

## **BAB III**

### **LANDASAN TEORI**

#### **3.1. Tinjauan Umum**

Beton sangat banyak dipakai secara luas sebagai bahan bangunan. Bahan yang terkandung di dalam beton tersebut merupakan campuran yang terdiri dari semen, air dan agregat. Di dalam campuran tersebut bisa juga ditambahkan bahan tambah yang bervariasi mulai dari bahan kimia tambahan, serat sampai bahan buangan non-kimia dengan perbandingan tertentu. Campuran tersebut bilamana dituang dalam cetakan kemudian dibiarkan, maka akan mengeras seperti batuan. Pengerasan itu terjadi karena peristiwa reaksi kimia antara air dan semen yang berlangsung selama waktu yang panjang, dan akibatnya campuran itu selalu bertambah keras setara dengan umurnya.

Beton yang sudah keras dapat dianggap sebagai batu tiruan dengan rongga-rongga antara butiran yang besar ( agregat kasar, kerikil atau batu pecah ) diisi oleh butiran yang lebih kecil ( agregat halus, pasir ), dan pori-pori antara agregat halus ini diisi oleh semen dan air ( pasta semen ).

Kekuatan, keawetan dan sifat beton yang lain tergantung pada sifat-sifat bahan-bahan dasar tersebut di atas, nilai perbandingan bahan-bahannya, cara pengadukan maupun cara pengerjaan selama penuangan adukan beton, cara pemadatan dan cara perawatan selama proses pengerasan.

Kemajuan pengetahuan tentang, teknologi beton telah dapat memenuhi berbagai tuntutan tertentu, misalnya pemakaian bahan lokal yang dapat diperoleh di suatu daerah tertentu dengan mengubah perbandingan bahan dasar yang sesuai, maupun cara pengerjaan yang cocok dengan kemampuan pekerja. Salah satu cara untuk mendesain campuran beton yang memenuhi kriteria tersebut adalah dengan menggunakan desain campuran beton metode Dreux.

### 3.2. Desain Campuran Beton Metode Dreux

#### 3.2.1. Perencanaan komposisi campuran beton

Langkah-langkah perencanaan komposisi campuran beton berdasarkan metode Dreux adalah sebagai berikut :

1. menentukan kuat tekan rencana berdasarkan kuat tekan rata-rata,

$$f'_{28} = G \cdot \sigma'_c \cdot (C/E \pm 0,5) \quad (1)$$

dimana :

$f'_{28}$  = Kekuatan tekan rata-rata pada umur beton 28 hari, berdasarkan benda uji silinder.

$G$  = Faktor kekompakan butiran (faktor granulair), yaitu angka yang menunjukkan bagian volume yang diisi oleh butiran kasar. Angka ini berkisar antara 0,35 – 0,65, tergantung pada kualitas dan diameter maksimum butiran.

$\sigma'_c$  = Kekuatan semen berdasarkan data dari pabrik semen yang dipakai atau juga informasi dari Lembaga Penelitian Bahan.

$C$  = Berat semen / m<sup>3</sup> beton.

$E$  = Berat air / m<sup>3</sup> beton.

Untuk mengetahui faktor kekompakan butiran ( faktor granulair ) dapat dilihat pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1. Faktor kekompakan butiran (faktor granulair)  
( Tjokrodimulyo, 1995 )

Kualitas butiran	Ukuran diameter butiran		
	Kecil ( $D \leq 16\text{mm}$ )	Sedang ( $25 \leq D \leq 40\text{mm}$ )	Besar ( $D \geq 63\text{mm}$ )
Baik	0,55	0,60	0,65
Cukup	0,45	0,50	0,55
Buruk	0,35	0,40	0,45

$f'_{28}$  di dalam rumus di atas merupakan kekuatan tekan rata-rata, sedangkan yang direncanakan adalah kekuatan beton karakteristik (  $f'_{bk}$  ). Hal ini tidak menjadi masalah, karena ada korelasi antara  $f'_{28}$  dan  $f'_{bk}$  sebagai berikut :

$$f'_{bk} = f'_{28} - 1,64 \cdot S_d \quad (2)$$

dimana :

$S_d$  = deviasi standar.

$f'_{28}$  = kuat tekan rata-rata pada umur 28 hari berdasarkan benda uji silinder.

$f'_{bk}$  = kuat tekan beton karakteristik.

2. menentukan jumlah ( dosis ) semen dan ai ;

Di dalam persamaan (1) harga-harga yang ditetapkan lebih dahulu adalah :

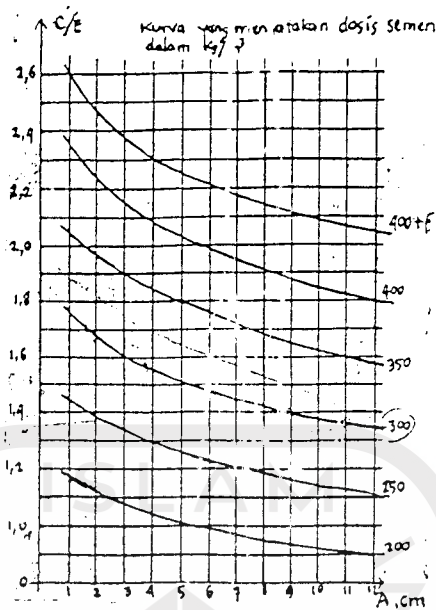
- a. kekuatan tekan rata-rata  $f'_{28}$  yang ditetapkan berdasarkan  $f'_{bk}$  yang direncanakan,
- b. koefisien granulair dari butiran  $C$ , untuk yang umum harga  $G$  ini dapat diambil sama dengan 0,5,

- c. kekuatan semen  $\sigma'_c$ , dalam hal ini dipakai semen Nusantara kekuatan semennya  $\sigma'_c = 500 \text{ kg / cm}^2$  .

Berdasarkan harga-harga yang ditetapkan lebih dahulu di atas, maka persamaan (1) akan menghasilkan harga  $C + E$ , akan tetapi baik  $C$  maupun  $E$  belum diketahui harganya masing-masing. Untuk menentukan harga  $C$ , maka dipakai grafik pada Gambar 3.1, yang menyatakan hubungan antara harga  $C$  dan besarnya angka slump untuk setiap jumlah semen tiap  $\text{m}^3$  beton. Harga  $C$  dapat ditetapkan berdasarkan besarnya slump yang diinginkan, yang menunjukkan kemudahan pengerjaan (workability) dari beton yang kita rencanakan. Meskipun demikian perlu diingat, bahwa semen merupakan komponen yang paling mahal dalam campuran, karena itu jika dikedendaki beton dengan kekuatan tinggi dengan jumlah semen yang ekonomis (tidak kurang dari harga minimum), maka slumpnya harus diambil sekecil mungkin selagi masih dapat dikerjakan (workable). Jika adukan beton akan diperlembakan (supaya lebih workable) dengan mempertahankan agar kekuatannya tetap, maka dapat ditempuh dua jalan, mana yang lebih ekonomis :

- dengan menambah air, tetapi juga harus menambah jumlah semen agar harga  $C + E$  tetap atau,
- dengan tidak menambah air, tetapi dengan menambah admixture (retarder).

Perlu diketahui bahwa grafik pada Gambar 3.1. tersebut berlaku untuk bahan butiran alam (pasir dan kerikil sungai), jika bahan butiran yang dipakai merupakan batu pecah, maka harga slumpnya harus dikurangi kira – kira 2 cm.



Gambar 3.1. Grafik hubungan antara jumlah semen,  $C/E$  dan slump (Suhud, 1991)

Dengan ditemukannya kuantitas semen yang akan digunakan, maka kuantitas air juga dapat ditentukan. Jumlah air ini dengan anggapan bahwa bahan butiran dalam keadaan kering udara. Jadi jika bahan butiran sudah mengandung air dengan kadar yang melebihi kering udara harus diperhitungkan. Untuk mengetahui jumlah air yang dibutuhkan, dapat dicari dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\text{Berat air} = \text{berat semen} / (C/E) \quad (3)$$

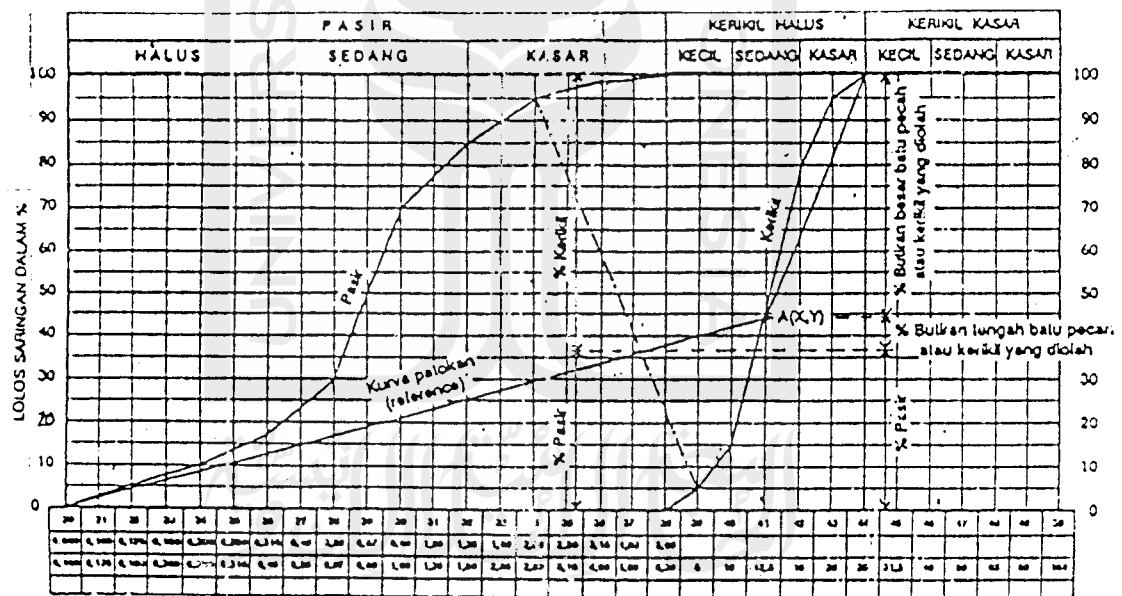
Berat air tersebut di atas harus dikoreksi, besarnya koreksi disesuaikan dengan diameter maksimum agregat kasar yang digunakan. Hubungan koreksi air dan diameter maksimum agregat yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 3.2.

Tabel 3.2. Koreksi kadar air E sebagai fungsi dari D (Suhud, 1991)

D,mm	5	10	16	25	40	63	100
Koreksi E1%	+15	+9	+4	0	-4	-8	-12

3. menentukan perbandingan antara butiran halus ( pasir ) dan butiran kasar (kerikil / batu pecah ),

Setiap ongkongan atau kerikil yang tercapat di lingkungan alam, distribusi butirannya dapat digambarkan sebagai sebuah kurva. Kurva ini dibuat berdasarkan analisa saringan dengan sumbu ordinat merupakan persentase yang lolos saringan dan sumbu absisnya antara 0,1 – 5 mm. Secara umum bentuk kurva distribusi butiran pasir atau kerikil ini ( granulometri ) merupakan garis cembung, seperti terlihat pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2. Analisis granulometri ( saringan ) dari butiran ( Suhud, 1991 )

Jika didapati ukuran saringan yang tidak sama dengan skala absis, maka dapat diambil harga yang berdekatan dengan ukuran saringan tersebut.

Campuran beton yang merupakan gabungan dari pasir dan kerikil yang direncanakan harus mempunyai kurva yang cekung. Untuk keperluan tersebut harus dicari dulu kurva patokan ( reference ) yaitu kurva yang sedapat mungkin harus didekati oleh granulometri gabungan. Kurva gabungan ini merupakan bilinear yang menghubungkan titik 0 % pada diameter 0,100 mm dan titik 100 % pada diameter maksimum (  $D$  ) dengan titik patah (  $A$  ). Cara untuk mendapatkan kurva patokan dimaksud adalah sebagai berikut ini.

a. Menentukan  $X$ ,

$X$  merupakan absis yang dinyatakan dengan besarnya diameter, dengan ketentuan sebagai berikut :

- a. jika diameter maksimum butiran (  $D$  ) = 25 mm, maka  $X$  diambil sama dengan  $\frac{1}{2}D = 12,5$  mm,
- b. jika diameter maksimum butiran (  $D$  ) lebih besar dari 25 mm, maka  $X$  diambil absis antara  $\phi = 5,0$  mm dan  $\phi = D_{\text{maksimum}}$ ,

b. Menentukan  $Y$ ,

$Y$  merupakan ordinat dalam %.

$$Y = 50 - \sqrt{D} + K + K_s \quad (4)$$

$D$  = diameter maksimum butiran.

$K$  = angka koreksi yang tergantung dari jumlah semen /  $m^3$  beton, bentuk butiran dan caranya pemadatan. Harga- harga ini dapat diambil dari Tabel 3.3.

$K_s$  = angka koreksi jika Mhb pasir (  $Mf_s$  )  $\neq 2,5$ .

Jika Mhb pasir (  $Mf_s$  )  $\neq 2,5$  maka  $K_s = 6 Mf_s - 15$ .



Tabel 3.3. Harga -- harga  $K$ ,  $K_s$ ,  $K_p$   
( Suhud, 1991 ).

Pemadatan		Lemah		Normal		Kuat	
Macam butiran		Alam	pecah	Alam	Pecah	alam	pecah
Dosis semen (kg / m <sup>3</sup> )	400+fluid	-2	0	-4	-2	-6	-4
	400	0	+2	-2	0	-4	-2
	350	+2	+4	0	+2	-2	0
	300	+4	+6	+2	+4	0	+2
	250	+6	+8	+4	+6	+2	+4
	200	+8	+10	+6	+8	+4	+6
Koreksi -- $K_s$ : jika $Mf \neq 2,5$ <span style="float: right;"><math>K_s = 6 Mf - 15</math></span> Koreksi -- $K_p$ : untuk beton yang dipompa $K_p = + 5a + 10$							

Selanjutnya cara menentukan kurva patokan ( reference ) di atas dipakai untuk menentukan perbandingan persentase butiran halus dan butiran kasar yang terdiri dari :

- gabungan pasir alam dengan kerikil alam yang tidak diolah, besarnya persentase untuk masing-masing dapat diperoleh dengan menarik garis lurus yang menghubungkan titik 95 % pada kurva pasir dan titik 5 % pada kurva kerikil. Ordinat titik potong antara garis tersebut dengan kurva patokan (reference) merupakan persentase pasir dan titik potong ini sampai 100 % merupakan persentase kerikil,
- gabungan antara pasir alam dengan kerikil yang diolah. Yang dimaksud dengan kerikil yang diolah adalah kerikil yang dipisahkan antara diameter 5 mm sampai absis titik patah A dan antara absis patah A dengan diameter maksimum D. Dengan demikian susunan butiran gabungan akan mendekati kurva patokan ( reference ) campuran yang tersebut pada ( a ), maka



kekompakannya juga akan lebih baik. Jadi sekarang ada tiga fraksi sebagai berikut ( Lihat Gambar 3.2. ) :

- a. fraksi pasir, yaitu fraksi yang diameternya antara 0,08 mm sampai 5 mm. Persentasenya antara 0 sampai ordinat titik potong antara garis penghubung 95 % kurva pasir dan 5 % kurva kerikil dengan kurva patokan ( *reference* ),
  - b. fraksi tengah ( kerikil halus ), yaitu kerikil dengan diameter antara 5 mm sampai absis titik patah A. Persentasenya adalah antara ordinat titik potong garis penghubung 95 % kurva pasir dan 5 % kurva kerikil dengan kurva *reference* sampai ordinat titik patah A, dan
  - c. fraksi besar (kasar), yaitu kerikil dengan diameter antara absis titik patah A dan diameter maximum D. Prosentase antara ordinat titik patah A sampai 100 %.
- c. gabungan pasir alam dengan batu pecah yang tidak diolah, besarnya persentase untuk masing-masing dapat diperoleh dengan menarik garis lurus yang menghubungkan titik 95 % pada kurva pasir dan titik 5 % pada kurva batu pecah. Ordinat titik potong antara garis tersebut dengan kurva patokan (*reference*) merupakan persentase pasir dan titik potong ini sampai 100 % merupakan persentase batu pecah,
- d. gabungan antara pasir alam dengan batu pecah yang diolah. Gabungan ini cara sama dengan gabungan ( b ), hanya saja oleh karena besar butirannya memang dibuat ( direncanakan ), maka pemisahan fraksi batu pecah dengan diameter antara 5 mm sampai absis titik patah, antara absis titik patah sampai

diameter maksimum  $D$  kemungkinan lebih mudah dilakukan dari pada kerikil sungai.

4. menentukan proporsi pasir dan kerikil untuk tiap  $m^3$  beton.

Sampai disini sudah diketahui berapa jumlah semen dan air untuk campuran per meter kubik beton, tetapi belum diketahui jumlah pasir dan kerikil yang akan dipakai. Jumlah pasir dan kerikil yang dipakai tergantung pada kekompakan butiran. Kekompakan butiran dinyatakan dengan  $\gamma$ , yang maksudnya bagian dari volume absolut beton yang diisi oleh bahan-bahan padat (semen, pasir dan kerikil). Jadi koefisien kekompakan  $\gamma$  berarti jumlah volume absolut dari semen ditambah butiran dengan  $\gamma m^3$  untuk  $1 m^3$  beton (volume absolut) atau  $1000 \gamma$  liter untuk  $1000$  liter volume absolut beton. Harga koefisien kekompakan  $\gamma$  ini dapat diambil dari tabel 3.4., yang besarnya tergantung pada besarnya diameter maksimum  $D$ , cara pemadatan dan kekentalan (besarnya slump) dari beton. Angka-angka dari Tabel 3.4. berlaku untuk pasir dan kerikil sungai (alam), serta jumlah semen sama dengan  $350 \text{ kg} / m^3$  beton. Jika memakai campuran yang lain, maka angka-angka tersebut harus dikoreksi sebagai berikut :

- a. untuk campuran pasir alam dengan batu pecah, dikoreksi dengan  $0,01$ ,
- b. untuk campuran pasir pecah dengan batu pecah, dikoreksi dengan  $0,03$ ,
- c. untuk jumlah semen yang tidak sama dengan  $350 \text{ kg} / m^3$  beton dikoreksi dengan  $(C - 350) / 5000$ ,  $C$  adalah berat semen tiap  $m^3$  beton,
- d. untuk bahan butiran ringan dikoreksi dengan  $-0,03$ .

Dengan demikian di dalam 1000 liter volume absolut beton terdapat 1000  $\gamma$  liter volume absolut ( semen + pasir + kerikil ). Di dalam beton tersebut terdapat C kg semen yang mempunyai volume absolut sama dengan  $C/B_{j\text{semen}}$ .

Jadi volume absolut ( pasir + kerikil ) = ( 1000 $\gamma$  -  $C/B_{j\text{semen}}$  ) liter. Sebelumnya sudah dihitung perbandingan antara pasir dan kerikil, sehingga volume absolut untuk masing-masing dapat dihitung.

Tabel 3.4. Klasifikasi plastisitas beton berdasarkan nilai slump ( Suhud, 1991).

Plastisitas Beton	Slump (mm)	Pemadatan
Sangat kental	0 - 20	Penggetaran sangat kuat
Kental	30 - 50	Penggetaran sangat baik
Plastis	60 - 90	Penggetaran normal
Lembek	100 - 130	Tusukan
Encer	> 140	Tusukan lemah

Tabel 3.5. Harga – harga koefisien kekompakan  $\gamma$  ( Suhud, 1991 )

Kekentalan Beton	Cara Pemadatan	Koefisien kekompakan $\gamma$						
		D=5	D=10	D=16	D=25	D=40	D=60	D=100
Lembek	Tusukan	0,750	0,780	0,795	0,805	0,810	0,815	0,820
	Pemadatan lemah	0,755	0,785	0,800	0,810	0,815	0,820	0,825
	Pemadatan normal	0,760	0,790	0,805	0,815	0,820	0,825	0,830
Plastis	Tusukan	0,760	0,790	0,805	0,815	0,820	0,825	0,830
	Pemadatan lemah	0,765	0,795	0,810	0,820	0,825	0,830	0,835
	Pemadatan normal	0,770	0,800	0,815	0,825	0,830	0,835	0,840
	Pemadatan kuat	0,775	0,805	0,820	0,830	0,835	0,840	0,845
Kental	Pemadatan lemah	0,775	0,805	0,820	0,830	0,835	0,840	0,845
	Pemadatan normal	0,780	0,810	0,825	0,835	0,840	0,845	0,850
	Pemadatan kuat	0,785	0,815	0,830	0,840	0,845	0,850	0,855

Harga-harga diatas berlaku untuk butiran alam, jika tidak  $\gamma$  dikoreksi :  
 - 0,01 untuk pasir alam + batu pecah  
 - 0,03 untuk butiran dari batu pecah  
 Butiran ringan : dikurangi dengan 0,03  
 Untuk C  $\neq$  350 kg / m<sup>3</sup> koreksi dengan ( C - 350 ) / 1000

Dalam kenyataannya perbandingan proporsi dalam volume absolut tidak dapat dilakukan, hanya dapat dihitung secara teoritis. Maka untuk dapat

dilaksanakan secara praktis, perbandingan proporsi dilakukan dalam perbandingan berat. Untuk keperluan tersebut volume absolut tiap-tiap bahan dikalikan dengan berat jenis (  $B_j$  ) masing- masing.

### 3.3 Hipotesis

Pada penelitian ini yang menggunakan desain perencanaan metoda Dreux, dengan nilai faktor semen-air (  $C/E$  ) tertentu dan variasi gradasi agregat kasar diharapkan menghasilkan campuran beton dengan kuat desak optimum.

