

BAB II

DASAR TEORI

2.1. UMUM

Beton adalah bahan yang diperoleh dengan mencampurkan agregat, air dan semen atau dengan bahan tambahan atau zat aditif. Bahan – bahan air dan semen bereaksi secara kimiawi (hidrasi), kemudian mengikat agregat menjadi satu.

2.2. MIX DESAIN³

2.2.1. SYARAT – SYARAT MATERIAL

Sebelum memulai proses mix desain, ada syarat – syarat material yang harus dipenuhi antara lain:

1. Menentukan berat volume agregat

Berat volume dihitung untuk mengetahui berat agregat dalam keadaan jenuh permukaan kering (SSD) setiap satu satuan volume.

2. Menentukan berat jenis agregat

Berat jenis agregat merupakan suatu perbandingan antara berat agregat dan berat air untuk volume yang sama.

³ Anonim, Pedoman Pelaksanaan Praktikum Beton, Universitas Bina Nusantara, Jakarta, 2003, hal 41.

3. Analisa saringan agregat

Analisa agregat memberikan suatu untuk informasi penting mengenai prosentase agregat yang lolos dari saringan yang sudah ditentukan. Dari hasil ini maka dapat ditentukan agregat tersebut memiliki gradasi yang baik, cukup baik maupun kurang baik. Semakin baik gradasi yang didapat maka akan didapatkan kekuatan yang lebih dari beton yang dihasilkan.

4. Menentukan *water content* agregat

Menentukan banyaknya kandungan air yang terdapat didalam agregat dalam keadaan jenuh permukaan kering sangat penting karena berpengaruh terhadap banyaknya air yang diperlukan pada ampuran beton.

2.2.2. PROSES MIX DESAIN

Setelah memenuhi syarat – syarat material campuran beton, maka rancangan beton (Mix Desain) dapat dilakukan. Perancangan campuran beton cara Inggris (*The British Mix Design Method*) ini tercantum dalam *Design of Normal Mixes* di Indonesia dikenal dengan nama DOE (*Departement of Enviroment, Building Research Establishment Britain*). Perancangan dengan cara DOE ini dipakai sebagai standar perancangan oleh Departemen Pekerjaan Umum di Indonesia, dan dimuat dalam buku Standar No. SK. SNI. T – 15 – 1990 – 03 dengan judul bukunya : **Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran beton Normal.**

Proses mix desain terdiri dari beberapa tahapan seperti dibawah ini:

a. Penetapan Kuat Tekan Beton

Penetapan kuat tekan beton yang diisyaratkan ($f'c$) pada umur tertentu, ($f'c = \dots$ Mpa pada umur 28 hari). Kuat tekan beton yang diisyaratkan sesuai dengan persyaratan perencanaan struktur dan kondisi setempat.

b. Penetapan Nilai Deviasi Standar (s)

Deviasi Standar ditetapkan berdasarkan tingkat mutu pelaksanaan campuran di lapangan. Makin baik mutu pelaksanaannya makin kecil nilai deviasi standarnya. Penetapan nilai deviasi standar (s) ini berdasarkan atas hasil perancangan pada pembuatan beton mutu yang sama dan menggunakan bahan dasar yang sama pula. Nilai deviasi standar dihitung dengan rumus :

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (f'_{cr} - f_{cr})^2}{n-1}} \quad (2.1)$$

Dengan :

f_c = kuat tekan masing – masing hasil uji, Mpa

f_{cr} = kuat tekan beton rata – rata, Mpa

N = Jumlah hasil Uji Kuat Tekan (minimum 30 benda uji)

Jika jumlah data hasil uji kurang dari 30 buah maka dilakukan koreksi terhadap nilai deviasi standar dengan suatu faktor pengali, seperti pada tabel berikut :

FAKTOR PENGALI DEVIASI STANDAR ⁴

TABEL 2.1

JUMLAH DATA	FAKTOR PENGALI
30	1,00
25	1,03
20	1,08
15	1,16
< 15	Tidak boleh

***) Untuk nilai antara dipakai interpolasi**

- Jika dalam pelaksanaan tidak mempunyai catatan / pengalaman hasil pengujian beton pada masa lalu (termasuk data hasil uji kurang dari 15 buah), maka nilai deviasi standar diambil 7,5 Mpa.
- Untuk memberikan gambaran bagaimana cara menilai tingkat mutu pekerjaan beton, disini diberikan pedoman sebagai berikut :

⁴ Aci 318R – 95 Tabel 5.3.1.2

**NILAI DEVIASI STANDAR UNTUK BERBAGAI TINGKAT PENGENDALIAN
MUTU PEKERJAAN DI LAPANGAN**

Tabel 2.2

TINGKAT PENGENDALIAN MUTU PEKERJAAN	s (Mpa)
Sangat memuaskan	2,8
Memuaskan	3,5
Baik	4,2
Cukup	5,0
Jelek	7,0
Tanpa kendali	8.4

c. Menghitung Nilai Tambah (“margin”), (m)

Nilai tambah dihitung berdasarkan nilai deviasi standar (s) dengan rumus berikut :

$$m = k.s \quad (2.2)$$

dimana :

m = nilai tambah (Mpa)

$k^5 = 1,64$

s = deviasi standar (Mpa)

⁵ Anonim Buku pelaksanaan praktikum beton, Universitas Bina Nusantara, Jakarta, 2003, hal 43.

d. Menetapkan Kuat Tekan Rata – Rata yang direncanakan

Kuat Tekan Rata – Rata yang direncanakan diperoleh dengan rumus :

$$f'_{cr} = f'_c + m \quad (2.3)$$

dimana:

f'_{cr} = kuat tekan rata – rata (Mpa)

f'_c = kuat tekan yang diisyaratkan (Mpa)

m = nilai tambah (Mpa)

e. Penetapan Jenis Semen Portland

Menurut SII 0013 – 18 di Indonesia Semen Portland dibedakan menjadi 5 jenis, yaitu jenis I, II, III, IV dan V. Jenis I merupakan jenis semen biasa atau semen Portland.

f. Penetapan Jenis Agregat

Jenis kerikil dan pasir ditetapkan apakah berupa agregat alami ataukah jenis agregat batu pecah (*crushed aggregate*).

g. Penetapan Faktor Air Semen (FAS)

Berdasarkan jenis semen yang dipakai, jenis agregat kasar, dan kuat tekan rata – rata silinder beton yang direncanakan pada umur tertentu, ditetapkan nilai faktor air semen dengan tabel 2.3 dan Gambar 2.1.

Langkah penetapannya dilakukan dengan cara sebagai berikut :

- Lihat tabel 2.3, dengan data jenis semen, jenis agregat kasar dan umur beton yang dikehendaki, dibaca perkiraan kuat tekan silinder beton yang akan diperoleh jika dipakai faktor air semen 0,50. Jenis kerikil maupun umur beton yang direncanakan, maka dapat diperoleh kuat tekan beton seandainya dipakai faktor air semen 0,50.
- Lihat Gambar 2.1, buatlah titik A Gambar 2.1, dengan nilai faktor air semen 0,50 (sebagai Absis) dan kuat tekan beton yang diperoleh dari tabel 1 (sebagai ordinat). Pada titik A tersebut kemudian dibuat grafik baru yang bentuknya sama dengan 2 grafik yang berdekatan. Selanjutnya ditarik garis mendatar dari sumbu tegak di kiri pada kuat tekan rata – rata yang dikehendaki sampai memotong grafik baru tersebut. Dari titik potong itu kemudian ditarik garis ke bawah sampai memotong sumbu mendatar sehingga diperoleh nilai faktor air semen.

h. Penetapan Faktor Air Semen Maksimum

Penetapan nilai faktor air semen maksimum dilakukan dengan tabel 2.4. Jika nilai faktor air semen maksimum ini lebih rendah dari nilai faktor air semen langkah (7), maka nilai faktor air semen maksimum ini yang akan dipakai untuk perhitungan selanjutnya.

TABEL 2.3
PERKIRAAN KUAT TEKAN BETON (Mpa) DENGAN FAKTOR AIR
SEMEN 0,50

JENIS SEMEN	JENIS AGREGAT KASAR	UMUR (HARI)			
		3	7	28	91
I, II, III	Alami	17	23	33	40
	Batu Pecah	19	27	37	45
III	Alami	21	28	38	44
	Batu Pecah	25	33	44	48

TABEL 2.4
PERSYARATAN FAKTOR AIR SEMEN MAKSIMUM UNTUK
BERBAGAI PEMBETONAN DAN LINGKUNGAN KHUSUS.

Jenis Pembetonan	Faktor air semen maksimum
Beton di dalam ruang bangunan :	
a. Keadaan keliling non korosif	0,60
b. Keadaan keliling korosif, disebabkan oleh kondensasi atau uap korosif.	0,52
Beton di luar ruang bangunan :	
a. Tidak terlindung dari hujan dan terik matahari langsung.	0,55
b. Terlindung dari hujan dan terk matahari langsung	0,60
Beton yang masuk ke dalam tanah :	
a. Mengalami keadaan basah dan kering berganti – ganti.	0,55
b. Mendapat pengaruh sulfat dan alkali dari tanah	lihat tabel 2.a.

Beton yang selalu berhubungan dengan air tawar / payau / laut.	Lihat tabel 2.b.
--	------------------

TABEL 2.5

**FAKTOR AIR – SEMEN MAKSIMUM UNTUK BETON YANG
BERHUBUNGAN DENGAN AIR TANAH YANG MENGANDUNG SULFAT**

Konsentrasi Sulfat (SO ₃)		(SO ₃) dalam air tanah (gr/ft)	Jenis semen	f _{as} maksimum
Dalam tanah				
Total (SO ₃)	(SO ₃) dalam campuran air : tanah = 2: 1 (gr/ft)			
< 0,2	< 1,0	< 0,3	Tipe I dengan atau tanpa Pozolan (15 – 40 %)	0,50
0,2 – 0,5	1,0 – 1,9	0,3 – 1,2	• Tipe I tanpa Pozolan	0,50
			• Tipe I dengan Pozolan 15% - 40% (semen Portland Pozolan)	0,55
			• Tipe II atau V	0,55
0,5 – 1,0	1,9 – 3,1	1,2 – 2,5	Tipe I dengan Pozolan 15% - 40% (Semen Portland Pozolan)	0,45
			Tipe II atau V	0,50
1,0 – 2,0	3,1 – 5,6	2,5 – 5,0	• Tipe II atau V	0,45
> 2,0	> 5,6	> 5,0	• Tipe II atau V dan pelindung	0,45

TABEL 2.6
FAKTOR AIR SEMEN UNTUK BETON BERTULANG DALAM AIR

Berhubungan dengan	Tipe semen	Faktor air semen
Air tawar	Semua tipe I – V	0,50
Air payau	<ul style="list-style-type: none"> • Tipe I + Pozolan (15% - 40 %) atau • Semen Portland Pozolan Tipe II atau V 	0,45
		0,50
Air laut	Tipe II atau V	0,45

i. Penetapan Nilai Slump

Nilai slump yang diinginkan dapat diperoleh dengan tabel. 2.7.

TABEL 2.7
PENETAPAN NILAI SLUMP (CM)

Pemakaian beton	Maks	Min
Dinding, plat pondasi dan pondasi telapak bertulang	12,5	5,0
Pondasi telapak tidak bertulang, kaison, dan struktur di bawah tanah	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

j. Penetapan Besar Butir Agregat Maksimum

Pada beton normal ada 3 pilihan besar butir maksimum, yaitu 40 mm, 20 mm, atau 10 mm.

Penetapan besar butir agregat maksimum dilakukan berdasarkan analisa saringan dengan nomor sebagai berikut :

TABEL 2.8
PENETAPAN BESAR BUTIR AGREGAT MAKSIMUM

No Saringan (mm)	Presentasi yang lolos (%)			
	Gradasi Agregat			
	40 mm	30 mm	20 mm	14 mm
75,00	100	–	–	–
37,50	90 – 100	100	–	–
26,50	–	90 – 100	100	–
19,00	30 – 70	–	90 – 100	100
13,20	–	25 – 60	–	90 – 100
09,50	10 – 35	–	25 – 55	40 – 85
04,75	0 – 5	0 – 10	0 – 10	0 – 10
02,36	0 – 2	0 – 5	0 – 5	0 – 5

k. Penetapan Jumlah Air yang Diperlukan Per Meter Kubik Beton

Berdasarkan Ukuran Maksimum Agregat, Jenis Agregat, dan Slump yang Diinginkan, lihat tabel 2.9.

TABEL 2.9
PERKIRAAN KEBUTUHAN AIR PER METER KUBIK BETON (LITER)

Berdasarkan ukuran maks. Kerikil	Jenis batuan	Slump (mm)			
		0 – 10	10 – 30	30 – 60	60 – 180
10 mm	Alami	150	180	205	225
	Batu pecah	180	205	230	250
20 mm	Alami	135	160	180	195
	Batu pecah	170	190	210	225
40 mm	Alami	115	140	160	175
	Batu pecah	155	175	190	205

Dalam tabel 2.9 apabila agregat halus dan agregat kasar yang dipakai dari jenis yang berbeda (alami dan pecahan), maka jumlah air yang diperkirakan diperbaiki dengan rumus :

$$A = 0,67 A_h + 0,33 A_k \quad (2.4)$$

Dimana :

A = jumlah air yang dibutuhkan (ltr / m)

A_h = jumlah air yang dibutuhkan menurut jenis agregat halus nya.

A_k = jumlah air yang dibutuhkan menurut jenis agregat kasarnya.

l. Berat semen yang diperlukan dihitung

Berat semen per meter kubik beton dihitung dengan membagi jumlah air (dari langkah (11)) dengan faktor air semen yang diperoleh pada langkah (7 dan 8).

m. Kebutuhan semen minimum

Kebutuhan semen minimum ini ditetapkan untuk menghindari beton dari kerusakan akibat lingkungan khusus. Kebutuhan semen minimum ditetapkan dengan tabel 2.10.

TABEL 2.10
KEBUTUHAN SEMEN MINIMUM UNTUK BERBAGAI PEMBETONAN DAN
LINGKUNGAN KHUSUS

Jenis pembetonan	Semen minimum (kg/m ³ beton)
Beton di dalam ruang bangunan :	
• Keadaan keliling non korosif	275
• Keadaan keliling korosif, disebabkan oleh kondensasi atau uap korosif.	325
Beton di luar ruang bangunan :	
• Tidak terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	325
• Terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	275
Beton yang masuk ke dalam tanah :	
• Mengalami keadaan basah dan kering berganti – ganti.	325
• Mendapat pengaruh sulfat dan alkali dari tanah.	lihat tabel 2.5.
Beton yang selalu berhubungan dengan air tawar / payau / laut.	Lihat tabel 2.6.

n. Penyesuaian kebutuhan semen.

Apabila kebutuhan semen yang diperoleh dari (12) ternyata lebih sedikit dari kebutuhan semen minimum (13) maka kebutuhan semen minimum dipakai yang nilainya lebih besar.

TABEL 2.11
KANDUNGAN SEMEN MINIMUM UNTUK BETON YANG BERHUBUNGAN
DENGAN AIR TANAH YANG MENGANDUNG SULFAT

Konsentrasi Sulfat (SO ₃)		(SO ₃) dalam air tanah (gr/ft ³)	Jenis semen	Kandungan semen min. (kg/m ³ beton)		
Dalam tanah				Ukuran maksimum agregat (mm)		
Total (SO ₃)	(SO ₃) dalam campuran air : tanah = 2: 1 (gr/ft ³)			40	20	10
< 0,2	< 1,0 – 1,9	< 0,3	<ul style="list-style-type: none"> • Tipe I dengan atau tanpa Pozolan (15 – 40 %) 	280	300	280
0,2 – 0,5	1,0 – 1,9	0,3 – 1,2	<ul style="list-style-type: none"> • Tipe I tanpa Pozolan 	290	330	380
			<ul style="list-style-type: none"> • Tipe I dengan Pozolan 15% - 40% (Semen Portland Pozolan) 	270	310	360
			<ul style="list-style-type: none"> • Tipe II atau V 	250	290	340
0,5 – 1,0	1,9 – 3,1	1,2 – 2,5	<ul style="list-style-type: none"> • Tipe I dengan Pozolan 15% - 40% (Semen Portland Pozolan) 	340	330	380
			<ul style="list-style-type: none"> • Tipe II atau V 	290	370	420
1,0 – 2,0	3,1 – 5,6	2,5 – 5,0	Tipe II atau V	330	370	420
> 0,2	> 5,6	< 5,0	<ul style="list-style-type: none"> • Tipe II atau V dan lapisan pelindung 	330	370	420

TABEL 2.12
KANDUNGAN SEMEN MINIMUM UNTUK BETON BERTULANG DALAM
AIR (KG/M³)

Berhubungan dengan	Tipe semen	Kandungan semen minimum	
		Ukuran maksimum agregat (mm)	
		40	20
Air tawar	Semua tipe I – V	280	300
Air payau	• Tipe I + Pozolan	340	280
	• Tipe II atau V	290	330
Air laut	Tipe II atau V	330	370

o. Penyesuaian jumlah air atau faktor air semen.

Jika jumlah semen ada perubahan akibat langkah (14) maka nilai faktor air semen berubah. Dalam hal ini, dapat dilakukan dua cara berikut :

- **Cara pertama**, faktor air semen dihitung kembali dengan cara membagi jumlah air dengan jumlah semen minimum.
- **Cara kedua**, jumlah air disesuaikan dengan mengalikan jumlah semen minimum dengan faktor air semen.

p. Penentuan daerah gradasi agregat halus.

Berdasarkan gradasinya (hasil analisa ayakan) agregat halus yang akan dipakai dapat diklasifikasikan menjadi 4 daerah. Penentuan daerah gradasi itu didasarkan atas grafik gradasi yang diberikan dalam tabel 2.13 atau gambar 2.2.

TABEL 2.13
BATAS GRADASI AGREGAT HALUS

Lubang Ayakan (mm)	Persen berat butir yang lewat ayakan			
	Daerah I	Daerah II	Daerah III	Daerah IV
10	100	100	100	100
4,8	90 – 100	90 – 100	90 – 100	95 – 100
2,4	60 – 95	75 – 100	85 – 100	95 – 100
1,2	30 – 70	55 – 90	75 – 100	90 – 100
0,6	15 – 34	35 – 59	60 – 79	80 – 100
0,3	5 – 20	8 – 30	12 – 40	15 – 50
0,15	0 – 10	0 – 10	0 – 10	0 – 15

q. Perbandingan agregat halus dan agregat kasar.

Penetapan dilakukan dengan memperhatikan besar butir agregat maksimum agregat kasar, nilai slump, faktor air semen dan daerah gradasi agregat halus. Berdasarkan data tersebut dan grafik pada Gambar 2.3.1 atau Gambar 2.3.2 atau Gambar 2.3.3.

r. Berat Jenis Agregat Campuran

$$\text{BJ camp} = \frac{P}{100} * \text{BJah} + \frac{K}{100} * \text{BJak} \quad (2.5)$$

Berat jenis agregat campuran dihitung dengan rumus dimana :

BJcamp = berat jenis agregat campuran

BJah = berat jenis agregat halus

BJak = berat jenis agregat kasar

P = prosentase berat agregat halus terhadap agregat campuran

K = prosentase berat agregat kasar terhadap agregat campuran

Berat jenis agregat halus dan agregat kasar diperoleh dari hasil pengujian laboratorium.

s. Penentuan berat jenis beton.

Dengan data berat jenis agregat campuran dari langkah (18) dan kebutuhan air tiap meter kubik betonnya maka dengan grafik pada Gambar 2.4 dapat diperkirakan berat jenis betonnya.

Caranya adalah sebagai berikut :

1. Dari berat jenis agregat campuran pada langkah 18 dibuat garis miring berat jenis gabungan yang sesuai dengan garis miring yang paling dekat pada Gambar 2.4.
2. Kebutuhan air yang diperoleh pada langkah 11 dimasukkan ke dalam sumbu horizontal Gambar 2.4. Kemudian dari titik ini ditarik garis

vertikal ke atas sampai mencapai garis miring yang dibuat pada langkah 1 diatas.

3. Dari titik potong ini kemudian ditarik garis horizontal ke kiri sehingga diperoleh nilai berat jenis beton.

t. Kebutuhan agregat campuran.

Kebutuhan agregat campuran dihitung dengan cara mengurangi berat beton per meter kubik dengan kebutuhan air dan semen.

u. Berat agregat halus yang diperlukan dihitung berdasarkan hasil langkah (17) dan (20).

Kebutuhan agregat halus dihitung dengan cara mengalikan kebutuhan agregat campuran dengan prosentase berat agregat halusnya.

v. Berat agregat kasar yang diperlukan dihitung, berdasarkan hasil langkah (20) dan (21).

Kebutuhan agregat kasar dihitung dengan cara mengurangi kebutuhan agregat campuran dengan kebutuhan agregat halus.

Untuk mempermudah perhitungan digunakan formulir perancangan sebagai berikut :

TABEL 2.14
FORMULIR PERANCANGAN CAMPURAN BETON NORMAL

NO	URAIAN	HASIL
1	Kuat tekan yang diisyaratkan pada umur 28 hari	Mpa
2	Deviasi standar (s)	Mpa
3	Nilai tambah (m)	Mpa
4	Kuat tekan rata – rata yang direncanakan	Mpa
5	Jenis semen (biasa/cepat keras)	
6	Jenis agregat kasar (alami/batu pecah)	
	Jenis agregat halus (alami/batu pecah)	
7	Faktor air semen (gb 2.1 dan tabel 2.3)	
8	Faktor air semen maksimum (tabel 2.4)	
	Dipakai faktor air semen terendah	
9	Nilai slump (tabel 2.7)	Cm
10	Ukuran maksimum agregat kasar (tabel 2.8)	Mm
11	Kebutuhan air (tabel 2.9)	Ltr
12	Kebutuhan semen dari (8) dan (11)	Kg
13	Kebutuhan semen minimum (tabel 2.10)	Kg
14	Dipakai semen	Kg
15	Penyesuaian jumlah air atau faktor air semen	
16	Daerah gradasi agregat halus (gb 2.2)	
17	Persen berat agregat halus terhadap campuran (gb 2.3.1, gb 2.3.2 dan gb 2.3.3)	
18	Berat jenis agregat campuran (dihitung)	
19	Berat jenis beton (gb 2.4)	
20	Kebutuhan agregat (19) – (11) – (14)	Kg/m ³
21	Kebutuhan agregat halus (17) * (20)	Kg/m ³
22	Kebutuhan agregat kasar (20) – (21)	Kg/m ³

Catatan :

Dalam perhitungan diatas, agregat halus dan agregat kasar dianggap dalam keadaan jenuh kering permukaan, sehingga apabila agregatnya tidak kering muka, maka harus dilakukan koreksi terhadap kebutuhan bahannya.

Hitungan koreksi dilakukan dengan rumus sebagai berikut :

$$\bullet \text{ Air} \quad \quad \quad = A - [(Ah - A1)/100] \times B - [(Ak - A2)/100] \times C \quad (2.6)$$

$$\bullet \text{ Agregat halus} \quad = B + [(Ah - A1)/100] \times B \quad (2.7)$$

$$\bullet \text{ Agregat kasar} \quad = C + [(Ak - A2)/100] \times C \quad (2.8)$$

Dimana :

A = jumlah kebutuhan air (ltr/m³)

B = jumlah kebutuhan agregat halus (kg/m³)

C = jumlah kebutuhan agregat kasar (kg/m³)

Ak = kadar air sesungguhnya dalam agregat kasar (%)

Ah = kadar air sesungguhnya dalam agregat halus (%)

A1 = kadar air dalam agregat halus jenuh kering muka/absorpsi (%)

A2 = kadar air dalam agregat kasar jenuh kering muka/absorpsi (%)

TABEL 2.15
PROPORSI CAMPURAN

PROPORSI CAMPURAN					
Volume	Berat total	Air	Semen	Ag. Halus	Ag. Kasar
1 m ³	Kg	Ltr	Kg	Kg	Kg
1 x adukan	Kg	Ltr	Kg	Kg	Kg

2.2.3. FAKTOR – FAKTOR YANG MEMPENGARUHI KUAT TEKAN BETON

Kuat tekan beton dipengaruhi oleh sejumlah faktor penting antara lain:

1. Perbandingan air semen

Dari gambar 2.1 terlihat suatu grafik kekuatan beton yang berbanding terbalik dengan perbandingan air semen. Dengan demikian untuk memperoleh kekuatan tekan yang besar dapat digunakan perbandingan air semen sekecil mungkin selama pengerjaannya masih dapat dilakukan (memiliki *workability* yang baik).

Perbandingan air semen mempengaruhi *workability* beton. Definisi *workability* sekurang – kurangnya ada 3 menurut NEWMAN⁶, yaitu:

- Kompaktibilitas yaitu kemudahan dimana beton dapat dipadatkan dan rongga – rongga udara dapat diambil.

⁶ A.M.,Neville. Properties of Concrete, edisi ketiga, England : Longman, 1981,hal 36.

- Mobilitas yaitu kemudahan dimana beton dapat mengalir kedalam cetakan dan dituang kembali.
- Stabilitas yaitu kemudahan beton untuk tetap sebagai massa yang homogen, koheren dan stabil selama dikerjakan dan digetarkan tanpa terjadi pemisahan butiran dari bahan utamanya.

2. Kekuatan Agregat⁷

Kekuatan agregat untuk batuan tipe granit, basal, *Trap Rock*, batuan api, kuarsa dan batu kapur padat bisa mencapai 30000 Psi sampai dengan 45000 Psi.

3. Jenis dan Kualitas semen

Ada berbagai jenis semen yang dapat digunakan dalam pembuatan beton, misalnya semen dengan kadar alumina yang tinggi menghasilkan beton yang kuat hancurnya 24 jam sama dengan semen portland biasa pada umur 28 hari.

4. Jenis dan lekuk bidang permukaan agregat

Kenyataannya menunjukkan bahwa penggunaan agregat kasar berupa batu pecah akan menghasilkan kekuatan tekan yang lebih besar dibandingkan dengan menggunakan batu koral dari sungai.

Tegangan dimana retak terbentuk sebagian besar tergantung pada sifat agregat kasar. Kerikil yang licin menimbulkan tegangan yang lebih rendah dibandingkan batu pecah yang kasar dan bersudut karena lekatan mekanis dipengaruhi oleh sifat – sifat permukaan dan bentuk agregat kasar.

⁷ P. Kumar Mehta, Concrete, Practice Hall. Inc, 1986, hal.238

5. Perawatan beton

Perawatan yang baik terhadap beton akan memperbaiki beberapa segi dari kualitasnya. Disamping lebih kuat dan awet terhadap agresi kimia, beton ini juga lebih tahan terhadap aus dan kedap air.

Sehari setelah pengecoran merupakan saat terpenting, periode sesudahnya diperlukan perawatan dengan air dalam jangka panjang untuk memperbaiki beton yang kurang baik perawatannya dan kurang kedapannya airnya. Perawatan dilakukan dengan cara membasahi atau merendam beton dengan air. Semakin terawat maka akan juga didapatkan beton yang kedap air.

Untuk mendapatkan beton yang baik, penempatan adukan yang sesuai harus diikuti dengan perawatan (*Curing*) pada lingkungan yang tepat selama tingkatan – tingkatan pengerasan awal. *Curing* merupakan nama yang diberikan pada prosedur – prosedur yang digunakan untuk menimbulkan hidrasi semen dan berupa pengawasan temperatur serta gerakan air dari dan kedalam beton.

Jangka waktu perawatan yang tercantum dalam spesifikasi – spesifikasi pada umumnya dimaksudkan agar:

- Dapat dicegah terjadinya retak – retak permukaan beton yang diakibatkan oleh terlalu cepatnya penguapan air pada saat beton itu masih muda.
- Tercapainya kekuatan beton yang diisyaratkan
- Kekuatan tetap bertambah selama proses pembasahan. Pembasahan gunanya untuk memperlancar hidrasi dari semen.

➤ Umur beton

Pada keadaan normal kekuatan beton bertambah dengan bertambahnya umurnya. Perbandingan kekuatan tekan beton pada berbagai umur dapat dilihat pada tabel 2.16.

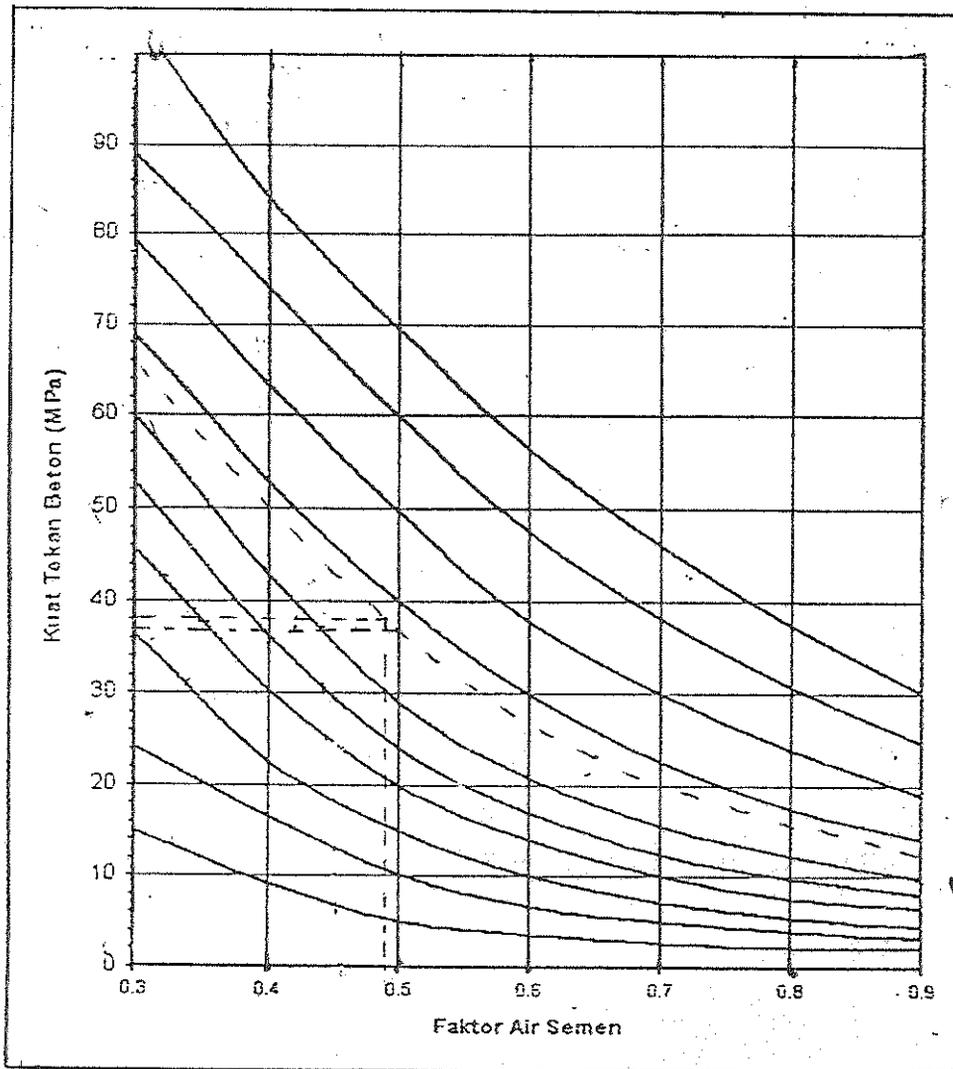
TABEL 2.16
UMUR BETON

Umur Beton (Hari)	3	7	14	21	28	90	365
Portland Semen Biasa	0,40	0,65	0,88	0,95	1	1,2	1,35
Portland Semen Dengan Kekuatan Awal Yang Tinggi	0,55	0,75	0,90	0,95	1	1,15	1,2

➤ Kepadatan Beton⁸

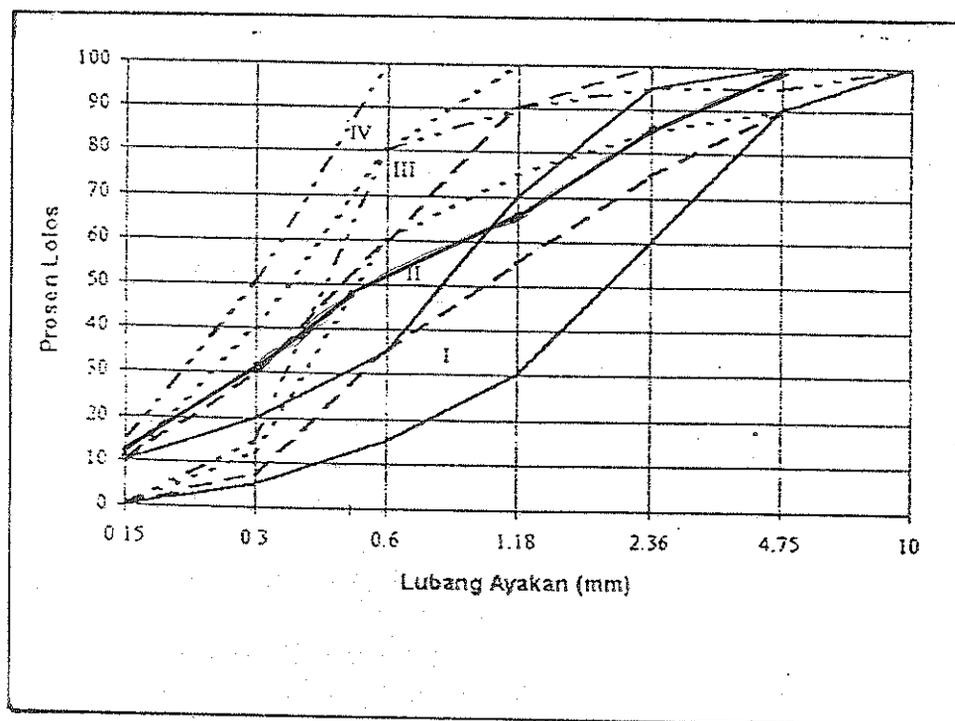
Metode konsolidasi untuk benda uji kubus dilakukan dengan dua kali penggetaran untuk tiap lapisan yang berbeda atau apabila dilakukan pemadatan dengan rojokan., rojokan dilakukan pada dua lapisan dengan 32 kali tusukan tiap lapisan. Hal ini dilakukan untuk mencegah terjadinya rongga – rongga / keropos yang tidak diinginkan.

⁸ ASTM Standard C, 192 – 90a

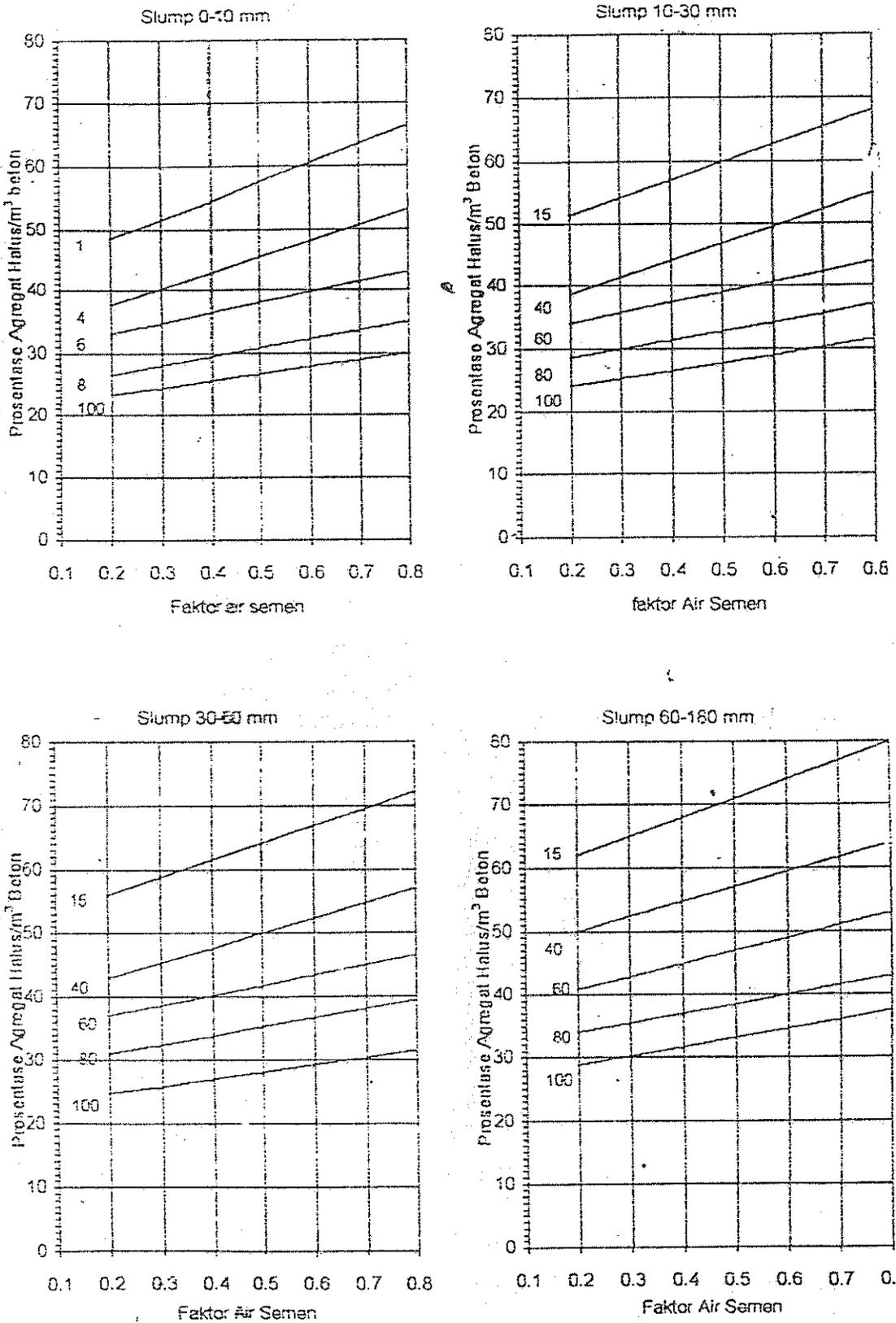


GAMBAR 2.1

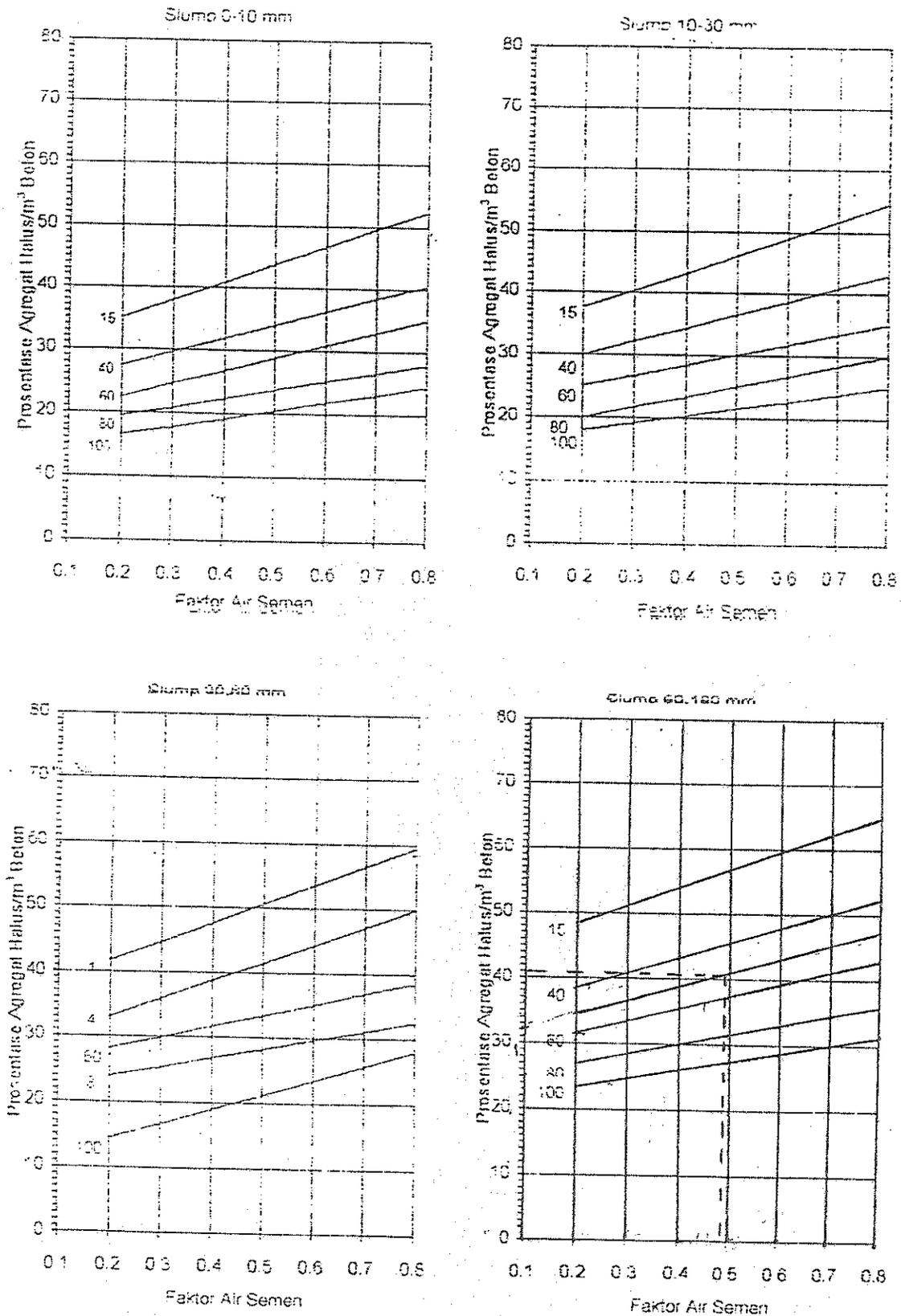
FAKTOR AIR SEMEN



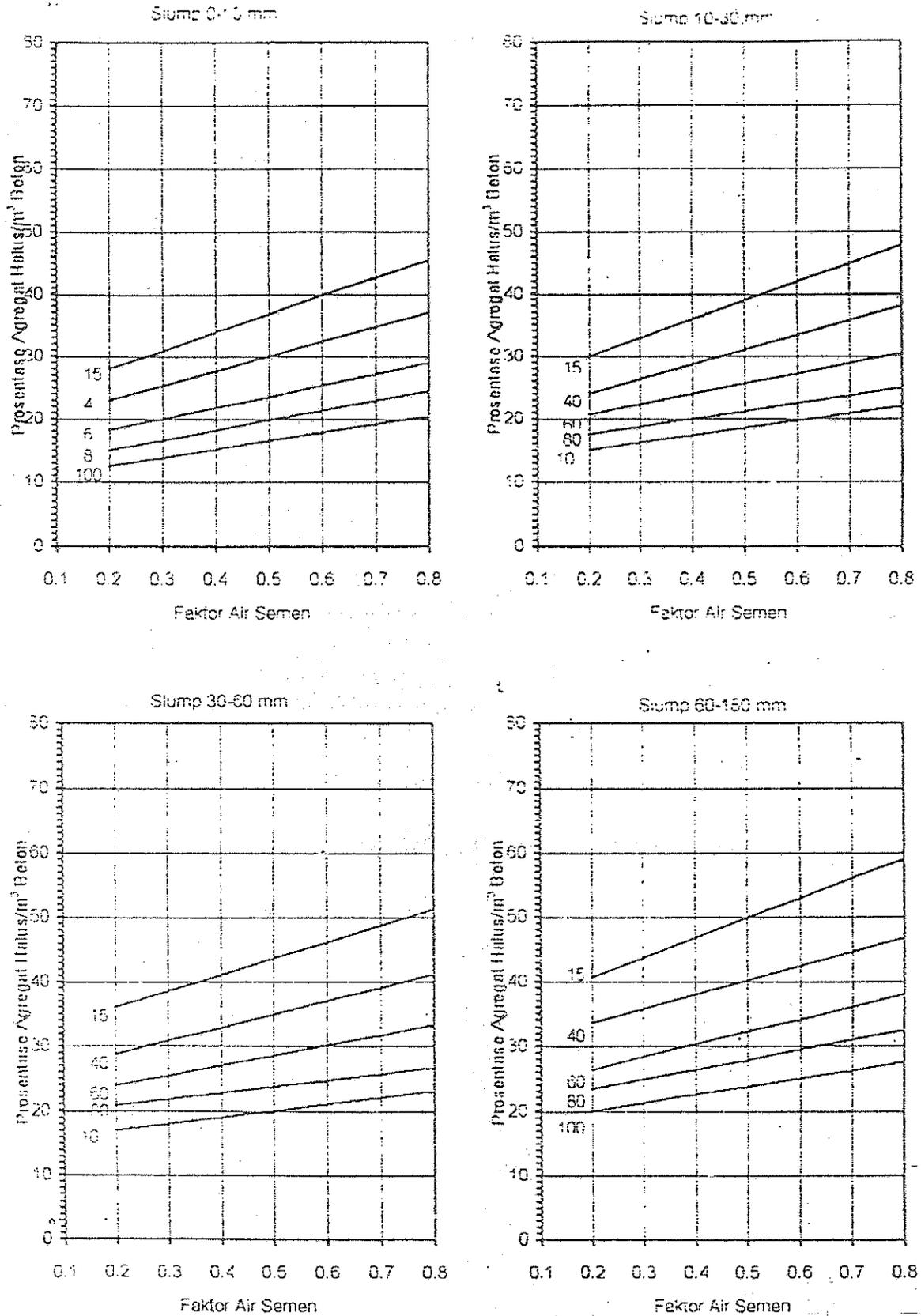
GAMBAR 2.2 **BATAS – BATAS GRADASI PASIR**



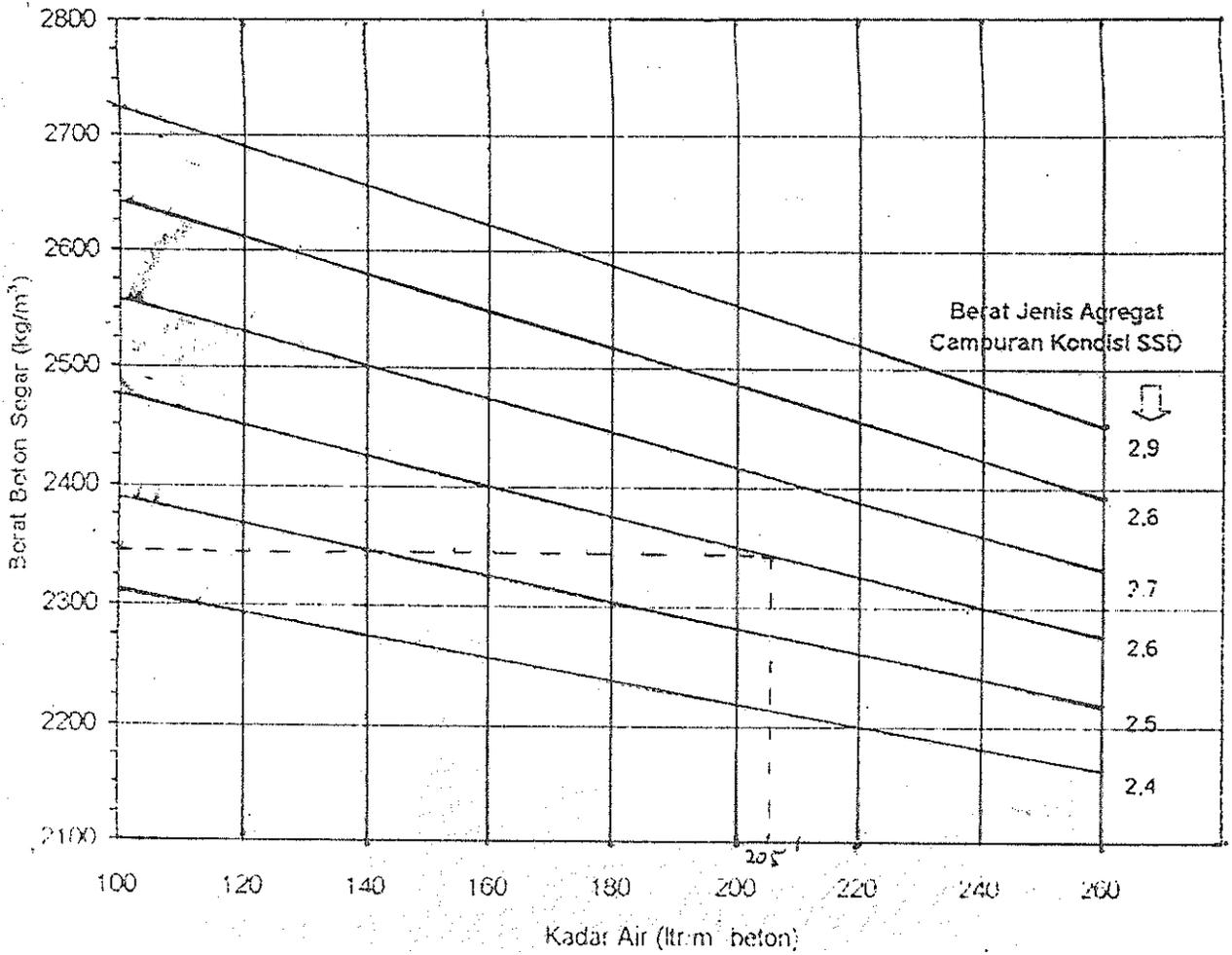
GAMBAR 2.3.1 **PERSENTASE AGREGAT HALUS TERHADAP**
AGREGAT KESELURUHAN UNTUK UKURAN BUTIRAN
MAKSIMUM 10 MM



GAMBAR 2.3.2 **PERSENTASE AGREGAT HALUS TERHADAP**
AGREGAT KESELURUHAN UNTUK UKURAN BUTIRAN
MAKSIMUM 20 MM



GAMBAR 2.3.3 **PERSENTASE AGREGAT HALUS TERHADAP**
AGREGAT KESELURUHAN UNTUK UKURAN BUTIRAN
MAKSIMUM 40 MM



GAMBAR 2.4 PERKIRAAN BERAT JENIS BETON SEGAR