

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Untuk merencanakan struktur suatu bangunan baik berupa gedung, jalan, jembatan, bendungan dan lain-lain, diperlukan struktur yang handal dan memadai. Tidak hanya dari segi kekuatan dan keamanan saja, tetapi juga kenyamanan dan yang tidak kalah pentingnya adalah ekonomis. Oleh karena itu pemilihan jenis bahan konstruksi yang dipakai sangat penting.

Beton adalah pilihan bahan yang sangat tepat sebagai alternatif untuk digunakan sebagai sistem konstruksi bangunan. Selain itu beton sangat fleksibel dan dapat dibentuk sesuai dengan bentuk struktur atau konstruksi yang diinginkan, beton juga memiliki sifat khusus yang merupakan keunggulannya, yaitu kemampuan yang besar dalam menahan desak disamping bahan konstruksi lainnya. Tetapi disisi lain beton sangat lemah menahan tarik. Kemampuan tarik hanya 7 - 10 % dari kekuatan desaknya. Oleh karena itu, beton dikombinasikan dengan bahan lain, yaitu baja sebagai tulangnya untuk menahan tarik dan geser, sehingga diperoleh bahan konstruksi yang cukup ideal karena dapat menahan tekan, tarik dan geser, sehingga merupakan bahan konstruksi utama yang banyak dipilih.

Balok beton bertulang merupakan material yang tidak homogen, sehingga kombinasi antara kegagalan lentur, tarik diagonal dan kegagalan tekan geser bisa saja terjadi. Untuk memperlambat kegagalan balok (membatasi proses retakan) dan menahan batang baja lentur agar tetap pada tempatnya, maka diperlukan adanya penulangan geser yang memadai. Sehingga keruntuhan yang bersifat getas dapat dihindari, karena sifat keruntuhan yang getas tidak memberikan adanya peringatan lebih dahulu.

Dalam perencanaan konstruksi beton, diperlukan beberapa variabel tertentu. Hal ini untuk mengendalikan kemungkinan terjadinya keruntuhan konstruksi yang dapat membahayakan. Struktur beton direncanakan untuk mampu memikul beban yang lebih besar dari beban sesungguhnya yang akan bekerja pada struktur tersebut. Hal ini dimaksudkan untuk mengatasi kemungkinan adanya beban-beban yang tak terduga yang akan menyebabkan beban yang bekerja menjadi besar. Disamping itu untuk mengatasi kemungkinan terjadinya penyimpangan kekuatan akibat material penyusunnya atau pengerjaan yang kurang baik.

Apabila diperhatikan pada setiap pelaksanaan suatu proyek pembangunan gedung bertingkat dengan memakai beton bertulang selalu dijumpai persoalan teknis yang biasanya menuntut penyelesaian segera, kontrol kualitas beton, pengawasan pelaksanaan pekerjaan penulangan dan

pengecoran, ketidaksesuaian antara desain dengan kondisi riil/nyata di lapangan dan sambungan pengecoran.

Dari persoalan teknis tersebut di atas terdapat satu masalah yang sudah biasa dilakukan dengan memberhentikan pengecoran terletak pada  $1/4$  bentangan balok pada praktik balok menerus yang terletak pada titik peralihan antara daerah lapangan dan tumpuan.

Salah satu pekerjaan beton yang mempengaruhi terhadap mutu dan kekuatannya adalah saat pengecoran. Tahapan terpenting dalam pengecoran adalah meletakkan pemberhentian yang tepat.

Beberapa pendapat bahwa sambungan pengecoran atau pemberhentian pengecoran dihentikan pada jarak  $1/4$  bentangan balok karena pada titik itu dianggap sebagai titik peralihan dari momen positif lapangan ke momen negatif tumpuan, sehingga nilai momen tersebut kecil atau sama dengan nol. Ini berarti pada daerah sambungan pengecoran tersebut diperbolehkan terjadi geser yang cukup besar. Namun berapa besar pengaruh geser yang terjadi masih perlu diuji dalam suatu penelitian.

Pada pelaksanaan dilapangan sering penyambungan pengecoran kurang diperhatikan padahal gaya lintang yang bekerja masih besar dan sambungan pengecoran belum tentu bekerja secara monolit seperti yang diharapkan. Sedangkan bahaya akibat geser hanya sebagian kecil dijalankan beton yang

tidak monolit, dalam hal ini tahanan geser beton ( $V_c$ ) yang bekerja pada beton kecil sehingga sebagian besar geser yang terjadi ditahan oleh tulangan geser.

Penyimpangan kekuatan akibat cara pengerjaan, lebih khusus lagi adanya penghentian pengecoran inilah yang mendasari pemikiran adanya penelitian ini. Seperti diketahui, penghentian pengecoran pada daerah geser yang relatif besar sering terjadi di lapangan. Berapa besar pengaruhnya terhadap kekuatan balok adalah latar belakang tujuan penelitian ini.

Berdasarkan pemikiran di atas akan dicoba peninjauan dan penelitian terhadap berbagai hal yang biasanya terjadi di lapangan menyangkut segi kekuatan tekan dan geser dari sebuah balok tampang persegi. Tinjauan penelitian akan difokuskan pada sambungan pengecoran pada balok tersebut dengan variasi penghentian pengecoran.

## **1.2 Tujuan dan Batasan Penelitian**

Tujuan penelitian ini dimaksudkan untuk mengetahui seberapa besar letak sambungan pengecoran berpengaruh terhadap kekuatan geser nominal balok beton bertulang dan perilaku akibat geser terhadap pola retak geser sampai keruntuhan (bila terjadi), akibat beban terpusat ( $p$ ).

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. benda uji merupakan balok berbentuk empat persegi panjang, dimensi dan jumlah tulangan yang digunakan diperhitungkan menggunakan SKSNI T-15-1991-03,
2. mutu beton yang digunakan minimum mempunyai kuat tekan  $f_c' = 17,5$  MPa untuk semua sampel,
3. agregat halus yang digunakan diambil dari sungai krasak,
4. agregat kasar digunakan batu pecah dengan ukuran agregat maksimum 20 mm,
5. semen yang digunakan tipe I merk Nusantara,
6. mutu baja rencana  $F_y = 320$  Mpa. nilai yang pasti sesuai dari hasil uji tarik,
7. jumlah sampel masing-masing minimal 3 buah,
8. sampel dirancang menggunakan tulangan sebelah dan rangkap, tulangan pokok yang digunakan yaitu polos berdiameter 12 mm sedangkan sengkangnya menggunakan polos berdiameter 6 mm,
9. uji desak beton digunakan kubus ukuran  $15 \times 15 \times 15$  cm<sup>3</sup>,
10. ukuran benda uji disesuaikan dengan kapasitas alat uji laboratorium dengan panjang benda uji 140 cm per sampel,
11. perbandingan campuran beton sesuai mutu beton ("mix design"),
12. nilai slump pada adukan beton ditetapkan 7,5-15 untuk setiap sampel adukan beton.

pengujian dilakukan di laboratorium Bahan Konstruksi Teknik, Universitas Islam Indonesia.

### 1.3 Metode Penelitian

Metode penelitian ini merupakan rencana pelaksanaan, alat dan bahan yang digunakan serta prosedur pelaksanaan dan hasil yang diharapkan.

#### a. Rencana Pelaksanaan

Pelaksanaan penelitian di laboratorium diusahakan sesuai jadwal yang ditetapkan, dengan menyediakan segala sarana dan prasarana yang menunjang, seperti penyediaan bahan pembuatan cetakan sampel dan "mix design".

#### b. Alat dan bahan

Pada penelitian ini alat-alat yang digunakan antara lain :

1. timbangan,
2. cetakan kubus ukuran  $15 \times 15 \times 15 \text{ cm}^3$ ,
3. set alat uji slump,
4. mesin pengaduk beton ("concrete mixer"),
5. mesin uji desak beton,
6. mesin uji lentur,
7. peralatan tambahan, ember, sekop, tongkat, pemadat dan lain-lain.

Sedangkan bahan yang digunakan antara lain :

1. semen portland tipe I merk Nusantara,

2. agregat halus berasal dari sungai krasak,
3. agregat kasar ( batu belah ) didapat dari PT. Perwita Karya, Piyungan,
4. tulangan pokok berdiameter 12 mm dan sengkang digunakan diameter 6 mm,
5. air yang digunakan untuk campuran beton dari laboratorium Bahan Konstruksi Teknik, Universitas Islam Indonesia.

c. Prosedur Pelaksanaan

Prosedur pelaksanaan penelitian diuraikan secara singkat sebagai berikut ini.

1. perencanaan campuran beton untuk adukan, menggunakan perbandingan berat sesuai rencana "mix design", beton diaduk dengan menggunakan mesin pengaduk yang tersedia di laboratorium,
2. pengecoran dilaksanakan apabila adukan beton telah memenuhi nilai "slump" dengan cara beton ditumpahkan pada bak penampungan adukan, kemudian adukan ditampung dengan ember ke tempat cetakan, setelah itu adukan ditumpahkan kedalam cetakan,
3. pemadatan beton dilaksanakan menggunakan tongkat penumbuk sampai padat serta sisi cetakan diketuk-ketuk dengan menggunakan palu,
4. rawatan benda uji dengan membasahi benda uji sampai umur 14-28 hari,
5. materi pengujian di laboratorium meliputi pengujian kuat desak beton dan pengaruh penyambungan pengecoran terhadap geser lentur,

6. hasil penelitian dicatat untuk kemudian diolah menjadi data, gambar dan grafik.

Metode pembuatan sampel yang digunakan adalah sebagai berikut:

1. cor dihentikan pada  $3/4L$  pakai tulangan rangkap dengan tulangan geser, ( sampel A ),
2. cor dihentikan pada  $1/2L$  pakai tulangan rangkap dengan tulangan geser, ( sampel B ),
3. cor dihentikan pada  $3/4L$  pakai tulangan sebelah dengan tulangan geser, ( sampel C ),
4. cor dihentikan pada  $1/2L$  pakai tulangan sebelah dengan tulangan geser, ( sampel D ),
5. cor dihentikan pada  $3/4L$  dengan tulangan sebelah, ( sampel E ),
6. cor dihentikan pada  $1/2L$  dengan tulangan sebelah, ( sampel F ),
7. cor dihentikan pada  $1/4L$  pakai tulangan rangkap dengan tulangan geser, ( sampel G ).

#### 1.4 Hipotesis

Kekuatan balok struktur dalam menahan geser pada sambungan cor tidak banyak berbeda dengan balok tanpa sambungan. Pada monolitas agregat yang baik akan dicapai monolitas pada sambungan dengan baik pula, dalam hal ini beton dapat menjalankan kemampuan penuhnya menahan geser ( $V_c$ ).



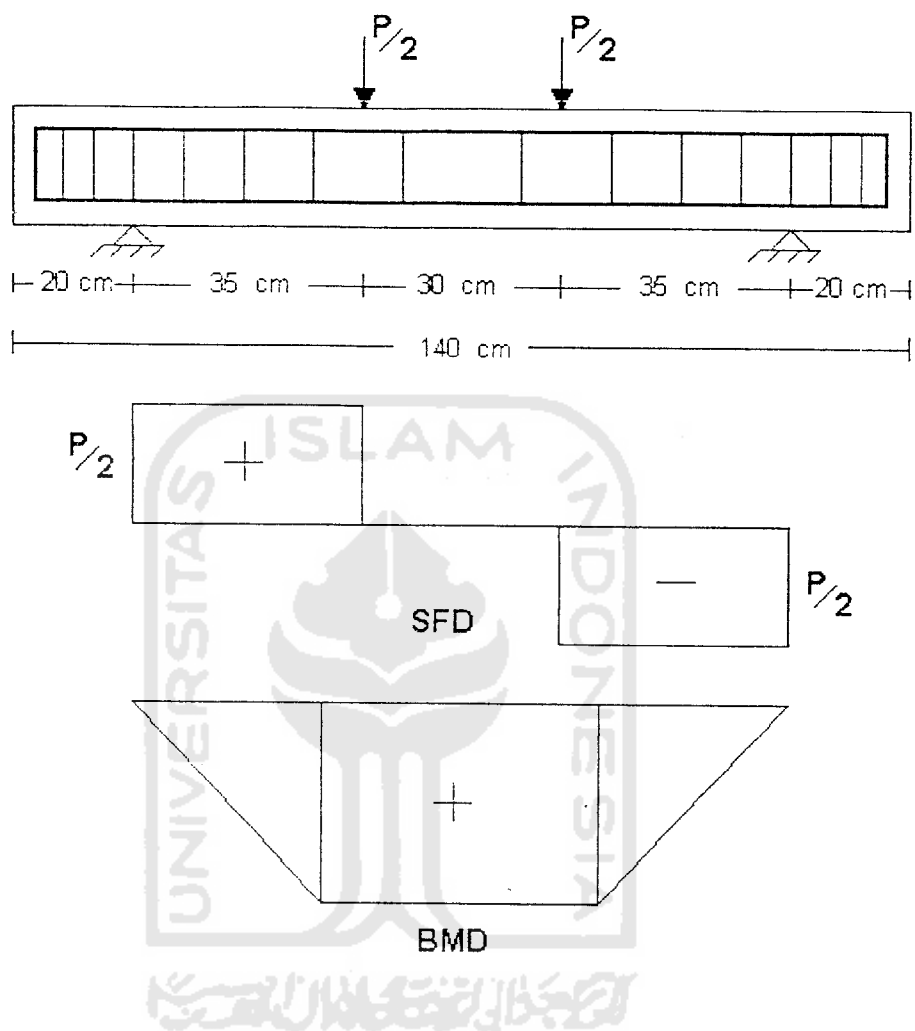
Balok struktur yang menggunakan penulangan geser pola perilakunya terhadap geser tidak terlalu membahayakan karena sebagian dari geser itu ditanggung oleh penulangan geser.

### **1.5 Perencanaan Benda Uji**

Secara umum ukuran balok dapat diperkirakan dengan mengambil  $h = L/10$  (untuk kedua ujung ditumpu bebas) dan untuk lebar sangat tergantung dari besarnya gaya lintang, biasanya diambil  $b = 1/2.h$  sampai  $b = 2/3.h$ .

Sedangkan pada percobaan ini bentangan balok yang digunakan sangat pendek yaitu 1,4 meter, sehingga kegagalan geser sangat menentukan. Benda uji direncanakan supaya mempunyai kemampuan geser lebih rendah dari kemampuan lenturnya karena terbatasnya kemampuan alat yang ada, maka beban rencana tidak boleh lebih dari  $P = 15$  ton.

Skema dari balok tersebut dapat dilihat seperti berikut ini.



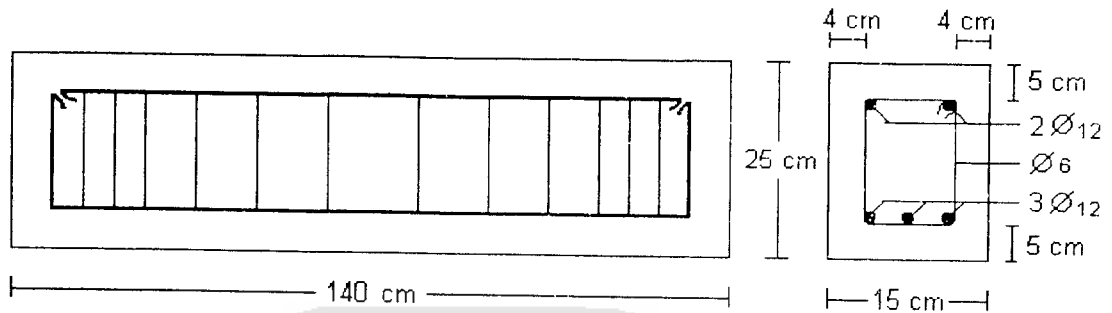
Gambar 1.1 Skema balok beton

Dari kondisi diatas, dihitung dengan kapasitas nominal mesin maksimum.

$$M_n \max = 7,5 \times 0,35 \times 9,81 = 25,7513 \text{ kNm}$$

$$V_n \max = 7,5 \times 9,81 = 73,573 \text{ kN}$$

Dimensi balok dipakai 150/250



Gambar 1.2 Dimensi balok beton

$$\begin{aligned} d \text{ aktual} &= h - P_b - D_s - 1/2 D_p \\ &= 250 - 50 - 6 - 1/2 \times 12 = 188 \text{ mm} \end{aligned}$$

Penulangan benda uji adalah sebagai berikut :

Baja digunakan mutu 32 atau  $F_y = 320 \text{ MPa}$ , untuk tulangan pokok

Kuat desak beton  $f_c' = 17,5 \text{ MPa}$

Kondisiimbang

$$f_c' < 30 \text{ MPa} \rightarrow \beta = 0,85$$

$$\begin{aligned} \rho_b &= \frac{0,85 \cdot f_c' \cdot \beta}{F_y} \cdot \frac{600}{600 + F_y} \\ &= \frac{0,85 \cdot 17,5 \cdot 0,85}{320} \cdot \frac{600}{600 + 320} = 0,0258 \end{aligned}$$

Batasan SKSNI T - 15 - 1991 - 03 untuk nilai rasio tulangan adalah sebagai berikut ini.

$$f_{\min} = \frac{1,4}{F_y} = \frac{1,4}{320} = 0,004375$$

$$f_{\max} = 0,75 \cdot f_b = 0,75 \cdot 0,0258 = 0,01935$$

Tulangan pokok yang digunakan  $\phi$  12 mm

$$A_{dp} = 1/4 \cdot \pi \cdot 12^2 = 113,0973 \text{ mm}^2$$

Supaya jarak antar tulangan terpenuhi, maka :

$$X = \frac{b_w - 2P_b - 2D_s - N \cdot D_p}{(N - 1)} \geq 25$$

$$= b_w - 2P_b - 2D_s - N \cdot D_p \geq 25N - 25$$

$$= b_w - 2P_b - 2D_s + 25 \geq (25 + D_p)N$$

$$N < \frac{b_w - 2P_b - 2D_s + 25}{(25 + D_p)}$$

$$N < \frac{150 - 2 \cdot 40 - 2 \cdot 6 + 25}{(25 + 12)} = 2,2432 \approx 2 \text{ batang}$$

Untuk jarak minimal antar tulangan terpenuhi maksimal tulangan dalam tiap lapis dua batang. Jika hanya dipasang satu lapis tulangan adalah sebagai berikut ini.

$$f = \frac{2 \cdot A_{dp}}{b \cdot d} = \frac{2 \cdot 113,0973}{150 \cdot 188} = 0,0080 > f_{\min}$$

Jadi satu lapis tulangan diperbolehkan untuk digunakan pada penulangan benda uji. Sedangkan untuk jarak minimal antar tulangan tidak terpenuhi, dapat digunakan tiga batang tulangan.

Nilai rasio dalam satu lapis tulangan adalah sebagai berikut ini.

$$\rho = \frac{3 \cdot A_{dp}}{b \cdot d} = \frac{3 \cdot 113,0973}{150 \cdot 188} = 0.0120 > \rho_{\min}$$

Jarak antar tulangan jika dipasang tiga tulangan dalam satu lapis adalah:

$$X = \frac{b_w - 2P_b - 2D_s - N \cdot D_p}{(N - 1)} \geq 25 \text{ mm}$$

$$X = \frac{150 - 80 - 12 - 36}{(3 - 1)} = 11 \text{ cm} < 25 \text{ cm}$$

Untuk menghindari kegagalan lentur pada saat pengujian, maka kapasitas lentur harus lebih besar dari pada kapasitas geser tampang balok. Karena itu perlu dihitung kapasitas geser dan kapasitas lentur balok sebagai pembandingan agar memenuhi persyaratan pengujian (kegagalan geser).

a. Kapasitas Geser ( $V_c$ )

$$f_c' = 17,5 \text{ MPa}$$

$$b = 150 \text{ mm}$$

$$d = 188 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned}
 V_c &= 1/6 \cdot (\sqrt{f_c'}) \cdot b \cdot d \\
 &= 1/6 \cdot (\sqrt{17,5}) \cdot 150 \cdot 188 \\
 &= 19961,51 \text{ N} = 1,9961 \text{ T}
 \end{aligned}$$

b. Kapasitas Lentur

$$f_c' = 17,5 \text{ MPa}$$

$$F_y = 320 \text{ MPa}$$

$$\beta = 0,85$$

$$A_s = 2 \cdot 1/4 \cdot \pi \cdot 12^2 = 226,08 \text{ mm}^2$$

$$\text{Rasio tulangan: } \rho = \frac{A_s}{b \cdot d} = \frac{226,08}{150 \cdot 188} = 0,00801$$

$$\rho_{\min} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{320} = 0,004375$$

$$\begin{aligned}
 \rho_b &= \frac{0,85 \cdot f_c' \cdot \beta}{f_y} \cdot \frac{600}{600 + f_y} = \frac{0,85 \cdot 17,5 \cdot 0,85}{320} \cdot \frac{600}{600 + 320} \\
 &= 0,0258
 \end{aligned}$$

$$\text{Syarat: } \rho_{\max} = 0,75 \cdot \rho_b = 0,75 \cdot 0,0258 = 0,01934$$

$$\rho = 0,00801 < \rho_{\max} \quad (\text{OK}).$$

Pada keadaan balanced,  $C = T$

$$0,85 \cdot f_c' \cdot b \cdot a = f_y \cdot A_s$$

$$a = \frac{A_s \cdot f_y}{0,85 \cdot f_c \cdot b} = \frac{226,08 \cdot 320}{0,85 \cdot 17,5 \cdot 150} = 32,4237 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} \text{Kapasitas tampang: } M_n &= T \cdot Z = A_s \cdot f_y (d - a/2) \\ &= 226,08 \cdot 320 (188 - 32,4237/2) \cdot 10^{-3} \\ &= 11255,26 \text{ Nm} \\ &= 11,2553 \text{ kNm.} \end{aligned}$$

Balok lentur  $\phi = 0,8$

$$M_u = \phi \cdot M_n = 0,8 \cdot 11,2553 = 9,0042 \text{ kNm}$$

$$M_u = 1/2 P_u \cdot a + 1/8 W_u \cdot L^2$$

$$W_u = 1,2 WD + 1,6 WL$$

$$WD (\text{berat sendiri balok}) = 150 \cdot 250 \cdot 10^{-6} \cdot 24 = 0,9 \text{ kN/m}$$

$$W_u = 1,2 \cdot 0,9 + 1,6 \cdot 0 = 1,08 \text{ kNm}$$

$$M_u = 1/8 \cdot 1,08 \cdot 1^2 + 1/2 \cdot P_u \cdot 0,5$$

$$9,0042 = 0,135 + 1/2 \cdot P_u \cdot 0,5$$

$$P_u = 35,4768 \text{ kN.}$$

$$= 3,54768 \text{ T. (lentur)}$$

Berdasarkan hitungan kapasitas lentur lebih besar dari pada kapasitas geser.

- Perhitungan Tulangan Geser ( Sengkang )

Mutu baja U 32

Diameter ( D ) = 6 mm

$$V_c = 1/6 \cdot \sqrt{f_c'} \cdot 150 \cdot 188 = 1/6 \cdot \sqrt{17,5} \cdot 150 \cdot 188 = 19961,51 \text{ N}$$

$$= 19,962 \text{ kN}$$

$$V_s = V_n - V_c = 73,575 - 19,962 = 53,613 \text{ kN}$$

$$A_v = 2/4 \cdot \pi \cdot D^2 = 2/4 \cdot \pi \cdot 6^2 = 56,5200 \text{ mm}^2$$

$$S \text{ perlu} = \frac{A_v \cdot F_y \cdot d}{V_s} = \frac{56,52 \cdot 320 \cdot 188}{53,613} = 63,422 \text{ mm}$$

Digunakan sengkang  $\phi 6 - 100$

Diambil jarak 100 mm dimaksudkan agar balok tidak terlalu kuat menahan geser. Implikasinya adalah daya mesin akan lebih besar sementara pada tumpuan dibatasi hanya untuk lendutan 1 cm guna pemeliharaan alat.

### 1.6 Perencanaan Campuran Beton

Perencanaan campuran beton dalam penelitian ini menggunakan cara DOE ( "Department of Environment" ), dimana cara ini dipakai sebagai standart perencanaan oleh Departemen Pekerjaan Umum RI. Langkah-langkah pokok cara DOE / Departemen Pekerjaan Umum yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. penetapan kuat tekan beton yang disyaratkan (  $F_c'$  ) pada umur tertentu,
2. penetapan nilai deviasi standart (  $s$  ),
3. penghitungan nilai tambah ( "margin" ),
4. menetapkan kuat tekan rata-rata yang direncanakan,



No.	Uraian
	→ dipakai faktor air yang rendah
10	Nilai slump
11	Ukuran maksimum agregat kasar
12	Kebutuhan air
13	Kebutuhan semen portland
14	Kebutuhan semen portland minir
	→ dipakai kebutuhan semen portland
15	Penyesuaian jumlah air atau faktor air
16	Gradasi daerah agregat halus
17	Persentase berat agregat halus terhadap agregat kasar
18	Berat jenis agregat campuran
19	Berat jenis beton
20	Kebutuhan agregat kasar
21	Kebutuhan agregat halus
22	Kebutuhan agregat kasar

Tabel 1.1 " Mix design

Kesimpulan :

Volume	berat total	air	semen
1 m <sup>3</sup>	2300 Kg	170 Ltr	340 Kg

5. penetapan jenis semen portland.
6. penetapan jenis agregat,
7. menetapkan faktor air semen,
8. penetapan air semen maksimum,
9. penetapan nilai slump,
10. penetapan besar butir agregat maksimum,
11. menetapkan jumlah air yang diperlukan per meter kubik beton, berdasarkan ukuran maksimum agregat, jenis agregat, dan slump yang diinginkan,
12. hitung berat semen yang diperlukan,
13. dihitung kebutuhan semen minimum.

Dari perhitungan prosedur cara " DOE " di atas hasilnya di tabelkan di bawah ini.

**Tabel 1.1 " Mix design "**

No.	Uraian	Keterangan
1	Kuat tekan yang disyaratkan pada umur 28 hari	17,5 MPa
2	Deviasi standar (s)	4,2 MPa
3	Nilai tambah (m)	7,5 MPa
4	Kuat tekan rata-rata yang direncanakan	25 MPa
5	Jenis semen ( biasa/cepat mengeras )	biasa
6	Jenis Agregat kasar	batu pecah
7	Jenis Agregat halus	alami
8	Faktor air semen	0,5
9	Faktor air semen maksimum	0,6

No.	Uraian	Keterangan
	→ dipakai faktor air yang rendah	0,5
10	Nilai slump	15-7,5
11	Ukuran maksimum agregat kasar	20 mm
12	Kebuthan air	170 liter
13	Kebutuhan semen portland	340 kg
14	Kebutuhan semen portland minimum	275 kg
	→ dipakai kebutuhan semen portland	340 kg
15	Penyesuaian jumlah air atau fas	170 liter
16	Gradasi daerah agregat halus	1 ( satu )
17	Persen berat agregat halus terhadap campuran	45 %
18	Berat jenis agregat campuran	2700 kg/m <sup>3</sup>
19	Berat jenis beton	2300 kg/m <sup>3</sup>
20	Kebutuhan agregat	1790 kg/m <sup>3</sup>
21	Kebutuhan agregat halus	805,5 kg/m <sup>3</sup>
22	Kebutuhan agregat kasar	984,5 kg/m <sup>3</sup>

Tabel 1.1 " Mix design " ( lanjutan )

Kesimpulan :

Volume	berat total	air	semen	Ag. halus	Ag. kasar
1 m <sup>3</sup>	2300 Kg	170 Ltr	340 Kg	805,5 Kg	984,5 Kg