

BAB II

TINJAUAN TEORITIS

2.1 Perancangan Campuran Beton Cara SNI

Beton merupakan suatu campuran dari beberapa bahan batu-batuan yang direkatkan oleh bahan-ikat. Beton dibentuk dari agregat campuran dan ditambah dengan pasta semen. Pada prinsipnya pasta semen mengikat pasir dan bahan-bahan agregat lain seperti batu kerikil, basalt dan sebagainya. Rongga di antara bahan-bahan kasar diisi oleh bahan-bahan halus. Hal ini memberi gambaran bahwa harus ada perbandingan optimal antara agregat campuran yang bentuknya berbeda-beda agar pembentukan beton dapat dimanfaatkan oleh seluruh material.

Adapun tahapan yang dilakukan dalam perencanaan campuran beton berdasarkan metode SNI 03-2834-1993 adalah sebagai berikut ini:

- (a) menetapkan kuat tekan beton rencana ($f'c$) pada umur 28 hari;
- (b) menetapkan deviasi standar (S):

Tabel 2. 1 Faktor modifikasi deviasi standar

Jumlah pengujian	Faktor modifikasi untuk deviasi standar
< 15 benda uji	
15 benda uji	1,16
20 benda uji	1,08
25 benda uji	1,03
≤ 30 benda uji	1,00

- (c) menghitung nilai tambah dengan rumus sebagai berikut:

$$M = 1,64 \times S$$

- (d) menghitung kuat tekan beton rata rata yang ditargetkan ($f'cr$) dengan rumus sebagai berikut:

$$f'cr = f'c + M$$

Besarnya nilai M menurut SNI-03-2847-2002 adalah sebagai berikut:

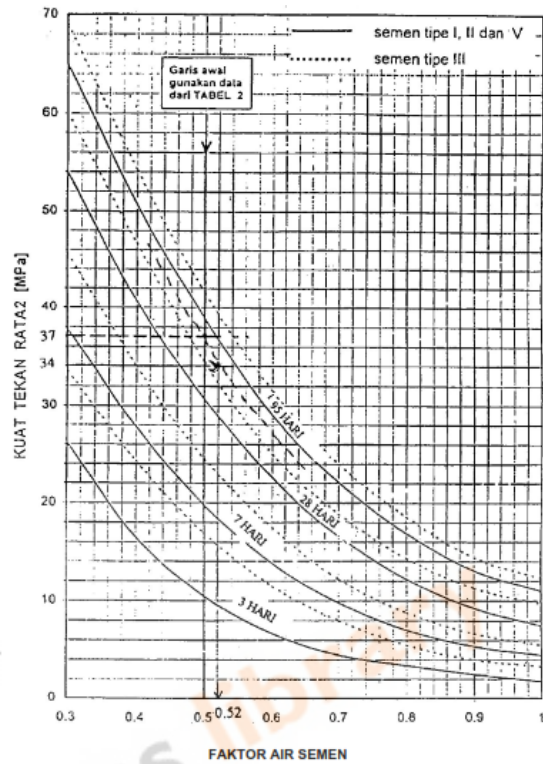
1. $f_c < 21$ MPa, nilai $M = 7$ MPa.
2. $21 \leq f_c \leq 35$ MPa, nilai $M = 8,5$ MPa.
3. $f_c > 35$ MPa, nilai $M = 10$ MPa.

(e) pemilihan faktor air semen, untuk mencapai kuat tekan rata rata yang di targetkan dapat dipergunakan **Tabel 2.1** dan **Gambar 2.1**.

Tabel 2. 2 Perkiraan kuat tekan beton (MPa) dengan faktor air semen dan agregat yang biasa dipakai di Indonesia

Jenis Semen	Jenis Gregat Kasar	Kuat Tekan (MPa)				Bentuk Benda Uji
		Pada Umur (hari)				
...	...	3	7	28	29	...
Semen Portland Tipe I	Batu tak Dipecah	17	23	33	40	Silinder
	Batu pecah	19	27	37	45	
Semen Tahan Sulfat Tipe II dan V	Batu tak Dipecah	20	28	40	48	Kubus
	Batu pecah	25	32	45	54	
Semen Portland Tipe III	Batu tak Dipecah	21	28	38	44	Silinder
	Batu pecah	25	33	44	48	
	Batu tak Dipecah	25	31	46	53	Kubus
	Batu pecah	30	40	53	60	

(Sumber:SNI 03-2834-1993)



Gambar 2. 1 Hubungan kuat tekan dan faktor air semen (benda uji berbentuk silinder diameter 150 mm dan tinggi 300 mm)

(Sumber: SNI 03-2834-1993)

- (f) menentukan nilai faktor air semen maksimum dan jumlah semen minimum berdasarkan pada daerah sekeliling bangunan yang akan di buat, dapat ditentukan dari **Tabel 2.2**;

Tabel 2. 3 Persyaratan jumlah semen minimum dan faktor air semen maksimum untuk berbagai pembetonan dalam lingkungan khusus

Lokasi	Jumlah semen	Nilai Faktor
...	minimum Per m ³ beton (kg)	Air Semen Minimum
Beton dalam ruang bangunan: a. keadaan keliling non kohesif	275	0,60
b. keadaan keliling korosif disebabkan oleh kondensasi atau uap korosif	325	0,52
Beton diluar ruang bangunan: a. tidak terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	325	0,60
b. terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	275	0,60
Beton masuk kedalam tanah: a. mengalami keadaan basah dan dan kering berganti ganti b. mendapat pengaruh sulfat dan alkali dari tanah	325	0,55

(Sumber:SNI 03-2834-1993)

- (g) menetapkan nilai slump sesuai dengan kondisi pelaksanaan pekerjaan agar diperoleh beton yang mudah dituangkan;
- (h) menetapkan ukuran besar butir agregat maksimum;
- (i) menetapkan nilai kadar air bebas dengan menggunakan data ukuran agregat maksimum, jenis batuan, dan slump rencana. dengan koreksi suhu udara jika suhu udara diatas 25 °C, setiap kenaikan 5 °C harus ditambah air 5 liter per m³ adukan beton, dapat ditentukan pada **Tabel 2.3**;

Tabel 2. 4 Perkiraan kadar air bebas (Kg/m^3) yang dibutuhkan untuk beberapa tingkatan kemudahan pengerjaan adukan beton

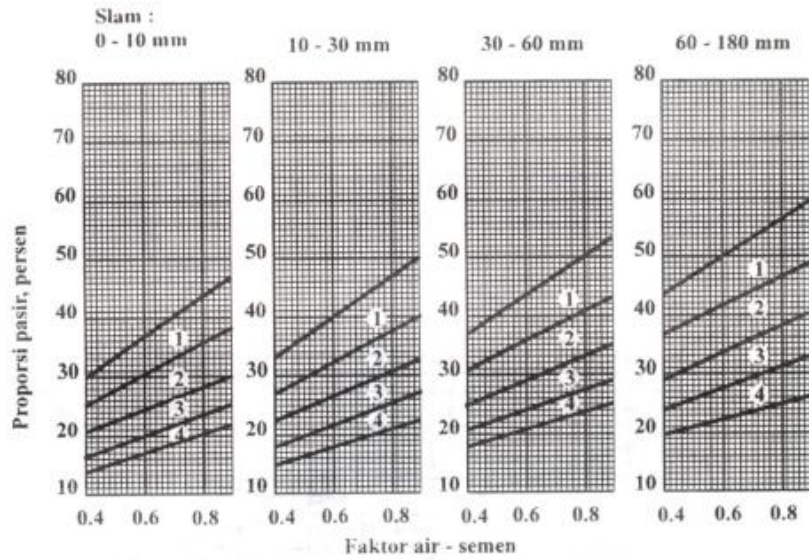
Slump (mm)		0-10	10-30	30-60	60-100
Ukuran besar butir agregat maksimum	jenis agregat
10	Batu tak Dipecah	150	180	205	225
	Batu pecah	180	205	230	250
20	Batu tak Dipecah	135	160	180	195
	Batu pecah	170	190	210	225
40	Batu tak Dipecah	115	140	160	175
	Batu pecah	155	175	190	205

(Sumber: SNI 03-2834-2000)

- (j) menghitung jumlah kebutuhan semen berdasarkan Persamaan 5;

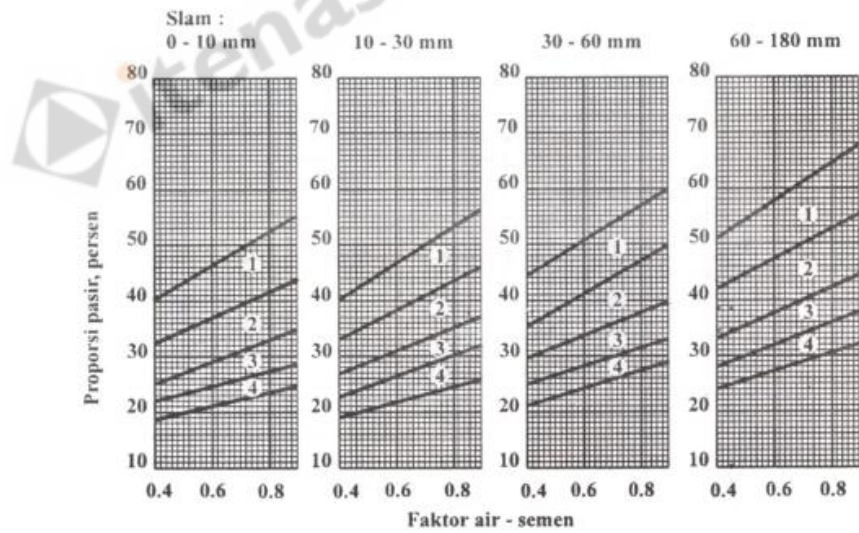
$$W_{semen} = \frac{W_{air}}{fas}$$

- (k) menentukan presentase agregat halus dan kasar berdasarkan ukuran maksimum agregat, nilai slump, faktor air semen, dan daerah gradasi agregat, untuk menghitung persentase agregat halus dapat digunakan **Gambar 2.2** sampai **Gambar 2.4**;



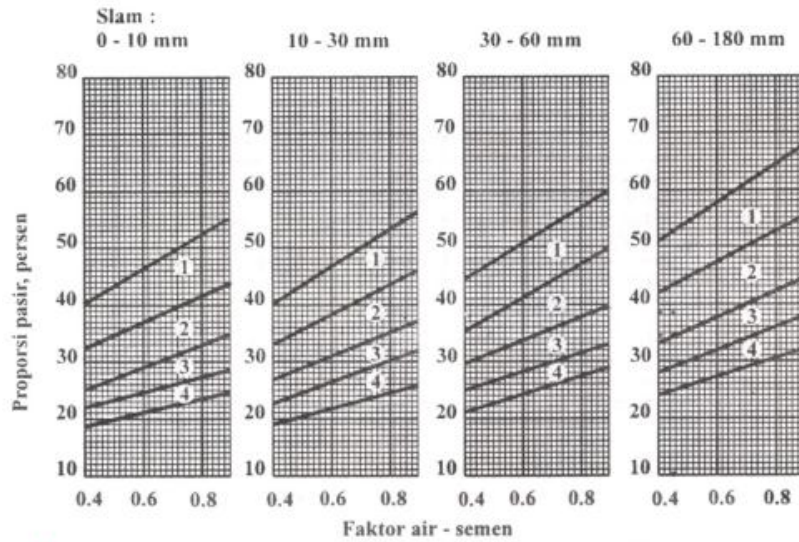
Gambar 2. 2 Persen pasir terhadap kadar total agregat yang dianjurkan untuk ukuran butir maksimum 40 mm

(Sumber:SNI 03-2834-1993)



Gambar 2. 3 Persen pasir terhadap kadar total agregat yang dianjurkan untuk ukuran butir maksimum 20 mm

(Sumber:SNI 03-2834-1993)



Gambar 2.4 Persen pasir terhadap kadar total agregat yang dianjurkan untuk ukuran butir maksimum 10 mm

(Sumber: SNI 03-2834-1993)

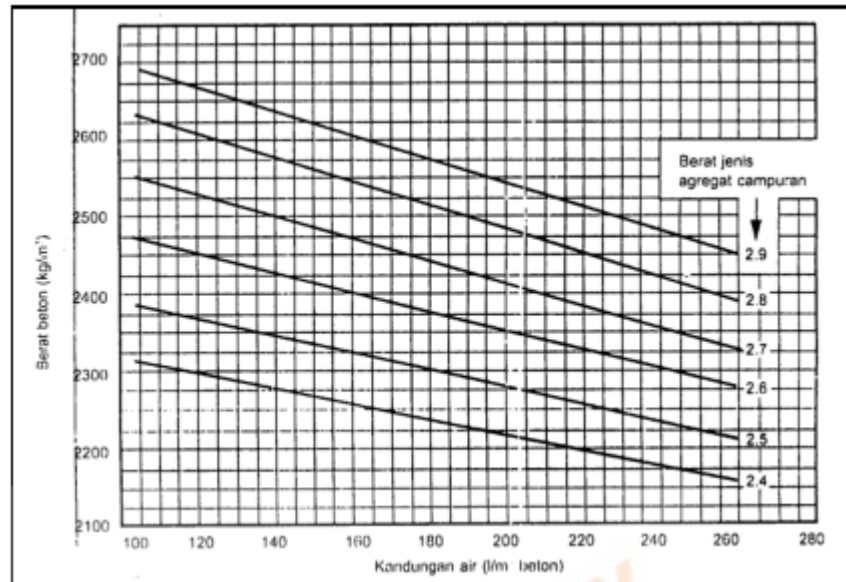
dan untuk agregat kasar dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$\%AK = 100\% - \%AH$$

- (l) menghitung berat jenis SSD agregat gabungan dapat diketahui dari pengujian berat jenis agregat halus dan agregat kasar, kemudian berat jenis agregat gabungan dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$$BJ_{gabungan} = \%AH \times BJ_{Ah} + \%AK \times BJ_{AK}$$

- (m) menentukan berat isi beton dapat dilihat melalui grafik pada **Gambar 2.5** berdasarkan pada nilai kadar air bebas dan berat jenis SSD agregat gabungan;



Gambar 2. 5 Perkiraan berat isi beton basah yang telah selesai dipadatkan

(Sumber: SNI 03-2834-1993)

- (n) menghitung proporsi agregat halus dan agregat kasar dapat dicari dengan Persamaan 7 dan Persamaan 8;

$$W_{AH} = (W_{isi\ beton\ basah} - W_{semen} - W_{air}) \times \%AH$$

$$W_{AK} = (W_{isi\ beton\ basah} - W_{semen} - W_{air}) \times \%AK$$

2.2 Gradasi Agregat Pada Perancangan Campuran Beton Cara SNI

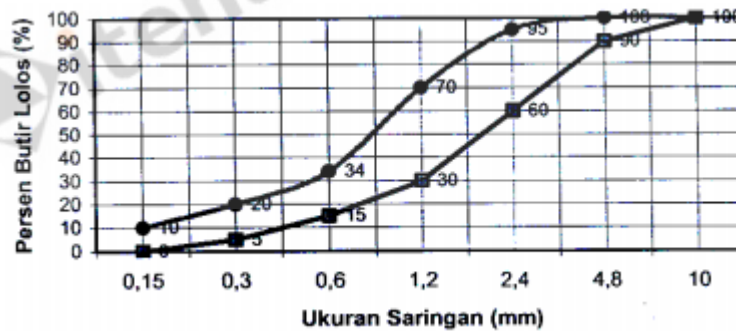
Agregat untuk beton adalah butiran mineral keras yang bentuknya mendekati bulat dengan ukuran butiran antara 0,063 mm — 150 mm didalam beton. Fungsi agregat mengisi sebagian besar volume beton, yaitu antara 50% sampai 80% sehingga sifat – sifat dan mutu agregat sangat berpengaruh terhadap sifat – sifat dan mutu beton.

Gradasi agregat merupakan pengelompokan agregat dengan ukuran yang berbeda sebagai presentase dari total agregat atau presentase kumulatif butiran yang lebih kecil atau lebih besar dari masing masing seri bukaan saringan. Untuk gradasi agregat halus menurut SNI 03-2834-1993 dibagi menjadi empat zona gradasi yang

dapat di lihat pada **Gambar 2.6** sampai **Gambar 2.9** dan untuk gregat kasar dibagi menjadi tiga jenis dapat dilihat pada **Gambar 2.10** sampai **Gambar 2.12**.

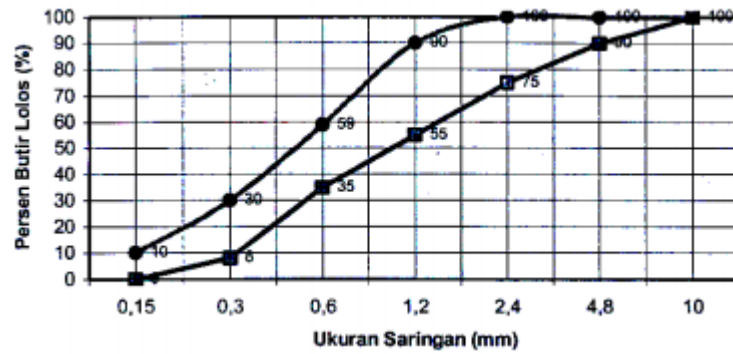
Gradasi agregat secara umum dibedakan menjadi tiga jenis yaitu:

- (a) agregat bergradasi menerus, didefinisikan jika agregat yang semua butirnya ada dan terdistribusi dengan baik. Gradasi ini sering dipakai dalam campuran beton untuk mendapatkan volume pori yang kecil dan kemampuan yang tinggi sehingga didapatkan (interlocking) yang baik pada campuran beton;
- (b) agregat bergradasi seragam, merupakan gradasi agregat dengan ukuran butir yang hamper sama;
- (c) agregat bergradasi senjang, merupakan gradasi agregat dimana ukuran agregat tidak lengkap atau ada fraksi agregat yang jumlahnya sangat sedikit.



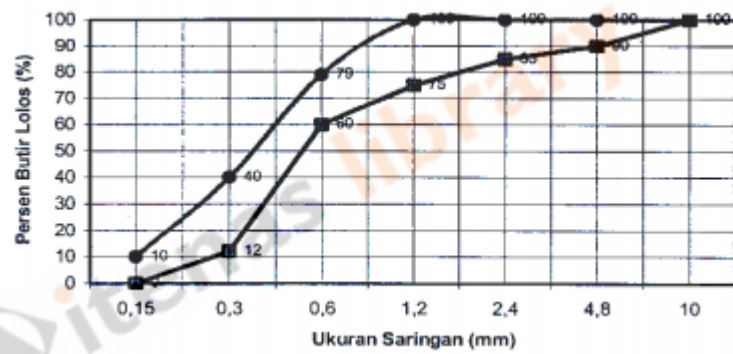
Gambar 2. 6 Kurva gradasi agregat halus tipe 1

(Sumber:SNI 03-2834-1993)



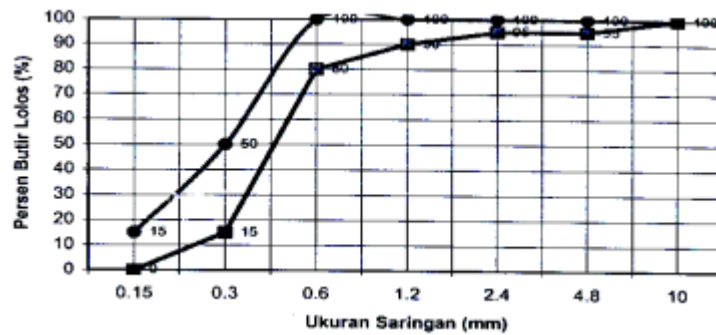
Gambar 2. 7 Kurva gradasi agregat halus tipe 2

(Sumber:SNI 03-2834-1993)



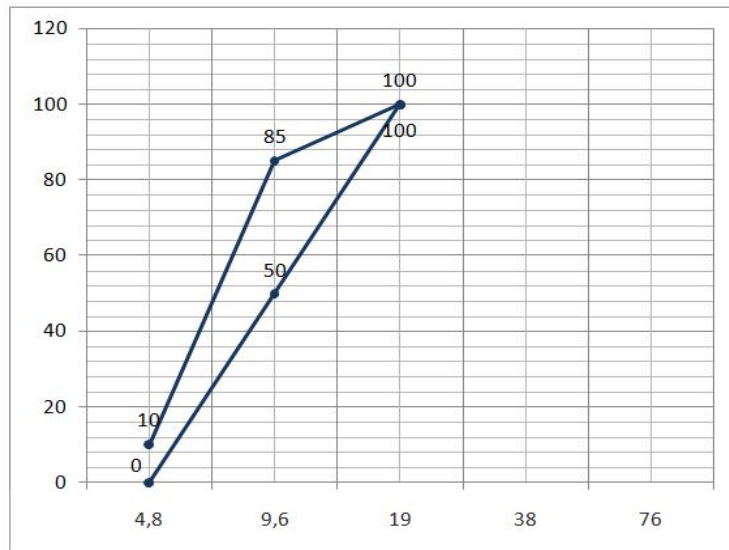
Gambar 2. 8 Kurva gradasi agregat halus tipe 3

(Sumber:SNI 03-2834-1993)



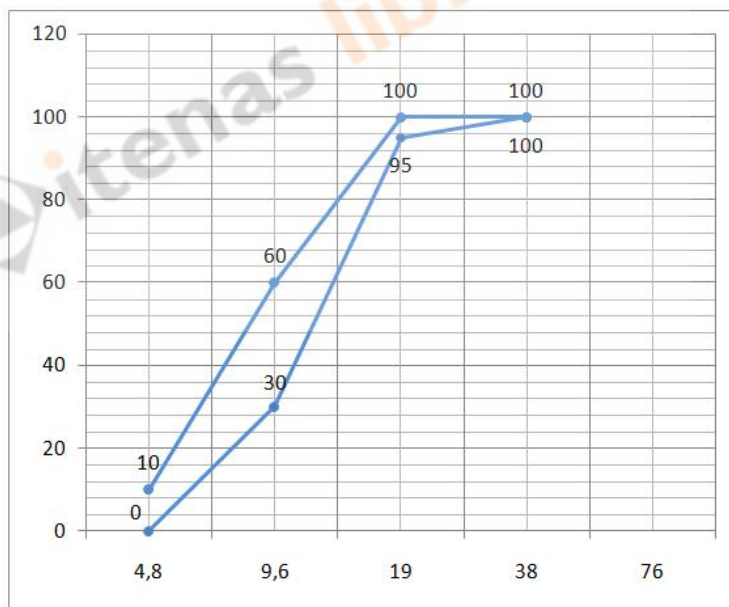
Gambar 2. 9 Kurva gradasi agregat halus tipe 4

(Sumber:SNI 03-2834-1993)



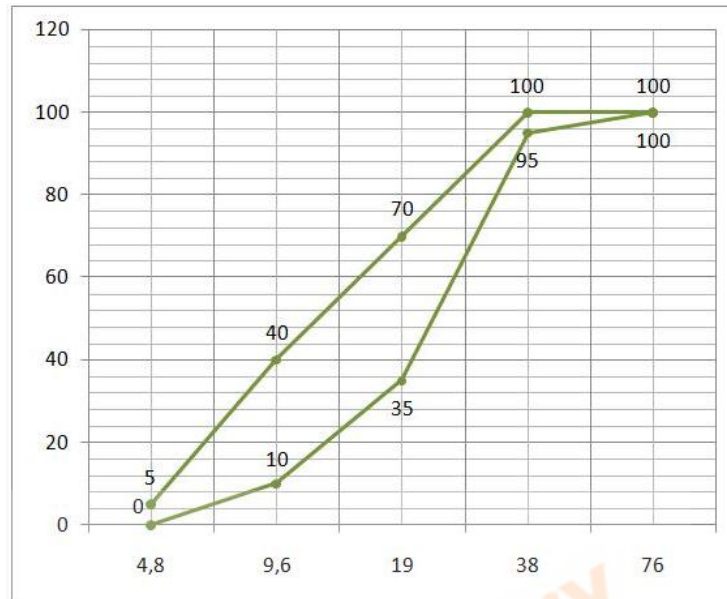
Gambar 2. 10 Kurva gradasi agregat kasar ukuran butir maksimum 10 mm

(Sumber:SNI 03-2834-1993)



Gambar 2. 11 Kurva gradasi agregat kasar ukuran butir maksimum 20 mm

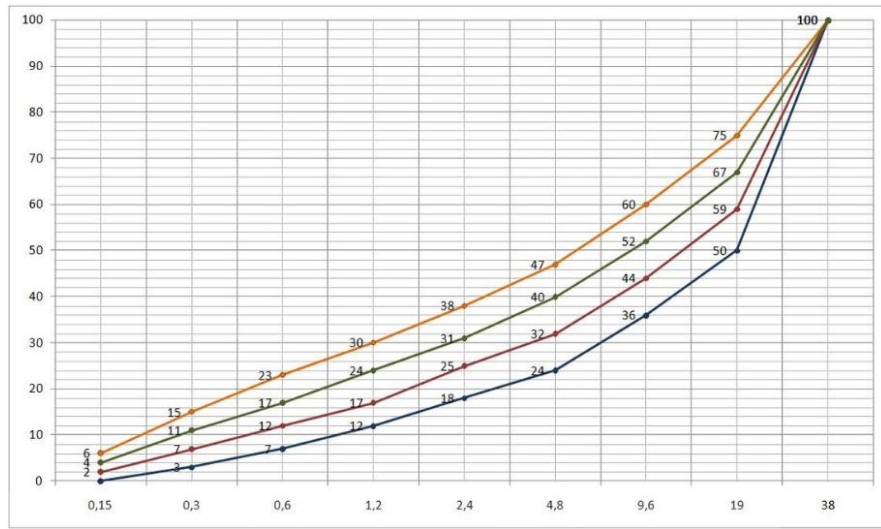
(Sumber:SNI 03-2834-1993)



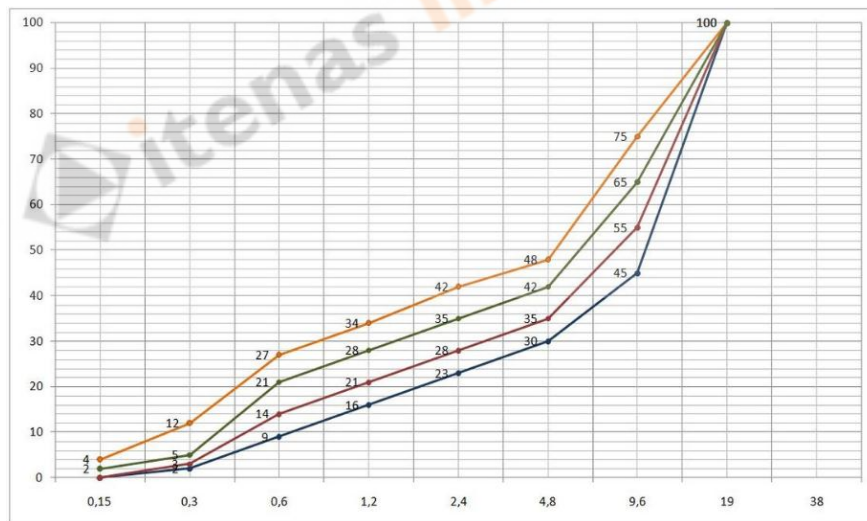
Gambar 2. 12 Kurva gradasi agregat kasar ukuran butir maksimum 40 mm

(Sumber: SNI 03-2834-1993)

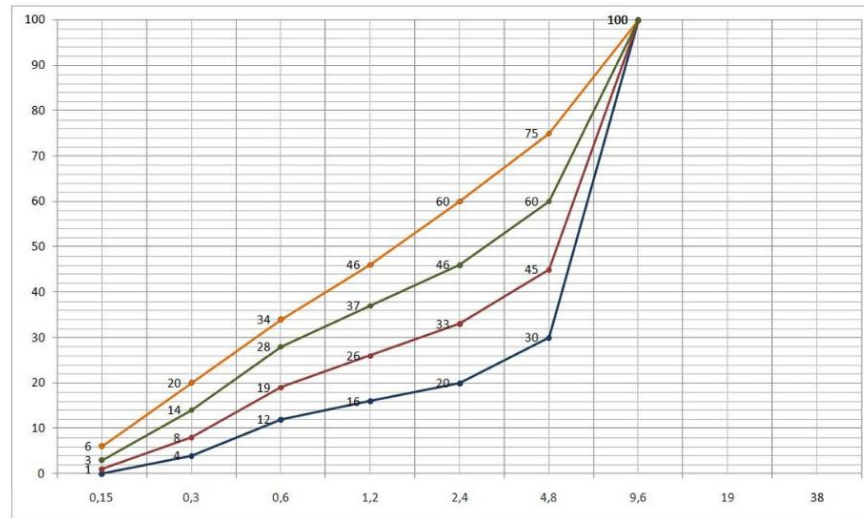
Gradasi agregat akan mempengaruhi luas permukaan agregat yang sekaligus mempengaruhi jumlah pasta semen lebih sedikit karena jumlah permukaan kecil. Apabila ditinjau dari volume pori antar agregat maka butir yang bervariasi akan mengakibatkan volume pori lebih kecil dengan kata lain kemampatan akan menjadi lebih tinggi. Maka dari itu agar didapatkan gradasi agregat yang baik antara agregat halus dan agregat kasar dilakukan penggabungan gradasi agregat. Gradasi agregat gabungan menurut SNI 03-2834-2000 pada perancangan campuran beton dapat dilihat pada grafik **Gambar 2.13**, **Gambar 2.14**, dan **Gambar 2.15**.



Gambar 2. 13 Kurva gradasi agregat gabungan ukuran butir maksimum 40 mm
(Sumber:SNI 03-2834-1993)



Gambar 2. 14 Kurva gradasi agregat gabungan ukuran butir maksimum 20 mm
(Sumber:SNI 03-2834-1993)



Gambar 2. 15 Kurva gradasi agregat gabungan ukuran butir maksimum 10 mm

(Sumber:SNI 03-2834-1993)

2.3 Pengembangan Mengenai Pengabaian gradasi Agregat Pada Perancangan Campuran Beton Cara SNI

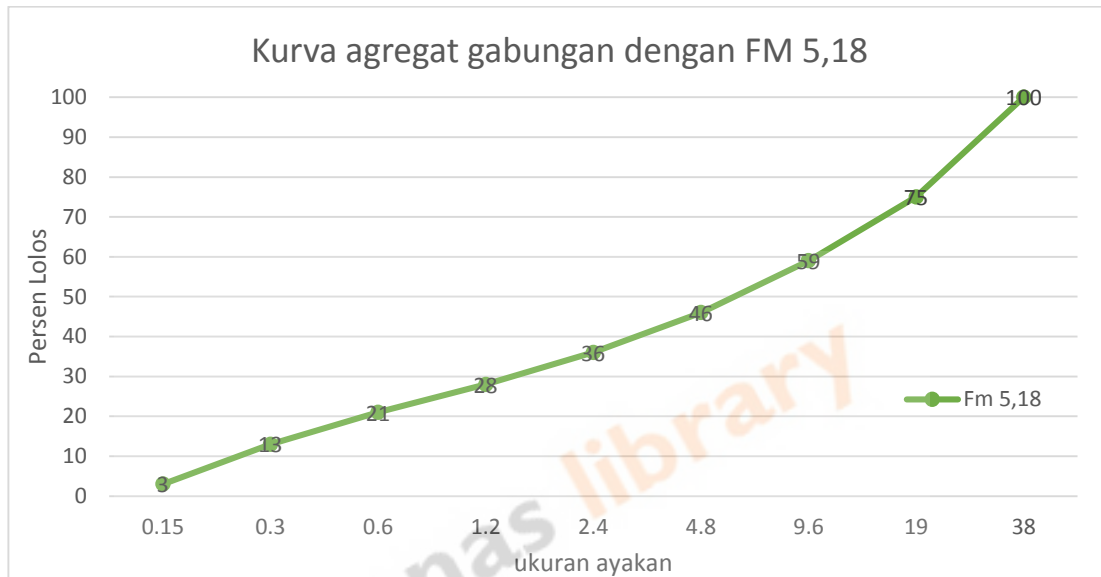
Jika modulus kehalusan agregat gabungan yang terdapat pada SNI diuraikan batasannya maka didapatkan hasil yang bisa dilihat pada **Tabel 2.4**.

Tabel 2. 5 Batasan modulus kehalusan agregat gabungan

Butir maksimum agregat gabungan (mm)	Modulus Kehalusan (MHB)	
	Batas bawah grafik gradasi agregat gabungan	Batas atas grafik gradasi agregat gabungan
40	6.5	5.07
20	5.75	4.6
10	5.18	3.59

Pada **Tabel 2.4** dapat dilihat bahwa semakin besar nilai butir maksimum agregat gabungan maka semakin besar pula nilai modulus kehalusan agregat gabungannya. Berdasarkan batasan modulus kehalusan agregat gabungan pada **Tabel 2.4** dapat

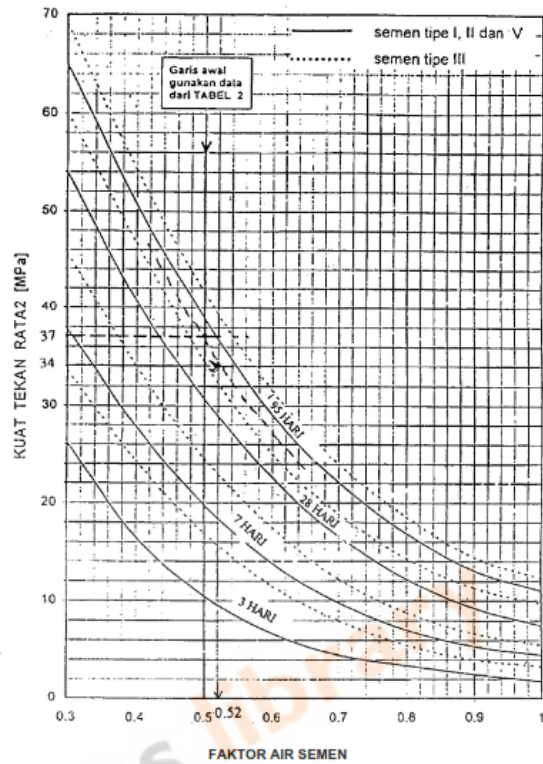
disimpulkan bahwa nilai modulus kehalusan agregat gabungan sebesar 5,18 dapat digunakan untuk semua ukuran butir maksimum agregat, maka dapat diduga nilai modulus kehalusan agregat gabungan sebesar 5,18 tidak terpengaruh dengan adanya gradasi.



Gambar 2. 16 Grafik gradasi agregat gabungan untuk campuran bebas gradasi

Dengan demikian dapat diduga perancangan campuran beton cara SNI yang bebas gradasi agregat dapat dilakukan dengan langkah langkah sebagai berikut:

- (a) menetapkan kuat tekan beton target (f'_{cr}) pada umur 28 hari;
- (b) merencanakan nilai faktor air semen berdasarkan **Gambar 2.17** yang merupakan duplikasi dari **Gambar 2.1**;



Gambar 2. 17 Hubungan kuat tekan dan faktor air semen (Benda uji berbentuk silinder diameter 150 mm dan tinggi 300 mm)

(Sumber: SNI 03-2834-1993)

- (c) mendapatkan nilai kadar air bebas dengan *slump* yang direncanakan berdasarkan **Tabel 2.5** yang merupakan duplikasi dari **Tabel 2.3**;

Tabel 2. 6 Perkiraan kadar air bebas (Kg/m^3) yang dibutuhkan untuk beberapa tingkatan kemudahan pengerjaan adukan beton

Slump (mm)		0-10	10-30	30-60	60-100
Ukuran besar butir agregat maksimum	jenis agregat
10	Batu tak Dipecah	150	180	205	225
	Batu pecah	180	205	230	250
20	Batu tak Dipecah	135	160	180	195
	Batu pecah	170	190	210	225
40	Batu tak Dipecah	115	140	160	175
	Batu pecah	155	175	190	205

(Sumber: SNI 03-2834-2000)

kadar air bebas W dihitung dengan rumus SNI yaitu:

$$W = \frac{2}{3} \times W \text{ agregat halus} + \frac{1}{3} W \text{ agregat kasar}$$

(d) menghitung jumlah semen;

(e) menghitung volume agregat gabungan dari:

$$1\text{m}^3 = \text{volume semen} + \text{volume air} + \text{volume agregat gabungan} + \text{volume udara} (= \pm 0,02)$$

$$\text{volume agregat gabungan} = 1 - \text{volume semen} - \text{volume air} - 0,02$$

$$\text{volume semen} = \frac{\text{berat semen}}{\text{berat jenis semen}}$$

(f) menentukan persen pasir berdasarkan modulus kehalusan agregat gabungan sebesar 5,18;

(g) menghitung berat jenis agregat gabungan:

$$BJ \text{ agregat gabungan} = \% \text{ pasir} \times BJ \text{ pasir} + \% \text{ agregat kasar} \times BJ \text{ agregat kasar}$$

(h) menghitung berat agregat gabungan;

$$\text{berat agregat gabungan} = \text{volume agregat gabungan} \times \\ \text{BJ agregat gabungan}$$

(i) menghitung berat pasir dan agregat kasar:

$$\text{berat pasir} = \% \text{ pasir} \times \text{berat agregat gabungan}$$

$$\text{berat agregat kasar} = \% \text{ agregat kasar} \\ \times \text{berat agregat gabungan}$$

