$W_5$  = Berat benda uji kering (kondisi agregat setelah pengeringan dengan oven)

Data secara lengkap yang didapat dari hasil pengujian yang telah dilakukan dapat dilihat pada Tabel IV.9.

Tabel IV.9 Hasil Pengujian Kadar Air Agregat Halus

Uraian	Benda Uji			Satuan
	I	II	III	
Berat Wadah	10	10	12	gr
Berat Wadah + Benda Uji	60	60	62	gr
Volume Wadah	83,1875	83,1875	83,1873	cm <sup>3</sup>
Berat Benda Uji Basah	50	50	50	gr
Berat Wadah + Benda Uji Kering	56	58	58	gr
Berat Benda Uji Kering	46	48	46	gr
Kadar Air	8	4	8	%
Kadar Air Rata-rata	6,667			%

(Sumber: Olahan Pribadi)

#### IV.2.2.4 Pengujian Penyerapan/Absorpsi Air Agregat Halus

Pengujian penyerapan/absorpsi air pada agregat halus dilakukan dengan menggunakan benda uji pasir laut. Nilai penyerapan air dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut:

$$\text{Arbsorpsi agregat} = \frac{(W_4 - W_5)}{W_5} \times 100\%$$

di mana:

$W_4$  = Berat benda uji kering (kondisi agregat saat pembelian)

$W_5$  = Berat benda uji oven (sudah melewati proses pengeringan dengan oven)

Data secara lengkap yang didapat dari hasil pengujian yang telah dilakukan dapat dilihat pada Tabel IV.10.

Tabel IV.10 Hasil Pengujian Penyerapan Air Agregat Halus

Uraian	Benda Uji			Satuan
	I	II	III	
Berat Wadah	10	10	12	gr
Berat Wadah + Air	50	60	48	gr
Berat Wadah + Benda Uji	56	58	58	gr
Berat Benda Uji Kering	46	48	46	gr
Berat Wadah + Benda Uji Kering + Air	96	108	94	gr
Berat Wadah + Benda Uji Basah	66	68	70	gr
Berat Benda Uji Basah	56	58	58	gr
Berat Wadah + Benda Uji Oven	55	56	57	gr
Berat Benda Uji Oven	45	46	45	gr
Penyerapan Air	2,2222	4,3478	2,2222	%
Penyerapan Air Rata-rata	2,9308			%

(Sumber: Olahan Pribadi)

### IV.3 Pengujian Ukuran Agregat Halus Cangkang Kerang

Pengujian ukuran agregat halus cangkang kerang dilakukan untuk mengetahui kelayakan sesuai zona gradasi pasir yang ditetapkan pada SNI 03-2834-2000. Pengujian ukuran agregat halus cangkang kerang menggunakan ketentuan zona gradasi pasir dikarenakan fungsi agregat halus cangkang kerang pada pengujian ini adalah sebagai pengganti sebagian pasir. Dari pengujian ukuran agregat halus cangkang kerang yang dilakukan, diperoleh berat tertahan pada saringan No. 10 sebesar 21 gram, saringan No. 16 sebesar 110 gram, saringan No. 30 sebesar 145 gram, saringan No. 50 sebesar 259 gram, saringan No. 100 sebesar 369 gram, saringan No. 200 sebesar 85 gram, dan pan sebesar 7 gram, sedangkan pada saringan No. 4 tidak terdapat agregat yang tertahan. Dari hasil tersebut dapat dihitung modulus kehalusannya berdasarkan persamaan berikut:

$$M = \frac{\sum T\%}{100}$$

di mana:



$\Sigma T\%$  = Total jumlah persentase berat tertahan kumulatif

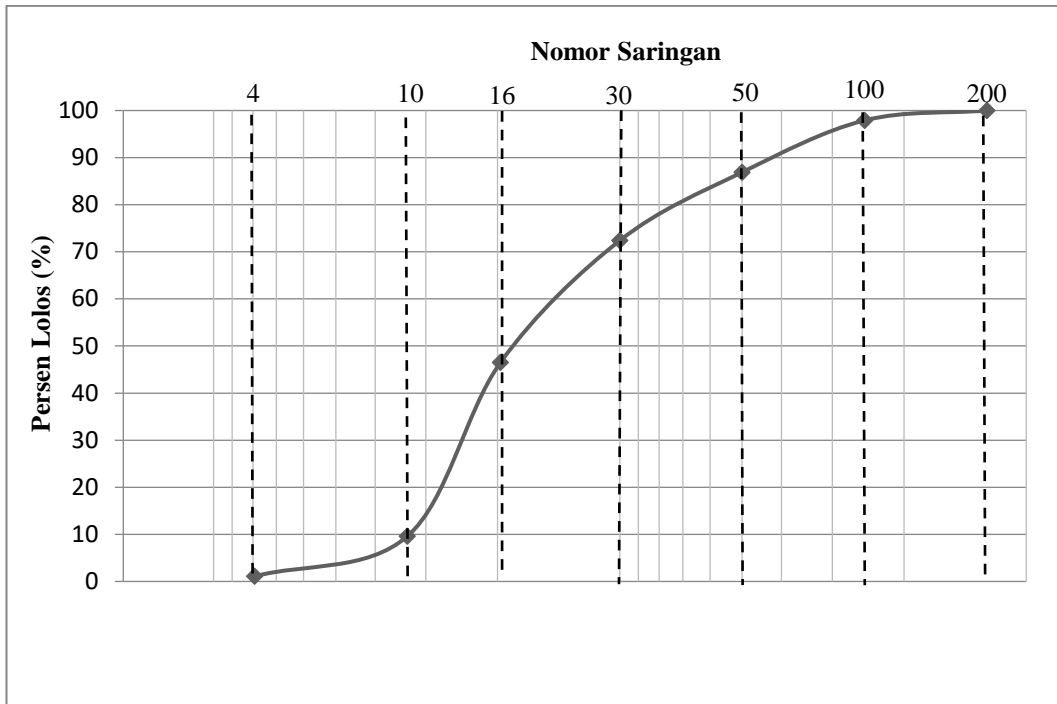
Data secara lengkap yang didapat dari hasil pengujian yang telah dilakukan dapat dilihat pada Tabel IV.11.



Tabel IV.11 Hasil Pengujian Ukuran Agregat Halus Cangkang Kerang

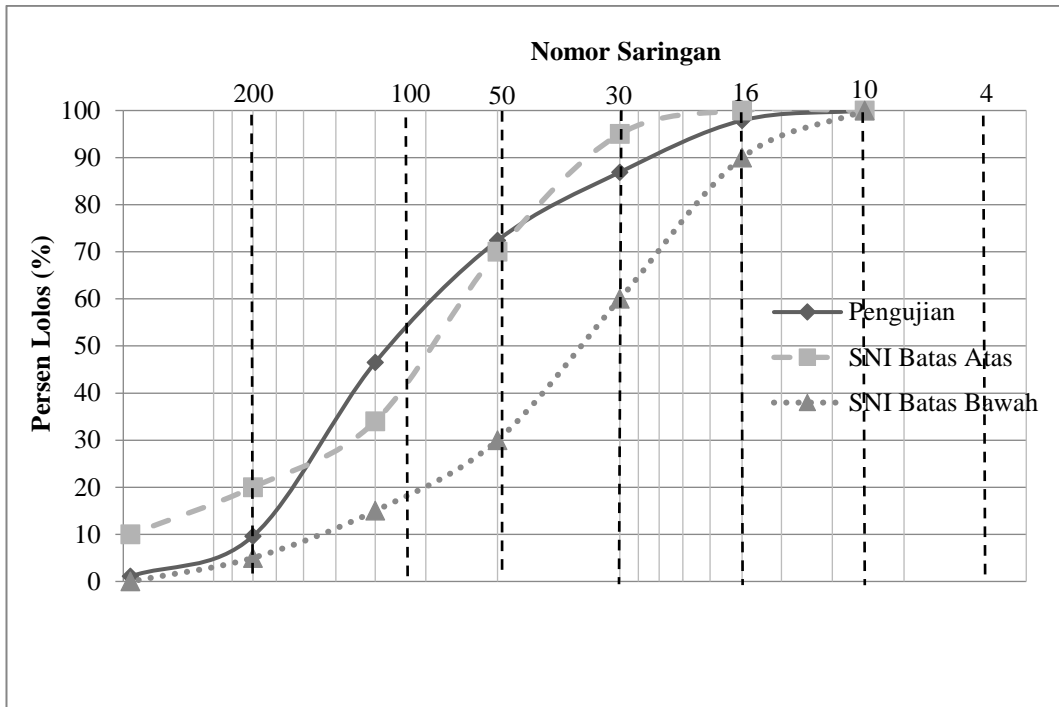
No. Saringan	Ukuran Lubang Saringan (mm)	Berat Saringan (gram)	Berat Saringan + Berat Tertahan (gram)	Berat Tertahan (gram)	Berat Tertahan Kumulatif (gram)	Persen (%)	
						Tertahan	Lolos
4	4,75	476	476	0	0	0	100
10	2	390	411	21	21	2,1	97,9
16	1,18	380	490	110	131	13,1	86,9
30	0,6	372	517	145	276	27,6	72,4
50	0,3	358	617	259	535	53,5	46,5
100	0,15	352	721	369	904	90,4	9,6
200	0,075	358	443	85	989	98,9	1,1
Pan		350	357	7	996	99,6	0,4
Berat Total (gram) :					996		
Berat Awal (gram) :					1000		
Berat Tertahan yang Terbuang (gram) :					4		
Modulus Kehalusan :					3,852		

(Sumber: Olahan Pribadi)

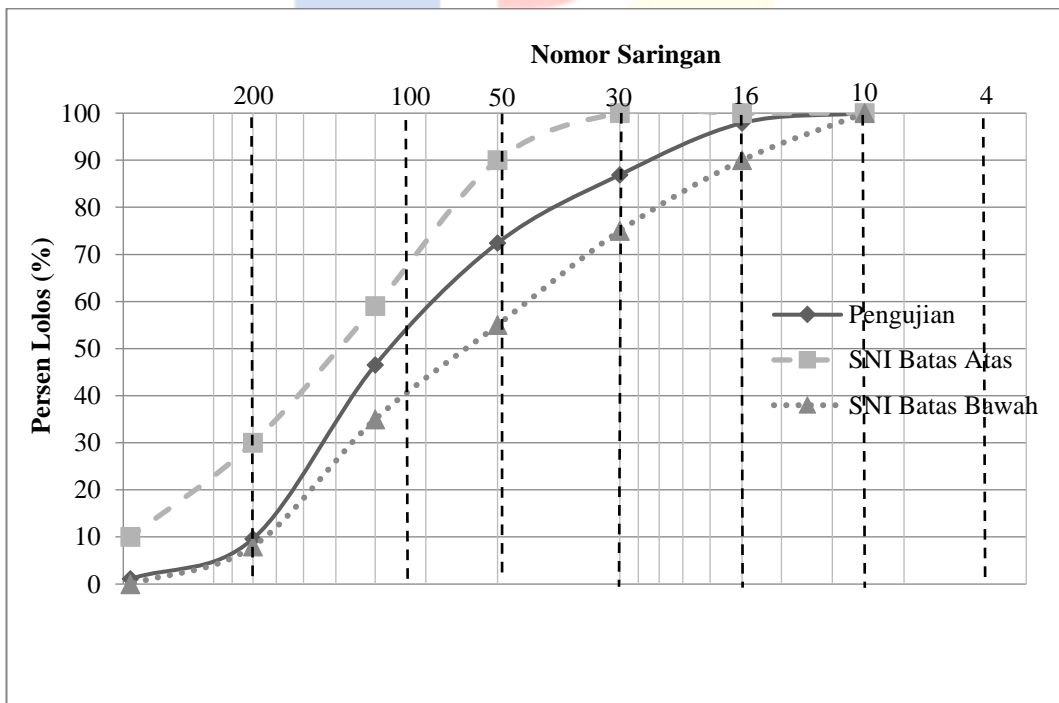


Gambar IV.7 Grafik Hasil Pengujian Ukuran Agregat Halus Cangkang Kerang (Sumber: Olahan Pribadi)

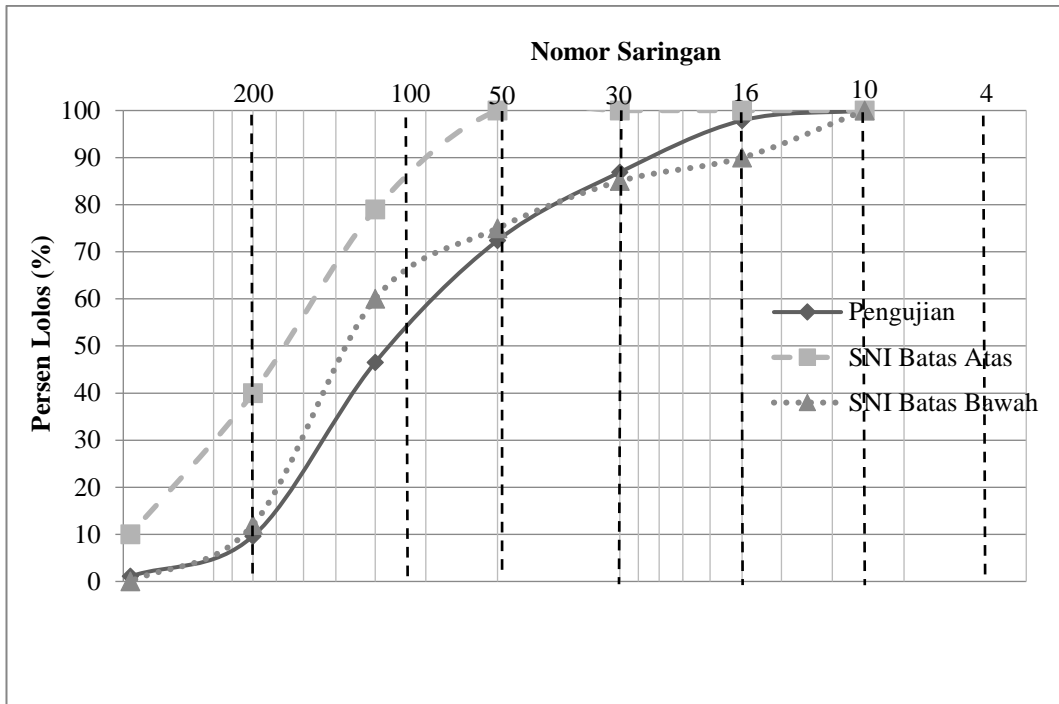
Pada pengujian ini agregat halus cangkang kerang diuji apakah ukurannya layak sebagai pengganti pasir sesuai pada SNI 03-2834-2000. Dapat dilihat pada Tabel IV.7 adalah tabel gradasi pasir sesuai pada ukuran saringannya. Tabel tersebut dibuat dari angka yang dihasilkan oleh tabel gradasi pasir pada SNI 03-2834-2000.



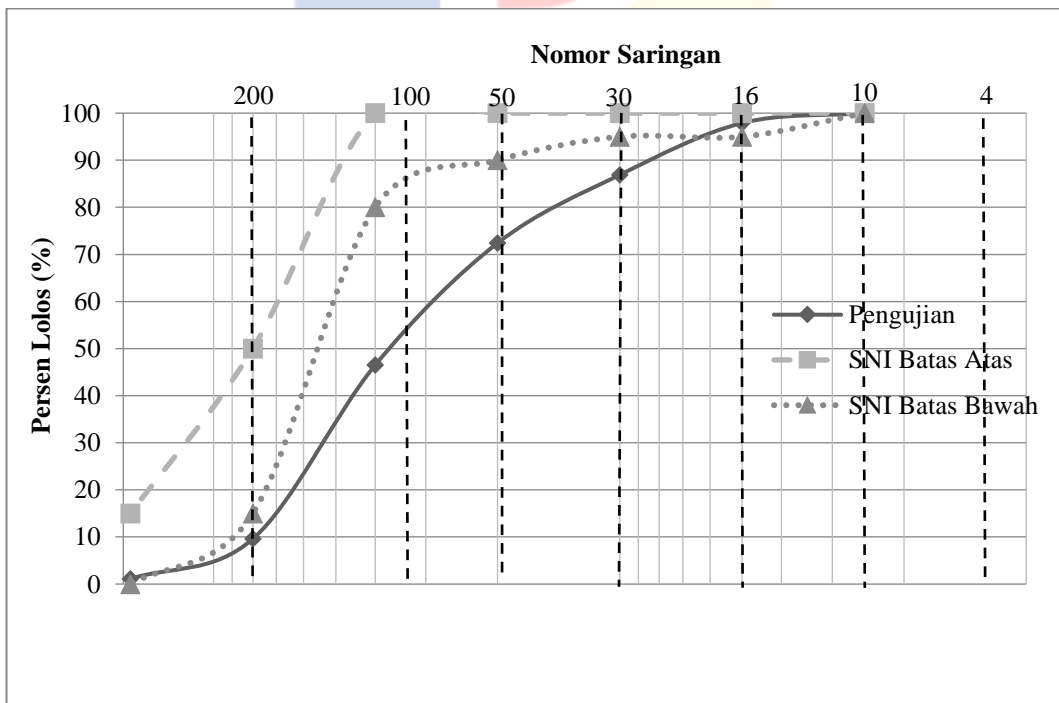
Gambar IV.8 Grafik Perbandingan Hasil Pengujian dan Batas Lolos Saringan Pasir Kasar Gradasi No. 1 (Sumber: Olahan Pribadi)



Gambar IV.9 Grafik Perbandingan Hasil Pengujian dan Batas Lolos Saringan Pasir Kasar Gradasi No. 2 (Sumber: Olahan Pribadi)



Gambar IV.10 Grafik Perbandingan Hasil Pengujian dan Batas Lolos Saringan Pasir Kasar Gradasi No. 3 (Sumber: Olahan Pribadi)



Gambar IV.11 Grafik Perbandingan Hasil Pengujian dan Batas Lolos Saringan Pasir Kasar Gradasi No. 4 (Sumber: Olahan Pribadi)

Dari pengujian ukuran agregat halus cangkang kerang dapat dilihat bahwa kecocokan hasil pengujian yang dilakukan terhadap standar persentase lolos saringan untuk kategori Pasir Sedang Gradasi No. 2. Nilai persentase kelolosan setiap saringan terpenuhi dengan ketentuan batas atas dan bawah dari kategori Pasir Sedang Gradasi No. 2

#### IV.4 Perancangan Campuran Beton

Dari hasil pengujian yang telah dilakukan, perancangan campuran beton diisi sesuai nilai yang didapat saat pengujian dan ketentuan dari SNI 03-2834-2000.

Tabel IV.12 Perancangan Campuran Beton Benda Uji K-225

No	Uraian	Rumus
1	Kuat tekan syarat	K-225 / 18,68 MPa
2	Deviasi Standar	Tidak diketahui
3	Nilai tambah (margin)	7 MPa
4	Kekuatan rata-rata yang ditargetkan	25,68 MPa
5	Jenis semen dan agregat	Semen Tipe 1, Pasir Laut, Batu Split
6	Faktor air semen	0,6
7	Nilai <i>slump</i>	10 ± 2 cm
8	Ukuran butir agregat maksimum	10 mm
9	Menetapkan kadar air	205 kg/m <sup>3</sup>
10	Menghitung berat jenis semen	341,67 kg/m <sup>3</sup>
11	Menetapkan jumlah semen minimum	275 kg/m <sup>3</sup> (Digunakan jika hasil lebih besar dari nomor 10)
12	Menentukan susunan butir agregat halus	Pasir Sedang Gradasi No. 2
13	Menentukan persentase pasir	48%

Tabel IV.12 Perancangan Campuran Beton Benda Uji K-225 (Lanjutan)

No	Uraian	Rumus			
14	Menghitung berat jenis relatif agregat	2,589 kg/m <sup>3</sup>			
15	Menentukan berat isi beton sesuai dengan kadar air bebas	2345 kg/m <sup>3</sup>			
16	Menghitung kadar agregat gabungan	1798,33 kg/m <sup>3</sup>			
17	Menghitung kadar agregat halus	863,20 kg/m <sup>3</sup>			
18	Menghitung kadar agregat kasar	935,13 kg/m <sup>3</sup>			
19	Menentukan proporsi campuran	Semen (kg)	Air (kg)	Agregat kondisi jenuh kering permukaan (kg)	
				Halus	Kasar
	Tiap m <sup>3</sup>	341,67	205	863,20	935,13
20	Koreksi proporsi campuran	Semen (kg)	Air (kg)	Agregat kondisi jenuh kering permukaan (kg)	
				Halus	Kasar
	Tiap m <sup>3</sup>	341,67	204,45	895,45	935,36

(Sumber: Olahan Pribadi)

Penjelasan Perancangan:

1. Kuat tekan disyaratkan sudah ditetapkan K-225 atau 18,68 MPa untuk beton umur 28 hari.
2. Nilai deviasi standar tidak diketahui karena sebelumnya tidak mempunyai data atau catatan hasil uji sebagai acuan.
3. Nilai tambah 7 MPa digunakan karena mutu beton rencana lebih kecil dari 21 MPa yang sesuai dengan Lampiran 2.

4. Kekuatan rata-rata dapat diperoleh dari hasil penjumlahan kuat tekan syarat dan nilai tambah.
5. Jenis semen dan agregat ditentukan dari perencanaan pembuatan campuran beton.
6. Faktor air semen dapat dilihat pada Lampiran 4 dengan cara menarik garis sesuai dengan kuat tekan beton rencana dan mengambil nilai faktor air semen yang terkecil.
7. Nilai *slump* ditetapkan.
8. Ukuran butir agregat maksimum didapatkan saat pengujian ukuran agregat kasar.
9. Kadar air dapat ditentukan dari ukuran butir agregat maksimum dan dihubungkan ke Lampiran 1.
10. Berat jenis semen dapat dihitung dengan cara membagi kadar air bebas (9) dengan nilai faktor air semen (6).
11. Jumlah semen minimum sudah ditentukan dari SNI 03-2834-2000 dan digunakan jika nilai tersebut lebih besar dari pada berat jenis semen yang dihitung pada nomor 10.
12. Susunan butir agregat halus ditentukan dari hasil pengujian ukuran agregat halus dan dicocokkan dengan ketentuan gradasi agregat tersebut seperti pada Lampiran 8 sampai 11.
13. Persentase pasir dapat dilihat dari ukuran butir maksimum agregat (8), nilai *slump* (7), faktor air semen (6) dan daerah gradasi agregat halus (12) dengan menggunakan Lampiran 18 sampai 20.
14. Berat jenis relatif agregat dapat dihitung dengan total berat jenis setiap agregat.
15. Berat isi beton dapat ditentukan dengan menarik garis horizontal sesuai dengan kandungan air (9) dan berat jenis relatif (14).
16. Kadar agregat gabungan dapat diperoleh dengan mengurangi berat jenis beton (15), berat jenis semen (10) dan jumlah kadar air (9).
17. Kadar agregat halus dapat diperoleh dengan mengalikan persentase kebutuhan agregat halus (13) dengan kadar agregat gabungan (16).



18. Kadar agregat kasar dapat diperoleh dengan mengalikan persentase kebutuhan agregat kasar (100%-48%) dengan kadar agregat gabungan (16).
19. Mengisi data berat jenis semen (10), kadar air (9), kadar agregat halus (17), dan kadar agregat kasar (18).
20. Menghitung koreksi proporsi material dengan persamaan (3.7), (3.8), dan (3.9)

Dari perancangan pada Tabel IV.12 didapatkan nilai untuk kebutuhan campuran beton dengan persyaratan kuat tekan K-225. Nilai kebutuhan untuk campuran beton dapat dilihat pada Tabel IV.13.

Tabel IV.13 Hasil Perencanaan Campuran Beton Benda Uji

<b>Material</b>	<b>Berat / m<sup>3</sup> (kg)</b>	<b>Berat untuk 1 Benda Uji (kg)</b>
Air	204,45	1,084
Semen	341,67	1,811
Pasir	895,45	4,747
Batu	935,36	4,959

(Sumber: Olahan Pribadi)

Jumlah agregat halus cangkang kerang yang digunakan sebagai pengganti pasir per benda uji dapat dilihat pada Tabel IV.14.

Tabel IV.14 Hasil Perencanaan Campuran Agregat Halus Cangkang Kerang per Benda Uji

<b>Persentase Penggunaan Cangkang Kerang (%)</b>	<b>Berat Cangkang Kerang per Benda Uji (kg)</b>	<b>Berat Pasir per Benda Uji (kg)</b>
0	0	4,747
5	0,237	4,510
10	0,475	4,272
15	0,712	4,035

(Sumber: Olahan Pribadi)

Penggunaan cangkang kerang adalah sebagai pengganti agregat halus atau pasir. Setiap peningkatan kebutuhan cangkang kerang maka kebutuhan pasir juga akan berkurang.

#### IV.5 Pengujian *Slump*

Pengujian *slump* yang ditargetkan adalah  $10 \pm 2$  cm. Hasil pengujian *slump* dapat dilihat pada Gambar IV.12 dan Tabel IV.15.



Gambar IV.12 Hasil Pengukuran Pengujian *Slump*  
(Sumber: Olahan Pribadi)

Gambar IV.12 diambil saat pengujian pengukuran tinggi *slump*. Percobaan tersebut dilakukan setelah semua campuran untuk membuat beton segar tercampur rata.

Tabel IV.135 Hasil Pengujian *Slump* Beton Segar

Persentase Penggunaan Cangkang Kerang (%)	<i>Slump</i> (cm)			
	I	II	III	Rata-rata
0	10,8	11,1	11,7	<b>11,200</b>
5	10,8	11	10,4	<b>10,733</b>
10	10,7	10,6	11,6	<b>10,967</b>
15	10,3	10,7	11,5	<b>10,833</b>

(Sumber: Olahan Pribadi)

Dari Tabel IV.15 dapat dilihat seluruh pengujian *slump* sudah memenuhi target yang diharapkan. Untuk beton segar tanpa campuran agregat halus cangkang kerang, nilai *slump* yang didapatkan adalah 10,8 cm, 11,1 cm, dan 11,7. Ketiga hasil pengujian *slump* tersebut jika dirata-ratakan adalah 11,2 cm. Untuk beton segar dengan campuran cangkang kerang 5%, nilai *slump* yang didapatkan adalah 10,8 cm, 11 cm, dan 10,4 cm. Ketiga hasil pengujian *slump* tersebut jika dirata-ratakan adalah 10,733 cm. Untuk beton segar dengan campuran cangkang kerang 10%, nilai *slump* yang didapatkan adalah 10,7 cm, 10,6 cm, dan 11,6 cm. Ketiga hasil pengujian *slump* tersebut jika dirata-ratakan adalah 10,967 cm. Untuk beton segar dengan campuran cangkang kerang 15%, nilai *slump* yang didapatkan adalah 10,3 cm, 10,7 cm, dan 11,5 cm. Ketiga hasil pengujian *slump* tersebut jika dirata-ratakan adalah 10,833cm.

#### **IV.6 Pencetakan Benda Uji**

Pada proses pencetakan benda uji, cetakan harus dipastikan rapat dan dilumasi dengan minyak secara merata. Cetakan dapat dirapatkan dengan cara memutar baut pada cetakan yang digunakan untuk menyambung badan dan alat cetakan tersebut. Jika cetakan tidak rapat maka air beton atau bahkan campuran beton dapat keluar dari cetakan yang akan mempengaruhi kualitas dari benda uji. Penggunaan minyak pada permukaan cetakan untuk memudahkan melepaskan benda uji dari cetakannya sehingga permukaan benda uji tidak rusak.



Gambar IV.13 Pengaplikasian Minyak pada Permukaan Cetakan  
(Sumber: Olahan Pribadi)

Proses pencetakan benda uji dilakukan setelah beton segar sudah tercampur rata oleh mesin *mixer*. Pada saat penuangan beton segar ke dalam cetakan, cetakan harus diisi beton segar 1/3 dari kapasitasnya kemudian ditusuk dengan batang penusuk yang terbuat dari baja sebanyak 25 kali. Proses tersebut diulangi sampai cetakan penuh.



Gambar IV.14 Hasil Pencetakan Beton Segar ke dalam Cetakan  
(Sumber: Olahan Pribadi)

#### IV.7 Perawatan Beton

Proses perawatan beton adalah tahap yang mempengaruhi kualitas beton. Beton yang sudah dicetak akan ditunggu hingga mengering selama  $48 \pm 4$  jam lalu dilepas

dari cetakannya untuk direndam di dalam bak air. Proses merendam beton dalam bak air adalah proses *curing*.



Gambar IV.15 Pengeringan beton benda uji setelah pencetakan  
(Sumber: Olahan Pribadi)

Perendaman benda uji beton di dalam bak air harus dilakukan dengan suhu ruangan yaitu  $23 \pm 1,7^\circ$ . Perendaman benda uji beton dilakukan selama umur tujuan benda uji.



Gambar IV.16 Proses perendaman benda uji di dalam bak air (*curing*)  
(Sumber: Olahan Pribadi)

#### IV.8 Pengujian Kuat Tekan Beton

Pengujian kuat tekan beton adalah tahap untuk melihat kualitas beton setelah melewati proses-proses sebelumnya yaitu pengujian agregat, pembuatan beton

segar, pengujian *slump*, dan perawatan beton. Sebelum pengujian benda uji harus dikeluarkan 2-3 hari sampai beton mengering. Pengujian kuat tekan benda uji dilakukan dengan alat *Compressive Testing Machine*. Hasil pengujian kuat tekan beton dapat dilihat pada Tabel IV.16.

Tabel IV.16 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Normal dan Campuran Cangkang Kerang

Kuat Tekan Beton	Jenis Kerang	Persentase Kerang	Urutan Benda Uji	Hasil Kuat Tekan (MPa)		
				Hari		
				14	21	28
K-225	<i>Pinctada maxima</i>	0%	1	7,357	9,337	12,732
			2	7,866	9,592	13,015
			3	7,922	9,337	11,318
			$\bar{x}$	<b>7,715</b>	<b>9,422</b>	<b>12,355</b>
		5%	1	7,073	11,148	13,581
			2	7,639	11,318	13,864
			3	7,922	11,601	13,920
			$\bar{x}$	<b>7,533</b>	<b>11,356</b>	<b>13,788</b>
		10%	1	8,092	11,884	14,034
			2	7,922	12,053	14,204
			3	8,375	11,827	14,091
			$\bar{x}$	<b>8,130</b>	<b>11,921</b>	<b>14,110</b>
		15%	1	11,035	13,808	15,505
			2	10,695	13,864	15,562
			3	11,318	13,921	15,505
			$\bar{x}$	<b>11,016</b>	<b>13,864</b>	<b>15,524</b>

(Sumber: Olahan Pribadi)

Data pada Tabel IV.16 adalah hasil pengujian kuat tekan beton dengan campuran agregat halus cangkang kerang sebagai pengganti agregat halus atau pasir. Untuk penggunaan agregat halus cangkang kerang sebesar 0% menghasilkan nilai kuat

tekan rata-rata sebesar 7,715 MPa pada umur 14 hari, 9,422 MPa pada umur 21 hari, dan 12,355 MPa pada umur 28 hari. Untuk penggunaan agregat halus cangkang kerang sebesar 5% menghasilkan nilai kuat tekan rata-rata sebesar 7,533 MPa pada umur 14 hari, 11,356 MPa pada umur 21 hari, dan 13,788 MPa pada umur 28 hari. Untuk penggunaan agregat halus cangkang kerang sebesar 10% menghasilkan nilai kuat tekan rata-rata sebesar 8,130 MPa pada umur 14 hari, 11,921 MPa pada umur 21 hari, dan 14,110 MPa pada umur 28 hari. Untuk penggunaan agregat halus cangkang kerang sebesar 15% menghasilkan nilai kuat tekan rata-rata sebesar 11,016 MPa pada umur 14 hari, 13,864 MPa pada umur 21 hari, dan 15,524 MPa pada umur 28 hari.

