

BAB IV

HASIL PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan benda uji balok persegi dengan ukuran (15 x 25 x 120) cm. Di harapkan benda uji tersebut dapat mewakili efisiensi panjang sambungan lewatan terhadap kekuatan lentur pada struktur balok.

Hasil dari penelitian yang ditulis adalah:

1. hasil dari pengujian kuat lentur terhadap masing-masing benda uji dengan menggunakan mesin uji lentur,
2. hasil dari pengujian kuat desak beton yang diambil dari setiap pencampuran adukan beton (perbandingan volume).

4.1 Hasil Pengujian Kuat Lentur

Untuk mendapatkan kekuatan lentur, maka masing-masing sampel diuji kemudian ditulis hasilnya dalam bentuk tabel dan grafik seperti berikut.

Tabel 4.1. Data hasil pengujian lentur sampel A (Baja tulangan utuh tanpa sambungan)

No.	SAMPSEL A1			SAMPSEL A2			SAMPSEL A3		
	Beban (P) (Kg)	δ 10^{-2} mm	δ_r	Beban (P) (Kg)	δ 10^{-2} mm	δ_r	Beban (P)	δ 10^{-2} mm	δ_r
01	500	30		500	47		500	28	
02	1000	48		1000	73		1000	55	
03	1500	79		1500	97		1500	80	
04	2000	112		2000	118		2000	112	
05	2500	143		2500	148		2500	138	
06	3000	180		3000	177	1	3000	165	
07	3500	209	1	3500	210		3500	198	
08	4000	239		4000	242		4000	224	1
09	4200	-		4150	-	2	4250	-	2
10	4500	278		4500	279		4500	257	
11	5000	310		5000	318		4700	-	3
12	5400	-	2	5500	349		5000	288	4
13	5500	355		6000	390		5500	322	5
14	6000	399		6200	-	3	6000	352	
15	6200	-	3	6500	432		6200	-	6
16	6500	439		7000	472		6500	394	
17	7000	495		7500	505		6700	-	7
18	7500	532		8000	548		7000	425	
19	7600	-	4	8100	-	4	7500	458	
20	8000	585		8500	583		8000	486	
21	8400	-	5	8750	-	5	8500	528	8
22	8500	659		9000	632		9000	568	9
23	9000	694		9500	669		9500	629	10
24	9500	-		10000	702		10000	646	
25	10000	-		10500	743		10500	688	
26	10500	-		11000	798	6	11000	735	11
27	11000	-	6	11500	898	7	11500	778	#
28	11500	-		12000	978		12000	838	
29	11750	-	7	12500	-	8	12500	-	
30	12000	-		13000	-		12600	-	12
31	12500	-		13500	-		13000	-	
32	12800	-	8	14000	-		13500	-	
33	13000	-		14600	-	*	14000	-	
34	13500	-					14250	-	*
35	14000	-							
36	14050	-	*						

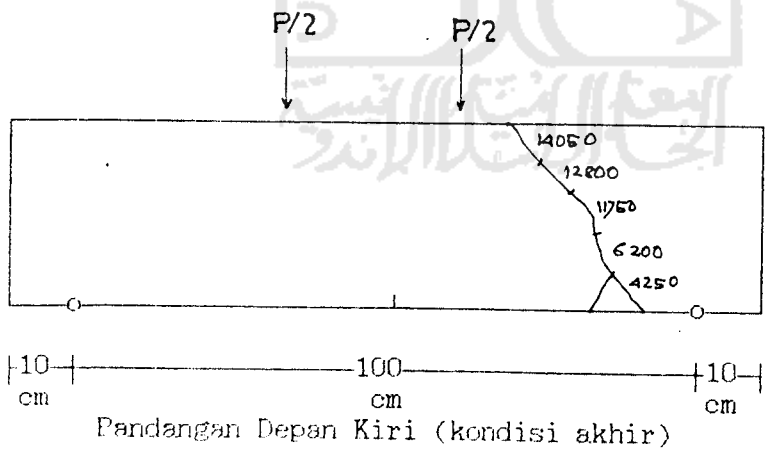
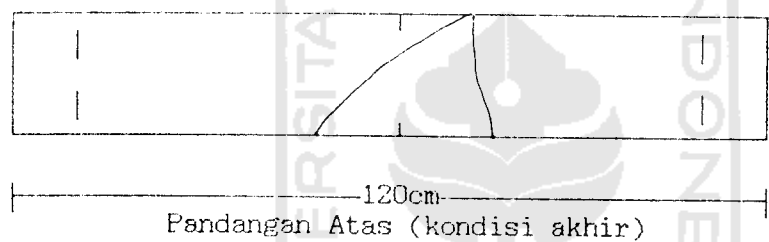
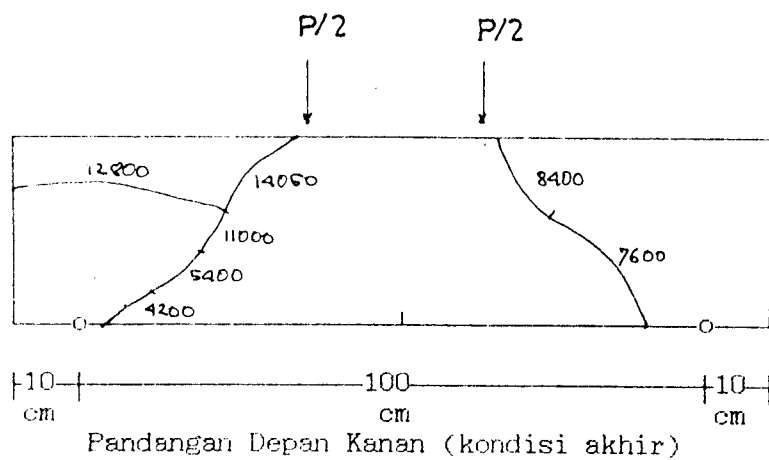
Keterangan : δ_r = lendutan pada beban yang mengakibatkan retak
 * = benda uji patah
 # = baja leleh
 - = lendutan tidak terbaca

Dari hasil pengujian lentur ke tiga sampel, didapatkan beban rata-rata yang dapat didukung oleh balok sebagai berikut ini.

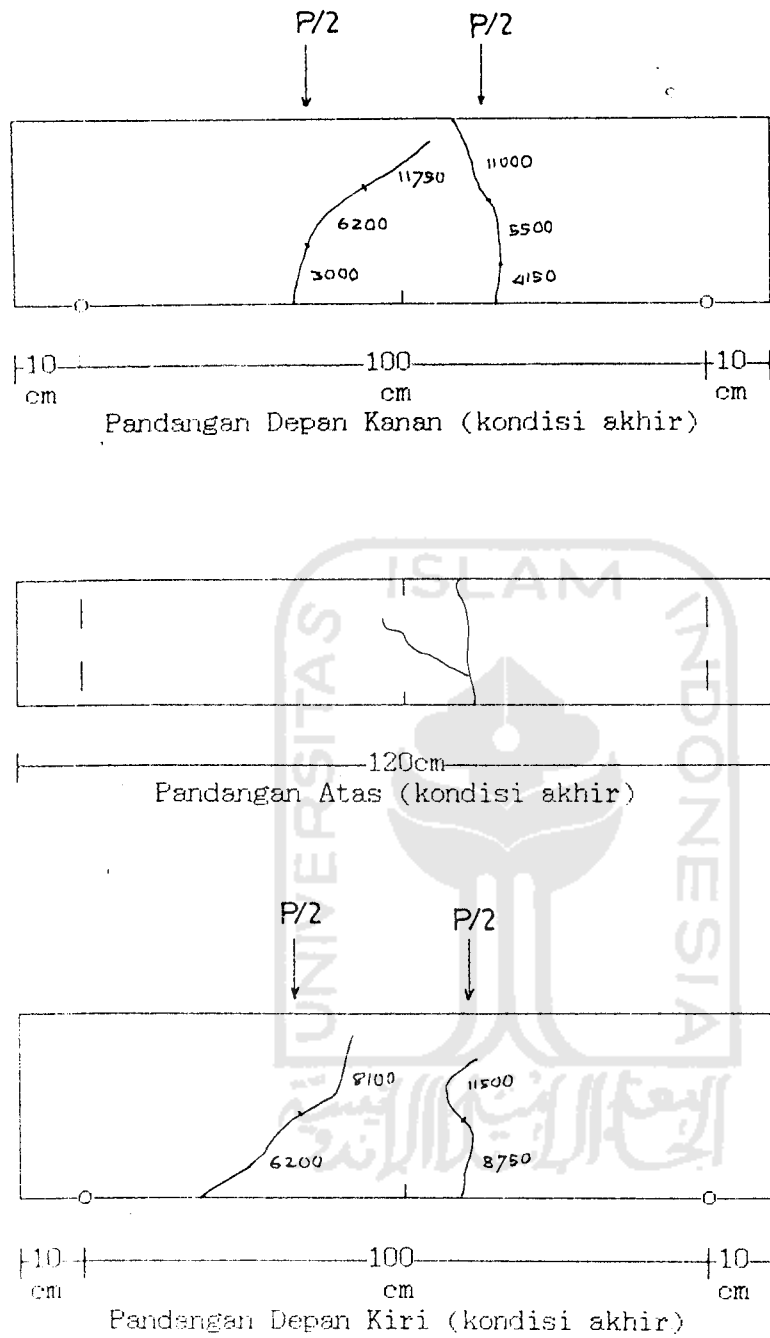
$$P_{\text{max. rata-rata}} = \frac{14050 + 14600 + 14250}{3} = 14300$$

Untuk lebih memperjelas kemampuan balok dalam mendukung beban pada masing-masing sampel dapat dilihat pada gambar-gambar sket pola retak/patah hasil pengujian lentur berikut ini.



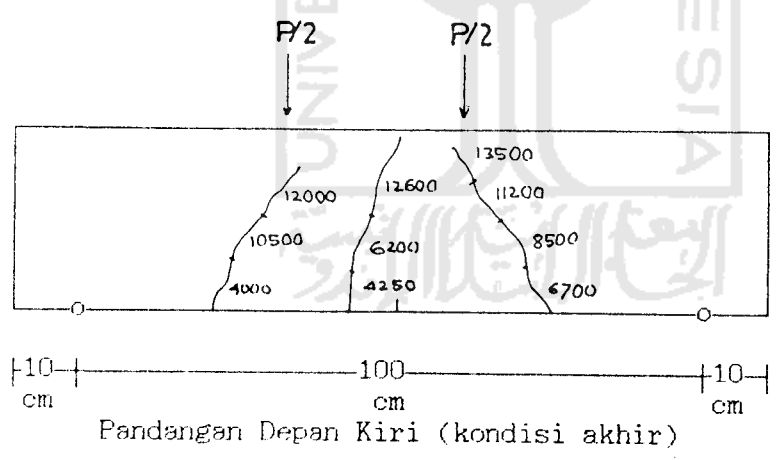
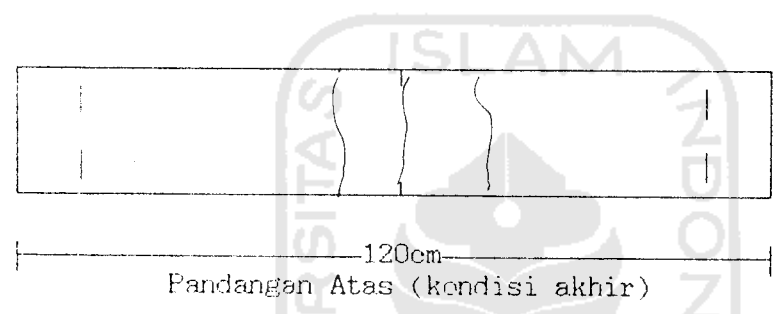
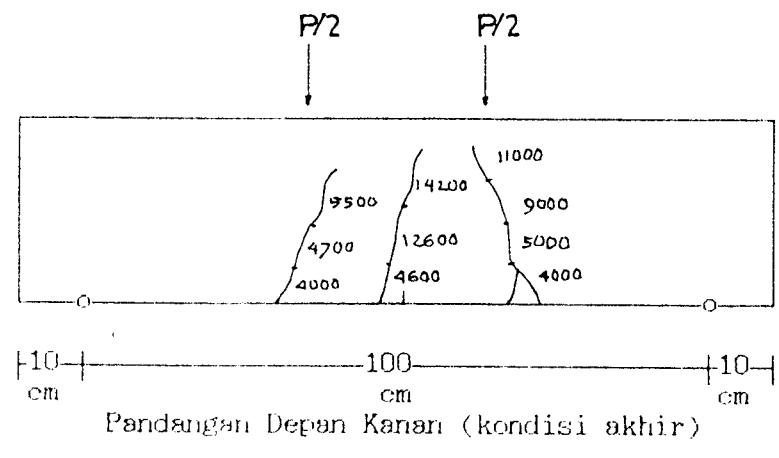


Gambar 4.1. Sket Hasil Pengujian Kuat Lentur Sampel A1



Gambar 4.2. Sket Hasil Pengujian Kuat Lentur Sampel A2

ketiga :
n) sebag.
perband:
ikut ini

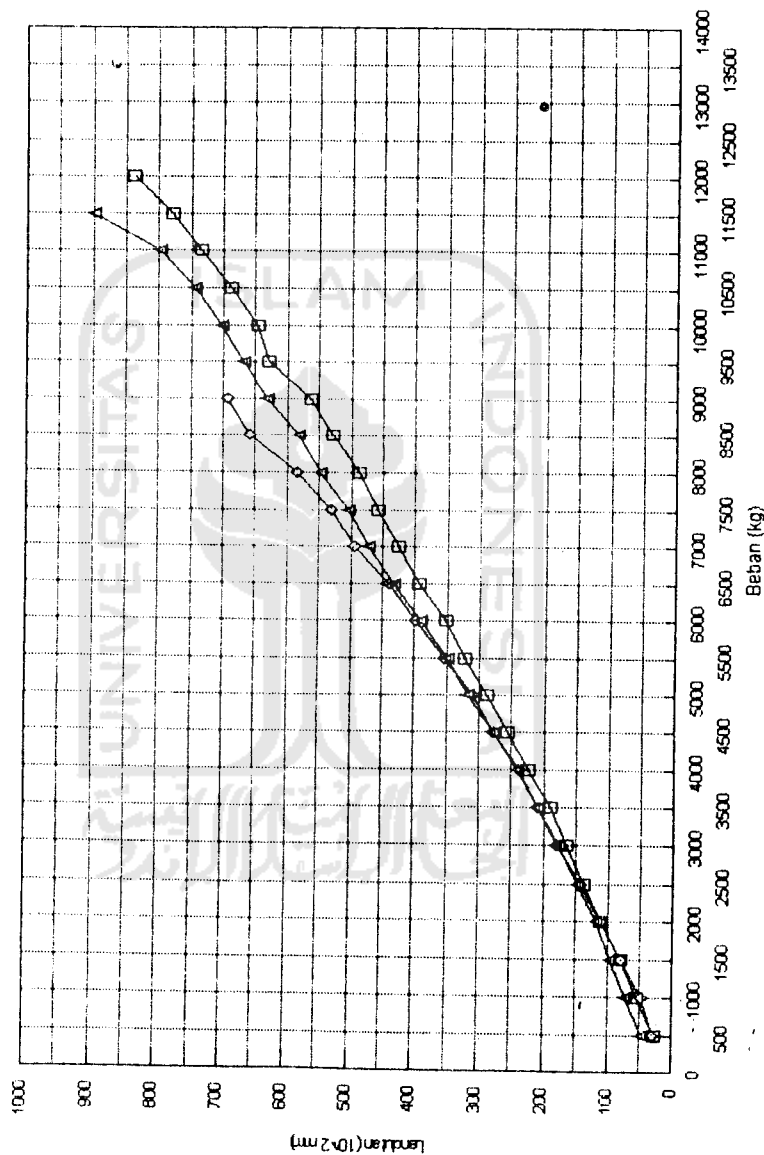


Gambar 4.3. Sket Hasil Pengujian Kuat Lentur Sampel A3

Grafik 4.1. Hubungan Beban Dengan Lendutan Sampel A

BEBAN(KG)	500	1000	1500	2000	2500	3000	3500	4000	4500	5000	5500	6000	6500	7000	7500	8000	8500	9000	9500	10000	10500	11000	11500	12000	
Lendutan A1	30	43	79	112	143	180	209	239	278	310	346	399	439	495	532	585	659	694							
Lendutan A2	47	73	97	118	148	177	210	242	279	318	349	390	432	472	505	548	593	632	669	702	742	789	836		
Lendutan A3	26	55	80	112	138	165	190	224	267	288	322	352	394	425	458	488	528	563	629	546	599	730	776	838	

Grafik 4.1. Hubungan Beban Dengan Lendutan Sampel A



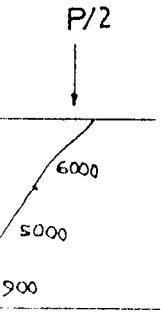
Tabel 4.2. Data hasil pengujian lentur sampel B (Panjang baja tulangan sambungan lewatan 60 cm)

No.	SAMPSEL B1			SAMPSEL B2			SAMPSEL B3		
	Beban (F) (Kg)	δ 10^{-2} mm	δr	Beban (F) (Kg)	δ 10^{-2} mm	δr	Beban (F) (Kg)	δ 10^{-2} mm	δr
01	500	31		500	42		500	42	
02	1000	61		1000	68		1000	67	
03	1500	93		1500	95		1500	92	
04	2000	120		2000	122		2000	122	
05	2500	146		2500	151		2500	149	
06	2900	-	1	3000	185		3000	176	
07	3000	178		3500	210		3500	209	
08	3300	-	2	4000	240		4000	245	1
09	3500	195		4050	-	1	4200	-	2
10	4000	225		4500	279		4500	278	
11	4500	255	3	4900	-	2	4700	-	3
12	5000	295		5000	318		5000	303	
13	5500	335		5300	-	3	5500	342	
14	5700	-	4	5500	363		6000	375	
15	6000	381	5	6000	405		6500	412	
16	6400	-	6	6300	-	4	6600	-	4
17	7000	473	7	6500	438	5	7000	445	
18	7200	-	8	7000	491	6	7500	480	
19	7500	514		7500	529		8000	530	
20	7800	-	9	8000	568		8500	560	
21	8000	564		8500	610		9000	690	
22	8500	595		8700	-	7	9200	-	5
23	8750	-	10	9000	655		9500	-	-
24	9000	672		9500	670		9800	-	6
25	9500	734		10000	-		10000	-	
26	9800	811	*	10500	-		10500	-	
				11000	-	8	10900	-	7
				11500	-		11000	-	
				12000	-	9	11300	-	8
				12500	-	10	12000	-	
				12750	-	*	12500	-	
							13000	-	
							13100	-	9
							13500	-	*

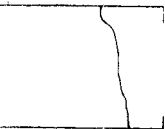
Keterangan: δr = lendutan pada beban yang mengakibatkan retak

* = benda uji patah

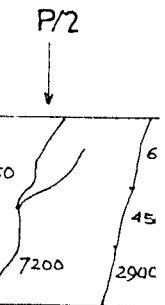
- = lendutan tidak terbaca



10
cm
Depan Kiri



120
cm
Bagian Atas (



100
cm
Depan Kiri

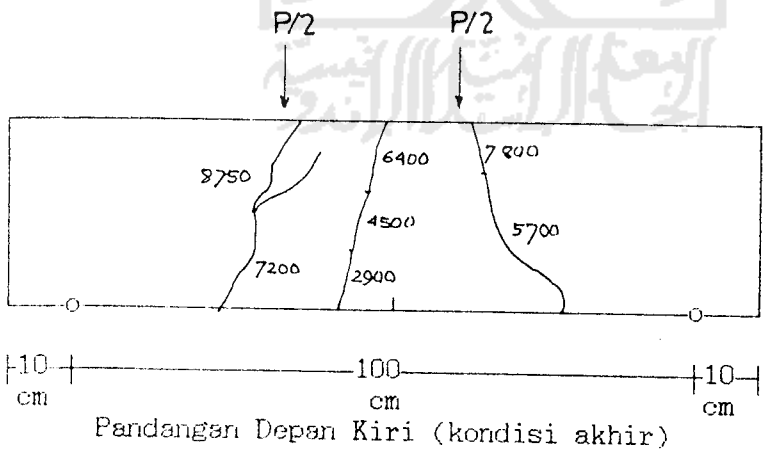
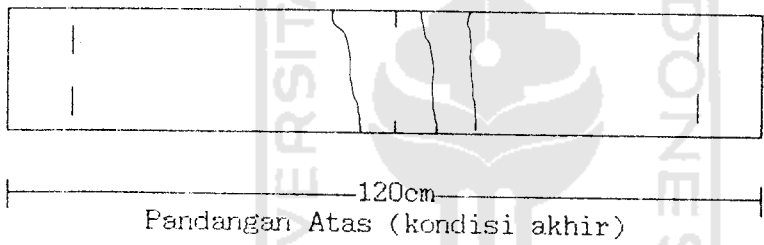
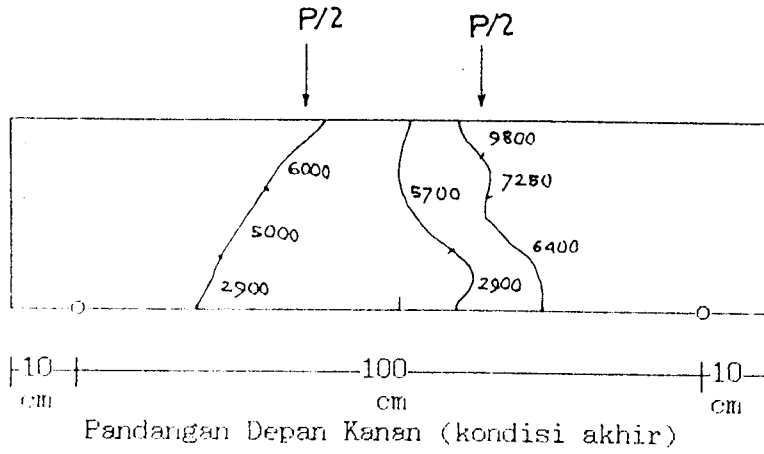
Dari hasil pengujian lentur, sampel B1 menunjukkan beban maksimum paling kecil, karena dari pengujian desak beton sampel B1 tidak memenuhi untuk Mutu bahan K175, maka dalam penelitian ini sampel B1 tidak digunakan, sehingga didapat:

$$P_{\text{max. rata-rata}} = \frac{12750 + 13500}{2} = 13125 \text{ kg}$$

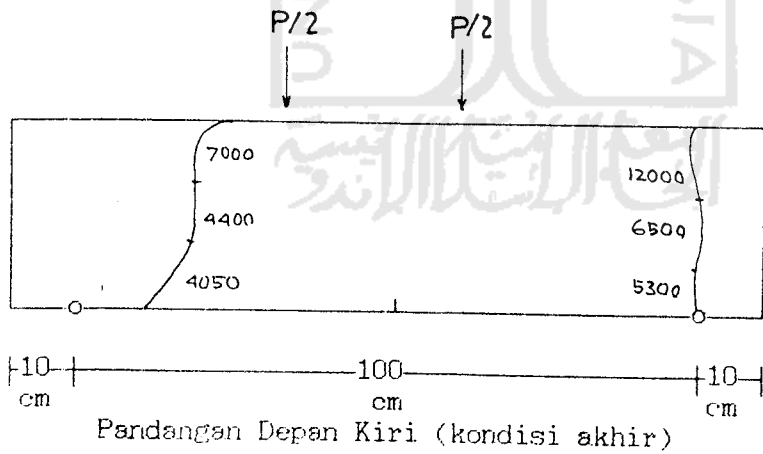
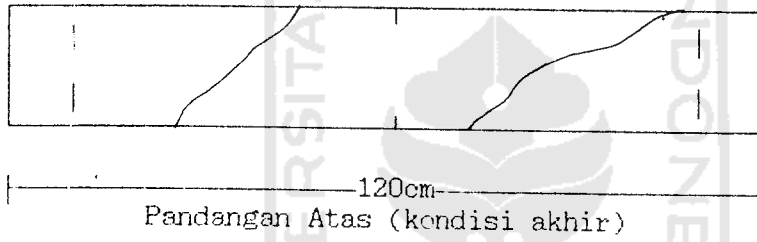
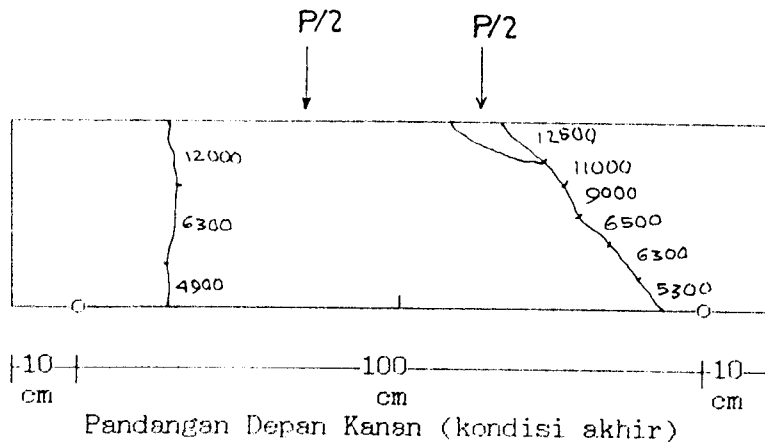
Untuk lebih memperjelas kemampuan balok dalam mendukung beban pada masing-masing sampel dapat dilihat pada gambar-gambar sket pola retak/patah hasil pengujian lentur berikut ini.



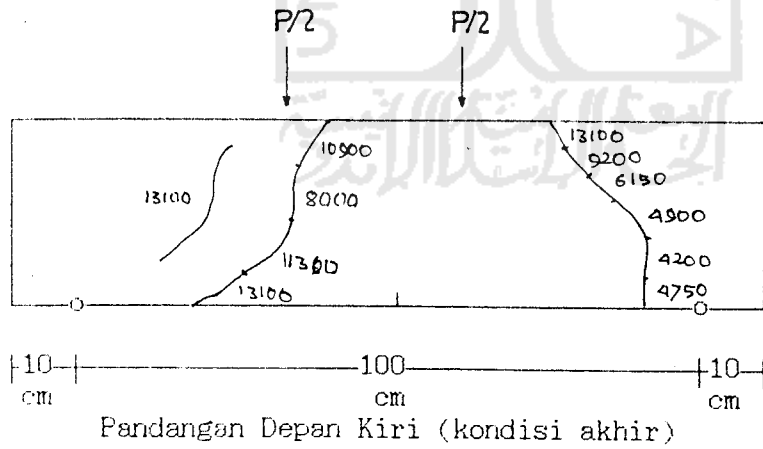
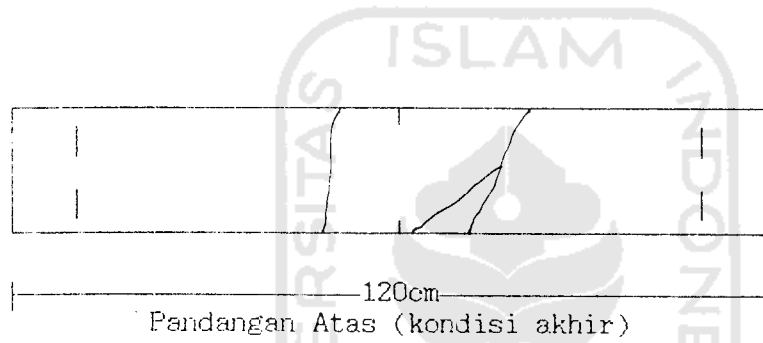
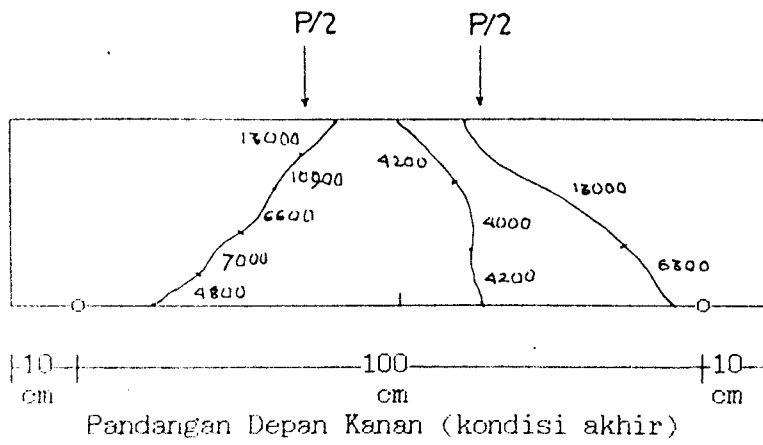
4. Sket
Sampel



Gambar 4.4. Sket Hasil Pengujian Kuat Lentur Sampel B1



Gambar 4.5. Sket Hasil Pengujian Kuat Lentur Sampel B2



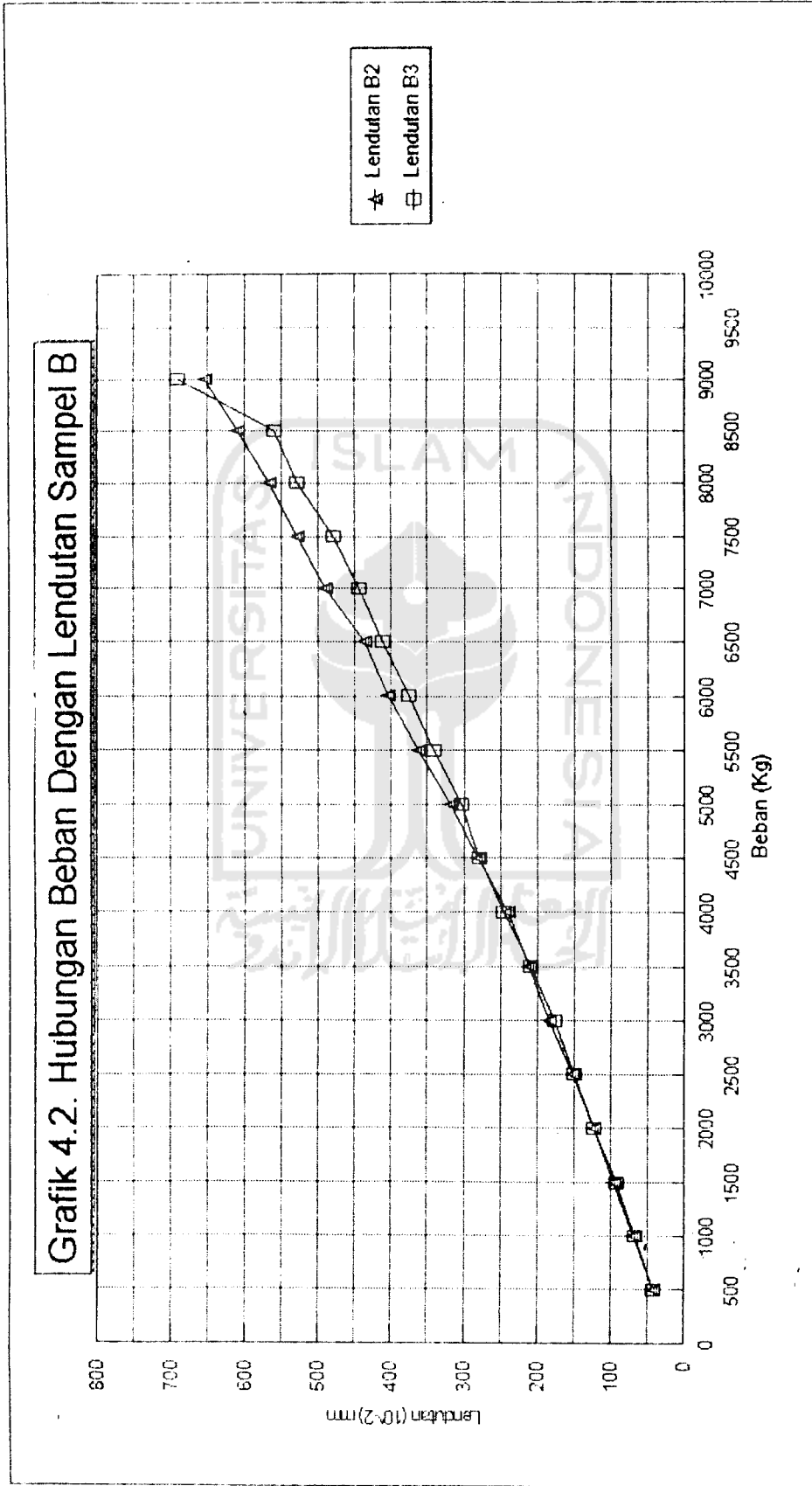
Gambar 4.6. Sket Hasil Pengujian Kuat Lentur Sampel B3

Dari hasil pengujian lentur ketiga sampel tipe B (sampel dengan panjang sambungan lewatan 60 cm) sebagaimana terlihat pada tabel 4.2 dapat dibuat grafik perbandingan kenaikan beban terhadap lendutan sebagai berikut ini.



GRAFIK 4.2. Hubungan Beban Dengan Lendutan sampel B

BEBAN(KG)	500	1000	1500	2000	2500	3000	3500	4000	4500	5000	5500	6000	6500	7000	7500	8000	8500	9000
Lendutan B2	42	68	95	122	151	185	210	240	279	318	363	405	438	491	529	568	610	655
Lendutan B3	42	67	92	122	149	176	209	245	278	303	342	375	412	445	480	530	560	690



Tabel 4.3. Data hasil pengujian lentur sampel C (Panjang baja tulangan sambungan lewatan 50 cm)

No.	SAMPSEL C1			SAMPSEL C2			SAMPSEL C3		
	Beban (F) (Kg)	δ 10^{-2} mm	δr	Beban (F) (Kg)	δ 10^{-2} mm	δr	Beban (F) (Kg)	δ 10^{-2} mm	δr
01	500	55		500	72		500	59	
02	1000	100		1000	98		1000	78	
03	1500	125		1500	135		1500	105	
04	2000	146	1	2000	162		2000	134	
05	2500	175	2	2500	194	1	2500	168	
06	3000	209	3	3000	233		2600	-	1
07	3500	251	4	3500	267		2900	-	2
08	4000	304		4000	312		3000	204	
09	4500	345	5	4500	352	2	3500	245	3
10	5000	386	6	4900	-	3	4000	275	
11	5400	-	7	5000	421	4	4500	314	
12	5500	430		5250	-	5	5000	355	
13	6000	490		5500	455	6	5200	-	4
14	6300	-	8	6000	522		5500	388	5
15	6500	530		6500	538		6000	440	6
16	7000	588		7000	593		6500	479	7
17	7500	642		7500	632		6750	-	8
18	8000	698		8000	689	7	7000	529	
19	8500	753	*	8500	735		7500	595	
20				9000	779		7900	-	9
21				9250	812	*	8000	679	
22							8250	705	*

δr = lendutan pada beban yang mengakibatkan retak

* = benda uji patah

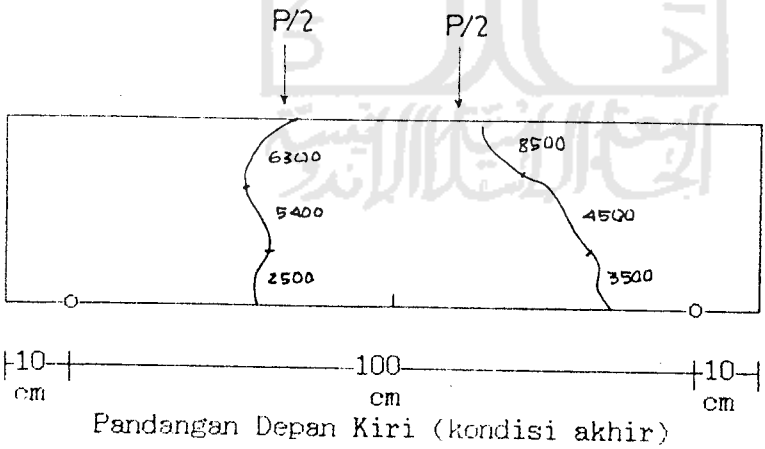
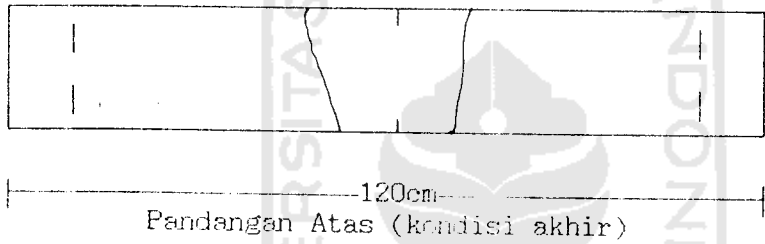
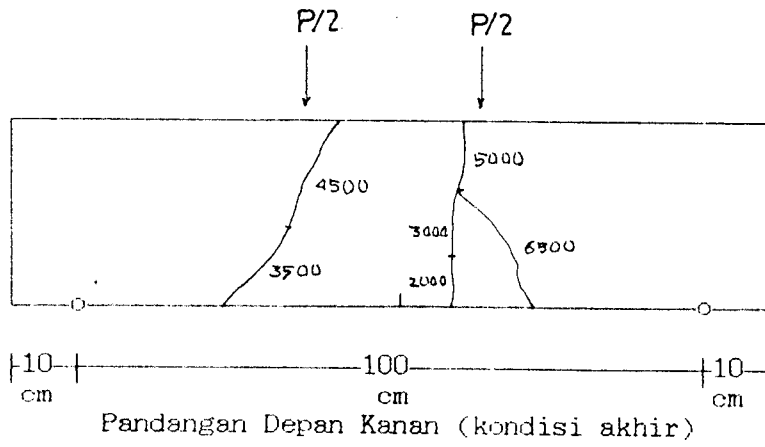
- = lendutan tidak terbaca

Dari hasil pengujian lentur ke tiga sampel, didapatkan beban rata-rata yang dapat didukung oleh balok sebagai berikut ini.

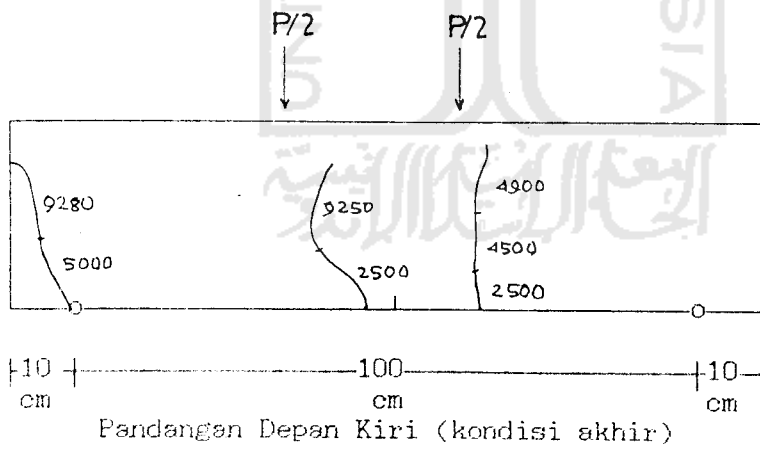
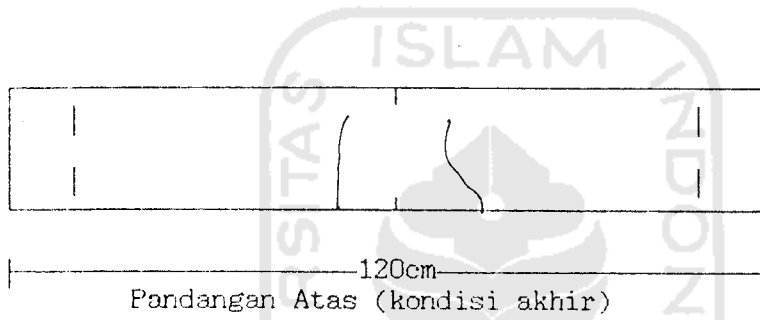
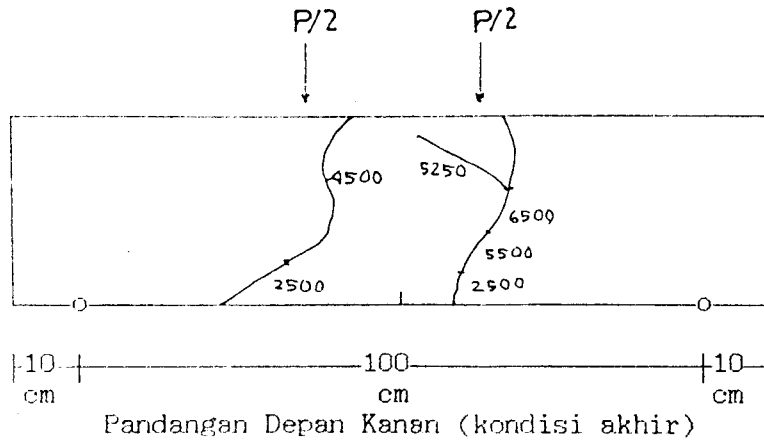
$$P_{\text{max. rata-rata}} = \frac{8500 + 9250 + 8250}{3} = 8666,67 \text{ kg}$$

Untuk lebih memperjelas kemampuan balok dalam mendukung beban pada masing-masing sampel dapat dilihat pada gambar-gambar sket pola retak/patah hasil pengujian lentur berikut ini.

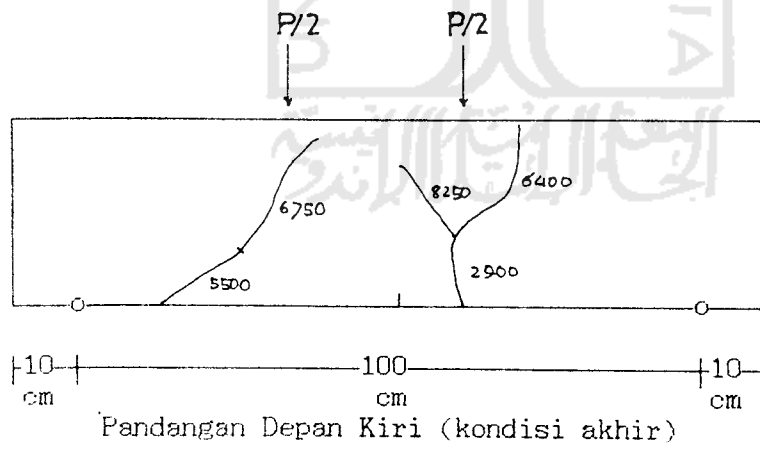
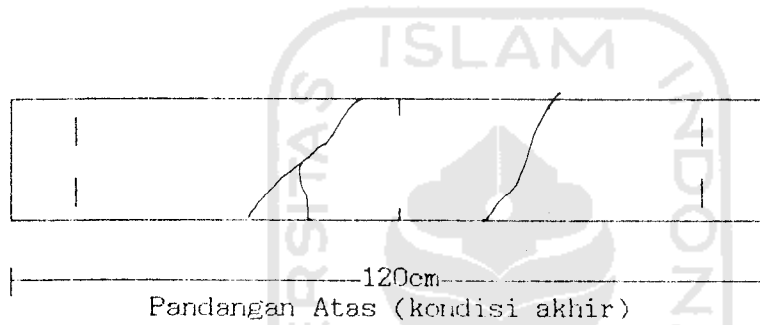
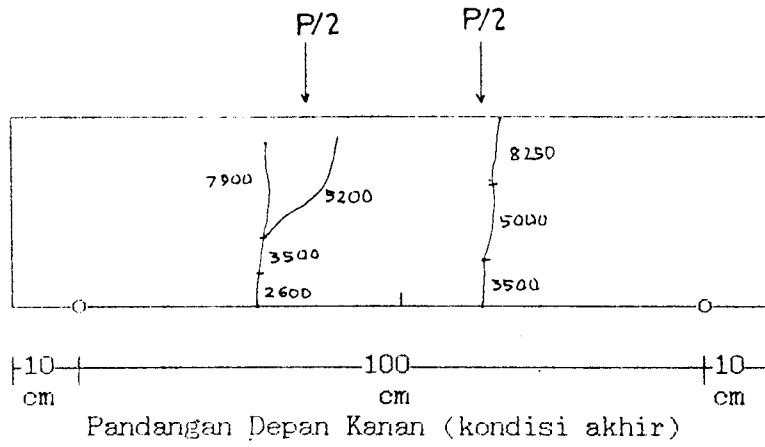




Gambar 4.7. Sket Hasil Pengujian Kuat Lentur Sampel C1



Gambar 4.8. Sket Hasil Pengujian Kuat Lentur Sampel C2



Gambar 4.9. Sket Hasil Pengujian Kuat Lentur Sampel C3

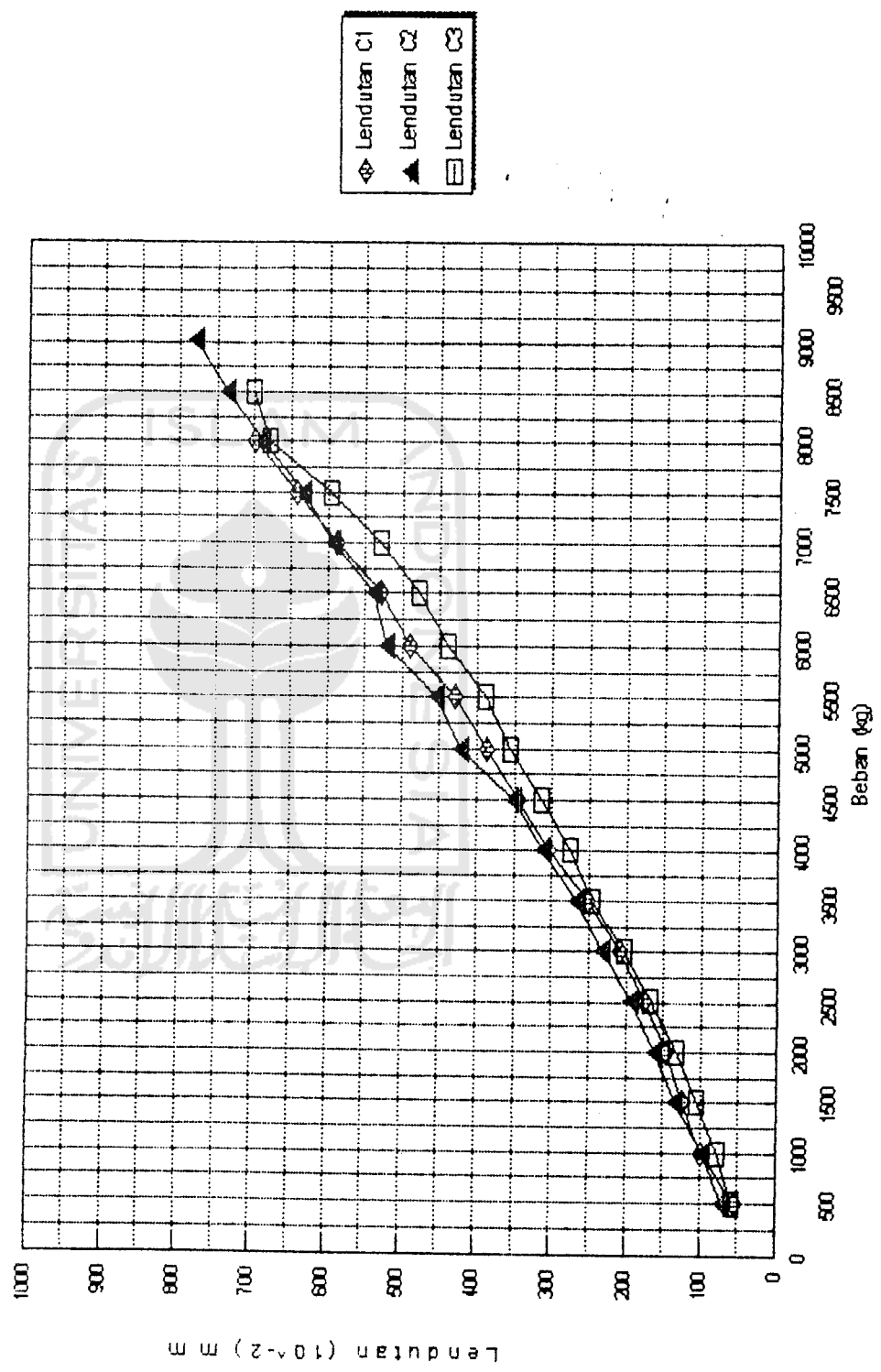
Dari hasil pengujian lentur ketiga sampel tipe C (sampel dengan panjang sambungan lewatan 50 cm) sebagaimana terlihat pada tabel 4.3 dapat dibuat grafik perbandingan kenaikan beban terhadap lendutan sebagai berikut ini.



GRAFIK 4.3. Hubungan Beban Dengan Lendutan Sample C

BEBAN(KG)	500	1000	1500	2000	2500	3000	3500	4000	4500	5000	5500	6000	6500	7000	7500	8000	8500	9000
Lendutan C1	55	100	125	146	175	209	251	304	345	386	430	490	530	588	642	698		
Lendutan C2	72	98	135	162	194	233	267	312	362	421	455	522	538	593	632	689	735	779
Lendutan C3	59	78	105	134	168	204	245	275	314	355	388	440	479	529	595	679	700	

GRAFIK 4.3. Hubungan Beban Dengan Lendutan Sample C



Tabel 4.4. Data hasil pengujian lentur sampel D (panjang baja tulangan sambungan lewatan 45 cm)

No.	SAMPSEL D1			SAMPSEL D2			SAMPSEL D3		
	Beban (P) (Kg)	δ 10^{-2} mm	δ_r	Beban (P) (Kg)	δ 10^{-2} mm	δ_r	Beban (P) (Kg)	δ 10^{-2} mm	δ_r
01	500	34		500	42		500	55	
02	1000	53		1000	92		1000	87	
03	1500	80		1500	140		1500	128	
04	2000	106		2000	167		2000	145	
05	2500	132		2500	203		2500	169	
06	3000	168		3000	238		2800	-	1
07	3500	218	1	3200	-	1	3000	203	
08	4000	257	2	3500	268		3500	230	
09	4500	282	3	3700	-	2	3700	261	2
10	5000	320		4000	303		4000	300	
11	5500	358		4500	339		4500	340	
12	5750	-	4	4750	-	3	4550	380	3
13	6000	405		5000	419		5000	403	
14	6500	449		5500	465	4	5500	-	
15	7000	475	5	6000	509		6000	-	
16	7500	512		6500	561		6500	-	
17	8000	551	6	7000	602		7000	-	4
18	8200	-	7	7300	*		7500	-	
19	8500	600					8000	-	5
20	8800	650	*				8500	-	
21							9000	-	
22							9500	-	
23							9600	-	*

Keterangan : δ_r = lendutan pada beban yang mengakibatkan retak

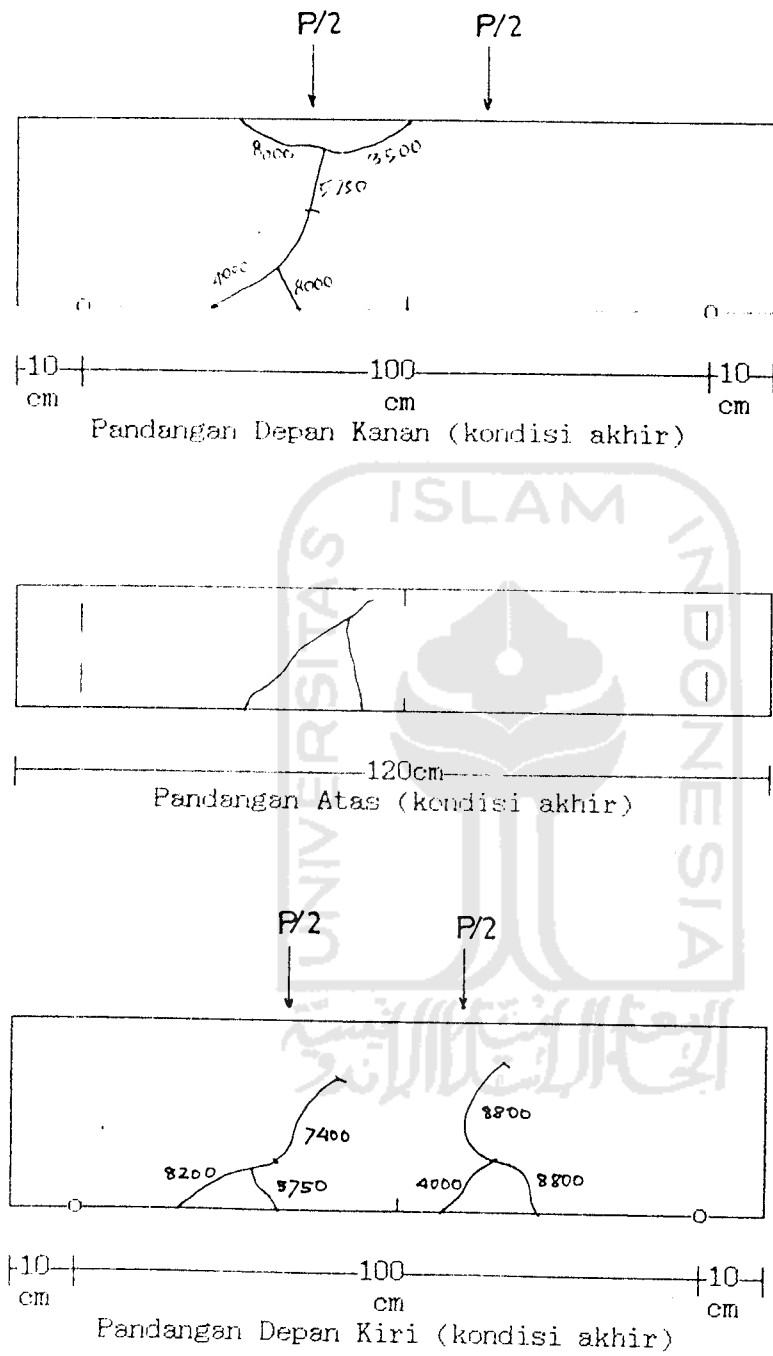
* = benda uji patah

- = lendutan tidak terbaca

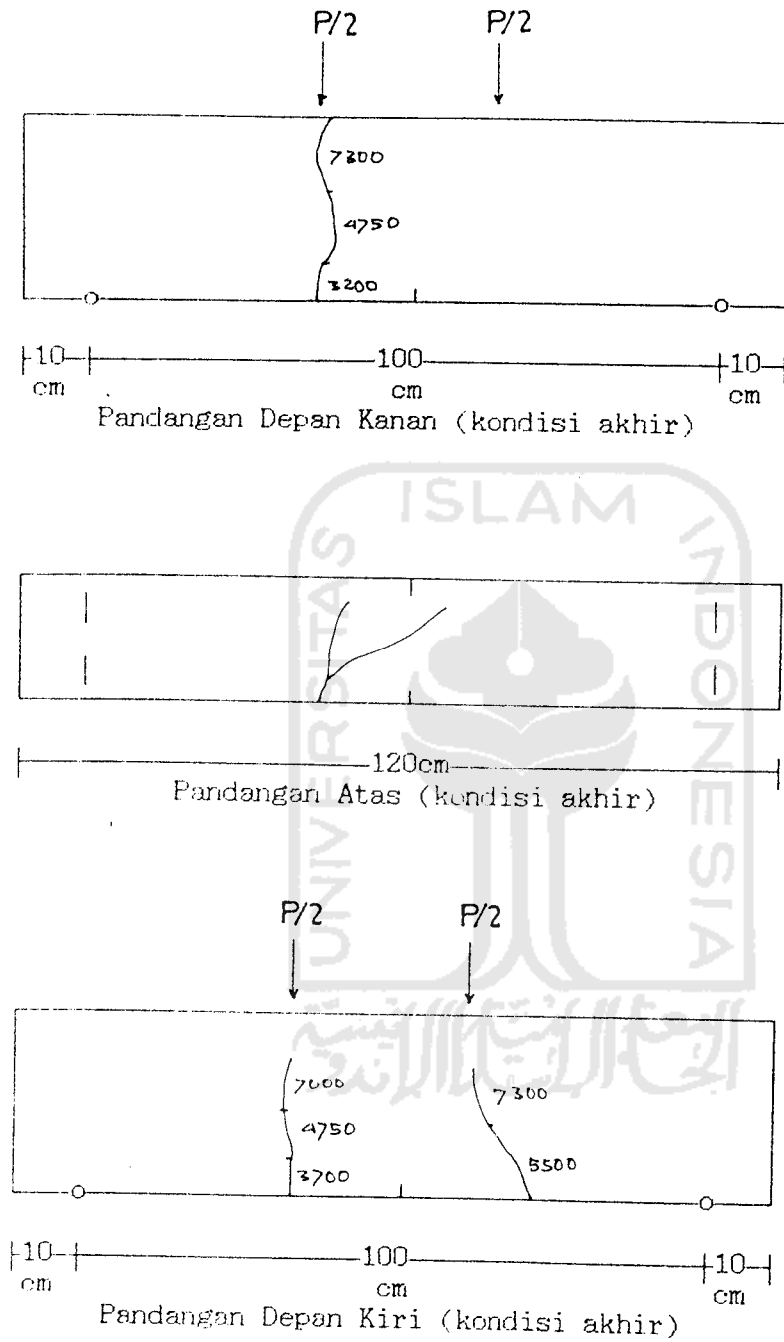
Dari hasil pengujian lentur ke tiga sampel, didapatkan beban rata-rata sebagai berikut.

$$P_{\text{max. rata-rata}} = \frac{8800 + 7300 + 9600}{3} = 8566,67 \text{ kg}$$

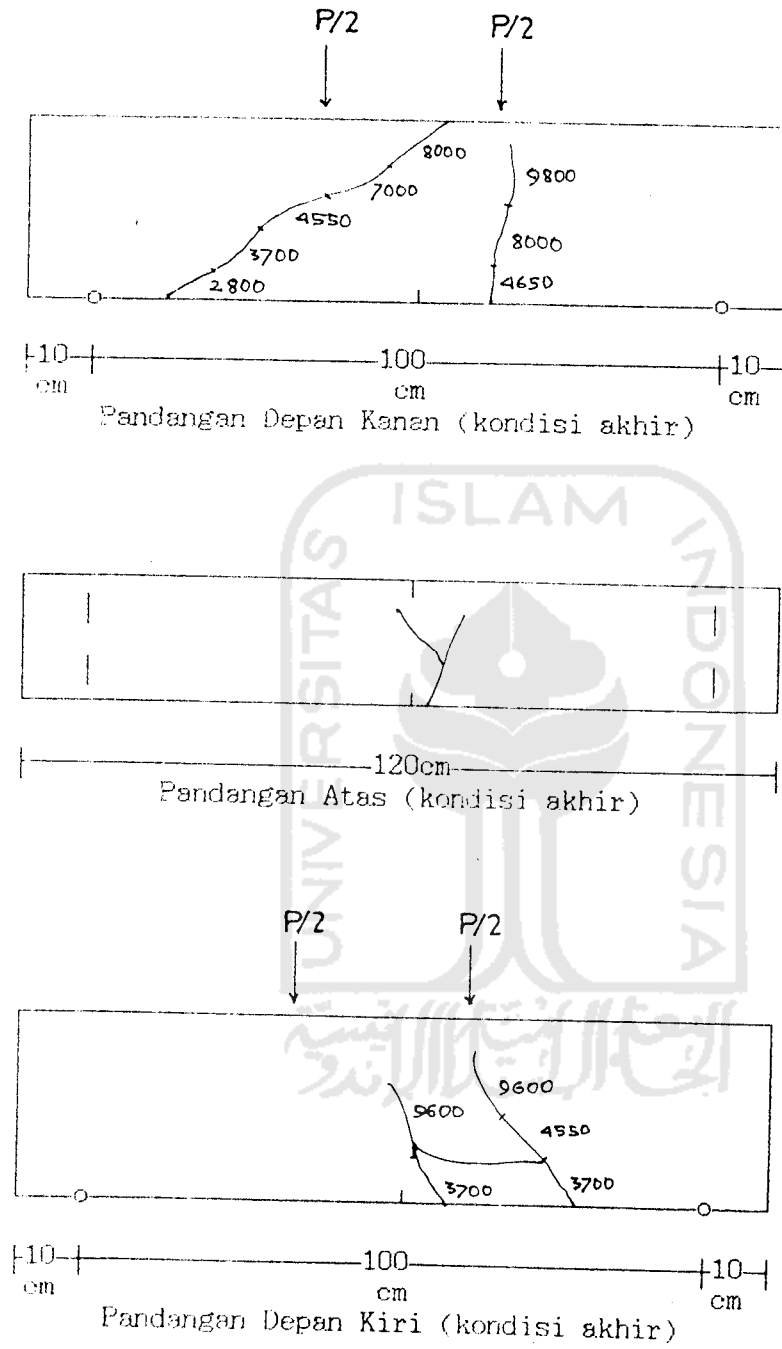
Untuk lebih memperjelas kemampuan balok dalam mendukung beban pada masing-masing sampel dapat dilihat pada gambar-gambar sket pola retak/patah hasil pengujian berikut ini.



Gambar 4.10. Sket Hasil Pengujian Kuat Lentur Sampel D1



Gambar 4.11. Sket Hasil Pengujian Kuat Lentur Sampel D2



Gambar 4.12. Sket Hasil Pengujian Kuat Lentur Sampel D3

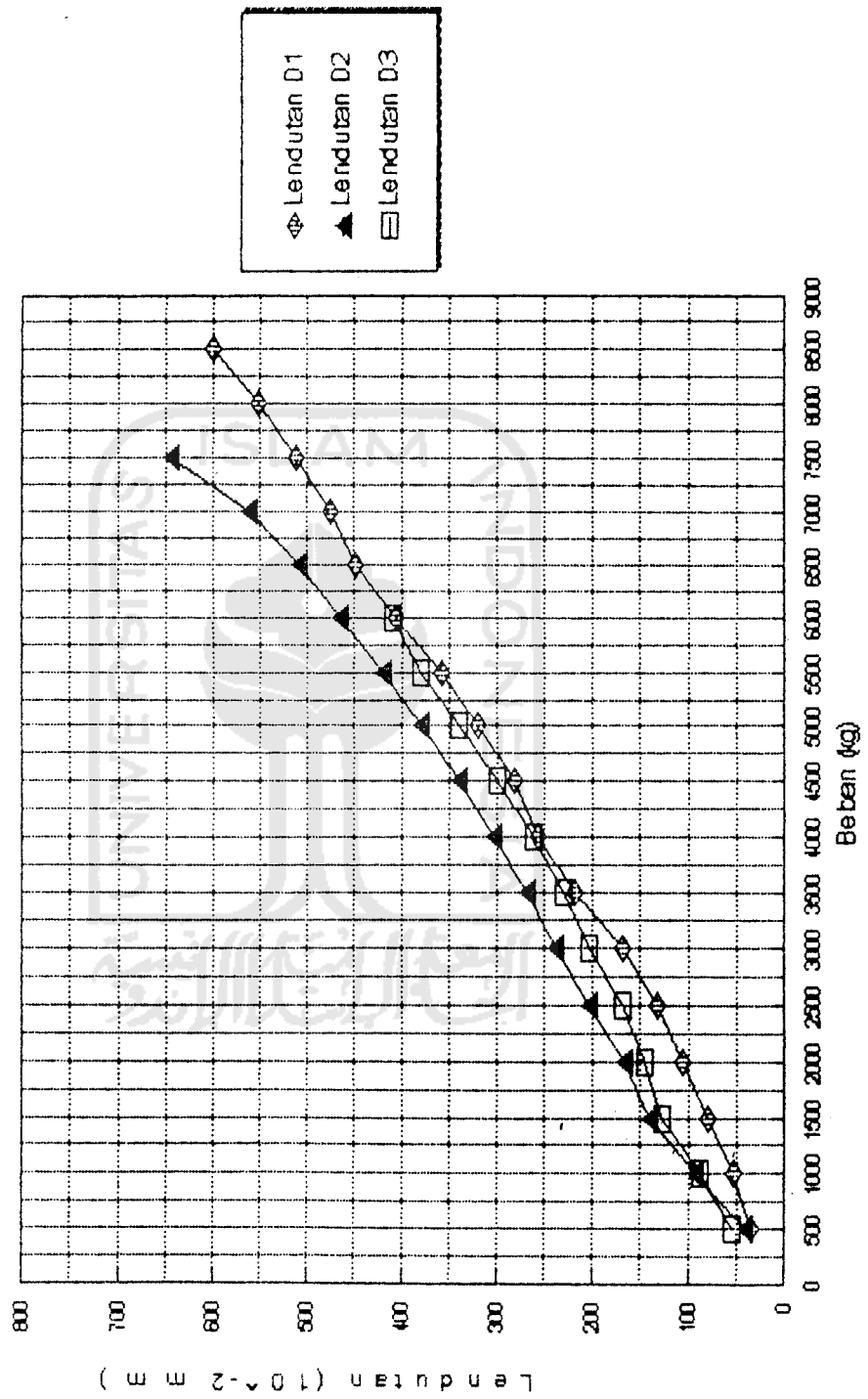
Dari hasil pengujian lentur ketiga sampel tipe D (sampel dengan panjang sambungan lewatan 45 cm) sebagaimana terlibat pada tabel 4.4 dapat dibuat grafik perbandingan kenaikan beban terhadap lendutan sebagai berikut ini.

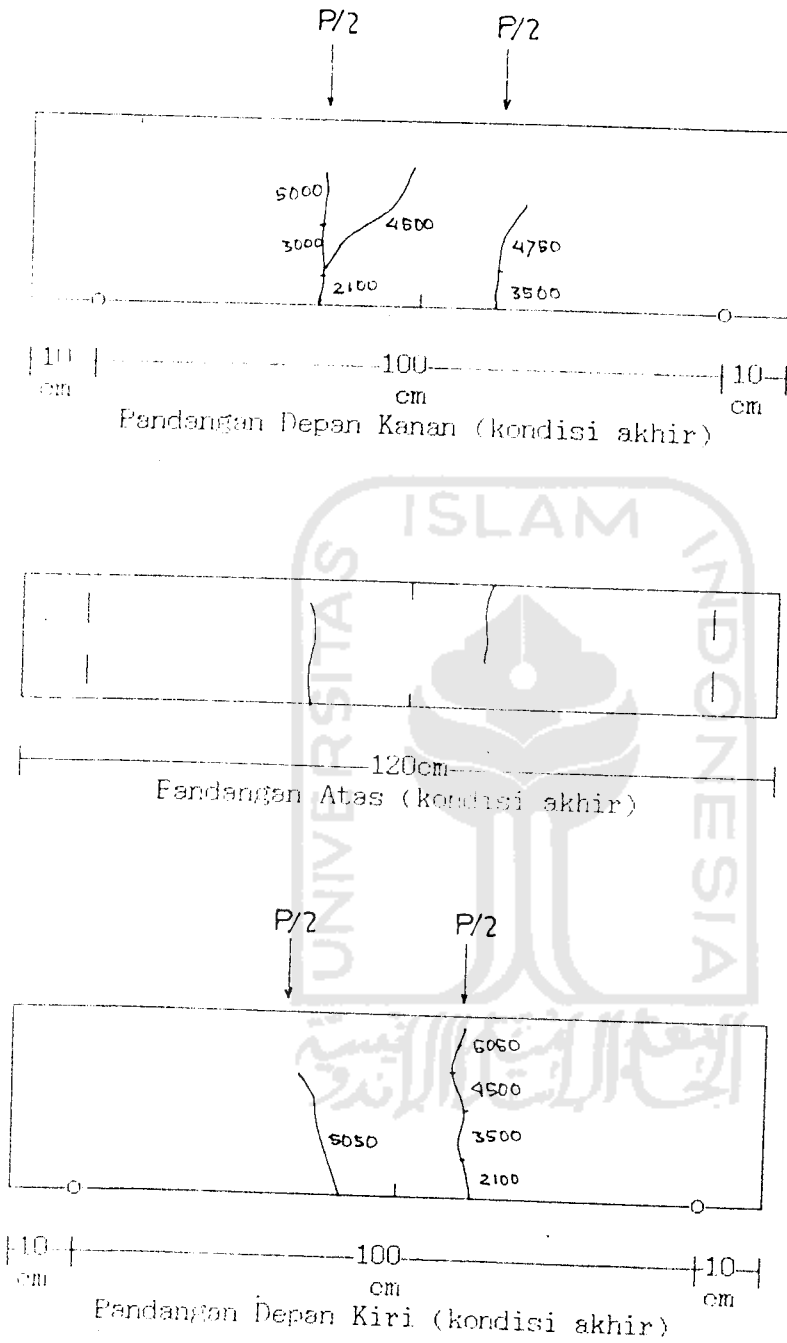


GRAFIK 4.4. Hubungan Beban Dengan Lendutan Sample D

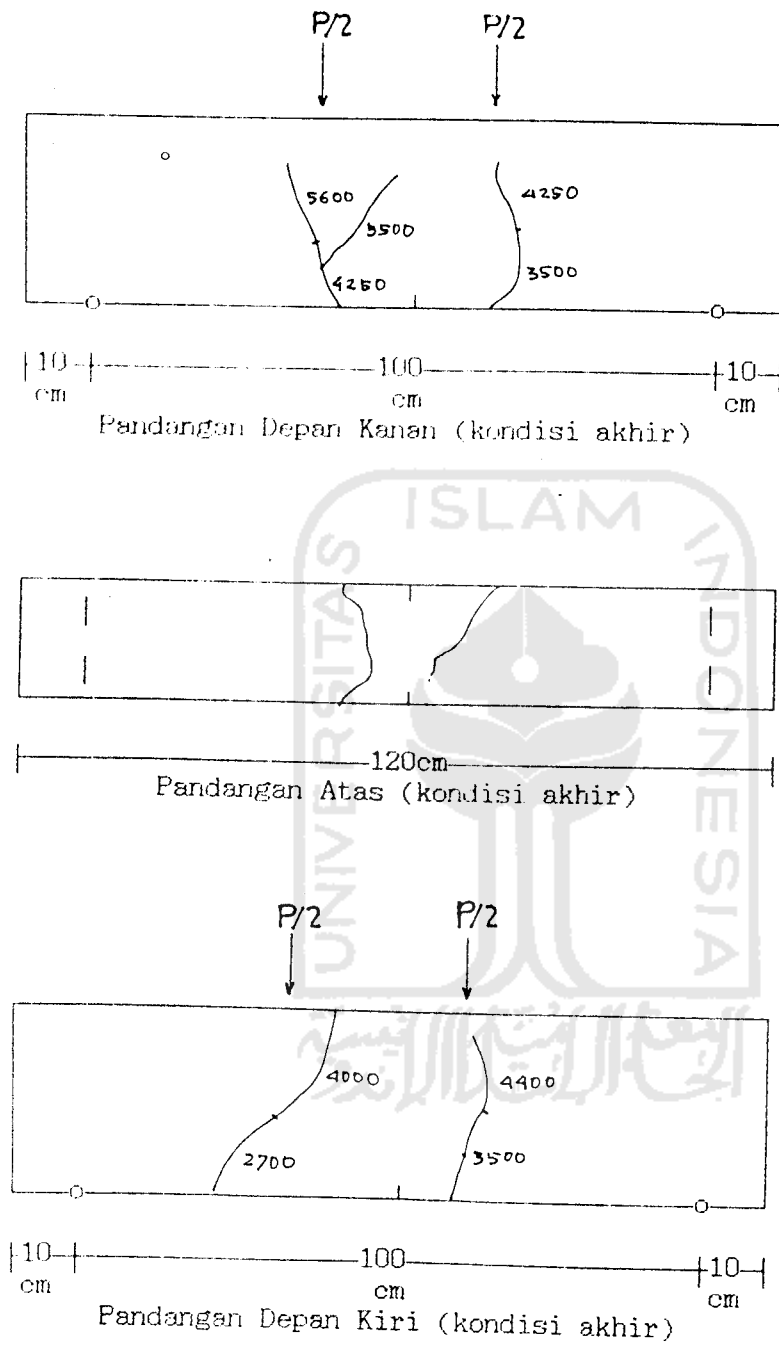
BEBAN(KG)	500	1000	1500	2000	2500	3000	3500	4000	4500	5000	5500	6000	6500	7000	7500	8000	8500
Lendutan D1	34	53	80	106	132	168	218	257	282	320	358	405	449	475	512	551	600
Lendutan D2	42	92	140	167	203	238	268	303	339	379	419	465	509	561	645		
Lendutan D3	55	87	128	145	169	203	230	261	300	340	380	409					

Grafik 4.4. Hubungan Beban Dengan Lendutan Sample D

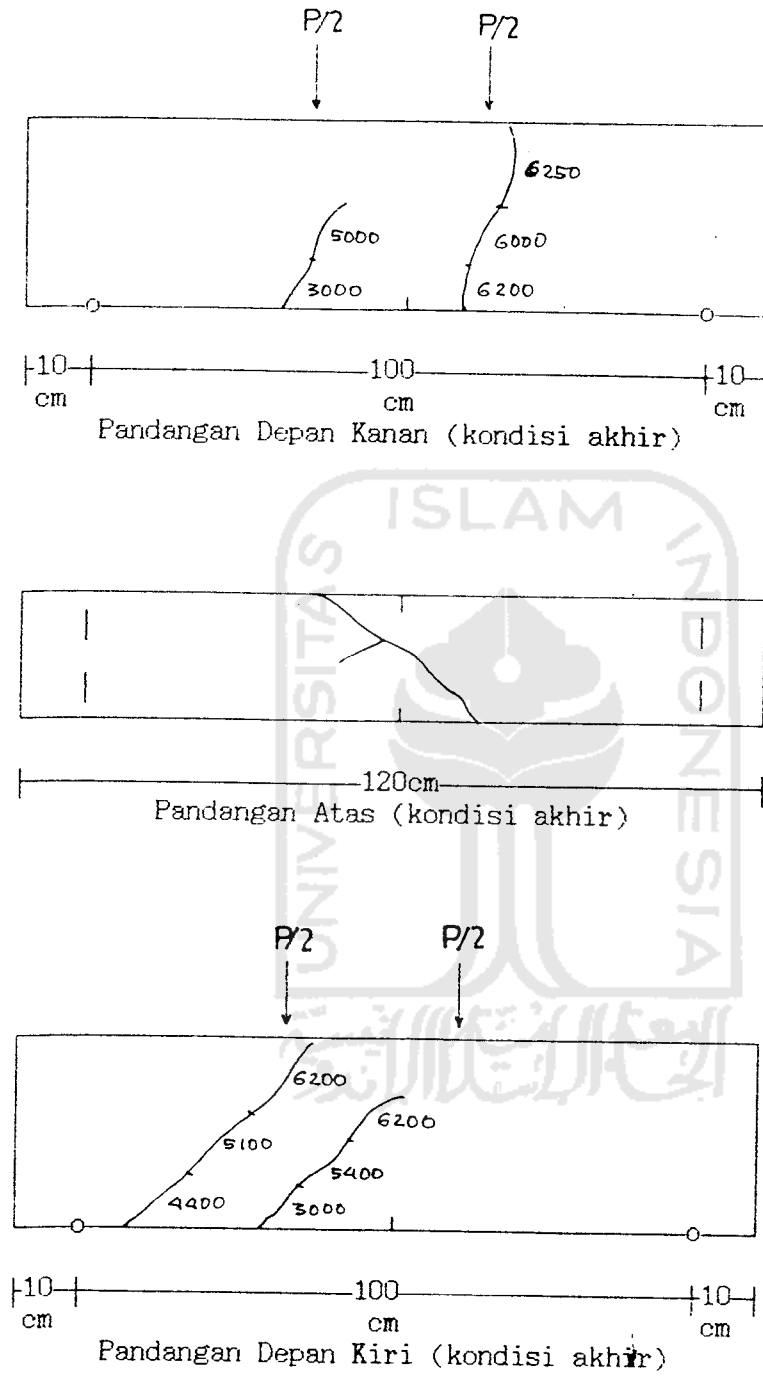




Gambar 4.13. Sket Hasil Pengujian Kuat Lentur Sampel E1



Gambar 4.14. Sket Hasil Pengujian Kuat Lentur Sampel E2



Gambar 4.15. Sket Hasil Pengujian Kuat Lentur Sampel E3

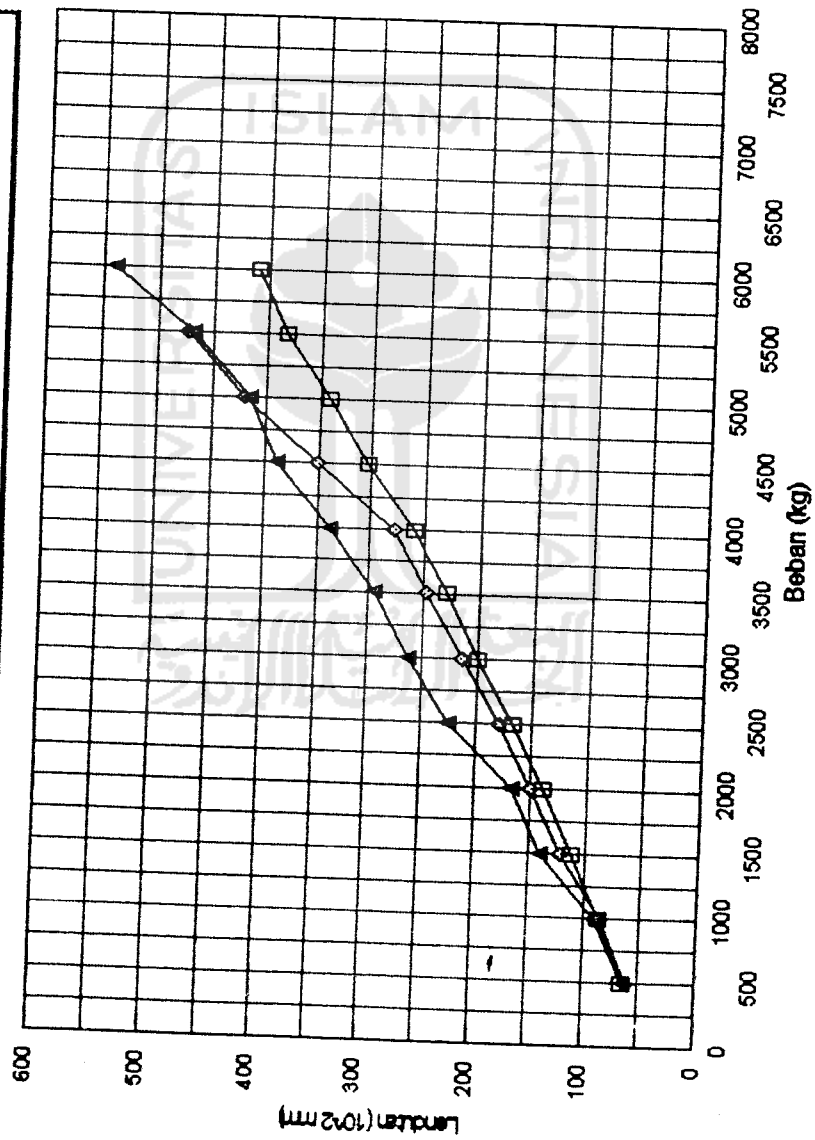
Dari hasil pengujian lentur ketiga sampel tipe E (sampel dengan panjang sambungan lewatan 35 cm) sebagaimana terlihat pada tabel 4.5 dapat dibuat grafik perbandingan kenaikan beban terhadap lendutan sebagai berikut ini.



REKAM JEJAK PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN TEKNOLOGI

BEBAN(KG)	500	1000	1500	2000	2500	3000	3500	4000	4500	5000	5500
Lendutan E1	61	86	122	150	179	214	247	278	351	421	473
Lendutan E2	63	92	140	167	225	263	295	339	389	415	470
Lendutan E3	65	88	112	139	167	200	230	260	303	341	382

Grafik 4.5. Hubungan Beban Dengan Lendutan E



- ◆ Lendutan E1
- ▲ Lendutan E2
- ◻ Lendutan E3

Tabel 4.6. Data hasil pengujian lentur sampel F (Panjang baja tulangan sambungan lewatan 25 cm)

No.	SAMPSEL F1			SAMPSEL F2			SAMPSEL F3		
	Beban (F) (Kg)	δ 10^{-2} mm	δ_r	Beban (F) (Kg)	δ 10^{-2} mm	δ_r	Beban (F) (Kg)	δ 10^{-2} mm	δ_r
01	500	78		500	72		500	78	
02	1000	110		1000	100		1000	110	
03	1500	152		1500	138		1500	152	
04	2000	186		2000	178		2000	186	
05	2250	-	1	2150	-	1	2500	244	1
06	2500	224		2500	210		2750	-	2
07	3000	248	2	3000	249	2	3000	248	
08	3500	280	3	3500	278	3	3500	280	
09	3900	-	4	4000	313		4000	531	
10	4000	531	5	4100	348	*	4300	-	*
11	4250	779	*						

Keterangan δ_r = lendutan pada beban yang mengakibatkan retak

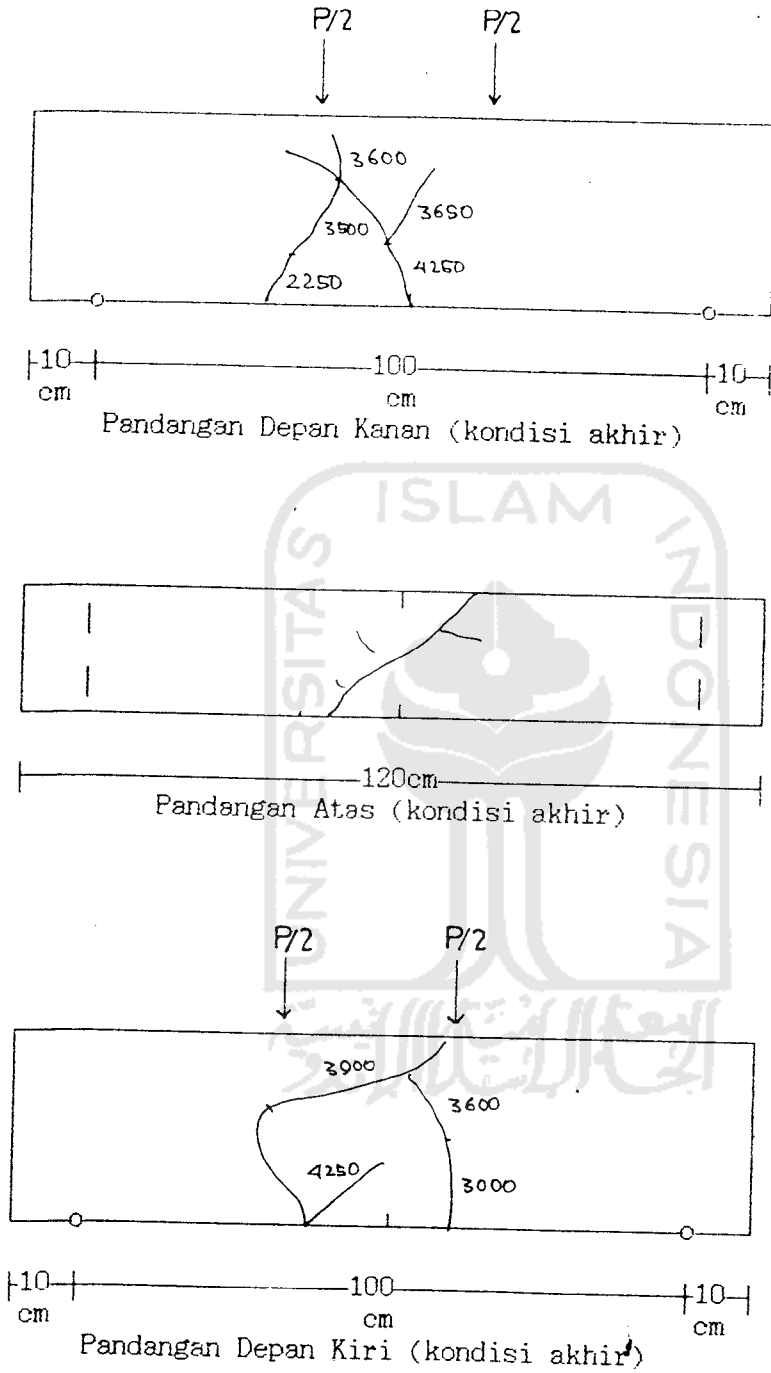
* = benda uji patah

- = lendutan tidak terbaca

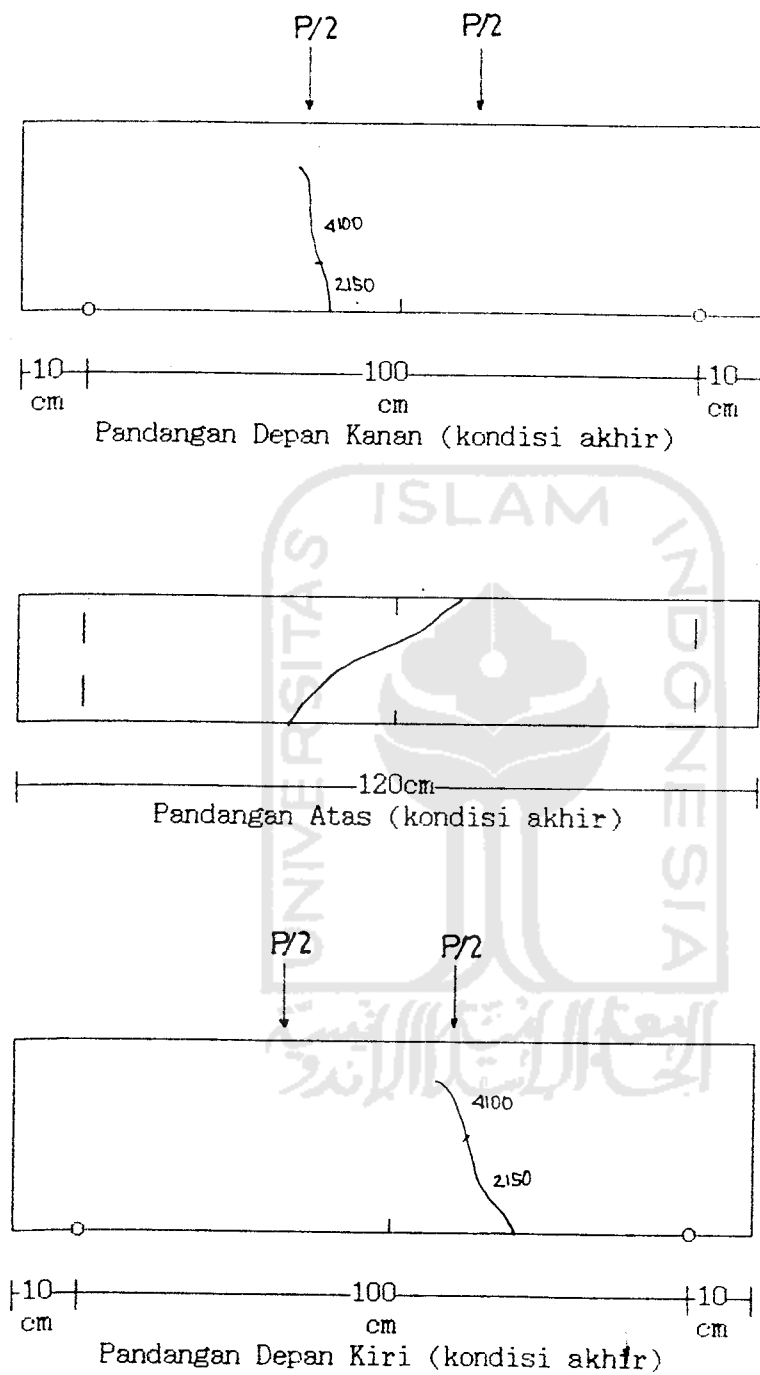
Dari hasil pengujian lentur ke tiga sampel, didapatkan beban rata-rata yang dapat didukung oleh balok sebagai berikut ini.

$$F_{\text{max. rata-rata}} = \frac{4250 + 4100 + 4300}{3} = 4216,67 \text{ kg}$$

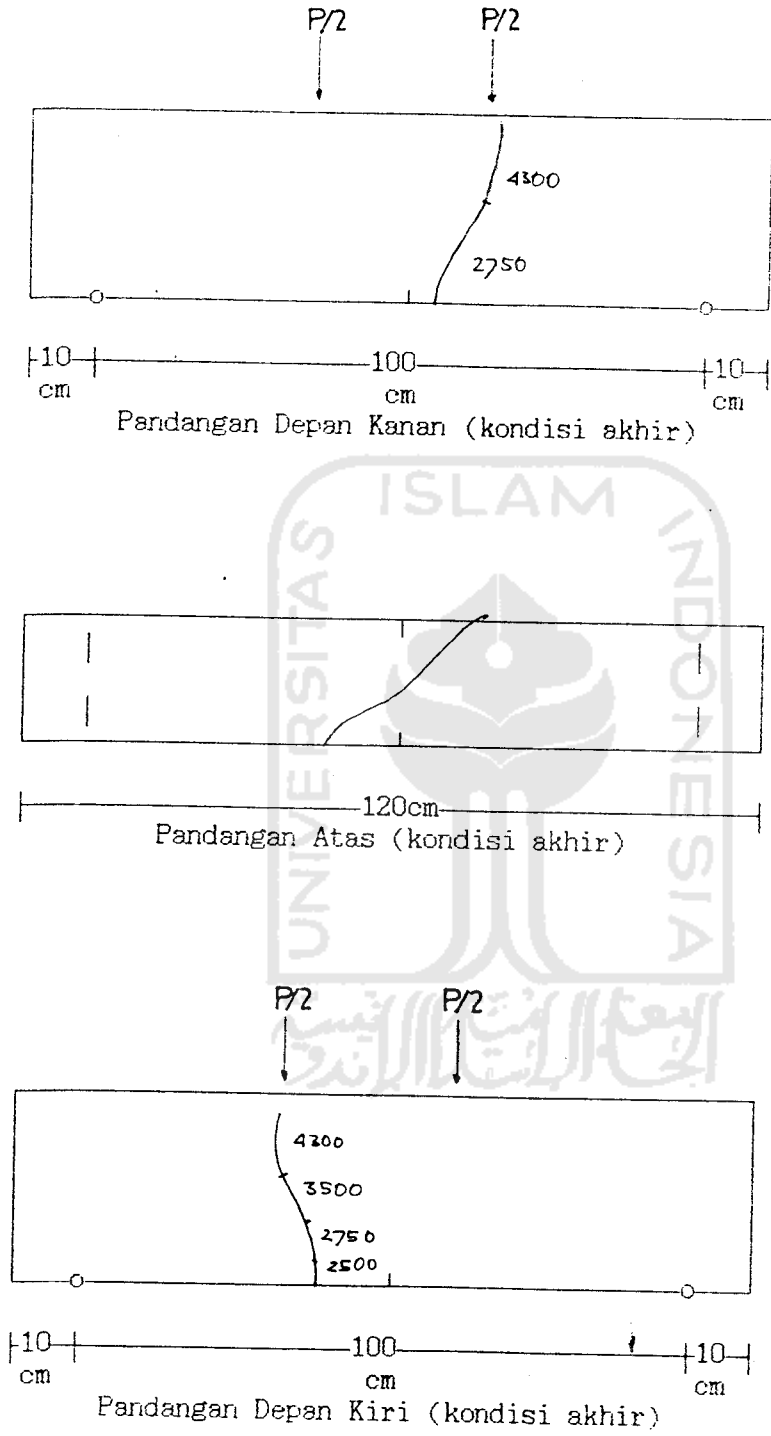
Untuk lebih memperjelas kemampuan balok dalam mendukung beban pada masing-masing sampel dapat dilihat pada gambar-gambar sket pola retak/patah hasil pengujian lentur berikut ini.



Gambar 4.16. Sket Hasil Pengujian Kuat Lentur Sampel F1



Gambar 4.17. Sket Hasil Pengujian Kuat Lentur Sampel F2



Gambar 4.18. Sket Hasil Pengujian Kuat Lentur Sampel F3

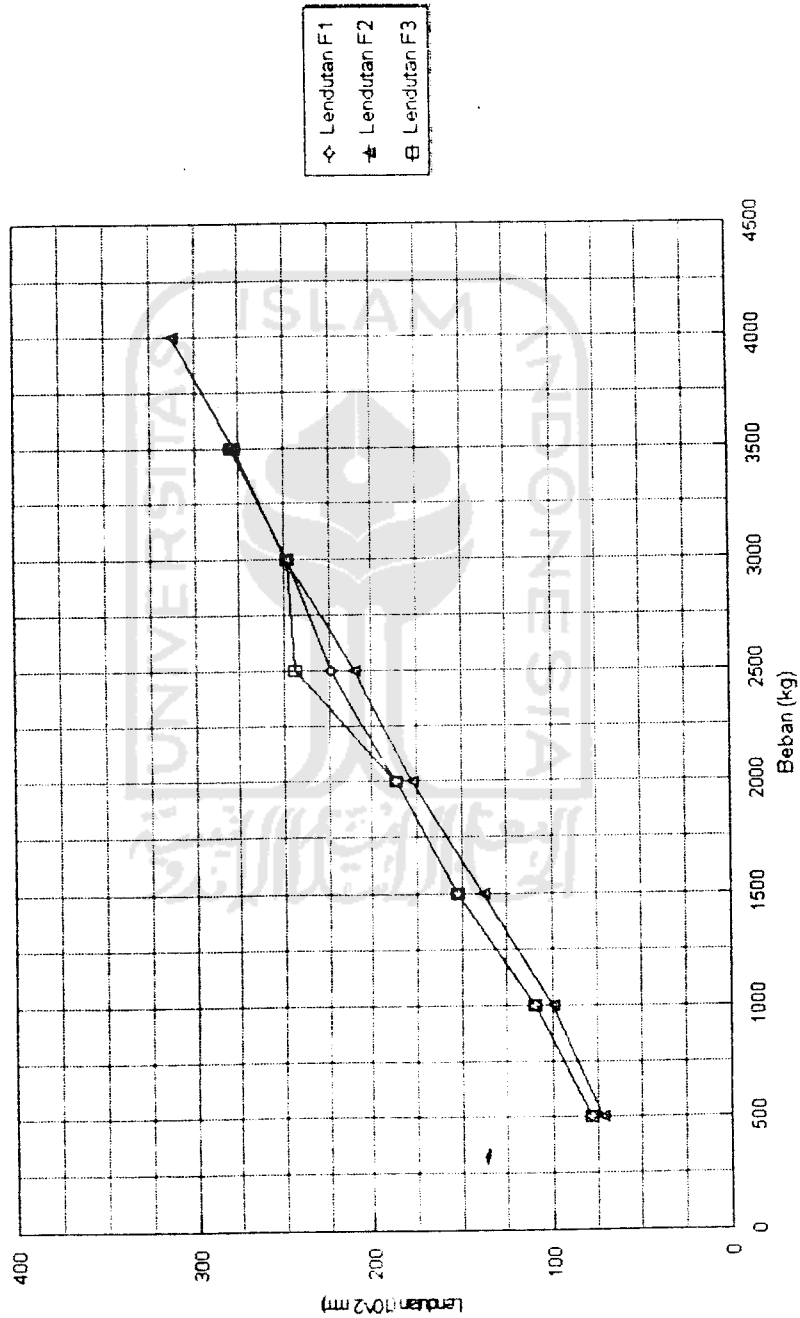
Dari hasil pengujian lentur ketiga sampel tipe F (sampel dengan panjang sambungan lewatan 25 cm) sebagaimana terlihat pada tabel 4.6 dapat dibuat grafik perbandingan kenaikan beban terhadap lendutan sebagai berikut ini.



GRAFIK 4.6. Hubungan Beban Dengan Lendutan Sampel F

BEBAN(KG)	500	1000	1500	2000	2500	3000	3500	4000
Lendutan F1	78	110	152	186	224	248	280	313
Lendutan F2	72	100	138	178	210	249	278	
Lendutan F3	78	110	152	186	244	248	280	

Grafik 4.6. Hubungan Beban Dengan Lendutan Sampel F



4.2 Hasil Pengujian Kuat Desak beton

Didalam penelitian ini setiap kali mengadakan campuran beton selalu dibuat satu benda uji kubus ukuran 15cm x 15cm x 15cm untuk mengetahui kuat desak beton yang digunakan pada percobaan.

Dari pengujian kuat desak beton umur 28 hari, diperoleh tegangan desak beton seperti pada tabel 4.7 di bawah ini.

Tabel 4.7. Hasil pengujian kuat desak beton umur 28 hari

No.	Benda uji	Nilai slump(cm)	P (kN)	σ_k kg/cm ²	σ_s kg/cm ²
1.	A1	13,5	485	213,3	177,05
2.	A2	14	403	181,03	150,25
3.	A3,D1	13	490	221,99	184,25
4.	D2,D3	11	620	268,93	223,21
5.	E1,E3	11	395	176,36	146,38
6.	E2	11,5	550	238,87	198,26
7.	F1,F2	12	520	229,12	190,17
8.	F3,C1	11,5	465	202,67	168,22
9.	C2,C3	12	560	247,24	205,21
10.	B1*	17	243	105,33	87,42
11.	B2,B3	13	545	246,91	204,93

Keterangan :

* = tidak digunakan untuk menghitung P maks
rata-rata(kuat tekan dibawah K175)

σ_k = tegangan desak kubus (kg/cm²)

$$\sigma_k = \frac{P \cdot 101,936}{15 \times 15}$$

σ_s = tegangan desak silinder (kg/cm²)

$$\sigma_s = 0,83 \cdot \sigma_k$$