

LAMPIRAN

Lampiran 1 Pemeriksaan analisis gradasi agregat halus

Bahan : Pasir Progo

Asal : Sungai Progo

Diperiksa : 5 April 2019

Tabel 1. Hasil pemeriksaan gradasi butiran agregat halus *sample 1*

Ukuran	Lubang Ayakan (mm)	Berat tertahan (gram)	Berat tertahan (%)	Berat tertahan kumulatif (%)	Berat lolos kumulatif (%)
No. 4	4,75	0	0	0	100
No. 8	2,36	105	10,5	10,5	89,5
No. 16	1,18	145	14,5	25	75
No. 30	0,6	220	22	47	53
No. 50	0,3	370	37	84	16
No. 100	0,15	120	12	96	4
Pan		40	4	100	0
Total		1000	100	362,5	

Analisis hitungan:

a. Contoh saringan no. 30

Persen berat tertahan :

$$\begin{aligned}
 &= \frac{\text{berat tertahan}}{\text{total}} \times 100\% \\
 &= \frac{220}{1000} \times 100\% \\
 &= 22\%
 \end{aligned}$$

b. Contoh saringan no. 30

Persen berat kumulatif :

$$\begin{aligned}
 &= \frac{\text{Persen berat tertahan kumulatif no.16} + \text{Persen berat tertahan no.30}}{\text{total}} \\
 &= 25 + 22 \\
 &= 47\%
 \end{aligned}$$

c. Kumulatif contoh saringan no. 30

Persen berat lolos kumulatif :

$$\begin{aligned}
 &= 100 - 47 \\
 &= 53
 \end{aligned}$$

d. Modulus halus butir (MHB)

$$= \frac{\text{jumlah berat tertahan kumulatif}}{100}$$

$$= \frac{262,5}{100}$$

$$= 2,625 \%$$

Tabel 2. Hasil pemeriksaan gradasi butiran agregat halus *sample 2*

Ukuran	Lubang Ayakan (mm)	Berat tertahan (gram)	Berat tertahan (%)	Berat tertahan kumulatif (%)	Berat lolos kumulatif (%)
No. 4	4,75	0	0	0	100
No. 8	2,36	115	11,5	11,5	88,5
No. 16	1,18	135	13,5	25	75
No. 30	0,6	220	22	47	53
No. 50	0,3	360	36	83	17
No. 100	0,15	125	12,5	85,5	4,5
Pan		45	4,5	100	0
Total		1000	100	362	

Analisis hitungan:

a. Contoh saringan no. 30

Persen berat tertahan :

$$= \frac{\text{berat tertahan}}{\text{total}} \times 100\%$$

$$= \frac{220}{1000} \times 100\%$$

$$= 22\%$$

b. Contoh saringan no. 30

Persen berat kumulatif :

$$= \frac{\text{Persen berat tertahan kumulatif no.16} + \text{Persen berat tertahan no.30}}{\text{total}}$$

$$= 25 + 22$$

$$= 47 \%$$

c. Kumulatif contoh saringan no. 30

Persen berat lolos kumulatif :

$$= 100 - 47$$

$$= 53$$

d. Modulus halus butir (MHB)

$$= \frac{\text{jumlah berat tertahan kumulatif}}{100}$$

$$= \frac{262}{100} = 2,62 \%$$

Tabel 3. Hasil pemeriksaan gradasi butiran agregat halus *sample 3*

Ukuran	Lubang Ayakan (mm)	Berat tertahan (gram)	Berat tertahan (%)	Berat tertahan kumulatif (%)	Berat lolos kumulatif (%)
No. 4	4,75	0	0	0	100
No. 8	2,36	100	10	10	90
No. 16	1,18	140	14	24	76
No. 30	0,6	225	22,5	46,5	53,5
No. 50	0,3	370	37	83,5	16,5
No. 100	0,15	125	12,5	96	4
Pan		40	4	100	0
Total		1000	100	360	

Analisis hitungan:

a. Contoh saringan no. 30

Persen berat tertahan :

$$\begin{aligned}
 &= \frac{\text{berat tertahan}}{\text{total}} \times 100\% \\
 &= \frac{225}{1000} \times 100\% \\
 &= 22,5\%
 \end{aligned}$$

b. Contoh saringan no. 30

Persen berat kumulatif :

$$\begin{aligned}
 &= \frac{\text{Persen berat tertahan kumulatif no.16} + \text{Persen berat tertahan no.30}}{\text{total}} \\
 &= 24 + 22,5 \\
 &= 46,5 \%
 \end{aligned}$$

c. Kumulatif contoh saringan no. 30

Persen berat lolos kumulatif :

$$\begin{aligned}
 &= 100 - 46,5 \\
 &= 53,5
 \end{aligned}$$

d. Modulus halus butir (MHB)

$$\begin{aligned}
 &= \frac{\text{jumlah berat tertahan kumulatif}}{100} \\
 &= \frac{260}{100} \\
 &= 2,6 \%
 \end{aligned}$$

Lampiran 2 Pemeriksaan berat jenis dan penyerapan air agregat halus

Bahan : Pasir Progo

Asal : Sungai Progo

Diperiksa : 5 April 2019

Tabel 4. Data pemeriksaan berat jenis agregat halus

Uraian	Satuan	Benda Uji		
		1	2	3
Berat pikno berisi pasir dan air (Bt)	gram	1063	1066	1070
Berat pasir setelah kering (Bk)	gram	465	460	461
Berat pikno berisi air (B)	gram	769	770	768
Berat pasir keadaan jenuh kering muka (SSD)	gram	500	500	500

Tabel 5. Hasil pemeriksaan berat jenis agregat halus

Uraian	Satuan	Benda Uji			Rata-rata
		1	2	3	
Berat jenis curah		2,257	2,255	2,328	2,28
Berat jenis jenuh kering muka		2,427	2,451	2,525	2,468
Berat jenis tampak		2,719	2,805	2,899	2,808
Penyerapan air agregat halus	%	7,257	8,696	8,46	8,137

Analisis Hitungan :

$$a. \quad \text{Berat jenis curah} = \frac{Bk}{B + SSD - Bt}$$

$$\text{Contoh benda uji 1} = \frac{465}{769 + 500 - 1063} = 2,257$$

$$b. \quad \text{Berat jenis jenuh kering muka} = \frac{500}{B + SSD - Bt}$$

$$\text{Contoh benda uji 1} = \frac{Bk}{769 + 500 - 1063} = 2,427$$

$$c. \quad \text{Berat jenis tampak} = \frac{Bk}{B + Bk - Bt}$$

$$\text{Contoh benda uji 1} = \frac{465}{769 + 500 - 1063} = 2,719$$

$$d. \quad \text{Penyerapan air agregat kasar} = \frac{SSD - Bk}{Bk} \times 100\%$$

$$\text{Contoh benda uji 1} = \frac{500 - 465}{465} \times 100\% = 7,527$$

$$e. \quad \text{Berat jenis jenuh kering muka rata-rata} = \frac{SSD1 + SSD2 + SSD3}{3}$$

$$= \frac{2,427 + 2,451 + 2,525}{3}$$

$$= 2,468$$

Lampiran 3 Pemeriksaan kadar lumpur agregat halus

Bahan : Pasir Progo
 Asal : Sungai Progo
 Diperiksa : 6 April 2019

Tabel 6. Hasil pemeriksaan kasar lumpur agregat halus

Uraian	Satuan	Benda Uji		
		1	2	3
Berat pasir kering tungku sebelum dicuci (W1)	gr	500	500	500
Berat pasir kering tungku setelah dicuci+nampan (W2)	gr	775	770	789
Berat nampan (W3)	gr	300	300	300
Berat pasir kering tungku setelah dicuci (W4)	%	475	470	489
Kadar lumpur	%	5	6	2,2
Rata-rata	%		4,4	

Analisis hitungan:

- a. Berat pasir kering tungku setelah dicuci (W4) = $W2 - W3$
 Contoh benda uji 1 = $775 - 300$
 = 475
- b. Kadar lumpur = $\frac{W1 - W4}{W1} \times 100\%$
 Contoh benda uji 1 = $\frac{500 - 475}{500} \times 100\%$
 = 5
- c. Rata-rata kadar lumpur = $\frac{KL1 + KL2 + KL3}{3} \times 100\%$
 = $\frac{5 + 6 + 2,2}{3} \times 100\%$
 = 4,4

Lampiran 4 Pemeriksaan berat jenis dan penyerapan air agregat kasar

Bahan : Kerikil Clereng

Asal : Clereng

Diperiksa : 6 April 2019

Tabel 7. Hasil pemeriksaan berat jenis dan penyerapan air agregat kasar

Uraian	Satuan	Benda Uji		
		1	2	3
Berat kerikil setelah dikeringkan (Bk)	Gram	5000	5000	5000
Berat kerikil didalam air (Ba)	Gram	3450	3400	3410
Berat kerikil keadaan jenuh (Bj)	Gram	5150	5200	5200

Tabel 8. Hasil pemeriksaan berat jenis dan penyerapan air agregat kasar

Uraian	Satuan	Benda Uji			Rata-rata
		1	2	3	
Berat jenis curah		2,89	2,778	2,793	2,82
Berat jenis kering muka		2,977	2,889	2,905	2,924
Berat jenis tampak		3,165	3,125	3,145	3,145
Penyerapan air agregat kasar	%	3000	4000	4000	3,667
Berat kerikil jenuh rata-rata	gram		5183,333		
Penyerapan air agregat kasar	%		3,667		

Analisis hitungan :

$$a. \quad \text{Berat jenis curah} = \frac{Bk}{Bj - Ba}$$

$$\text{Contoh benda uji 1} = \frac{5000}{5150 - 3450} = 2,890$$

$$b. \quad \text{Berat jenis kering muka} = \frac{Bj}{Bj - Ba}$$

$$\text{Contoh benda uji 1} = \frac{5150}{5150 - 3450} = 2,977$$

$$c. \quad \text{Berat jenis tampak} = \frac{Bk}{Bk - Ba}$$

$$\text{Contoh benda uji 1} = \frac{5000}{5150 - 3420} = 3,165$$

$$d. \quad \text{Penyerapan air agregat kasar} = \frac{Bj - Bk}{Bk} \times 100\%$$

$$\text{Contoh benda uji 1} = \frac{5150 - 5000}{5000} \times 100\% = 3\%$$

$$e. \quad \text{Berat jenis jenuh rata-rata} = \frac{B_{\text{jenis 1}} + B_{\text{jenis 2}} + B_{\text{jenis 3}}}{3}$$

$$= \frac{5150 + 5200 + 5200}{3} = 5183,333$$

$$f. \quad \text{Penyerapan air rata-rata AK} = \frac{\text{Pair AK1} + \text{Pair AK2} + \text{Pair AK3}}{3}$$

$$= \frac{3,000 + 4,000 + 4,000}{3} = 3,667$$

Lampiran 5 *Mix design* SNI 7656:2012 f_c' 35 MPa

a. Data Material

Kuat tekan rencana = 35 mpa = 356,779 kg/cm³

Jenis Kontruksi = Balok

1. Semen

Berat jenis = 3,1

Tipe = 1

2. Agregat halus

Modulus kehalusan (MHB) = 2,625

Berat jenis (SSD) = 2,427

3. Agregat Kasar

Berat jenis (SSD) = 2,977

Berat Kering = 1540 kg/m³

Ukuran agregat (maz) = 25

Tabel 9. Densitas untuk semua material yang digunakan : $p = GS \times pw$

Material	GS (Berat Jenis)	pw	Densitas
Air	1	1000	1000
Semen	3,1	1000	3100
SSD (Agregat Halus)	2,427	1000	2477
SSD (Agregat Kasar)	2,977	1000	2977
Berat Kering (AK)			1600

b. Perhitungan

1. Margin/safety factor

Tabel 10. Nilai deviasi (kg/m³) untuk berbagai volume pekerjaan

Klarsifikasi	Volume Pekerjaan m ³	Mutu Pelaksanaan		
		Baik Sekali	Baik	Cukup
Kecil	< 1000	45 < s < 55	55 < s ≤ 65	65 < s ≤ 85
Sedang	1000 – 3000	35 < s ≤ 45	45 < s ≤ 55	55 < s ≤ 75
Besar	> 3000	25 < s ≤ 35	35 < s ≤ 45	45 < s ≤ 55

Standar deviasi (Sd) = **60** kg/cm²Magin = 98,400 kg/cm² $f_c'r$ = 356,779 + 98,400= 455,179 kg/cm²

= 44,653mpa

2. Slump = 75 – 100 mm

3. Ukuran nominal (maks) = 25 mm

4. Kebutuhan Air Campuran

Tabel 11. Perkiraan kebutuhan air pencampur dan kadar udara untuk berbagai slump dan ukuran nominal

Air (kg/m ³) untuk ukutan nominal agregat maksimum batu pecah								
Slump (mm)	9,5	12,7	19	25	37,5	50	75	150
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
	Beton tanpa tambahan udara							
25-50	207	199	190	179	166	154	130	113
75-100	228	216	205	193	181	169	145	124
150-175	243	228	216	202	190	179	160	-
>175	-	-	-	-	-	-	-	-
Banyak udara dalam beton (%)	3	2,5	2	1,5	1	0,5	0,3	0,2
	Beton dengan tambahan udara							
25-50	181	175	168	160	150	142	122	107
75-100	202	193	184	175	165	157	133	119
150-175	216	205	197	184	174	166	154	-
>175	-	-	-	-	-	-	-	-
Jumlah kadar udara yang disarankan untuk tingkat paparan :	4,5	4,0	3,5	3,0	2,5	2,0	1,5	1,0
ringan (%)								
Sedang (%)	6,0	5,5	5,0	4,5	4,5	3,0	3,5	3,0
Berat (%)	7,5	7,0	6,0	6,0	5,5	5,0	4,5	4,0

Air Pencampur = 193 kg/m³

Kadar udara = 2%

5. Rasio Air semen

Tabel 12. Hubungan antara rasio air-semen (w/c) atau rasio air-bahan bersifat semen [w/(c=p)] dan kekuatan

Kekuatan beton umur 28 hari, MPa	Rasio air-semen	
	Beton tanpa tambahan udara	Beton dengan tambahan udara
15	0,79	0,70
20	0,69	0,60
25	0,61	0,52
30	0,54	0,45
35	0,47	0,39
40	0,42	-

Ekstrapolasi

Fc'r = 44,65 MPa

$$(y - y_1) / (y_2 - y_1) = (x - x_1) / (x_2 - x_1)$$

$$(y - 0,47) / (0,42 - 0,47) = (44,65 - 35) / (40 - 35)$$

$$y = (-0,05) (9,653) / (5) + 0,47$$

$$y = 0,3337$$

Beton tanpa tambahan udara (w/c) = 0,3337

6. Kadar Semen

Air pencampur / Rasio air semen = $\frac{193}{0,3337}$

Berat semen = 578,221 kg/m³

7. Agregat Kasar

Tabel 13. Volume agregat kasar per satuan volume

Ukuran nominal agregat maksimum (mm)	Volume agregat kasar kering			
	2,40	2,60	2,80	3,00
9,5	0,50	0,48	0,46	0,44
12,5	0,59	0,57	0,55	0,53
19,0	0,66	0,64	0,62	0,60
25,0	0,71	0,69	0,67	0,65
37,5	0,75	0,73	0,71	0,69
50,0	0,78	0,76	0,74	0,72
75,0	0,82	0,80	0,78	0,76
150,0	0,87	0,85	0,83	0,81

Berat agregat kasar = 0,69 × berat kering agregat kasar
 = 0,69 × 1540
 = 1062,6 kg/m³

8. Agregat halus

Tabel 14. Perkiraan awal berat beton segar

Ukuran nominal agregat maksimum (mm)	Perkiraan awal berat beton kg/m ³	
	Beton tanpa tambahan udara	Beton dengan tambahan udara
9,5	2280	2200
12,5	2310	2230
19,0	2345	2275
25,0	2380	2290
37,5	2410	2320
50,0	2445	2345
75,0	2490	2405
150,0	2530	2435

Berat awal = 2380 kg/m³

c. Perhitungan Material

Berat air = 193 kg/m³

Berat semen = 578,221 kg/m³

Berat agregat kasar = 1062,6 kg/m³

Berat total (non agregat halus) = 1833,821 kg/m³

Berat agregat halus = berat awal – berat total (non AH)

$$= 546,179 \quad \text{kg/m}^3$$

d. Berdasarkan volume absolut

$$\text{Vol air} = \text{Air penampur} / 1000 = 193 / 1000 = 0,193 \text{ m}^3$$

$$\text{Vol semen} = \text{Berat semen} / 3150 = 578,221 / 3150 = 0,1836 \text{ m}^3$$

$$\begin{aligned} \text{Vol absolut agregat kasar} &= \text{Berat agregat kasar} / \text{Densitas} \\ &= \text{AK } 1062,6 / 2977 = 0,3569 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\text{Vol udara} = 0,01 \times 1 = 0,01$$

$$\text{Vol total (non agregat halus)} = 0,7435 \text{ m}^3$$

$$\text{Vol agregat halus} = 1 - \text{vol total (non AH)} = 0,2565 \text{ m}^3$$

$$\begin{aligned} \text{Berat agregat halus} &= \text{Vol AH} \times \text{densitas AH} \\ &= 0,2565 \times 2427 = 622,5286 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

e. Perbandingan dengan (c) dan (d)

Tabel 15. Perbandingan antara berat dengan volume

Berat Material	Berat	Volume
Air	193	193
Semen	578, 221	578,221
Agregat kasar (kering)	1062,6	1062,6
Agregat halus (kering)	546,1790	622,529
Total	2380	2456,35

f. Koreksi kandungan air

$$\text{Agregat kasar} = (1+0,02) \times (1062,6) = 1083,852 \text{ kg}$$

$$\text{Agregat halus} = (1+0,06) \times (546,179) = 873,886 \text{ kg}$$

$$\text{Air} = 193 - \frac{(1062,6) \times (2-0,5)}{100} - \frac{(546,179) \times (6-0,7)}{100} = 148,114 \text{ kg}$$

Perkiraan berat campuran untuk 1 m³ beton menjadi.

Tabel 16. Perkiraan berat campuran

Berat Material	Berat	Satuan
Air	148,114	Kg
Semen	578,221	Kg
Agregat kasar (basah)	1083,852	Kg
Agregat halus (basah)	873,886	Kg
Total	2684,073	Kg

g. Perhitungan *mix design* beton balok

Ukuran balok :

$$\text{Panjang} = 0,15 \text{ m}$$

$$\text{Lebar} = 0,15 \text{ m}$$

$$\text{Tinggi} = 0,6 \text{ m}$$

$$\begin{aligned}\text{Volume} &= 0,15 \times 0,15 \times 0,6 \\ &= 0,0135 \text{ m}^3\end{aligned}$$

Safety factor 15%

$$\begin{aligned}&= 0,0135 + (0,0135 \times 15\%) \\ &= 0,0155\end{aligned}$$

Tabel 17. Kebutuhan material penyusun beton

Semen (kg)	Air (kg)	Kerikil (kg)	Pasir (kg)	Serbuk ban bekas (kg)
8,976	2,299	16,826	13,567	0
8,976	2,299	16,826	12,888	0,678
8,976	2,299	16,826	12,210	1,356
8,976	2,299	16,826	11,532	2,035
8,976	2,299	16,826	10,853	2,713

Perhitungan :

Kebutuhan material = material \times *safety factor* volume benda uji

$$\begin{aligned}\text{Contoh semen} &= 578,221 \times 0,0155 \\ &= 8,977 \text{ kg}\end{aligned}$$

Lampiran 6 *Mix design* SNI 7656:2012 f_c' 17 MPa

a. Data Material

Kuat tekan rencana = 17 mpa = 173,292 kg/cm³

Jenis Kontruksi = Balok

1. Semen

Berat jenis = 3,1

Tipe = 1

2. Agregat halus

Modulus kehalusan (MHB) = 2,625

Berat jenis (SSD) = 2,427

3. Agregat Kasar

Berat jenis (SSD) = 2,977

Berat Kering = 1540 kg/m³

Ukuran agregat (maz) = 25

Tabel 18. Densitas untuk semua material yang digunakan : $p = GS \times pw$

Material	GS (Berat Jenis)	pw	Densitas
Air	1	1000	1000
Semen	3,1	1000	3100
SSD (Agregat Halus)	2,427	1000	2477
SSD (Agregat Kasar)	2,977	1000	2977
Berat Kering (AK)			1600

b. Perhitungan

1. Margin/safety factor

Tabel 19. Nilai deviasi (kg/m³) untuk berbagai volume pekerjaan

Klarsifikasi	Volume Pekerjaan m ³	Mutu Pelaksanaan		
		Baik Sekali	Baik	Cukup
Kecil	< 1000	45 < s < 55	55 < s ≤ 65	65 < s ≤ 85
Sedang	1000 – 3000	35 < s ≤ 45	45 < s ≤ 55	55 < s ≤ 75
Besar	> 3000	25 < s ≤ 35	35 < s ≤ 45	45 < s ≤ 55

Standar deviasi (Sd) = 60 kg/cm²Magin = 98,400 kg/cm² $f_c'r$ = 173,292 + 98,400= 271,693 kg/cm²

= 26,653 mpa

2. Slump = 50 – 100 mm

3. Ukuran nominal (maks) = 25 mm

4. Kebutuhan Air Campuran

Tabel 20. Perkiraan kebutuhan air pencampur dan kadar udara untuk berbagai slump dan ukuran nominal

Air (kg/m ³) untuk ukutan nominal agregat maksimum batu pecah								
Slump (mm)	9,5 mm	12,7 mm	19 mm	25 mm	37,5 mm	50 mm	75 mm	150 mm
Beton tanpa tambahan udara								
25-50	207	199	190	179	166	154	130	113
75-100	228	216	205	193	181	169	145	124
150-175	243	228	216	202	190	179	160	-
>175	-	-	-	-	-	-	-	-
Banyak udara dalam beton (%)	3	2,5	2	1,5	1	0,5	0,3	0,2
Beton dengan tambahan udara								
25-50	181	175	168	160	150	142	122	107
75-100	202	193	184	175	165	157	133	119
150-175	216	205	197	184	174	166	154	-
>175	-	-	-	-	-	-	-	-
Jumlah kadar udara yang disarankan untuk tingkat paparan :	4,5	4,0	3,5	3,0	2,5	2,0	1,5	1,0
ringan (%)								
Sedang (%)	6,0	5,5	5,0	4,5	4,5	3,0	3,5	3,0
Berat (%)	7,5	7,0	6,0	6,0	5,5	5,0	4,5	4,0

$$\begin{aligned} \text{Air Pencampur} &= \frac{179 + 193}{2} \\ &= 186 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

$$\text{Kadar udara} = 2\%$$

5. Rasio Air semen

Tabel 21. Hubungan antara rasio air-semen (w/c) atau rasio air-bahan bersifat semen [w/(c=p)] dan kekuatan

Kekuatan beton umur 28 hari, mpa	Rasio air-semen	
	Beton tanpa tambahan udara	Beton dengan tambahan udara
15	0,79	0,70
20	0,69	0,60
25	0,61	0,52

Tabel 22. Hubungan antara rasio air-semen (w/c) atau rasio air-bahan bersifat semen [w/(c=p)] dan kekuatan (lanjutan)

Kekuatan beton umur 28 hari, mpa	Rasio air-semen	
	Beton tanpa tambahan udara	Beton dengan tambahan udara
30	0,54	0,45
35	0,47	0,39
40	0,42	-

Interpolasi

$$F_c' r = 26,653 \text{ mpa}$$

$$x = 0,61 + \left(\frac{26,653 - 25}{30 - 25} \right) \times (0,54 - 0,61)$$

$$= 0,586$$

Beton tanpa tambahan udara (w/c) = 0,586

6. Kadar Semen

$$\text{Air pencampur / Rasio air semen} = \frac{186}{0,586}$$

$$\text{Berat semen} = 316,942 \text{ kg/m}^3$$

7. Agregat Kasar

Tabel 23. Volume agregat kasar per satuan volume

Ukuran nominal agregat maksimum (mm)	Volume agregat kasar kering			
	2,40	2,60	2,80	3,00
9,5	0,50	0,48	0,46	0,44
12,5	0,59	0,57	0,55	0,53
19,0	0,66	0,64	0,62	0,60
25,0	0,71	0,69	0,67	0,65
37,5	0,75	0,73	0,71	0,69
50,0	0,78	0,76	0,74	0,72
75,0	0,82	0,80	0,78	0,76
150,0	0,87	0,85	0,83	0,81

$$\text{Berat agregat kasar} = 0,69 \times \text{berat kering agregat kasar}$$

$$= 0,69 \times 1540$$

$$= 1062,6 \text{ kg/m}^3$$

8. Agregat halus

Tabel 24. Perkiraan awal berat beton segar

Ukuran nominal agregat maksimum (mm)	Perkiraan awal berat beton kg/m ³	
	Beton tanpa tambahan udara	Beton dengan tambahan udara
9,5	2280	2200
12,5	2310	2230
19,0	2345	2275
25,0	2380	2290
37,5	2410	2320
50,0	2445	2345
75,0	2490	2405
150,0	2530	2435

$$\text{Berat awal} = 2380 \text{ kg/m}^3$$

c. Perhitungan Material

$$\text{Berat air} = 186 \text{ kg/m}^3$$

$$\begin{aligned} \text{Berat semen} &= 316,942 \quad \text{kg/m}^3 \\ \text{Berat agregat kasar} &= 1062,6 \quad \text{kg/m}^3 \\ \hline \text{Berat total (non agregat halus)} &= 1565,542 \quad \text{kg/m}^3 \\ \text{Berat agregat halus} &= \text{berat awal} - \text{berat total (non AH)} = 814,45791 \\ &\quad \text{kg/m}^3 \end{aligned}$$

d. Berdasarkan volume absolut

$$\begin{aligned} \text{Vol air} &= \text{Air pencampur} / 1000 = 186 / 1000 = 0,186 \text{ m}^3 \\ \text{Vol semen} &= \text{Berat semen} / 3150 = 316 / 3150 = 0,1022 \text{ m}^3 \\ \text{Vol absolut agregat kasar} &= \text{Berat agregat kasar} / \text{Densistas} \\ &= \text{AK 1104} / 2578 = 0,3569 \text{ m}^3 \\ \text{Vol udara} &= 0,01 \times 1 = 0,01 \\ \hline \text{Vol total (non agregat halus)} &= 0,65517 \text{ m}^3 \\ \text{Vol agregat halus} &= 1 - \text{vol total (non AH)} = 0,34482 \text{ m}^3 \\ \text{Berat agregat halus} &= \text{Vol AH} \times \text{densitas AH} \\ &= 0,34482 \times 2427 = 836,888 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

e. Perbandingan dengan (c) dan (d)

Tabel 25. Perbandingan berat dan volume

Berat Material	Berat	Volume
Air	186	186
Semen	316,942	316,942
Agregat kasar (kering)	1062,6	1062,6
Agregat halus (kering)	814,4579	836,888
Total	2380	2402,4302

f. Koreksi kandungan air

$$\begin{aligned} \text{Agregat kasar} &= (1 + 0,2) \times (1062,6) = 1083,852 \text{ kg} \\ \text{Agregat halus} &= (1 + 0,6) \times (814,4579) = 1303,132 \text{ kg} \\ \text{Air} &= 193 - \frac{(1062,6) \times (2-0,5)}{100} - \frac{(814,4579) \times (6-0,7)}{100} = 126,894 \text{ kg} \end{aligned}$$

Perkiraan berat campuran untuk 1 m³ beton menjadi

Tabel 26. Perkiraan berat campuran

Berat Material	Berat	Satuan
Air	126,894	Kg
Semen	316,942	Kg
Agregat kasar (basah)	1083,852	Kg
Agregat halus (basah)	1303,132	Kg
Total	2830,821	Kg

g. Perhitungan *mix design* beton balok

Ukuran balok :

Panjang = 0,15 m

Lebar = 0,15 m

Tinggi = 0,6 m

Volume = $0,15 \times 0,15 \times 0,6$
 = $0,0135 \text{ m}^3$

Safety factor 15%

= $0,0135 + (0,0135 \times 15\%)$

= 0,0155

Tabel 27. Kebutuhan material penyusun beton

Semen (kg)	Air (kg)	Kerikil (kg)	Pasir (kg)	Serbuk ban bekas (kg)
4,920	1,970	16,826	20,231	0
4,920	1,970	16,826	19,219	1,011
4,920	1,970	16,826	18,208	2,023
4,920	1,970	16,826	17,196	3,034
4,920	1,970	16,826	16,184	4,046

Perhitungan :

Kebutuhan material = material \times *safety factor* volume benda uji

Contoh semen = $316,942 \times 0,0155$

= 4,920 kg

Lampiran 7 Alat uji agregat untuk bahan pembuatan beton



Gambar 1. Timbangan



Gambar 2. Kaliper



Gambar 3. Saringan



Gambar 4. Timbangan dalam air



Gambar 5. Erlenmeyer



Gambar 6. Oven

Lampiran 8 Alat pemeriksaan sifat segar beton

Gambar 7. Kerucut *abrams*

Gambar 8. Baja besi



Gambar 9. Nampan

Lampiran 9 Alat pembuatan benda uji

Gambar 10. *Concrete mixer*

Gambar 11. Cetakan Balok



Gambar 12. Mesin uji kuat lentur

Lampiran 10 Bahan penyusun beton



Gambar 13. Semen holcim



Gambar 14. Kerikil agregat kasar



Gambar 15. Pasir agregat halus



Gambar 16. Serbuk ban bekas

Lampiran 11 Proses pengujian beton segar (*fresh properties*)Gambar 17. Pengujian *slump*Gambar 18. Nilai *slump* pada beton f_c' 35 MPaGambar 19. Nilai *slump* pada beton f_c' 17 MPa

Lampiran 12 Proses pengujian kuat letur beton



Gambar 22. Pengukuran diameter benda uji silinder



Gambar 24. Pengujian kuat lentur beton

Gambar 25. Beton normal f_c' 35 MPa setelah dilakukan uji lenturGambar 26. Beton f_c' 35 MPa dengan tambahan serbuk ban bekas setelah dilakukan uji lentur



Gambar 25. Beton normal f_c' 17 MPa setelah dilakukan uji lentur



Gambar 26. Beton f_c' 35 MPa dengan tambahan serbuk ban bekas setelah dilakukan uji lentur