

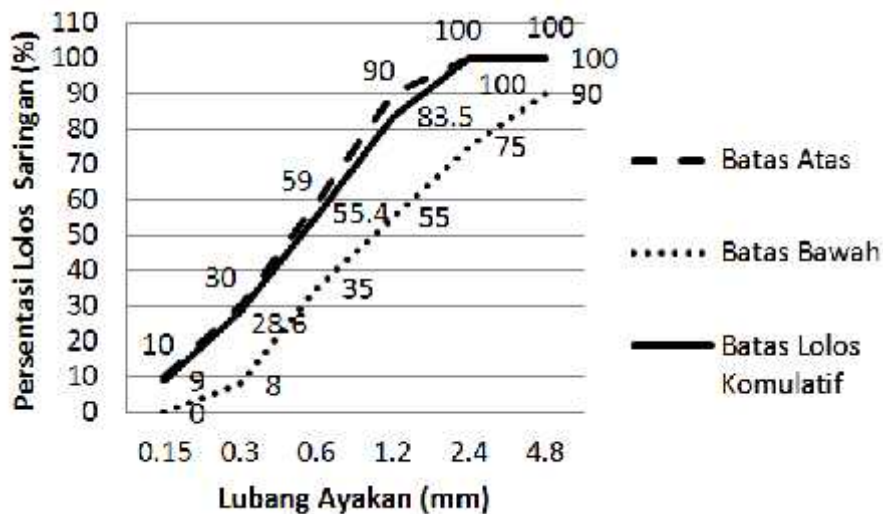
Lampiran I

Tabel 4.1. Hasil Pemeriksaan Gradasi Pasir

Ukuran	Berat Tertahan (gram)	Berat Tertahan (%)	Berat Tertahan Komulatif (%)	Berat Lolos Komulatif (%)
No.4 (4,8 mm)	0	0	0	100
No.8 (2,4 mm)	0	0	0	100
No.16 (1,2 mm)	165	16,5	16,5	83,5
No.30 (0,6 mm)	281	28,1	44,6	55,4
No.50 (0,3mm)	268	26,8	71,4	28,6
No.100 (0,15 mm)	196	19,6	91	9
Pan	90	9	100	0
Total	1000	100 %	223,7	Daerah 2

$$\text{Modulus Hasil Butiran (MHB)} = \frac{\text{Jumlah berat tertahan komulatif (\%)}}{\text{Jumlah berat tertahan (\%)}}$$

$$= \frac{223,7}{100} = 2,237 \%$$



Lampiran II

Pemeriksaan Kadar Air Agregat Halus (Pasir)

Tabel Hasil Analisis kadar air agregat halus (pasir)

Uraian	Benda uji 1	Benda uji 2	Benda uji 3
Pasir jenuh kering muka (B_1)	500 gram	500 gram	500 gram
Pasir setelah keluar oven (B_2)	497 gram	498 gram	498 gram
Kandungan air (B_1-B_2)	3 gram	2 gram	2 gram
Kadar air = $\frac{B_1-B_2}{B_1} \times 100\%$	6,04 %	4,02 %	4,02 %
Rata-rata kadar air	4,693 %		

a. Kandungan air = Berat jenuh kering muka - berat pasir kering tungku

$$= 500 - 497 = 3 \text{ gram}$$

b. Kadar air = $\frac{3}{4} \times 100\%$

$$= \frac{B_1 - B_2}{B_1} \times 100\%$$

$$= 6,04 \%$$

c. Rata-rata kadar air = $\frac{6,0 + 4,0 + 4,0}{3}$

$$= 4,693\%$$

Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus (Pasir)

Tabel Hasil Analisis Berat Jenis Agregat Halus (pasir)

Uraian	Berat
Berat piknometer berisi pasir dan air (B _t)	1087 gr
Berat pasir setelah kering (B _k)	500 gr
Berat piknometer berisi air (B)	773 gr
Berat pasir keadaan jenuh kering muka (SSD)	508 gr

a. Berat jenis curah (*bulk specific gravity*)

$$= \frac{B}{B+S} = \frac{5}{7+5-1} = 2,57$$

b. Berat jenis jenuh kering muka (*saturated surface dry*)

$$= \frac{S}{B+S} = \frac{5}{7+5-1} = 2,73$$

c. Berat jenis tampak (*apparent specific gravity*)

$$= \frac{B}{B+B} = \frac{5}{7+5-1} = 2,68$$

d. Penyerapan air agregat halus (pasir)

$$= \frac{S-B}{B} \times 100\% = \frac{5-5}{5} \times 100\% = 1,6\%$$

*Lampiran IV***Pemeriksaan Berat Satuan Agregat Halus (Pasir)**

a. Berat satuan

- Bejana : h = 30,03 cm
d = 15,14 cm
- Berat bejana kosong (B₁) = 10700 gram
- Berat bejana berisi pasir SSD (B₂) = 19000 gram

- Volume bejana kosong (V) = $\frac{1}{4} \times \pi \times d^2 \times h$
 $= \frac{1}{4} \times \pi \times (15,14)^2 \times 30,30$
 $= 5406,26 \text{ cm}^3$

$$\begin{aligned} \text{Berat satuan} &= \frac{B_2 - B_1}{V} \\ &= \frac{19000 - 10700}{5406,26} \\ &= 1,54 \text{ gram/cm}^3 \end{aligned}$$

b. Berat satuan

- Bejana : h = 32,10 cm
d = 15,14 cm
- Berat bejana kosong (B₁) = 11000 gram
- Berat bejana berisi pasir SSD (B₂) = 19400 gram
- Volume bejana kosong (V) = $\frac{1}{4} \times \pi \times d^2 \times h$
 $= \frac{1}{4} \times \pi \times (15,14)^2 \times 32,10$
 $= 5771,29 \text{ cm}^3$

$$\begin{aligned} \text{Berat satuan} &= \frac{B_2 - B_1}{V} \\ &= \frac{19400 - 11000}{5771,29} \\ &= 1,46 \text{ gram/cm}^3 \end{aligned}$$

$$\text{Rata-rata berat satuan} = \frac{1,5 + 1,4}{2} = 1,5 \text{ gram/cm}^3$$

Lampiran V

Pemeriksaan Kadar Lumpur Agregat Halus (Pasir)

Tabel Hasil Analisis kadar lumpur agregat halus (pasir)

Uraian	Berat		
	Benda uji 1	Benda uji 2	Benda uji 3
Pasir jenuh kering muka (SSD) (B ₁)	500 gram	500 gram	500 gram
Pasir setelah keluar oven (B ₂)	494 gram	486 gram	493 gram
Kandungan air (B ₁ -B ₂)	6 gram	14 gram	7 gram
Kadar lumpur = $\frac{B_1 - B_2}{B_1} \times 100\%$	1,2%	2,8%	1,4%

- a. Kandungan air = $B_1 - B_2$
= 500 - 486
= 14 gram
- b. Kadar lumpur = $\frac{B_1 - B_2}{B_1} \times 100\%$
= $\frac{500 - 486}{500} \times 100\%$
= 2,8 %
- c. Rata-rata kadar lumpur = $\frac{1,2 + 2,8 + 1,4}{3}$
= 1,8%

Lampiran VI

Pemeriksaan Kadar Air Agregat Kasar (Bata Ringan)

Tabel Hasil Analisis kadar air bata ringan

Uraian	Benda uji 1	Benda uji 2	Benda uji 3
Berat bata ringan kering muka (B_1)	500 gram	500 gram	500 gram
Berat bata ringan keluar oven (B_2)	472 gram	476 gram	472 gram
Kandungan air (B_1-B_2)	28 gram	24 gram	28 gram
Kadar air = $\frac{B_1-B_2}{B_1} \times 100\%$	5,93%	5,04%	5,93%
Rata-rata kadar air	5,633%		

a. Kandungan air = Berat jenuh kering muka - berat pasir kering tungku

$$= 500 - 472$$

$$= 28 \text{ gram}$$

b. Kadar air = $\frac{B_1-B_2}{B_1} \times 100\%$

$$= \frac{28}{500} \times 100\%$$

$$= 5,93 \%$$

c. Rata-rata kadar air = $\frac{5,9 + 5,0 + 5,9}{3}$

$$= 5,633\%$$

Lampiran VII

Pemeriksaan Berat Jenis Agregat Kasar (Bata Ringan)

Tabel hasil pemeriksaan berat jenis bata ringan

No.	Uraian	Berat (gram)
1.	Berat bata ringan setelah dikeringkan (Bk)	1000
2.	Berat bata ringan dibawah air (Ba)	81
3.	Berat bata ringan keadaan jenuh kering muka (Bj)	1559

Perhitungan berat jenis curah (*bulk specific gravity*)

$$= \frac{B}{B - B} = \frac{1}{1 - 8} = 0,676$$

Berat jenis jenuh kering muka (*saturated surface dry*)

$$= \frac{B}{B - B} = \frac{1}{1 - 8} = 1,05$$

Berat jenis tampak (*apparent specific gravity*)

$$= \frac{B}{B - B} = \frac{1}{1 - 8} = 1,08$$

Penyerapan air agregat kasar (bata ringan)

$$= \frac{B - B}{B} \times 100\% = \frac{1 - 1}{1} \times 100\% = 55,9\%$$

*Lampiran VIII***Pemeriksaan Keausan Agregat Kasar (Bata Ringan)**

Tabel Hasil Analisis Keausan Bata Ringan

Jenis Pengukuran	Berat Benda Uji
Berat Sebelum Masuk Mesin Los Angless (B ₁)	5000
Berat Setelah Masuk Mesin Long Angless (B ₂)	4012
Keausan = $\frac{B_1 - B_2}{B_1} \times 100\%$	19,76

$$\begin{aligned}
 \text{Perhitungan Keausan Bata Ringan} &= \frac{B_1 - B_2}{B_1} \times 100\% \\
 &= \frac{5000 - 4012}{5000} \times 100\% \\
 &= 19,76\%
 \end{aligned}$$

*Lampiran IX***Pemeriksaan Berat Satuan Agregat Kasar (Bata Ringan)**

Berat satuan

- Bejana : h = 30 cm
d = 15 cm

- Berat bejana kosong (B₁) = 10700 gram

- Berat bejana berisi pasir SSD (B₂) = 15500 gram

- Volume bejana kosong (V) = $\frac{1}{4} \times \pi \times d^2 \times h$

$$= \frac{1}{4} \times \pi \times (15)^2 \times 30$$

$$= 5301,43 \text{ cm}^3$$

$$\text{Berat satuan} = \frac{B_2 - B_1}{V}$$

$$= \frac{15500 - 10700}{5301,43}$$

$$= 0,905 \text{ gram/cm}^3$$

Lampiran X

**LANGKAH-LANGKAH PERENCANAAN CAMPURAN BETON
NORMAL BERDASARKAN (SK SNI 03-2847-2002)**

1. Ambil kuat tekan beton yang direncanakan (f'_{cr}) pada umur tertentu.
2. Hitung deviasi standar menurut ketentuan berikut:
 - a. Jika pelaksana tidak mempunyai data pengalaman hasil pengujian contoh beton pada masa lalu, maka nilai deviasi standar S tidak dapat dihitung.
 - b. Jika pelaksana mempunyai data pengalaman pembuatan beton serupa yang mempunyai 15 buah sampai 29 buah dan dari pengujian yang berurutan dalam periode waktu tidak kurang dari 45 hari kalender, maka nilai deviasi standar harus dikalikan faktor pengali yang tercantum dalam Tabel L-10.1

Tabel L-10.1 Faktor Pengali Deviasi Standar

Jumlah Contoh	Faktor Pengali
<15	Tidak ada
15	1,16
20	1,08
25	1,03
30 atau >30	1,00

3. Menghitung nilai tambah (M) dihitung dengan cara berikut:
 - a. Jika pelaksana mempunyai pengalaman lapangan, maka nilai tambah dihitung berdasarkan nilai deviasi standar S dengan 2 rumus berikut (diambil yang terbesar):

$$M = 1,34 \cdot S$$
 Atau

$$M = 2,33 S - 3,5$$
 - b. Jika pelaksana tidak mempunyai pengalaman lapangan, maka nilai M diambil dari Tabel L-10.2.

Tabel L-10.2 Nilai tambah M

Kuat tekan, f_c' (MPa)	Nilai Tambah (MPa)
Kurang dari 21	7,0
21 s.d. 35	8,5
Lebih dari 35	10,0

4. Menetapkan kuat tekan beton (F_c) rata-rata menurut rumus:

$$F_c = f_c' + M$$
dengan: f_c' = Kuat tekan beton, MPa
 f_{cr} = Kuat tekan rata-rata, MPa
M = Nilai tambah, MPa
5. Menetapkan jenis semen Portland
6. Menetapkan jenis agregat halus.
7. Menetapkan jenis agregat kasar.
8. Menetapkan faktor air semen, untuk benda uji silinder dipergunakan Gambar L-10.1.
9. Menetapkan faktor air semen maksimum dipergunakan Tabel L-10.5.
10. Menetapkan nilai faktor air semen yang dipakai yaitu yang terkecil.
11. Menetapkan nilai *slump* dipergunakan Tabel L-10.3.

Tabel L-10.3 Penetapan Nilai *Slump* adukan beton

Pemakaian Beton	Maks (cm)	Min (cm)
Dinding, plat fondasi, fondasi telapak bertulang	12,5	5,0
Fondasi telapak tidak bertulang, kaison dan struktur di bawah ini	9,0	2,5
Pelat, balok, kolom dan dinding	15,0	7,5
Pengerasan jalan	7,5	5,0
Pembetonan masal	7,5	2,5

12. Menetapkan ukuran agregat maksimum
13. Menetapkan kebutuhan kadar air bebas, dipergunakan Tabel L-10.4.

Tabel L-10.4. Perkiraan Kebutuhan Kadar Air Per Meter Kubik Beton

Ukuran Besar Butir Agregat Maks (mm)	Jenis Agregat	Slump (mm)			
		0 – 10	10 -30	30-60	60-180
10	Alami	150	180	205	225
	Batu Pecah	180	205	230	250
20	Alami	135	160	180	195
	Batu Pecah	170	190	210	225
40	Alami	115	140	160	175
	Batu Pecah	155	175	190	205

Apabila agregat halus dan agregat kasar yang dipakai dari jenis yang berbeda (alami dan pecahan), maka jumlah air yang diperkirakan diperbaiki dengan rumus:

$$A = 2/3 A_h + 1/3 A_k$$

dimana:

A = Jumlah air yang dibutuhkan, liter/m³

A_h = Jumlah air yang dibutuhkan menurut jenis agregat halus

A_k = Jumlah air yang dibutuhkan menurut agregat kasarnya

14. Hitung jumlah semen yang besarnya adalah kadar semen yaitu kadar air dibagi dengan faktor air semen.
15. Tentukan jumlah semen seminimum mungkin, dapat dilihat pada Tabel L-10.5.
16. Tentukan jumlah semen yaitu yang dipakai yang terbesar.
17. Penyesuaian jumlah air atau faktor air semen.
18. Menentukan golongan pasir lihat Tabel L-10.8
19. Perbandingan pasir dan kerikil (pasir terhadap campuran) dipergunakan Gambar L-10.2.
20. Menentukan berat jenis agregat campuran pasir dan kerikil.
21. Menentukan berat jenis beton, dapat dilihat Gambar L- 10.3.

22. Menentukan kebutuhan agregat campuran.

23. Menentukan kebutuhan pasir.

24. Menentukan kebutuhan kerikil.

Tabel L-10.5. Persyaratan Jumlah Semen Minimum dan Faktor Air Semen Maksimum untuk Berbagai Pembetonan dalam Lingkungan Khusus

Jenis Pembetonan	Jumlah Semen Minimum Per M ³ Beton (Kg)	Nilai Faktor Air Semen Maksimum
Beton di dalam ruang bangunan:		
a. Keadaan keliling non korosif	275	0,60
b. Keadaan keliling korosif disebabkan oleh kondensasi atau uap korosif	325	0,52
Beton di luar ruangan bangunan:		
a. Tidak terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	325	0,60
b. Terlindung dan hujan dan terik matahari langsung	275	0,62
Beton yang masuk ke dalam air:		
a. Mengalami keadaan basah dan kering berganti-ganti	325	0,55
b. Mendapat pengaruh sulfat dan alkali dari tanah		Lihat Tabel 22
Beton yang kontinue berhubungan:		
a. Air tawar		Lihat Tabel 23
b. Air laut		

Tabel L-10.6.
Ketentuan Untuk Beton Yang Berhubungan Dengan Air,
Tanah Yang Mengandung Sulfat

Konsentrasi Sulfat Dalam Bentuk SO ₃			Tipe Semen	Tipe Semen Minimum (kg/m ³) Ukuran Agregat Maksimum			Faktor Air Semen
Dalam Tanah		Sulfat (SO ₃) Dalam air tanah (gr/l)		40 mm	20 mm	10 mm	
Total SO ₃	SO ₃ Campuran (air: tanah = 2 : 1) (gr/l)						
<0,2	<1,0	<0,3	Tipe I dengan atau tanpa pozolan (15-40) %	80	300	350	0,50
0,2-0,5	1,0- 1,9	0,3-1,2	Tipe I dengan atau tanpa pozolan (15-40)%	290	330	380	0,50
			Tipe I + pozolan(15-40)% atau semen Portland pozolan	270	310	360	0,55
			Tipe II atau tipe V	250	290	340	0,55
0,5 - 1,0	1,9 - 3,1	1,2 - 2,5	Tipe I + pozolan (15-40)% atau semen portland pozolan	340	380	430	0,45
			Tipe II atau tipeV	290	330	380	0,50
1,0-2,0	3,1-5,6	2,5-5,0	Tipe II atau tipe V	330	370	420	0,45
> 0,2	> 5,6	> 5,0	Tipe II atau tipe V + lapisan pelindung	330	370	420	0,45

Tabel L-10.7.
Ketentuan Minimum Untuk Beton Bertulang Kedap Air

Jenis Beton	Kondisi Lingkungan Berhubungan Dengan	Faktor Air Semen Maksimum	Tipe Semen	Tipe Semen Minimum (kg/m ³)	
				Ukuran Agregat Maksimum	
				40 mm	20 mm
Bertulang atau prategang	Air Tawar	0,50	Tipe I - V	280	300
	Air Payau	0,45	Tipe I + pozolan (15 - 40) % atau semen portland pozolan	340	380
		0,50	Tipe II atau tipe V	290	330
	Air Laut	0,45	Tipe II atau tipe V	330	370

Tabel L-10.8.
Batas Gradasi Pasir

Lubang Ayakan		% Berat Butir_Yang_Terlewat_Ayakan			
Britis (mm)	ASTM (No)	Daerah 1	Daerah 2	Daerah 3	Daerah 4
4,75	3/16 inc	90 – 100	90 - 100	90 – 100	95 – 100
2,36	8	60 – 95	75 - 100	85 – 100	95 – 100
1,18	16	30-70	55-90	75-100	90-100
0,6	30	15-34	35-59	60-79	80- 100
0,3	50	5-20	8-30	12-40	15-50
0,15	100	0-10	0-10	0-10	0-15

Keterangan: Daerah 1 = Pasir kasar
 Daerah 2 = Pasir agak kasar
 Daerah 3 = Pasir agak halus
 Daerah 4 = Pasir halus

PERHITUNGAN CAMPURAN BETON (SK SNI 03-2847-2002)

Tabel L-10.1 Perhitungan campuran beton

No.	Keterangan	Nilai	Satuan
1.	Kuat tekan pada umur 28 hari	20	Mpa
2.	Deviasi Standar (sd)		
3.	Nilai tambah (M)	7	Mpa
4.	Kuat tekan rata-rata rencana ($f'_{cr} = f_c' + M$)	27	Mpa
5.	Jenis semen	Biasa (Tipe 1)	
6.	Jenis agregat halus (alami/pecahan)	Alami	
7.	Jenis agregat kasar (alami/batupecah)	Batu pecah	
8.	Faktor air semen	0,5	
9.	Nilai slump	7,5-15	Cm
10.	Ukuran maks agregat kasar	22,4 dan 25	Mm
11.	Kebutuhan air	204,9	liter/m ³
12.	Kebutuhan semen ($w_s = \text{point 11/FAS}$)	409,8	kg/m ³
13.	Penyesuaian jumlah air atau FAS	Tidak ada	
14.	Daerah gradasi agregat halus	Daerah 2	
15.	Perbandingan agregat halus dan kasar	38% dan 62%	%
16.	Bj agregat camp ($P/100 \cdot B_j \text{ agg.hls} + k/100 \cdot B_j \text{ agg.kasar}$)	2,6582	
17.	Berat beton	2410	kg/m ³
18.	Kebutuhan agregat campuran (17-11-12)	1795,3	kg/m ³
19.	Keb. agregat halus (Point 18*15)	682,214	kg/m ³
20.	Keb. agregat kasar (Point 18-19)	1113,086	kg/m ³
21.	Kesimpulan:	1 adukan/m ³	
22.	Air	204,9	liter/m ³
23.	Semen	2,1725	kg/m ³
24.	Agg. halus	3,6167	kg/m ³
25.	Agg. kasar	5,9009	kg/m ³
26.	Total	2410	kg/m ³

PERHITUNGAN CAMPURAN BETON (SK SNI 03-2847-2002)

Tabel L-10.2 Perhitungan campuran beton

No.	Keterangan	Nilai	Satuan
1.	Kuat tekan pada umur 28 hari	20	Mpa
2.	Deviasi Standar (sd)		
3.	Nilai tambah (M)	7	Mpa
4.	Kuat tekan rata-rata rencana ($f'_{cr} = f_c' + M$)	27	Mpa
5.	Jenis semen	Biasa (Tipe 1)	
6.	Jenis agregat halus (alami/pecahan)	Alami	
7.	Jenis agregat kasar (alami/batupecah)	Batu pecah	
8.	Faktor air semen	0,5	
9.	Nilai slump	7,5-15	Cm
10.	Ukuran maks agregat kasar	16	Mm
11.	Kebutuhan air	204,9	liter/m ³
12.	Kebutuhan semen ($w_s = \text{point 11/FAS}$)	409,8	kg/m ³
13.	Penyesuaian jumlah air atau FAS	Tidak ada	
14.	Daerah gradasi agregat halus	Daerah 2	
15.	Perbandingan agregat halus dan kasar	39% dan 61%	%
16.	Bj agregat camp ($P/100*B_j \text{ agg.hls} + k/100*B_j \text{ agg.kasar}$)	2,661	
17.	Berat beton	2410	kg/m ³
18.	Kebutuhan agregat campuran (17-11-12)	1795,3	kg/m ³
19.	Keb. agregat halus (Point 18*15)	700,16	kg/m ³
20.	Keb. agregat kasar (Point 18-19)	1095,13	kg/m ³
21.	Kesimpulan:	1 adukan/m ³	
22.	Air	204,9	liter/m ³
23.	Semen	409,8	kg/m ³
24.	Agg. halus	700,16	kg/m ³
25.	Agg. kasar	1095,13	kg/m ³
26.	Total	2410	kg/m ³

Tabel L-10.3 Kebutuhan campuran untuk tiap 1 m³ adukan beton

Ukuran BR	Air (liter)	Semen (kg)	Pasir (kg)	BR (kg)
16	204,9	409,8	700,16	1095,13
22.4	204.9	409,8	682,21	1113,08
25	204.9	409,8	682,21	1113,08

Sumber : Hasil Perhitungan, 2015

Tabel L-10.4 Kebutuhan campuran untuk tiap 1 benda uji berbagai fariasi

Ukuran BR	Air(liter)	Semen (kg)	Pasir (kg)	BR (kg)
16	1,08	2,17	3,71	5,80
22,4	1,08	2,17	3,61	5,90
25	1,08	2,17	3,61	5,90

Sumber : Hasil Perhitungan, 2015

Tabel L-10.5 Kebutuhan campuran untuk tiap 3 benda uji berbagai fariasi

Ukuran BR	Air (liter)	Semen (kg)	Pasir (kg)	BR (kg)
16	3,24	6,51	11,13	17,4
22,4	3,24	6,51	10,83	17,7
25	3,24	6,51	10,83	17,7

Sumber : Hasil Perhitungan, 2015

Anlisis Perhitungan

1. Contoh Perhitungan

a) Perhitungan kebutuhan campuran beton untuk 1 benda uji

$$\text{Air} = 3,24 : 3 = 1,08 \text{ Liter}$$

$$\text{Semen} = 6,51 : 3 = 2,17 \text{ kg}$$

$$\text{Pasir} = 11,13 : 3 = 3,71 \text{ kg}$$

$$\text{BR} = 17,4 : 3 = 5,80 \text{ kg}$$