

## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Analisis Bahan Penyusun Plat

##### 4.1.1 Beton

Sebelum melakukan pembebanan pada plat, dilakukan terlebih dahulu pada sampel beton untuk mengetahui kekuatan beton. Sampel pengujian beton menggunakan beton berbentuk silinder dengan dimensi diameter 8 cm dan tinggi 16 cm. Dari hasil uji kuat tekan beton, diperoleh kekuatan runtuh rata-rata pada saat beton hancur dengan perbandingan berat campuran 1:3:1 (semen:pasir:kerikil) adalah sebesar 23,4 Mpa. Seperti yang ditunjukkan pada tabel 4.1.

Tabel 4. 1 Hasil Pengujian Kuat Tekan Sampel Beton

Benda Uji	Berat (kg)	Pmax (kN)	Pmax (kg)	Kuat Tekan Runtuh (kg/cm <sup>2</sup> )	Rata-rata F <sub>cr</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	Rata-rata F <sub>cr</sub> (MPa)
A	1,70	107	10700	213	234	23,4
B	1,70	136	13600	271		
I	1,72	110	11000	219		



Gambar 4. 1 Sampel Beton



Gambar 4. 2 Pengujian Kuat Tekan Sampel Beton

Beton yang umumnya memiliki komposisi agregat kasar yang lebih banyak dibandingkan dengan agregat halus. Akan tetapi pada penelitian ini digunakan campuran perbandingan 1:3:1 (semen:pasir:kerikil), dimana komposisi agregat halus lebih banyak dibandingkan agregat kasar. Kekuatan beton sangat tergantung dari agregat yang digunakan, umumnya kekuatan beton terletak pada agregat kasar dan ikatan antar agregat kasar. Dimana ikatan-ikatan tersebut dapat menutup rongga-rongga yang terbentuk pada beton. Semakin banyak agregat kasar yang digunakan maka kekuatan beton juga menjadi tinggi bila sesuai dengan batasan tertentu. Selain itu rongga-rongga juga akan semakin tertutupi oleh agregat kasar yang saling mengikat, dan untuk celah-celah yang tidak dapat ditutup oleh agregat kasar akan ditutup dengan

material penyusun beton yang kecil, hal ini dilakukan oleh agregat halus, dan digunakan faktor air semen sebesar 0,6.

Dalam proses pembuatan benda uji plat beton dilakukan pengecoran dengan mesin pengaduk bahan penyusun beton. Dalam sekali pengadukan dapat menghasilkan 3 benda uji plat, dengan perbandingan berat semen : pasir : kerikil sebesar 1:3:1, dibutuhkan masing-masing berat semen : pasir : kerikil yaitu 22 kg : 66 kg : 22 kg. Kerikil dimasukkan terlebih dahulu ke dalam mesin pengaduk, kemudian pasir dan yang terakhir adalah semen beserta air. Adukan bahan penyusun beton yang telah tercampur rata dituangkan ke dalam bekisting. Untuk plat tanpa *styrofoam*, setelah rangkaian tulangan diletakkan dalam bekisting, adukan beton langsung dituangkan dalam bekisting. Untuk plat dengan *styrofoam*, adukan beton dituangkan dalam bekisting setebal 0,8 cm kemudian dipasang rangkaian tulangan bawah, setelah itu lapisan *styrofoam* dipasang dan kemudian tulangan atas dipasang dan ditutup dengan adukan beton hingga bekisting tertutup seluruhnya dengan adukan beton.

Selama masa perawatan beton menuju umur 28 hari, lingkungan disekitar beton harus diperhatikan kebersihannya, karena jika terdapat bahan-bahan kimia akan mempengaruhi kualitas beton. Masa *curing* beton dilakukan selama 7 hari mulai dari beton selesai dituangkan dalam bekisting, *curing* dilakukan dengan menutup permukaan plat dengan menggunakan karung basah. Setelah 7 hari karung basah dapat dilepas dan plat akan diuji pada usia 28 hari.

#### 4.1.2 Tulangan Bambu

Tulangan yang digunakan adalah bambu petung, dengan dimensi 6x6 mm<sup>2</sup>. Tulangan dibuat dengan panjang menyesuaikan dimensi pada plat. Dengan tulangan untuk sisi panjang 75 cm dan untuk tulangan sisi pendek 36 cm.

Bambu dengan bentuk silinder awalnya kemudia dipotong kecil sesuai dengan ukuran yang ingin digunakan sebagai tulangan. Setelah bambu dipotong sesuai dengan kebutuhan, bambu-bambu dihaluskan. Sebelum digunakan bambu harus dipastikan benar-benar kering dari air. Karena bambu merupakan bahan alam yang bersifat higroskopis, dimana kelembaban pada bambu dapat berubah akibat adanya perubahan

suhu udara disekitarnya. Hal ini juga agar mengurangi penyusutan yang terjadi pada bambu.

Setelah bambu benar-benar kering dan halus, kemudian bambu dilapisi dengan cat dan pasir. Karena nantinya bambu akan dikombinasikan dengan beton, dimana pada beton sendiri terdapat air, maka bambu yang dilapisi dengan cat setidaknya dapat mengurai bambu untuk meresap air pada beton. Setelah bambu dilapisi dengan cat, bambu dilumuri dengan pasir. Bambu yang telah dilapisi cat dan pasir agar dapat memperkasar bidang kontak bambu dengan beton ketika bambu sudah dipasang sebagai tulangan, sehingga bambu dan beton dapat menyatu secara sempurna.

Pengujian *pull-out* menggunakan sampel beton silinder dengan dimensi diameter 15 cm dan tinggi 30 cm. Beton silinder diberikan tulangan bambu. Kemudian sampel diuji tarik untuk mengetahui kekuatan lekatan bambu, dan diperoleh hasilnya sebesar 1,5 kN. Tulangan bambu tidak sama dengan tulangan baja, pada beton bertulang baja, keruntuhan beton terjadi karena tulangan baja telah mencapai titik leleh. Namun, pada beton bertulang bambu, keruntuhan pada beton terjadi karena lepasnya lekatan antara beton dan bambu.

#### 4.2 Analisa Teoritis

Pada analisa yang digunakan adalah membandingkan antara hasil teoritis dan hasil pengujian pada laboratorium, yaitu membandingkan beban maksimum yang dapat bekerja pada plat. Dari perhitungan teoritis diperoleh beban maksimum yang dapat bekerja pada plat dengan beban terpusat adalah sebesar 2300 kg dengan momen kapasitas sebesar 17436,16 kgcm.

Pembebanan dilakukan dengan pemberian beban aksial pada tengah bentang. Sehingga bila diberi beban terpusat, perlu diberikan bidang kontak agar plat tidak mengalami kerusakan hanya pada bagian tengah plat. Penambahan beban bisa menggunakan plat baja agar distribusi beban hampir menyerupai beban merata dan dapat menghindari geser pons yang terjadi pada plat.

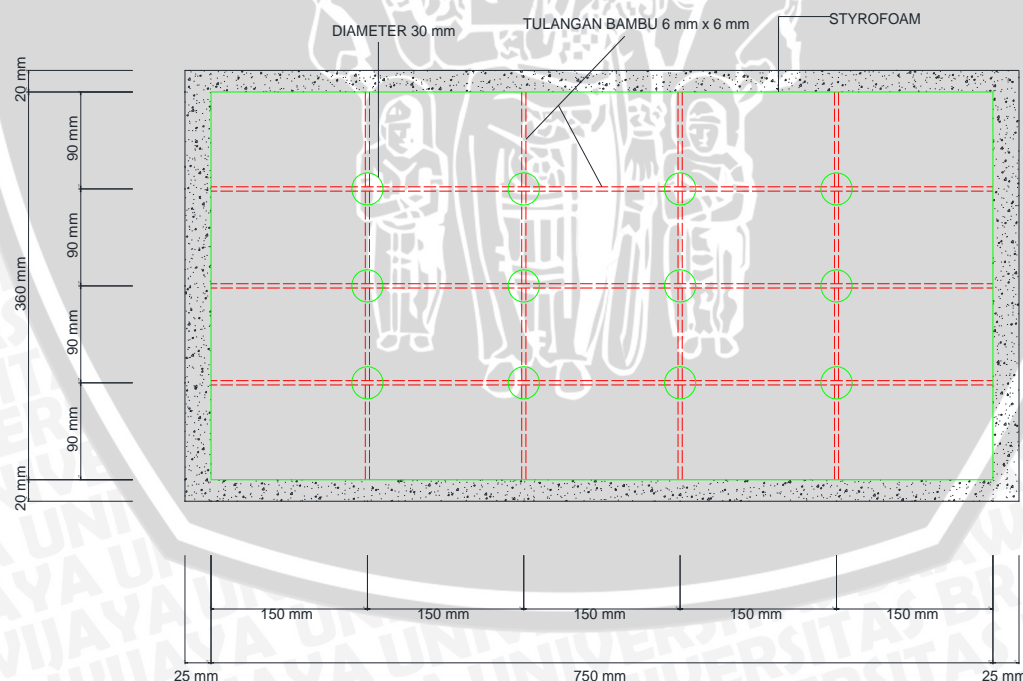
### 4.3 Pengujian Kuat Lentur Plat Beton Dua Arah

Pengujian kuat lentur plat beton dengan lapis *styrofoam* dilakukan terhadap 3 plat beton lapis *styrofoam* dengan dimensi seperti di Tabel 4.2.

Tabel 4. 2 Spesifikasi Plat Beton Lapis *Styrofoam*

Benda Uji	Berat (kg)	Panjang (cm)	Lebar (cm)	Tebal (cm)
S-I1	34,1	80,5	40,1	5,7
S-I2	34,2	81,0	40,0	5,8
S-I3	33,5	80,0	40,0	6,0

Dengan menggunakan campuran 1:3:1 (semen:pasir:kerikil), dimana sebelumnya beton dengan campuran yang sama telah dilakukan pengujian tekan. Semua plat beton menggunakan bahan dasar semen, agregat halus, dan agregat kasar yang sama. Kemudian pada plat beton terdapat *styrofoam* dengan diameter shear connector dengan diameter 30 mm seperti gambar 12, agar *styrofoam* juga ikut terlapis dengan beton dan menggunakan tulangan bambu dengan dimensi 6 mm x 6 mm. Tulangan bambu dikaitkan dengan kawat bendrat agar tulangan tersebut saling terikat kuat.



Gambar 4. 3 Detail Tampak Atas Plat Beton Lapis *Styrofoam*

Kemudian plat beton diuji setelah umur 28 hari dan telah melewati masa *curing*. Beban yang diujikan ke plat adalah beban terpusat dan menggunakan tumpuan terletak

bebas. Agar tidak terjadi geser pons pada plat, maka ditambahkan plat baja dengan dimensi 45 cm x 20 cm x 3 cm. Besar beban maksimum yang dapat diterima pada plat dibandingkan dengan hasil perhitungan analisis.



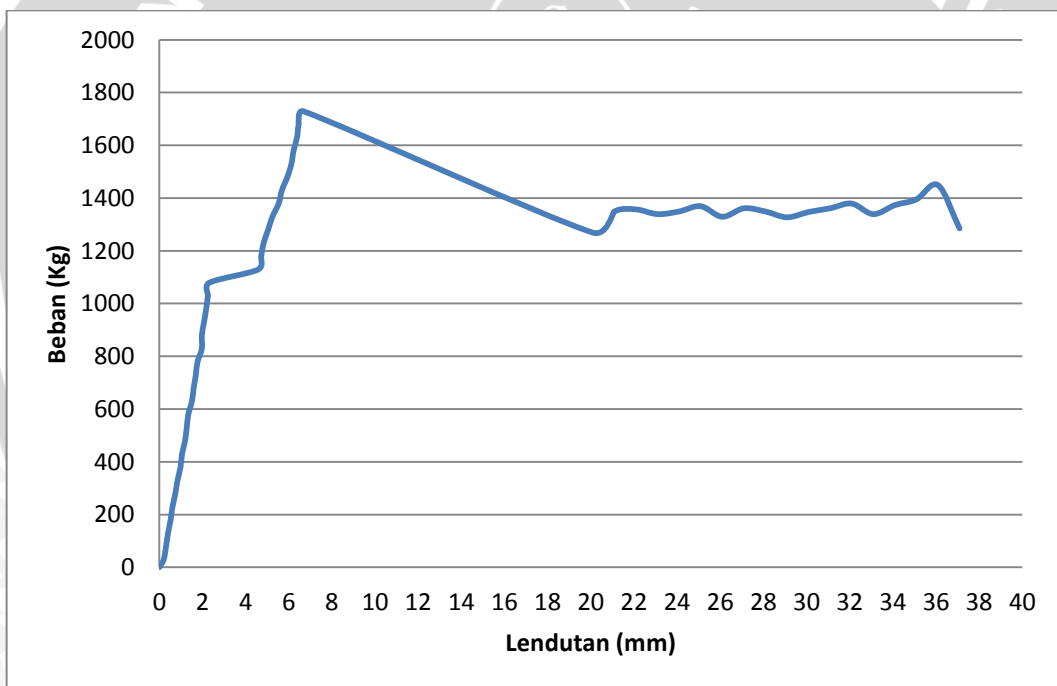
Gambar 4. 4 Pembebanan Pada Plat

Pada pengujian dilakukan dengan dua metode, pembacaan pertama menggunakan metode *load control* dimana pembacaan berdasarkan beban yang diterima oleh plat. Metode kedua menggunakan metode *displacement control*, dimana metode ini pembacaannya berdasarkan lendutan yang terjadi setelah beban maksimum tercapai. Untuk *load control* menggunakan penambahan beban secara konstan dengan interval setiap 50 kg. Sementara *displacement control* setelah mencapai beban maksimum dan beban mengalami penurunan hingga mencapai plat runtuh. LVDT diletakkan di tengah bentang untuk pembacaan lendutan yang terjadi pada plat. Karena menggunakan tumpuan bebas, maka perlu diperhatikan kondisi plat saat diletakkan pada tumpuan. Hasil pengujian laboratorium plat beton lapis *styrofoam* tersaji pada tabel 4.3, 4.4, dan 4.5, dimana diperoleh beban maksimum dan lendutan pada plat.

Tabel 4. 3 Hasil Pengujian Plat Beton Lapis Styrofoam S-II

No	Beban (kg)	$\Delta$ Tengah (mm)	$\Delta$ Tepi (mm)	Keterangan
1	0	0	0	Tanpa Beban
2	29,10	0,20	0,24	
3	79,10	0,31	0,33	
4	129,10	0,40	0,40	
5	179,10	0,52	0,52	
6	229,10	0,61	0,59	
7	279,10	0,74	0,71	
8	329,10	0,84	0,80	
9	379,10	0,98	0,91	
10	429,10	1,05	1,01	
11	479,10	1,19	1,09	
12	529,10	1,27	1,19	
13	579,10	1,34	1,25	
14	629,10	1,51	1,36	
15	679,10	1,59	1,47	
16	729,10	1,69	1,51	
17	779,10	1,77	1,60	
18	829,10	1,97	1,65	
19	879,10	1,97	1,78	
20	929,10	2,07	1,83	
21	979,10	2,17	1,91	
22	1.029,10	2,25	1,95	
23	1.079,10	2,32	2,04	Retak 1A,2A
24	1.129,10	4,58	2,48	
25	1.179,10	4,72	2,53	Retak 3A
26	1.229,10	4,83	2,60	
27	1.279,10	5,04	2,71	
28	1.329,10	5,24	2,84	
29	1.379,10	5,53	2,97	Retak 4A
30	1.429,10	5,68	3,09	
31	1.479,10	5,93	2,99	
32	1.529,10	6,12	3,28	
33	1.579,10	6,22	3,34	Retak 5A
34	1.629,10	6,38	3,41	
35	1.679,10	6,46	3,46	
<b>36</b>	<b>1.729,10</b>	<b>6,68</b>	<b>3,60</b>	<b>Retak 3B,6A,7A,8A</b>
37	1.269,10	20,09	13,20	Retak 4B,9A
38	1.349,10	21,09	14,20	
39	1.357,10	22,09	14,20	
40	1.339,10	23,09	15,20	Retak 10A,11A

41	1.349,10	24,09	15,20	
42	1.369,10	25,09	16,20	
43	1.329,10	26,09	16,20	Retak 6B
44	1.361,10	27,09	17,20	Retak 6C
45	1.349,10	28,09	18,20	Retak 12A,6A,6B,6C,13A,3C
46	1.327,10	29,09	19,20	
47	1.347,10	30,09	19,20	
48	1.361,10	31,09	20,20	
49	1.379,10	32,09	20,20	
50	1.339,10	33,09	21,20	
51	1.373,10	34,09	21,20	Retak 8B,6B,6D
52	1.395,10	35,09	22,20	Retak 9B
53	1.449,10	36,09	22,20	Retak 9B,3D,13A
54	1.285,10	37,09	24,20	Retak 4C,6E,7B,7C,1B



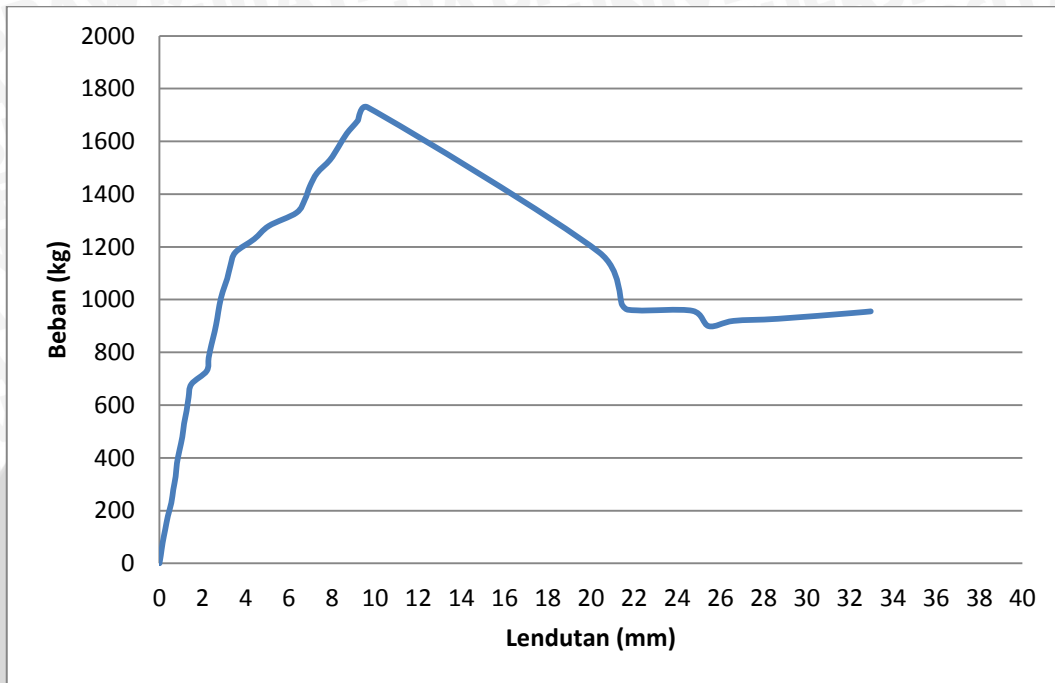
Gambar 4. 5 Grafik Hubungan Beban dan Lendutan Plat S-II



Tabel 4. 4 Hasil Pengujian Plat Beton Lapis Styrofoam S-12

No	Beban (kg)	$\Delta$ Tengah (mm)	$\Delta$ Tepi (mm)	Keterangan
1	0	0	0	Tanpa Beban
2	29,40	0,06	0,16	
3	79,40	0,15	0,34	
4	129,40	0,27	0,45	
5	179,40	0,39	0,55	
6	229,40	0,55	0,67	
7	279,40	0,64	0,78	
8	329,40	0,75	0,87	
9	379,40	0,81	0,90	
10	429,40	0,93	1,01	
11	479,40	1,06	1,09	
12	529,40	1,14	1,16	
13	579,40	1,26	1,28	
14	629,40	1,35	1,34	
15	679,40	1,48	1,48	Retak 1A
16	729,40	2,19	1,96	
17	779,40	2,28	2,03	
18	829,40	2,41	2,12	Retak 2A
19	879,40	2,56	2,24	
20	929,40	2,68	2,34	
21	979,40	2,78	2,41	
22	1.029,40	2,93	2,52	
23	1.079,40	3,14	2,67	
24	1.129,40	3,29	2,78	
25	1.179,40	3,52	2,92	Retak 2B,1B
26	1.229,40	4,39	3,36	Retak 3A
27	1.279,40	5,07	4,11	Retak 3B,4A
28	1.329,40	6,35	4,96	
29	1.379,40	6,74	5,17	Retak 2C
30	1.429,40	6,97	5,28	
31	1.479,40	7,30	5,42	Retak 4B
32	1.529,40	7,90	5,74	
33	1.579,40	8,30	5,98	Retak 5A
34	1.629,40	8,68	6,17	
35	1.679,40	9,20	6,48	
<b>36</b>	<b>1.729,40</b>	<b>9,64</b>	<b>6,65</b>	<b>Retak 1D,6A,7A,8A</b>
37	1.179,40	20,38	12,80	Retak 5B,4C,1E,9A,6B
38	979,40	21,45	14,75	Retak 10A,11A
39	959,40	22,13	15,19	Retak 11B
40	957,40	24,71	17,20	Retak 5C,8B,8C

41	899,40	25,46	18,50	Retak 7B
42	919,40	26,61	19,34	Retak 5D
43	927,40	28,68	21,44	Retak 13A
44	949,40	32,14	24,45	Retak 12B
45	955,40	32,97	25,62	Retak 14A

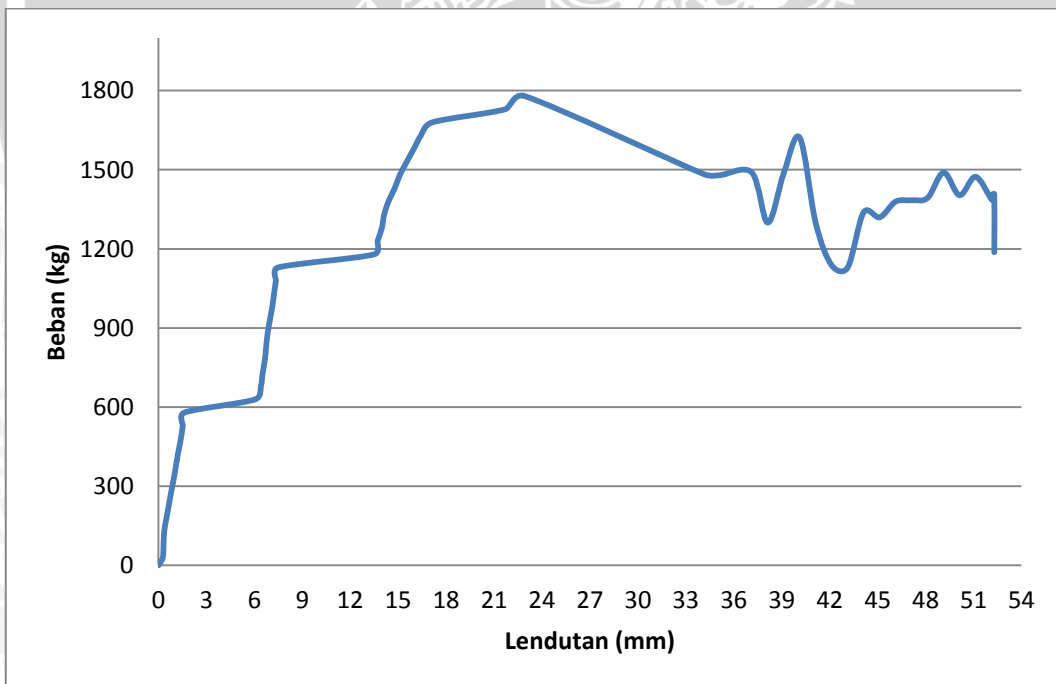


Gambar 4. 6 Grafik Hubungan Beban dan Lendutan Plat S-I2

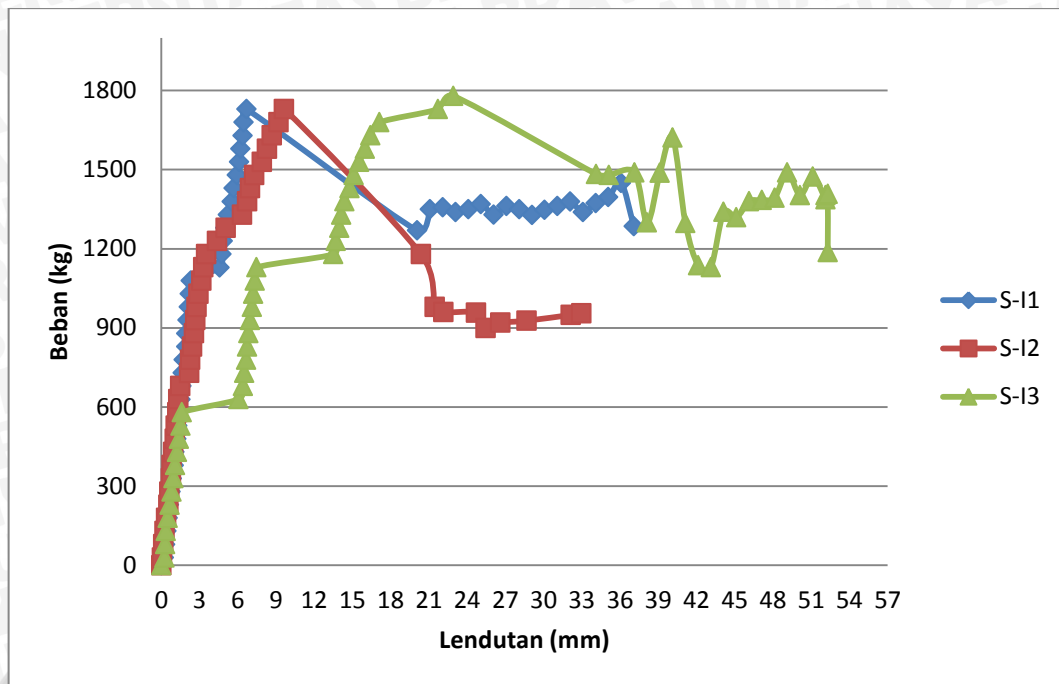
Tabel 4. 5 Hasil Pengujian Plat Beton Lapis Styrofoam S-13

No	Beban (kg)	$\Delta$ Tengah (mm)	$\Delta$ Tepi (mm)	Keterangan
1	0	0	0	Tanpa Beban
2	29,40	0,27	0,27	
3	79,40	0,32	0,30	
4	129,40	0,36	0,34	
5	179,40	0,50	0,49	
6	229,40	0,65	0,60	
7	279,40	0,80	0,71	
8	329,40	0,96	0,82	
9	379,40	1,10	0,91	
10	429,40	1,24	1,00	
11	479,40	1,40	1,11	
12	529,40	1,52	1,18	
13	579,40	1,62	1,24	Retak 1A,2A
14	629,40	6,05	3,29	Retak 3A
15	679,40	6,41	3,40	
16	729,40	6,52	3,51	
17	779,40	6,66	3,62	
18	829,40	6,74	3,68	
19	879,40	6,83	3,73	Retak 4A
20	929,40	6,97	3,86	
21	979,40	7,12	4,00	
22	1.029,40	7,23	4,07	
23	1.079,40	7,35	4,14	
24	1.129,40	7,48	4,25	Retak 5A,6A,7A
25	1.179,40	13,50	9,42	
26	1.229,40	13,71	9,50	
27	1.279,40	13,98	9,67	
28	1.329,40	14,12	9,73	
29	1.379,40	14,39	9,87	
30	1.429,40	14,78	10,09	
31	1.479,40	15,10	10,26	
32	1.529,40	15,53	10,41	Retak 5B
33	1.579,40	15,98	10,68	
34	1.629,40	16,42	10,91	
35	1.679,40	17,12	11,39	Retak 6B
36	1.729,40	21,71	13,70	
<b>37</b>	<b>1.779,40</b>	<b>22,91</b>	<b>14,25</b>	<b>Retak 7B</b>
38	1.483,40	34,13	14,78	Retak 8A,9A,8B
39	1.479,40	35,13	15,88	
40	1.489,40	37,13	18,53	Retak 6C

41	1.299,40	38,13	19,68	
42	1.487,40	39,13	20,31	Retak 9B
43	1.621,40	40,13	20,78	
44	1.297,40	41,13	21,09	Retak 5B,5C
45	1.137,40	42,13	21,75	
46	1.129,40	43,13	22,06	Retak 10A,10B
47	1.339,40	44,13	22,42	Retak 10C
48	1.319,40	45,13	22,73	
49	1.379,40	46,13	23,17	
50	1.384,40	47,13	23,53	
51	1.393,40	48,13	24,53	Retak 5D
52	1.489,40	49,13	25,53	
53	1.403,40	50,13	28,53	Retak 8C
54	1.473,40	51,13	29,53	
55	1.387,40	52,13	32,53	
56	1.403,40	52,13	35,53	Retak 10D
57	1.407,40	52,30	38,53	Retak 8B,10E
58	1.187,40	52,30	41,53	Retak 9C,9D,10F



Gambar 4. 7 Grafik Hubungan Beban dan Lendutan Plat S-I3



Gambar 4. 8 Grafik Gabungan Plat Beton Lapis *Styrofoam*

Pada pengujian kuat lentur plat beton tanpa lapis *styrofoam* dilakukan pada 2 plat beton dengan dimesi seperti pada Tabel 4.6.

Tabel 4. 6 Spesifikasi Plat Beton Tanpa Lapis *Styrofoam*

Benda Uji	Berat (kg)	Panjang (cm)	Lebar (cm)	Tebal (cm)
TS-A3	39,2	81,0	40,4	6,0
TS-B1	36,7	80,5	40,0	5,4

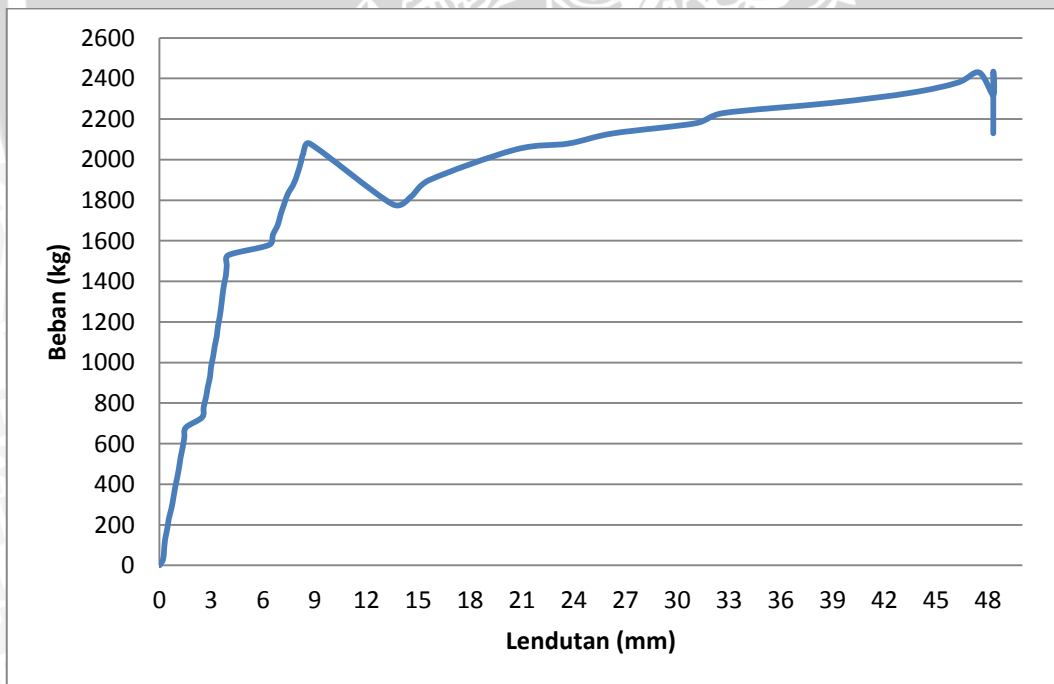
Perlakuan yang diberikan pada plat beton tanpa lapis *styrofoam* sama juga dengan plat beton lapis *styrofoam*. Dimana sama-sama menggunakan campuran, *styrofoam*, dan tulangan yang sama. Plat beton tanpa lapis *styrofoam* juga diuji setelah umur plat 28 hari dan diuji dengan beban terpusat interval setiap 50 kg.

Dari hasil pengujian 2 plat beton tanpa lapis *styrofoam* diperoleh data seperti pada tabel 4.7 dan 4.8.

Tabel 4. 7 Hasil Pengujian Plat Beton Tanpa Lapis *Styrofoam* TS-A3

No	Beban (kg)	$\Delta$ Tengah (mm)	$\Delta$ Tepi (mm)	Keterangan
1	0	0	0	Tanpa Beban
2	29,4	0,21	0,23	
3	79,4	0,27	0,26	
4	129,4	0,33	0,31	
5	179,4	0,45	0,41	
6	229,4	0,54	0,50	
7	279,4	0,69	0,64	
8	329,4	0,80	0,72	
9	379,4	0,90	0,79	
10	429,4	1,02	0,89	
11	479,4	1,13	0,96	
12	529,4	1,22	1,04	
13	579,4	1,34	1,14	
14	629,4	1,44	1,21	
15	679,4	1,53	1,30	
16	729,4	2,47	1,35	
17	779,4	2,56	1,39	
18	829,4	2,70	1,49	Retak 1A,2A
19	879,4	2,80	1,55	
20	929,4	2,93	1,65	
21	979,4	2,99	1,69	
22	1.029,4	3,11	1,78	
23	1.079,4	3,20	1,82	
24	1.129,4	3,32	1,93	
25	1.179,4	3,39	1,98	
26	1.229,4	3,50	2,05	
27	1.279,4	3,58	2,12	
28	1.329,4	3,65	2,18	
29	1.379,4	3,73	2,26	
30	1.429,4	3,85	2,36	
31	1.479,4	3,90	2,41	
32	1.529,4	4,00	2,49	Retak 3A,4A
33	1.579,4	6,35	4,87	
34	1.629,4	6,57	5,13	
35	1.679,4	6,86	5,27	
36	1.729,4	7,02	5,40	
37	1.779,4	7,22	5,56	Retak 2B
38	1.829,4	7,43	5,72	Retak 4B
39	1.879,4	7,77	5,97	Retak 3B
40	1.929,4	7,99	6,14	

41	1.979,4	8,17	6,26	
42	2.029,4	8,33	6,36	
<b>43</b>	<b>2.079,4</b>	<b>8,70</b>	<b>6,74</b>	<b>Retak 5A</b>
44	1.779,4	13,52	9,53	Retak 6A,7A
45	1.819,4	14,60	10,61	Retak 8A
46	1.899,4	15,64	11,32	
47	2.049,4	20,62	15,85	Retak 6B,9A
48	2.079,4	23,70	18,33	Retak 3C
49	2.129,4	26,29	20,65	Retak 10A,5B,5C
50	2.179,4	31,08	24,80	
51	2.229,4	32,67	26,18	Retak 9B,6C
52	2.279,4	38,92	31,28	Retak 10B
53	2.329,4	43,54	37,42	Retak 11A,3D
54	2.379,4	46,25	43,66	Retak 11B,4C
55	2.429,4	47,49	45,31	
56	2.319,4	48,30	45,30	
57	2.429,4	48,31	45,30	Retak 9C,11C,10C
58	2.129,4	48,31	45,30	Retak 12A,6D



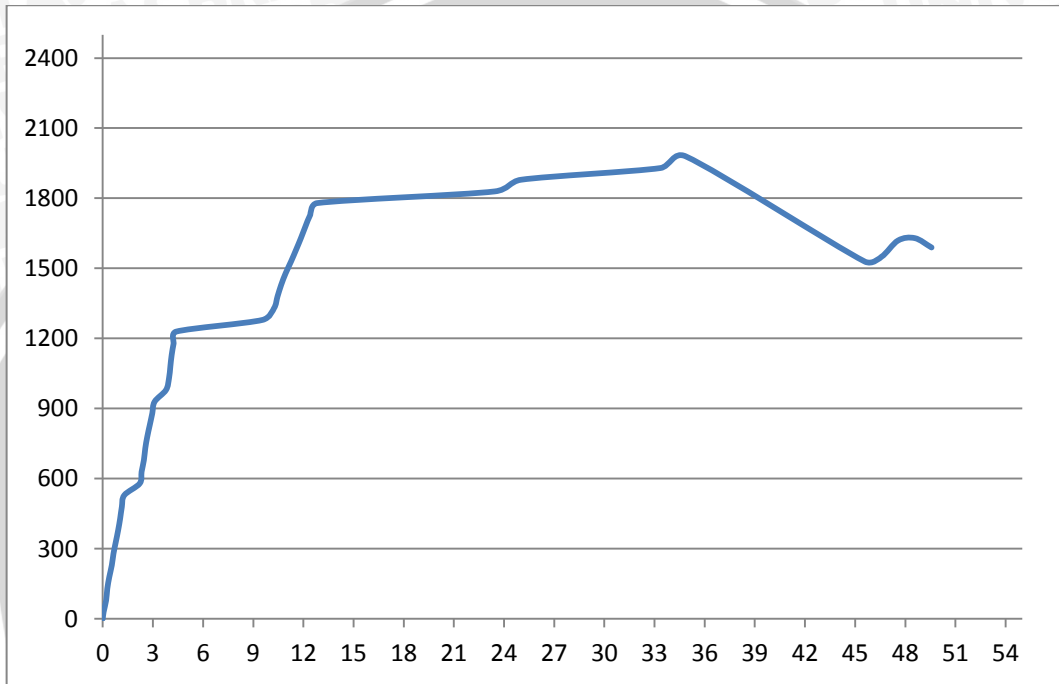
Gambar 4. 9 Grafik Hubungan Beban dan Lendutan Plat TS-A3

Tabel 4. 8 Hasil Pengujian Plat Beton Tanpa Lapis *Styrofoam* TS-B1

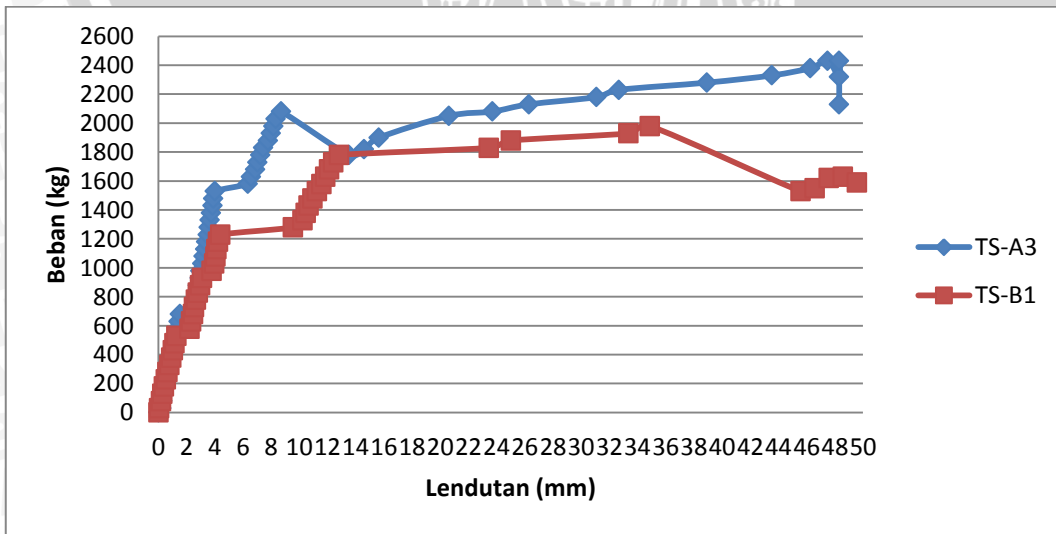
No	Beban (kg)	$\Delta$ Tengah (mm)	$\Delta$ Tepi (mm)	Keterangan
1	0	0	0	Tanpa Beban
2	29,10	0,05	0,04	
3	79,10	0,20	0,19	
4	129,10	0,27	0,31	
5	179,10	0,39	0,48	
6	229,10	0,54	0,60	
7	279,10	0,64	0,67	
8	329,10	0,78	0,80	
9	379,10	0,92	0,92	
10	429,10	1,04	1,04	
11	479,10	1,14	1,15	
12	529,10	1,29	1,25	
13	579,10	2,21	1,83	
14	629,10	2,32	1,94	
15	679,10	2,46	2,02	
16	729,10	2,54	2,11	
17	779,10	2,66	2,15	
18	829,10	2,81	2,34	Retak 1A
19	879,10	2,96	2,44	
20	929,10	3,10	2,57	
21	979,10	3,78	2,70	
22	1.029,10	3,96	2,92	Retak 2A
23	1.079,10	4,04	3,01	
24	1.129,10	4,12	3,11	
25	1.179,10	4,24	3,21	Retak 3A
26	1.229,10	4,39	3,35	Retak 4A
27	1.279,10	9,55	8,58	
28	1.329,10	10,24	8,91	
29	1.379,10	10,45	9,00	
30	1.429,10	10,67	9,15	
31	1.479,10	10,94	9,35	
32	1.529,10	11,26	9,62	
33	1.579,10	11,56	9,77	
34	1.629,10	11,85	9,96	
35	1.679,10	12,12	10,12	
36	1.729,10	12,41	10,33	
37	1.779,10	12,82	10,59	Retak 6A,7A,1B
38	1.829,10	23,44	15,81	
39	1.879,10	25,02	16,41	Retak 4B,8A,5B
40	1.929,10	33,35	20,56	



41	1.979,10	34,87	21,62	Retak 2B,3B,7B,8B
42	1.529,10	45,57	22,81	
43	1.549,10	46,57	24,82	
44	1.619,10	47,57	28,41	Retak 2C,6B
45	1.629,10	48,57	30,10	Retak 1C
46	1.589,10	49,57	30,71	



Gambar 4. 10 Grafik Hubungan Beban dan Lendutan Plat TS-B1



Gambar 4. 11 Grafik Gabungan Plat Beton Tanpa Lapis Styrofoam

Dari hasil pengujian plat beton lapis *styrofoam* terlihat hampir memiliki pola yang sama. Dari grafik 1, pada beban 0–1000 kg grafik masih linier, hal ini dikarenakan belum terjadi retakan. Ketika beban mencapai 1050 kg, barulah terjadi retakan pertama hingga beban ditambahkan, retakan lainnya juga bertambah. Begitu juga pada grafik 2, pada beban 0–600 kg grafik masih linier. Pada saat beban mencapai 650 kg, keretakan awal telah muncul, namun pada grafik hubungan antara beban dan lendutan masih bisa dikatakan linier. Pada tahap ini, penambahan nilai beban akan meningkatkan juga nilai lendutan secara seimbang. Ketika tahap retak awal telah dilewati, dengan penambahan beban maka akan tetap diikuti penambahan nilai lendutan secara seimbang.

Ketika sudah mencapai beban maksimum, secara drastis beban yang mampu bekerja pada plat turun. Kemudian retakan yang terjadi pada plat juga terus bertambah. Pada grafik tersebut dapat dilihat pula adanya penambahan lendutan yang besar dengan penambahan beban yang tidak terlalu besar. Seperti misalnya pada plat beton lapis *styrofoam* S-I3. Meskipun beban bertambah tidak terlalu besar, ada terjadi keretakan pada plat, sehingga lendutan pada plat menjadi bertambah. Terlihat pada beban mencapai 629,4 kg, terjadi keretakan 3A. Setelah itu pada beban 1129,4 juga terjadi keretakan 5A, 6A dan 7A.

Sama halnya seperti plat beton lapis *styrofoam*, plat beton tanpa lapis *styrofoam* juga mengalami hal yang serupa. Dimana adanya pertambahan lendutan ketika beban bertambah secara tidak signifikan. Akan tetapi memunculkan keretakan-keretakan yang baru.

Pada grafik tersebut dapat dilihat perbedaannya dengan beton bertulangan baja. Dimana setelah beton menerima beban maksimum, akan ada daerah plastis yang mana tulangan pada beton bertulangan mulai bekerja. Pada kondisi dimana tulangan mulai bekerja adalah ketika tegangan tarik penampang telah melebihi kuat tarik beton, sehingga gaya tarik dilawan oleh tulangan bambu. Akan tetapi pada beton bertulangan bambu, setelah beton menerima beban maksimum, beban akan turun namun plat beton masih mampu menahan beban, hal ini dikarenakan kondisi beton yang belum runtuh seluruhnya. Selain itu, tulangan bambu juga masih dapat bekerja, meski tulangan bambu sudah terlepas dari beton. Pada saat pengujian, plat baja tidak boleh langsung mengenai permukaan plat. Karena dapat menyebabkan konsentrasi tegangan yang sangat besar pada sisi plat baja. Untuk mengurangi pengaruh tersebut, maka pada bagian bawah plat

baja dipasang material tambahan agar plat beton tidak mengalami kerusakan karena plat baja tersebut. Kemudian pada setiap penambahan beban secara konstan dengan interval 50 kg, diperoleh beban maksimum dari masing-masing plat. Setelah mencapai beban maksimum maka yang dibaca adalah lendutan yang terjadi hingga beban mencapai 80% dari beban maksimal atau hingga plat mengalami keruntuhan.

Dari hasil pengujian laboratorium, diperoleh berat plat beton dengan lapis *styrofoam* lebih ringan dibandingkan dengan plat beton tanpa *styrofoam*. Dimana dapat dilihat pada tabel 4.9.

Tabel 4. 9 Persentase Penurunan Berat

Benda Uji	Berat	Rata-rata	Persentase Penurunan Berat
S-I1	34,1 kg	33,93 kg	10,59 %
S-I2	34,2 kg		
S-I3	33,5 kg		
TS-A3	39,2 kg	37,95 kg	
TS-B1	36,7 kg		

Masing-masing plat juga mampu menahan beban maksimum yang berbeda-beda. Dimana pada plat beton lapis *styrofoam* S-I1 sebesar 1729,1 kg, S-I2 sebesar 1729,4 kg, S-I3 sebesar 1779,4 kg. Pada plat beton tanpa lapis *styrofoam* TS-A3 sebesar 2079,4 kg dan TS-B1 sebesar 1979,1 kg. Dengan adanya penggunaan *styrofoam* pada plat beton lapis *styrofoam*, beban yang mampu bekerja pada plat mengalami penurunan dibandingkan dengan plat beton tanpa lapis *styrofoam*, dapat dilihat pada tabel 4.10.

Tabel 4. 10 Tabel Perbandingan Beban Maksimum

Benda Uji	Beban Maksimum	Rata-rata	Persentase Penurunan Kekuatan Plat
S-I1	1729,1 kg	1745,9 kg	13,97%
S-I2	1729,4 kg		
S-I3	1779,4 kg		
TS-A3	2079,4 kg	2029,25 kg	
TS-B1	1979,1 kg		

Sehingga dari tabel 4.9 dan tabel 4.10, diketahui bahwa dengan menggunakan *styrofoam* pada plat beton dapat mengurangi berat dan kekuatan plat beton. Dimana penurunan berat yang terjadi sebesar 10,59%, sedangkan untuk penurunan kekuatan plat sebesar 13,97%. Untuk dapat mengoptimalkan penggunaan *styrofoam* pada plat beton, dapat mengganti jenis *styrofoam* yang digunakan.

Selain itu dapat dilihat juga bahwa lendutan yang terjadi pada plat tanpa lapis *styrofoam* lebih kecil bila dibandingkan dengan plat beton lapis *styrofoam*, dapat dilihat pada tabel 4.11 dimana dengan menggunakan beban maksimum terkecil dari kelima benda uji.

Tabel 4. 11 Perbandingan Lendutan

Benda Uji	Beban (kg)	Lendutan (mm)	Rata-rata (mm)
S-I1	1729,1	6,68	12,67
S-I2	1729,1	9,64	
S-I3	1729,1	21,71	
TS-A3	1729,1	7,02	9,715
TS-B1	1729,1	12,41	

Hal ini dikarenakan beton tanpa lapis *styrofoam* lebih monolit dibandingkan dengan plat beton lapis *styrofoam*. Dimana pada plat beton tanpa lapis *styrofoam* memiliki kekuatan seutuhnya yang mampu ditahan oleh beton, sementara ketika pada plat beton lapis *styrofoam* akan mengalami pengurangan kekuatan karena adanya

*styrofoam* yang tidak mampu menahan beban dan juga momen. Sehingga ketika beton telah retak, lendutan yang terjadi akan lebih bertambah besar. Hal ini terlihat seperti plat beton tanpa *styrofoam*. Ketika telah mengalami retakan awal, lendutan pada plat tersebut bertambah semakin besar.

Pada penelitian diperlihatkan bambu masih dalam tetap keadaan utuh dan tidak rusak sama sekali. Pada beton bertulangan baja, baja akan mencapai titik lelehnya maka plat beton akan runtuh, tetapi pada plat bertulangan bambu yang terjadi bambu terlepas dari beton. Hal ini menunjukkan lekatan bambu pada beton tidak bagus, sehingga bambu terlepas. Ketika tulangan bambu pada plat beton terlepas dari beton, maka ketika plat beton mengalami tarik akan ditahan oleh beton itu sendiri. Sehingga plat beton tersebut mengalami keretakan akibat beton tersebut tidak mampu lagi menahan tegangan tarik yang terjadi pada plat tersebut. Ketika tulangan tidak bekerja secara maksimal, maka retakan akan terjadi yang membuat lendutan bertambah.



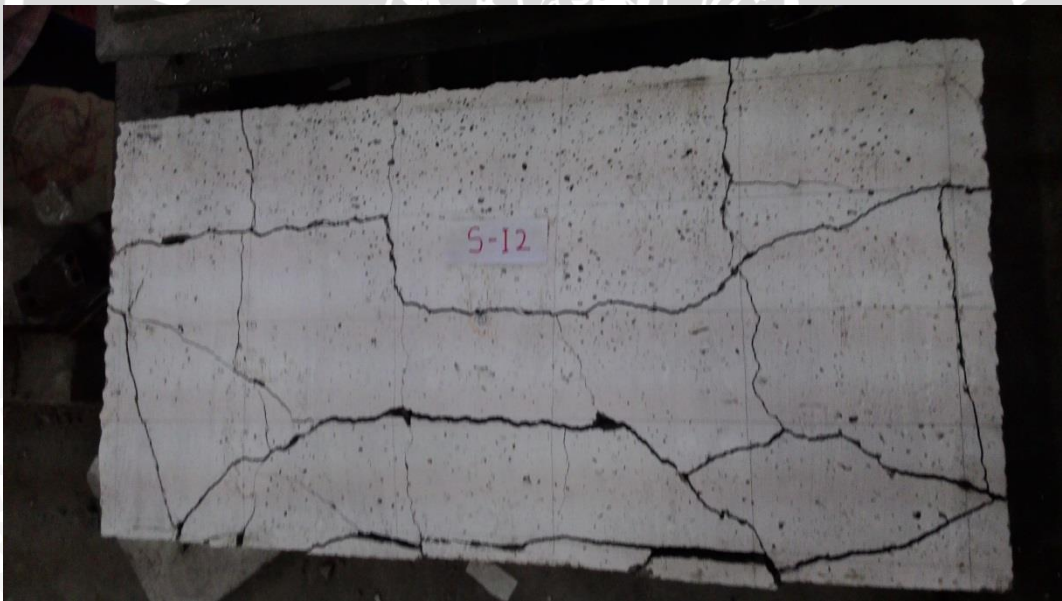
Gambar 4. 12 Tulangan Lepas Dari Beton

#### 4.4 Pola Keruntuhan Plat Beton

Retakan awal terjadi di bawah plat, dimana merupakan bagian tarik dari plat. Kemudian retakan merambat ke bagian atas plat sedikit demi sedikit. Sebelum terjadi retak, plat masih bertindak sebagai plat elastis. Akibat beban luar yang bekerja padanya, plat akan melendut dan bagian pojoknya akan terangkat bila tidak dicor secara monolit dengan tumpuannya, hal ini juga berlaku pada plat dengan tumpuan bebas seperti pada penelitian. Retakan yang terjadi lebih dominan pada bagian tengah, pada bentang pendek.



Gambar 4. 13 Pola Retak Bagian Bawah Pada Plat S-I1



Gambar 4. 14 Pola Retak Bagian Bawah Pada Plat S-I2



Gambar 4. 15 Pola Retak Bagian Bawah Pada Plat S-I3



Gambar 4. 16 Pola Retak Bagian Bawah Plat TS-A3



Gambar 4. 17 Pola Retak Bagian Bawah Plat TS-B1

Plat mengalami keretakan pada bagian tarik atau bagian bawah plat. Seperti umumnya beton, plat beton bertulangan bambu juga memiliki kekuatan terhadap tarik 10% dari kekuatan tekan beton. Sehingga penambahan tulangan bambu diharapkan dapat membuat plat beton kuat terhadap tarik. Bila dilihat dari pola retak bagian tarik plat, tulangan bambu terjadi slip pada beton. Pada bagian tarik plat terlihat memiliki keretakan pada bagian yang telah dipasang oleh tulangan. Retakan yang terjadi pada daerah tulangan disebabkan karena tulangan bambu yang terlepas dari plat beton. Tulangan bambu, meski telah dilapisi cat dan pasir masih saja tidak dapat menyatu secara utuh dengan bambu. Meski demikian, bambu masih tetap bisa menahan tarik yang terjadi. Setelah retak dan sebelum tulangan slip, pelat tidak lagi mempunyai kekakuan yang seragam, karena pada daerah retak kekakuan lenturnya (EI) lebih rendah dari pada daerah yang tidak retak. Slip pada tulangan segera terjadi pada satu atau lebih bagian dengan momen tinggi dan menyebar ke seluruh pelat sebagai redistribusi momen dari bagian yang terjadi slip ke area yang masih elastis.



UNIVERSITAS BRAWIJAYA

