

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Persiapan Bahan dan Alat

Bahan dan peralatan yang akan digunakan harus terlebih dahulu dipersiapkan agar dalam pelaksanaan dapat berjalan lancar. Pembuatan benda uji dilakukan di laboratorium Bahan Teknik FTSP, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta. Sedangkan pengujian dilakukan di laboratorium Uji Bahan Pusat Antar Universitas, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.

3.2 Bahan Penelitian

Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Baja Silinder

Baja yang digunakan dalam penelitian ini berdiameter 112,903 mm dan tebal 1,45 mm. Secara umum keadaan baja masih baru, warna hitam, lonjoran baja masih utuh dengan panjang 6000 mm.

2. Sement Portland

Semen Portland yang digunakan adalah semen tipe I merk Nusantara (berat 50 kg). Kantong semen dalam keadaan tertutup rapat, belum terkena air dan

isinya masih bagus sehingga tidak ada bagian-bagian semen yang menggumpal

3. Pasir dan Batu Pecah

Pasir yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan pasir yang berasal dari sungai Krasak. Kandungan lumpur dalam pasir tersebut relatif sedikit, butiran bersudut tajam dan warna hitam.

Batu pecah yang digunakan juga menggunakan batu pecah yang berasal dari Clereng. Diameter maksimum butir agregat yang digunakan dalam penelitian ini adalah 20 mm.

4. Serat Kawat Baja

Serat-serat yang digunakan memakai bahan lokal yang mudah didapat dan relatif murah berupa potongan kawat yang biasa digunakan untuk mengikat tulangan baja. Kawat berdiameter 1 mm dan dipotong-potong dengan panjang 60 mm dan kedua ujungnya dibengkokkan.

5. Air

Air yang digunakan diambil dari air sumur yang terdapat di Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Islam Indonesia.

3.3 Peralatan Penelitian

Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini adalah :

1. Mesin uji tekan

Mesin ini digunakan untuk menguji kuat desak beton. Jenis mesin yang digunakan dalam penelitian ini mempunyai kapasitas maksimum 200 ton.

2. Mesin pengaduk beton

Alat ini digunakan untuk mencampur dan mengaduk bahan susun beton sehingga agregat diselimuti oleh pasta semen dengan rata. Mesin pencampur ini terdiri dari drum yang diputar dengan mesin. Kapasitas alat ini dapat mencampur sampai 150 kg adukan beton.

3. Kerucut Abrams

Alat ini digunakan untuk menentukan nilai slump suatu adukan beton. Kerucut ini mempunyai lubang pada kedua ujungnya, dengan diameter atas 100 mm, diameter bawah 200 mm dan tinggi 300 mm.

4. Ayakan

Ayakan digunakan untuk mengetahui nilai Modulus Halus Butiran (MHB) pasir.

5. Timbangan

Alat ini digunakan untuk menimbang bahan-bahan beton sesuai dengan yang diinginkan.

3.4 Pemodelan benda uji

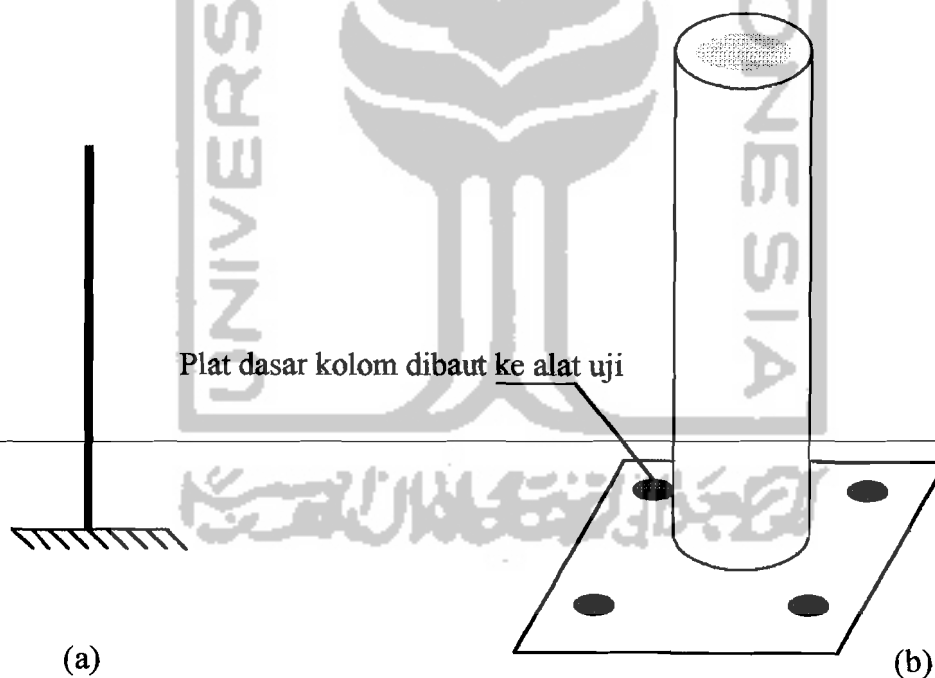
Benda uji berupa kolom komposit dengan beton serat yang memakai pipa berdiameter 112,903 mm, tebal 1,45 mm dan panjang 700 mm, merupakan pemodelan dari kolom bawah. (lihat gambar 1.1a dan b pada halaman berikut ini).

3.5 Variasi sampel

Benda uji desak berupa kolom komposit dengan panjang 700 mm dibuat sebanyak empat buah, untuk masing-masing sampel yang akan diuji sebagai berikut :

1. sampel tanpa serat,
2. sampel dengan serat 1%,
3. sampel dengan serat 2%,
4. sampel dengan serat 3%.

Sedangkan variasi sampel dapat dilihat pada tabel 3.1.



Gambar 3.1 pemodelan kolom komposit

Tabel 3.1 Sampel baja komposit

Sampel Baja Komposit	1 (4 buah)	2 (4 buah)	3 (4 buah)	4 (4 buah)
φ pipa baja	112,903 mm	112,903 mm	112,903 mm	112,903 mm
Mutu beton	21 MPa	21 MPa	21 MPa	21 MPa
Tebal pipa	1,45 mm	1,45 mm	1,45 mm	1,45 mm
Panjang	700 mm	700 mm	700 mm	700 mm
Mutu baja	263,7651MPa	263,7651MPa	263,7651MPa	263,7651Mpa
Volume serat	0%	1%	2%	3%

3.6 Perencanaan Baja Komposit dan Campuran Beton

Perhitungan yang digunakan yaitu berdasarkan AISC untuk perhitungan baja komposit dan menggunakan metode *American Concrete Institute* (ACI) untuk campuran betonnya.

3.6.1 Perencanaan Campuran Beton

Perhitungan campuran beton ini didasarkan pada data bahan susun beton sebagai berikut :

1. BJ batu pecah = 2,5 t/m³
2. BJ Pasir = 2,8 t/m³
3. MHB Pasir = 2,8358
(hasil pengujian MHB Pasir dapat dilihat pada lampiran 1)
4. BJ PC = 3,15 t/m³
5. Berat kering tusuk batu pecah SSD = 1,56 t/m³
6. Batu pecah maksimum = 20 mm
7. Kuat tekan rencana = 21 MPa

Perencanaan rencana adukan beton yang digunakan adalah perencanaan menurut *American Concrete Institute*. Perhitungannya adalah sebagai berikut ini.

1. Menghitung kuat desak rata-rata.

Berdasarkan tabel 2.2 dan 2.3 , sampel < 15 dan $f'c = 21 \text{ MPa}$ (= 3043,5 Psi)

$$\begin{aligned} f'_{cr} &= f'c + (1200 \text{ Psi}) \\ &= 3043,5 + 1200 = 4243,5 \text{ Psi} \\ &= 29,28 \text{ MPa} \end{aligned}$$

2. Menetapkan faktor air semen (FAS)

Berdasarkan tabel 2.4 untuk $f'_{cr} = 29,28 \text{ MPa}$ didapat FAS = 0,5135

Berdasarkan tabel 2.5 beton yang terlindung dari hujan dan terik matahari langsung didapat FAS = 0,6

Dari kedua nilai diatas diambil nilai terkecil yaitu FAS = 0,5135

3. Menetapkan nilai slump

Dari tabel 2.6 untuk kolom didapat nilai slump minimum dan maksimum berturut-turut adalah 7,5 cm dan 15 cm.

4. Menetapkan kebutuhan air

Dari tabel 2.8 untuk nilai slump 7,5 – 10 cm dan agregat maksimum 20 mm

didapat : a. kebutuhan air = 203 liter

b. udara terperangkap = 2 %

5. Menghitung kebutuhan semen.

$W_{\text{semen (PC)}} = W_{\text{air}} / W_{\text{pc}}$

$W_{\text{pc}} = W_{\text{air}} / \text{FAS} = 0,203 / 0,5135 = 0,3953 \text{ ton}$

$V_{\text{pc}} = 0,3953 / 3,15 = 0,1255 \text{ m}^3$

6. Menetapkan berat agregat kasar

Dari tabel 2.9 untuk MHB pasir = 2,8358 dan ukuran maksimum batuan = 20 mm didapat volume agregat kasar = 0,6064 m³

$$\begin{aligned}\text{Berat agregat kasar} &= \text{BJ batu pecah} \times \text{V batu pecah} \\ &= 1,56 \cdot 0,6064 = 0,9460 \text{ ton}\end{aligned}$$

$$\text{Volume Agregat kasar} = 0,946/2,5 = 0,3784 \text{ m}^3$$

7. Menghitung berat agregat halus.

$$\text{Volume udara terperangkap} = 0,02$$

$$\begin{aligned}\text{Volume pasir} &= 1 - (\text{V pc} + \text{V air} + \text{V udara terperangkap} + \text{V batu pecah}) \\ &= 1 - (0,1255 + 0,203 + 0,02 + 0,3784) \\ &= 0,2731 \text{ m}^3\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Berat pasir} &= \text{BJ pasir} \times \text{V pasir} \\ &= 2,8 \cdot 0,2731 = 0,7646 \text{ ton}\end{aligned}$$

8. Kebutuhan bahan dalam m³adukan beton :

$$\text{W pc} = 0,3953 \text{ ton}$$

$$\text{W air} = 0,2030 \text{ ton}$$

$$\text{W pasir} = 0,7646 \text{ ton}$$

$$\text{W batu pecah} = 0,9460 \text{ ton}$$

Menghitung volume adukan beton yang diperlukan dalam praktikum

$$\text{Volume silinder} = \frac{1}{4} \pi D^2 h$$

$$= \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 11,29^2 \cdot 70$$

$$= 7007,70490 \text{ cm}^3/\text{sampel}$$

Sampel yang dibutuhkan sebanyak 16 buah, maka volume total silinder adalah :

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= 16 \cdot 7007,70490 \\ &= 112123,2784 \text{ cm}^3 \\ &= 0,11212 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Volume cadangan sebanyak 10 persen, maka volume total

$$\begin{aligned} V_{\text{total}} &= 1,1 \cdot 0,11212 \\ &= 0,12334 \text{ m}^3 \text{ beton} \end{aligned}$$

Menentukan berat (W) masing-masing dalam $0,12334 \text{ m}^3$

$$W_{\text{pc}} = 0,12334 \cdot 395,35 = 48,7565 \text{ kg}$$

$$W_{\text{pasir}} = 0,12334 \cdot 764,64 = 94,3058 \text{ kg}$$

$$W_{\text{air}} = 0,12334 \cdot 203 = 25,0380 \text{ kg}$$

$$W_{\text{batu pecah}} = 0,12334 \cdot 946 = 116,6796 \text{ kg}$$

Dalam perbandingan (PC=1,0) : (Pasir = 1,9342) : (batu pecah = 2,393)

Jadi diperoleh :

$$\text{Volume total adukan (m}^3\text{)} = 0,12334 \text{ m}^3$$

Menghitung volume serat ?

Untuk mempermudah perhitungan (lihat tabel 3.2 pada halaman berikut ini).

Tabel 3.2 Perhitungan prosentase serat

0%	1%	2%	3%
Sampel 1	Sampel 2	Sampel 3	Sampel 4



0%	2%	2%	2%
----	----	----	----

Dari tabel 3.2 didapat seras rata – rata 2% pada 3 dari 4 sampel

Berat seras kawat = $3 / 4 \cdot (2\% \cdot (\text{berat semen}))$

$$= 3 / 4 \cdot (2\% \cdot 48,7563)$$

$$= 0,7313 \text{ kg.}$$

3.6.2 Perencanaan Baja Komposit

Sebelum dilaksanakan uji desak beton komposit, maka perlu direncanakan berapa ukuran diameter yang akan digunakan sesuai dengan batas kemampuan mesin desak. Dalam penelitian ini memakai pipa baja berdiameter 112,903 mm tebal 1,45 mm dan panjang 700 mm, yang merupakan pemodelan dari kolom bawah. Adapun data lain dari hasil pengujian adalah sebagai berikut :

$$f'c = 23,6437 \text{ MPa}$$

$$f_y = 263,7651 \text{ MPa}$$

(data hasil pengujian dan perhitungan f_y dapat di lihat pada lampiran 2)

Ketebalan pipa baja :

$$t \geq D \sqrt{\frac{f_y}{8E}}$$

$$\geq 112,903 \sqrt{\frac{263,7651}{8 \cdot 2 \cdot 10^5}}$$

$$= 1,4496 \text{ mm} < 1,450 \text{ mm} \text{ oke...}$$

Luas baja dibanding dengan luas total

$$\begin{aligned} A_s &= \frac{1}{4} \pi (D^2 - d^2) \\ &= \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot (112,903^2 - (112,903 - 2 \cdot 1,450)^2) \\ &= 507,7028 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_c &= \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d^2 \\ &= \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 110,003^2 \\ &= 9503,8361 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\frac{A_s}{A_s + A_c} = \frac{507,7028}{507,7028 + 9503,8361} = 0,0507 > 4\%$$

$$\begin{aligned} f_{my} &= f_y + 0,85 f'_c A_c/A_s \\ &= 263,7651 + 0,85 \cdot 23,6437 \cdot 9503,8361/507,7028 \\ &= 639,9694 \text{ MPa} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} E_c &= 145^{1,5} f'_c \\ &= 145^{1,5} \cdot 23,6437 \\ &= 41282,6382 \text{ MPa} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} E_m &= E + 0,4 E_c A_c/A_s \\ &= 2 \cdot 10^5 + 0,4 \cdot 41282,6382 \cdot 9503,8361/507,7028 \\ &= 509112,6756 \text{ MPa} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} r_m &= \frac{1}{4} \sqrt{D^2 + d^2} \\ &= \frac{1}{4} \sqrt{112,903^2 + 110,003^2} \\ &= 39,4079 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\lambda_c = \frac{k \cdot l}{r_m \cdot \pi} \sqrt{\frac{f_{my}}{E_m}}$$

$$\lambda_c = \frac{2 \cdot 600}{39,4079 \cdot \pi} \sqrt{\frac{639,9694}{509112,6756}}$$

$$= 0,3437 < 1,5$$

maka :

$$f'_{cr} = \exp^{(-0,419 \cdot \lambda_c)} f_{my}$$

$$= \exp^{(-0,419 \cdot 0,3438)} \cdot 639,9694$$

$$= 554,1127 \text{ MPa}$$

$$\phi_c P_n = 0,85 \cdot A_s \cdot f'_{cr}$$

$$= 0,85 \cdot 507,7028 \cdot 554,1127 = 239125,8997 \text{ N}$$

Menghitung Z (modulus tampang plastis silinder baja)

Untuk lebih jelas lihat gambar 3.2 dan 3.3 pada halaman berikut ini.

$$Y_a = Y_b = \frac{(0,5 \cdot (0,25 \cdot \pi \cdot 112,903^2) \cdot 23,9588) - (0,5 \cdot (0,25 \cdot \pi \cdot 110,003^2) \cdot 23,3434)}{(0,5 \cdot (0,25 \cdot \pi \cdot 112,903^2)) - (0,5 \cdot (0,25 \cdot \pi \cdot 110,003^2))} = 35,4786 \text{ mm}$$

$$J = Y_a + Y_b$$

$$= 35,4786 + 35,4786 = 70,9572 \text{ mm}$$

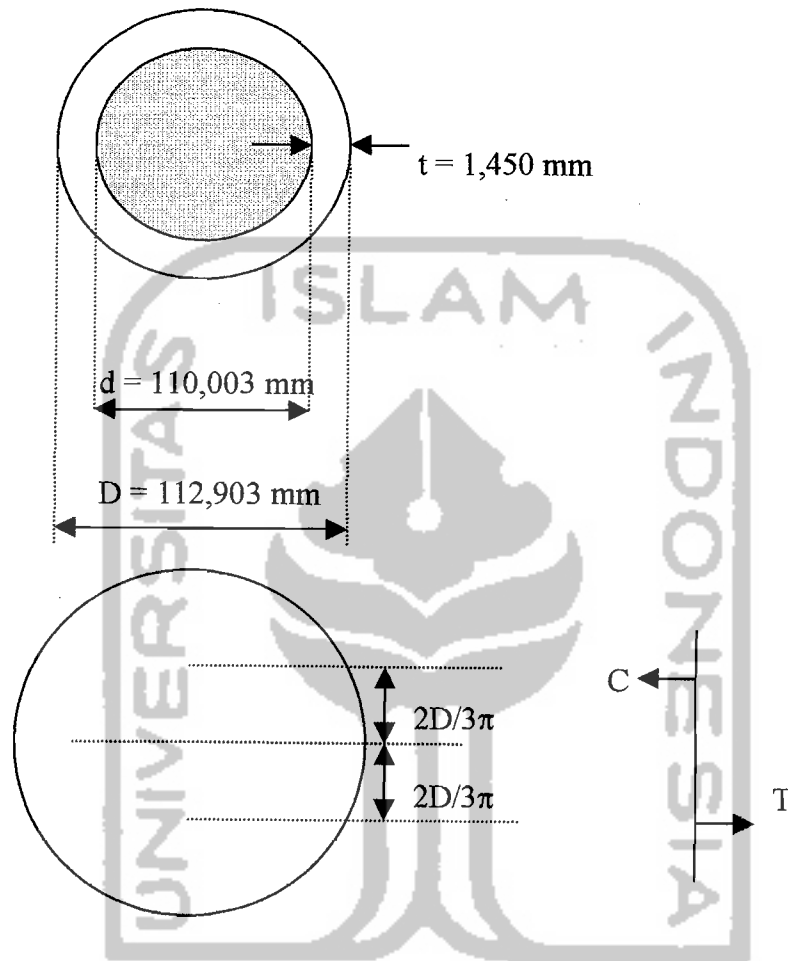
$$C = A \cdot f_y$$

$$= [0,5 \cdot (0,25 \cdot \pi \cdot 112,903^2)] - [0,5 \cdot (0,25 \cdot \pi \cdot 110,003^2)] \cdot f_y$$

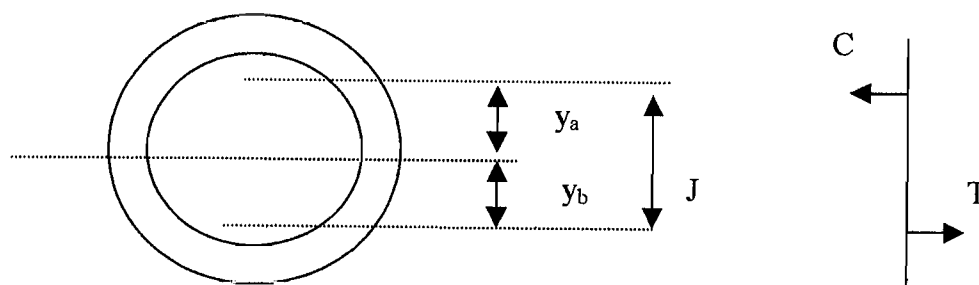
$$= 253,8514 \cdot f_y \text{ (N)}$$

$$M_p = C J$$

$$= 253,8514 \cdot f_y \cdot 70,9572 = 18012,5846 \cdot f_y \text{ (Nmm)}$$



Gambar 3.2 Penampang kolom.



Gambar 3.3 Titik berat penampang kolom

$$Z = \frac{M_p}{f_y}$$

$$Z = \frac{18012,5846 \cdot f_y}{f_y} = 18012,5846 \text{ mm}^3$$

Menghitung M_n

Diambil: $\frac{P_u}{\phi_c P_n} > 0,3$

misal : $P_u = 0,3 \phi_c P_n \longrightarrow \phi_c P_n = 239125,8997 \text{ N}$

$$P_u = 0,3 \cdot 239125,8997$$

$$= 71737,7699 \text{ N}$$

diambil : $P_u = 72000 \text{ N}$ ($P_u > 0,3 \phi_c P_n$)

Jadi: $\frac{P_u}{\phi_c P_n} \geq 0,2$

maka dipakai: $\frac{P_u}{\phi_c P_n} + \frac{8}{9} \left[\frac{M_{uy}}{\phi_b M_{ny}} + \frac{M_{ux}}{\phi_b M_{nx}} \right] \leq 1,0$

$$M_n = M_p = Z f_y + 1/3 (h_2 - 2C_r) A_r f_y \left[\frac{h_2}{2} - \frac{A_w f_y}{1,7 f'_c h_1} \right] A_w f_y$$

untuk pipa $\longrightarrow A_w = 0$

tidak memakai tulangan pokok $A_r = 0$

sehingga rumusnya menjadi :

$$M_n = M_p = Z \cdot f_y$$

$$= 18012,5846 \cdot 263,7651 = 4751091,178 \text{ Nmm}$$

untuk tinjauan ini dipakai M_u dan M_n saja, karena dalam penelitian ini dipakai pembebanan salah satu arah saja (arah x atau y), atau dianggap beban eksentris bekerja pada salah satu arah tersebut.

$$\text{Maka: } \frac{P_u}{\phi_c P_n} + \frac{8}{9} \left[\frac{M_{uy}}{\phi_b M_{ny}} + \frac{M_{ux}}{\phi_b M_{nx}} \right] \leq 1,0$$

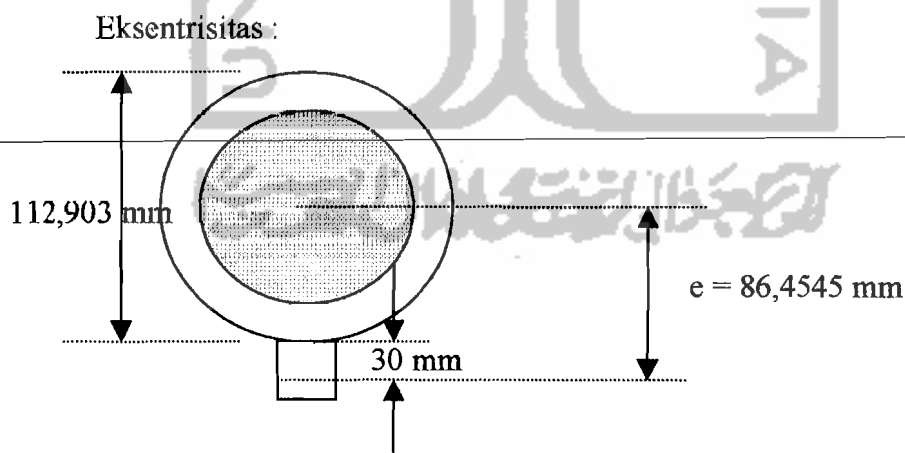
$$\frac{72000}{239125,8997} + \frac{8}{9} \left[\frac{M_{ux}}{0,85 \cdot 4751091,178} \right] \leq 1,0$$

$$0,3010 + \frac{8 M_u}{36345847,51} = 1,0$$

$$\frac{8 M_u}{36345847,51} = 1 - 0,3010$$

$$8 M_u = 25405747,40$$

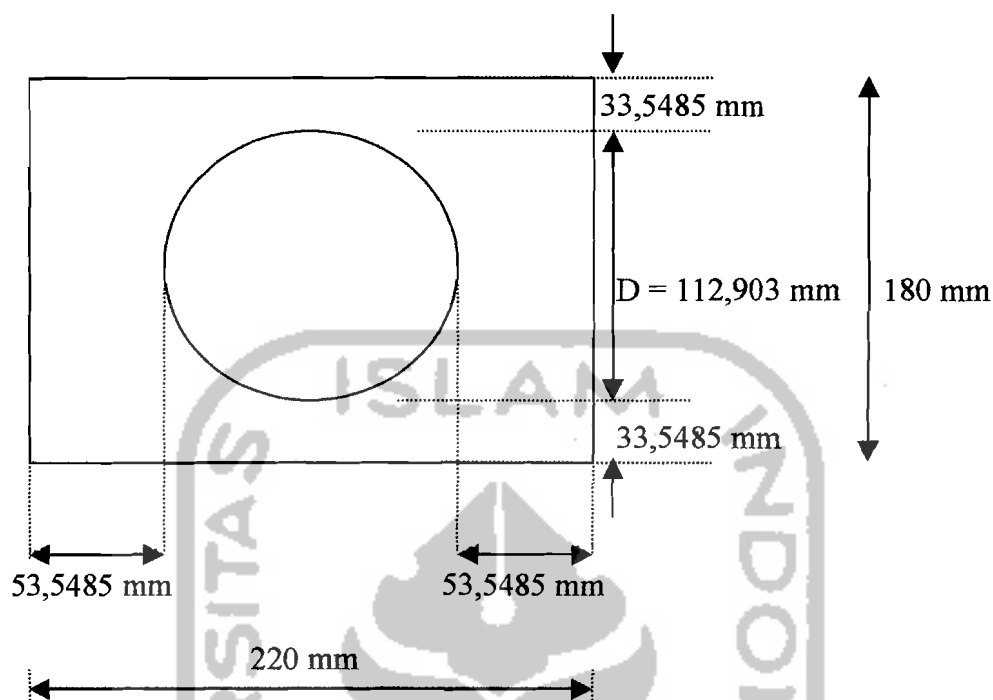
$$M_u = 3175718,426 \text{ Nmm}$$



Gambar 3.4 Eksentrisitas kolom

$$\text{beban } P_u = M_u / e = 3175718,426 / 86,4545 = 36732,8297 \text{ N}$$

Menghitung tebal pelat dasar kolom uji :



Gambar 3.5 Plat dasar kolom

$$f_y = 263,7651 \text{ MPa}, h = 0,5 \cdot 220 = 110 \text{ mm}$$

t = dihitung (tebal plat yang dibutuhkan)?

$$\frac{h}{t} \leq \frac{13800}{\sqrt{f_y(f_y + 16,5)}} \dots\dots (\text{AISC} - 1.10.02)$$

(f_y dalam ksi)

$$\frac{h}{t} \leq \frac{96500}{\sqrt{f_y(f_y + 114)}}$$

(f_y dalam MPa)

$$\frac{110}{t} \leq \frac{96500}{\sqrt{263,7651 (263,7651 + 114)}}$$

$$\frac{110}{t} \leq 305,7087$$

$$t \geq 0,3598 \text{ mm}$$

dipakai tebal plat 6 mm.