

CONTOH – 1

PERENCANAAN CAMPURAN BETON

Menurut SNI 03-2834-2000

- Kuat tekan yang disyaratkan $f'_c = 30$ MPa untuk umur 28 hari, benda uji berbentuk silinder dan jumlah yang di izinkan tidak memenuhi syarat = 5%
- Beton digunakan untuk bangunan di dalam ruang, dimana keadaan keliling non-korosif.
- Semen yang dipakai semen portland tipe I, dan nilai fas maksimum adalah 0,60
- Tinggi Slump disyaratkan 30 – 60 mm
- Ukuran butir agregat maksimum 40 mm
- Susunan butir agregat halus harus termasuk dalam Daerah Gradasi No. 2

Tersedia agregat halus pasir A dan pasir B, serta kerikil seperti tabel berikut ini.

Tabel C.1 : Data Gradasi dan Sifat Fisik Agregat

Ukuran	Pasir A	Pasir B	Kerikil
Lubang mata ayakan (mm)	Bagian lolos ayakan (%)	Bagian lolos ayakan (%)	Bagian lolos ayakan (%)
76			100
38			97
19			45
9,6	100	100	24
4,8	100	100	1
2,4	100	62	0
1,2	100	50	
0,6	85	10	
0,3	60	0	
0,15	30	0	
0,075	0	0	
Sifat Agregat	Pasir A (halus tak dipecah)	Pasir B (kasar tak dipecah)	Kerikil (batu pecah)
Berat Jenis SSD	2,50	2,44	2,66
Penyerapan Air (%)	3,10	4,20	1,63
Kadar Air (%)	6,50	8,80	1,06

Langkah-langkah Perencanaan

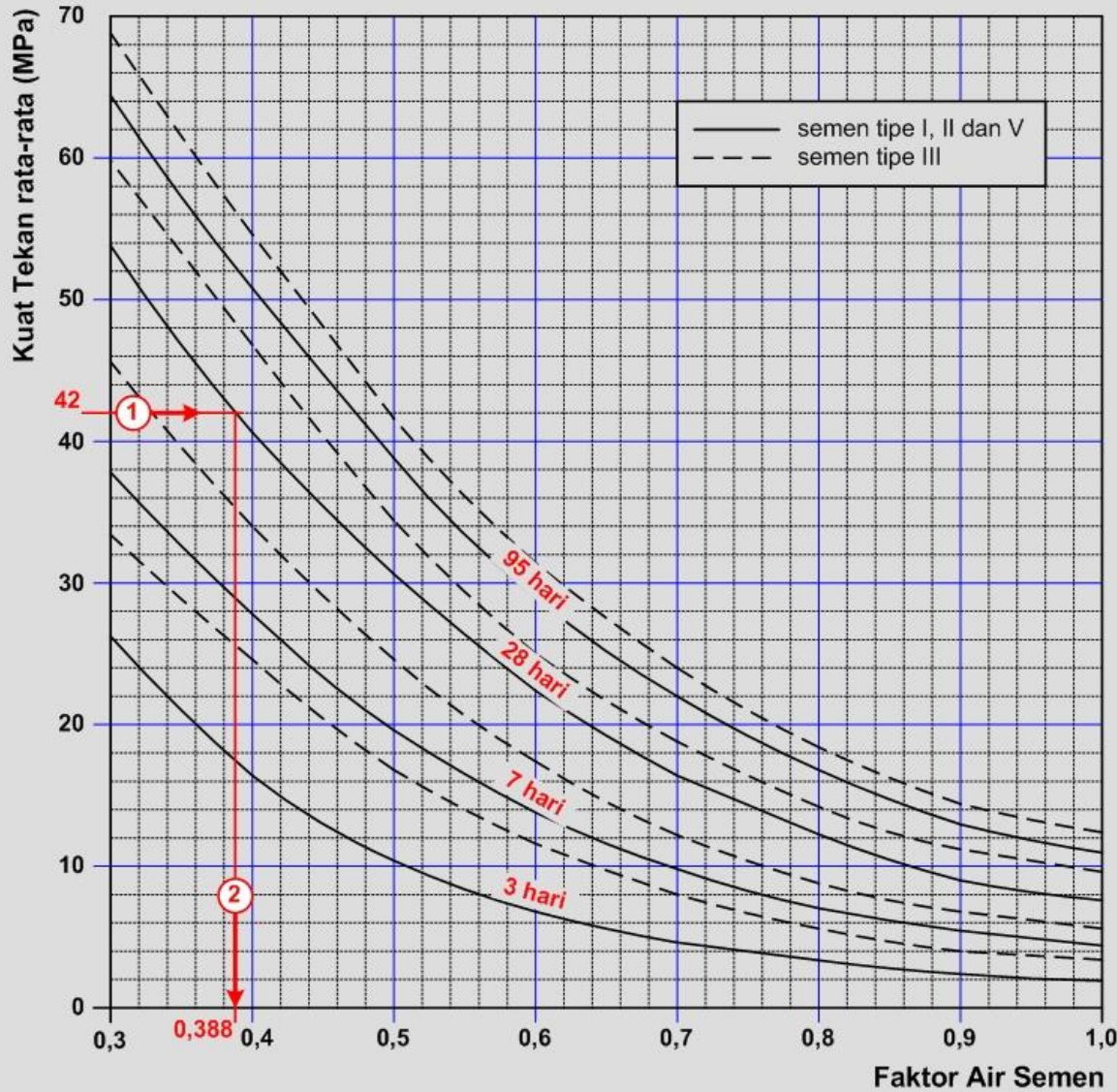
1. Kuat tekan beton yang disyaratkan $f'_c = 30$ MPa pada umur 28 hari dan benda uji berbentuk silinder
2. Deviasi standar tergantung pada volume pembetonan yang akan dibuat dan mutu pekerjaan. Pada kasus ini dianggap volume beton 1000 – 3000 m³ dan mutu pekerjaan dapat diterima (tabel 1b), sehingga nilai $s_d = 7$ MPa. Atau dapat digunakan tabel 1c yang didasarkan pada tingkat mutu pengendalian pekerjaan, misal mutu **pengendalian jelek**, maka $s_d = 7$ MPa.

Karena di ijinakan prosentase kegagalan hasil uji 5%, gunakan tetapan statistik 1,64

3. Nilai tambah $M = 1,64 \cdot s_d = 1,64 \cdot 7 = 11,48$ MPa ≈ 12 MPa
4. Kuat tekan beton rata-rata yang ditargetkan :

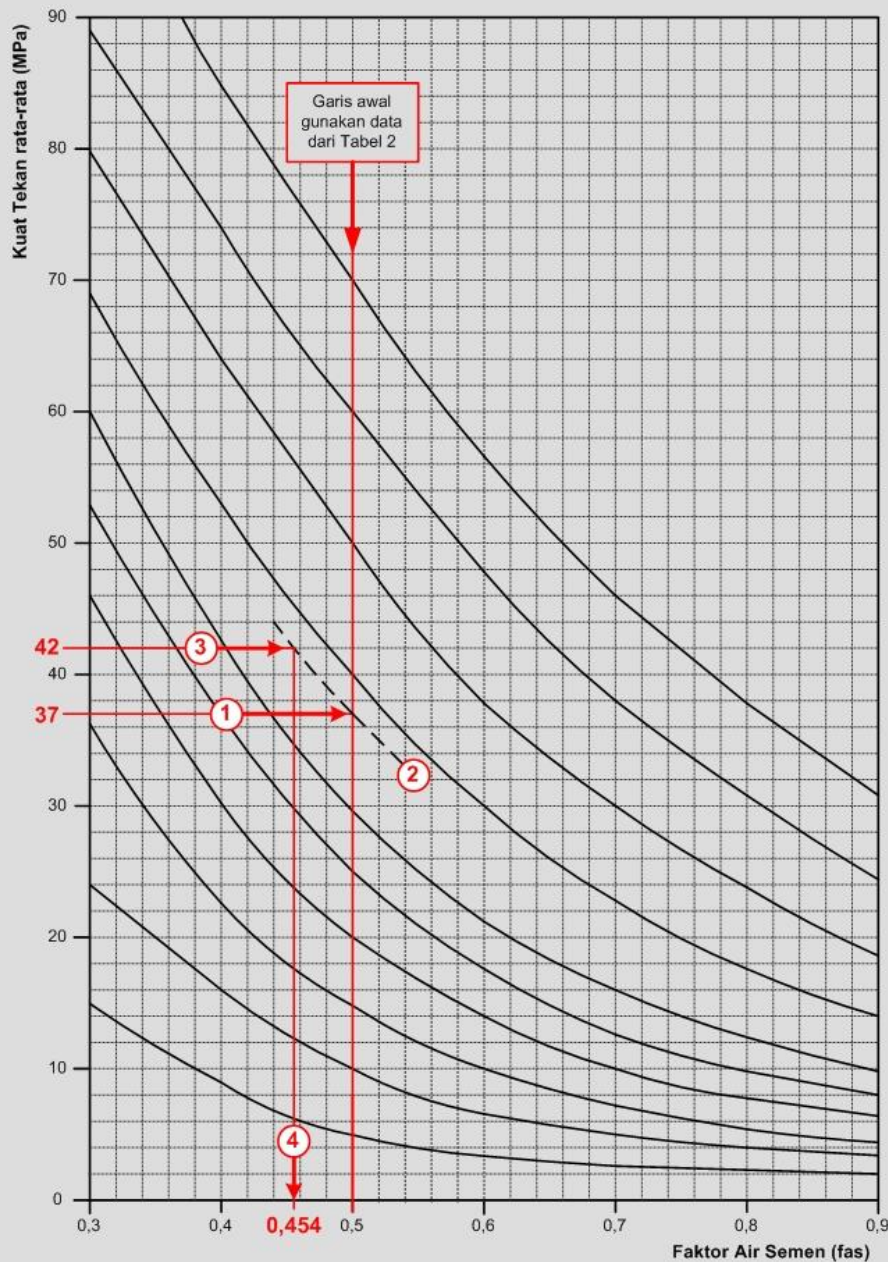
$$f'_{cr} = f'_c + M = 30 + 12 = 42 \text{ MPa}$$

5. Jenis Semen, telah ditetapkan Semen tipe I
6. Jenis agregat yang digunakan :
 - agregat halus (pasir) alami, terdiri pasir A dan pasir B (pasir gabungan)
 - agregat kasar (kerikil) berupa batu pecah



7. Faktor Air Semen

- dalam soal ditentukan fas maksimum 0,60
- **Cara 1a** : Semen tipe I, umur benda uji 28 hari, untuk $f'_{cr} = 42$ MPa, dari grafik 1 didapatkan **fas = 0,388**



- Cara 1b** : dari **tabel 2** untuk agregat kasar batu pecah, benda uji silinder dan semen tipe I, maka didapat kuat tekan silinder umur 28 hari, $f'c = 37$ MPa dengan $fas = 0,50$. Menggunakan **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, $f'cr = 42$ MPa ditarik garis mendatar yang memotong kurva baru, dari titik perpotongan tersebut ditarik garis vertikal kebawah sehingga diperoleh nilai **fas = 0,454**

8. Fas beton didalam ruang bangunan non-korosif maksimum 0,60 dan nilai fas yang diperoleh berdasarkan tabel 2 dan grafik 2 adalah 0,454, maka dipergunakan untuk perhitungan selanjutnya adalah nilai fas yang kecil, yakni $fas = 0,388$
9. Slump ditetapkan sebesar 30 – 60 mm
10. Ukuran agregat maksimum ditetapkan 40 mm
11. Kadar air bebas ditentukan dari tabel 3, untuk nilai slump 30 – 60 mm, ukuran butir maksimum 40 mm, dan karena agregat yang digunakan terdiri agregat tak dipecahkan (pasir) dan agegat yang dipecahkan (kerikil), maka :
 - kadar air bebas untuk **agregat tak dipecah/alami (pasir) 160 kg/m³** dan
 - kadar air bebas untuk **agregat dipecah (kerikil) 190 kg/m³**.

Sehingga jumlah air yang diperlukan :

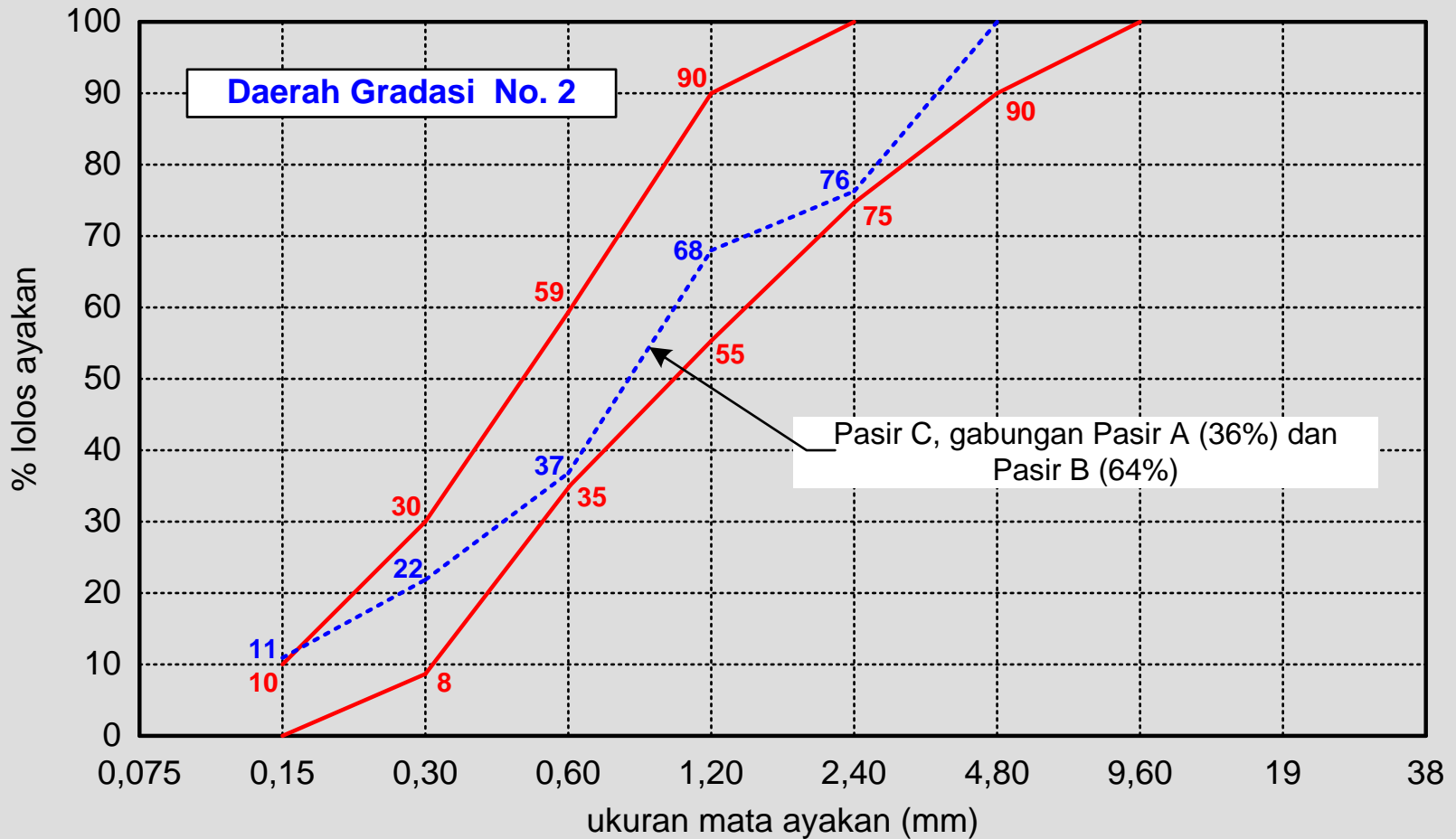
$$\frac{2}{3}W_h + \frac{1}{3}W_k = \frac{2}{3}.160 + \frac{1}{3}.190 = 170 \text{ kg/m}^3$$

12. Kadar Semen = jumlah air / fas = $170 / 0,388 = 438 \text{ kg/m}^3$.
13. Kadar Semen Maksimum tidak ditetapkan, jadi diabaikan.
14. Kadar Semen Minimum = 275 kg/m^3 (dalam ruang dan keadaan sekeliling non-korosif, 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 438 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 0,388, 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 ditetapkan masuk daerah Gradasi No. 2, dalam hal ini diperoleh dengan mencampur Pasir A (36%) dan Pasir B (64%). Komposisi ini didapat dengan cara coba-coba dan dengan bantuan kurva Daerah Gradasi No. 2.

Tabel C.2 : Menghitung Susunan Butir Pasir C (Gabungan)

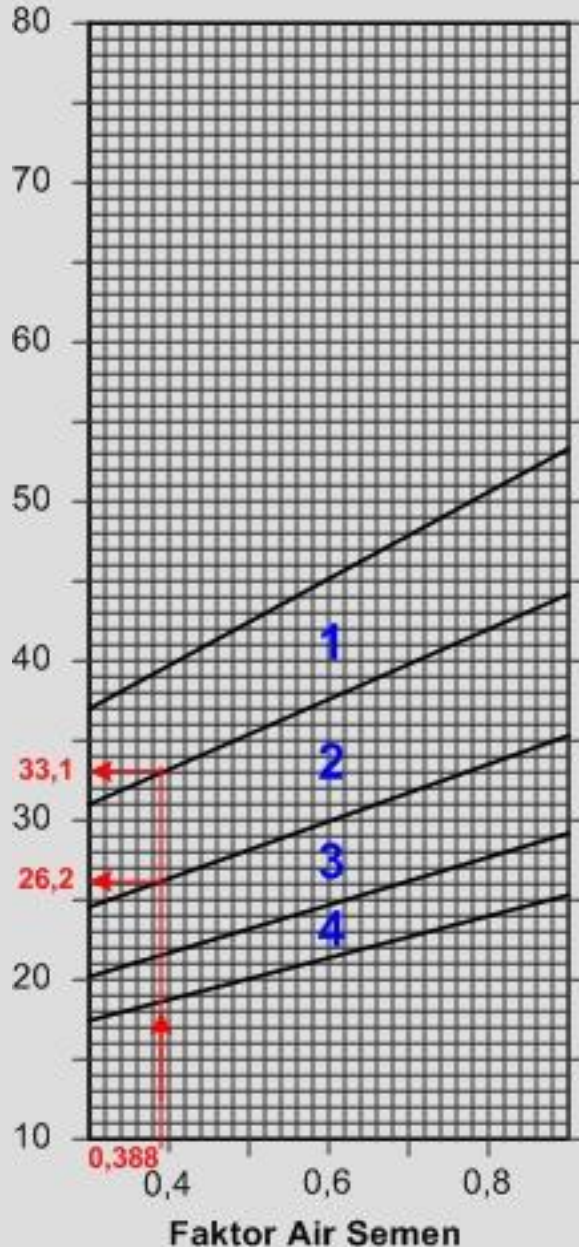
Ukuran Lubang mata ayakan (mm)	Pasir A Bagian lolos ayakan (%)	Pasir B Bagian lolos ayakan (%)	Gabungan Pasir A dan Pasir B (Pasir C)		
			Pasir A 36% Bagian lolos ayakan (%)	Pasir B 64% Bagian lolos ayakan (%)	Gabungan Bagian lolos ayakan (%)
a	b	c	d	e	f
9,6	100	100	36	64	100
4,8	100	100	36	64	100
2,4	100	62	36	40	76
1,2	100	50	36	32	68
0,6	85	10	31	6	37
0,3	60	0	22	0	22
0,15	30	0	11	0	11
0,075	0	0	0	0	0



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. :

Slump : 30 – 60 mm

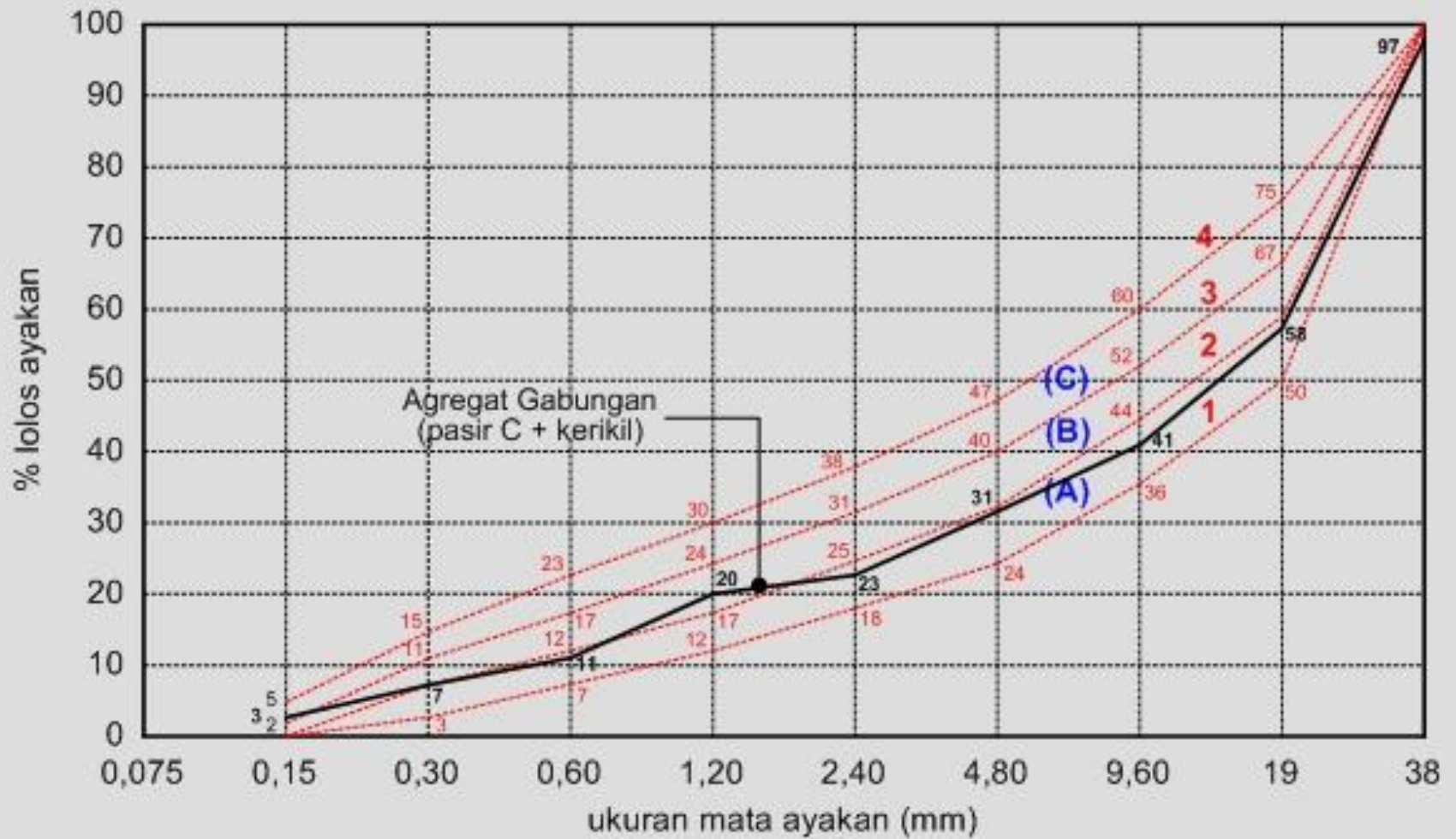
V-B : 3 – 6 s



- Prosentase agregat halus dicari dengan menggunakan grafik 5 (ukuran butiran maksimum 40 mm), dengan nilai slump 30 – 60 mm, dengan $f_{as} = 0,388$ dan susunan butir agregat halus/Pasir C (gabungan) masuk daerah gradasi 2, diperoleh prosentase agregat halus dengan nilai antar 26,20% - 33,10%
- Nilai yang digunakan dapat diambil diantara kedua nilai tersebut, biasanya diambil nilai rata-rata, dalam hal ini diambil nilai **30%**.
- Jumlah (30%) ini adalah jumlah Agregat Halus/Pasir. Sehingga jumlah Agregat Kasar adalah $= (100 - 30)\% = 70\%$.
- Di Indonesia, agregat kasar yang digunakan sering masih mengandung agregat yang ukurannya $< 4,8$ mm dalam jumlah $> 5\%$. Karena itu jumlah agregat halus yang digunakan harus dikurangi.
- Dalam contoh ini, prosentase agregat halus dalam agregat kasar cukup kecil, sehingga dapat diabaikan.

Tabel C.3 : Susunan Butir Agregat Gabungan

Ukuran Lubang mata Ayakan (mm)	Pasir C Bagian lolos ayakan (%)	Kerikil Bagian lolos ayakan (%)	Gabungan Pasir dan Kerikil 30% Pasir C + 70% Kerikil		
			Pasir C Bagian lolos ayakan (%)	Kerikil Bagian lolos ayakan (%)	Gabungan Bagian lolos ayakan (%)
a	b	c	d	e	f
76	100	100	30	70	100
38	100	96	30	67,2	97
19	100	40	30	28	58
9,6	100	15	30	10,5	41
4,8	100	1	30	0,7	31
2,4	76	0	22,8	0	23
1,2	68	0	20,4	0	20
0,6	37	0	11,1	0	11
0,3	22	0	6,6	0	7
0,15	11	0	3,3	0	3
0,075	0	0	0	0	0



Gambar C.5 : Gradasi Agregat Gabungan (butir maksimum 40 mm)

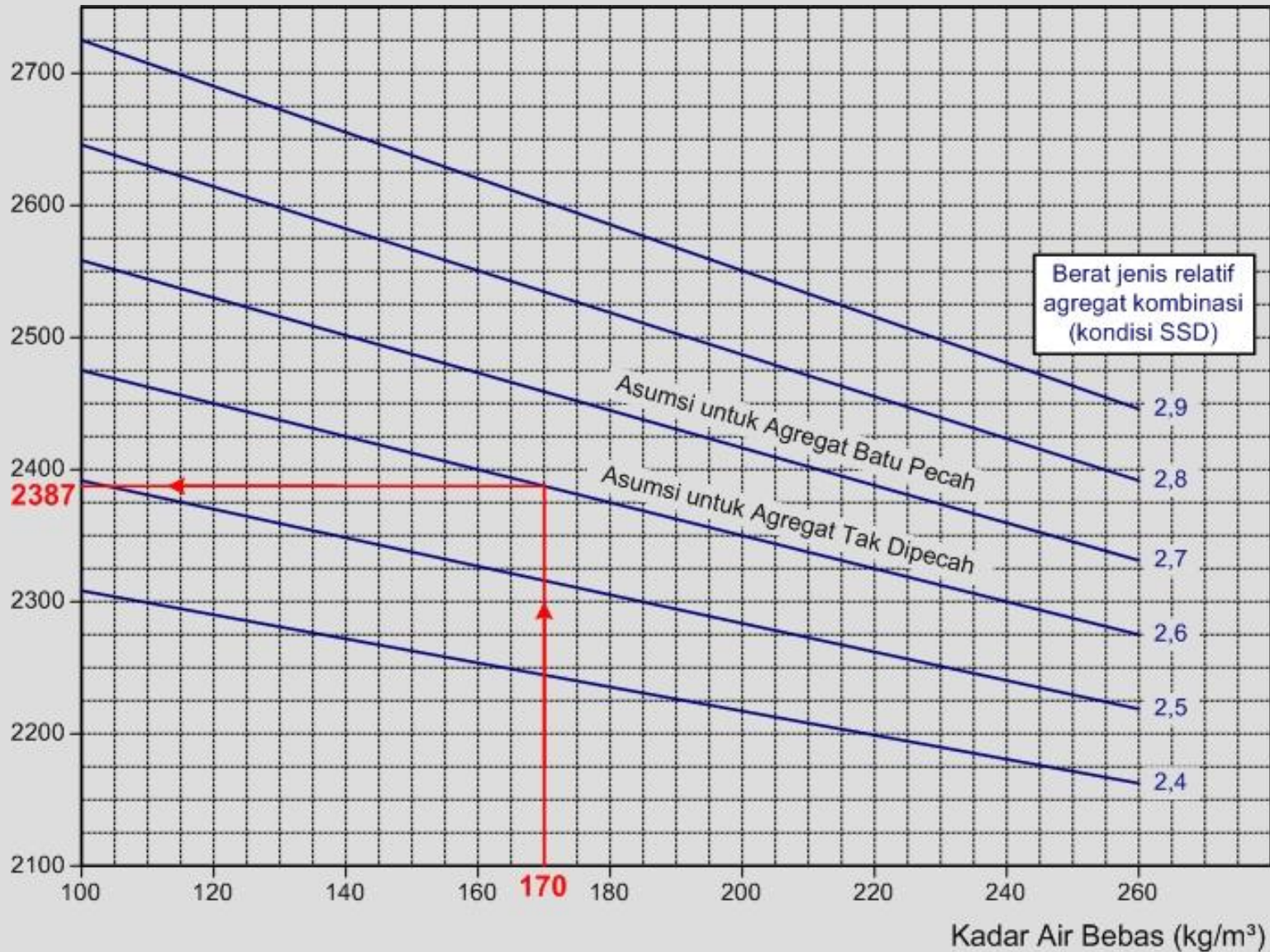
20. Berat Jenis Relatif Agregat, yang dimaksud adalah berat jenis agregat gabungan.

- Berat jenis SSD Pasir A = 2,50
- Berat jenis SSD Pasir B = 2,44
- Berat jenis SSD Kerikil = 2,66
- Dari hasil hitungan sebelumnya :
 - Pasir C (pasir gabungan) diperoleh dari 36% Pasir A dan 64% Pasir B
 - Agregat gabungan (Pasir C + Kerikil) diperoleh dari 30% Pasir C dan 70% Kerikil.
- 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 Pasir C (pasir gabungan) = $\frac{36}{100} \cdot 2,50 + \frac{64}{100} \cdot 2,44 = 2,46$
- BJ Agregat (halus dan kasar) = $\frac{30}{100} \cdot 2,46 + \frac{70}{100} \cdot 2,66 = 2,60$

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. Dalam contoh ini kebetulan BJ agregat gabungan 2,60 sesuai dengan kurva yang sudah ada),
- lalu tarik garis vertikal dari nilai kadar air bebas yang digunakan (170 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 = 2387 kg/m³.

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

$$= 2387 - 438 - 170 = 1799 \text{ kg/m}^3$$

24. Kadar agregat halus = prosentase agregat halus (30%) . kadar agregat gabungan

$$= 0,30 \cdot 1799 = 534 \text{ kg/m}^3 \text{ (Pasir C)}$$

Maka : Pasir A = $0,36 \cdot 534 = 192,24 \text{ kg/m}^3$

Pasir B = $0,64 \cdot 534 = 341,76 \text{ kg/m}^3$

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

$$= 1799 - 534 = 1245 \text{ kg/m}^3$$

26. Proporsi Campuran (agregat dalam kondisi SSD)

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

- **Semen portland = 438 kg**
- **Air seluruhnya = 170 kg**
- **Agregat halus/pasir :**
 - Pasir A = 199,24 kg**
 - Pasir B = 341,76 kg**
- **Agregat Kasar/Kerikil = 1245 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 A mempunyai kadar air 6,50% dan penyerapan air 3,10%, Pasir B mempunyai kadar air 8,80% dan penyerapan air 4,20%. Kedua pasir mempunyai nilai kadar air > nilai penyerapan air, berarti terjadi kelebihan air (menambah jumlah air campuran), karena itu air campuran harus dikurangi sebesar :

$$\text{Pasir A} = (3,10 - 6,50) \cdot 192,24/100 = - 6,54 \text{ kg}$$

$$\text{Pasir B} = (4,20 - 8,80) \cdot 341,76/100 = - 15,72 \text{ kg}$$

- Kerikil mempunyai nilai kadar air (1,08%) < nilai penyerapan air (1,63%), berarti kerikil akan menyerap sebagian air campuran (mengurangi jumlah air campuran), karena itu air campuran harus ditambah sebesar $= (1,63 - 1,08) \cdot 1245/100 = 6,85 \text{ kg}$

Sehingga Proporsi Campuran seharusnya (per-m3) :

- Semen portland = 438 kg

- Agregat halus/pasir :

$$\text{Pasir A} = 192,24 + 6,54 = 198,78 \text{ kg}$$

$$\text{Pasir B} = 341,76 + 15,72 = 367,48 \text{ kg}$$

$$\text{Pasir C (agregat halus total)} = 198,78 + 367,48 = 556,26 \text{ kg}$$

- Agregat Kasar/Kerikil = $1245 - 6,85 = 1238,15 \text{ kg}$

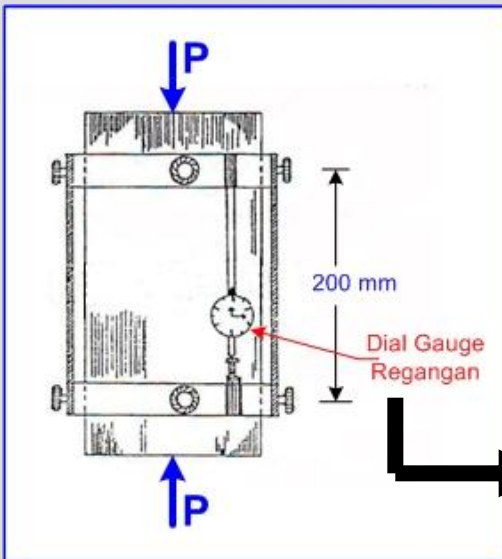
- Air = $170 - 6,54 - 15,72 + 6,85 = 154,59 \text{ kg}$

Tabel C.4 : Formulir Perencanaan Campuran Beton

No.	Uraian	Nilai		Tabel/Grafik/Hitungan	
1	Kuat Tekan yang disyaratkan f_c (benda uji silinder)	30 MPa		ditetapkan, bagian cacat 5%, $k = 1,64$	
2	Deviasi Standar (s)	7 MPa		volume beton	
3	Nilai tambah (M)	12 MPa		$1,64 \cdot 7 = 11,48$ Mpa	
4	Kuat Tekan yang ditargetkan f_{cr}	42 MPa		$30 + 12 = 42$ MPa	
5	Jenis Semen	tipe I		ditetapkan	
6	Jenis Agregat				
	- kasar	batu pecah			
	- halus	alami		gabungan pasir A & B	
7	Faktor Air Semen				
	- Faktor Air Semen	0,388		grafik 1, cara 1a	
	- Faktor Air Semen	0,454		tabel 2, grafik 2, cara 1b	
	- Faktor Air Semen maksimum	0,60		ditetapkan	
8	Faktor Air Semen dipakai	0,388		yang kecil	
9	Slump	30 - 60 mm		ditetapkan	
10	Ukuran Agregat maksimum	40 mm		ditetapkan	
11	Kadar Air bebas	170 kg/m ³		tabel 3	
12	Jumlah Semen	438 kg/m ³		(11)/(7)	
13	Jumlah Semen maksimum	-		tidak ditetapkan	
14	Jumlah Semen minimum	275 kg/m ³		tabel 4	
15	Jumlah Semen dipakai	438 kg/m ³		(12)>(14)	
16	Faktor Air Semen yg disesuaikan	0,388		tetap	
17	Susunan butir Agregat Halus	Daerah Gradasi 2		ditetapkan	
18	Susunan butir Agregat Kasar atau Gabungan			diketahui masuk zone A - B	
19	Persen Agregat Halus	30%		grafik 5	
20	Berat Jenis relatif Agregat SSD	2,60		diketahui & hitungan	
21	Berat Isi Beton	2387 kg/m ³		grafik 6	
22	Kadar Agregat Gabungan	1799 kg/m ³		(21)-(15)-(11)	
23	Kadar Agregat Halus	534 kg/m ³		(19).(22)	
	- Pasir A	192,24 kg/m ³			
	- Pasir B	341,76 kg/m ³			
24	Kadar Agregat Kasar	1245 kg/m ³		(22)-(23)	
25	Proporsi Campuran				
	Jumlah Bahan (teoritis)	Semen	Air	Agregat kondis SSD	
		(kg)	(kg)	Halus (kg)	Kasar (kg)
	- tiap m ³	438,00	170,00	534,00	1.245,00
	- tiap campuran uji 0,06 m ³	26,28	10,20	32,04	74,70
26	Proporsi Campuran Koreksi				
	- tiap m ³	438,00	154,59	556,26	1.238,15
	- tiap campuran uji 0,06 m ³	26,28	9,28	33,38	74,29

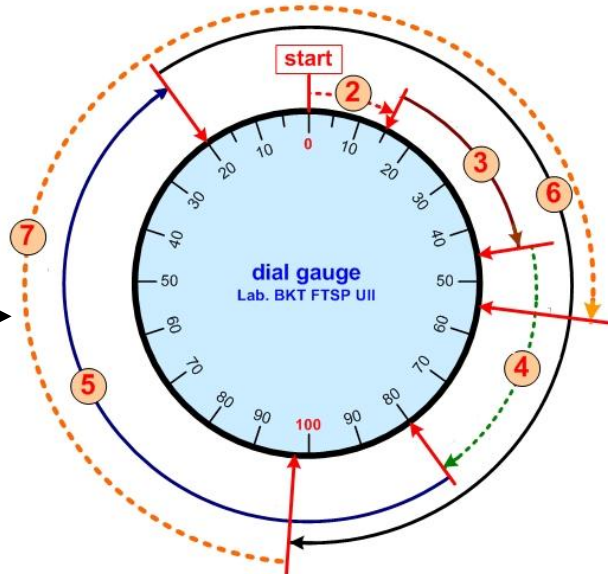


Pengujian Beton



Desak

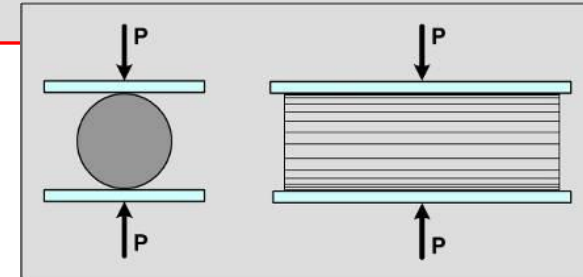
PEMBACAAN DIAL REGANGAN DESAK BETON



Contoh :

No	Beban (kN)	Pembacaan Dial	Jml +	Nilai x 0,001 (mm)	ΔL (mm)
1	0	0		0	-
2	10	15		15	7,50
3	20	45		45	22,50
4	30	80		80	40,00
5	40	80	+1	180	90,00
6	50	3	+2	303	151,50
7	60	54	+1	454	227,00

- Angka penunjuk pada dial, antara 0 s.d 100 dibaca sesuai yang tercantum, sedang setelah angka 100 s.d 0, tertulis 90, 80, 70, dst., **dibaca 10, 20, 30, dst.**
- Setiap melewati angka 0 atau 100 beri tanda +1 (berarti 100), **dibaca sesuai posisi jarum dial +1.**
- Bila melewati angka 0 dan 100 (atau 100 dan 0) sekaligus beri tanda +2 (berarti 200), **dibaca sesuai posisi jarum dial +2.**
- Posisi pembacaan dial/jarum dial terakhir, harus di ingat



Split Silinder /
Uji Tarik