

DAKTILITAS DINDING PANEL SEMEN ECENG GONDOK (EMEN WALL)

LUKITO PRASETYO¹

¹ Jurusan Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Malang

E-mail: lukito_prasetyo@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini merupakan penelitian lanjutan untuk mengetahui karakteristik bahan bangunan berupa dinding panel eceng gondok (emen wall). Dari kajian terdahulu, sifat fisik, mekanik, akustik dan ketahanan bakar material ini memenuhi standar bahan bangunan PUBI 1982 dan SNI 03-6861.1-2002 dan ASTM C423-90a. Selanjutnya, material ini akan dievaluasi dengan uji lentur. Benda uji berupa papan balok dengan dimensi $56 \times 35 \times 7$ cm, akan dibebani dengan interval 100kg sampai mengalami keruntuhan. Kemudian dicatat lendutan yang terjadi berdasarkan beban yang bekerja. Dari pemeriksaan ini, didapatkan faktor daktilitas simpangan rata-rata sebesar 15,04 dan daktilitas kelengkungan rata-rata adalah 17,10. maka jenis keruntuhan material dinding panel eceng gondok (emen wall) adalah bersifat daktil.

Kata kunci: Daktilitas, karakteristik bahan, eceng gondok

ABSTRACT

This study is a follow-up study to investigate the characteristics of building materials in the form of a wall panel hyacinth (Emen wall). From previous studies, physical properties, mechanical, acoustic and fuel resistance of this material meets the standards of building materials PUBI and ISO 1982 and ASTM C423 03-6861.1-2002-90A. Furthermore, this material will be evaluated by bending test. Beam specimens with dimensions of board $56 \times 35 \times 7$ cm, will be saddled with the interval until the collapse 100kg. Then note the deflection that occurs based on the work load. From this examination, obtained an average deviation of the ductility factor of 15.04 and the average curvature ductility is 17.10. the kind of collapse of a wall panel material hyacinth (Emen wall) is to be ductile.

Key words: Ductility, Characteristics of materials, Water hyacinth

PENDAHULUAN

Eceng gondok merupakan tanaman gulma perairan yang memiliki kadar serat sedang dengan panjang 1,75–2,12 mm dan berdiameter 11,15–11,65 μm pada batangnya (moenandir, 1990). Sesuai dengan Persyaratan Umum Bahan Bangunan di Indonesia (PUBI 1982), serat batang eceng gondok bisa digunakan sebagai bahan baku campuran industri papan semen. Sifat-sifat khusus dari papan semen ditentukan oleh komponen utama yaitu kayu dan semen (sipon, 2001), (supriyanto 2000). Kayu mempunyai berat yang ringan, elastis dan mudah dikerjakan. Sedangkan semen mempunyai sifat tahan terhadap api, air, jamur dan rayap. Gabungan dari kedua sifat tersebut menjadikan material ini mempunyai keunggulan yang tidak dimiliki material lain.

Telah dilakukan penelitian oleh Lukito (2006) tentang pembuatan material baru papan semen eceng gondok (emen board) dengan berbagai variasi komposisi bahan. Dari pengujian tersebut dapat

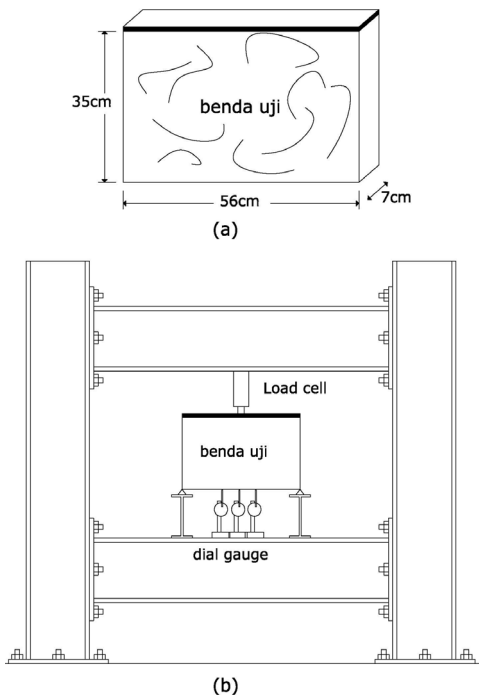
disimpulkan bahwa material papan semen dari batang eceng gondok (emen board) telah memenuhi persyaratan untuk dapat digunakan sebagai material bahan bangunan.

Tujuan dari penelitian ini adalah membuat inovasi material bahan bangunan berupa dinding panel semen eceng gondok (emen wall) yang difokuskan pada pemeriksaan jenis keruntuhan/daktilitas material tersebut dalam skala laboratorium

METODE

Pengujian kuat lentur material ini menggunakan tata cara pengujian menurut SNI 03-4165-1996. Benda uji dibuat dengan ukuran $56 \times 35 \times 7$ cm sebanyak 3 buah dengan komposisi 1 lem : 1 eceng gondok : 2,5 semen dan nilai FAS = 1. Kuat lentur benda uji dilakukan dengan menggunakan mesin uji tekan konvensional. Posisi beban diletakkan di tengah benda uji dan di bawahnya diberi dial gauge untuk mencatat defleksi yang terjadi. Pembebanan dilakukan dengan interval tertentu dan pencatatan

defleksi menyesuaikan interval beban tersebut. Metode pengujian seperti pada gambar 1 berikut.

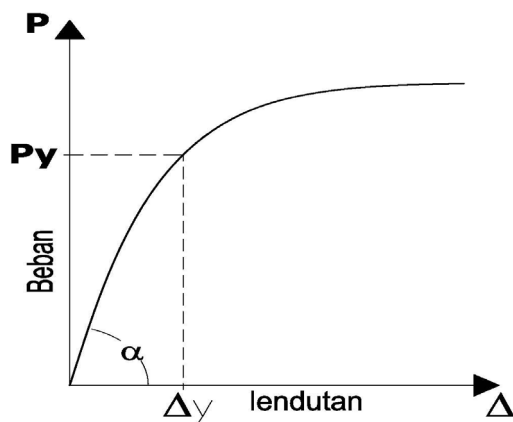


Gambar 1. (a) Benda uji, (b) Pengujian kuat lentur dalam loading frame

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hubungan Beban (P) dan Lentutan (Δ)

Dari hasil pengujian, didapat data beban dan lentutan. Pembebanan transversal pada benda uji akan mengakibatkan penurunan (*defleksi*). Rasio antara beban (P) dan lentutan (Δ) dalam keadaan linear menunjukkan kekakuan struktur. Dari setiap pembebanan dan lentutan yang terjadi, maka dapat dibuat grafik yang menggambarkan beban-lentutan, yang mempunyai bentuk seperti Gambar 1 berikut:



Gambar 2. Grafik Hubungan beban (P) dan lentutan (Δ)

Kuat Lentur

Besarnya nilai kuat lentur dapat dicari dengan rumus sebagai berikut:

$$f_{lt} = \left[\frac{P_u + W}{2} \right] \times \left[\frac{L}{4} \right] \times \left[\frac{c}{I} \right] \text{ MPa} \dots\dots\dots (1)$$

Keterangan:

F_{lt} : Kuat lentur dinding pasangan (MPa)

P_u : Beban uji maksimum (N)

L : Bentang tumpuan (mm)

c : Jarak dari garis netral terhadap permukaan tarik terluar (mm)

w : Massa alat bantu (N)

I : Inersia penampang lentur (mm)

H : Tinggi benda uji (mm)

b : Lebar benda uji (mm)

Kekakuan Struktur

Dari gambar 1, bisa dijabarkan menjadi persamaan berikut

$$\text{tg } \alpha = Py / \Delta y \dots\dots\dots (2)$$

$$k = \text{tg } \alpha \dots\dots\dots (3)$$

$$\text{maka, } k = Py / \Delta y \dots\dots\dots (4)$$

dimana:

$\text{tg } \alpha$ = sudut kemiringan

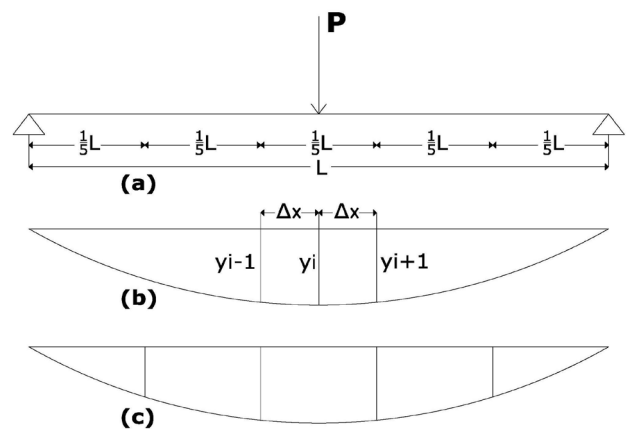
Py = pembebanan

Δy = lentutan (displacement) yang terjadi akibat pembebanan

K = kekakuan

Hubungan Momen (M) - Kelengkungan (Φ)

Pada saat pembebanan, sumbu balok benda uji yang semula lurus, akan menjadi garis lengkung, sehingga didapatkan nilai momen dan kelengkungan garis. Kelengkungan pada suatu titik dapat dicari



Gambar 3. (a) menunjukkan pembebanan pada benda uji, (b) lentutan yang terjadi, (c) diagram momen yang terjadi.

dari 3 buah titik yang berurutan (y_{i+1} , y_i , y_{i-1}). Dari lendutan, dengan mengukur (y_{i+1} , y_i , y_{i-1}), maka dapat dicari kelengkungan yang akan digunakan pada penelitian ini.

Menurut **Chapra** (1991), kelengkungan struktur diturunkan dari data perpindahan titik garis lengkung dengan metode *Central Difference*, dengan keterangan Gambar 3 berikut:

Kemiringan/slope menurut **Chapra** (1991) didekati dengan persamaan:

$$\frac{dy}{dx} = \frac{y_{i+1} - y_{i-1}}{2\Delta x} \dots\dots\dots (5)$$

Turunan dari persamaan diatas

$$\frac{d^2y}{dx^2} = \frac{y_{i+1} - 2y_i + y_{i-1}}{\Delta x^2} \dots\dots\dots (6)$$

Menurut Popov (1978), kelengkungan didekati dengan:

$$\frac{d^2y}{dx^2} = \frac{1}{\rho} \dots\dots\dots (7)$$

Dengan $1/\rho$ adalah kelengkungan atau Φ . Sehingga harga Φ benda uji dapat didekati dengan:

$$\Phi = \frac{y_{i+1} - 2y_i + y_{i-1}}{\Delta x^2} \dots\dots\dots (8)$$

Nilai momen maksimum benda uji yang menerima beban sebesar (P) adalah;

$$M = \frac{1}{4} PL \dots\dots\dots (9)$$

Menurut **Gere dan Timoshenko** (1987), hubungan faktor kekakuan (EI), momen (M) dan kelengkungan (Φ) adalah:

$$\Phi = \frac{M}{EI} \dots\dots\dots (10)$$

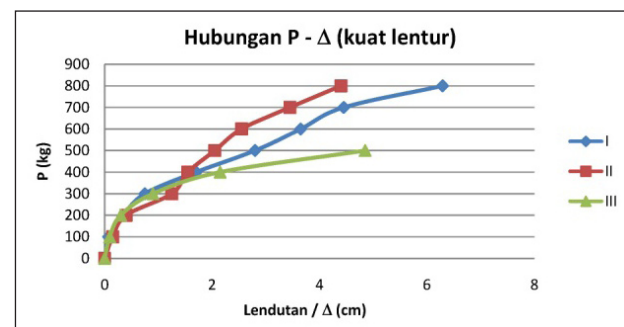
Hubungan Beban (P) dan Lendutan (Δ)

Dari hasil pengujian didapatkan hasil beban (P) dan lendutan (Δ) pada masing-masing benda uji yang tercantum dalam Tabel 1 berikut:

Tabel 1. Data beban (P) dan Lendutan (Δ)

P (kg)	Lendutan (cm)								
	Benda Uji 1			Benda Uji 2			Benda Uji 3		
	y_{i-1}	y_i	y_{i+1}	y_{i-1}	y_i	y_{i+1}	y_{i-1}	y_i	y_{i+1}
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
100	0,07	0,08	0,07	0,14	0,15	0,14	0,09	0,1	0,09
200	0,34	0,35	0,34	0,38	0,4	0,38	0,29	0,3	0,29
300	0,72	0,75	0,72	1,2	1,25	1,2	0,86	0,9	0,86
400	1,63	1,7	1,63	1,49	1,55	1,49	2,06	2,15	2,06
500	2,69	2,8	2,69	1,97	2,05	1,97	4,66	4,85	4,66
600	3,51	3,65	3,51	2,45	2,55	2,45			
700	4,28	4,45	4,28	3,31	3,45	3,31			
800	6,05	6,29	6,05	4,23	4,4	4,23			

Berdasarkan data beban (P) dan lendutan (Δ) diatas, dapat digambarkan grafik hubungan beban lendutan (P - Δ) seperti pada Gambar 4 berikut:



Gambar 4. Grafik hubungan beban lendutan (P - Δ)

Kuat lentur

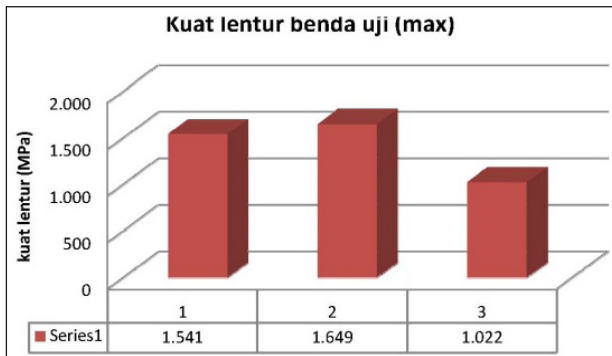
Dengan menggunakan persamaan (1), data hasil pengujian dikonversi menjadi kuat lentur seperti yang disajikan pada Table 2 dan Gambar 5.

Beban Lentur dan Lendutan Maksimum

Dari hasil pengujian, didapatkan 3 macam nilai beban lentur maksimum runtuh (P) yaitu 1,541MPa untuk benda uji 1, 1,649MPa untuk benda uji 2 dan 1,022MPa untuk benda uji 3.

Tabel 2. Kuat Lentur

Benda Uji	Berat (kg)	Dimensi B	Benda Uji H	Uji (mm) b	£ (mm)	c (mm)	I (mm ⁴)	Pu (kg)	Ptot Pu+W	Flt (Mpa)
1	8	550	350	70	460	35	10004167	775	7830	1.541
2	7	560	345	70	460	35	9861250	800	8080	1.649
3	8,3	560	340	70	460	35	9718333.3	485	4930	1.022



Gambar 5. Grafik Kuat Lentur benda uji

Nilai lendutan (Δ) saat benda uji patah/runtuh adalah 6,29 cm untuk benda uji 1, 4,4 cm untuk benda uji 2 dan 4,85 cm untuk benda uji 3. Rata-rata nilai lendutan adalah 5,18 cm.

Beban lentur maksimum rata² dan lendutan (Δ) rata² dapat dilihat pada Tabel 3 berikut.

Tabel 3. Beban lentur dan lendutan maksimum

Benda Uji	Beban lentur max (kg)	Beban lentur max (rata-rata) (kg)	Lendutan max (cm)	Lendutan max (rata-rata) (cm)
1	800		6,29	
2	800	700	4,4	5,18
3	500		4,85	

Kekakuan Struktur

Dari hasil pengujian didapat hubungan antara beban (P) dan lendutan (Δ) yang menunjukkan nilai kekakuan struktur (P/ Δ). Dari grafik dan data P- Δ dapat diamati besarnya beban dan lendutan pada tahap proporsional (saat leleh pertama). Beban pada tahap proporsional untuk benda uji 1 adalah 200kg dengan lendutan 0,35cm, untuk benda uji 2 adalah 200kg dengan lendutan 0,4cm dan untuk benda uji 3 juga 200kg dengan lendutan sebesar,3cm. Sedangkan nilai kekakuan struktur kedua benda uji dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 6. Data Momen(M)-Kelengkungan(Φ)

Beban P (kg)	Lendutan (cm)			Kekakuan EI (kg/cm)	Momen M (kg.m)	Kelengkungan Φ (1/m)
	y					
	y_{i-1}	y_i	y_{i+1}			
0	0	0	0	0	0	0
100	0,072	0,075	0,072	13333,333	14	0,019132653
200	0,34	0,35	0,34	571,4286	28	0,06377551
300	0,72	0,75	0,72	400	42	0,191326531
400	1,63	1,7	1,63	235,2941	56	0,446428571
500	2,69	2,8	2,69	178,5714	70	0,701530612
600	3,51	3,65	3,51	164,3836	84	0,892857143
700	4,28	4,45	4,28	157,3034	98	1,084183673
800	6,05	6,29	6,05	127,186	112	1,530612245

Tabel 4. Kekakuan struktur

Benda Uji	Beban (kg)	Lendutan (cm)	Kekakuan (kg/cm)	Kekakuan (rata-rata) (kg/cm)
1	200	0,35	571,4286	
2	200	0,4	500	579,3650794
3	200	0,3	666,6667	

Daktilitas Simpangan

Daktilitas simpangan merupakan perbandingan dari $\frac{\Delta_{tot}}{\Delta_y}$. Berdasarkan dari data pengujian dan penyajian grafik, daktilitas simpangan disajikan pada Tabel 5 berikut.

Tabel 5. Analisis daktilitas simpangan

Benda Uji	Δ_{tot} (cm)	Δ_y (cm)	Δ_{tot}/Δ_y	Δ_{tot}/Δ_y rata-rata
1	6,29	0,35	17,971429	
2	4,4	0,4	11	15,046032
3	4,85	0,3	16,166667	

Hubungan Momen(M) – Kelengkungan(Φ)

Dari data hasil uji beban (P) dan lendutan (Δ), dapat diketahui data momen, kelengkungan dan juga faktor/nilai kekakuan. Bila momen bertambah besar, akan terjadi peningkatan kelengkungan, sedangkan faktor kekakuan mengecil. Momen lentur (M) pada pengujian ini, dihitung dengan persamaan (9):

$$M = 1/4 PL \dots\dots\dots (9)$$

Kelengkungan (Φ) dapat dihitung dengan persamaan (8):

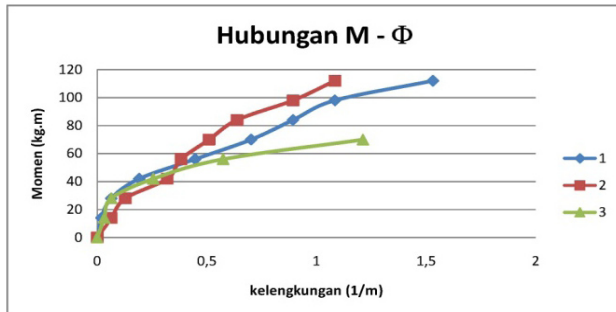
$$\Phi = \frac{y_{i+1} - 2y_i + y_{i-1}}{\Delta x^2} \dots\dots\dots (8)$$

Sedangkan Faktor Kekakuan (EI) dapat dihitung dengan persamaan (10):

$$EI = \Phi M \dots\dots\dots (10)$$

Selanjutnya data mengenai momen dan kelengkungan benda uji 2 (contoh perhitungan) dapat dilihat pada Tabel 6.

Berdasarkan data hubungan momen (M) dan kelengkungan (Φ) diatas, dapat digambarkan grafik hubungan seperti pada grafik Gambar 6.



Gambar 6. Grafik bilinear M- Φ benda uji

Momen dan Kelengkungan Maksimum

Momen maksimum untuk benda uji 1 adalah 112 kg.m dan benda uji 3 sebesar 70 kg.m. Momen maksimum rata-rata adalah 98 kg.m.

Kelengkungan maksimum benda uji 1 adalah 1,53/m, benda uji 2 1,084/m. dan benda uji 3 sebesar 1,212/m. Kelengkungan maksimum rata-rata adalah 1,275/m. Lebih jelas ditampilkan dalam bentuk Tabel 7.

Tabel 7. Momen-Kelengkungan maksimum

Benda Uji	Momen Mmax (kg.m)	Momen Mmax (rata-rata) (kg.m)	Kelengkungan Φ_{max} (1/m)	Kelengkungan Φ_{max} (rata-rata) (1/m)
1	112	1,53		
2	112	98	1,084	1,275333333
3	70	1,212		

Tabel 8. Faktor kekakuan struktur

Benda Uji	Momen (My) (kg.m)	Kelengkungan (Φ_y) (1/m)	Kekakuan (My/ Φ_y) (kg/cm)	Kekakuan (rata-rata) (EI) (kg/cm)
1	28	0,064	437,5	
2	28	0,127	220,4724	365,1574803
3	28	0,064	437,5	

Tabel 9. Analisis daktilitas kelengkungan

Benda Uji	Φ_{tot} (1/m)	Φ_y (1/m)	Daktilitas kelengkungan Φ_{tot}/Φ_y	Daktilitas kelengkungan rata-rata
1	1,53	0,064	23,90625	
2	1,08	0,127	8,503937008	17,105479
3	1,21	0,064	18,90625	

Faktor Kekakuan Struktur

Data P- Δ dari hasil pengujian, dianalisis untuk mendapatkan hubungan antara momen (M) dan kelengkungan (Φ), sehingga didapatkan nilai faktor kekakuan (EI).

Faktor kekakuan struktur untuk 3 benda uji, dapat dilihat pada Tabel 8.

Daktilitas Kelengkungan

Daktilitas kelengkungan merupakan perbandingan dari Φ_{tot}/Φ_y . Berdasarkan pengamatan pada grafik dan data hubungan momen kelengkungan, seperti yang tercantum dalam Tabel 7. dan Tabel 9, daktilitas kelengkungan dapat disajikan dalam Tabel 9.

Dari hasil perhitungan, didapat nilai Φ_u/Φ_y rata-rata dari benda uji dinding panel semen eceng gondok sebesar 17,105.

SIMPULAN

Kuat lentur benda uji maksimum sebesar 1,649 MPa. Dengan Daktilitas simpangan rata-rata (Δ_{tot}/Δ_y) sebesar 15,046 dan Daktilitas kelengkungan rata-rata (Φ_{tot}/Φ_y) sebesar 17,105. Maka, beton bertulang pada berbagai nilai rasio tulangan (ρ), kuat tekan beton (f'_c), regangan beton (ϵ_c) dan tegangan leleh baja (f_y), memiliki nilai Φ_u/Φ_y antara 5 sampai dengan

25 atau rata-rata 15, yang bersifat daktail. Dengan nilai $\Phi_u/\Phi_y = 17,105$, berarti keruntuhan material dinding panel semen eceng gondok bersifat daktail.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonimous, 1982. Persyaratan Umum Bahan Bangunan di Indonesia (PUBI 1982), Pusat Penelitian dan Pengembangan PU, Bandung.
- ASTM C423-90a. Standar Pengujian Akustik.
- Chapra S., dan Canale, R. P., 1991. Metode Numerik untuk Teknik (terjemahan), UI Press, Jakarta.
- Lukito, 2006. Pemanfaatan batang eceng gondok untuk material bahan bangunan, Makalah Seminar Nasional, Univ. Muhammadiyah Malang.
- Moenandir, J. 1990. Pengendalian Gulma (Ilmu Gulma – Buku 1) Universitas Brawijaya, Rajawali Press, Jakarta.
- Neville, A. M. 1981. Properties of Concrete, Longman Scientific & Technical, New York.
- Paulay, T dan Priestley, M. N. J., 1992. Seismic Design of Concrete and Masonry Buildings, John Willey & Sons Inc, New York.
- Popov, E. P, 1984. Mekanika Teknik (ter-jemahan), Penerbit Erlangga, Jakarta
- Park R. dan Paulay, T., 1975. Reinforced Concrete Structures, John Willey & Sons Inc, Canada.
- Sipon, M., 2001. Pemanfaatan Abaca (batang pisang hutan), Tandan Kosong Sawit, Eceng Gondok dan Batang Kenaf sebagai bahan baku Industri Kertas Uang, Kertas Koran, Tissue, Karton/Kardus, Papan Partikel, Laporan Penelitian, Lembaga Penelitian Universitas Mulawarman, Samarinda.
- Sobotka, Z., 1984. Rheology of Material and Engineering Structures, Elsevier, New York.
- Supriyanto, H., 2000. Kajian Eceng Gondok sebagai Bahan Baku Industri dan Penyelamatan Lingkungan Hidup di Daerah Perairan, Laporan Penelitian, Fakultas Kehutanan Universitas Mulawarman, Samarinda.
- SNI 03-6861.1-2002. Standar Pengujian Lentur