

## PENGUJIAN PADA PENELITIAN TUGAS AKHIR

### A. Agregat Halus (Pasir)

#### 1. Pemeriksaan gradasi pasir

- |   |             |
|---|-------------|
| a. Berat cawan kosong                         | = 193 gram  |
| b. Berat pasir SSD                            | = 1000 gram |
| c. Berat pasir + cawan                        | = 1193 gram |
| d. Berat pasir + cawan setelah di oven 24 jam | = 1155 gram |

Tabel 1. Hasil analisis gradasi pasir

Saringan No.	Berat tertahan (gram)	Berat tertahan (%)	Berat Tertahan Kumulatif (%)	Berat lolos Kumulatif (%)
3/8 (4,75 mm)	27	27	2,7	97,3
8 (2,36 mm)	79	7,9	10,6	89,4
16 (1,18 mm)	121	12,1	22,7	67,3
30 (0,6mm)	300	30	52,7	47,3
50 (0,3mm)	242	24,2	76,9	23,1
100 (0,15mm)	124	12,4	89,3	10,7
Pan	107	10,7	-	0
Total	1000	100	254,9	Daerah II (pasir kasar)

$$\text{Modulus Halus Butir (MHB)} = \frac{\text{jumlah berat tertahan kumulatif (\%)}}{\text{jumlah berat tertahan (\%)}}$$

$$= \frac{254,9}{100}$$

$$= 2,549$$

## 2. Pemeriksaan kadar air pasir

Tabel 2. Hasil analisis kadar air pasir

Uraian	Berat
Pasir jenuh kering muka ( $B_1$ )	500 gr
Pasir setelah keluar oven ( $B_2$ )	488 gr
Kandungan air ( $B_1 - B_2$ )	12
Kadar air $\{(B_1 - B_2) / B_2\} \times 100\%$	2,45 %

### a. Kandungan air

= Berat pasir jenuh kering muka – berat pasir kering tungku

$$= 500 - 488$$

$$= 12 \text{ gram}$$

### b. Kadar air

$$= \frac{\text{Kandungan air}}{\text{berat kering}} \times 100\%$$

$$= \frac{12}{488} \times 100\%$$

$$= 2,45 \%$$

## 3. Pemeriksaan berat jenis dan penyerapan air agregat halus (pasir)

Tabel 3. Hasil analisis berat jenis pasir

Uraian	Berat
Berat piknometer berisi pasir dan air ( $B_t$ )	956 gr
Berat pasir setelah kering ( $B_k$ )	461 gr
Berat piknometer berisi air ( $B$ )	652 gr
Berat pasir keadaan jenuh kering muka (SSD)	500 gr
Berat piknometer	166 gr

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

$$= \frac{B_k}{B + SSD - B_t} = \frac{461}{652 + 500 - 956} = 2,35$$

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

$$= \frac{SSD}{B + SSD - B_t} = \frac{500}{652 + 500 - 956} = 2,55$$

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

$$= \frac{Bk}{B + Bk - Bt} = \frac{461}{652 + 461 - 956} = 2,93$$

d. Penyerapan air agregat halus (pasir)

$$= \frac{SSD - Bk}{Bk} \times 100\% = \frac{500 - 461}{461} \times 100\% = 8,46\%$$

**4. Pemeriksaan berat satuan agregat halus (pasir)**

a. Berat satuan

- bejana : d = 15 cm

$$h = 30 \text{ cm}$$

- berat bejana kosong ( $B_1$ ) = 10.691 gram

- berat bejana berisi pasir SSD ( $B_2$ ) = 18.796 gram

- volume bejana kosong (V) =  $\frac{1}{4} \times \pi \times d^2 \times h$   
 =  $\frac{1}{4} \times \pi \times (15^2) \times 30$   
 = 5301,44 cm<sup>3</sup>

$$\begin{aligned} \text{Berat satuan} &= \frac{B_2 - B_1}{v} \\ &= \frac{18.796 - 10.691}{5301,44} \\ &= 1,528 \text{ gr/cm}^3 \end{aligned}$$

**5. Pemeriksaan kadar lumpur agregat halus**

Tabel 4. Hasil analisis kadar lumpur agregat halus

Uraian	Berat
Pasir jenuh kering muka (SSD) ( $B_1$ )	500 gr
Pasir setelah keluar oven ( $B_2$ )	488 gr
Kandungan air ( $B_1 - B_2$ )	12 gr
$\text{Kadar lumpur} = \frac{B_1 - B_2}{B_1} \times 100\%$	2,4 %

## B. Agregat Kasar (Kerikil)

## 1. Pemeriksaan kadar air kerikil

Tabel 5. Hasil analisis kadar air kerikil

Uraian	Berat
Berat kerikil kering Jenuh ( $B_1$ )	1000 gr
Berat kerikil setelah keluar oven ( $B_2$ )	988 gr
Kandungan air ( $B_1 - B_2$ )	12 gr
Kadar air = $\frac{B_1 - B_2}{B_2} \times 100\%$	1,21 %

## a. Kandungan air

$$= \text{Berat kerikil jenuh kering muka} - \text{berat kerikil kering tungku}$$

$$= 1000 - 988 = 12 \text{ gram}$$

## b. Kadar air

$$= \frac{\text{kandungan air}}{\text{berat kering}} \times 100\%$$

$$= \frac{12}{988} \times 100\%$$

$$= 1,21 \%$$

## 2. Pemeriksaan berat jenis dan penyerapan air agregat kasar (kerikil)

Tabel 6. Hasil analisis berat jenis kerikil

Uraian	Berat
Berat kerikil setelah dikeringkan ( $B_k$ )	5000 gr
Berat kerikil dibawah air ( $B_a$ )	3108 gr
Berat kerikil keadaan jenuh kering muka ( $B_j$ )	5085 gr

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

$$\frac{B_k}{B_j - B_a} = \frac{5000}{5085 - 3108} = 2,53$$

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

$$\frac{B_j}{B_j - B_a} = \frac{5085}{5085 - 3108} = 2,57$$

- c. Berat jenis tampak (*apparent spesific gravity*)

$$\frac{Bk}{Bk - Ba} = \frac{5000}{5000 - 3108} = 2,66$$

- d. Penyerapan air agregat kasar (kerikil)

$$\frac{Bj - Bk}{Bk} \times 100\% = \frac{5085 - 5000}{5000} \times 100\% = 0,02\%$$

### 3. Pemeriksaan keausan agregat kasar

Tabel 7. Hasil analisis keausan agregat kasar

Jenis Pengukuran	Berat
Berat sebelum masuk mesin Los Angeles ( $B_1$ )	5000 gr
Berat setelah masuk mesin Los Angeles	4559 gr
Berat tertahan saringan no. 16 (setelah dicuci dan dikeringkan dalam oven) ( $B_2$ )	4328 gr
Keausan = $\frac{B_1 - B_2}{B_1} \times 100\%$	13,44 %

$$\begin{aligned} \text{Keausan agregat kasar} &= \frac{B_1 - B_2}{B_1} \times 100\% \\ &= \frac{5000 - 4328}{5000} \times 100\% \\ &= 13,44\% \end{aligned}$$

### 4. Pemeriksaan berat satuan agregat kasar (kerikil)

- a. Berat satuan

- bejana :  $d = 15 \text{ cm}$

$$h = 30 \text{ cm}$$

- berat bejana kosong ( $B_1$ ) = 10.691 gram

- berat bejana berisi kerikil SSD ( $B_2$ ) = 18.277 gram

- volume bejana kosong ( $V$ ) =  $1/4 \times \pi \times d^2 \times h$   
 =  $1/4 \times \pi \times (15^2) \times 30$   
 = 5301,44  $\text{cm}^3$

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

$$= \frac{18.277 - 10.691}{5301,44}$$

$$= 1,431 \text{ gr/cm}^3$$

5. Pemeriksaan kadar lumpur agregat kasar

Tabel 8. Hasil analisis kadar lumpur agregat kasar

Uraian	Berat
Kerikil jenuh kering muka (B <sub>1</sub> )	500 gr
Kerikil setelah keluar oven (B <sub>2</sub> )	497 gr
Kandungan air (B <sub>1</sub> - B <sub>2</sub> )	3 gr
$Kadarlumpur = \frac{B_1 - B_2}{B_1} \times 100\%$	0,6 %

- a. Kandungan air = B<sub>1</sub>- B<sub>2</sub>  
 = 500 - 497  
 = 3 gram
- b. Kadar Lumpur =  $\frac{B_1 - B_2}{B_1} \times 100\%$   
 =  $\frac{500 - 497}{500} \times 100\% = 0,6\%$

Tabel 13. Kebutuhan bahan susun beton tiap 1 m<sup>3</sup> adukan beton

Kebutuhan bahan dasar beton					
Berat	Air	Semen	Abu ampas	Agregat halus	Agregat kasar
(kg)	(liter)	(kg)	tebu (kg)	(kg)	(kg)
2250	204,5	401	-	690,67	953,81

Tabel 14. Kebutuhan bahan susun beton untuk tiap 3 benda uji Untuk Beton Normal 0%

Umur	Tambahan	Air	Semen	AAT	Agregat Halus	Agregat Kasar
7	0%	0,613	1,203	0	2,072	2,861

Tabel 15. Kebutuhan bahan susun beton untuk tiap 3 benda uji untuk beton dengan Variasi Umur dan bahan tambah AAT.

Umur	Tambahan	Air	Semen	AAT	Agregat Halus	Agregat Kasar
3	15%	0,613	1,023	0,180	2,072	2,861
7	15%	0,613	1,023	0,180	2,072	2,861
14	15%	0,613	1,023	0,180	2,072	2,861
21	15%	0,613	1,023	0,180	2,072	2,861
28	15%	0,613	1,023	0,180	2,072	2,861
40	15%	0,613	1,023	0,180	2,072	2,861
Total		3,678	6,138	1,08	12,432	17,166

1. Contoh perhitungan kebutuhan campuran untuk 3 benda uji sebagai berikut:

$$d = 7,5 \text{ cm}$$

$$h = 15 \text{ cm}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume Silinder} &= 1/4 \times \pi \times d^2 \times h \\ &= 662,946 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

Maka volume untuk 3 benda uji silinder :

$$\begin{aligned} &= 662,946 \times 3 \\ &= 3314,73 \text{ cm}^3 \\ &= 0,0033 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

2. Contoh perhitungan untuk 3 benda uji beton normal (0%) :

a. Air	= 204,9	x 0,0033	= 0,6762 Liter
b. Semen	= 585,43	x 0,0033	= 1,932 Kg
c. Agregat halus	= 612,6414	x 0,0033	= 2,022 Kg
d. Agregat kasar	= 846,0286	x 0,0033	= 2,792 Kg
e. Berat beton	= 2249	x 0,0033	= 7,4217 Kg

Sehingga perbandingan Air : Semen : Pasir : Kerikil = 1 : 2,857 : 2,990 : 4,128

Contoh perhitungan pengurangan semen untuk 3 benda uji beton variasi abu ampas tebu :

1) Variasi abu ampas tebu 5%

$$\text{Semen} = 1,932 \times 5\% = 0,096 \text{ Kg}$$

$$\text{Maka kebutuhan semen} = 1,932 - 0,096 = 1,836 \text{ Kg}$$

### C. Perencanaan Campuran Beton (*Mix Design*)

1. Menghitung nilai deviasi standar (S),
2. Menghitung nilai tambah atau margin (m),
3. Menetapkan kuat tekan beton yang disyaratkan ( $f_c'$ ) pada umur tertentu,
4. Menetapkan kuat tekan rata-rata ( $f_{cr}$ ),
5. Menetapkan jenis semen-portland,
6. Menetapkan jenis agregat,
7. Menetapkan nilai faktor air semen,
8. Menetapkan besar butir agregat maksimum,
9. Menetapkan air yang diperlukan per meter kubik beton,
10. Menghitung berat semen yang diperlukan,
11. Menetapkan jenis agregat halus,
12. Menetapkan proporsi berat agregat halus terhadap agregat campuran,
13. Menghitung berat jenis campuran,
14. Memperkirakan berat beton,
15. Menghitung kebutuhan berat agregat campuran,
16. Menghitung berat agregat halus yang diperlukan, berdasarkan hasil langkah 13 dan 16.
17. Menghitung berat agregat kasar yang diperlukan, berdasarkan hasil langkah 13 dan 16.



## D. Perhitungan Campuran Beton

Tabel 16. Perhitungan campuran beton

1	Kuat tekan pada umur 28 hari	40	MPa
2	Deviasi Standar (sd)	-	
3	Nilai tambah (M)	10	MPa
4	Kuat tekan Rata-rata rencana ( $f_{cr} = f_c + M$ )	50	MPa
5	No.	Keterangan	Nilai
6	Jenis Agregat Halus (alami/pecahan)	Alami	
7	Jenis Agregat Kasar (alami/batu pecah)	Batu pecah	
8	Faktor Air semen	0,35	
9	FAS maksimum	0,6	
10	Di pakai FAS terkecil antara point 8 & 9	0,35	
11	Nilai Slump	7,5-15	cm
12	Ukuran maks agregat kasar	20	mm
13	Kebutuhan air	204,9	liter/m <sup>3</sup>
14	Kebutuhan semen ( $w_s = \text{point13}/\text{FAS}$ )	585,43	kg/m <sup>3</sup>
15	Kebutuhan semen minimum	275	kg/m <sup>3</sup>
16	Dipakai kebutuhan semen (terbesar point 14&15)	585,43	kg/m <sup>3</sup>
17	Penyesuaian jumlah air atau FAS	Tidak ada	
18	Daerah gradasi agregat halus	Daerah II	
19	Perb.agregat halus dan kasar	42% dan 58%	%
20	Bj agregat camp ( $P/100 \cdot B_j \text{ ag. hls} + k/100 \cdot B_j \text{ ag. kasar}$ )	2,45	
21	Berat Beton	2249	kg/m <sup>3</sup>
22	Kebutuhan Agregat camp (21-13-14)	1458,67	kg/m <sup>3</sup>
23	Keb. Agregat halus (Point 22*19)	612,6414	kg/m <sup>3</sup>
24	Keb.agregat kasar (point 22-23)	846,0286	kg/m <sup>3</sup>
25	<b>Kesimpulan:</b>	1 adukan	
26	Air	204,9	Liter/m <sup>3</sup>
27	Semen	585,43	kg/m <sup>3</sup>
28	Agg.Halus	612,6414	kg/m <sup>3</sup>
29	Agg.Kasar	846,0286	kg/m <sup>3</sup>
30	Total	2249	kg/m <sup>3</sup>

**E. Langkah-langkah perencanaan campuran beton normal menurut tata cara perhitungan struktur beton untuk bangunan gedung (SK SNI 03-2847-2002 dalam Tjokrodimuljo, 2007)**

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 17.

Tabel 17. 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) :  

$$M = 1,34 \cdot S \text{ atau } M = 2,33 S - 3,5$$
  - b. Jika pelaksana tidak mempunyai pengalaman lapangan, maka nilai  $M$  diambil dari Tabel 18.

Tabel 18. 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 :

$$f_{cr}' = f_c' + M$$

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 1.
9. Menetapkan faktor air semen maksimum dipergunakan Tabel 21.
10. Menetapkan nilai faktor air semen yang dipakai yaitu yang terkecil.
11. Menetapkan nilai *slump* dipergunakan Tabel 19.

Tabel 19. 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, dipergunakan Tabel 20.

Tabel 20. 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 :

$$A = 0,67 A_h + 0,33 A_k$$

dimana :

A = Jumlah air yang dibutuhkan, liter/m<sup>3</sup>

A<sub>h</sub> = Jumlah air yang dibutuhkan menurut jenis agregat halusnya

A<sub>k</sub> = 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 21.
16. Tentukan jumlah semen yaitu yang dipakai yang terbesar.
17. Penyesuaian jumlah air atau faktor air semen.
18. Menentukan golongan pasir.
19. Perbandingan pasir dan kerikil (pasir terhadap campuran) dipergunakan Gambar 2.
20. Menentukan berat jenis agregat campuran pasir dan kerikil.
21. Menentukan berat jenis beton, dapat dilihat Gambar 3.
22. Menentukan kebutuhan agregat campuran.
23. Menentukan kebutuhan pasir.
24. Menentukan kebutuhan kerikil.

Tabel 21. Persyaratan Jumlah Semen Minimum Dan Faktor Air Semen Maksimum Untuk Berbagai Pembetonan Dalam Lingkungan Khusus

Jenis Pembetonan	Jumlah Semen Minimum Per M <sup>3</sup> 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 kondensai 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 dari 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 22. Ketentuan Untuk Beton Yang Berhubungan Dengan Air, Tanah Yang Mengandung Sulfat

Konsentrasi Sulfat Dalam Bentuk SO <sub>3</sub>			Tipe Semen	Tipe Semen Minimum (kg/m <sup>3</sup> ) Ukuran Agregat Maksimum			Faktor Air Semen
Dalam Tanah		Sulfat (SO <sub>3</sub> ) Dalam air tanah (gr/lit)		40 mm	20 mm	10 mm	
Total SO <sub>3</sub>	SO <sub>3</sub> Campuran (air : tanah = 2 : 1) (gr/lit)						
< 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 tipe V	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

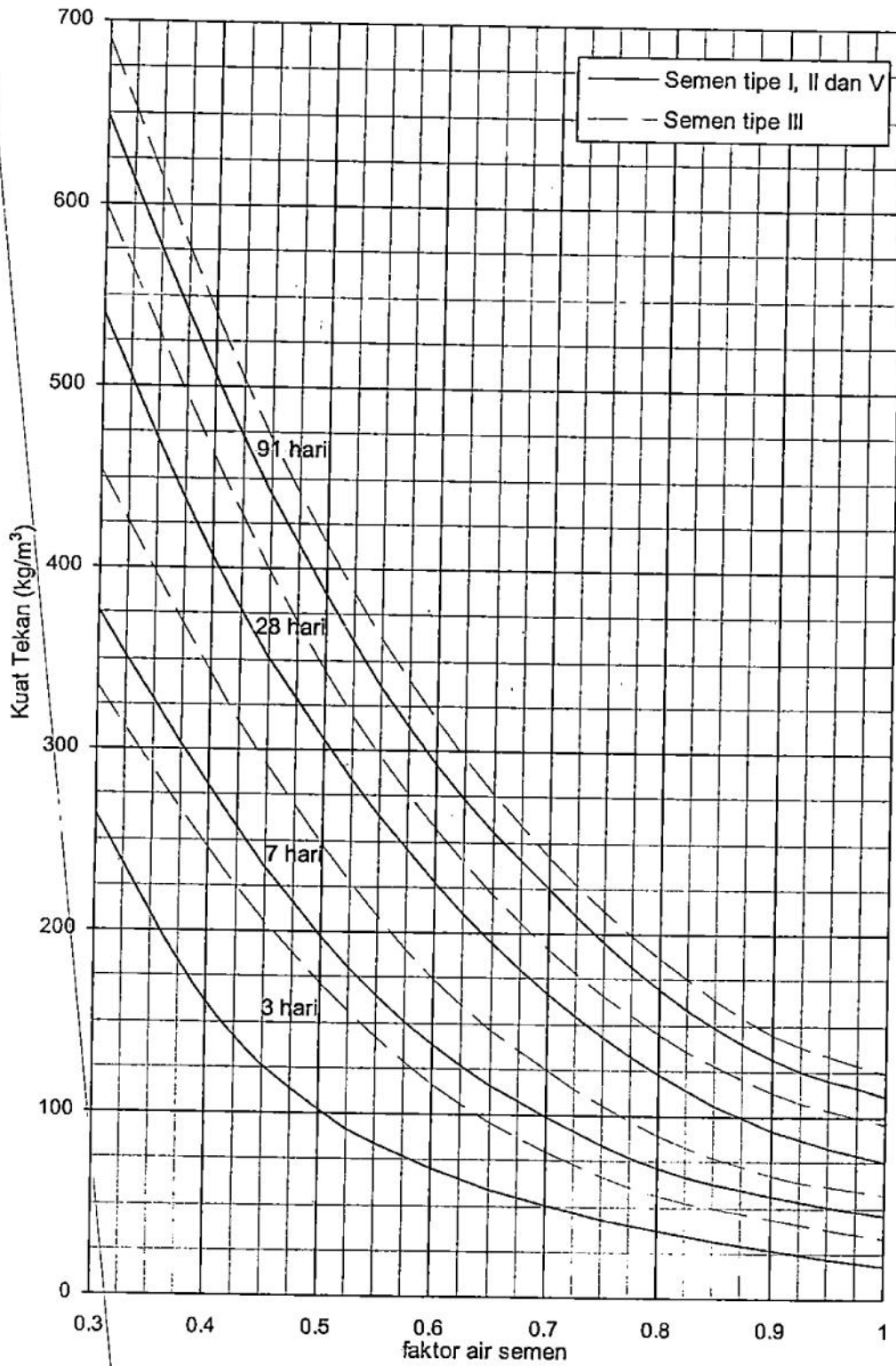
Tabel 23. Ketentuan Minimum Untuk Beton Bertulang Kedap Air

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

Tabel 24. Batas Gradasi Pasir

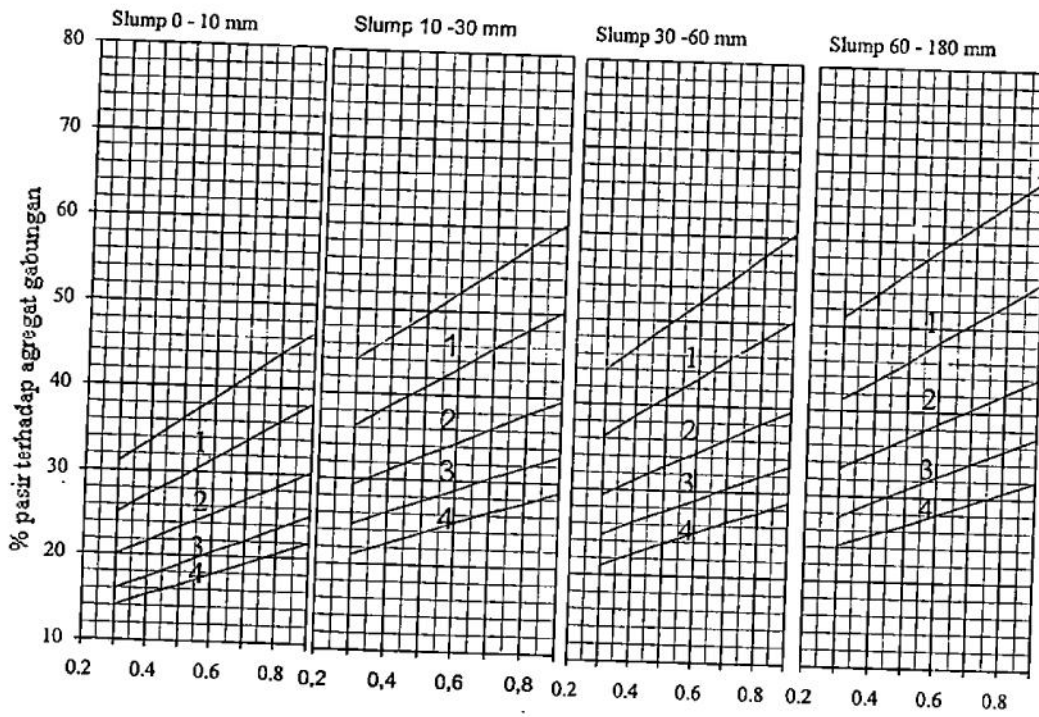
Lubang Ayakan		% Berat Butir Yang Terlewat Ayakan			
Britis (mm)	ASTM (No)	Daerah 1	Daerah 2	Daerah 3	Daerah 4
4,75	3/16 inc	90 - 100	90 - 100	90 - 100	95 - 100
2,36	8	60 - 95	75 - 100	85 - 100	95 - 100
1,18	16	30 - 70	55 - 90	75 - 100	90 - 100
0,6	30	15 - 34	35 - 59	60 - 79	80 - 100
0,3	50	5 - 20	8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



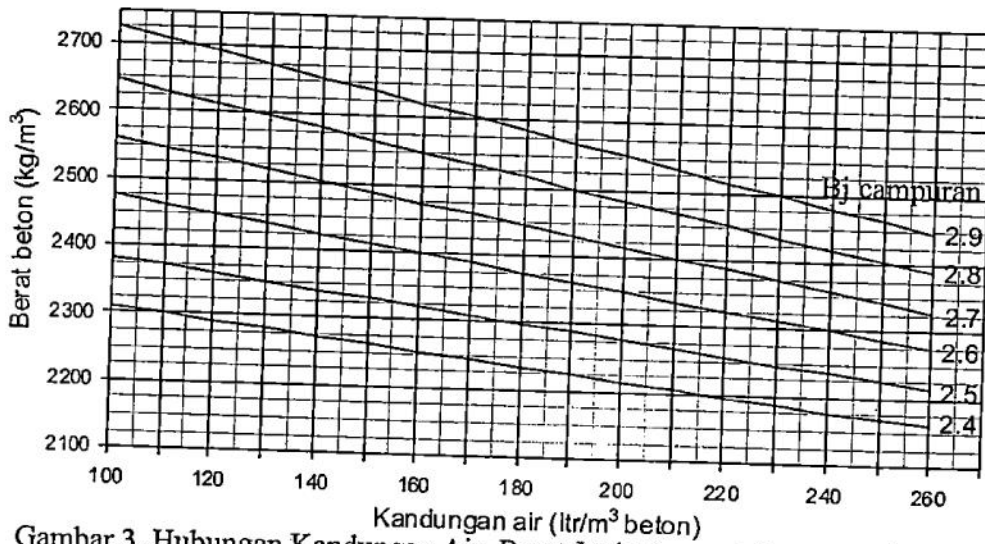
Gambar 1. Hubungan Faktor Air Semen Dan Kuat Tekan Silinder Beton





Faktor air semen

Gambar 2. Persentase Jumlah Pasir Daerah 1, 2, 3, 4 Dengan Ukuran Agregat Maksimum 20 mm



Gambar 3. Hubungan Kandungan Air, Berat Jenis Agregat Campuran Dan Berat Beton