

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Perancangan Campuran Beton Cara SNI

Salah satu acuan bagi para perencana dalam menentukan komposisi campuran beton adalah dengan menggunakan cara SNI. Dalam SNI 03-2834-2000 menjelaskan tentang persyaratan teknis dan tata cara perancangan proporsi campuran beton untuk menghasilkan mutu beton sesuai dengan yang direncanakan.

Untuk menghitung kuat tekan rata-rata yang direncanakan dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$$f_{cr} = f'c + 1.64 S_r \dots \dots \dots (2.1)$$

dimana :

$f_{cr}$  = kuat tekan beton rata-rata yang ditargetkan pada umur 28 hari (MPa);

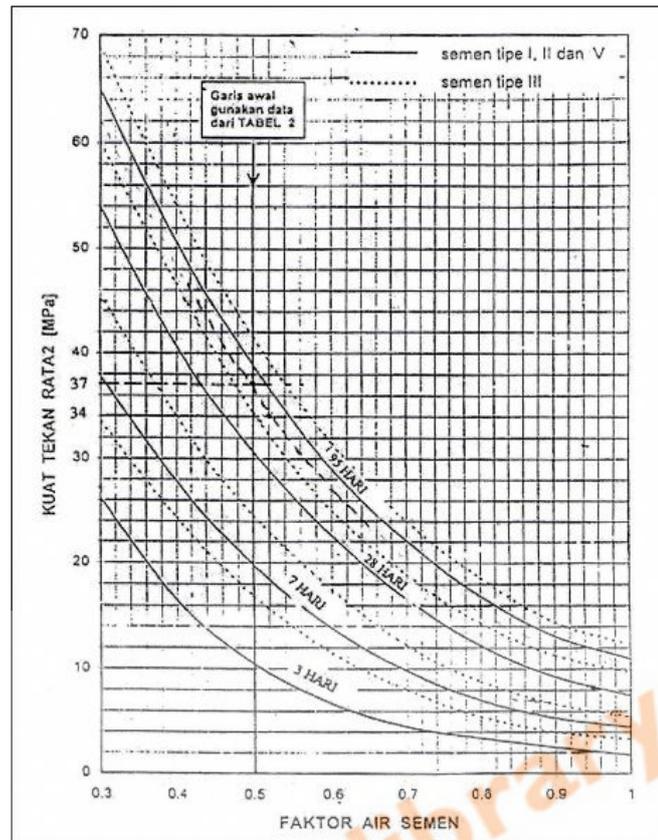
$f'c$  = kuat tekan beton yang direncanakan pada umur 28 hari (MPa);

$S_r$  = deviasi standar rencana (MPa) =  $\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$  ;

$x_i$  = indeks kuat tekan beton masing-masing benda uji;

$\bar{x}$  = kuat tekan beton rata-rata =  $\frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$

Untuk mencapai kuat tekan rata-rata yang direncanakan, dibutuhkan faktor air-semen yang didasarkan pada hubungan kuat tekan dan faktor air-semen yang dapat dilihat pada Gambar 2.1.



Sumber : SNI 03-284-2000

**Gambar 2.1** Hubungan antara kuat tekan beton dan faktor air-semen

Untuk mencapai kelecakan yang ditargetkan, jumlah air yang dibutuhkan dalam perancangan campuran beton dapat menggunakan Tabel 2.1.

**Tabel 2.1** Perkiraan Kebutuhan Air ( $\text{Kg/m}^3$ ) dengan kondisi agregat jenuh kering permukaan untuk beberapa tingkat kelecakan beton.

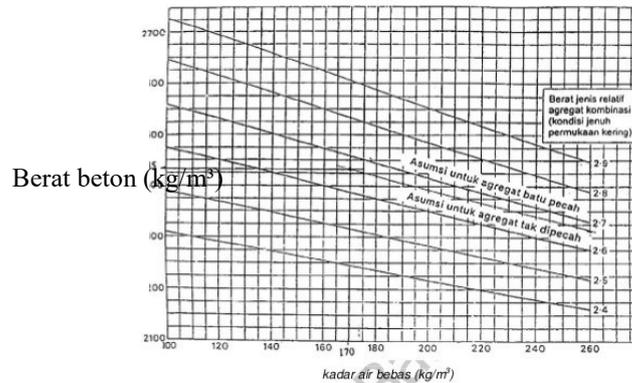
Ukuran besar butir agregat maksimum (mm)	Jenis Agregat	Kebutuhan Air ( $\text{Kg/m}^3$ )			
		Slump (mm)			
		0-10	10-30	30-60	60-180
10	Batu tak dipecahkan	150	180	205	225
	Batu pecah	180	205	230	250
20	Batu tak dipecahkan	135	160	180	195
	Batu pecah	170	190	210	225
40	Batu tak dipecahkan	115	140	160	175
	Batu pecah	155	175	190	205

Sumber : SNI 03-284-2000

Catatan : Koreksi suhu udara :

Untuk suhu diatas  $25^\circ\text{C}$ , setiap kenaikan  $5^\circ\text{C}$  harus ditambah air 5 liter per  $\text{m}^2$  adukan beton.

Total berat agregat gabungan yang dibutuhkan dapat dihitung dengan menggunakan grafik pada Gambar 2.2.



Sumber : SNI 03-2834-2000

**Gambar 2.2** Perkiraan berat isi beton

Jumlah agregat gabungan juga dapat dihitung menggunakan persamaan volume absolut 1 m<sup>3</sup> beton yaitu :

$$V_c + V_{CA} + V_{FA} + V_W + V_A = 1 \text{ m}^3 \dots \dots \dots (2.2)$$

dimana :

$V_c$  = volume absolut semen dalam 1 m<sup>3</sup> beton;

$V_{CA}$  = volume absolut agregat kasar dalam 1 m<sup>3</sup> beton;

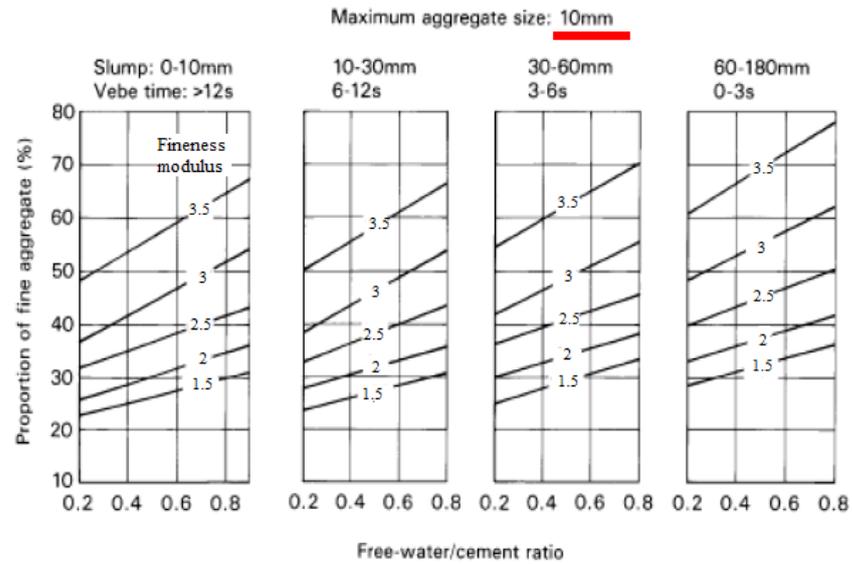
$V_{FA}$  = volume absolut agregat halus dalam 1 m<sup>3</sup> beton;

$V_W$  = volume absolut air dalam 1 m<sup>3</sup> beton;

$V_A$  = volume udara dalam 1 m<sup>3</sup> beton.

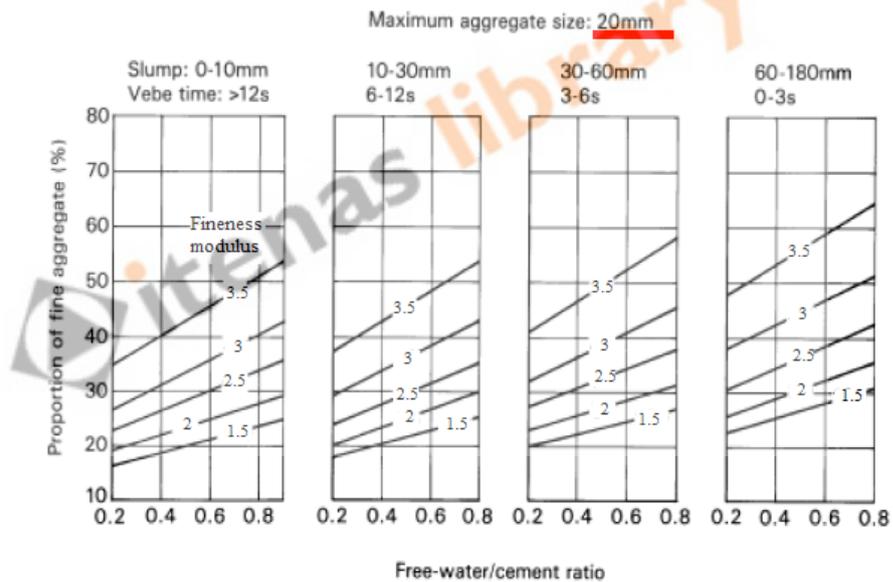
Penentuan proporsi pasir dalam agregat campuran dapat dihitung menggunakan grafik pada Gambar 2.3, Gambar 2.4, dan Gambar 2.5.

Penentuan persentase pasir dengan cara SNI ditentukan oleh ukuran butir agregat maksimum, nilai *slump*, modulus kehalusan (FM), dan faktor air-semen dengan menggunakan grafik pada Gambar 2.3, atau Gambar 2.4, atau Gambar 2.5.



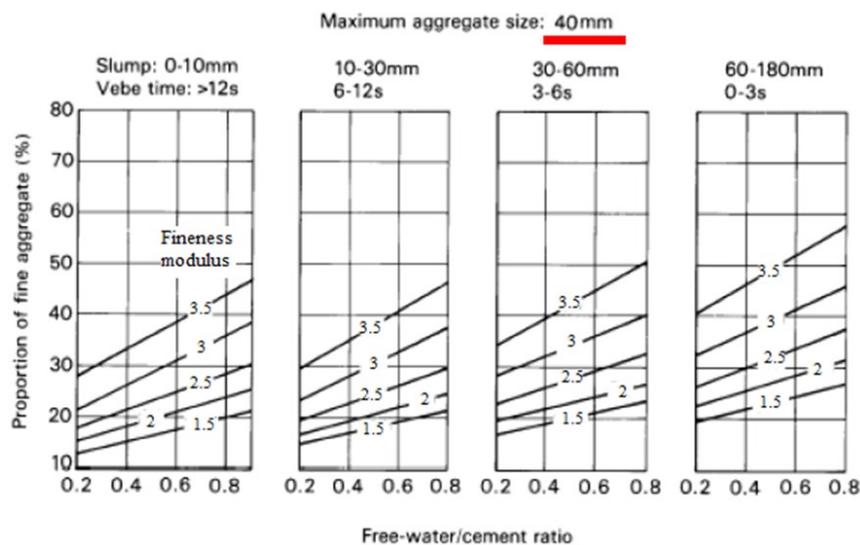
Sumber : SNI 03-2834-2000

**Gambar 2.3** Persen pasir terhadap kadar total agregat dengan ukuran maksimum agregat 10 mm



Sumber : SNI 03-2834-2000

**Gambar 2.4** Persen pasir terhadap kadar total agregat dengan ukuran maksimum agregat 20 mm



Sumber : SNI 03-2834-2000

**Gambar 2.5** Persen pasir terhadap kadar total agregat dengan ukuran maksimum agregat 40 mm

## 2.2 Perancangan Campuran Beton Cara Dreux Gorrise

Pada tahun 1979, metode Dreux Gorrise dikembangkan di Perancis berdasarkan pada teori Bolomey dalam merumuskan kuat tekan beton.

Perumusan rancangan campuran beton dapat menggunakan persamaan berikut:

$$f_c = G \cdot f_{pc} \cdot \left( \frac{c}{w} - 0.5 \right) \dots \dots \dots (2.3)$$

dimana :

- $f_c$  = kuat tekan beton silinder pada umur beton 28 hari (MPa);
- $f_{pc}$  = kuat tekan mortar semen pada umur 28 hari (MPa);
- $G$  = faktor granular (0,35 – 0,65);
- $c/w$  = faktor air-semen.

Nilai faktor granular ( $G$ ) dapat dihitung menggunakan persamaan dari Thesia (2003):

$$G = k \times V_{pasir} \dots \dots \dots (2.4)$$

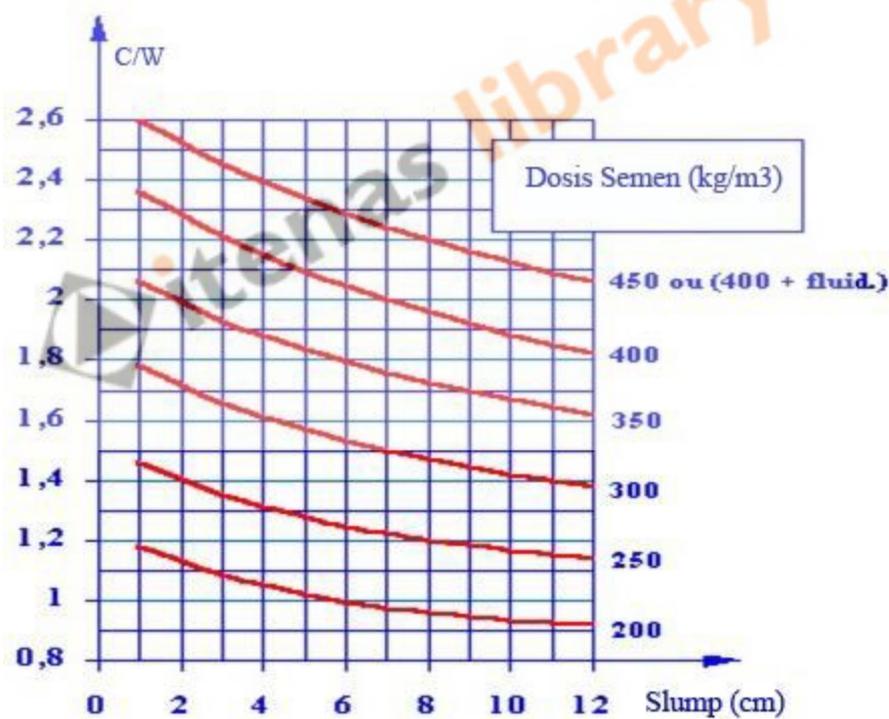
dimana :

- $k$  = nilai konstanta yang dapat dilihat pada Tabel 2.4;
- $V_{pasir}$  = volume pasir yang digunakan dalam 1 m<sup>3</sup> beton

**Tabel 2.2** Nilai k untuk  $0,4 \leq G \leq 0,6$

No.	Vpasir/Vtotal Agregat	k
1	$\leq 0,26$	3
2	0,26 - 0,29	2
3	0,29 - 0,39	1,8
4	0,39 - 0,43	1,5
5	0,43 - 0,49	1,8
6	$\geq 0,50$	1,5

Hubungan antara faktor air-semen dengan nilai *slump* dan kadar semen untuk agregat halus dengan ukuran maksimum 20 mm dapat dilihat pada Gambar 2.6. Jika penggunaan agregat kasar menggunakan batu pecah dengan ukuran yang sama maka nilai *slump* akan berkurang sebesar 2 cm.



**Gambar 2.6** Hubungan *c/w* dengan nilai *slump* dan kadar semen

### 2.3 Kajian Pengaruh Kadar Agregat Halus Dalam Agregat Gabungan Terhadap Kekuatan dan Keleccakan Beton

Secara teoritis penentuan proporsi pasir cara SNI yang ditentukan menggunakan Gambar 2.3, Gambar 2.4, dan Gambar 2.5 tidak mempengaruhi kekuatan pada beton, karena kekuatan pada beton hanya dipengaruhi oleh faktor air-semen. Kadar agregat halus dalam agregat gabungan pada cara SNI hanya ditujukan untuk mencapai keleccakan yang direncanakan.

Proposi pasir dari total agregat gabungan (agregat kasar dan agregat halus) untuk mencapai keleccakan yang direncanakan bergantung dari nilai faktor air-semen, ukuran maksimum agregat, keleccakan (*slump*), dan modulus kehalusan pasir yang digunakan. Untuk suatu keleccakan yang direncanakan, ukuran maksimum agregat yang digunakan, dan faktor air-semen yang dibutuhkan, semakin besar modulus kehalusan pasir semakin besar kandungan pasir dalam agregat gabungan. Hal ini berarti semakin besar modulus kehalusan pasir akan menyebabkan volume pasir yang dibutuhkan bertambah besar pula. Peningkatan volume pasir ini tidak menyebabkan peningkatan kuat tekan beton karena kuat tekan beton hanya ditentukan oleh faktor air-semen pada perancangan campuran beton cara SNI. Peningkatan volume pasir seiring dengan peningkatan modulus kehalusannya dapat dilihat pada Tabel 2.3.

**Tabel 2.3** Komposisi Campuran Beton dengan Faktor air-semen 0,5 dengan *slump* rencana 120 mm, ukuran maksimum agregat 20 mm, berat jenis pasir 2,5 t/m<sup>3</sup>, dan berat jenis batu pecah 2,65 t/m<sup>3</sup> dengan Cara SNI

Campuran	Modulus Kehalusan Pasir	Air (Kg)	Semen (Kg)	% Pasir	Volume Pasir (m <sup>3</sup> )	Volume Batu Pecah (m <sup>3</sup> )
1	1,5	205	410	26	0,171	0,169
2	2,0	205	410	32	0,215	0,431
3	2,5	205	410	38	0,254	0,391
4	3,0	205	410	46,5	0,310	0,336
5	3,5	205	410	53	0,351	0,294

**Tabel 2.4** Prediksi Kuat Tekan Beton Pada Umur 28 Hari

Campuran	Cara SNI (MPa)	Cara Dreux Gorisse (MPa)
1	37	32.253
2	37	23.594
3	37	28.764
4	37	34.593
5	37	33.069

Pada Tabel 2.4 terlihat bahwa kuat tekan beton yang dirancang dengan cara SNI berdekatan dengan prediksi kuat tekan beton menggunakan cara Dreux Gorisse hanya terjadi pada campuran 4 yaitu untuk pasir dengan modulus kehalusan 3,0. Berdasarkan prediksi kuat tekan beton yang diperlihatkan pada Tabel 2.4 maka perlu diajukan suatu modifikasi cara penentuan jumlah pasir pada cara SNI sedemikian rupa sehingga kuat tekan beton yang dihasilkan berdekatan dengan kuat tekan beton menurut cara Dreux Gorisse.

Modifikasi penentuan pasir dilakukan dengan cara memperbesar persen volume pasir dalam agregat gabungan dari persen pasir yang terdapat pada Gambar 2.3, Gambar 2.4, dan Gambar 2.5. Modifikasi ini didasarkan pada perhitungan modifikasi persen pasir yang terdapat pada Tabel 2.5, Tabel 2.6, Tabel 2.7, dan Tabel 2.8.

**Tabel 2.5** Modifikasi persen pasir dengan ukuran maksimum agregat 10 mm dan nilai *slump* 60–180 mm

Campuran	Cara SNI (MPa)	Cara Dreux Gorisse (MPa)	% Pasir (SNI)	Modifikasi % pasir
1	37	21.550	30.882	53.023
2	37	27.040	38.820	53.119
3	37	33.587	48.325	53.235
4	37	33.392	57.777	64.021
5	37	38.132	66.105	64.143

**Tabel 2.6** Modifikasi persen pasir dengan ukuran maksimum agregat 10 mm dan nilai *slump* 30-60 mm

Campuran	Cara SNI (MPa)	Cara Dreux Gorisse (MPa)	% Pasir (SNI)	Modifikasi % pasir
1	37	20.789	28.232	50.247
2	37	25.946	35.292	50.328
3	37	31.941	43.528	50.422
4	37	31.239	51.176	60.613
5	37	36.196	59.408	60.727

**Tabel 2.7** Modifikasi persen pasir dengan ukuran maksimum agregat 20 mm dan nilai *slump* 60-180 mm

Campuran	Cara SNI (MPa)	Cara Dreux Gorisse (MPa)	% Pasir (SNI)	Modifikasi % pasir
1	37	32.253	25.710	29.494
2	37	23.594	31.387	49.220
3	37	28.764	38.325	49.298
4	37	34.593	46.174	49.387
5	37	33.069	53.052	59.358

**Tabel 2.8** Modifikasi persen pasir dengan ukuran maksimum agregat 20 mm dan nilai *slump* 30-60 mm

Campuran	Cara SNI (MPa)	Cara Dreux Gorisse (MPa)	% Pasir (SNI)	Modifikasi % pasir
1	37	28.960	22.222	28.391
2	37	21.692	27.777	47.378
3	37	26.733	34.282	47.448
4	37	31.793	40.832	47.519
5	37	30.239	46.666	57.100