

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Bahan

Bahan yang digunakan pada penelitian ini antara lain:

- a. Pasir.
- b. Kerikil.
- c. Semen Portland.
- d. Air.
- e. Serat Ijuk.

3.2. Alat yang digunakan

Alat-alat yang akan digunakan dalam penelitian antara lain:

- | | |
|----------------------------|------------------------------|
| a. Saringan atau ayakan. | f. Cetok, talem baja, ember. |
| b. Timbangan. | g. Cetakan benda uji. |
| c. Mistar dan kaliper. | h. Pengaduk beton. |
| d. Gelas ukur. | i. Mesin uji desak beton. |
| e. Kerucut <i>Abrams</i> . | j. Mesin uji lentur. |

3.3. Pengujian Kuat Tarik Serat Ijuk

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui kekuatan tarik dan mulur serat ijuk. Pada pengujian ini dilakukan dengan alat uji *Tenso Lab* yang ada di

Laboratorium Evaluasi Tekstil Jurusan Teknik Kimia FTI Universitas Islam Indonesia. Cara pengujiannya adalah sebagai berikut:

- a. Hidupkan Mesin Tenso Lab. Serta hidupkan komputer yang sudah dikonekkan dengan alat Tenso Lab.
- b. Potong serat ijuk dengan ukuran panjang 60 cm.
- c. Kemudian setting alat *Tenso Lab* terlebih dahulu sesuai kebutuhan untuk jenis uji serat, meliputi :
 - 1) Jarak klem penjepit serat atas dengan bawah 50 cm.
 - 2) Stop Force diisi = 275 cn (gr).
 - 3) Kecepatan tarik 500 mm/menit.
- d. Kemudian setting di program yang ada dalam komputer dengan pengisian sebagai berikut :
 - 1) Satuan kekuatan pilih gram (gr).
 - 2) Jenis satuan nomor serat diisikan, pilih (Ne₁, Tex, Denier, Rkm).
 - 3) Jarak klem penjepit diisi 50 cm, lalu tekan OK.
- e. Kemudian serat dijepit pada klem atas dengan bawah pada alat *Tenso Lab*. Sebelum tombol STAR ditekan atau dijalankan, tampilan pada *Tenso Lab* harus menunjukkan angka NOL.
- f. Kemudian di KLIK STAR, serat akan tertarik keatas dan akan terdeteksi di komputer. Baik itu data kekuatan tariknya maupun mulurnya sampai serat ijuk putus dan mesin secara otomatis akan mati sendiri serta akan menunjukkan angka berapa kekuatan tarik dan mulur seratnya. Dan di komputer secara statistik otomatis akan terhitung nilai rata-ratanya.

- g. Data akan tersimpan dan diberi nama file pengujinya, baru di print out.

3.4. Perhitungan Campuran Beton

3.4.1. Tahapan Perhitungan Campuran Beton

Pada penelitian ini digunakan metode ACI (*American Concrete Institute*) sebagai metode perancangan beton. Metode ini digunakan, karena menyarankan suatu cara pencampuran yang memperlihatkan nilai ekonomis, bahan yang tersedia, kemudahan pengerjaan, keawetan, serta kekuatan yang diinginkan. Cara ACI ini melihat kenyataan bahwa pada ukuran maksimum agregat tertentu, jumlah air per meter kubik adukan beton menentukan tingkat konsistensi atau kekentalan adukan beton.

Tahapan perhitungan perancangan campuran beton berdasarkan metode ACI (*Tjokrodimulya, 1995*) sebagai berikut :

- a. Menghitung kuat desak rata-rata beton, berdasarkan kuat desak yang disyaratkan dan nilai margin.

$$f'_{cr} = f'_c + m \quad \rightarrow \quad | \quad Z$$
$$= f'_c + k \cdot S_d$$

dengan : f'_{cr} = kuat desak rata-rata (Mpa)

f'_c = kuat desak yang disyaratkan (Mpa)

m = nilai margin (Mpa)

k = tetapan deviasi

S_d = standar deviasi (Mpa)

Nilai margin tergantung pada tingkat pengawasan mutu dan didefinisikan sebagai : $m = 1,64.k.Sd$, dengan Sd adalah nilai deviasi standar yang diambil dari table 3. 1 dan nilai k dipengaruhi oleh jumlah sample.

Jika pelaksanaan tidak mempunyai catatan /pengalaman hasil pengujian beton pada masa lalu yang memenuhi persyaratan tersebut (termasuk data hasil uji kurang dari 15 buah), maka nilai margin langsung diambil 12 Mpa.

Tabel 3. 1 Nilai k untuk beberapa keadaan

No	Keadaan	Nilai k
1	Untuk 10% defektif	1,28
2	Untuk 5% defektif	1,64
3	Untuk 2,5% defektif	1,96
4	Untuk 1% defektif	2,33

Tabel 3. 2 Nilai deviasi standar (kg/cm^2)

Volume Pekerjaan (m^3)	Mutu Pelaksanaan		
	Baik sekali	Baik	Cukup
Kecil <1000	$45 < s < 55$	$55 < s < 65$	$65 < s < 85$
Sedang 1000 -3000	$35 < s < 45$	$45 < s < 55$	$55 < s < 75$
Besar >3000	$25 < s < 45$	$35 < s < 45$	$45 < s < 65$

Tabel 3. 3 Faktor modifikasi standar deviasi kurang dari 30 sample

Jumlah sample	Faktor pengali standar deviasi
>30	1,00
25	1,03
20	1,08
<15	1,16

- b. Menetapkan faktor air semen (fas) berdasarkan kuat desak rata-rata pada umur beton yang dikehendaki tertera pada tabel 3. 4 dan keawetan jenis struktur dan kondisi lingkungan tertera pada tabel 3. 5 dari kkeduanya dipilih yang paling rendah.

Tabel 3. 4 Hubungan faktor air semen dengan kuat desak beton silinder pada umur 28 hari.

Faktor air semen	Perkiraan kuat desak rata-rata (Mpa)
0,35	42
0,44	35
0,53	28
0,62	22,4
0,71	17,5
0,80	14

Tabel 3. 5 Faktor air semen maksimum

Beton didalam ruangan :	
a. Keadaan keliling non korosif	0,60
b. Keadaan keliling korosif disebabkan oleh kondensasi atau uap air	0,52
Beton diluar bangunan :	
a. Tidak terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	0,60
b. Terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	0,60
Beton yang masuk kedalam tanah :	
a. Mengalami keadaan basah kering berganti-gantian	0,55
b. Mendapat pengaruh sulfat dan alkali dari tanah atau air tanah	0,52
Beton yang kontinyu berhubungan dengan air :	
a. Air tawar	0,57
b. Air laut	0,52

- c. Berdasarkan jenis strukturnya, tetapkan nilai slump dan ukuran maksimum agregat, lihat tabel 3. 6 dan 3. 7.

Tabel 3. 6 Nilai slump (cm)

Pemakaian beton	Min	Maks
❖ Dinding plat fondasi dan fondasi bertulang	5,0	12,5
❖ Fondasi telapak dan tidak bertulang, kaison dan struktur bawah tanah	2,5	9,0
❖ Pelat, balok, kolom dan dinding	7,5	15
❖ Pengerasan jalan	5,0	7,5
❖ Pembetonan masal	2,5	7,5

Tabel 3. 7 Ukuran maksimum agregat (mm)

Dimensi minimum (mm)	Balok atau Kolom	Pelat
62,5	12,5	20
150	40	40
300	40	80
750	80	80

- d. Menetapkan jumlah air yang diperlukan berdasarkan ukuran maksimum agregat dan nilai slump. lihat tabel 3. 8

Tabel 3. 8 Perkiraan kebutuhan air berdasarkan nilai slump

Nilai slump (mm)	Ukuran maksimum agregat (mm)		
	10	20	40
25 – 50	206	182	167
75 – 100	226	203	177
150 – 175	240	212	188
Udara terperangkap	3%	2%	1%

- e. Menghitung berat semen yang diperlukan, berdasarkan hasil langkah (2) dan (4) diatas.
- f. Menetapkan volume agregat kasar yang diperlukan persatuan volume beton, berdasarkan ukuran maksimum agregat dan nilai modulus halus agregat halusnya, dapat dilihat Tabel 3. 9

Tabel 3. 9 Perkiraan kebutuhan kerikil permeter kubik beton, berdasarkan ukuran maksimum agregat dan modulus halus butir.

Ukuran maksimum agregat (mm)	Modulus halus butir pasir			
	2,4	2,6	2,8	3,0
10	0,46	0,44	0,42	0,40
20	0,65	0,63	0,61	0,59
40	0,76	0,74	0,72	0,70
80	0,84	0,82	0,80	0,78
150	0,88	0,88	0,86	0,84

Modulus halus didefinisikan sebagai jumlah persen kumulatif dari butir-butir agregat yang tertinggal diatas satu set ayakan dan kemudian dibagi seratus. Susunan lubang ayakan adalah 3,8 mm; 19 mm; 9,6 mm; 4,8 mm; 2,4 mm; 1,2 mm; 0,6 mm; 0,3 mm; 0,15 mm. Makin besar nilai modulus halus menunjukkan bahwa makin besar butir-butir agregatnya. Pada umumnya pasir mempunyai modulus halus butir 1,5 sampai 3,8, sedangkan kerikil antara 5 sampai 8. Modulus halus campuran pasir dan kerikil berkisar antara 5 sampai 6,5.

- g. Menghitung volume agregat halus yang diperlukan, berdasarkan jumlah air, semen dan agregat kasar yang diperlukan serta udara yang terperangkap dalam adukan (tabel 3. 8), dengan cara hitungan volume absolute.

Volume agregat halus = $1 - (\text{vol. Air} + \text{vol. Kerikil} + \text{vol. Semen} + \text{vol. Udara terperangkap})$.

- h. Menghitung berat masing-masing bahan susun beton.

3.4.2. Perhitungan dan Perbandingan Campuran Beton

Berikut ini adalah uraian perencanaan campuran beton berdasarkan cara ACI dengan mempergunakan data-data perhitungan seperti dibawah ini :

- a. Kuat desak rencana (silinder) : 22,5 Mpa
b. Diameter maksimum agregat kasar : 20 mm
c. Modulus Halus Butir (MHB) pasir : 2,63 gr/cm³
d. Berat jenis pasir : 2,566 gr/cm³
e. Berat jenis kerikil : 2,64 gr/cm³

Tahapan perhitungan campuran beton adalah sebagai berikut :

- a. Menghitung kuat desak rata-rata (f'_{cr})

Karena data hasil uji kurang dari 15 buah maka nilai margin langsung diambil sebesar 12 Mpa, sehingga kuat desak rata-rata beton adalah :

$$\begin{aligned} f'_{cr} &= f'_c + m \\ &= 22,5 + 12 \\ &= 34,5 \text{ Mpa} \end{aligned}$$

b. Menentukan faktor air semen

Berdasarkan tabel 3. 4 untuk $f'_{cr} = 34,5$ Mpa didapat $fas = 0,45$. Menurut tabel 3. 5, beton terlindung air hujan dan terik matahari langsung didapat nilai $fas = 0,6$. Dari kedua fas tersebut, diambil nilai fas yang terendah yaitu : $0,45$.

c. Menentukan nilai slump

Berdasarkan tabel 3. 6, untuk jenis struktur pelat, balok, kolom dan dinding didapat nilai slump = $7,5 - 15$ cm.

d. Kebutuhan air

Berdasarkan tabel 3. 8, untuk nilai slump $7,5 - 15$ cm dan agregat maksimum 20 mm didapat kebutuhan air = 203 lt dengan udara terperangkap 2%.

e. Kebutuhan semen

$$\text{Berat semen} = \frac{\text{Berat air}}{fas} = \frac{203}{0,45} = 451,111 \text{ kg}$$

$$\text{Volume padat semen} = \frac{\text{Berat semen}}{Bj.semen} = \frac{451,111}{(3,15 \times 1000)} = 0,143 \text{ m}^3$$

f. Menentukan volume agregat

Berdasarkan tabel 3. 9, untuk diameter agregat 20 mm dan modulus halus butir $2,63 \text{ gr/cm}^3$ diperoleh volume per meter kubik agregat kasar (V_k) = $0,627 \text{ m}^3$.

$$\begin{aligned} \text{Berat agregat kasar} &= V_k \times \text{Berat volume kerikil} \\ &= 0,627 \times 1,4147 \\ &= 0,887 \text{ ton} \end{aligned}$$

$$\text{Volume agregat} = \frac{\text{Berat}}{Bj.kerikil} = \frac{0,887}{2,64} = 0,336 \text{ m}^3$$

g. Menentukan volume pasir

$$\text{Beton } 1 \text{ m}^3 = V_a + V_u + V_p + V_k + V_{pc}$$

$$V_{udara \text{ terperangkap}} = 2\% \times 1 \text{ m}^3 = 0,02 \text{ m}^3$$

$$V_{pasir} = 1 - (V_a + V_u + V_k + V_{pc})$$

$$= 1 - (0,203 + 0,02 + 0,336 + 0,143)$$

$$= 0,298 \text{ m}^3$$

$$\text{Berat pasir} = V_p \times B_j. \text{ Pasir}$$

$$= 0,298 \times 2,566 \cdot 1000 = 764,668 \text{ kg}$$

h. Kebutuhan material dalam 1 m³ beton :

$$\text{Semen} = 451,111 \text{ kg}$$

$$\text{Pasir} = 764,668 \text{ kg}$$

$$\text{Kerikil} = 887 \text{ kg}$$

$$\text{Air} = 203 \text{ lt}$$

$$\text{Perbandingan berat} = 1 : 1,695 : 1,966 : 0,450$$

Adapun perhitungan kebutuhan material dalam 1 silinder adalah sebagai berikut :

$$\text{Volume 1 silinder beton} = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d^2 \cdot h$$

$$= \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 15^2 \cdot 30 = 5301,4376 \text{ cm}^3$$

Kebutuhan material 1 silinder :

$$\text{Semen} = 2,39 \text{ kg}$$

$$\text{Pasir} = 4,05 \text{ kg}$$

$$\text{Kerikil} = 4,70 \text{ kg}$$

$$\text{Air} = 1,08 \text{ lt}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume 1 balok} &= p \times l \times t \\ &= 250 \times 15 \times 25 = 93750 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

Kebutuhan material 1 balok :

$$\text{Semen} = 42,29 \text{ kg}$$

$$\text{Pasir} = 71,69 \text{ kg}$$

$$\text{Kerikil} = 83,156 \text{ kg}$$

$$\text{Air} = 19,03 \text{ lt}$$

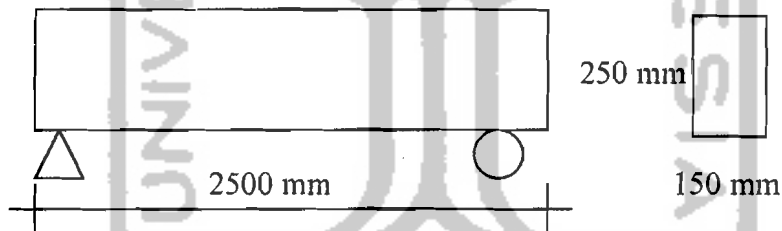
Berat serat ijuk dalam 1 silinder beton diambil 2% dari berat semen :

$$\text{Berat serat ijuk} = 2\% \times \text{Berat semen} = 2\% \times 2,27 \text{ kg} = 0,045 \text{ kg}$$

Sedangkan berat serat ijuk dalam 1 balok adalah:

$$\text{Berat serat ijuk} = 2\% \times \text{Berat semen} = 2\% \times 50,13 \text{ kg} = 1,003 \text{ kg}$$

3.5. Perhitungan Tulangan Beton



$$\diamond f_c' = 22,5 \text{ Mpa} \rightarrow \beta_1 = 0,85$$

$$\diamond f_y = 400 \text{ Mpa} \rightarrow \epsilon_y = \frac{f_y}{E} = \frac{400}{200000} = 0,002$$

❖ Misal : balok digunakan untuk lantai rumah tinggal

$$W_1 = 200 \text{ kg/m}^2 \rightarrow \text{PPI}$$

Penutup lantai dari beton

$$W_d = 45 \text{ kg/m}^2 \rightarrow \text{PPI}$$

$$\diamond \rho_{\min} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{400} = 0,0035$$

$$\rho_b = \frac{0,85 \cdot f_c'}{f_y} \beta_1 \left(\frac{600}{600 + f_y} \right) = \frac{0,85 \cdot 22,5}{400} \cdot 0,85 \left(\frac{600}{600 + 400} \right) = 0,0244$$

$$\rho_{\max} = 0,75 \cdot \rho_b = 0,0183$$

$$\rho_{\min} < \rho < \rho_{\max}$$

misal : diambil $\rho = \frac{1}{2} \cdot \rho_{\max} = \frac{1}{2} \cdot 0,0183 = 0,00915$

$$\diamond m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f_c'} = \frac{400}{0,85 \cdot 22,5} = 20,915$$

$$R_n = \rho \cdot f_y \cdot (1 - \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot m) = 0,00915 \cdot 400 (1 - \frac{1}{2} \cdot 0,00915 \cdot 20,915) = 3,304 \text{ MPa}$$

❖ Ditaksir berat sendiri balok 5 KN/m

$$M_G = \frac{1}{8} \cdot 5 \cdot 2,5^2 = 3,906 \text{ KNm}$$

$$M_{D1} = \frac{1}{8} \cdot 0,45 \cdot 2,5^2 = 0,3516 \text{ KNm}$$

$$M_{L1} = \frac{1}{8} \cdot 2 \cdot 2,5^2 = 1,562 \text{ KNm}$$

$$M_u = 1,2 (3,906 + 0,3516) + 1,6 (1,562) = 7,6083 \text{ KNm}$$

$$M_n = \frac{7,6083}{0,8} = 9,5104 \text{ KNm}$$

$$bd^2_{\text{perlu}} = \frac{9,5104 \cdot 10^6}{3,304} = 2878450,363 \text{ mm}^3$$

Ambil b	150	200	250
$d = \sqrt{\frac{bd^2}{b}}$	139	120	107

Diambil : b = 150 mm

h = 250 mm

ds = 60 mm

$$d = 250 - 60 = 190 \text{ mm} > d_{\text{perlu}} = 139 \text{ mm}$$

- ❖ Dipakai tulangan sebelah

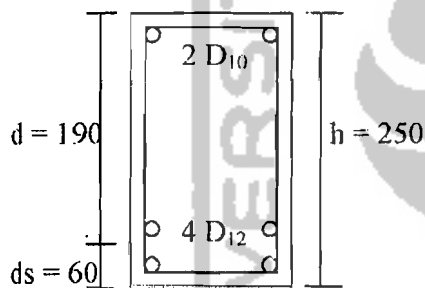
$$A_c = 0,15 \cdot 0,25 \cdot 24 = 0,9 \text{ KN/m}$$

$$M_G = \frac{1}{8} \cdot 0,9 \cdot 2,5^2 = 0,703 \text{ KNm}$$

$$M_u = 1,2 (0,703 + 0,3516) + 1,6 (1,562) = 3,7647$$

$$M_{\text{u}} = \frac{3,7647}{0,8} = 4,706 \text{ KNm}$$

- ❖ $A_s = \rho \cdot b \cdot d = 0,00915 \cdot 150 \cdot 190 = 260,775 \text{ mm}^2$
- ❖ Dipakai tulangan 4 $D_{12} = 452 \text{ mm}^2 > 260,775 \text{ mm}^2$
- ❖ Periksa penempatan baja tulangan



$$x_1 = 2 \left(\frac{12}{2} + 12 + \frac{12}{2} \right) / 4 = 12$$

$$d_s = 30 + 8 + 12 + \frac{12}{2} = 56 \text{ mm} < 60 \text{ mm}$$

$$d = 250 - 60 = 190 \text{ mm}$$

- ❖ Periksa jarak bebas datar

$$J_{\text{bd}} = \frac{150 - 2(30 + 8) - 2 \cdot 12}{2 - 1} = 50 \text{ mm} > 25 \text{ mm}$$

$$> D = 12 \text{ mm}$$

$$> 1,33 \cdot 20 = 26,6 \dots \text{OK!!!!}$$

❖ Periksa kapasitas penampang

~ anggap baja tulangan tarik telah leleh mencapai regangan leleh pada saat beton tekan mencapai regangan hancur.

~ gaya-gaya dalam

$$C = 0,85 \cdot f_c' \cdot b \cdot a = 0,85 \cdot 22,5 \cdot 150 \cdot a = 2868,75 a$$

$$T = A_s \cdot f_y = 452 \cdot 400 = 180800 \text{ N}$$

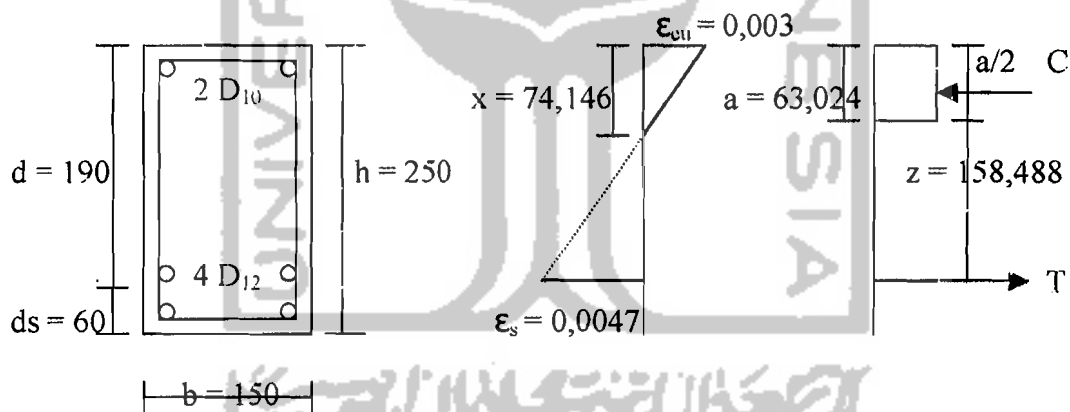
❖ Keseimbangan gaya dalam $C = T$

$$2868,75 a = 180800$$

$$a = 63,024 \text{ mm}$$

$$x = \frac{a}{\beta_1} = \frac{63,024}{0,85} = 74,146 \text{ mm}$$

$$z = \left(d - \frac{a}{2} \right) = \left(190 - \frac{63,024}{2} \right) = 158,488 \text{ mm}$$



❖ Regangan baja tulangan tarik

$$\epsilon_s = \frac{d - x}{x} \epsilon_{cu} = \frac{190 - 74,146}{74,146} 0,003 = 0,0047 > \epsilon_y = 0,002$$

~ anggapan benar baja tulangan tarik telah leleh

- ❖ Momen nominal

$$M_n = T \cdot z = 180800 \cdot 158,488 = 28654630,4 \text{ Nmm}$$

$$= 28,65 \text{ KNm} > M_{n\text{perlu}} = 4,706 \text{ KNm OK!}$$

- ❖ $M_u = \phi M_n = 0,8 \cdot 28,65 = 22,92 \text{ KNm}$

Perencanaan Tulangan Geser

- ❖ Gaya geser max pada ujung batang

$$V_u = \frac{1}{2} \cdot W_u \cdot L$$

$$W_u = \frac{8M_u}{L^2} = \frac{8 \cdot 22,92}{2,5^2} = 29,3376 \text{ KN/m}$$

$$V_u = \frac{1}{2} \cdot 29,3376 \cdot 2,5 = 36,672 \text{ KN}$$

- ❖ Gaya geser pada penampang kritis sejauh d dari perletakan

$$V_u = \frac{1,2 - (0,19 + 0,05)}{1,2} \cdot 36,672 = 29,3376 \text{ KN}$$

- ❖ Kekuatan geser beton

$$V_c = \frac{1}{6} \cdot \sqrt{f_c'} \cdot b_w \cdot d = \frac{1}{6} \cdot \sqrt{22,5} \cdot 150 \cdot 190 = 22531,2283 = 22,531 \text{ KN}$$

- ❖ Kekuatan geser tulangan geser

$$V_{s1} = \frac{1}{3} \cdot \sqrt{f_c'} \cdot b_w \cdot d = 2V_c = 2 \cdot 22,531 = 45,062 \text{ KN}$$

$$V_{s2} = \frac{2}{3} \cdot \sqrt{f_c'} \cdot b_w \cdot d = 4V_c = 4 \cdot 22,531 = 90,124 \text{ KN}$$

- ❖ Untuk geser faktor reduksi = $\phi = 0,6$

$$\frac{1}{3}\phi V_c = 0,5 \cdot 0,6 \cdot 22,531 = 6,7593 \text{ KN}$$

$$\phi V_c = 0,6 \cdot 22,531 = 13,5186 \text{ KN}$$

$$\phi V_{s1} = 0,6 \cdot 45,062 = 27,0372 \text{ KN}$$

$$\phi V_{s2} = 0,6 \cdot 90,124 = 54,0744 \text{ KN}$$

$$\phi 3V_c = 0,6 \cdot 3 \cdot 22,531 = 40,5558 \text{ KN}$$

$$\phi 5V_c = 0,6 \cdot 5 \cdot 22,531 = 67,593 \text{ KN}$$

$$\text{Ternyata } \rightarrow \phi V_c < V_u \leq \phi 3V_c$$

$$13,5186 < 29,3376 \leq 40,5558$$

→ diperlukan tulangan geser untuk menahan gaya geser yang berlebihan

❖ Dicari koordinat titik-titik penting

1. Titik nilai $V_u = \phi 3V_c = 40,5558 \text{ KN}$

$$x_1 = \frac{40,5558}{36,672} \cdot 1200 = 1327,088 > 1200 \rightarrow \text{tidak dipakai}$$

2. Titik gaya geser = $\phi V_c = 13,5186 \text{ KN}$

$$x_2 = \frac{13,5186}{36,672} \cdot 1200 = 442,3625 \text{ mm} \approx 40 \text{ cm dari tengah bentang}$$

3. Titik gaya geser $\frac{1}{2}\phi V_c = 6,7593 \text{ KN}$

$$x_3 = \frac{6,7593}{36,672} \cdot 1200 = 221,1812 \text{ mm} \approx 20 \text{ cm dari tengah bentang}$$

❖ Spasi sengkang maksimum yang dibutuhkan adalah nilai terkecil dari :

$$s \leq \frac{d}{2} \text{ dan } s \leq 600 \text{ mm}$$

$$s = \frac{190}{2} = 95 \text{ mm}$$

❖ Digunakan sengkang dengan 2 $\phi 8 \text{ mm}$: $A_s = 100,5 \text{ mm}^2$

❖ Daerah II

$$\phi V_s = V_u - \phi V_c = 29,3376 - 13,5186 = 15,819 \text{ KN}$$

$$V_s = \frac{15,819}{0,6} = 26,365 \text{ KN}$$

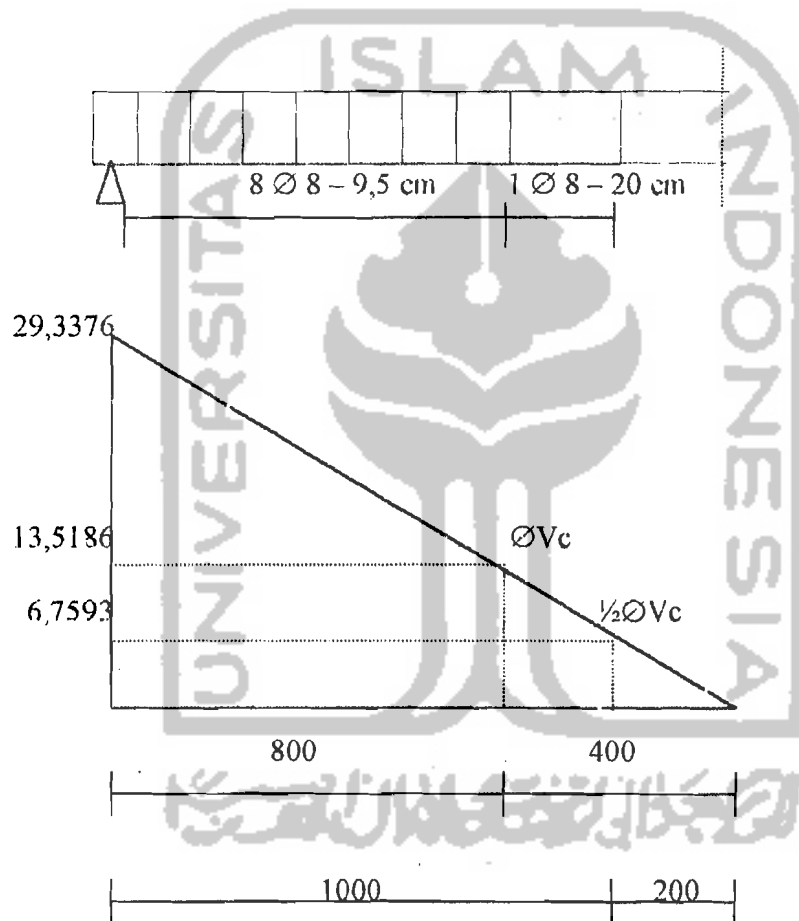
$$\text{Jarak sengkang : } s = \frac{A_v \cdot f_y \cdot d}{V_s} = \frac{100,5 \cdot 240 \cdot 190}{26,365 \cdot 10^3} = 173,821 \text{ mm} > 95 \text{ mm}$$

Dipakai $\varnothing 8 - 9,5 \text{ cm}$

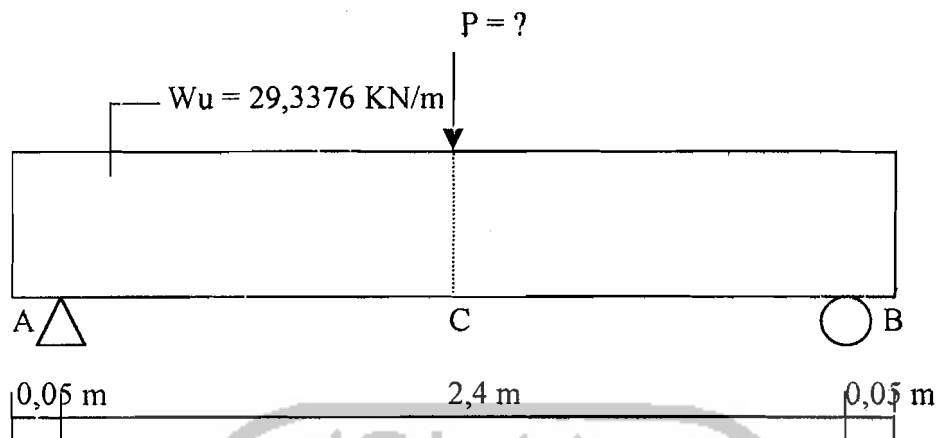
- ❖ Daerah III, daerah tulangan geser minimum

$$s = \frac{3 \cdot A_v \cdot f_y}{b} = \frac{3 \cdot 100,5 \cdot 240}{150} = 482,4 \text{ mm} < 600 \text{ mm}$$

dipakai $\varnothing 8 - 20 \text{ cm}$



❖ Menghitung beban (P) yang direncanakan:



$$\begin{aligned}\Sigma M_B &= V_A \cdot 2,4 - W_u \cdot 2,45 \cdot 1,225 - P \cdot 1,2 + W_u \cdot 0,05 \cdot 0,025 = 0 \\ &= V_A \cdot 2,4 - 29,3376 \cdot 2,45 \cdot 1,225 - P \cdot 1,2 + 29,3376 \cdot 0,05 \cdot 0,025 = 0 \\ &= 2,4 V_A - 1,2 P - 88,0128 = 0\end{aligned}$$

$$V_A = \frac{88,0128 + 1,2P}{2,4} = 36,672 + 0,5 P$$

$$M_C = M_u$$

$$V_A \cdot 1,2 - 29,3376 \cdot 1,25 \cdot 0,625 = 22,92$$

$$(36,672 + 0,5 P) \cdot 1,2 - 22,92 = 22,92$$

$$21,0864 + 0,6 P = 22,92$$

$$P = 3,056 \text{ KN}$$

3.6. Pembuatan benda uji

Pembuatan benda uji untuk pengujian desak dan tarik dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut:

- a. Melakukan penimbangan bahan-bahan seperti semen, pasir, kerikil, serat, dan pengukuran kebutuhan air.
- b. Menghidupkan molen, kemudian memasukkan kerikil, semen, pasir, dan air sedikit demi sedikit kedalam molen.
- c. Pada saat molen berputaar diusahakan selalu miring sekitar 15° , agar adukan beton merata.
- d. Serat direndam kedalam air beberapa saat sebelum dimasukkan kedalam campuran dengan membuang airnya terlebih dahulu.
- e. Setelah adukan beton tercampur merata, adukan beton dituang secukupnya dan dilakukan pengujian nilai *slump* dengan menggunakan kerucut *Abrams*.
- f. Setelah dilakukan pengujian nilai *slump*, serat dimasukkan kedalam campuran dengan cara ditaburkan sedikit demi sedikit hingga tercampur merata.
- g. Mempersiapkan cetakan-cetakan silinder yang akan dipakai.
- h. Mengeluarkan adukan beton dari molen dan ditampung pada talam.
- i. Memasukkan adukan beton kedalam cetakan sedikit demi sedikit sambil ditusuk-tusuk agar tidak keropos.
- j. Adukan yang telah dicetak diletakkan ditempat yang terlindung dari sinar matahari dan hujan selama 24 jam.

- k. Cetakan dapat dibuka, dan memberi kode/keterangan pada beton.

Pembuatan benda uji untuk pengujian lentur dilakukan dengan langkah-langkah yang sama dengan pembuatan benda uji pada pengujian desak dan tarik. Perbedaan pada pengujian lentur benda uji terbuat dari balok beton bertulang dan cetakan terbuat dari papan atau bekisting dengan ukuran sesuai dengan dimensi balok.

3.7. Perawatan Benda Uji

Perawatan disini, adalah perawatan beton yang umumnya banyak dilaksanakan dilapangan dan mudah dilakukan tanpa mengeluarkan biaya tambahan yang tinggi, yaitu perawatan beton dengan air. Air yang digunakan adalah air yang memenuhi syarat air bersih.

Akibat dari keadaan geografis pada daerah tropis adalah mempunyai suhu rata-rata tinggi, disertai sifat angin kering sehingga mengakibatkan penguapan air yang tinggi pula. Selama penyusunan dan pengerasan beton, panas akan ditimbulkan dari reaksi hidrasi semen dan air, dan hal ini akan mengakibatkan meningkatnya temperature pada beton. Oleh karena itu selama periode penyusunan beton dijaga kelembabannya yaitu dengan perawatan. Tujuan dari perawatan beton yaitu:

- a. Untuk melindungi meningkatnya temperatur pada beton dari reaksi hidrasi yang berkembang selama proses pengerasan beton.
- b. Untuk melindungi pengeringan beton yang mungkin akan berakibat atau menyebabkan retak-retak pada beton.

Perawatan beton yang baik akan memperbaiki beberapa segi dari kualitasnya, disamping lebih kuat dan lebih awet terhadap agresi kimia. Kondisi perawatan beton dengan air pada umumnya yaitu dengan membasahi permukaan beton terus menerus dan merendam/menggenangi permukaan beton dengan air, sistem perawatan ini lebih mudah dikerjakan dan lebih ekonomis.

3.8. Pengujian Benda Uji

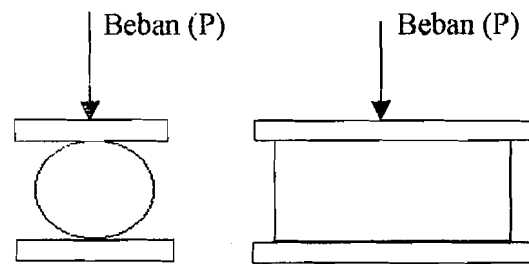
Benda uji yang digunakan:

- a. Silinder diameter 15 cm, tinggi 30 cm, diuji kuat desaknya untuk beton berserat dan beton normal, dengan panjang serat 4,6 dan 8 cm. Jumlah benda uji masing-masing 10 buah. Untuk uji desak ini setiap benda uji dicatat : jenis/asal bahan susunnya, perbandingan berat/volume, faktor air semen "*Slump*". Data yang diambil setelah pengujian desak adalah beban maksimum, jenis patah dan kuat desak silinder.

Untuk mencari kuat desak, dihitung dengan rumus:

$$\text{KuatDesak (kg/cm}^2\text{)} = \frac{\text{BebanMaximum (kg)}}{\text{LuasPenampang (cm}^2\text{)}}$$

- b. Silinder diameter 15 cm, tinggi 30 cm diuji kuat tariknya untuk beton berserat dan beton normal dengan panjang serat 4, 6, dan 8 cm. Jumlah benda uji masing-masing 10 buah. Seperti pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1. Uji tarik pada pembebanan silinder

Data yang diambil untuk uji tarik (*split tes*) antara lain: jenis, asal bahan susunnya, perbandingan berat/volume, faktor air semen “*Slump*”. Data yang didapat setelah pengujian adalah beban maksimum sampai benda uji terbelah. Rumus yang digunakan untuk mengetahui kuat tarik belah pada pengujian *split test* adalah:

$$f_t = \frac{2.P}{\pi.L.D}$$

dengan : f_t = kuat tarik belah (kg/cm^2).

P = beban pada waktu terbelah (kg).

L = panjang benda uji silinder (cm).

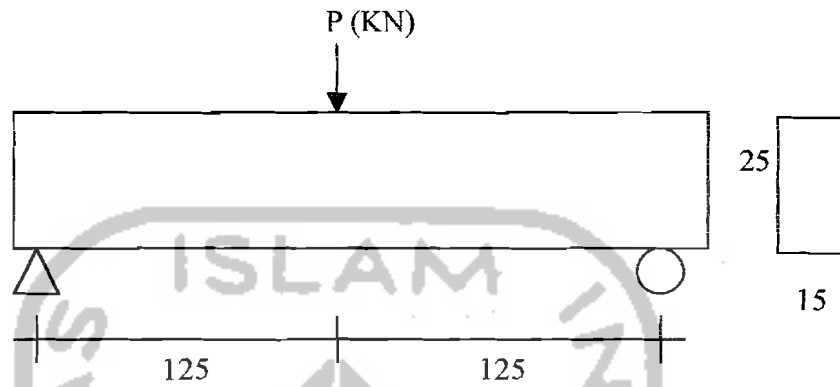
D = diameter benda uji silinder (cm).

(terdapat dalam Chu Kia Wang, Charles G. Salmon, dan Binsar Hariandja. 1986, *Desain Beton Bertulang*, edisi keempat penerbit Erlangga, Surabaya)

Persentase berat serat terhadap berat semen pada semua benda uji adalah 2 %.

- c. Balok beton bertulang dengan ukuran 250 x 15 x 25 cm diuji kuat lenturnya untuk beton serat dan non serat dengan panjang serat diambil dari variasi terbaik menurut kuat desaknya. Jumlah benda uji masing-

masing 1 buah. Data yang diambil dalam pengujian lentur adalah beban maksimum, besar lendutan, dan pola retak pada balok. Seperti pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2. Uji lentur pada balok.

Rumus yang digunakan untuk kuat lentur:

$$\sigma_{lt} = \frac{M}{W} = \frac{\frac{1}{4} PL}{\frac{1}{6} bh^2}$$

dengan : σ_{lt} = kuat lentur balok (kg/cm^2)

P = beban maksimum (kg)

L = panjang balok (cm)

b = lebar balok (cm)

h = tinggi balok (cm)

3.9. Proses Pengujian

Pengujian kuat tarik dan kuat desak silinder dilakukan setelah benda uji mencapai umur 28 hari, sedangkan kuat lentur pada balok dilakukan pada umur 28 hari.

3.9.1. Pengujian Kuat Desak Beton

Pengujian kuat desak beton dilakukan dengan benda uji silinder berukuran 15 cm dan tinggi 30 cm. Langkah-langkah pengujian sebagai berikut :

1. Mencatat dimensi benda uji yaitu diameter dan tingginya.
2. Menimbang benda uji.
3. Meletakkan benda uji diatas mesin penguji desak, lalu dihidupkan dan dilakukan pembebanan secara berangsur-angsur.
4. Mencatat beban maksimum yang terjadi, pada saat benda uji mulai mengalami kehancuran.

3.9.2 Pengujian Kuat Tarik Beton

Pengujian kuat tarik beton dilakukan dengan benda uji silinder berukuran 15 cm dan tinggi 30 cm. Langkah-langkah pengujian sebagai berikut :

1. Mencatat dimensi benda uji yaitu diameter dan tingginya.
2. Menimbang benda uji.
3. Meletakkan benda uji silinder dengan posisi rebah, pada mesin penguji desak lalu dihidupkan dan dilakukan pembebanan secara berangsur-angsur.
4. Mencatat beban maksimum yang terjadi, pada saat benda uji mulai mengalami kehancuran.

3.9.3 Pengujian Kuat Lentur Beton

Pengujian kuat tarik beton dilakukan dengan benda uji balok. Langkah-langkah pengujian sebagai berikut :

1. Benda uji yang digunakan adalah balok berukuran 250 x 25 x 15 cm.

2. Memberi tanda dengan spidol pada benda uji titik-titik untuk pembebanan, titik-titik untuk perletakan tumpuan, dan titik-titik untuk meletakkan dial.
3. Meletakkan benda uji tumpuan sesuai dengan tanda yang telah diberikan diatas mesin penguji kuat lentur, kemudian mesin dihidupkan dan pembebanan ditingkatkan secara berangsur-angsur.
4. Pembebanan maksimum pada benda uji dicatat sesuai skala petunjuk pada mesin uji.
5. Penurunan balok pada setiap penambahan beban dicatat berdasarkan hasil pada dial. Jumlah dial yang dipakai sebanyak 3 buah diletakkan ditengah-tengah bagian balok dan pada jarak 62,5 cm dari tengah bentang.
6. Setiap keretakan pada balok akibat pembebanan ditandai dan dicatat bebannya.

