

JURNAL TUGAS AKHIR

**PENGARUH GEOMETRIK PENAMPANG TERHADAP
KAPASITAS LENTUR PELAT TIPIS BETON
BERTULANG**



Disusun Oleh:

**ANDI RAHMAT
D11108293**

**JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2013**

PENGARUH GEOMETRIK PENAMPANG TERHADAP KAPASITAS LENTUR PELAT TIPIS BETON BERTULANG

Rudy DjamaLuddin¹, Abd. Madjid Akkas¹, Andi Rah mat²

Abstrak: Ketersediaan sumber daya alam yang tidak dapat diperbaharui semakin lama semakin berkurang. Sebagai sumber daya alam yang tidak dapat diperbaharui agregat kasar dan halus seperti pasir dan semen, ketersediannya di alam semakin mengkhawatirkan. Bukan hanya mengurangi ketersediaannya, penambangannya di alam secara semrawutan juga akan menimbulkan degradasi lingkungan. Kondisi inilah yang perlu dipertimbangkan dalam perencanaan dan pelaksanaan suatu konstruksi. Penggunaan material ini mutlak digunakan ini dalam pembangunan konstruksi yang menggunakan beton. Oleh karena itulah diperlukan suatu inovasi desain yang lebih efisien dengan menggunakan material alam serta memiliki ketahanan terhadap suatu pembebanan. Dalam perencanaan desain terdapat dua bagian utama yakni bagian struktur dan non structural. Untuk bagian non structural seperti dinding, lisplank, plafondan lain-lain yang tidak memikul beban harus didesain sedemikian rupa agar tidak terjadi kegagalan struktur. Salah satu inovasi untuk desain non structural ini adalah pelat tipis. Pelat tipis ini dimodelkan dengan geometrik tertentu agar lebih kuat dibandingkan desain pelat bentuk biasa. Pemodelan geometric ini diharapkan dapat mengurangi penggunaan material dengan daya dukung yang lebih baik. Pada penelitian ini pemodelan geometrik penampang diharapkan dapat memperbesar momen inersia penampang sehingga daya dukung penampang terhadap beban lentur menjadi lebih besar dibandingkan dengan bentuk biasa. Pengujian pelat tipis ini dilakukan dengan memberikan beban lentur kepada penampang pelat sampai pada pembebanan maksimum. Dari hasil pengujian, desain penampang pelat modifikasi yang memiliki momen inersia terbesar adalah pelat yang paling besar daya dukungnya terhadap beban lentur.

Kata kunci: *lingkungan, desain, non struktural, modifikasi penampang, momen inersia, beban lentur.*

Abstract: The availability of natural resources that cannot be updated on the wane the longer. As natural resources that cannot be renewed crude and refined aggregates such as sand and cement, its availability directly in increang singly worrisome. Not just a diminishes it's availability, it's mining in nature disorganized will cause enviromental degradation. This is what conditions need to be considered in the planning and implementation of a construction. The use of this material is used an absolute constuction using concrete. That is why we need a more efficient design innovation by using natural materials as well as the resistance of an imposition. In planning the design, there are two main parts, namely part structure an non-structural. For non structural parts such as walls, lisplank, plafon and etc structure. One of the design innovation for non structural is thin plate. The thin plate is modeled with certain geometric order is stronger than the usual form of plate design. Geometric modeling is expected to reduce the use of materials with a better carrying capacity. On the study of modeling the geometric cross section is expected to increase the moment of inertia cross-section so that the load carrying capacity of flexural cross-section becomes larger as compared to the regular form. Thin plate testing is done by providing a flexible load to the cross-section of the maximum loading up on the licence plate. From the test results, the design of the cross-section of a modification plate has a moment of inertia is the biggest most power plate that have big capacity of the load bending.

Keywords: *environment, design, non struktural, section modification, flexure load moment of inertia.*

PENDAHULUAN

Di dalam perencanaan desain akan ditemukan dua bagian utama dari bangunan, yaitu bagian struktur dan non struktur. Bagian struktur ialah bagian bangunan yang ikut memikul beban yaitu meliputi pondasi, balok, kolom, pelat. Bagian nonstruktural ialah bagian bangunan yang tidak memikul beban yaitu meliputi dinding, plafon dan lain sebagainya. Hal tersebut harus didesain sedemikian rupa agar tidak terjadi kegagalan struktur bangunan.

Pemanfaatan pelat tipis dalam kategori non struktur dapat digunakan untuk komponen yang tidak terlalu mengalami pembebanan,

misalnya lisplank, dinding (*curtain wall*), serta aksesoris tambahan lain yang dapat mendukung pemanfaatan sebuah konstruksi bangunan. Keterbatasan kemampuan pelat tipis dalam menerima beban yang relatif besar membuat komponen tersebut hanya digunakan sebagai komponen sekunder (*non-struktur*), namun saat digunakan dalam pengaplikasiannya, terkadang masih menggunakan dimensi penampang yang cenderung tidak ideal dari segi penggunaan material serta boros dari segi biaya, oleh karena itu maka perlu dilakukan penelitian untuk mencari jenis pemodelan penampang yang jauh

¹ Dosen, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Hasanuddin, Makassar 90245, INDONESIA

² Mahasiswa, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Hasanuddin, Makassar 90245, INDONESIA

lebih efektif dari penampang yang masih digunakan saat ini.

Modifikasi dan pemodelan penampang pelat akan menciptakan komponen struktur pelat yang jauh lebih efisien dari segi biaya serta tetap memperhatikan kemampuan dan daya dukung yang lebih baik pada saat mengalami pembebanan. Selain itu ketika pelat ini dimanfaatkan sebagai dinding (curtain wall) dapat mengefisienkan penggunaan lahan.

Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan pengaruh modifikasi geometrik penampang terhadap perilaku lentur pelat serta mendeskripsikan pengaruh modifikasi geometrik penampang terhadap momen inersia pelat tipis beton bertulang.

TINJAUAN PUSTAKA

Kekuatan Beton

Beton merupakan bahan penyusun yang terdiri dari bahan semen hidrolis (portland cement), agregat kasar, agregat halus, dan air. Sifat-sifat utama beton yang berhubungan dengan kepentingan praktisnya adalah mengenai kekuatan, karakteristik tegangan-regangan, penyusutan dan deformasi, respon terhadap 'variasi suhu, daya serap air dan ketahanannya. Di antara sifat-sifat beton yang paling mendapat perhatian adalah kekuatan beton, karena hal tersebut yang merupakan gambaran secara umum mengenai kualitas beton. Kekuatan beton meliputi kuat tekan beton, kuat tarik belah, mutu beton, kuat geser dan modulus elastisitas.

Kekuatan beton adalah kemampuan beton untuk menerima gaya tekan persatuan luas beton sehingga beton tersebut hancur. Walaupun dalam beton tegangan tarik yang kecil, dianggap bahwa semua tegangan tekan didukung oleh beton. Kuat tekan dapat ditulis dengan persamaan:

$$\sigma = \frac{P}{A} \dots \dots \dots (1)$$

Dimana σ adalah kuat tekan beton (kg/cm^2), P adalah beban maksimum (kg) dan A adalah luas penampang.

Kuat tarik belah beton dapat diukur dengan melakukan test "kuat tarik belah" sesuai SNI 03-2491-1991 (SK SNI. M-60-1990-03). Sebuah silinder diletakkan sesuai dengan posisinya pada mesin pengujian dan kemudian suatu beban tekan diberikan secara merata di

seluruh bagian panjang dari silinder hingga terbelah dua dari ujung ke ujung yang berarti pada saat itulah tercapai kuat tariknya. Untuk menentukan kuat tarik dapat ditentukan dengan persamaan:

$$f_{ct} = \frac{2P}{\pi L D} \dots \dots \dots (2)$$

Dimana f_{ct} adalah kuat tarik belah (kg/cm^2), P adalah beban pada waktu belah (kg), L adalah panjang benda uji silinder, dan D adalah diameter benda uji beton.

Mutu beton dapat ditentukan melalui menguji sampel atau benda uji. Menurut Akkas, A. M, Renta, I, Irmawaty R (2004) menyatakan bahwa benda uji silinder berdiameter 150 mm dan panjang 300 mm sebagai mana ditetapkan dalam SNI T-15-1991-03. Pengujian standar benda uji berumur 28 hari, dengan metode statistik untuk menentukan kekuatan tekan karakteristik beton benda uji silinder f'_c . Bila percobaan ini tidak dilakukan alternatif lain untuk mendapatkan kuat tekan beton umur 28 hari, dengan menggunakan nilai konversi yang terdapat dalam tabel berikut ini :

Tabel 1. Perbandingan kuat tekan beton pada berbagai umur benda uji silinder

Umur beton (hari)	3	7	14	21	28
Semen Portland Tipe I	0.46	0.70	0.88	0.96	1.0

Sumber: Akkas, Abdul Madjid, Renta, Iskandar, Irmawaty, Rita : 2004

Beton tidak memiliki modulus elastisitas yang pasti. Nilainya tergantung dari mutu beton, umur beton, jenis pembebanan, dan karakteristik serta perbandingan antara semen dan agregat. Modulus elastisitas suatu bahan menggambarkan besarnya tegangan pada satu satuan regangan.

Berdasarkan SK SNI 03-2847 2002 Pasal 12.2.3 regangan kerja maksimum yang diperhitungkan diserat tepi beton tekan terluar adalah 0,003 sebagai batas hancur. Kemiringan kurva awal pada beton sangat seragam dan umumnya agak melengkung. Pada penerapannya, untuk menentukan modulus elastisitas beton digunakan rumus-rumus empiris yang menyertakan besaran besar disamping kuat tekannya. Standar Nasional

Indonesia menetapkan rumus nilai modulus elastisitas beton sebagai berikut :

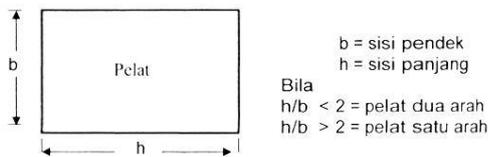
$$E_c = 0.043 W_c^{1.45} \sqrt{f'_c} \dots\dots\dots(5)$$

Dimana E_c adalah modulus elastisitas (MPa), W_c adalah berat satuan beton (kg/m^3) dan f'_c adalah mutu beton (MPa). Rumus 5 ini untuk beton dengan berat isi berkisar antara 1500 – 2500 kgf/cm^3 . Untuk beton kepadatan normal dengan berat isi 23 kN/m^3 dapat digunakan $E_c = 4700 \sqrt{f'_c}$.

Pelat Beton Bertulang

Pelat adalah komponen struktur yang harus mempunyai tebal yang lebih tipis dan komponen struktur lainnya. Oleh Szilard (1989) dalam Febrianto & Surahmat (2011) membagi pelat dalam (empat) jenis yaitu (1) pelat kaku, yang merupakan pelat tipis yang memiliki kelenturan dalam memikul beban dengan aksi dua dimensi (2) membran, yaitu merupakan pelat tipis tanpa ketegaran lentur dan memikul beban lateral dengan gaya geser aksial dan gaya geser pusat (3) pelat fleksibel, yang merupakan gabungan dari pelat kaku dan membran, yang memikul beban luar dengan gabungan aksi momen dalam, gaya geser transversal gaya geser pusat dan (4) pelat tebal yang kondisi tegangan dalamnya menyerupai kondisi tiga dimensi.

Berdasarkan aksinya pelat beton bertulang dalam memikul beban dapat dibedakan dalam dua jenis yaitu pelat satu arah dan pelat dua arah.



Sumber : Ir. Sudarmanto, Hal 42 dalam Febrianto & Surahmat (2011)

Gambar 1. Ilustrasi Dimensi Pelat

Menurut Edward G. Nawy (1998), untuk beban-beban yang umum terjadi pada pelat biasanya tidak diperlukan penulangan geser. Penulangan melintang harus diberikan (berarah tegak lurus terhadap lenturnya), untuk menahan susut dan tegangan-tegangan akibat perubahan temperature.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini adalah penelitian eksperimental yaitu uji pengaruh geometrik penampang terhadap kapasitas lentur pelat tipis beton bertulang.

Penelitian ini berlangsung selama ± 3 (tiga) bulan mulai bulan Februari sampai dengan bulan April 2013, dilaksanakan di Laboratorium Bahan dan Struktur Jurusan Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin; Laboratorium Mekanik Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang; serta di Laboratorium Bahan Jurusan Sipil Politeknik Negeri Ujung Pandang.

Alat dan Bahan Penelitian

Adapun alat yang digunakan dalam penelitian antara lain :

- *Universal testing Machine* kapasitas 150 ton untuk uji tekan silinder, tarik belah dan modulus elastisitas;
- Frame uji modulus elastisitas, tarik belah
- Mesin Pencampur bahan beton kapasitas 0.2 m^3 (*Mixer*);
- Cetakan silinder ukuran 15 cm x 30 cm;
- Cetakan berbentuk persegi panjang 10 cm × 10 cm × 40 cm;
- Alat slump test
- Satu buah *dial gauge* dengan ketelitian 0.001, untuk mencatat besarnya regangan aksial silinder pada pengujian modulus elastisitas
- 3 buah *Dial gauge* dengan ketelitian 0.01 mm untuk mencatat besarnya lendutan akibat lentur
- Neraca, gergaji, palu, meteran dan bak perendaman;

Kemudian bahan-bahan yang digunakan untuk penelitian ini adalah:

- Baja Tulangan, baja tulangan yang digunakan adalah baja tulangan polos $\phi 8$ untuk tulangan utama dan tulangan geser.
- Semen Portland Komposit (*Portland Composite Cement, PCC*).
- Agregat, agregat halus dan kasar yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari Bili-bili Kabupaten Gowa.

- Air, air yang digunakan untuk campuran adalah air bersih dan dapat diminum.

Pembuatan Benda Uji

Pada penelitian ini dilakukan penelitian khusus pembuatan desain campuran beton normal. Agregat yang digunakan diambil dari sungai Bili-bili baik pasir maupun kerikil. Semen yang digunakan adalah Semen Portland Komposit dari Tonasa (40 kg per zak) yang diuji di laboratorium Teknik Sipil Unhas.

Uji Fisik Material Beton dan Baja

Pengujian fisik material beton meliputi pengujian kuat tekan, pengujian kuat tarik belah, pengujian elastisitas beton dan pengujian lentur balok beton. Sampel yang digunakan untuk pengujian fisik material beton adalah benda uji silinder standar diameter 150 mm × 300 mm dan benda uji balok beton ukuran 100 mm × 100 mm × 400 mm

Sedangkan untuk pengujian baja meliputi pengujian kuat tarik baja tulangan polos diameter 8 mm yang akan dipakai sebagai tulangan. Pengujian dilakukan untuk mengetahui tegangan leleh baja yang akan dipakai.

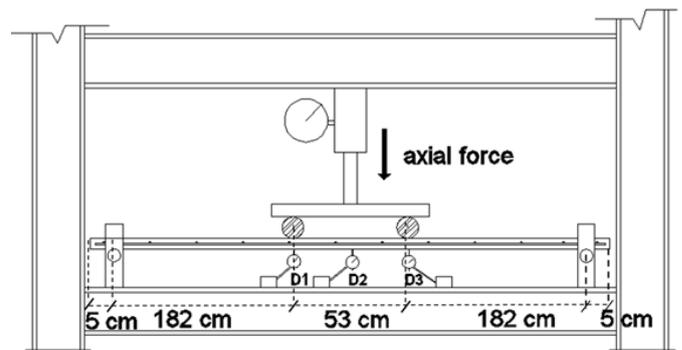
Pengujian Pelat Tipis Beton Bertulang

Adapun tahapan pada pengujian pelat tipis beton bertulang terhadap beban lentur adalah sebagai berikut:

- Benda uji dihentikan proses curingnya setelah berumur 28 hari
- Benda uji terdiri 5 model, masing-masing model terdiri atas 3 sampel
- Pengujian dilakukan diatas frame terbuat dari profil baja yang di desain dengan perletakan sendi sederhana (sendi – rol) untuk menguji kapasitas beban lentur pada pelat tipis beton bertulang
- Pengujian pelat tipis beton bertulang ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan pelat memikul beban lentur. Pembacaan dial gauge untuk pengujian dilaksanakan untuk setiap pembebanan 1 ton.

- Adapun data-data yang akan di amati saat pengujian benda uji adalah:
- Beban lentur yang berikan pada pelat tipis beton bertulang yang dibaca pada dial load cell.
- Lendutan akibat beban lentur yang dibaca pada dial gauge
- Pengujian ini membahas : hubungan beban dan lendutan.

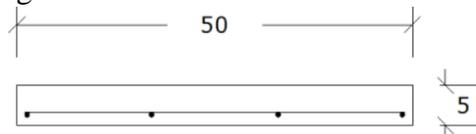
Pengujian Pelat Tipis Beton Bertulang dilakukan dengan Third-Point Loading yang bersifat static dengan pembebanan secara monotonic hingga pelat mencapai beban ultimit. Benda uji kemudian ditata sedemikian rupa, sehingga posisi dial, pelat tipis dan lokasi beban dipasang sesuai dengan bentuk pengujian, seperti ilustrasi berikut:



Gambar 2. Set-up pengujian pada loading frame

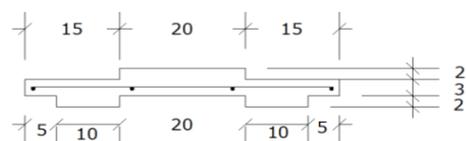
Variasi Benda Uji

Benda uji untuk pengujian pelat tipis memiliki panjang sama yakni 240 cm, terdiri atas 5 model penampang yaitu Pelat Normal, Pelat Modifikasi I, Pelat modifikasi II, Pelat Modifikasi III dan pelat modifikasi IV. Pemodelan penampang pelat normal seperti pada gambar 2:



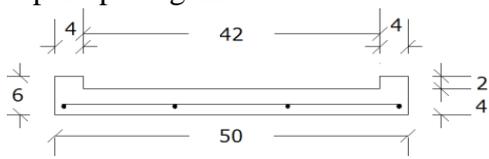
Gambar 3. Penampang Pelat Normal

Pemodelan penampang pelat modifikasi I seperti pada gambar 3:



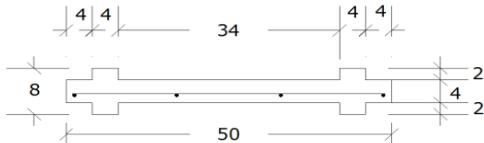
Gambar 4. Penampang Pelat Modifikasi I

Pemodelan penampang pelat modifikasi II seperti pada gambar 4:



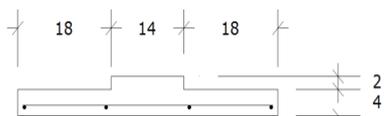
Gambar 5. Penampang Pelat Modifikasi II

Pemodelan penampang pelat modifikasi III seperti pada gambar 5:



Gambar 6. Penampang Pelat Modifikasi III

Pemodelan penampang pelat modifikasi IV seperti pada gambar berikut:



Gambar 7. Penampang Pelat Modifikasi IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kuat Tekan Beton

Adapun hasil pengujian kuat tekan beton pada umur 3,7, 14, 21 dan 28 hari, dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 3. Hasil Pengujian Kuat Tekan

No	Umur (hari)	Berat (kg)	Tinggi (mm)	Luas (mm ²)	Berat Isi (kg/m ³)	P maks (kN)	Kuat Tekan fe' (Mpa)	Kuat Tekan Rata-rata (Mpa)
1	3	12.581	300	17662.5	2374.3	270	15.287	15.475
2	3	12.400	300	17662.5	2340.2	280	15.853	
3	3	12.440	300	17662.5	2347.7	270	15.287	
4	7	12.452	300	17662.5	2350.0	410	23.213	23.213
5	7	12.321	300	17662.5	2325.3	420	23.779	
6	7	12.480	300	17662.5	2355.3	400	22.647	
7	14	12.432	300	17662.5	2346.2	510	28.875	29.252
8	14	12.394	300	17662.5	2339.0	520	29.441	
9	14	12.454	300	17662.5	2350.4	520	29.441	
10	21	12.461	300	17662.5	2351.7	560	31.706	31.894
11	21	12.357	300	17662.5	2332.1	560	31.706	
12	21	12.597	300	17662.5	2377.4	570	32.272	
13	28	12.581	300	17662.5	2374.3	640	36.235	33.027
14	28	12.400	300	17662.5	2340.2	530	30.007	
15	28	12.566	300	17662.5	2371.5	580	32.838	

Dari hasil pengujian didapat bahwa kuat tekan beton pada umur 28 hari adalah 33.027.

Kuat Tarik Belah

Adapun hasil pengujian kuat tarik belah dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4. Hasil Pengujian Kuat Tarik belah

No	Umur (hari)	Berat (kg)	Tinggi (mm)	Diameter (mm)	Berat Isi (kg/m ³)	P maks (kN)	Kuat Tarik Belah (Mpa)
1	28	12.305	300	150	2322.2	290	4.10
2		12.309	300	150	2323.0	290	4.10
3		12.439	300	150	2347.5	210	2.97

Dari hasil pengujian di dapatkan bahwa kuat tarik belah dari ketiga sampel adalah 4.10, 4.10 dan 2.97 MPa

Modulus Elastisitas

Adapun hasil pengujian modulus elastisitas beton adalah :

Tabel 5. Hasil Pengujian Kuat Tarik belah

No	P maks (kN)	Δ max (mm)	Tinggi (mm)	Ec Eksperimental		Ec Teori	
				$E = \frac{(S_2 - S_1)}{(\epsilon_2 - 0.00005)}$		$E = 4700 \sqrt{f'c}$	
				Ec (Mpa)	Rata-rata Ec (Mpa)	Ec (Mpa)	Rata-rata Ec (Mpa)
1.	520	4.7	300	24607.4	23470.75	26616.29	26099.7
2.	500	5.8	300	18547.5		25545.80	
3.	500	5.0	300	27277.6		26137.10	

Dari hasil pengujian didapatkan bahwa Ec Eksperimental sebesar 23470.75 dan dari Ec teori didapatkan bahwa nilainya adalah 26099.7 MPa

Uji Lentur Balok

Dari hasil uji lentur di dapatkan hasil sebagai berikut.

Tabel 6. Hasil uji lentur balok

Benda Uji	Berat Benda Uji (gr)	Beban Lentur, P (N)	Tegangan Lentur	R rata-rata (Mpa)
			$R = (P.L)/(bh^2)$ (MPa)	
1	10030	22650	9.06	8.97
2	10010	22300	8.92	
3	10045	22750	9.1	
4	10025	22650	9.06	
5	9995	21750	8.7	

Dari hasil pengujian didapatkan bahwa kuat lentur balok adalah 8.97 MPa

Uji Tarik Tulangan

Adapun hasil pengujian kuat tarik tulangan adalah:

Tabel 7. Hasil uji tarik tulangan

Diameter Tulangan	ϵ (%)	A_s (mm ²)	Beban (kN)		Tegangan (MPa)	
			Leleh	Ultimate	Leleh (fy)	Ultimate (fu)
Ø8 (polos)	21.875	44.156	20.5	26.5	464.26	600.14

Dari hasil pengujian kuat tarik tulangan didapatkan nilai fy adalah 464.26 MPa.

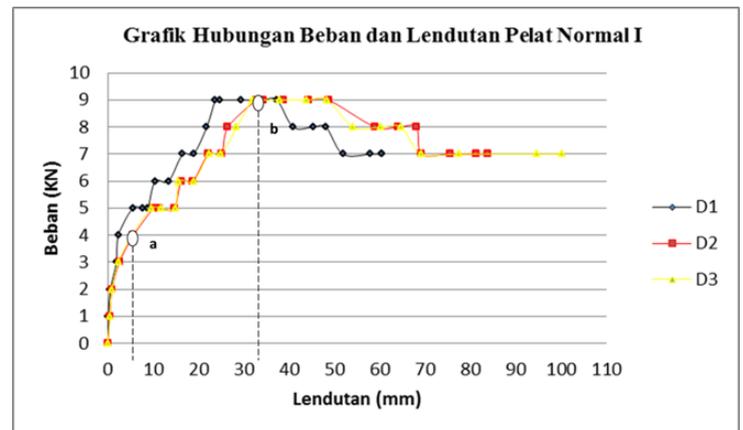
Uji Pelat Tipis Beton Bertulang

Dari hasil pengujian pelat didapatkan data pelat normal sampel 1 sebagai berikut:

Tabel 8. Hasil Pengujian Pelat Normal 1

Beban Aksial (KN)	Deflection		
	D ₁ mm	D ₂ mm	D ₃ mm
0	0	0	0
1	0.11	0.45	0.45
2	0.6	0.98	0.94
3	1.9	2.55	2.34
4	2.35	5.7	5.3
5	5.5	10.1	9.6
5	7.65	11.4	11.85
5	8.82	14.65	14.94
6	10.44	16.25	15.64
6	13.4	18.8	18.92
7	16.53	22.22	22.41
7	18.9	25.08	25.02
8	21.85	26.53	28.44
9	23.74	32.8	31.86
9	24.72	34.25	32.7
9	29.42	38.68	37.88
9	34.09	44.3	43.81
9	37.33	48.7	48.41
8	40.9	59	54.16
8	45.28	64.1	60.31
8	48.16	68.08	64.71
7	51.86	69.23	69.19
7	57.96	75.52	77.51
7	60.39	81.26	94.61
7	60.39	83.74	100.11

Dari data tabel 8, grafik hubungan pembebanan dan lendutan untuk pelat normal 1 dapat ditentukan seperti berikut ini:



Gambar 8. Grafik hubungan beban dan Lendutan Pelat Normal 1

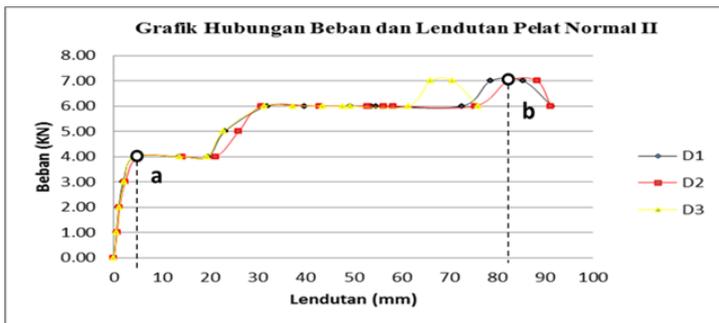
Dari gambar 8, pelat mulai mengalami keretakan pada saat pembebanan 4 kN dan mengalami failure ketika pembebanan maksimum 9 kN

Dari hasil pengujian pelat normal 2 didapatkan data sebagai berikut:

Tabel 9. Hasil Pengujian Pelat Normal 2

Beban Aksial (KN)	Deflection		
	D ₁ mm	D ₂ mm	D ₃ mm
0.00	0	0	0
1.00	0.48	0.65	0.5
2.00	0.98	1.18	1.05
3.00	1.95	2.35	2.15
4.00	4.2	5.15	4.1
4.00	13.6	14.3	13.7
4.00	19.6	21.22	19.5
5.00	23.14	26.06	22.84
6.00	31.94	30.9	31.34
6.00	39.84	42.96	37.34
6.00	49.34	52.84	43.54
6.00	53.79	56.4	47.74
6.00	54.74	58.4	49.32
6.00	72.64	75.38	61.42
7.00	78.69	82.3	66.17
7.00	85.44	88.36	70.76
6.00	91.49	91.28	76.08

Dari data tabel 9, grafik hubungan pembebanan dan lendutan untuk pelat normal 2 dapat ditentukan seperti berikut ini:



Gambar 9. Grafik hubungan beban dan Lendutan Pelat Normal 2

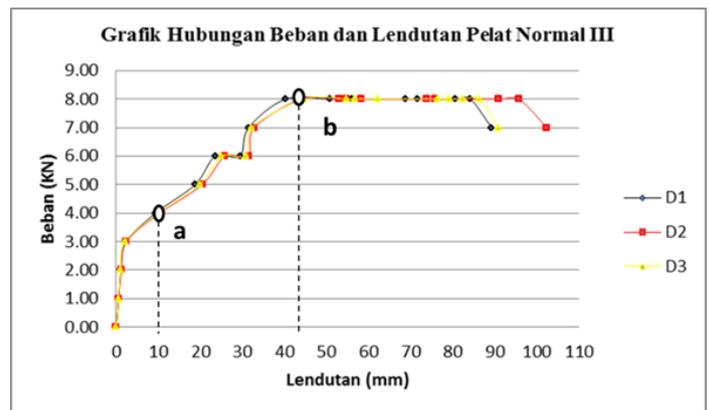
Dari gambar 9, pelat mulai mengalami keretakan pada saat pembebanan 4 KN dan mengalami failure ketika pembebanan maksimum 7 KN.

Dari hasil pengujian pelat normal sampel 3 didapatkan data sebagai berikut:

Tabel 10. Hasil Pengujian Pelat Normal 2

Beban Aksial (KN)	Deflection		
	D ₁ mm	D ₂ mm	D ₃ mm
0.00	0	0	0
1.00	0.48	0.65	0.5
2.00	0.98	1.18	1.05
3.00	1.95	2.35	2.15
4.00	4.2	5.15	4.1
4.00	13.6	14.3	13.7
4.00	19.6	21.22	19.5
5.00	23.14	26.06	22.84
6.00	31.94	30.9	31.34
6.00	39.84	42.96	37.34
6.00	49.34	52.84	43.54
6.00	53.79	56.4	47.74
6.00	54.74	58.4	49.32
6.00	72.64	75.38	61.42
7.00	78.69	82.3	66.17
7.00	85.44	88.36	70.76
6.00	91.49	91.28	76.08

Dari data tabel 10, grafik hubungan pembebanan dan lendutan untuk pelat normal 3 dapat ditentukan seperti berikut ini:



Gambar 10. Grafik hubungan beban dan Lendutan Pelat Normal 3

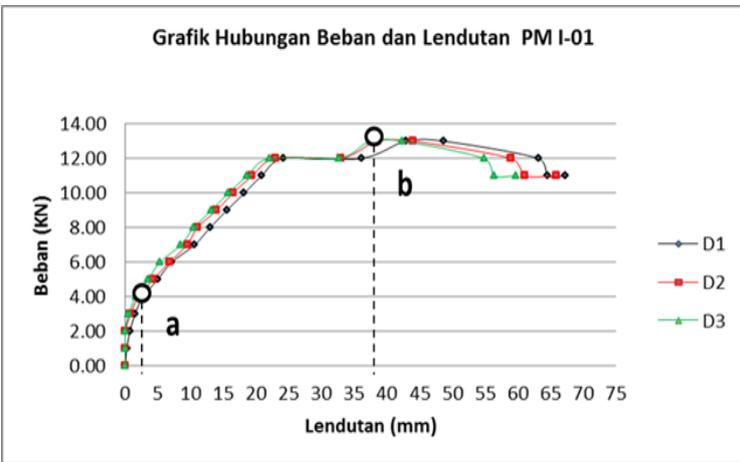
Dari gambar 10, pelat mulai mengalami keretakan pada saat pembebanan 4 KN dan mengalami failure ketika pembebanan maksimum 8 KN.

Dari hasil pengujian pelat modifikasi I sampel 1 didapatkan data sebagai berikut:

Tabel 11. Hasil Pengujian Pelat Modifikasi I sampel 1

Beban Aksial (KN)	Deflection		
	D ₁ mm	D ₂ mm	D ₃ mm
0.00	0	0	0
1.00	0.22	0	0
2.00	0.7	0	0
3.00	1.5	0.8	0.5
4.00	2.7	2	1.6
5.00	4.95	4.26	3.5
6.00	7.1	6.74	5.3
7.00	10.6	9.45	8.47
8.00	12.95	11	10.47
9.00	15.5	13.94	13.17
10.00	18.2	16.48	15.77
11.00	20.85	19.4	18.64
12.00	24.2	22.95	21.99
12.00	36.04	32.89	32.61
13.00	42.9	38.5	37.41
13.00	48.65	43.9	42.29
12.00	63.1	58.92	54.79
11.00	64.5	61.05	56.34
11.00	67.3	65.9	59.64

Dari data tabel 11, grafik hubungan pembebanan dan lendutan untuk pelat modifikasi I sampel 1 dapat ditentukan seperti berikut ini:



Gambar 11. Grafik hubungan beban dan Lendutan Pelat Modifikasi I-01

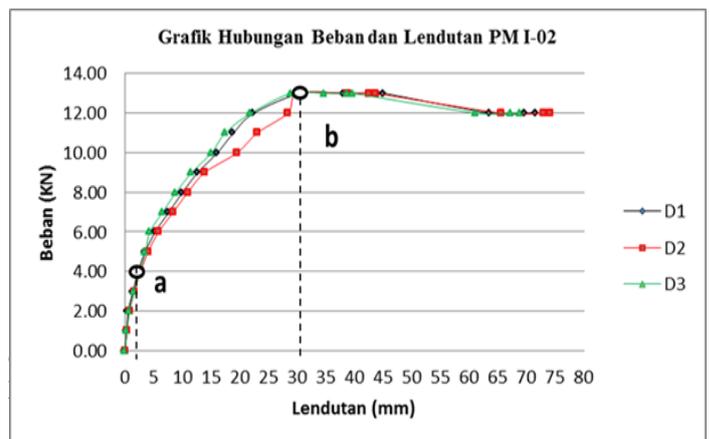
Dari gambar 11, pelat mulai mengalami keretakan pada saat pembebanan 4 KN dan mengalami failure ketika pembebanan maksimum 13 KN.

Dari hasil pengujian pelat modifikasi I sampel 2 didapatkan data sebagai berikut:

Tabel 12. Hasil Pengujian Pelat Modifikasi I sampel 2

Beban Aksial (KN)	Deflection		
	D ₁ mm	D ₂ mm	D ₃ mm
0.00	0	0	0
1.00	0.27	0.3	0.32
2.00	0.53	0.76	0.75
3.00	1.38	1.65	1.6
4.00	2.26	2.7	2.59
5.00	3.5	4	3.55
6.00	5.25	5.85	4.32
7.00	7.64	8.4	6.55
8.00	10.03	10.95	8.88
9.00	12.67	13.9	11.63
10.00	16.1	19.55	15.08
11.00	18.9	23.05	17.48
12.00	22.45	28.38	21.95
13.00	30.72	30.1	29
13.00	38.17	38.8	34.75
13.00	44.13	42.54	38.85
13.00	45.15	43.65	39.76
12.00	63.65	65.55	61.2
12.00	69.8	72.9	67.26
12.00	71.7	74.1	69

Dari data tabel 12, grafik hubungan pembebanan dan lendutan untuk pelat modifikasi I sampel 2 dapat ditentukan seperti berikut ini:



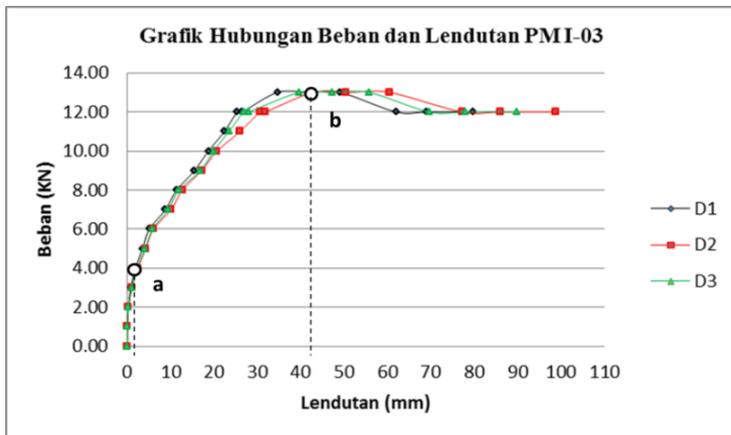
Dari gambar 12, pelat mulai mengalami keretakan pada saat pembebanan 4 KN dan mengalami failure ketika pembebanan maksimum 13 KN.

Dari hasil pengujian pelat modifikasi I sampel 3 didapatkan data sebagai berikut:

Tabel 13. Hasil Pengujian Pelat Modifikasi I sampel 3

Beban Aksial (KN)	Deflection		
	D ₁ mm	D ₂ mm	D ₃ mm
0.00	0	0	0
1.00	0.04	0.03	0.04
2.00	0.24	0.26	0.29
3.00	0.8	1.1	1.07
4.00	1.89	2.45	2.35
5.00	3.52	4.25	4.12
6.00	5.08	6.05	5.85
7.00	8.8	10.1	9.45
8.00	11.39	12.7	11.9
9.00	15.49	17.15	16.9
10.00	18.7	20.7	19.9
11.00	22.4	26	23.45
12.00	25.35	30.6	26.82
12.00	26.52	31.8	27.98
13.00	34.64	42.8	39.7
13.00	41.9	50.45	47.3
13.00	49.1	60.4	55.7
12.00	62	77.2	69.6
12.00	69.1	86	77.85
12.00	79.75	98.9	89.85

Dari data tabel 13, grafik hubungan pembebanan dan lendutan untuk pelat modifikasi I sampel 1 dapat ditentukan seperti berikut ini:



Gambar 13. Grafik hubungan beban dan Lendutan Pelat Modifikasi 1-03

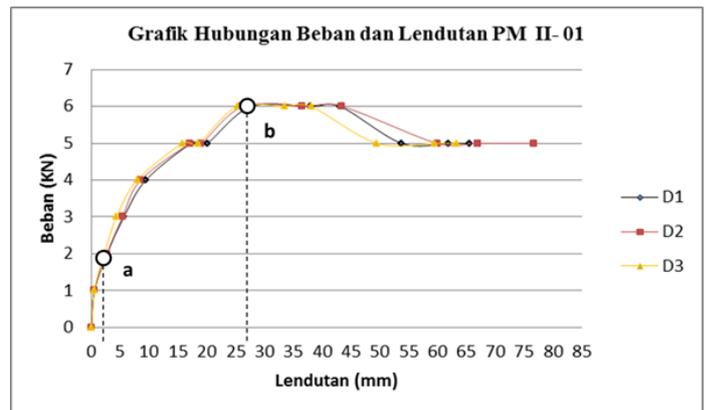
Dari gambar 13, pelat mulai mengalami keretakan pada saat pembebanan 4 KN dan mengalami failure ketika pembebanan maksimum 13 KN.

Dari hasil pengujian pelat modifikasi II sampel 1 didapatkan data sebagai berikut:

Tabel 14. Hasil Pengujian Pelat Modifikasi II sampel 1

Beban Aksial (KN)	Deflection		
	D ₁ mm	D ₂ mm	D ₃ mm
0	0	0	0
1	0.5	0.5	0.47
2	2.68	2.65	2.2
3	5.6	5.35	4.32
4	9.4	8.5	7.9
5	17.3	17.1	15.75
5	20	19	18.5
6	27.6	26.2	25.25
6	38	36.5	33.45
6	43.1	43.4	38.05
5	53.73	59.9	49.4
5	61.81	67	59.48
5	65.51	76.7	63.2

Dari data tabel 14, grafik hubungan pembebanan dan lendutan untuk pelat modifikasi I sampel 1 dapat ditentukan seperti berikut ini:



Gambar 14. Grafik hubungan beban dan Lendutan Pelat Modifikasi II-01

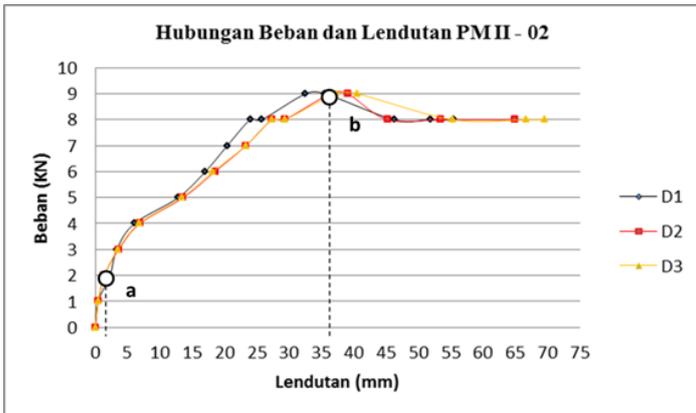
Dari gambar 14, pelat mulai mengalami keretakan pada saat pembebanan 2 KN dan mengalami failure ketika pembebanan maksimum 6 KN.

Dari hasil pengujian pelat modifikasi II sampel 2 didapatkan data sebagai berikut:

Tabel 15. Hasil Pengujian Pelat Modifikasi II sampel 2

Beban Aksial (KN)	Deflection		
	D ₁ mm	D ₂ mm	D ₃ mm
0	0	0	0
1	0.42	0.45	0.42
2	2.28	1.4	1.38
3	3.3	3.6	3.5
4	6.05	6.9	6.76
5	12.82	13.6	13.35
6	17.01	18.5	18.15
7	20.41	23.3	23.3
8	23.95	27.3	27.35
8	25.73	29.25	29.3
9	32.53	36.35	37.2
9	35.53	39.03	40.5
8	46.21	45.2	55.25
8	51.83	53.4	66.7
8	55.38	64.9	69.5

Dari data tabel 15, grafik hubungan pembebanan dan lendutan untuk pelat modifikasi I sampel 1 dapat ditentukan seperti berikut ini:



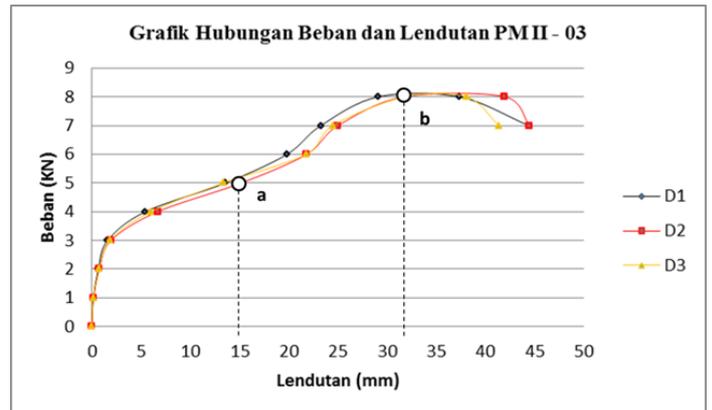
Dari gambar 15, pelat mulai mengalami keretakan pada saat pembebanan 2 KN dan mengalami failure ketika pembebanan maksimum 8 KN.

Dari hasil pengujian pelat modifikasi II sampel 3 didapatkan data sebagai berikut:

Tabel 16. Hasil Pengujian Pelat Modifikasi II sampel 3

Beban Aksial (KN)	Deflection		
	D ₁ mm	D ₂ mm	D ₃ mm
0	0	0	0
1	0.15	0.18	0.15
2	0.66	0.78	0.75
3	1.61	1.95	1.85
4	5.45	6.7	6
5	13.6	15.2	13.4
6	19.85	21.85	21.8
7	23.3	25.05	24.5
8	29.13	31.75	31.8
8	37.35	42	38.1
7	44.45	44.53	41.4

Dari data tabel 16, grafik hubungan pembebanan dan lendutan untuk pelat modifikasi I sampel 1 dapat ditentukan seperti berikut ini:



Gambar 16. Grafik hubungan beban dan Lendutan Pelat Modifikasi II-03

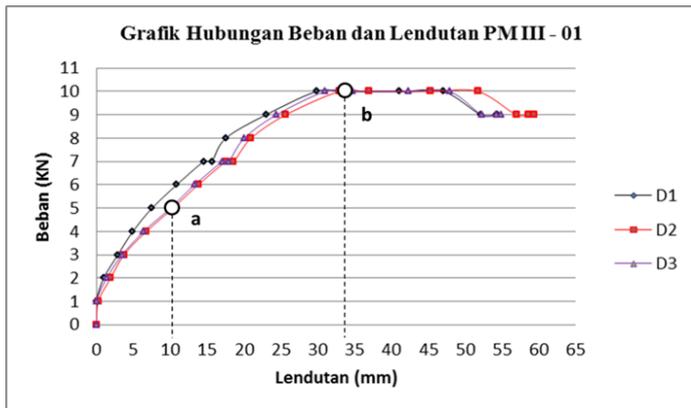
Dari gambar 16, pelat mulai mengalami keretakan pada saat pembebanan 5 KN dan mengalami failure ketika pembebanan maksimum 8 KN.

Dari hasil pengujian pelat modifikasi III sampel 1 didapatkan data sebagai berikut:

Tabel 17. Hasil Pengujian Pelat Modifikasi III sampel 1

Beban Aktial (KN)	Deflection		
	D ₁ mm	D ₂ mm	D ₃ mm
0	0	0	0
1	0	0.25	0.02
2	1	1.95	1.42
3	2.92	3.75	3.5
4	4.95	6.8	6.43
5	7.56	10.4	10.04
6	10.9	13.8	13.34
7	14.59	17.62	17.14
7	15.65	18.62	17.96
8	17.55	20.99	20.06
9	23	25.69	24.42
10	29.85	32.94	31.02
10	33.65	36.94	34.72
10	41.1	45.34	42.27
10	47.05	51.74	47.87
9	52.15	56.94	52.27
9	54.25	58.67	54.22
9	54.45	59.32	54.87

Dari data tabel 17, grafik hubungan pembebanan dan lendutan untuk pelat modifikasi I sampel 1 dapat ditentukan seperti berikut ini:



Gambar 18. Grafik hubungan beban dan Lendutan Pelat Modifikasi III-02

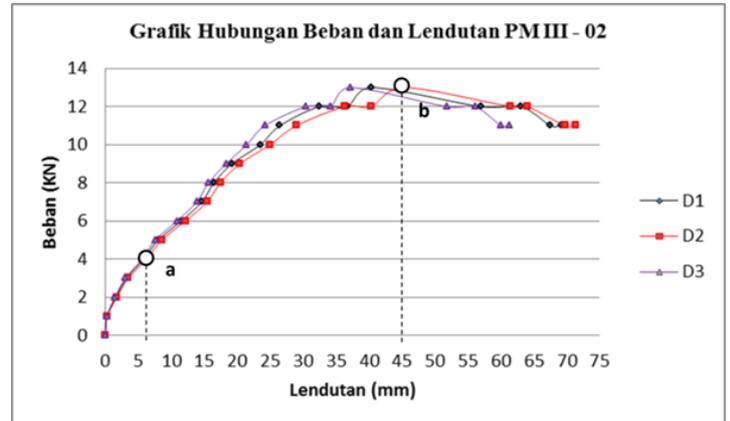
Dari gambar 17, pelat mulai mengalami keretakan pada saat pembebanan 5 KN dan mengalami failure ketika pembebanan maksimum 10 KN.

Dari hasil pengujian pelat modifikasi III sampel 2 didapatkan data sebagai berikut:

Tabel 18. Hasil Pengujian Pelat Modifikasi III sampel 2

Beban Aktial (KN)	Deflection		
	D ₁ mm	D ₂ mm	D ₃ mm
0	0	0	0
1	0.34	0.35	0.3
2	1.65	1.8	1.5
3	3.28	3.55	3.1
4	5.87	6.3	5.6
5	8.06	8.6	7.6
6	11.56	12.2	10.9
7	14.68	15.5	13.9
8	16.53	17.5	15.7
9	19.24	20.48	18.35
10	23.54	25	21.5
11	26.52	29.05	24.25
12	32.5	36.35	30.5
12	36.76	40.35	34.2
13	40.4	45.3	37.2
12	57	61.5	51.8
12	63.05	64.03	56.1
11	67.56	69.75	60.05
11	69.25	71.32	61.25

Dari data tabel 18, grafik hubungan pembebanan dan lendutan untuk pelat modifikasi III sampel 2 dapat ditentukan seperti berikut ini:



Gambar 18. Grafik hubungan beban dan Lendutan Pelat Modifikasi III-02

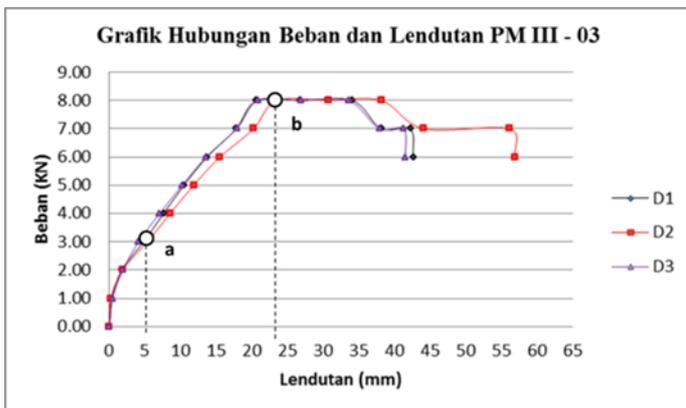
Dari gambar 18, pelat mulai mengalami keretakan pada saat pembebanan 4 KN dan mengalami failure ketika pembebanan maksimum 13 KN

Dari hasil pengujian pelat modifikasi III sampel 3 didapatkan data sebagai berikut:

Tabel 19. Hasil Pengujian Pelat Modifikasi III sampel 3

Beban Aksial (KN)	Deflection		
	D ₁ mm	D ₂ mm	D ₃ mm
0.00	0	0	0
1.00	0.37	0.2	0.42
2.00	1.71	1.85	1.87
3.00	4.78	5.3	4.07
4.00	7.58	8.5	7.02
5.00	10.44	11.8	10.19
6.00	13.68	15.5	13.54
7.00	17.75	20.2	17.84
8.00	20.62	23.45	20.88
8.00	26.8	30.75	26.9
8.00	34.05	38.1	33.5
7.00	38.1	44.1	37.85
7.00	42.2	56.1	41.26
6.00	42.6	56.85	41.5

Dari data tabel 19, grafik hubungan pembebanan dan lendutan untuk pelat modifikasi III sampel 3 dapat ditentukan seperti berikut ini:



Gambar 19. Grafik hubungan beban dan Lendutan Pelat Modifikasi III-03

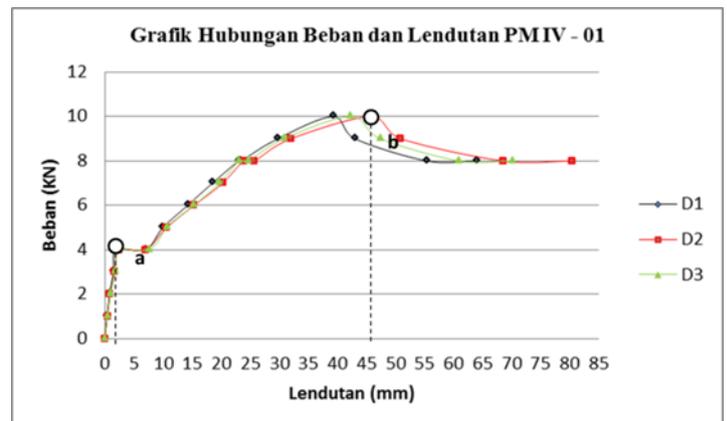
Dari gambar 19, pelat mulai mengalami keretakan pada saat pembebanan 3 KN dan mengalami failure ketika pembebanan maksimum 8 KN.

Dari hasil pengujian pelat modifikasi IV sampel 1 didapatkan data sebagai berikut:

Tabel 20. Hasil Pengujian Pelat Modifikasi IV sampel 1

Beban Aksial (KN)	Deflection		
	D ₁ mm	D ₂ mm	D ₃ mm
0	0	0	0
1	0	0.25	0.02
2	1	1.95	1.42
3	2.92	3.75	3.5
4	4.95	6.8	6.43
5	7.56	10.4	10.04
6	10.9	13.8	13.34
7	14.59	17.62	17.14
7	15.65	18.62	17.96
8	17.55	20.99	20.06
9	23	25.69	24.42
10	29.85	32.94	31.02
10	33.65	36.94	34.72
10	41.1	45.34	42.27
10	47.05	51.74	47.87
9	52.15	56.94	52.27
9	54.25	58.67	54.22
9	54.45	59.32	54.87

Dari data tabel 20, grafik hubungan pembebanan dan lendutan untuk pelat modifikasi IV sampel 1 dapat ditentukan seperti berikut ini:



Gambar 20. Grafik hubungan beban dan Lendutan Pelat Modifikasi IV-01

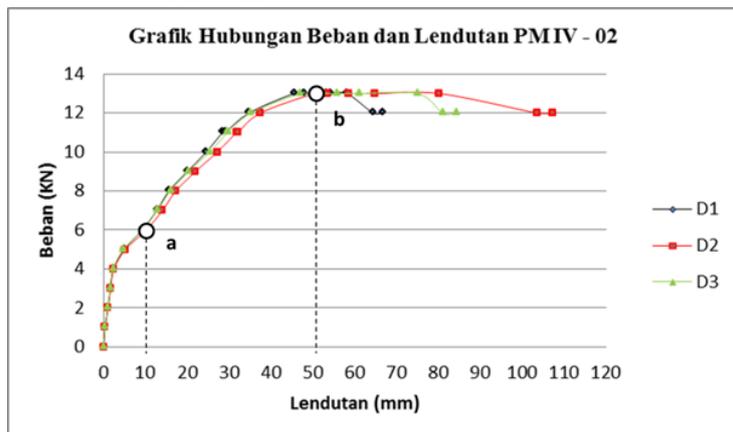
Dari gambar 20, pelat mulai mengalami keretakan pada saat pembebanan 4 KN dan mengalami failure ketika pembebanan maksimum 10 KN.

Dari hasil pengujian pelat modifikasi IV sampel 2 didapatkan data sebagai berikut:

Tabel 21. Hasil Pengujian Pelat Modifikasi IV sampel 2

Beban Aksial (KN)	Deflection		
	D ₁ mm	D ₂ mm	D ₃ mm
0	0	0	0
1	0.34	0.35	0.3
2	1.65	1.8	1.5
3	3.28	3.55	3.1
4	5.87	6.3	5.6
5	8.06	8.6	7.6
6	11.56	12.2	10.9
7	14.68	15.5	13.9
8	16.53	17.5	15.7
9	19.24	20.48	18.35
10	23.54	25	21.5
11	26.52	29.05	24.25
12	32.5	36.35	30.5
12	36.76	40.35	34.2
13	40.4	45.3	37.2
12	57	61.5	51.8
12	63.05	64.03	56.1
11	67.56	69.75	60.05
11	69.25	71.32	61.25

Dari data tabel 21, grafik hubungan pembebanan dan lendutan untuk pelat modifikasi IV sampel 2 dapat ditentukan seperti berikut ini:



Gambar 21. Grafik hubungan beban dan Lendutan Pelat Modifikasi IV-02

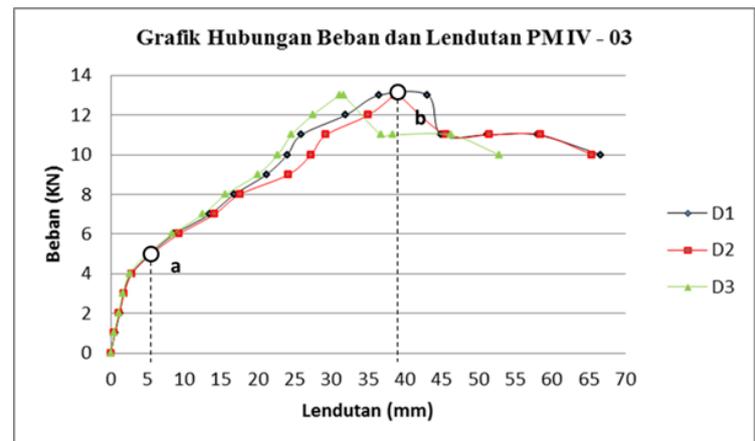
Dari gambar 21, pelat mulai mengalami keretakan pada saat pembebanan 6 KN dan mengalami failure ketika pembebanan maksimum 13 KN.

Dari hasil pengujian pelat modifikasi IV sampel 3 didapatkan data sebagai berikut:

Tabel 22. Hasil Pengujian Pelat Modifikasi IV sampel 3

Beban Aksial (KN)	Deflection		
	D ₁ mm	D ₂ mm	D ₃ mm
0	0	0	0
1	0.55	0.48	0.47
2	1.2	1.15	1.08
3	1.75	1.8	1.64
4	2.8	2.85	2.53
5	5.35	5.55	4.95
6	8.65	9.25	8.32
7	13.5	14.1	12.56
8	16.8	17.55	15.64
9	21.17	24.15	19.97
10	24	27.23	22.72
11	25.92	29.27	24.56
12	31.95	35.05	27.47
13	36.5	38.55	31.12
13	43.1	39.15	31.62
11	44.9	45.55	36.7
11	51.23	51.45	38.32
11	58.03	58.45	46.22
10	66.63	65.45	52.77

Dari data tabel 22, grafik hubungan pembebanan dan lendutan untuk pelat modifikasi IV sampel 3 dapat ditentukan seperti berikut ini:



Gambar 22. Grafik hubungan beban dan Lendutan Pelat Modifikasi IV-03

Dari gambar 22, pelat mulai mengalami keretakan pada saat pembebanan 4 KN dan mengalami failure ketika pembebanan maksimum 8 KN.

Dari 15 sampel yang ada berikut ini hasil rekapitulasi nilai pembebanan maksimum yang terjadi:

Tabel 23. Rekapitulasi Nilai Pembebanan Maksimum pelat

No	Nama Sampel	Beban Max	Rata-rata
1	PN-01	9.00 KN	8.00 KN
	PN-02	7.00 KN	
	PN-03	8.00 KN	
2	PMI-01	13.00 KN	13.00 KN
	PMI-02	13.00 KN	
	PMI-03	13.00 KN	
3	PMII-01	6.00 KN	7.67 KN
	PMII-02	9.00 KN	
	PMII-03	8.00 KN	
4	PMIII-01	10.00 KN	10.33 KN
	PMIII-02	13.00 KN	
	PMIII-03	8.00 KN	
5	PMIV-01	10.00 KN	12.00 KN
	PMIV-02	13.00 KN	
	PMIV-03	13.00 KN	

Kemudian untuk hasil perhitungan momen inersia tiap model pelat dapat dilihat pada tabel berikut

Tabel 24. Hasil Perhitungan momen inersia penampang pelat

No.	KODE SAMPEL	LUAS PENAMPANG (cm ²)	VOLUME (cm ³) Pj Pelat=240cm	I _g (cm ⁴)	I _y (cm ⁴)
1.	PN-1	250	60000	520.83	65.10
2.	PN-2				
3.	PN-3				
4.	PM-I-1	230	55200	639.17	107.29
5.	PM-I-2				
6.	PM-I-3				
7.	PM-II-1	216	51840	405.33	34.12
8.	PM-II-2				
9.	PM-II-3				
10.	PM-III-1	232	55680	565.33	93.84
11.	PM-III-2				
12.	PM-III-3				
13.	PM-IV-1	228	54720	497.05	96.16
14.	PM-IV-2				
15.	PM-IV-3				

Dari tabel diatas dapat dilihat bahwa momen inersia paling besar dimiliki oleh pelat modifikasi I.

Setelah menentukan besarnya kapasitas lentur pelat dari rata-rata besarnya nilai pembebanan maksimum tiap model penampang dan diperolehnya besarnya momen inersia tiap

model penampang maka hubungan antara kapasitas lentur pelat dengan besarnya momen inersia dapat ditunjukkan pada tabel berikut ini:

Tabel 4.18 Hubungan antara pembebanan maksimum dengan momen inersia atasgaris \bar{y}

No	Model Sampel	P maks (KN)	I _y (cm ⁴)
1	Pelat Normal	8	65.10
2	Pelat Modifikasi I	13	107.29
3	Pelat Modifikasi II	7.67	34.12
4	Pelat Modifikasi III	10.33	93.84
5	Pelat Modifikasi IV	12	96.16

KESIMPULANDAN SARAN

Kesimpulan

1. Dari hasil pengujian, beban lentur maksimum yang dapat ditahan oleh pelat tipis model pelat normal adalah 8 KN, model pelat modifikasi I adalah 13 KN, model pelat modifikasi II adalah 7,67 KN, model pelat modifikasi III adalah 10.33 KN sedangkan untuk model pelat modifikasi IV adalah 12 KN. Olehnya itu pelat modifikasi I adalah model yang paling kuat menahan beban lentur dibandingkan dengan pelat model lainnya.
2. Dari hasil perhitungan momen inersia tiap model penampang didapatkan bahwa momen inersia penampang pelat normal sebesar 65.10 mm⁴, pelat modifikasi I sebesar 107.29 mm⁴, pelat modifikasi II sebesar 34.12 mm⁴, pelat modifikasi III sebesar 93.84 mm⁴ dan pelat modifikasi IV sebesar 96.16 mm⁴. Olehnya itu maka model pelat modifikasi I adalah model yang besar besar momen inersianya dibandingkan dengan pelat model lainnya.

Saran

Berdasarkan hasil eksperimen yang telah dilakukan maka dapat disarankan beberapa hal yaitu:

1. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan modifikasi penampang yang berbeda.
2. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan benda uji yang sama namun ditambahkan GFRP untuk menambah kekuatan pelat

DAFTAR ISI

- Akkas Abdul Madjid, Renta Iskandar, Irmawaty Rita, 2004, *Catatan Kuliah Struktur Beton Tulang I*, Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin: Makassar.
- Departemen Pekerjaan Umum 2002, *Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung dengan Standar SK SNI 03-2874-2002*, Badan Standarisasi Nasional
- Febrianto, Surahmat Iwan, 2011, *Tugas Akhir Studi Perilaku Kuat Lentur Pelat Beton yang terbuat dari Beton SCC*, Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin: Makassar.
- Nawy, Edward. G. 1998, *Beton Bertulang Suatu Pendekatan Dasar*, Refika Aditama: Bandung
- .