

**PERBANDINGAN EKSPERIMEN DEFLEKSI BATANG KANTILEVER  
BERPROFIL *STRIP* TERHADAP PERSAMAAN TEORITIS  
UNTUK BAHAN *Fe* DAN *Al***

**Nefli Yusuf, Hariadi, Arief Septian Agung Tawar**

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat

Email: nefliyusuf@umsb.ac.id

DOI: <http://dx.doi.org/10.31869/rtj.v3i1.1704>

**Abstrak** – Pemahaman psikomotorik dengan melihat kondisi nyata di laboratorium menjadikan pengalaman yang berkesan, serta membangkitkan minat untuk lebih mendalaminya. Pada penelitian ini dilakukan pembuatan dan pengujian praktikum fenomena lendutan batang karena dibutuhkan oleh prodi Teknik Mesin, dalam kehidupan sehari-hari banyak bahan teknik yang dibuat dari bahan yang elastis. Pengujian dilakukan untuk batang kantilever berupa spesimen berprofil *strip* yang dijepit di satu ujung serta beri beban pada titik ujung lainnya secara bertahap. Linieritas kekakuan batang diperiksa dengan menempatkan beban pada penjang batang 200, 300, 400, dan 435 mm. Hasil penelitian menunjukkan bahwa besi SS400 lebih kaku dari Aluminium alloy 5052, sesuai dengan tabel elastisitas bahan. Dipihak lain kekakuan untuk besi linier sepanjang batang sedangkan Aluminium non linier.

**Kata kunci:** defleksi, kantilever, lendutan, perbandingan teoritis dan eksperimen

## PENDAHULUAN

Bidang industri sebagai salah satu sasaran pembangunan jangka panjang meliputi beberapa sektor pembangunan yang luas, diantaranya adalah bidang konstruksi, perencanaan dan elemen mesin, perencanaan pesawat pengangkat, struktur rangka dari *crane*, konstruksi jembatan dan sebagainya.

Mahasiswa teknik mesin sangat perlu pemahaman tentang fenomena defleksi/lendutan. Pengujian defleksi penting dilakukan pada balok/batang, untuk mengetahui defleksi yang menjadi salah satu faktor bagi perancang konstruksi mesin maupun bangunan dalam mendapatkan konstruksi yang kokoh atau mampu menerima beban sesuai rancangan.

Keterampilan setiap mahasiswa dapat dilatih di laboratorium, namun jurusan teknik mesin belum memiliki fasilitas laboratorium yang cukup, seperti alat uji material ini.

Melengkapi kebutuhan ini penulis mengajukan pembuatan tugas akhir dengan judul “Analisa Eksperimen Defleksi Batang Kantilever Berprofil Strip terhadap Persamaan Teoritis untuk Bahan Fe dan Al”.

## TINJAUAN PUSTAKA

### Teori Dasar

Defleksi adalah perubahan bentuk pada balok dalam arah y akibat adanya pembebanan vertikal yang diberikan pada balok atau batang.

Deformasi pada balok secara sangat mudah dapat dijelaskan berdasarkan defleksi balok dari posisinya sebelum mengalami pembebanan.

Defleksi diukur dari permukaan netral awal ke posisi netral setelah terjadi deformasi. Konfigurasi yang diasumsikan dengan deformasi permukaan netral dikenal sebagai kurva elastis dari balok.

Elastisitas merupakan sifat yang menyebabkan sebuah benda kembali ke bentuk semula apabila gaya yang bekerja padanya dihilangkan. Sebuah benda yang kembali sepenuhnya kepada bentuk semula dikatakan elastis sempurna, sedang benda yang tidak kembali sepenuhnya kepada bentuk semula dikatakan *elastis parsial*.

Hal-hal yang mempengaruhi defleksi:

1. Kekakuan batang.
2. Besar kecilnya gaya yang diberikan.
3. Jenis tumpuan yang diberikan.
4. Jenis beban yang terjadi pada batang.

### Jenis-jenis Tumpuan:

1. Tumpuan Rol.
2. Tumpuan Engsel
3. Tumpuan Jepit.

### Jenis-jenis Pembebanan

1. Beban Terpusat.
2. Beban Terbagi Merata.
3. Beban Bervariasi *Uniform*.

**Jenis-jenis Batang Tumpuan**

1. Batang Tumpuan Sederhana.
2. Batang Kantilever.
3. Batang *Overhang*.
4. Batang Menerus.

**Modulus Elastisitas**

Modulus elastisitas adalah perbandingan antara tegangan dan regangan benda, menghasilkan suatu nilai yang konstan bagi benda-benda sejenis sama. (Singer, Ferdinand L. 1985).

$$E = \frac{\sigma}{\epsilon}$$

dimana:

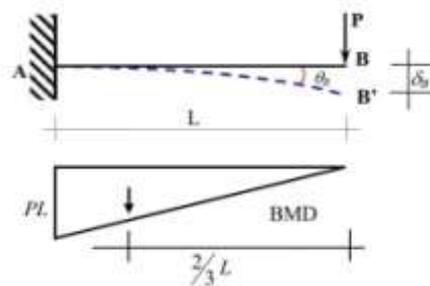
- E = modulus elastisitas bahan (N/m<sup>2</sup>)
- σ = tegangan normal (N/m<sup>2</sup>)
- ε = regangan normal (tidak berdimensi)

**Metode Perhitungan Defleksi**

Defleksi yang terjadi disetiap titik pada batang tersebut dapat dihitung dengan berbagai metode, antara lain (Popov, E.P., 1984):

1. Metode Integrasi Ganda
2. Metode Luas Bidang Momen
3. Metode Superposisi.

**Aplikasi Metode Luas Bidang Momen pada Tumpuan Kantilever dengan Beban Terpusat di Ujung Bebas Spesimen**



Gambar 1. Kantilever dengan beban terpusat

Untuk menentukan nilai kurva elastisitas pada tumpuan kantilever dengan pengukuran di beberapa titik adalah :

$$EI = \frac{d^2 y}{dx^2} = M(x) = F(l - x)$$

diintegrasikan :

$$1. EI \frac{dy}{dx} = \int_0^x (Fl - Fx) dx = Flx - \frac{Fx^2}{2} + C1 ; \frac{dy}{dx} |_{x=0} = \theta$$

$$x=0 \implies C1=0$$

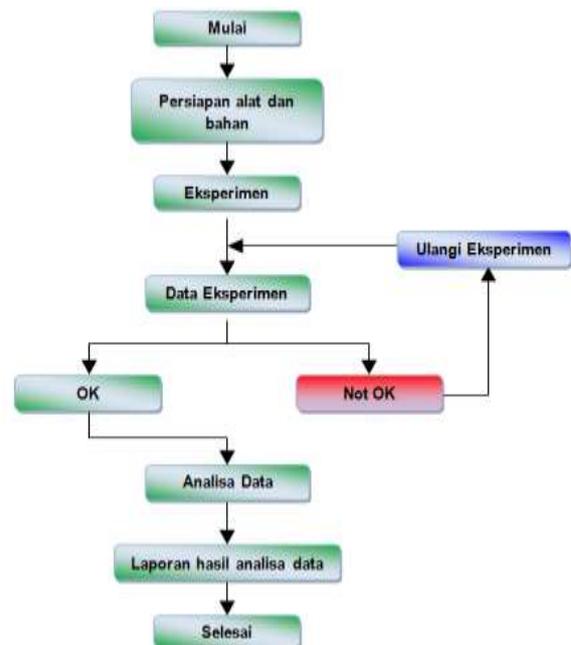
$$2. Ely = \int_0^x Flx - \frac{Fx^2}{2} dx = \frac{Fx^2}{2} - \frac{Fx^3}{6} + C2 ; x=0 \rightarrow y=0 \implies C2=0$$

$$= \frac{Fx^2}{2} - \frac{Fx^3}{6}$$

$$= \frac{Fx^2}{6} (3L - x)$$

**METODOLOGI PENGUJIAN DEFLEKSI**

**Diagram Alir**



Gambar 2 Diagram alir penelitian Tempat Penelitian

Laboratorium Prodi. Teknik Mesin FT-UMSB

**Sumber Data**

Hasil perhitungan secara teoritis dan hasil pengujian spesimen

**DATA DAN ANALISA****Alat dan Bahan**

1. Alat
  - a. Alat uji defleksi horizontal
  - b. Dial indikator
  - c. Jangka sorong
  - d. Beban gantung kapasitas 100 ~ 1000 gr
  - e. Mistar baja
2. Bahan dengan dimensi  $L = 450$  mm ;  $b = 20$  mm ;  $h = 5$  mm.
  - a. Besi SS400
  - b. Aluminium *alloy* 5052



Gambar 3 Gambar alat uji defleksi horizontal dengan tumpuan kantilever

1. Posisikan alat uji defleksi horizontal pada bidang datar.
2. Siapkan spesimen uji yang telah diukur dengan menggunakan jangka sorong sesuai dengan dimensi yang telah ditentukan.
3. Siapkan beban gantung.
4. Pasang spesimen pada tumpuan alat uji serta memastikan spesimen tidak longgar atau keluar jalur saat diberi pembebanan.
5. Posisikan dial indikator pada titik ukur yang dikehendaki.
6. Beri beban secara bertahap sesuai dengan titik pembebanan dan titik pengukuran yang dikehendaki.

Catatan: untuk mendapatkan hasil yang lebih akurat, terlebih dahulu bebaskan spesimen dari pembebanan kurang lebih selama 10 detik jika ingin menambah pembebanan ke tahap selanjutnya. Hal ini bertujuan agar spesimen dapat kembali ke posisi semula setelah diberikan beban.

1. Perhatikan lendutan yang terjadi pada spesimen dan amati angka yang ditunjuk oleh dial indikator.
2. Ulangi langkah di atas dengan variasi pembebanan, tumpuan dan posisi dial indikator untuk menemukan lendutan pada titik lain.

**Analisa Data Hasil Defleksi Teoritis dengan Eksperimen**

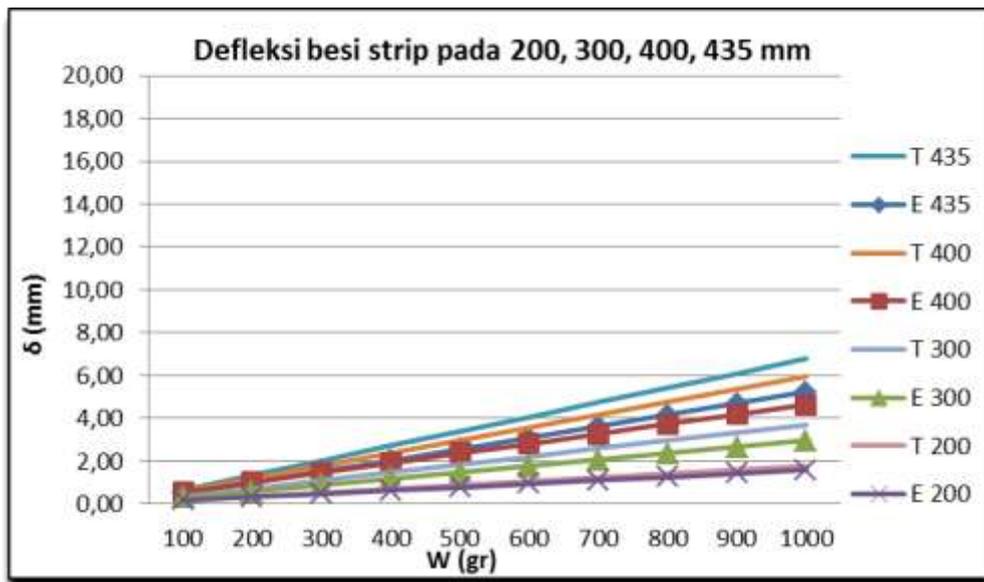
Tabel dan Grafik Perbandingan Defleksi Spesimen

- a. Besi SS400

**Prosedur Pengambilan Data Eksperimen**

Tabel 1

W (gr)	Perbandingan $\delta$ (mm)							
	x1 (200)		x2 (300)		x3 (400)		x4 (435)	
	T	$\Sigma E$	T	$\Sigma E$	T	$\Sigma E$	T	$\Sigma E$
100	0,18	0,18	0,37	0,30	0,60	0,55	0,68	0,48
200	0,36	0,34	0,74	0,59	1,19	1,01	1,36	0,98
300	0,54	0,49	1,11	0,89	1,79	1,48	2,04	1,54
400	0,72	0,64	1,48	1,19	2,39	1,92	2,72	2,04
500	0,90	0,79	1,85	1,48	2,98	2,39	3,40	2,58
600	1,08	0,96	2,22	1,78	3,58	2,83	4,08	3,09
700	1,26	1,11	2,60	2,08	4,18	3,28	4,76	3,63
800	1,44	1,28	2,97	2,38	4,77	3,74	5,44	4,16
900	1,62	1,43	3,34	2,68	5,37	4,20	6,11	4,70
1000	1,81	1,59	3,71	2,98	5,96	4,65	6,79	5,23

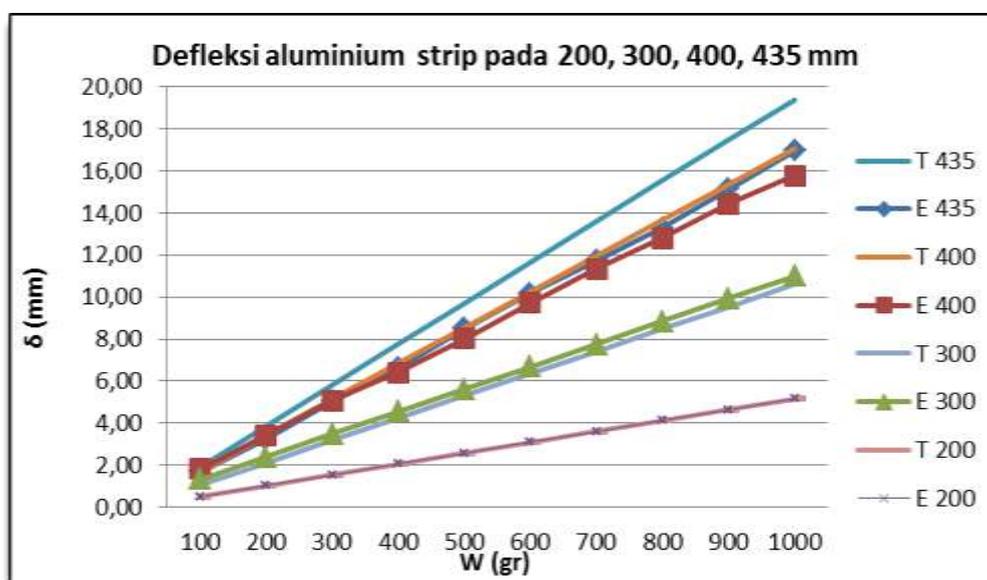


Gambar 4 Grafik perbandingan teoritis dan eksperimen besi

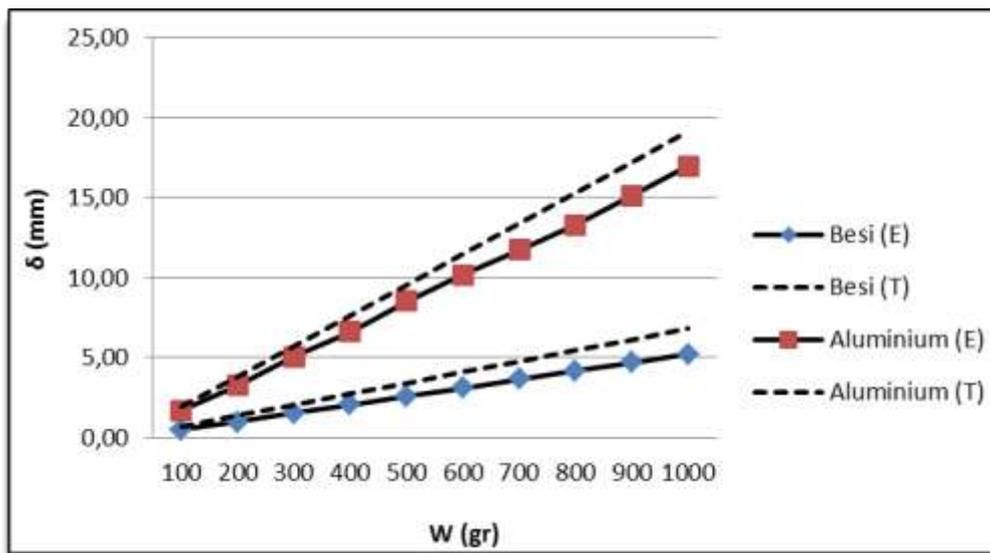
b. Aluminium alloy 5052

Tabel 2

W (gr)	Perbandingan $\delta$ (mm)							
	x1 (200)		x2 (300)		x3 (400)		x4 (435)	
	T	$\Sigma E$	T	$\Sigma E$	T	$\Sigma E$	T	$\Sigma E$
100	0,51	0,64	1,04	1,33	1,68	1,81	1,91	1,70
200	1,02	1,21	2,09	2,40	3,36	3,42	3,83	3,25
300	1,53	1,77	3,13	3,49	5,04	5,06	5,74	5,05
400	2,03	2,34	4,18	4,56	6,72	6,42	7,66	6,62
500	2,54	2,92	5,22	5,61	8,40	8,02	9,57	8,51
600	3,05	3,50	6,27	6,69	10,08	9,72	11,48	10,19
700	3,56	4,06	7,31	7,75	11,76	11,34	13,40	11,73
800	4,07	4,64	8,36	8,83	13,44	12,81	15,31	13,27
900	4,58	5,20	9,40	9,93	15,12	14,44	17,22	15,13
1000	5,08	5,78	10,45	11,00	16,80	15,78	19,14	16,96



Gambar 5. Grafik perbandingan teoritis dan eksperimen aluminium



Gambar 6. Grafik perbandingan spesimen besi dan aluminium pada titik pengukuran 435 mm

Hasil pengujian untuk kurva aluminium berada di atas dengan nilai defleksi 16,96 mm (selisih 2,18 mm dari teoritis) dan kurva besi berada di posisi bawah dengan nilai defleksi 5,23 mm (selisih 1,56 mm dari teoritis)

Analisa dan Pembahasan

- Besi lebih kaku dari Aluminium ( $E_{Fe}=200 > E_{Al}71$  GPa)
- Baik aluminium maupun besi kurva hasil perhitungan di atas kurva percobaan.
- Variasi perbedaan hasil makin membesar dengan bertambahnya harga  $x$  (titik pengukuran)
- Pada aluminium defleksi teoritis di 300 mm dan 200 mm di atas hasil eksperimen,
- Perbedaan defleksi teoritis dan eksperimen membesar untuk beban dan jarak yang membesar.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Popov, E.P. dan terjemahan : Zaenal Astamar (1986). *Mekanika Teknik , Edisi Kedua*. Jakarta : Erlangga
- Pytel, Andrew dan Kiusalaas, Jaan (2010) *Mechanics of Materials. Second Edition*. Stamford-USA : Cengage Learning,
- Surya N. Patnaik, Dale A. Hopkins (2004). *Strength of Materials : A Unified Theory*. Burlington-USA : Elsevier
- Singer, Ferdinand L (1985). *Kekuatan Bahan Terapan*. Edisi Ketiga. Jakarta : Erlangga,
- Timoshenko, S. (1986). *Dasar-dasar Perhitungan Kekuatan Bahan*. Jakarta : Restu Agung

#### PENUTUP

##### Simpulan

- Harga Elastisitas Besi teoritis lebih kecil dari hasil eksperimen.
- Harga Elastisitas Aluminium tidak konstan sepanjang batang, kecil di ujung batang dan besar di pangkal batang
- Harga Elastisitas Bahan dari data spesifikasi bahan sedikit menyimpang dibandingkan dengan hasil eksperimen

##### Saran

Perlu lebih memperhatikan lagi spesimen, kalibrasi alat ukur dan pelaksanaan percobaan.