

CONTOH – 2

PERENCANAAN CAMPURAN BETON

Menurut SNI 03-2834-1993

- Kuat tekan yang disyaratkan $f'c = 20$ MPa untuk umur 28 hari, benda uji berbentuk silinder dan jumlah yang di izinkan tidak memenuhi syarat = 5%
- Mutu pelerjaan Cukup, veton digunakan untuk bangunan di luar ruangan yang tidak ter;indung dari hujan dan matahari
- Semen yang dipakai semen portland tipe I
- Tinggi Slump disyaratkan 75 - 150 mm
- Ukuran butir agregat maksimum 20 mm
- Susunan butir agregat masuk dalam Daerah Gradasi No. 2

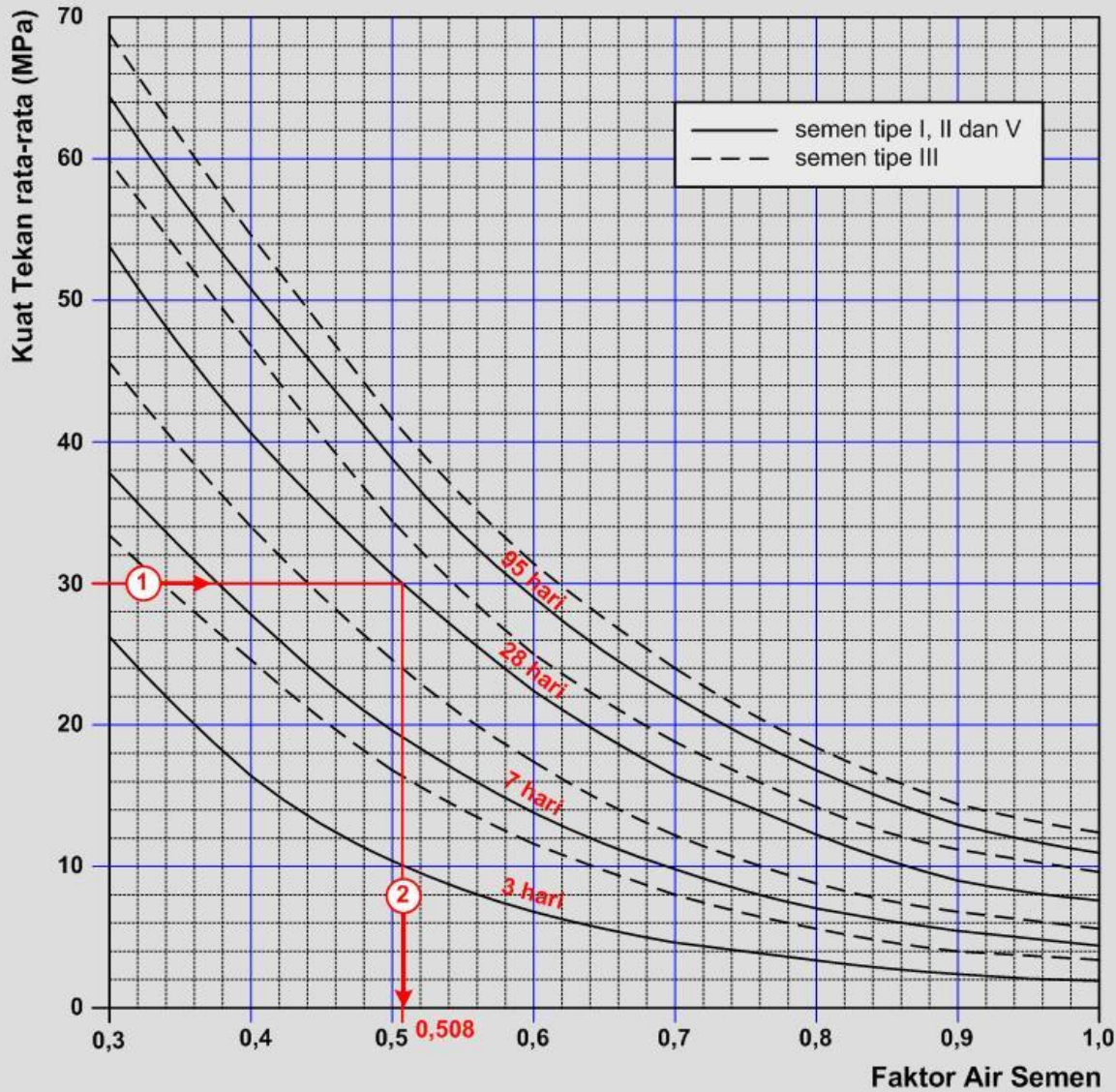
Tersedia agregat halus pasir dan kerikil sbb.

Tabel C.1 : Data Gradasi dan Sifat Fisik Agregat

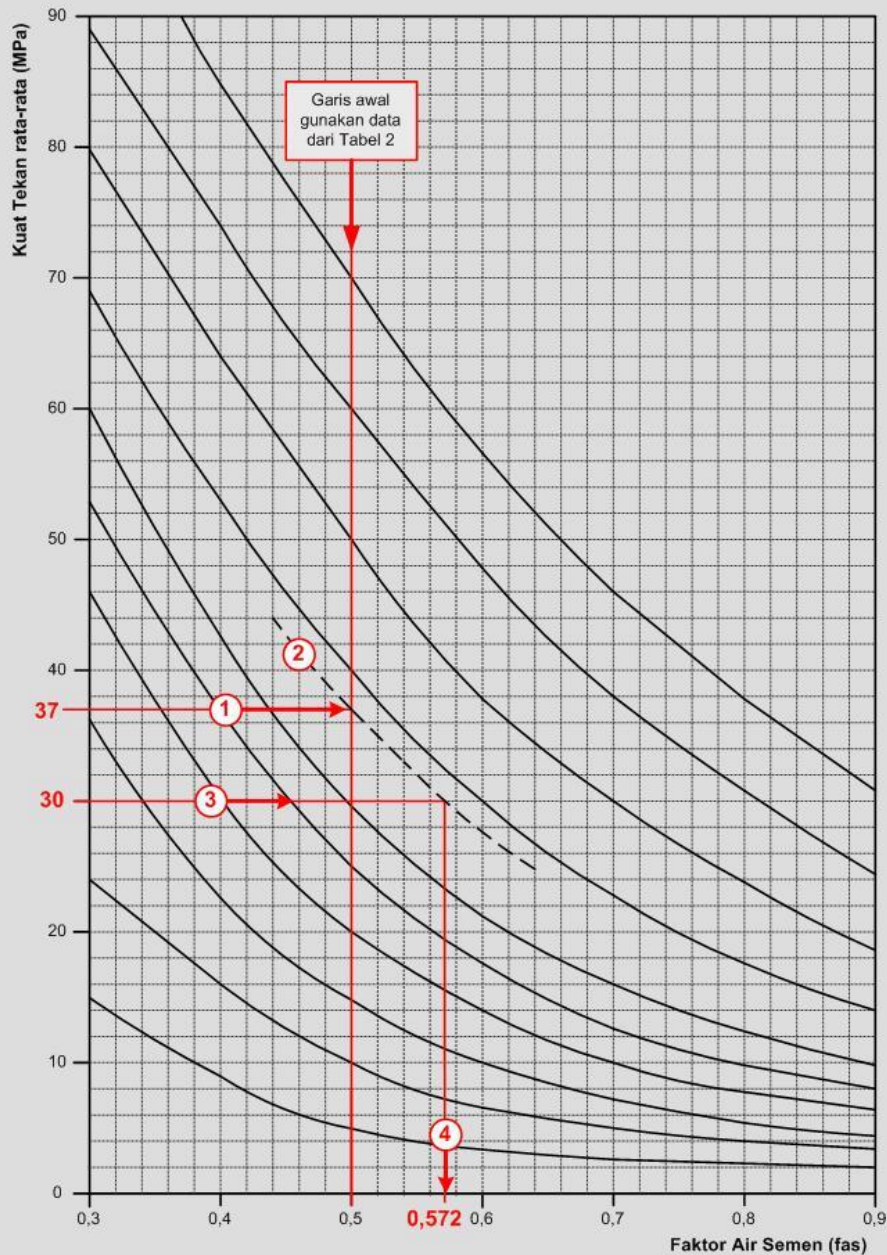
Ukuran	Pasir	Kerikil
Lubang mata ayakan (mm)	Bagian lolos ayakan (%)	Bagian lolos ayakan (%)
76		100
38		100
19		92
9,6	100	48
4,8	100	8
2,4	82	0
1,2	68	
0,6	46	
0,3	22	
0,15	8	
0,075	0	
Sifat Agregat	Pasir (halus tak dipecah)	Kerikil (batu pecah)
Berat Jenis SSD	2,60	2,68
Penyerapan Air (%)	3,10	1,63
Kadar Air (%)	4,75	1,02

Langkah-langkah Perencanaan

1. Kuat tekan beton yang disyaratkan $f'c = 20$ MPa pada umur 28 hari dan benda uji berbentuk silinder
2. Deviasi standar tergantung pada tingkat pengendalian. Pada kasus ini tingkat pengendalian Cukup, sesuai tabel 1.c maka $sd = 5,60$ MPa Karena di ijinakan prosentase kegagalan hasil uji 5%, gunakan tetapan statistik 1,64
3. Nilai tambah $M = 1,64.sd = 1,64 \cdot 5,60 = 9,18$ MPa ≈ 10 MPa
4. Kuat tekan beton rata-rata yang ditargetkan :
 $f'cr = f'c + M = 20 + 10 = 30$ MPa
5. Jenis Semen, telah ditetapkan Semen tipe I
6. Jenis agregat yang digunakan :
 - Agregat Halus : Alami
 - Agregat Kasar : Batu Pecah
7. Faktor Air Semen
 - Bangunan diluar ruangan, tidak terlindung dari hujan dan matahari, maka nilai fas maksimum = 0,60 dan semen minimum = 325 kg/m³



- Cara 1a** : Semen tipe I, umur benda uji 28 hari, untuk $f'_{cr} = 30$ MPa, dari grafik 1 didapatkan $fas = 0,508$



- Cara 1b** : dari tabel 2 untuk agregat kasar batu pecah, benda uji silinder dan semen tipe I, didapat kuat tekan silinder umur 28 hari, $f'_c = 37$ MPa dengan fas = 0,50. Dari grafik 2, dengan kuat tekan 37 MPa ditarik garis mendatar yang memotong garis vertikal fas = 0,50, melalui titik potong tersebut, buat kurva yang menyerupai kurva disebelah atas dan disebelah bawahnya. Pada nilai kekuatan tekan rata-rata beton yang ditargetkan, $f'_{cr} = 30$ MPa ditarik garis mendatar yang memotong kurva baru, dan dari titik perpotongan tersebut ditarik garis vertikal kebawah sehingga diperoleh nilai fas = 0,572

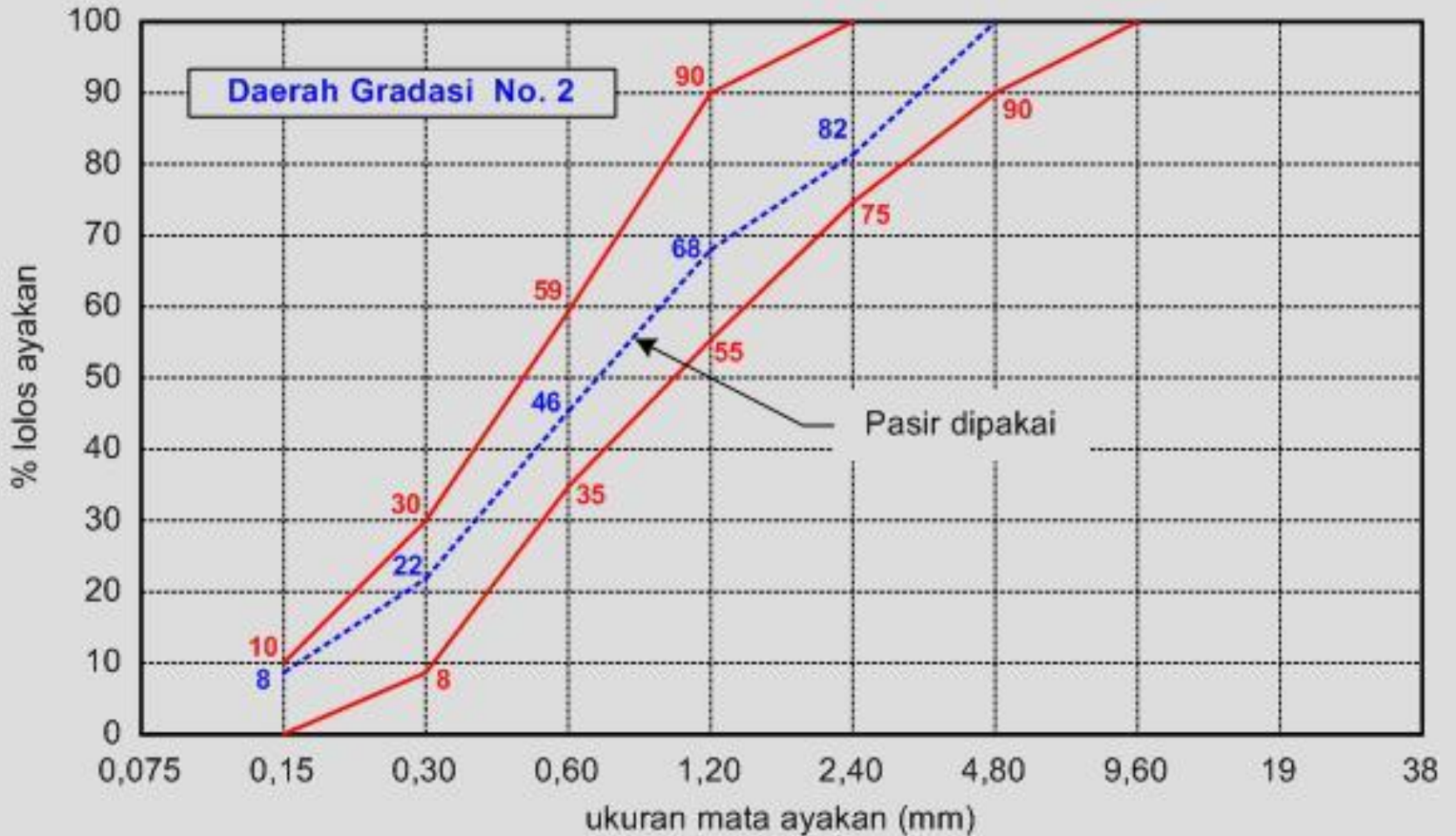
8. Fas beton di luar ruangan tidak terlindung hujan dan matahari maksimum 0,60, dan nilai fas yang diperoleh berdasarkan cara 1a adalah 0,508 dan cara 1b adalah 0,572. untuk perhitungan selanjutnya digunakan nilai fas yang kecil, yakni fas = 0,508
9. Slump ditetapkan sebesar 75 - 150 mm
10. Ukuran agregat maksimum ditetapkan 20 mm
11. Kadar air bebas ditentukan dari tabel 3, untuk nilai slump 75 - 150 mm, ukuran butir maksimum 20 mm, dan karena agregat yang digunakan terdiri agregat tak dipecahkan (pasir) dan agregat yang dipecahkan (kerikil), maka :
 - kadar air bebas untuk agregat tak dipecah/alami (pasir) 195 kg/m³ dan
 - kadar air bebas untuk agregat dipecah (kerikil) 225 kg/m³.

Sehingga jumlah air yang diperlukan :

$$\frac{2}{3}W_h + \frac{1}{3}W_k = \frac{2}{3}.195 + \frac{1}{3}.225 = 205 \text{ kg/m}^3$$

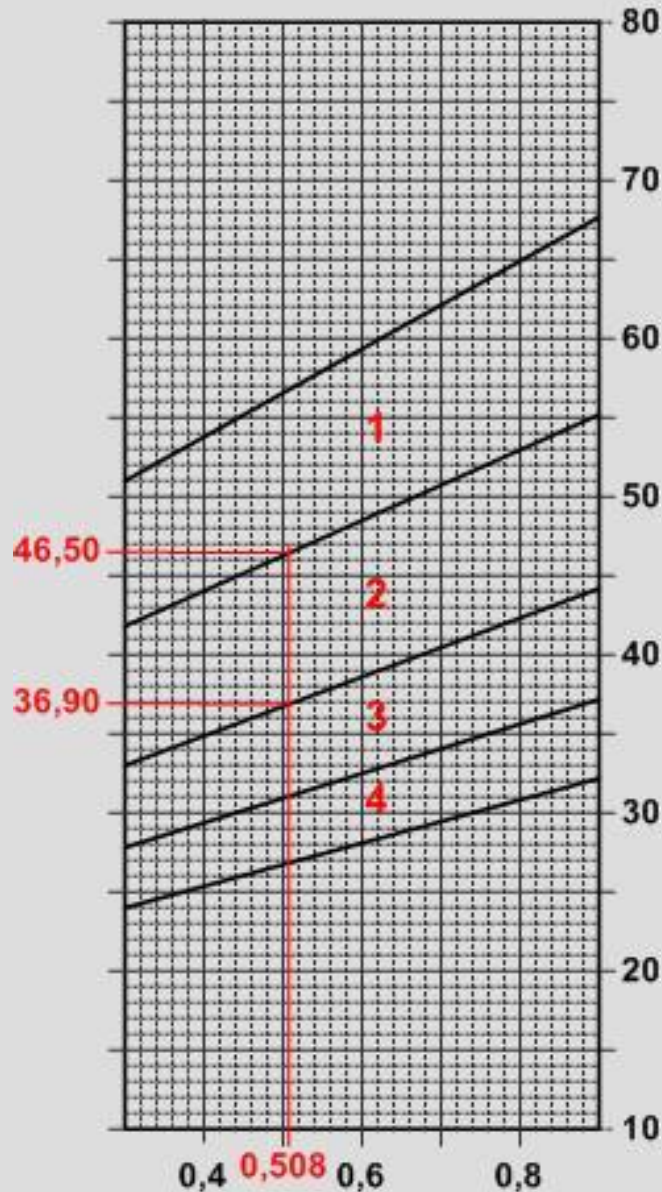
12. Kadar Semen = jumlah air / fas = $205 / 0,508 = 404 \text{ kg/m}^3$.
13. Kadar Semen Maksimum tidak ditetapkan, jadi diabaikan.
14. Kadar Semen Minimum = 325 kg/m^3 (di luar ruangan dan tidak terlindung dari hujan dan matahari, tabel 4), berarti sudah memenuhi.
15. Bila kadar semen hasil hitungan (12) lebih kecil dari kadar semen minimum, maka digunakan kadar semen dipakai = kadar semen minimum. Dalam contoh ini, karena kadar semen hasil hitungan (12) lebih besar dari kadar semen minimum, maka dipakai kadar semen hasil hitungan (12), yaitu sebesar 404 kg/m^3 .
16. Faktor air semen yang disesuaikan, hal ini terjadi bila kebutuhan semen dari hitungan (12) lebih kecil dari syarat semen minimum (14) atau lebih besar dari jumlah semen maksimum (13), dalam hal ini fas harus dihitung kembali. Untuk contoh ini, nilai fas tetap digunakan 0,508, karena kebutuhan semen hasil hitungan (12) lebih besar dari syarat semen minimum (14) dan lebih kecil dari kadar semen maksimum (13).

17. Susunan butir Agregat Halus masuk daerah Gradasi No. 2, seperti gambar berikut ini.



Slump : 60 – 180 mm

V – B : 0 – 3 s



18. Susunan butir Agregat Kasar seperti pada tabel soal.

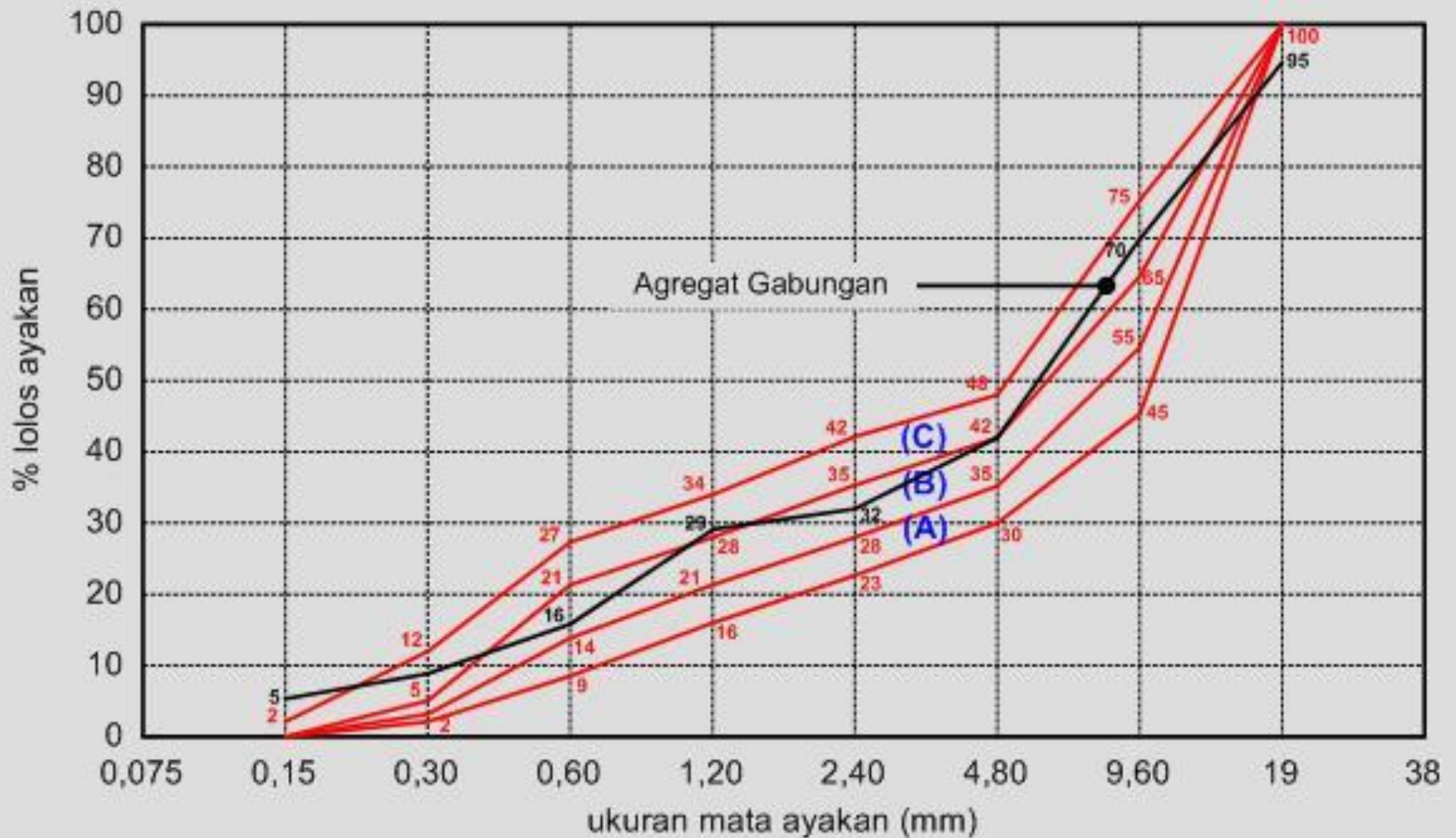
19. Mencari Prosentase Agregat Halus/Pasir (agregat $\leq 4,8$ mm).

Prosentase agregat halus dicari dengan cara sbb. :

- Prosentase agregat halus dicari dengan menggunakan grafik 4 (ukuran butiran maksimum 20 mm), dengan nilai slump 75 - 150 mm, fas = 0,508 dan agregat halus/Pasir gradasi 2, diperoleh prosentase agregat halus harga 36,90% - 46,50% .
- Nilai yang digunakan dapat diambil diantara kedua nilai tersebut, biasanya diambil nilai rata-rata, dalam hal ini diambil nilai **42%**.
- Jumlah Agregat Kasar = $(100 - 42)\%$
 $= 58 \%$

Tabel C.3 : Susunan Butir Agregat Gabungan

Ukuran Lubang mata Ayakan (mm)	Pasir Bagian lolos ayakan (%)	Kerikil Bagian lolos ayakan (%)	Gabungan Pasir dan Kerikil 42% Pasir + 58% Kerikil		
			Pasir Bagian lolos ayakan (%)	Kerikil Bagian lolos ayakan (%)	Gabungan Bagian lolos ayakan (%)
a	b	c	d	e	f
76	100	100	42	58	100
38	100	100	42	58	100
19	100	92	42	53,36	95
9,6	100	48	42	27,84	70
4,8	90	8	37,8	4,64	42
2,4	76	0	31,92	0	32
1,2	68	0	28,56	0	29
0,6	37	0	15,54	0	16
0,3	22	0	9,24	0	9
0,15	11	0	4,62	0	5
0,075	0	0	0	0	0



Gambar C.5 : Gradasi Agregat Gabungan untuk besar butir maksimum 20 mm

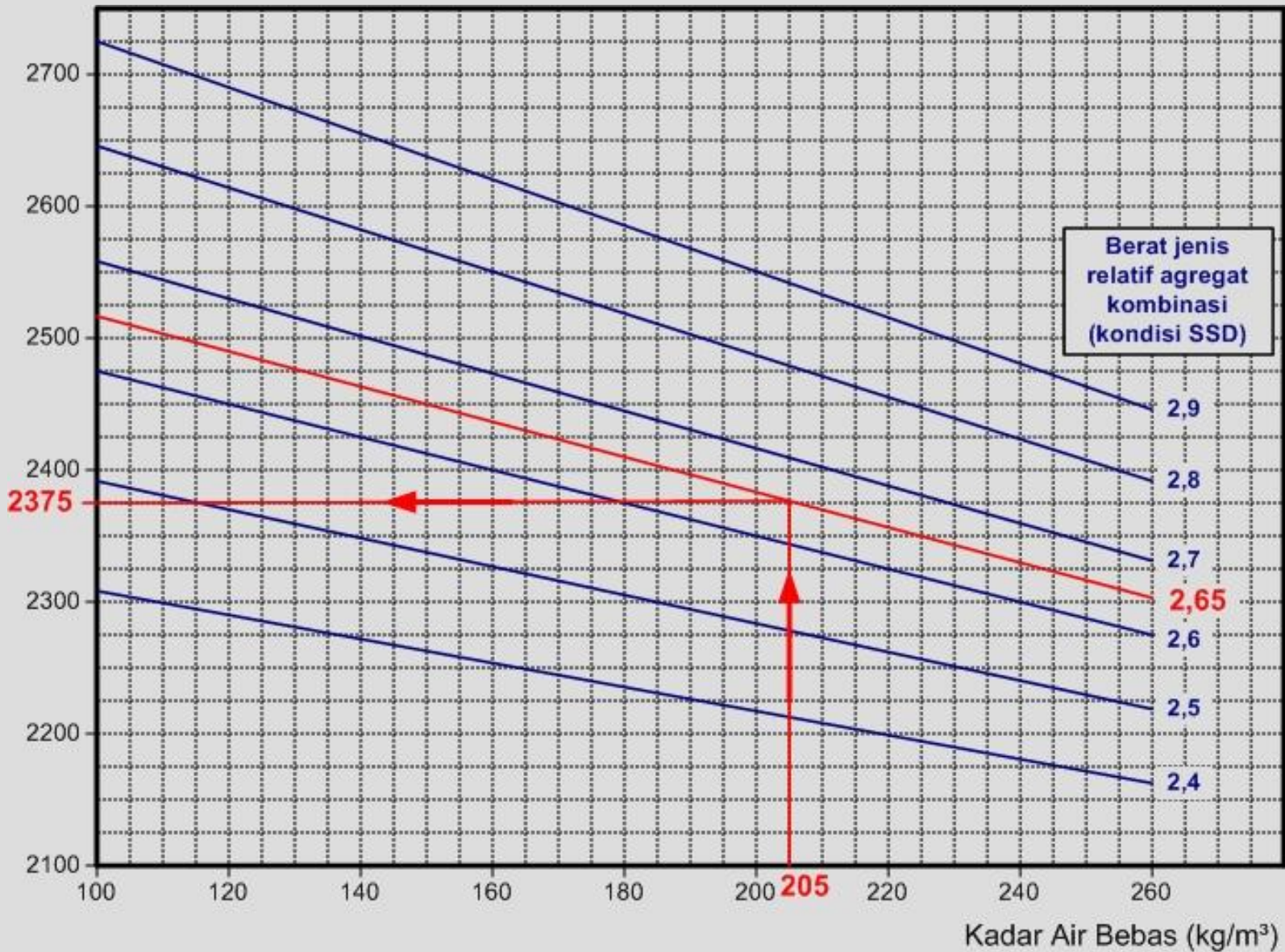
20. Berat Jenis Relatif Agregat, yang dimaksud adalah berat jenis agregat gabungan.

- Berat jenis SSD Pasir = 2,60
- Berat jenis SSD Kerikil = 2,69
- Berat Jenis agregat gabungan dihitung dengan rumus :

$$b_{\text{jag-gab}} = \frac{P}{100} \cdot b_{\text{jag-halus}} + \frac{K}{100} \cdot b_{\text{jag-kasar}}$$

- BJ Agregat (halus dan kasar) = $\frac{42}{100} \cdot 2,60 + \frac{58}{100} \cdot 2,68 = 2,65$

22. Berat Isi Beton dicari dengan menggunakan grafik 6, sesuai dengan BJ agregat gabungan dan kadar air bebas (lihat gambar C.5)



Gambar C.5 : Mencari Berat Isi Beton

- Pertama buat kurva baru sesuai dengan BJ agregat gabungan dengan memperhatikan kurva sebelah atas dan bawahnya yang sudah ada, lalu tarik garis vertikal dari nilai kadar air bebas yang digunakan (205 kg/m³) sampai memotong kurva baru bj agregat gabungan tsb..
- kemudian dari titik potong tersebut, ditarik garis mendatar sampai memotong sumbu tegak, dan didapatkan nilai Berat Isi beton = 2375 kg/m³.

23. Kadar agregat gabungan = berat isi beton dikurangi jumlah semen dan kadar air

$$= 2375 - 404 - 205 = 1766 \text{ kg/m}^3$$

24. Kadar agregat halus = prosentase agregat halus (42%) . kadar agregat gabungan

$$= 0,42 \cdot 1766 = 741,72 \text{ kg/m}^3$$

25. Kadar agregat kasar = kadar agregat gab. – kadar agregat halus

$$= 1766 - 741,72 = 1024,28 \text{ kg/m}^3$$

26. Proporsi Campuran (agregat dalam kondisi SSD)

Dari hasil hitungan di atas didapat **proporsi campuran beton teoritis untuk setiap m³ beton**, sbb.

- **Semen portland = 404 kg**
- **Air seluruhnya = 205 kg**
- **Agregat halus/pasir = 741,72 kg**
- **Agregat Kasar/Kerikil = 1024,28 kg**

27. Koreksi Proporsi Campuran

Guna mendapatkan susunan campuran yang sebenarnya, yaitu campuran yang akan digunakan/sebagai campuran uji, perlu dilakukan koreksi dengan memperhitungkan jumlah air bebas yang terdapat dalam agregat (lihat tabel Data Gradasi dan Sifat Fisik Agregat, pada contoh ini), dapat berupa pengurangan air (jika penyerapan air agregat < kadar air agregat), ataupun penambahan air (jika penyerapan air agregat > kadar air agregat), dan koreksi jumlah agregat sebagai akibat kadar air tersebut.

- Pasir mempunyai kadar air 4,75% dan penyerapan air 3,10%, Pasir mempunyai nilai kadar air > nilai penyerapan air, berarti terjadi kelebihan air (yang akan menambah jumlah air campuran), karena itu air campuran harus dikurangi sebesar :

$$= (3,10 - 4,75) \cdot 741,72/100 = - 12,24 \text{ kg}$$

- Kerikil mempunyai nilai kadar air (1,02%) < nilai penyerapan air (1,63%), berarti kerikil akan menyerap sebagian air campuran (mengurangi jumlah air campuran), karena itu air campuran harus ditambah sebesar

$$= (1,63 - 1,02) \cdot 1024,28/100 = 6,25 \text{ kg}$$

Sehingga Proporsi Campuran seharusnya (per-m³) :

- **Semen portland = 404 kg**
- **Agregat halus/pasir := 741,72 + 12,24 = 753,96 kg**
- **Agregat Kasar/Kerikil = 1024,28 - 6,25 = 1018,03 kg**
- **Air = 205 - 12,24 + 6,25 = 199,01 kg**

Formulir Perencanaan Campuran Beton

No.	Uraian	Nilai		Tabel/Grafik/Hitungan	
1	Kuat Tekan yang disyaratkan f_c (benda uji silinder)	20 MPa		ditetapkan, bagian cacat 5%, $k = 1,64$	
2	Deviasi Standar (s)	5,6 MPa		Pengawasan Cukup	
3	Nilai tambah (M)	10 MPa		$1,64 \cdot 5,60 = 9,18$ MPa	
4	Kuat Tekan yang ditargetkan f_{cr}	30 MPa		$20 + 10 = 30$ MPa	
5	Jenis Semen	tipe I		ditetapkan	
6	Jenis Agregat				
	- kasar	batu pecah			
	- halus	alami			
7	Faktor Air Semen				
	- cara 1a	0,508		grafik 1	
	- cara 1b	0,572		tabel 2 & grafik 2	
	- Faktor Air Semen maksimum	0,60		lingkungan/syarat	
8	Faktor Air Semen dipakai	0,508			
9	Slump	75 - 150 mm		ditetapkan	
10	Ukuran Agregat maksimum	20 mm		ditetapkan	
11	Kadar Air bebas	205 kg/m ³		tabel 3	
12	Jumlah Semen	404 kg/m ³		(11)/(7)	
13	Jumlah Semen maksimum	-		tidak ditetapkan	
14	Jumlah Semen minimum	325 kg/m ³		tabel 4	
15	Jumlah Semen dipakai	404 kg/m ³		(12)>(14)	
16	Faktor Air Semen yg disesuaikan	0,508		tetap	
17	Susunan butir Agregat Halus	Daerah Gradasi 2		ditetapkan	
18	Susunan butir Agregat Kasar			diketahui	
	atau Gabungan			masuk zone B - C	
19	Persen Agregat Halus	42%		grafik 5	
20	Berat Jenis relatif Agregat SSD	2,65		diketahui & hitungan	
21	Berat Isi Beton	2375 kg/m ³		grafik 6	
22	Kadar Agregat Gabungan	1766 kg/m ³		(21)-(15)-(11)	
23	Kadar Agregat Halus	741,72 kg/m ³		(19).(22)	
24	Kadar Agregat Kasar	1024,28 kg/m ³		(22)-(23)	
25	Proporsi Campuran				
		Semen	Air	Agregat kondis SSD	
	Jumlah Bahan (teoritis)	(kg)	(kg)	Halus (kg)	Kasar (kg)
	- tiap m ³	404,00	205,00	741,72	1.024,28
	- tiap campuran uji 0,12 m ³	48,48	24,60	89,01	122,91
26	Proporsi Campuran Koreksi				
	- tiap m ³	404,00	199,01	753,96	1.018,03
	- tiap campuran uji 0,12 m ³	48,48	23,88	90,48	122,16