

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Penelitian dilakukan dengan menggunakan benda uji balok persegi panjang serta dilakukan pengujian terhadap kuat tarik baja dan kuat desak beton untuk mengetahui kuat desak beton karakteristik yang telah dicapai dalam percobaan ini. Hasil penelitian adalah sebagai berikut ini.

4.1 Kuat Tarik Baja Tulangan

Pengambilan benda uji dilakukan dengan memotong baja tulangan sepanjang 50 cm, dari tiap-tiap baja tulangan yang dipakai. Satu macam tulangan digunakan untuk tiga sampel. Hasil dari kuat tarik baja tulangan dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 4.1 Kuat tarik baja tulangan diameter 12 mm polos

Sampel	A (10^{-2}cm)	P leleh (Kg)	P max (Kg)	P putus (Kg)	$\sigma l = P/A$ (Kg/cm^2)	σl Rata ² (Kg/cm^2)
1	88,203	2950	4620	3600	3344,557	3252,552
2	89,0365	2630	3920	3210	2953,844	
3	89,0365	3080	4780	4170	3459,255	

Keterangan:

A = luas baja tulangan,

P luluh = beban saat terjadi luluh,

P max = beban maximum baja tulangan,

σl = tegangan luluh baja.

$$\sigma_{lr} = \frac{\sigma_{l1} + \sigma_{l2} + \sigma_{l3}}{3} = \frac{3344,557 + 2953,844 + 3459,255}{3} = 3252,552 \text{ kg/cm}^2$$

4.2 Kuat Desak Beton

Setiap pengadukan campuran beton diambil satu sampai dua sampel kubus beton. Pengujian dilakukan setelah benda uji berumur 28 hari. Dari hasil pengujian kuat desak kubus beton umur 28 hari diperoleh tegangan desak beton seperti tabel berikut ini.

Tabel 4.2 Hasil pengujian kuat desak beton

No. Sampel	Nilai Slump (cm)	Berat (Kg)	P (KN)	σk (Kg/cm ²)
1	14,8	8	570	250,1646
2	15,0	8	570	250,0
3	14,5	8	640	278,6558
4	14,5	8,3	570	248,1779
5	14,5	8,2	570	245,902
6	15,5	8,1	550	241,217
7	14,25	8	585	255,243

8	15,5	8,1	590	255,367
9	14,5	8	550	242,018
10	15,7	8	520	225,826
11	14,25	8,3	550	238,077
12	15,75	7,9	640	277,925
13	14,75	7,9	580	247,768
14	15	7,9	525	228,738
15	15,5	8	440	191,7044
16	15,5	8,3	640	277,928
17	14,0	8	515	226,633
18	14,0	8,2	680	295,293
19	14,8	8,1	540	235,274
20	14,5	7,9	465	201,273
21	14,75	8,2	660	281,945
22	15,5	8	600	261,415

Tabel 4.2 Hasil pengujian kuat desak beton (lanjutan)

Hasil perhitungan kuat beton karakteristik menurut PBI - 1971 adalah sebagai berikut ini.

$$\sigma'_{bm} = \frac{\sum_{i=1}^n x \sigma' b}{N} = \frac{5654,5434}{22} = 257,0247$$

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\sigma' b - \sigma'_{bm})^2}{N - 1}} = \sqrt{\frac{13433,7199}{22 - 1}} = 25,2923$$

$$\sigma_{bk} = \sigma'_{bm} - (1,64 \times s)$$

$$\sigma_{bk} = 257,0247 - (1,64 \times 25,2923)$$

$$\sigma_{bk} = 215,545 \text{ (kubus)}$$

$$f'_{c'} = 0,83 \times 215,545$$

$$= 17,890 \text{ MPa (memenuhi syarat)}$$

4.3 Hasil Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan benda uji balok persegi, sesuai prosedur yang berlaku. Diharapkan benda uji tersebut dapat mewakili sifat karakteristik beton yang diteliti dalam percobaan ini. Hasil penelitian geser dari masing-masing sampel balok dikelompokkan dalam bentuk tabel yang menunjukkan nilai defleksi pada setiap interval pembebanan. Dari setiap grafik selanjutnya dapat diplotkan dalam suatu grafik hubungan antara beban dan defleksi. Pola retak yang terjadi pada setiap sampel dapat dilihat pada gambar berikutnya.

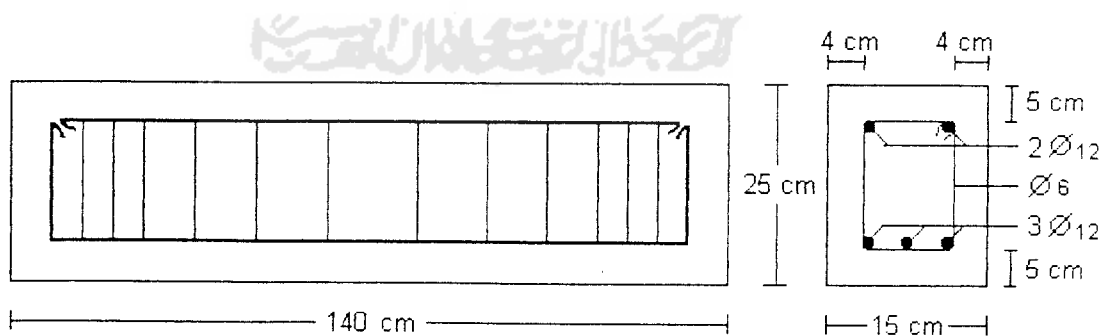
Tabel 4.3 Data hasil pengujian sampel A

(cor dihentikan pada 3/4 L, pakai tulangan rangkap dan tulangan geser)

No.	Sampel A1			Sampel A2			Sampel A3		
	P (Kg)	W (Kg)	$\Delta \cdot 10^{-2}$ (mm)	P (Kg)	W (Kg)	$\Delta \cdot 10^{-2}$ (mm)	P (Kg)	W (Kg)	$\Delta \cdot 10^{-2}$ (mm)
1	250	132,5	50	250	131	41	250	133,5	13
2	500		72	500		60	500		30
3	750		89	750		81	750		41
4	1000		105	1000		95	1000		55
5	1250		124	1250		115	1250		70
6	1500		151	1500		131	1500		91
7	1750		179	1750		150	1750		99
8	2000		193	2000		161	2000		103
9	2250		208	2250		180	2250		121
10	2500		220	2500		198	2500		132
11	2750		233	2750		218	2750		145
12	3000		245	3000		241	3000		167
13	3250		269	3250		260	3250		182
14	3500		287	3500		284	3500		200
15	3750		303	3750		304	3750		225
16	4000		321	4000		329	4000		245
17	4250		338	4250		350	4250		260
18	4500		358	4500		383	4500		285
19	4750		391	4750		410	4750		310
20	5000		411	5000		430	5000		325
21	5250		439	5250		455	5250		350
22	5500		455	5500		475	5500		367
23	5750		462	5750		510	5750		390

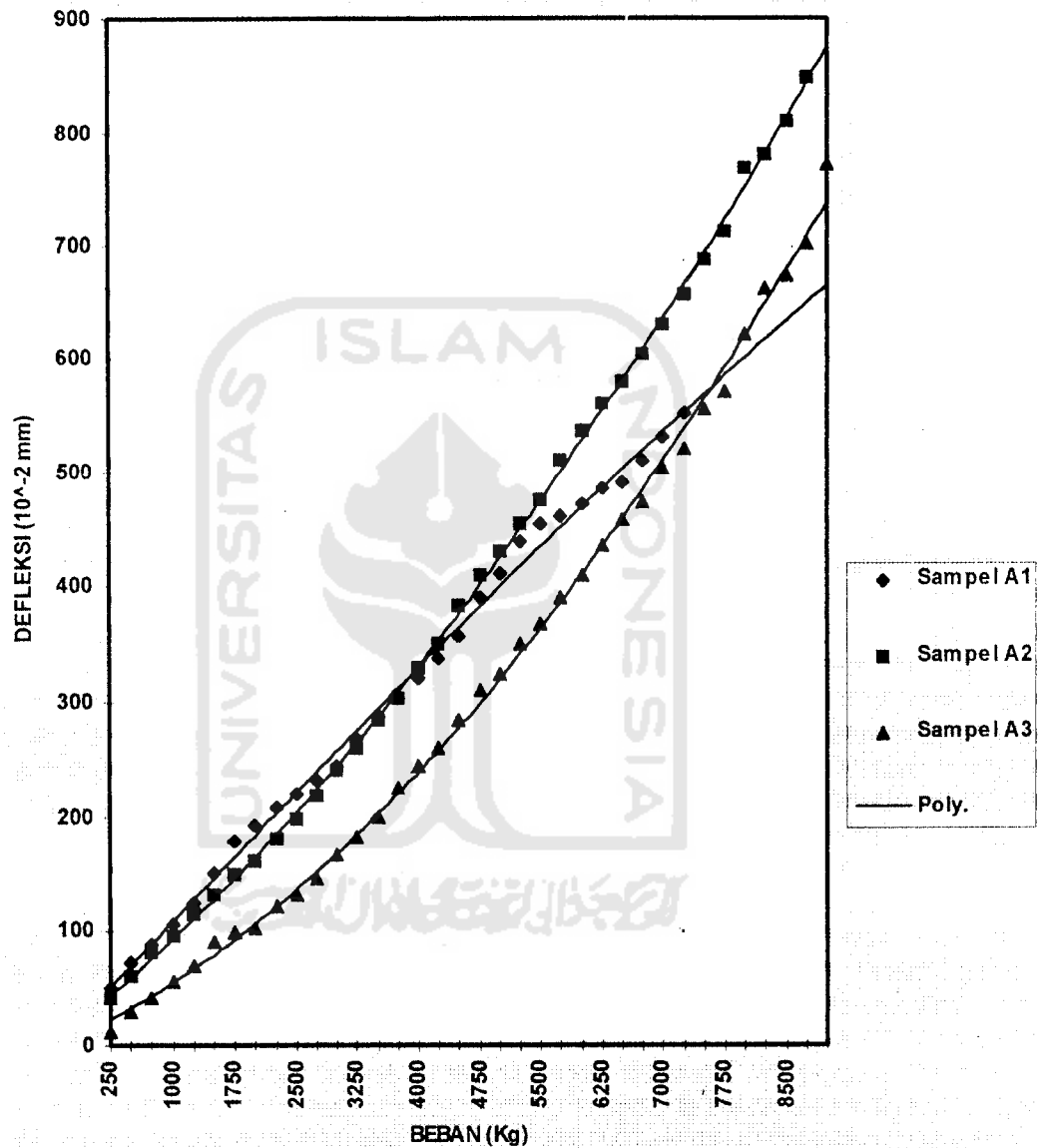
24	6000		471	6000		535	6000		410
25	6250		485	6250		560	6250		435
26	6500		491	6500		580	6500		458
27	6750		510	6750		603	6750		473
28	7000		530	7000		629	7000		503
29	7250		552	7250		655	7250		521
30	7500			7500		688	7500		555
31	7750			7750		713	7750		571
32	8000			8000		769	8000		620
33	8250			8250		781	8250		660
34	8500			8500		810	8500		673
35	8750			8750		848	8750		703
36	9000			9000			9000		772
Retak awal = 4250			Retak awal = 4400			Retak awal = 3750			
Beban max = 10250			Beban max = 10400			Beban max = 11800			

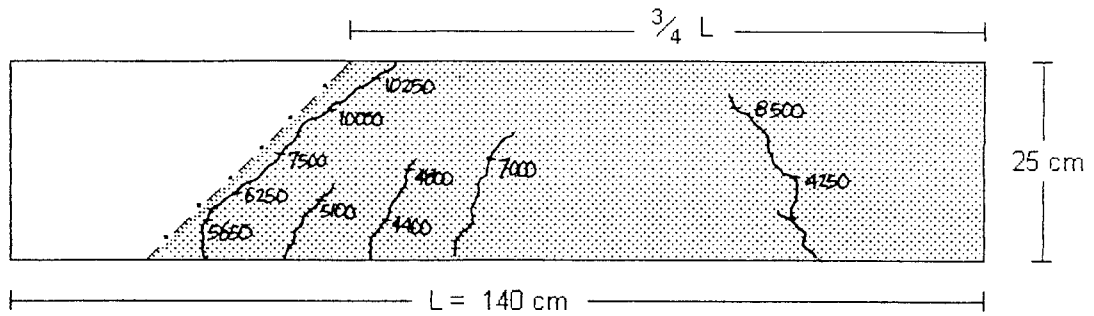
Tabel 4.3 Data hasil pengujian sampel A (lanjutan)



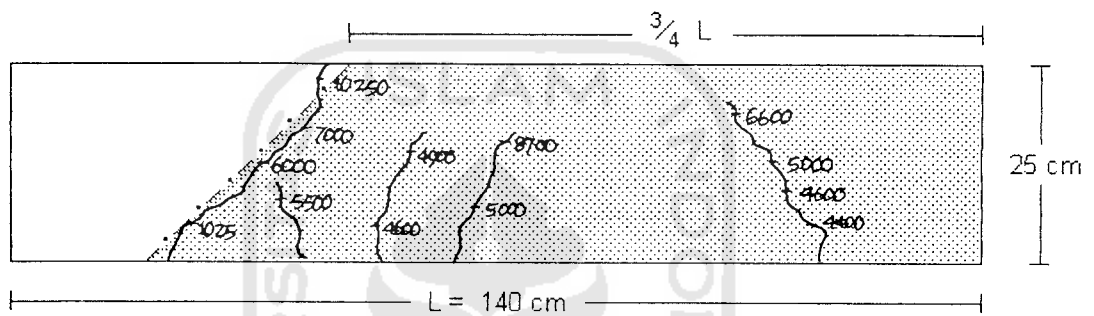
Gambar 4.1 Penulangan sampel balok A

GRAFIK SAMPEL A

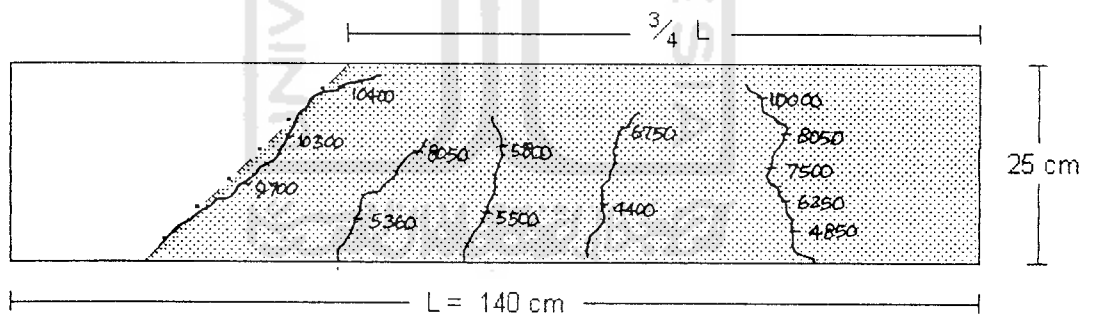




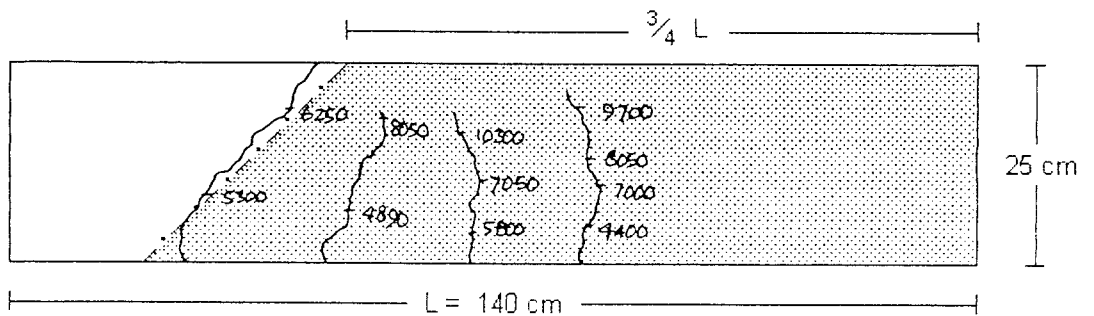
Sampel balok beton A1, sisi muka



Sampel balok beton A1, sisi belakang

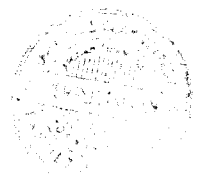


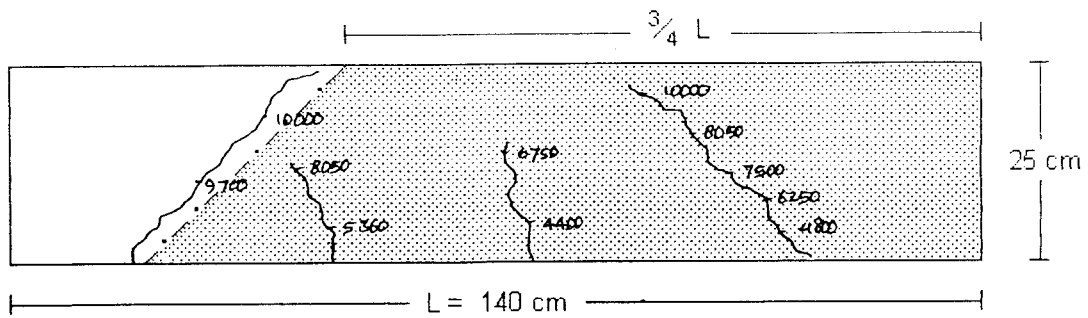
Sampel balok beton A2, sisi muka



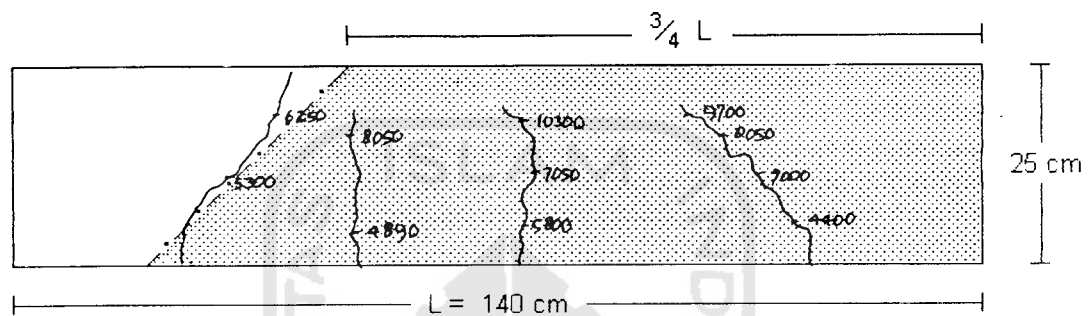
Sampel balok beton A2, sisi belakang

Gambar 4.2 Pola retak sampel A







Sampel balok beton A3, sisi muka



Sampel balok beton A3, sisi belakang

Dengan,

-  = pengecoran hari pertama, dihentikan pada $3/4 L$,
-  = pengecoran hari kedua, sisa pengecoran bentang L .

Gambar 4.2 Pola retak sampel A (lanjutan)

(Cor dihentikan pada $3/4 L$, pakai tulangan rangkap dan tulangan geser)

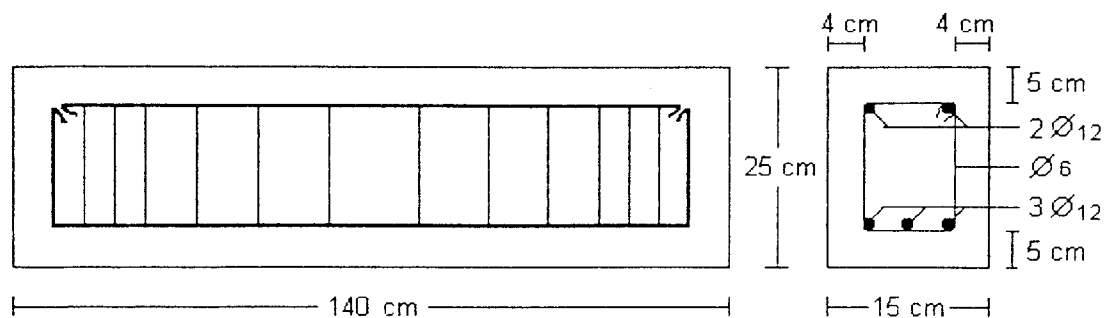
Tabel 4.4 Data hasil pengujian sampel B

(cor dihentikan pada 1/2 L, pakai tulangan rangkap dan tulangan geser)

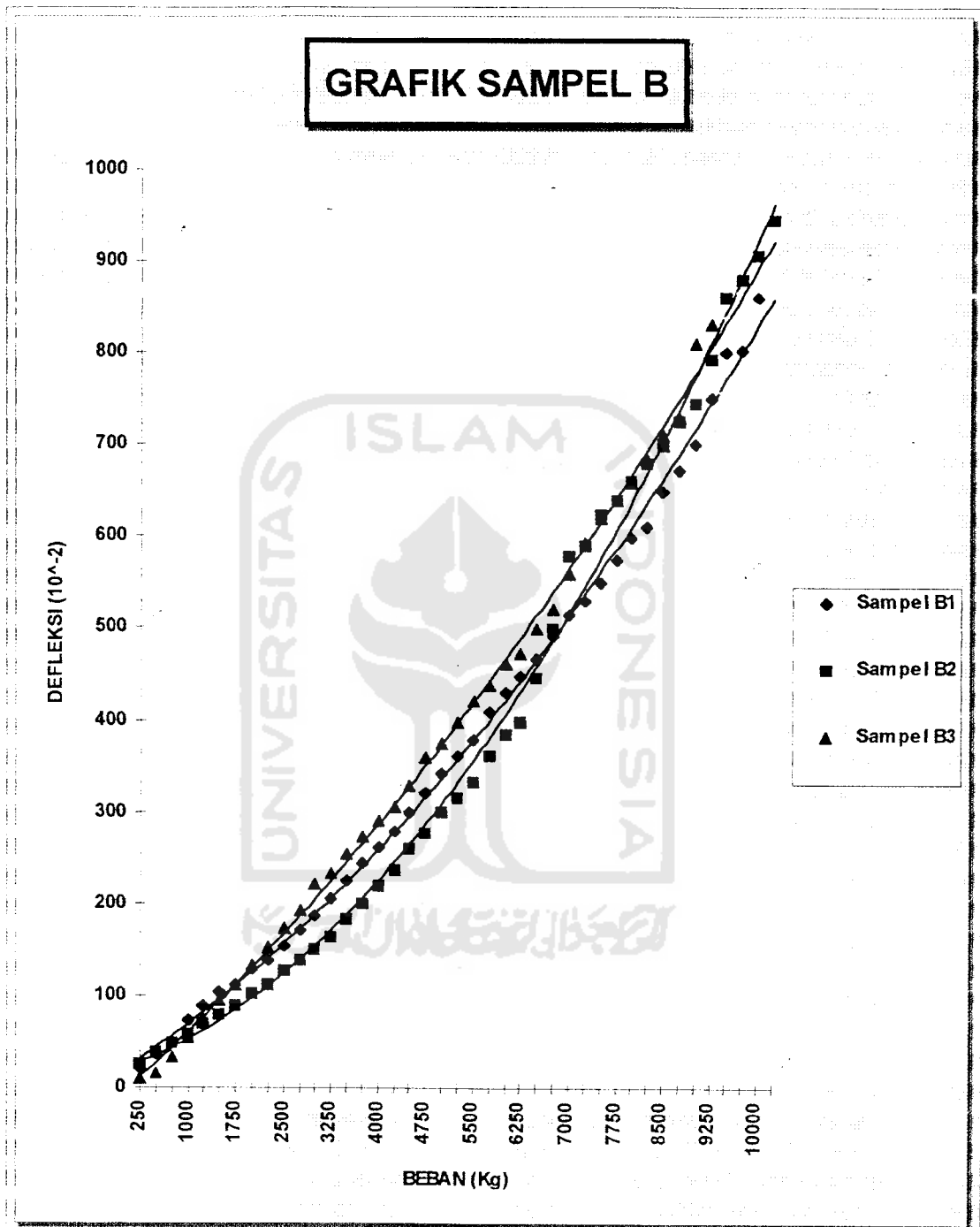
No.	Sampel B1			Sampel B2			Sampel B3		
	P (Kg)	W (Kg)	$\Delta \cdot 10^{-2}$ (mm)	P (Kg)	W (Kg)	$\Delta \cdot 10^{-2}$ (mm)	P (Kg)	W (Kg)	$\Delta \cdot 10^{-2}$ (Kg)
1	250	133,3	22	250	133,2	24	250	132	9
2	500		36	500		39	500		15
3	750		48	750		48	750		33
4	1000		73	1000		57	1000		54
5	1250		89	1250		69	1250		75
6	1500		103	1500		79	1500		95
7	1750		111	1750		89	1750		112
8	2000		128	2000		102	2000		132
9	2250		139	2250		112	2250		152
10	2500		153	2500		126	2500		173
11	2750		171	2750		138	2750		192
12	3000		187	3000		150	3000		215
13	3250		206	3250		164	3250		233
14	3500		225	3500		183	3500		254
15	3750		243	3750		200	3750		273
16	4000		261	4000		219	4000		290
17	4250		279	4250		236	4250		306
18	4500		300	4500		260	4500		329
19	4750		321	4750		277	4750		359
20	5000		341	5000		300	5000		375
21	5250		360	5250		315	5250		398
22	5500		378	5500		333	5500		421
23	5750		409	5750		360	5750		438

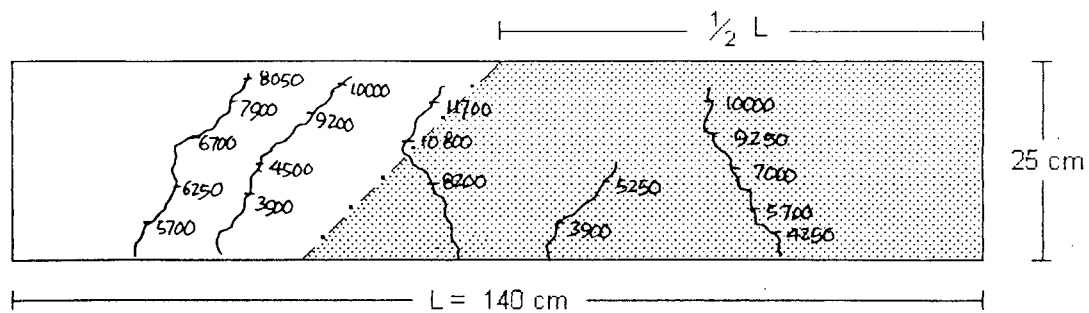
24	6000		429	6000		383	6000		460
25	6250		447	6250		398	6250		472
26	6500		467	6500		445	6500		500
27	6750		491	6750		500	6750		520
28	7000		515	7000		577	7000		558
29	7250		530	7250		589	7250		593
30	7500		549	7500		623	7500		620
31	7750		573	7750		640	7750		640
32	8000		598	8000		660	8000		659
33	8250		611	8250		680	8250		683
34	8500		648	8500		698	8500		710
35	8750		671	8750		726	8750		730
36	9000		700	9000		744	9000		810
37	9250		750	9250		793	9250		832
38	9500		800	9500		860	9500		
39	9750		803	9750		880	9750		
40	10000		860	10000		905	10000		
41	10250					945			
Retak awal = 4050			Retak awal = 3900			Retak awal = 4700			
Beban max = 11900			Beban max = 13000			Beban max = 12650			

Tabel 4.4 Data hasil pengujian sampel B (lanjutan)

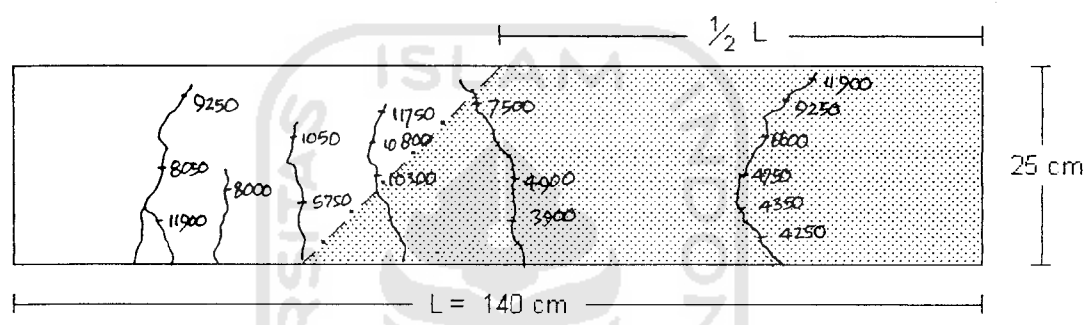


Gambar 4.3 Penulangan sampel balok B

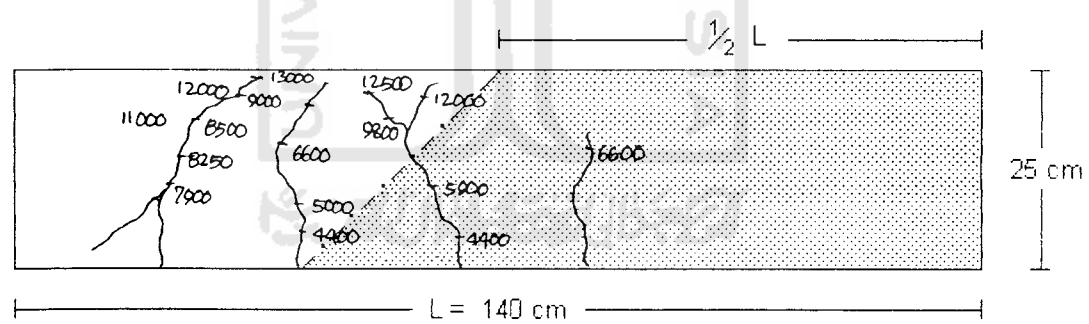




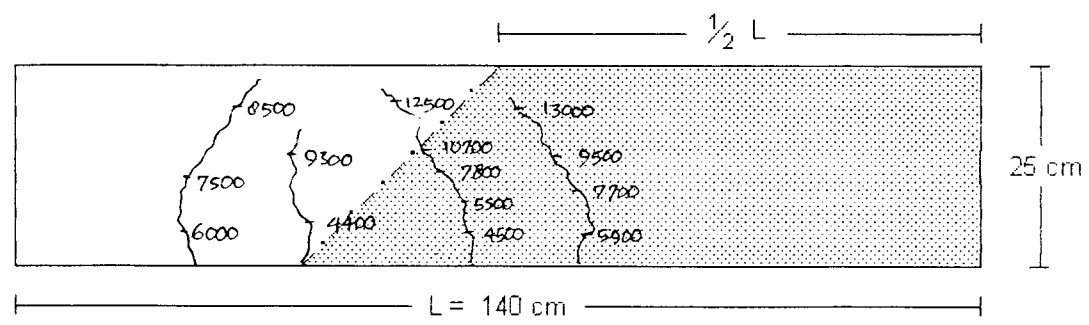
Sampel balok beton B1, sisi muka



Sampel balok beton B1, sisi belakang

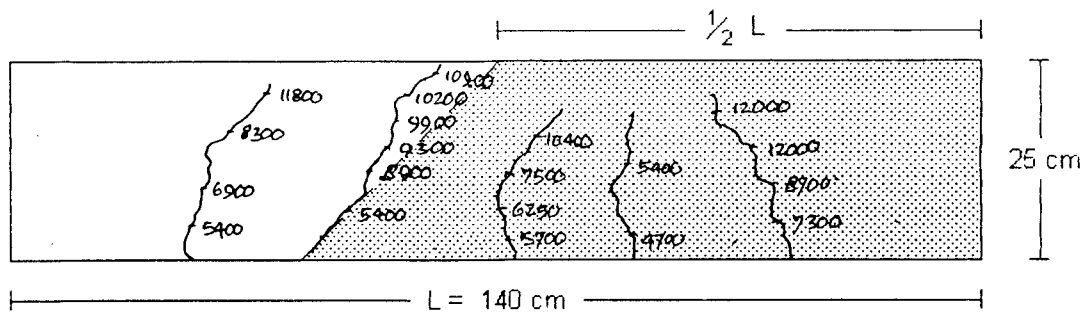


Sampel balok beton B2, sisi muka

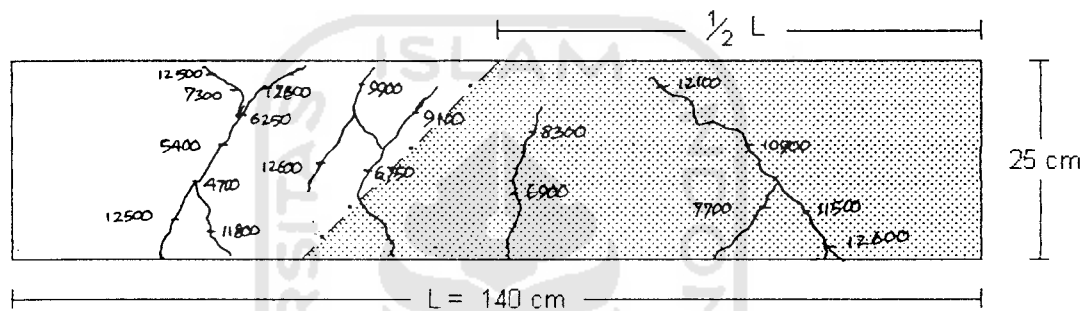


Sampel balok beton B2, sisi belakang

Gambar 4.4 Pola retak sampel B




Sampel balok beton B3, sisi muka



Sampel balok beton B3, sisi belakang

dengan,

 = pengecoran hari pertama, dihentikan pada $1/2 L$,

 = pengecoran hari kedua, sisa pengecoran bentang L .

Gambar 4.4 Pola retak sampel B (lanjutan)

(cor dihentikan pada $1/2 L$, pakai tulangan rangkap dan tulangan geser)

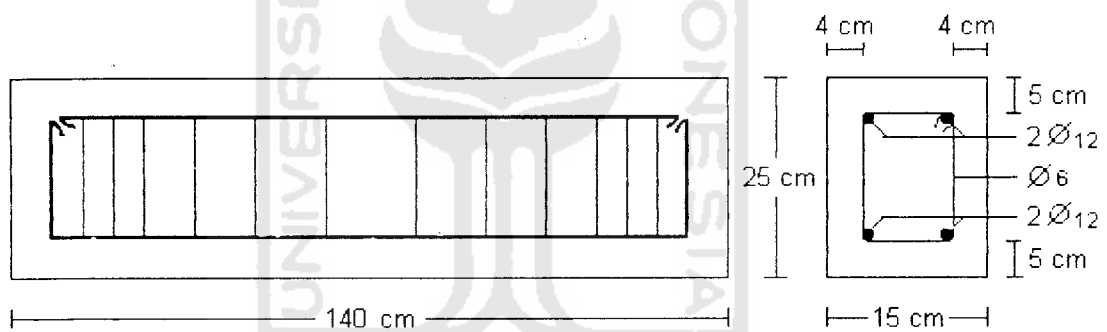
Tabel 4.5 Data hasil pengujian sampel C

(cor dihentikan pada 3/4 L, pakai tulangan sebelah dan tulangan geser)

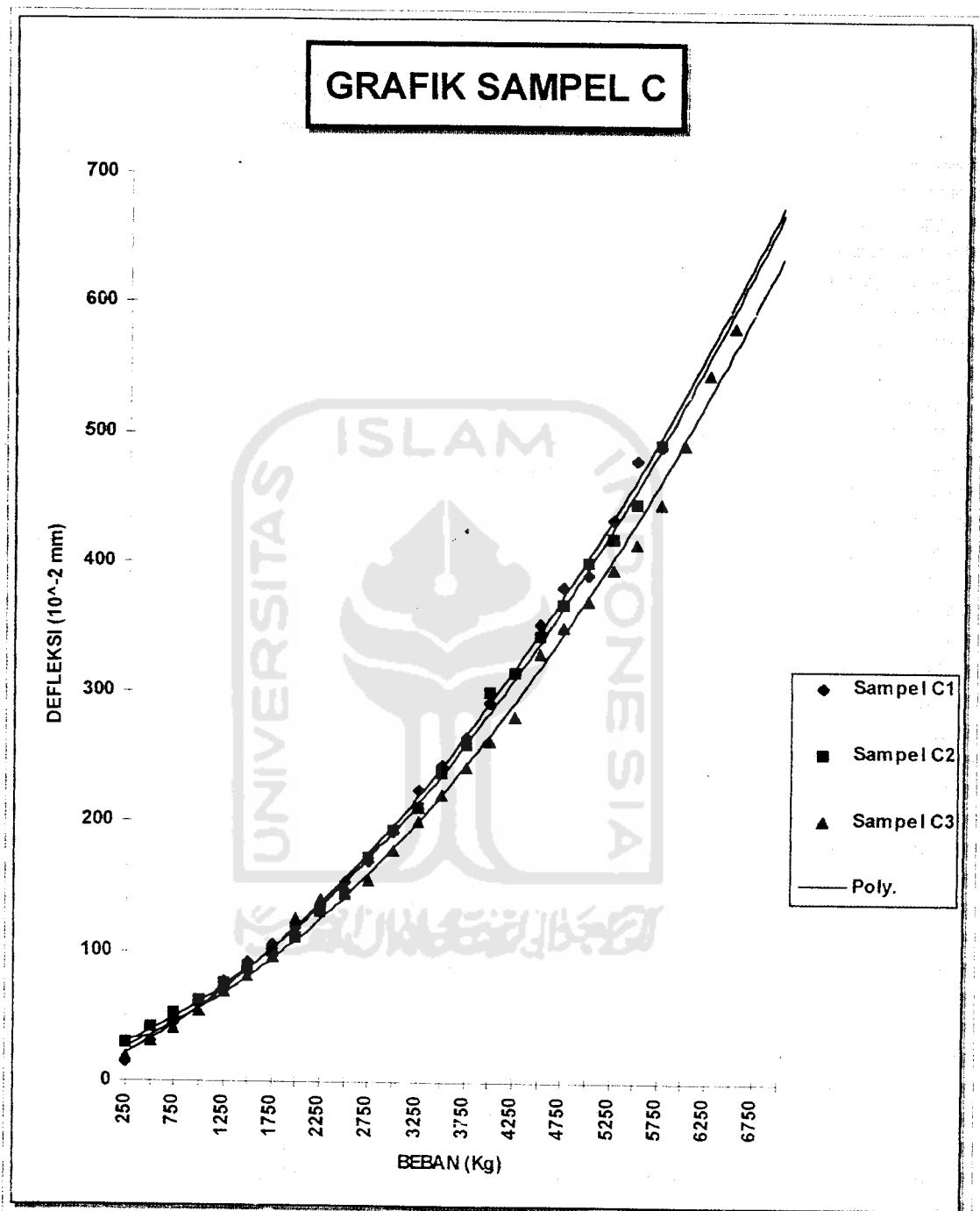
No.	Sampel C1			Sampel C2			Sampel C3		
	P (Kg)	W (Kg)	Δ .10-2 (mm)	P (Kg)	W (Kg)	Δ .10-2 (mm)	P (Kg)	W (Kg)	Δ .10-2 (mm)
1	250	129,2	15	250	127,5	30	250	129,3	19
2	500		31	500		42	500		31
3	750		44	750		52	750		41
4	1000		59	1000		62	1000		54
5	1250		77	1250		75	1250		69
6	1500		92	1500		88	1500		81
7	1750		105	1750		100	1750		95
8	2000		119	2000		110	2000		125
9	2250		135	2250		130	2250		140
10	2500		153	2500		144	2500		149
11	2750		170	2750		172	2750		155
12	3000		192	3000		194	3000		178
13	3250		225	3250		211	3250		200
14	3500		243	3500		238	3500		221
15	3750		265	3750		260	3750		242
16	4000		292	4000		300	4000		263
17	4250		315	4250		315	4250		282
18	4500		353	4500		343	4500		330
19	4750		381	4750		368	4750		350
20	5000		390	5000		400	5000		370
21	5250		433	5250		419	5250		395
22	5500		479	5500		445	5500		415
23	5750		490	5750		492	5750		445

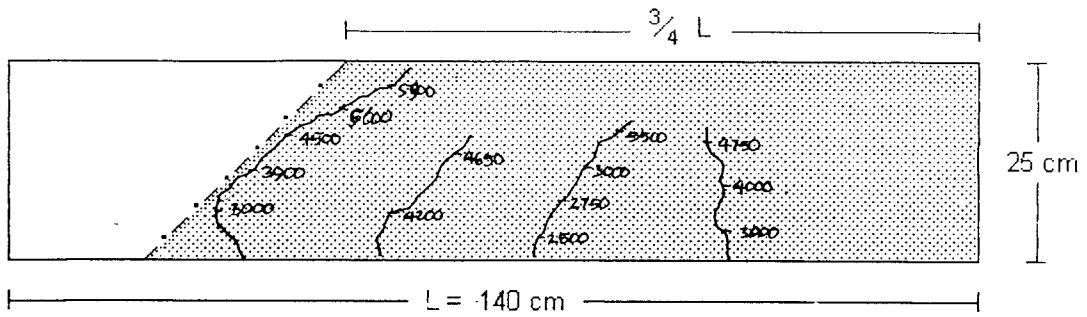
24	6000			6000			6000		492
25	6250			6250			6250		545
26	6500			6500			6500		582
27	6750			6750			6750		
28	7000			7000			7000		
	Retak awal = 3000			Retak awal = 2500			Retak awal = 3000		
	Beban max = 8050			Beban max = 6900			Beban max = 7750		

Tabel 4.5 Data hasil pengujian sampel C (lanjutan)

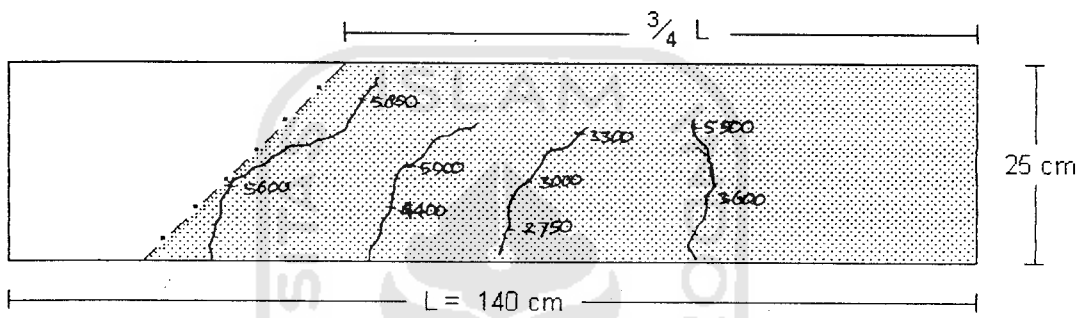


Gambar 4.5 Penulangan sampel balok C

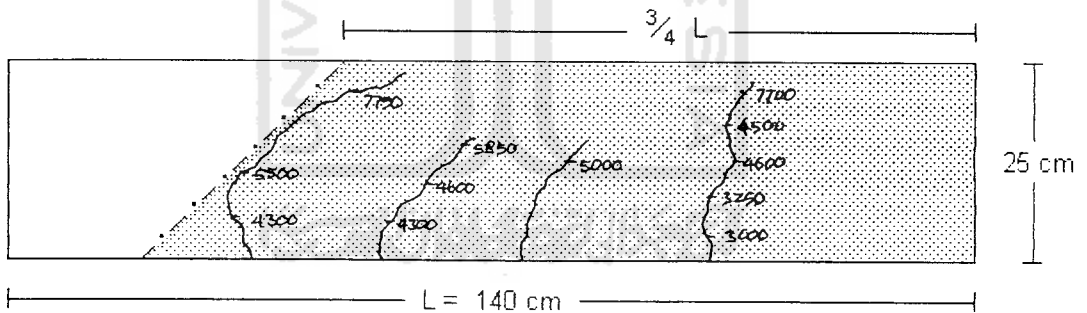




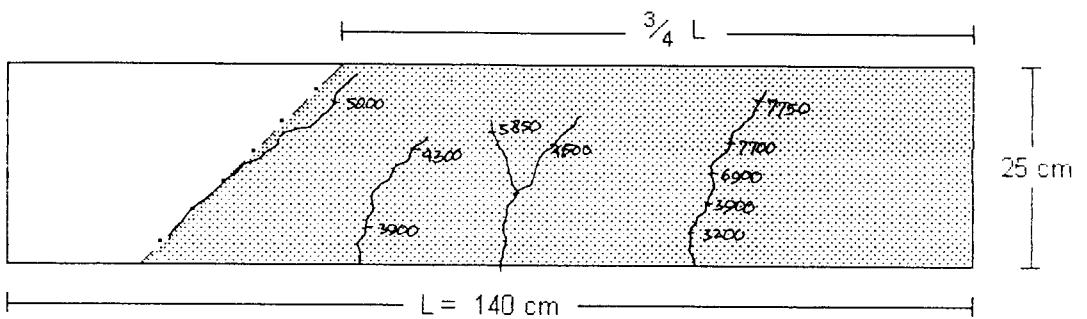
Sampel balok beton C1, sisi muka



Sampel balok beton C1, sisi belakang

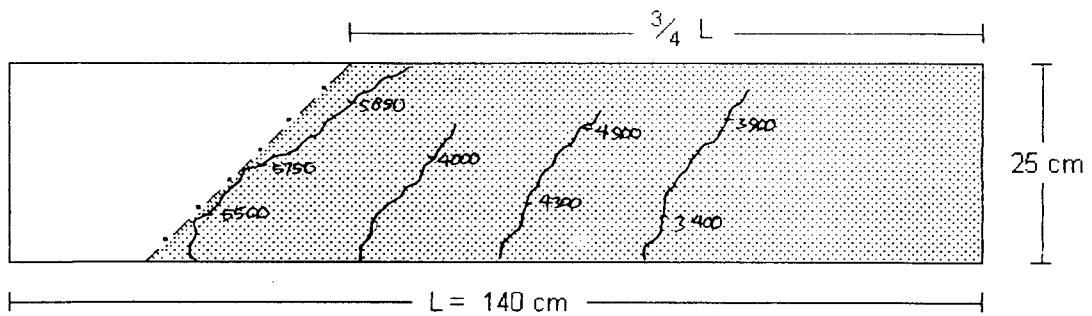


Sampel balok beton C2, sisi muka

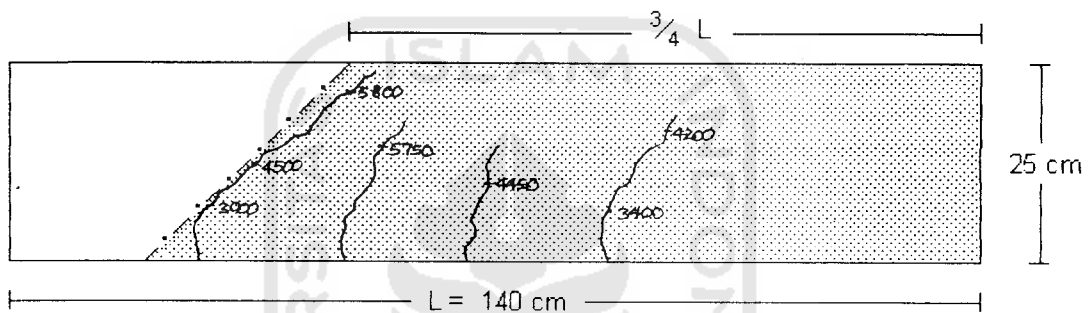


Sampel balok beton C2, sisi belakang

Gambar 4.6 Pola retak sampel C





Sampel balok beton C3, sisi muka



Sampel balok beton C3, sisi belakang

Dengan,

 = pengecoran hari pertama, dihentikan pada $\frac{3}{4} L$,

 = pengecoran hari kedua, sisa pengecoran bentang L.

Gambar 4.6 Pola retak sampel C (lanjutan)

(Cor dihentikan pada $\frac{3}{4} L$, pakai tulangan sebelah dan tulangan geser)

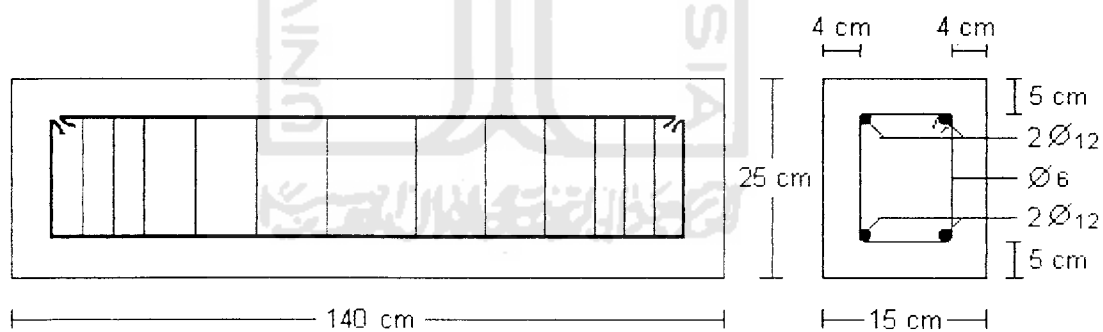
Tabel 4.6 Data hasil pengujian sampel D

(cor dihentikan pada 1/2 L, pakai tulangan sebelah dan tulangan geser)

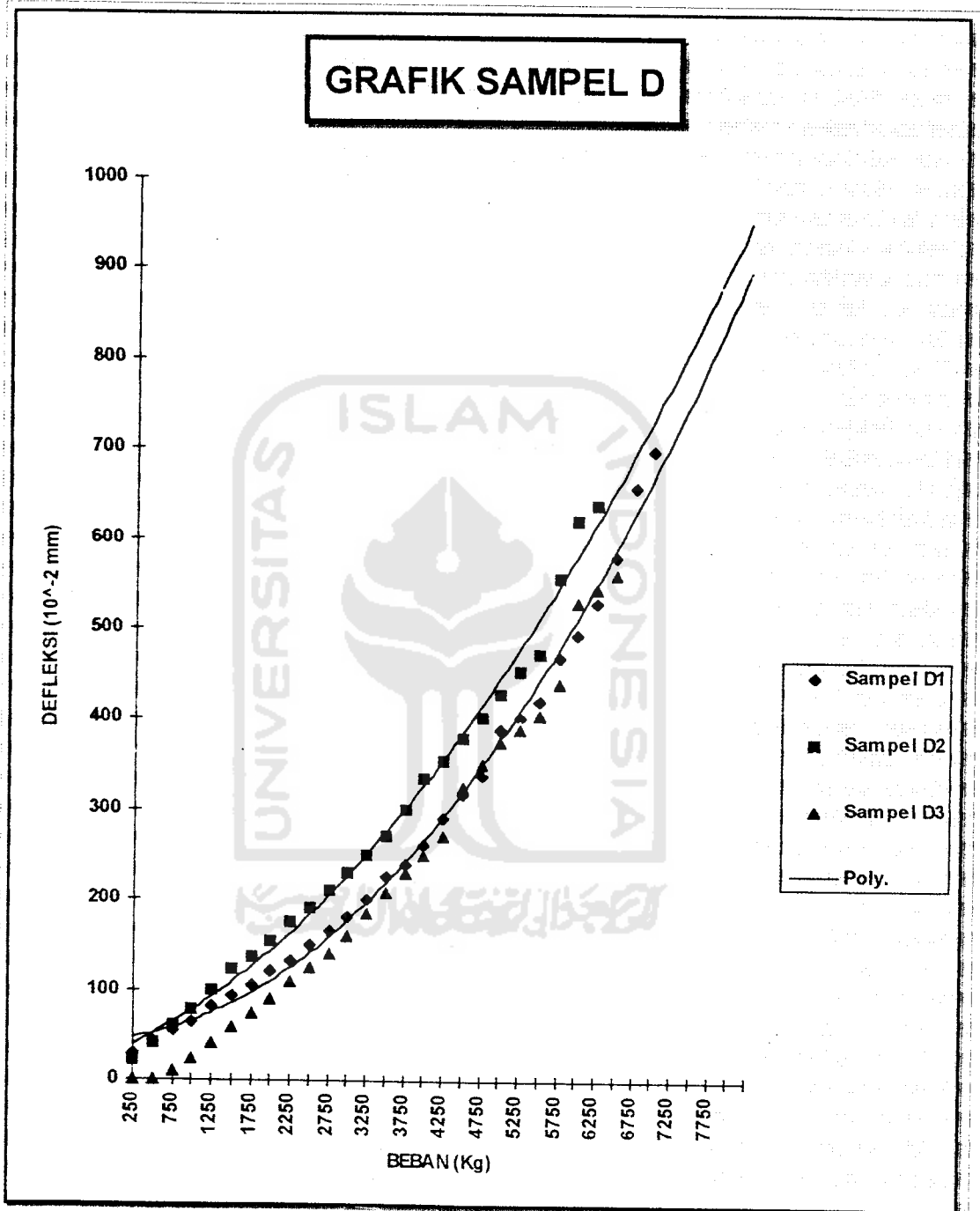
No.	Sampel D1			Sampel D2			Sampel D3		
	P (Kg)	W (Kg)	$\Delta.10-2$ (mm)	P (Kg)	W (Kg)	$\Delta.10-2$ (mm)	P (Kg)	W (Kg)	$\Delta.10-2$ (mm)
1	250	130,1	30	250	130,3	22	250	129,4	0
2	500		43	500		40	500		0
3	750		54	750		60	750		9
4	1000		64	1000		78	1000		23
5	1250		81	1250		100	1250		41
6	1500		93	1500		122	1500		58
7	1750		106	1750		137	1750		73
8	2000		120	2000		153	2000		90
9	2250		132	2250		175	2250		109
10	2500		150	2500		190	2500		125
11	2750		165	2750		210	2750		141
12	3000		180	3000		230	3000		159
13	3250		200	3250		249	3250		184
14	3500		225	3500		271	3500		209
15	3750		240	3750		300	3750		230
16	4000		260	4000		335	4000		250
17	4250		290	4250		354	4250		271
18	4500		317	4500		380	4500		325
19	4750		338	4750		403	4750		350
20	5000		389	5000		428	5000		375
21	5250		403	5250		453	5250		390
22	5500		420	5500		473	5500		402
23	5750		468	5750		557	5750		440
24	6000		495	6000		620	6000		530

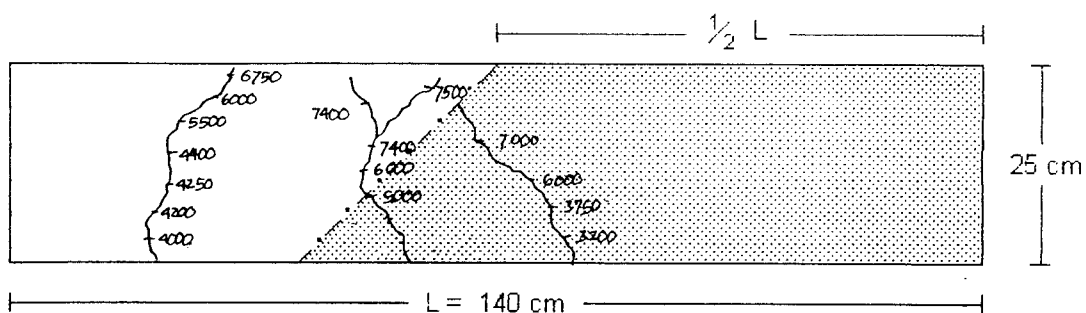
25	6250		529	6250		638	6250		545
26	6500		579	6500			6500		560
27	6750		658	6750			6750		
28	7000		698	7000			7000		
29	7250			7250			7250		
30	7500			7500			7500		
31	7750			7750			7750		
32	8000			8000			8000		
	Retak awal = 3250			Retak awal = 3100			Retak awal = 3200		
	Beban max = 8500			Beban max = 7950			Beban max = 8050		

Tabel 4.6 Data hasil pengujian sampel D (lanjutan)

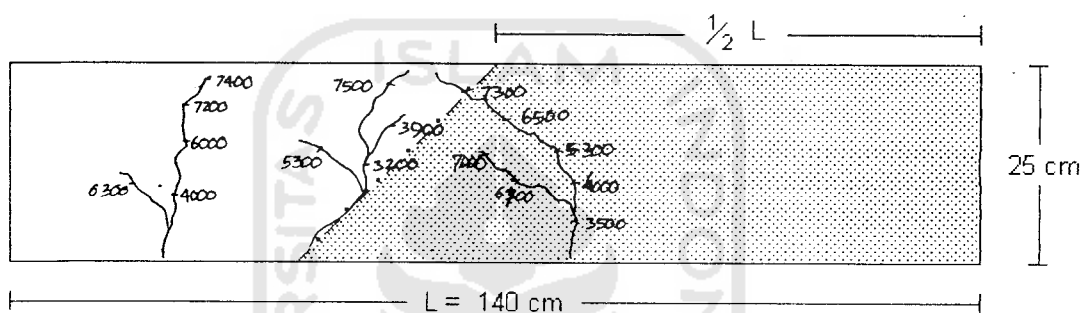


Gambar 4.7 Penulangan sampel balok D

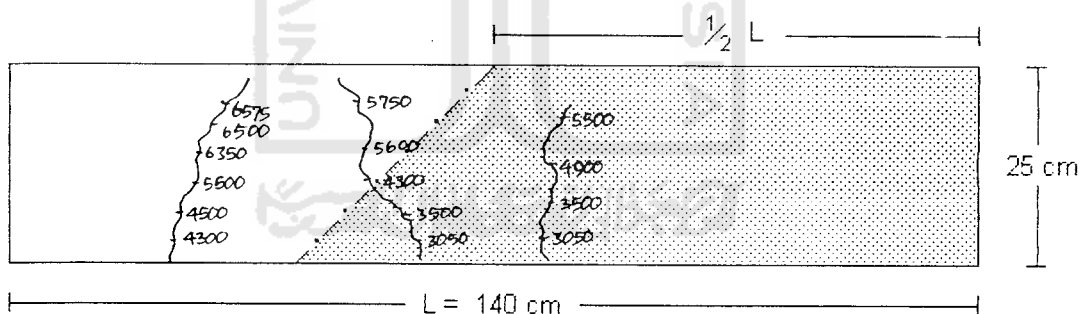




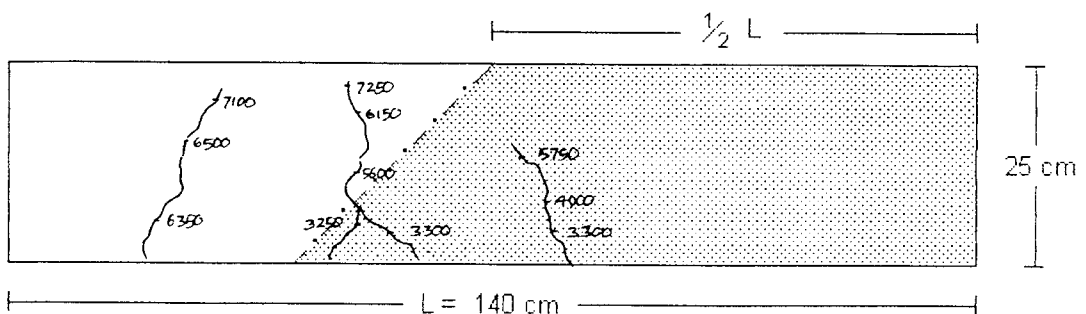
Sampel balok beton D1, sisi muka



Sampel balok beton D1, sisi belakang

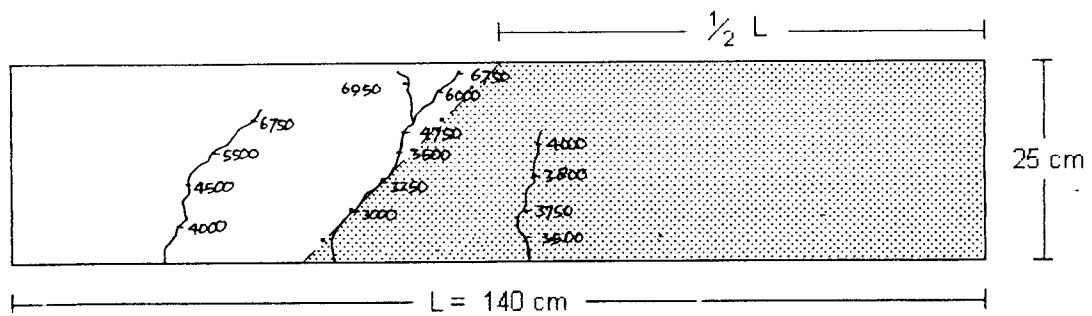


Sampel balok beton D2, sisi muka

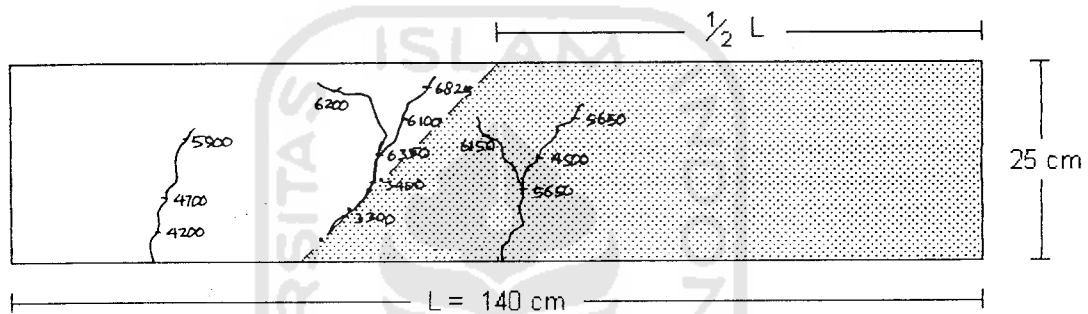


Sampel balok beton D2, sisi belakang

Gambar 4.8 Pola retak sampel D





Sampel balok beton D3, sisi muka



Sampel balok beton D3, sisi belakang

dengan,

 = pengecoran hari pertama, dihentikan pada $1/2 L$,

 = pengecoran hari kedua, sisa pengecoran bentang L .

Gambar 4.4 Pola retak sampel D (lanjutan)

(cor dihentikan pada $1/2 L$, pakai tulangan sebelah dan tulangan geser)

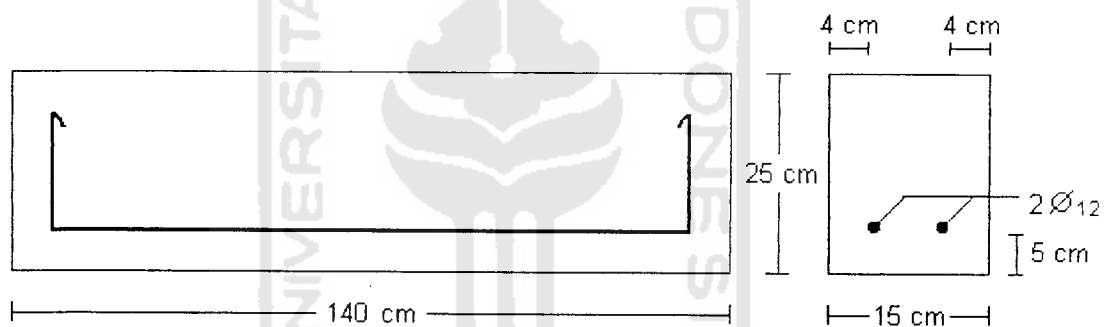
Tabel 4.7 Data hasil pengujian sampel E

(cor dihentikan pada 3/4 L, pakai tulangan sebelah tanpa tulangan geser)

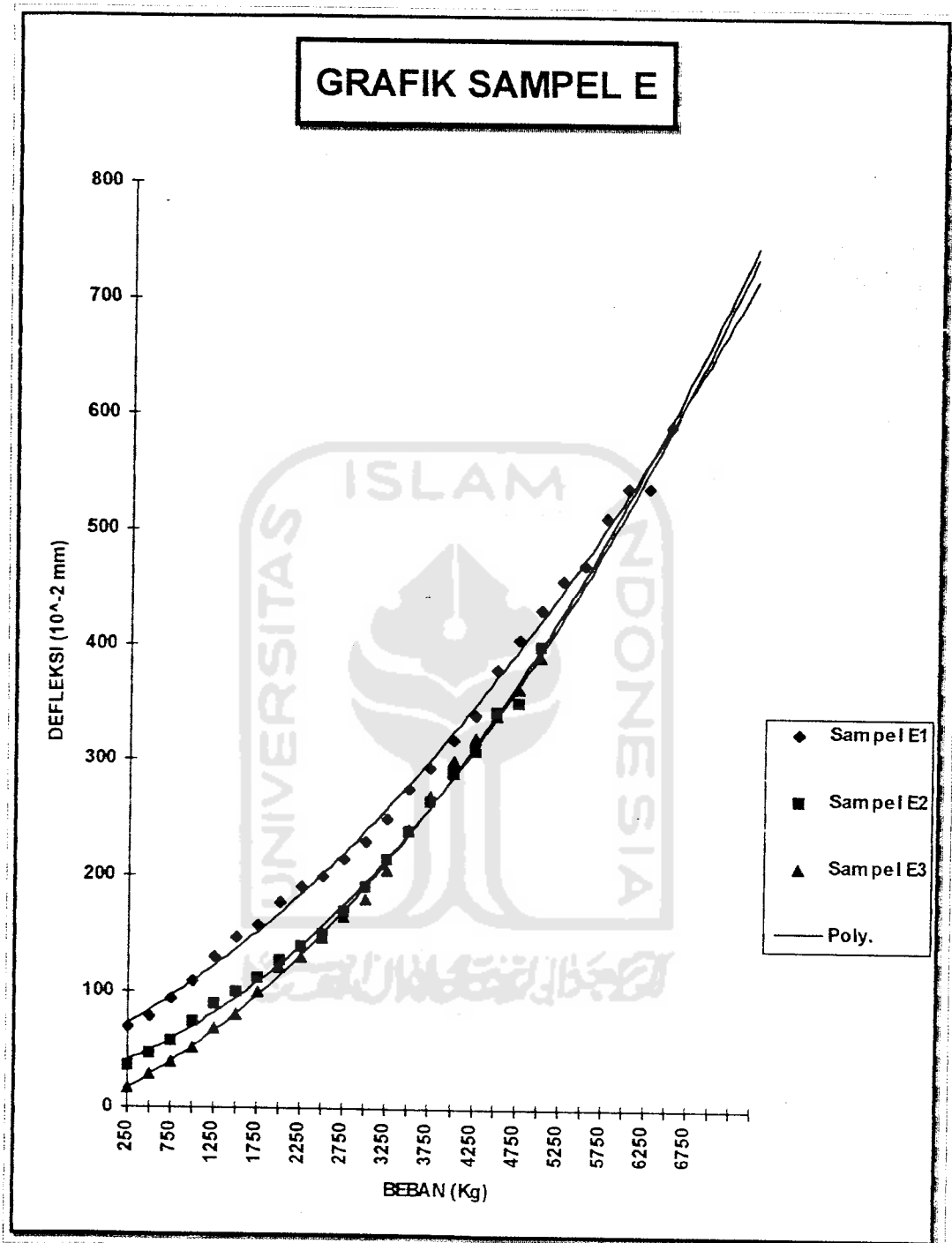
No.	Sampel E1			Sampel E2			Sampel E3		
	P (Kg)	W (Kg)	Δ.10-2 (mm)	P (Kg)	W (Kg)	Δ.10-2 (mm)	P (Kg)	W (Kg)	Δ.10-2 (mm)
1	250	129	70	250	128,7	37	250	130	17
2	500		79	500		47	500		29
3	750		94	750		58	750		40
4	1000		109	1000		74	1000		52
5	1250		130	1250		89	1250		68
6	1500		148	1500		100	1500		81
7	1750		158	1750		112	1750		100
8	2000		178	2000		127	2000		121
9	2250		192	2250		140	2250		130
10	2500		200	2500		151	2500		147
11	2750		215	2750		170	2750		165
12	3000		231	3000		191	3000		180
13	3250		251	3250		215	3250		207
14	3500		277	3500		240	3500		242
15	3750		295	3750		265	3750		270
16	4000		319	4000		290	4000		300
17	4250		340	4250		310	4250		320
18	4500		380	4500		343	4500		340
19	4750		405	4750		399	4750		363
20	5000		431	5000		350	5000		390
21	5250		457	5250			5250		
22	5500		470	5500			5500		
23	5750		511	5750			5750		
24	6000		537	6000			6000		

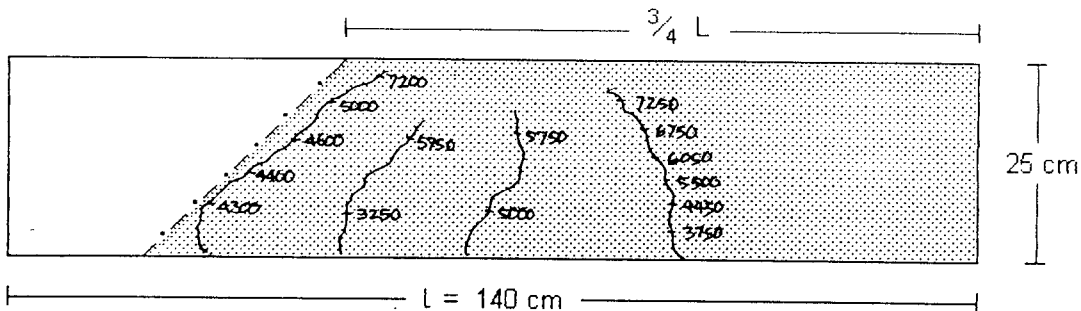
25	6250		538	6250			6250		
26	6500		590	6500			6500		
27	6750			6750			6750		
28	7000			7000			7000		
	Retak awal = 3250			Retak awal = 2800			Retak awal = 2600		
	Beban max = 7700			Beban max = 5050			Beban max = 5050		

Tabel 4.7 Data hasil pengujian sampel E (lanjutan)

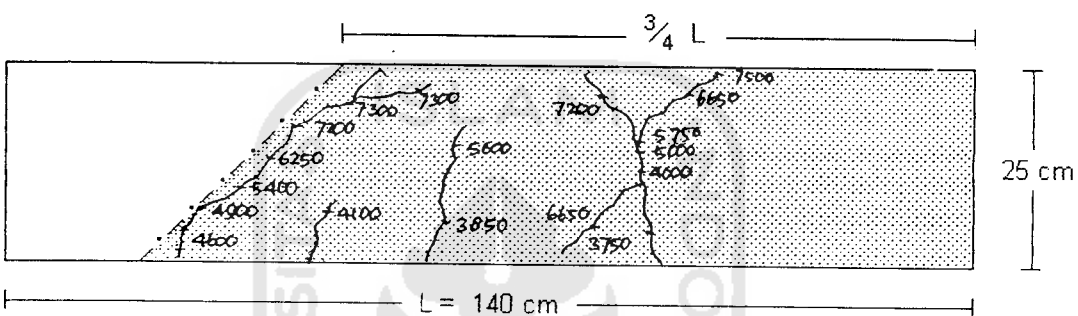


Gambar 4.9 Penulangan sampel balok E

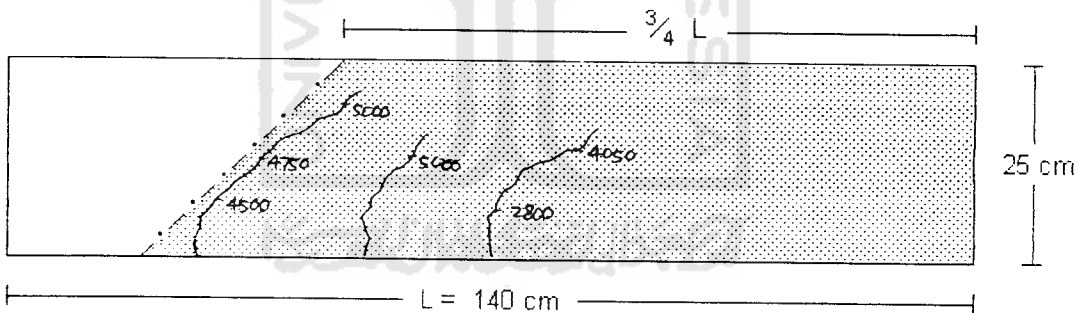




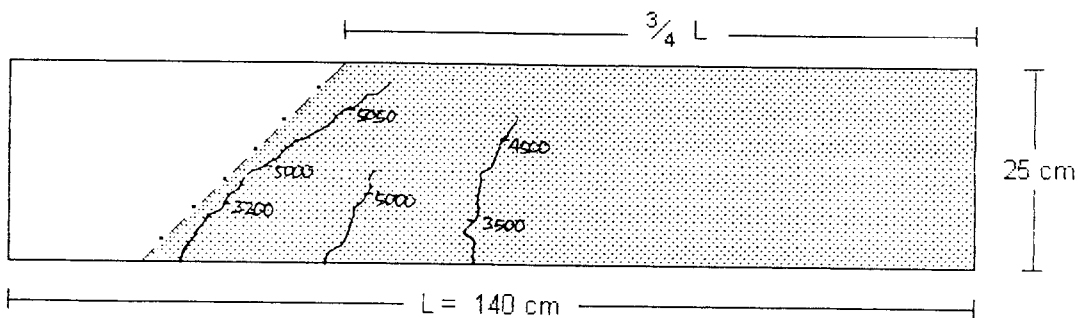
Sampel balok beton E1, sisi muka



Sampel balok beton E1, sisi belakang

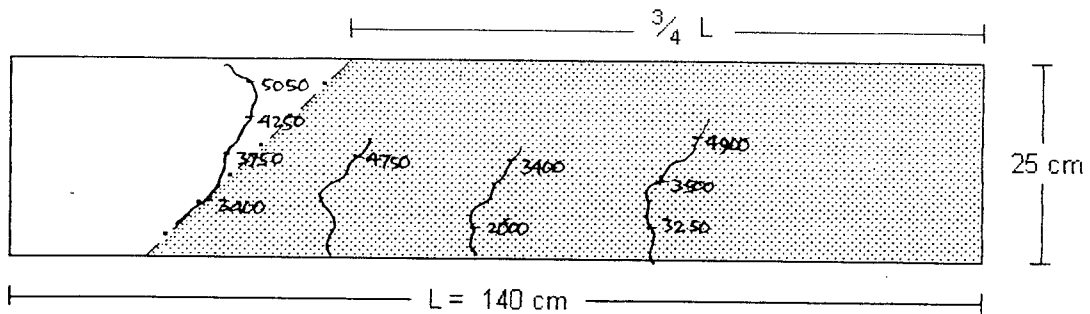


Sampel balok beton E2, sisi muka

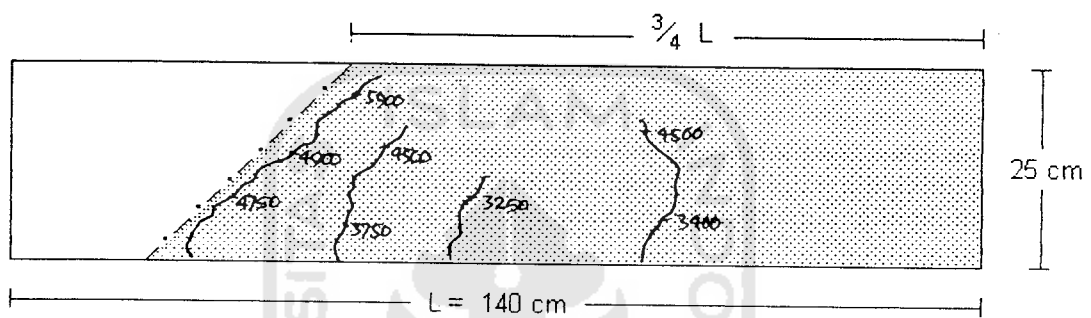


Sampel balok beton E2, sisi belakang

Gambar 4.10 Pola retak sampel E





Sampel balok beton E3, sisi muka



Sampel balok beton E3, sisi belakang

Dengan,

-  = pengecoran hari pertama, dihentikan pada $\frac{3}{4} L$,
-  = pengecoran hari kedua, sisa pengecoran bentang L .

Gambar 4.10 Pola retak sampel E (lanjutan)

(Cor dihentikan pada $\frac{3}{4} L$, pakai tulangan sebelah tanpa tulangan geser)

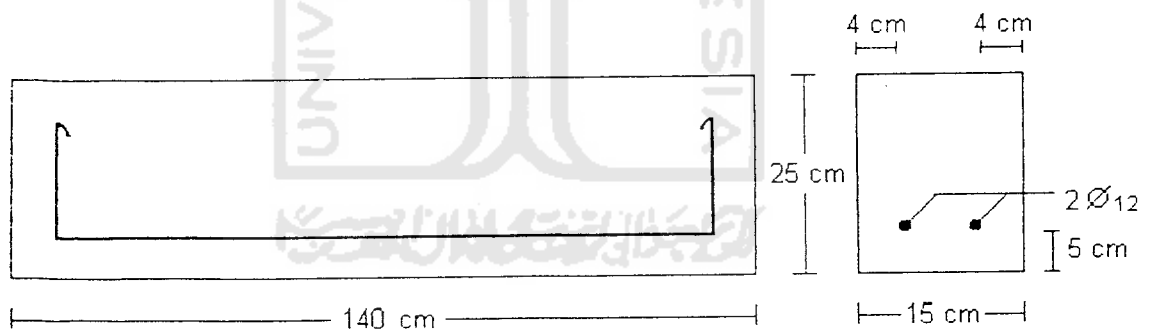
Tabel 4.8 Data hasil pengujian sampel F

(cor dihentikan pada 1/2 L, pakai tulangan sebelah tanpa tulangan geser)

No.	Sampel F1			Sampel F2			Sampel F3		
	P (Kg)	W (Kg)	$\Delta.10-2$ (mm)	P (Kg)	W (Kg)	$\Delta.10-2$ (mm)	P (Kg)	W (Kg)	$\Delta.10-2$ (mm)
1	250	128	30	250	129	41	250	130,6	0
2	500		45	500		57	500		5
3	750		57	750		71	750		20
4	1000		69	1000		82	1000		31
5	1250		85	1250		100	1250		51
6	1500		99	1500		111	1500		65
7	1750		110	1750		128	1750		77
8	2000		123	2000		140	2000		90
9	2250		139	2250		155	2250		103
10	2500		165	2500		171	2500		134
11	2750		174	2750		190	2750		154
12	3000		199	3000		207	3000		172
13	3250		219	3250		223	3250		190
14	3500		235	3500		245	3500		230
15	3750		253	3750		271	3750		250
16	4000		272	4000		288	4000		268
17	4250		299	4250		315	4250		285
18	4500		332	4500		342	4500		323
19	4750		353	4750		368	4750		345
20	5000		379	5000		393	5000		372
21	5250		400	5250		412	5250		400
22	5500		424	5500		439	5500		421
23	5750		461	5750		480	5750		462
24	6000		520	6000		519	6000		498

25	6250		530	6250		550	6250		540
26	6500		558	6500		602	6500		590
27	6750		640	6750		657	6750		685
28	7000			7000		700	7000		
29	7250			7250		730	7250		
30	7500			7500			7500		
31	7750			7750			7750		
32	8000			8000			8000		
	Retak awal = 2900		Retak awal = 2500		Retak awal = 2800				
	Beban max = 8000		Beban max = 8200		Beban max = 7650				

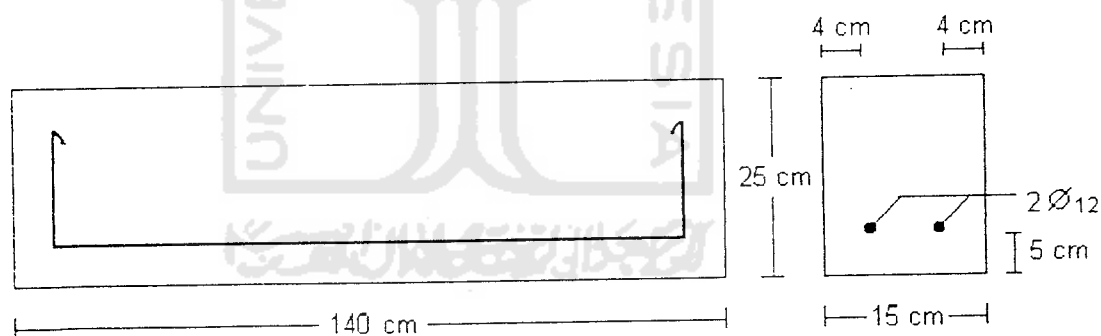
Tabel 4.8 Data hasil pengujian sampel F (lanjutan)



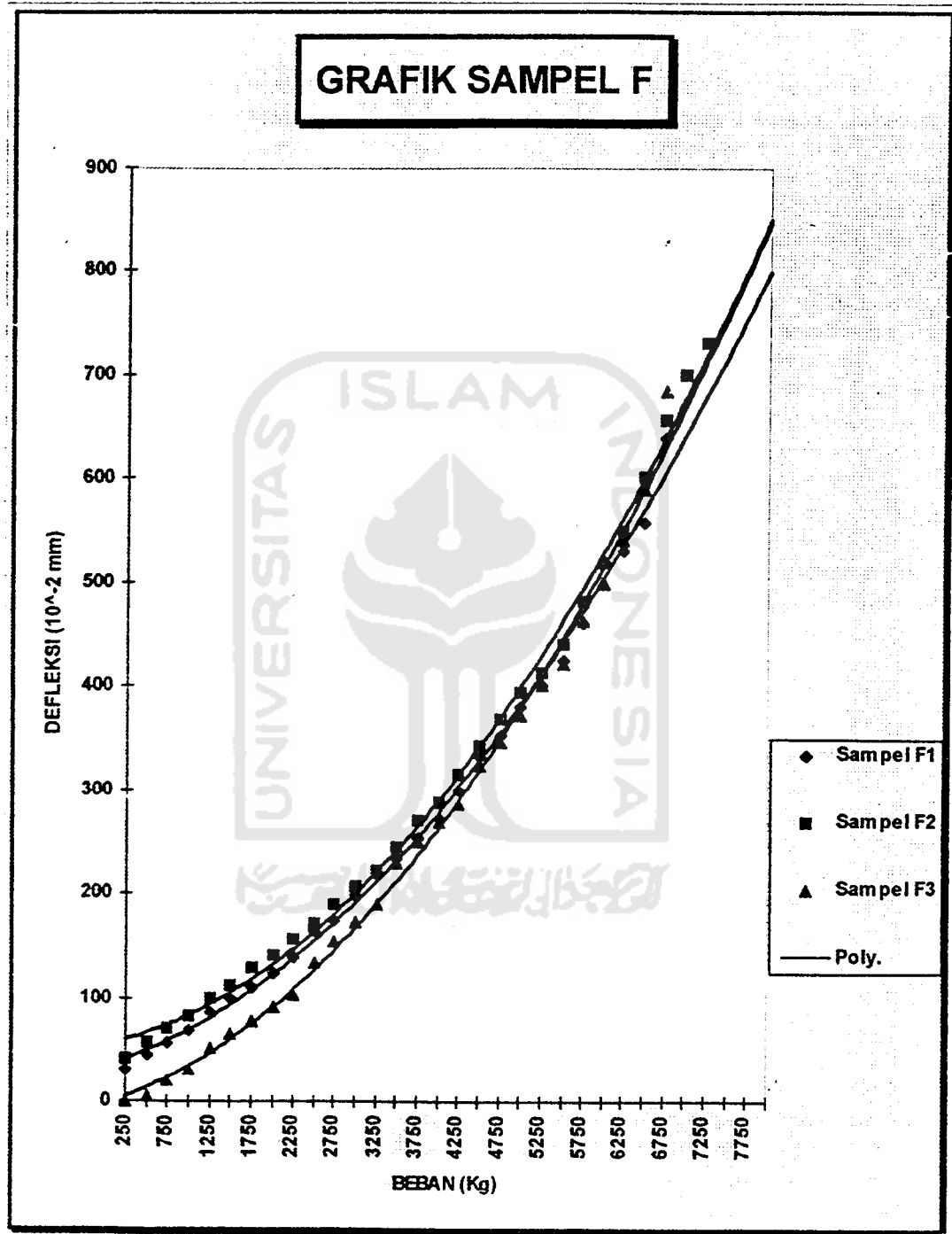
Gambar 4.11 Penulangan sampel balok F

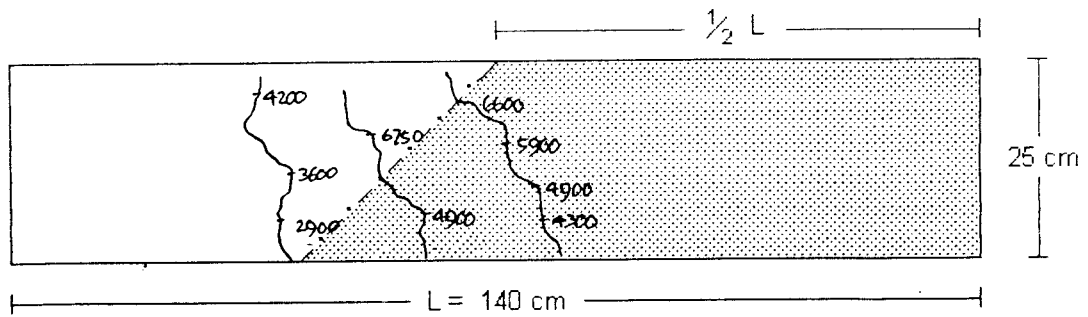
25	6250		530	6250		550	6250		540
26	6500		558	6500		602	6500		590
27	6750		640	6750		657	6750		685
28	7000			7000		700	7000		
29	7250			7250		730	7250		
30	7500			7500			7500		
31	7750			7750			7750		
32	8000			8000			8000		
	Retak awal = 2900			Retak awal = 2500			Retak awal = 2800		
	Beban max = 8000			Beban max = 8200			Beban max = 7650		

Tabel 4.8 Data hasil pengujian sampel F (lanjutan)

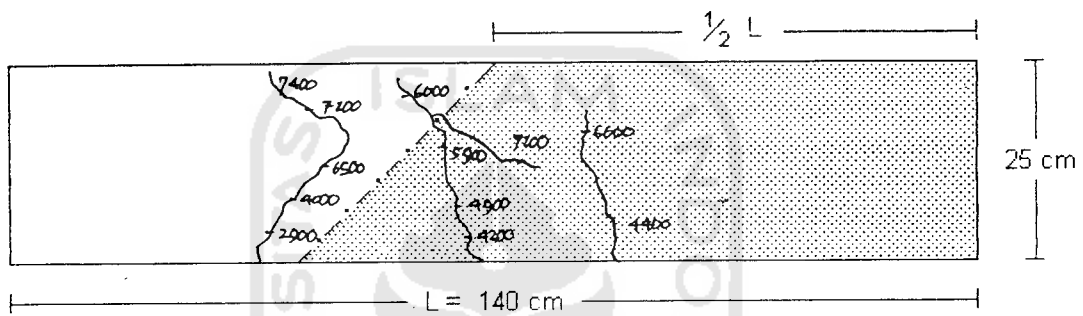


Gambar 4.11 Penulangan sampel balok F

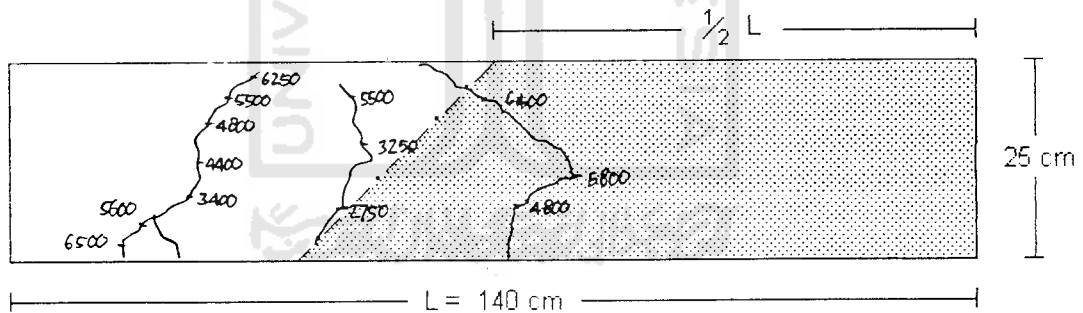




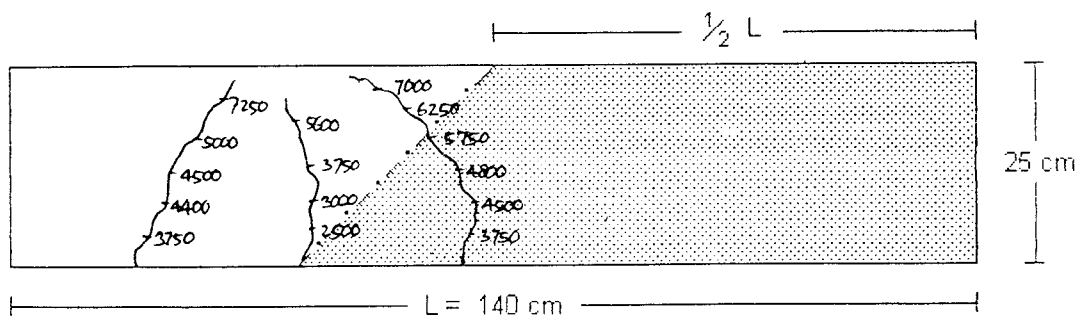
Sampel balok beton F1, sisi muka



Sampel balok beton F1, sisi belakang

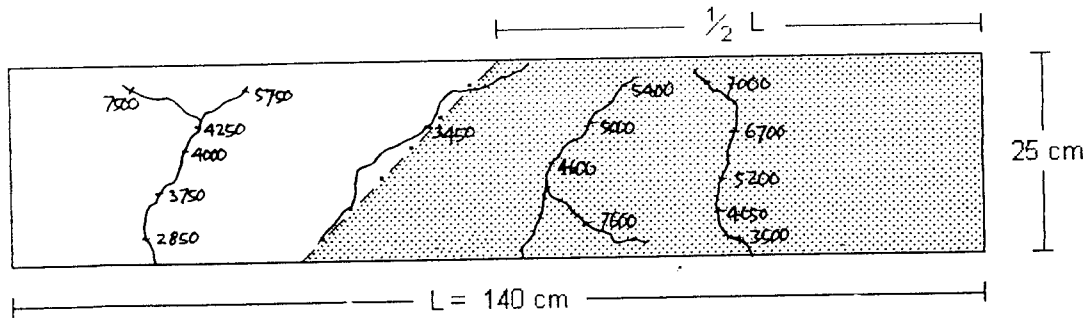


Sampel balok beton F2, sisi muka

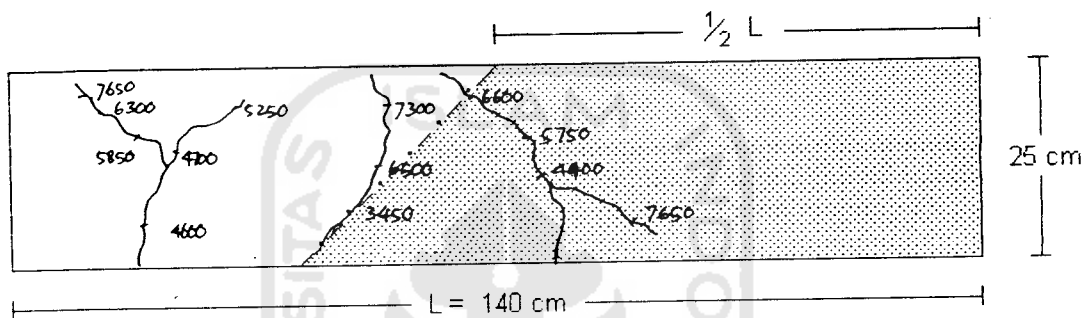


Sampel balok beton F2, sisi belakang

Gambar 4.12 Pola retak sampel F





Sampel balok beton F3, sisi muka



Sampel balok beton F3, sisi belakang

dengan,

-  = pengecoran hari pertama, dihentikan pada $1/2 L$,
-  = pengecoran hari kedua, sisa pengecoran bentang L .

Gambar 4.12 Pola retak sampel F (lanjutan)

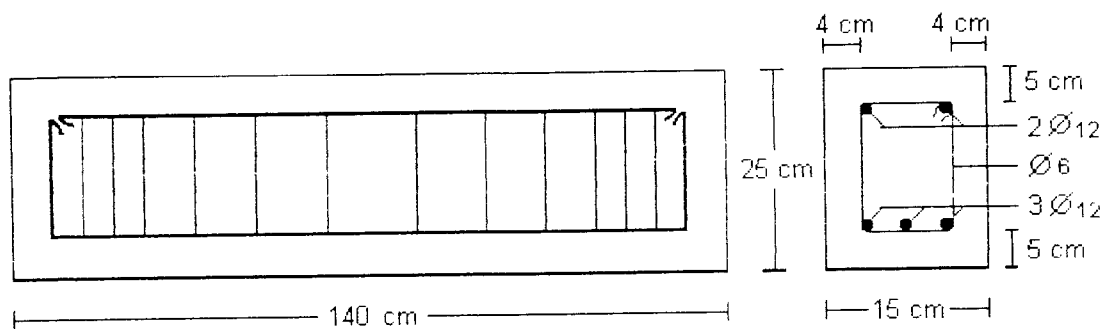
(cor dihentikan pada $1/2 L$, pakai tulangan sebelah dan tulangan geser)

Tabel 4.9 Data hasil pengujian sampel G
(cor dihentikan pada 1/4 L, pakai tulangan rangkap dengan sengkang)

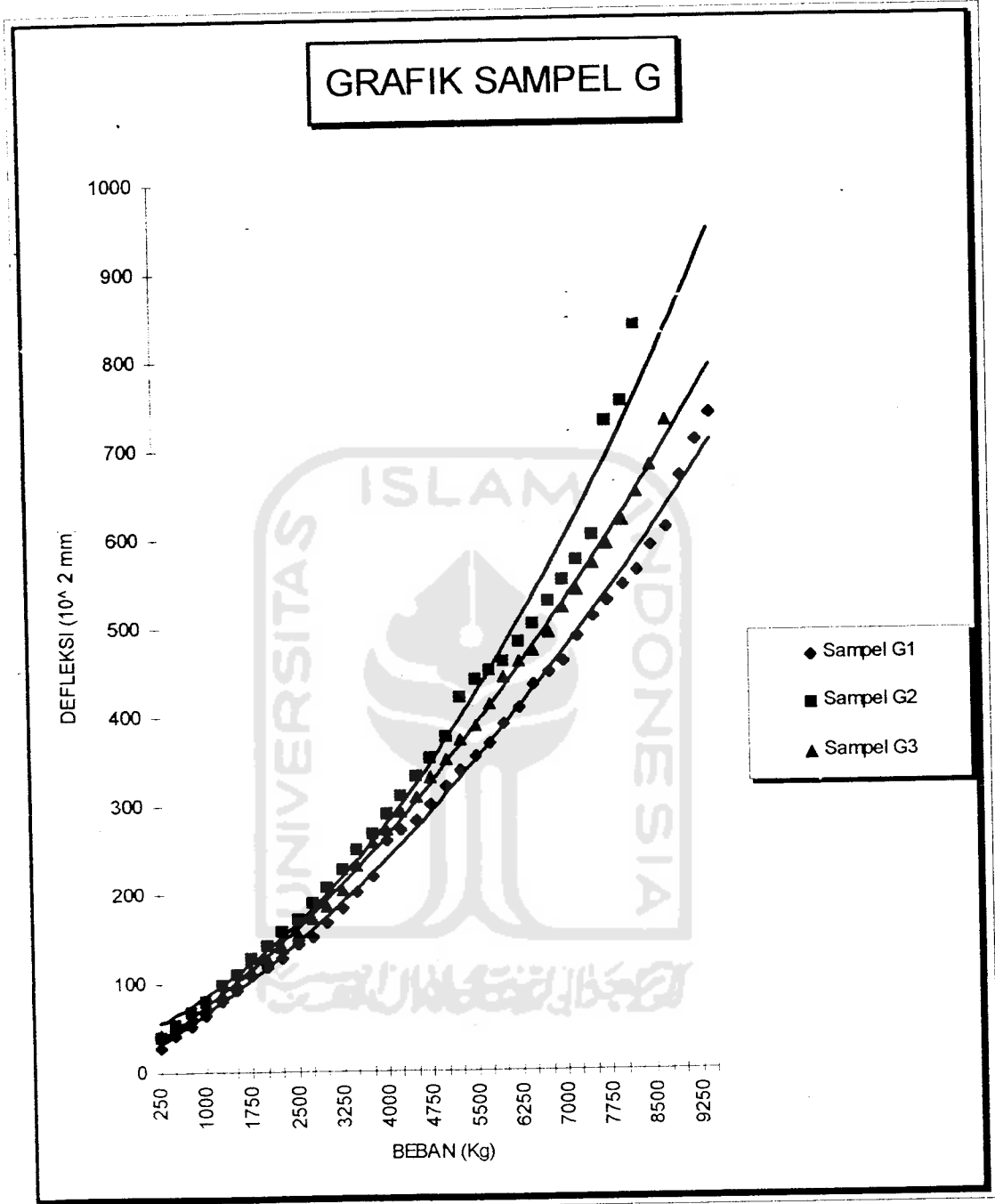
No. .	Sampel G1			Sampel G2			Sampel G3		
	P (Kg)	W (Kg)	$\Delta.10^{-2}$ (mm)	P (Kg)	W (Kg)	$\Delta.10^{-2}$ (mm)	P (Kg)	W (Kg)	$\Delta.10^{-2}$ (mm)
1	250	133	29		131,5	41		134,2	43
2	500		42			54			53
3	750		53			68			62
4	1000		65			80			74
5	1250		80			99			88
6	1500		93			111			100
7	1750		108			128			115
8	2000		118			143			127
9	2250		129			158			140
10	2500		145			173			155
11	2750		153			190			172
12	3000		168			208			187
13	3250		184			229			205
14	3500		203			250			232
15	3750		220			268			259
16	4000		260			290			273
17	4250		273			310			293
18	4500		283			332			309
19	4750		300			353			330
20	5000		320			377			350
21	5250		339			420			372
22	5500		354			440			388

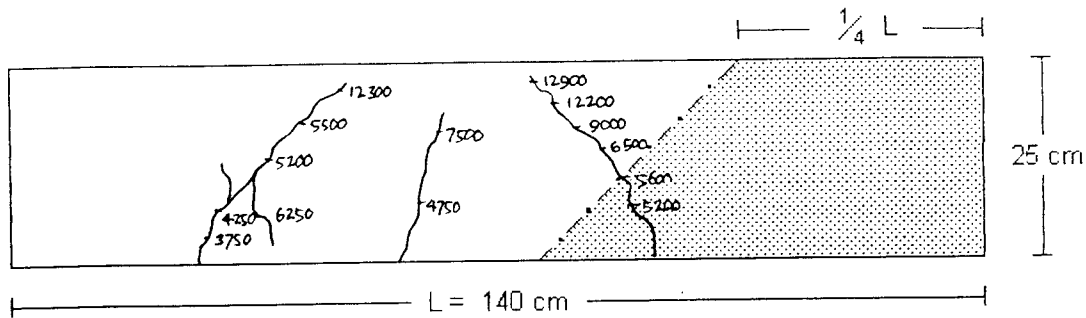
23	5750		368			450			412
24	6000		391			461			443
25	6250		409			482			460
26	6500		435			503			473
27	6750		448			528			492
28	7000		461			553			520
29	7250		489			575			540
30	7500		510			603			570
31	7750		528			730			592
32	8000		546			753			618
33	8250		563			839			650
34	8500		591						680
35	8750		611						730
36	9000		668						
37	9250		709						
38	9500		739						
Retak awal = 3750		Retak awal = 3300		Retak awal = 3500					
Beban max = 12900		Beban max = 11750		Beban max = 12400					

Tabel 4.9 Data hasil pengujian sampel G (lanjutan)

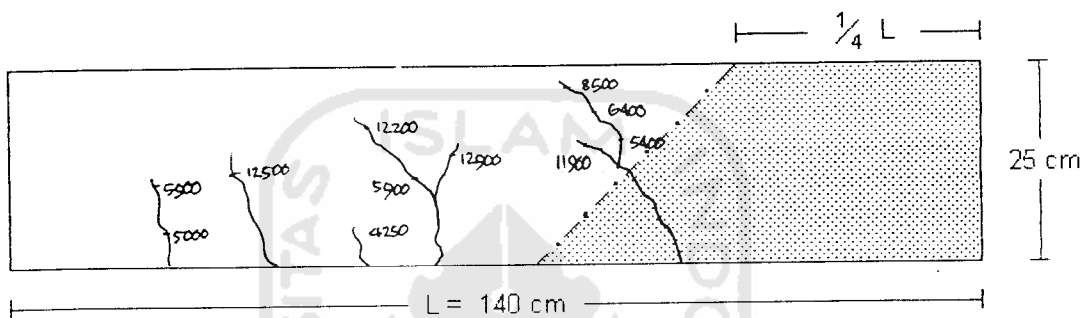


Gambar 4.13 Penulangan sampel balok G

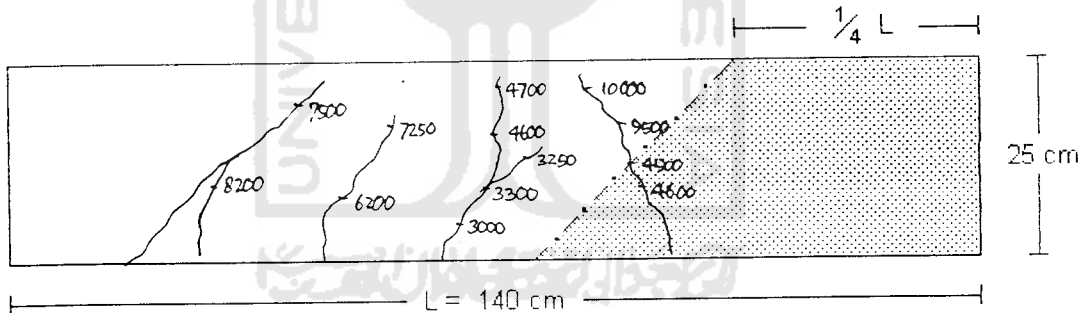




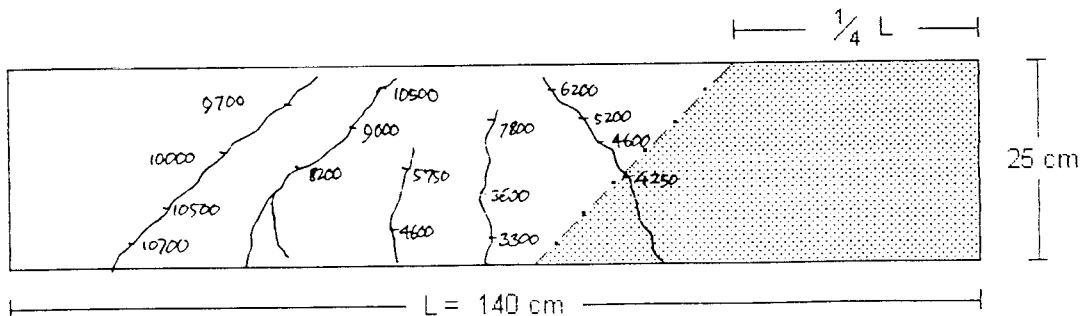
Sampel balok beton G1, sisi muka



Sampel balok beton G1, sisi belakang



Sampel balok beton G2, sisi muka



Sampel balok beton G2, sisi belakang

Gambar 4.14 Pola retak sampel G

4.4 Pembahasan

Pembahasan didasarkan pada hasil yang didapat dari percobaan. Data dari hasil ini dapat diamati dan diteliti pengaruh penyambungan pengecoran dan variasi penulangan dalam menahan gaya geser serta perilaku geser yang terjadi pada benda uji, sebagai permulaan diberikan sedikit pembahasan sampel - sampel kubus.

Kekuatan desak beton rencana bergantung pada jenis campuran, sifat - sifat agregat serta lama dan kualitas rawatannya. Kekuatan desak beton ditentukan dengan uji kubus ukuran (15x15x15) cm yang dirawat pada kondisi standar laboratorium dan dilakukan pengujian pada umur beton 28 hari dengan mengalikan faktor koreksi sebesar 0.83 untuk mendapatkan nilai kuat desak karakteristik (f_c').

Nilai "slump" yang ditetapkan dalam penelitian ini antara 7.5 - 15 cm pada masing - masing benda uji/sampel. Variasi nilai "slump" dimaksudkan untuk mencapai mutu beton yang sesuai dengan atau lebih tinggi dari mutu beton yang direncanakan.

Karena keterbatasan kapasitas mesin pengaduk beton, maka dalam pelaksanaan pembuatan campuran beton untuk tiap mata sampel dilakukan berulang. Akan tetapi setiap campuran adukan itu diusahakan untuk memperoleh nilai slump rencana agar tercapai mutu beton yang seseragam mungkin.

Sebagai pembandingan pada sambungan pengecoran beton, maka dilakukan variasi penghentian cor, yaitu pada $1/2 L$, $1/4 L$ dan $3/4 L$. Pada penghentian $1/4 L$ terdapat titik peralihan momen tumpuan ke momen lapangan menjadi titik tinjauan pada penelitian ini, namun pada penghentian $3/4 L$ juga terdapat titik peralihan momen lapangan ke momen tumpuan menjadi pembandingan langsung terhadap perilaku geser pada penghentian $1/4 L$.

Pada beberapa sampel terlihat ketidakseragaman kekuatan benda uji dalam menahan gaya geser meskipun tulangan yang dipakai sama, hal ini bisa terjadi dikarenakan monolitas (kesatuan antar agregat) pada sambungan tidak berfungsi secara baik atau terjadi keropos pada sambungan yang dikarenakan pemadatan adukan beton cor pada acuan kurang sempurna karena "human error" . Pengaruh langsung hal tersebut yaitu pada kapasitas geser beton (V_c). Pada sampel yang mengalami keropos mengakibatkan retak yang paling besar pada daerah sambungan tersebut, selain itu pola retak yang terjadi cenderung menuju ke arah beban sampai pada kehancuran beton daerah desak pada sisi atas benda uji.

Pada pengujian juga terlihat, bahwa beton bertulang telah mengalami retak pertama (retak-retak rambut) karena lentur sampai retak melebar pada sambungan masih mempunyai kemampuan dalam menahan beban geser karena gaya geser sisa yang terjadi ditahan oleh tulangan, karena itu pada batas beban yang maksimum balok beton tidak mengalami keruntuhan secara tiba-tiba. Pada

beberapa sampel terdapat pola retak yang menunjukkan retak disebabkan oleh gaya geser, yaitu retak yang menjalar dari tumpuan berarah diagonal menuju daerah tertekan balok, hal ini sesuai rencana dari penelitian.

4.4.1 Perilaku geser balok beton tanpa sengkang

Pada penghentian $1/2 L$ tanpa sengkang dari ke tiga sampel benda uji, retakan pertama timbul pada beban 2500 kg, yaitu berupa retak-retak rambut yang disebabkan lentur dan menjalar ke tengah bentangan. Pada beberapa sampel terdapat retak diagonal berarah mendekati 90° (tegak lurus) terhadap sambungan cor, hal ini dapat dilihat pada pola sampel F (gambar 4.12) selanjutnya retak berarah mendekati daerah sisi tertekan balok pada penambahan beban lebih lanjut. Adapun beban ekstrem visual yang teramati, yaitu pada beban 7500 kg pada kondisi lendutan maksimum yang diijinkan laboratorium. Sampel-sampel itu memenuhi kegagalan tekan geser beton, karena terlihat adanya retak-retak rambut dan membesar berarah diagonal mendekati sudut 45° dan berarah tegak lurus sambungan sampai pada daerah tertekan balok, dengan bentangan geser balok (a) memenuhi jarak $d < 35 \leq 3d$ dan d adalah tinggi balok.

Sedangkan pada penghentian $3/4 L$ tanpa sengkang terlihat pada pola sampel E (gambar 4.10) menunjukkan pola retak yang berimpit sekitar sambungan selain timbulnya retak-retak karena lentur, sehingga untuk

mencegah kegagalan tekan geser pada sampel tanpa sengkang diperlukan adanya penulangan vertikal badan berupa sengkang.

4.4.2 Perilaku geser balok beton dengan tulangan sebelah pakai sengkang

Pada penghentian $3/4$ L terjadi retakan pertama berupa retak rambut, yaitu retak yang disebabkan lentur berawal pada beban 2500 kg retakan lanjutan berarah diagonal berimpit dengan sambungan dan menjalar mendekati arah beban sampai daerah sisi tertekan pada balok, hal ini terlihat pada pola sampel C (gambar 4.6). Adapun beban ekstrem yang teramati, yaitu beban 8050 kg pada kondisi lendutan maksimum yang diijinkan laboratorium.

Pada penghentian $1/2$ L terjadi retakan pertama, yaitu berupa retak - retak rambut yang disebabkan lentur berawal pada beban 3100 kg, retakan lanjutan yaitu berupa retakan menjalar tegak lurus sambungan mendekati 90° sampai pada daerah sisi tertekan balok, hal ini terlihat pada pola sampel D (gambar 4.8). Mengenai beban ekstrem yang teramati, yaitu terdapat pada beban 8500 kg pada kondisi lendutan maksimum yang diijinkan laboratorium guna pemeliharaan alat.

4.4.3 Perilaku geser balok beton dengan tulang rangkap pakai sengkang

Pada penghentian $3/4$ L retakan pertama, yaitu berupa retak-retak rambut yang disebabkan lentur berawal pada beban 4250 kg, retakan lanjutan berarah diagonal yang berimpit searah sambungan dimana beban $1/2$ P

berimpit dengan sisi atas sambungan sehingga pada sampel tidak monolit retakan menjalar hingga mendekati ke arah titik beban. Pada penambahan beban lebih lanjut retak menjalar sampai daerah sisi tertekan balok, hal ini terlihat pada pola sampel A (gambar 4.2) sedangkan beban ekstrem yang teramati adalah sebesar 11800 kg pada kondisi lendutan maksimum yang diijinkan laboratorium.

Pada penghentian $1/2 L$ terjadi retakan pertama, yaitu berupa retak-retak rambut yang disebabkan lentur berawal pada beban 3900 kg, retak lanjutan pada tengah bentang dimana retak menjalar berarah tegak lurus sambungan mendekati 90° sampai daerah sisi tertekan balok pada penambahan beban lebih lanjut, hal ini terlihat pada pola sampel B (gambar 4.4) adapun beban ekstrem yang teramati sebesar 13000 kg pada kondisi lendutan maksimum yang diijinkan laboratorium.

Pada penghentian $1/4 L$ bentangan balok ketiga sampel balok uji terjadi retakan pertama, yaitu berupa retak rambut disebabkan oleh lentur berawal pada beban 3750 kg yang diikuti retakan berarah tegak lurus bidang sambungan cor terlihat pada sampel G. Terlihat pola retak-retak akibat geser berarah diagonal miring terhadap tumpuan dan retak menjalar mencapai sisi ekstrim daerah tertekan balok, terlihat pada sampel G2 dan dicapai beban ekstrim pada beban 12900 kg kondisi lendutan maksimum yang diijinkan laboratorium.

Dari semua sampel balok dengan variasi penulangan (penulangan tunggal sampel - sampel E dan F , penulangan rangkap dan sebelah menggunakan sengkang, sampel - sampel A, B, C, D, G) berikut variasi sambungan pengecoran balok pada $1/4 L$, $3/4 L$ dan $1/2 L$. Pola dari kelakuan retak pada balok beton yang dibebani oleh beban P, yaitu berupa timbulnya retakan potensial pada seluruh sampei balok beton berupa retak lentur yang bekerja tegak lurus terhadap penulangan tarik. Retak pertama yang terbentuk akibat lentur cenderung membentuk segmen balok antar retak yang kemudian arah retakan berubah miring lebih lanjut karena beton tidak sanggup lagi mendistribusikan beban per segmen tersebut terhadap mekanisme tahanan geser balok beton saat terjadi peningkatan / penambahan intensitas beban. Pada kondisi dimana bertambahnya intensitas beban yang bekerja pada balok, secara linier akan terjadi peningkatan tegangan lentur dan tegangan geser atau kombinasi keduanya dan pada titik masih dalam daerah tarik tampang balok segera setelah terbentuknya retak lentur akan diikuti retak miring pada balok beton sebagai petunjuk adanya suatu mekanisme keruntuhan tarik diagonal, hal ini dapat dilihat pada sampel - sampel G.

Kemampuan balok beton dalam memikul pertambahan intensitas beban setelah terbentuknya retak miring tergantung dari dapat tidaknya sebagian dari geser itu dapat dipikul balok beton yang tidak retak, yaitu sebagai perlawanan geser juga kemampuan gaya saling ikat antar agregat beton dan kemampuan

aksi pasak beton terhadap penulangan (saling kunci) longitudinal akibat gaya transversal / gaya tarikan penulangan tarik.

Pada keseluruhan sampel balok (sampel A, B, C, D, E, F, G) yang telah dilakukan pengujian pembebanan langsung berupa beban titik P dengan selimut beton rencana tebal 4 cm mampu menahan gaya desak keluar pada ujung balok yang diakibatkan adanya mekanisme lenturan oleh balok beton bertulang, sedangkan untuk mengetahui efektifitas lekatan beton terhadap baja tulangan terpasang, maka dilakukan pengujian tarik kembali baja tulangan pada sampel B mewakili sampel yang dijumpai retakan akibat geser, dari hasil pengujian tarik tersebut diperoleh nilai pengurangan kapasitas tarik maksimum tulangan baja terhadap nilai kapasitas tarik semula (periksa tabel 4.1), yaitu pengujian tarik baja pasca retak balok beton bertulang akibat pembebanan P.

Pada penulangan rangkap dengan menggunakan sengkang menunjukkan suatu peningkatan nilai kapasitas geser balok (tahanan geser). Pada penghentian $1/2 L$ bentang balok memberikan angka tahanan geser yang paling maksimum hal ini sesuai dengan kaidah mekanika pada diagram gaya lintang balok "simple beam", yaitu gaya geser berkurang secara linier dari tumpuan ke arah tengah bentang.

Pola retak yang dijumpai pada penghentian $1/2 L$ bentangan balok memiliki kesamaan pola retak pada penghentian $1/4 L$ bentangan balok terutama dalam hal ini adalah retak berarah memotong tegak lurus bidang

sambungan pengecoran, sedangkan pola retak pada penghentian $3/4 L$ bentangan balok retakan lebih terkonsentrasi menjalar searah sambungan pengecoran sejalan dengan meningkatnya tegangan baik oleh lentur maupun geser. Perilaku geser pada sambungan pengecoran menunjukkan suatu hal yang berhubungan antara penghentian dan pengaruhnya terhadap kapasitas geser pada balok beton bertulang sesuai dengan hasil penelitian ini.

