

ANALISIS TEORITIS DAN EKSPERIMENTAL LENDUTAN BATANG PADA BALOK SEGIEMPAT DENGAN VARIASI TUMPUAN

Mustopa* dan Naharuddin*

Abstract

The aim of this research is to analyze about deflection which is theoretically or experimentally happened to block square by using various foothold. Integration method and of the bending moment diagram method are used in this research. There are some factors which effect the action of deflection such as kind and big load, given-force, strength of materials, and kind of foothold.

Keyword: *To analyze deflection, kind of foothold*

1. Pendahuluan

Seiring dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi yang semakin pesat, kebutuhan manusia semakin kompleks dan semakin beragam, dimana kebutuhannya tersebut tergantung pada era pembangunan yang senantiasa berkembang demi tercapainya masyarakat adil dan makmur. Didorong oleh kebutuhan manusia yang semakin kompleks tersebut dan keinginan untuk memperoleh kemudahan-kemudahan dalam hidupnya, maka manusia senantiasa berfikir untuk terus mengembangkan teknologi yang telah ada guna menemukan teknologi baru yang bermanfaat bagi kehidupan umat manusia.

Sejalan dengan itu bangsa Indonesia telah mampu menerapkan disiplin ilmu keteknikan dalam berbagai bidang teknologi demi menunjang keberhasilan industrialisasi. 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.

Salah satu persoalan yang sangat penting diperhatikan dalam perencanaan-perencanaan tersebut adalah perhitungan defleksi/lendutan pada elemen-elemen ketika mengalami suatu pembebanan. Hal ini sangat penting terutama dari segi kekuatan (strength) dan kekakuan (stiffness), dimana pada batang horizontal yang diberi beban secara lateral akan mengalami defleksi.

Defleksi yang terjadi pada elemen-elemen yang mengalami pembebanan harus pada suatu batas yang diijinkan, karena jika melewati batas yang diijinkan, maka akan terjadi kerusakan pada elemen-elemen tersebut ataupun pada elemen-

elemen lainnya. Misalnya pada poros transmisi, jika defleksi yang terjadi cukup besar, maka akan mengakibatkan amplitudo getaran yang semakin besar hingga terjadi resonansi dan mengakibatkan bunyi serta getaran yang kasar pada sistem transmisi atau bahkan dapat merusak poros itu sendiri, dan dapat menyebabkan keausan yang cepat pada sisi bantalan yang menumpu poros serta kerusakan gigi-gigi dari gear.

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah :

- Menentukan serta mengetahui besarnya defleksi yang terjadi pada suatu batang segi empat dengan variasi tumpuan.
- Membandingkan hasil defleksi secara teoritis dengan eksperimental.

Sedangkan manfaat penelitian adalah diharapkan dapat memberikan gambaran bagi seorang desainer dalam penggunaan material berbentuk segiempat yang sesuai untuk merencanakan suatu konstruksi mesin.

2. Tinjauan Pustaka

Pada semua konstruksi teknik, bagian-bagian pelengkap suatu bangunan haruslah diberi ukuran-ukuran fisik tertentu yang harus diukur dengan tepat agar dapat menahan gaya-gaya yang akan dibebankan kepadanya. Misalnya poros sebuah mesin haruslah mempunyai ukuran yang cukup memadai untuk dapat menahan tekanan dalam, begitu pula bagian dari suatu struktur komposit haruslah cukup tegar untuk tidak melentur melebihi batas yang diizinkan di bawah kondisi pembebanan yang diberikan. Kemampuan untuk menentukan beban maksimum yang dapat diterima oleh suatu konstruksi adalah penting. Dalam aplikasi keteknikan, kebutuhan tersebut haruslah disesuaikan dengan pertimbangan

* Staf Pengajar Jurusan D3 Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Tadulako, Palu

ekonomis dan pertimbangan teknis, seperti kekuatan (strength), kekakuan (stiffness), dan kestabilan (stability).

Pemilihan atau desain suatu batang sangat bergantung pada segi teknik di atas yaitu kekuatan, kekakuan dan kestabilan. Pada kriteria kekuatan, desain beam haruslah cukup kuat untuk menahan gaya geser dan momen lentur, sedangkan pada kriteria kekakuan, desain haruslah cukup kaku untuk menahan defleksi yang terjadi agar batang tidak melendut melebihi batas yang telah diizinkan.

Suatu batang jika mengalami pembebanan lateral, baik itu beban terpusat maupun beban terbagi rata, maka batang tersebut mengalami defleksi. Adapun hal-hal yang dapat mempengaruhi besar kecilnya defleksi adalah :

- a. Besar dan jenis pembebanan.
- b. Jenis tumpuan.
- c. Jenis material.
- d. Kekuatan material.

Salah satu faktor yang sangat menentukan besarnya defleksi pada batang yang dibebani adalah jenis tumpuan yang digunakan.

Adapun jenis - jenis tumpuan yang sering digunakan ada 3 yaitu :

- a. Tumpuan Jepit.
Tumpuan jepitan merupakan tumpuan yang dapat menahan momen dan gaya dalam arah vertikal maupun horizontal.
- b. Tumpuan Engsel.
Tumpuan engsel merupakan tumpuan yang dapat menahan gaya horizontal maupun gaya vertikal yang bekerja padanya.
- c. Tumpuan Rol.
Tumpuan rol merupakan tumpuan yang bisa menahan komponen gaya vertikal yang bekerja padanya.

Metoda-metoda yang dapat digunakan dalam perhitungan lendutan/defleksi pada balok yaitu :

- a. Metoda integrasi
- b. Metoda luas diagram momen
- c. Metoda superposisi
- d. Metoda energi
- e. Metoda konyugat

Metoda integrasi dan metoda diagram momen digunakan untuk menganalisis hasil dalam penelitian ini. Untuk menyelesaikan masalah-masalah perhitungan defleksi, maka diperlukan syarat-syarat batas, antara lain :

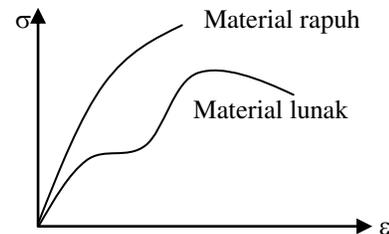
- a. Pada tumpuan jepit defleksi dan slope adalah sama dengan nol.
- b. Pada tumpuan rol dan engsel, defleksi dan momen sama dengan nol.

c. Pada ujung bebas, momen lentur dan gaya geser sama dengan nol.

Besarnya momen lentur dan gaya geser pada sembarang penampang menentukan besarnya tegangan yang bekerja pada potongan tersebut. Penyajian grafis dari gaya lintang dan momen lentur sangat menyederhanakan analisis, perlu diketahui pada harga mana momen lentur mencapai maksimum atau minimum serta pada titik mana gaya lintang berubah tanda.

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. Dalam hal benda elastis sempurna, usaha yang dilakukan oleh gaya-gaya luar selama deformasi sepenuhnya ditransformasikan menjadi energi potensial regangan, sedangkan dalam hal benda elastis parsial sebagian dari usaha yang dilakukan oleh gaya luar selama deformasi diubah ke dalam bentuk panas yang timbul dalam benda tersebut selama berlangsungnya deformasi non elastis.

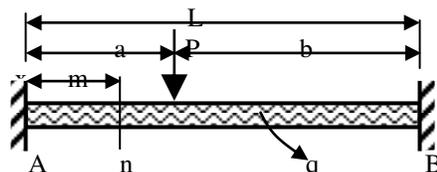
Sifat di atas dapat diamati melalui pengujian tarik, dimana tegangan berbanding lurus dengan regangan yang terjadi sampai pada batas yang disebut batas elastis dimana hukum Hooke masih berlaku, seperti ditunjukkan pada grafik gambar 1.



Gambar 1. Diagram tegangan regangan

Adapun rumus-rumus yang digunakan dalam perhitungan adalah sebagai berikut :

2.1. Batang Jepit Dengan Beban Terpusat P Pada Rentang Batang dan Beban Terbagi Merata Sepanjang Batang.



Gambar 2. Batang jepit dengan beban terpusat P dan beban merata sepanjang batang.

- Nilai momen pada titik A dan B adalah :

$$M_A = -\frac{qL^2}{12} - \frac{P \cdot ab}{3L^2} [2(L+b) - (L+a)] \dots\dots\dots(1)$$

$$M_B = -\frac{qL^2}{12} - \frac{P \cdot ab}{3L^2} [2(L+a) - (L+b)] \dots\dots\dots(3)$$

- Gaya-gaya reaksi pada tumpuan diperoleh :

$$\sum M_B = 0 \Rightarrow R_A = \frac{Pb + M_A - M_B}{L} + \frac{qL}{2} \dots\dots\dots(4)$$

$$\sum M_A = 0 \Rightarrow R_B = \frac{Pa + M_B - M_A}{L} + \frac{qL}{2} \dots\dots\dots(5)$$

- Persamaan defleksi total :

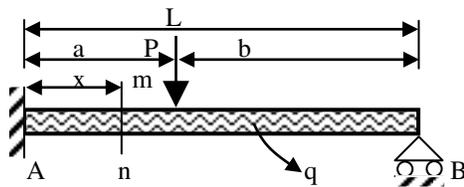
Untuk : $0 \leq x \leq a$

$$y = -\frac{qx}{24EI_z} [2Lx^2 - x^3 - L^3] + \frac{Pb \cdot x}{6LEI_z} (L^2 - b^2 - x^2) - \frac{x(L-x)}{6LEI_z} \{L(2M_A + M_B) - x(M_A - M_B)\} \dots\dots\dots(6)$$

Untuk : $a \leq x \leq L$

$$y = -\frac{qx}{24EI_z} [2Lx^2 - x^3 - L^3] + \frac{Pa \cdot (L-x)}{6LEI_z} \{L^2 - a^2 - (L-x)^2\} - \frac{x(L-x)}{6LEI_z} \{L(2M_A + M_B) - x(M_A - M_B)\} \dots\dots\dots(7)$$

2.2. Batang Kantilever Dengan Tumpuan Rol Pada Ujungnya Dengan Beban Terpusat P Pada Rentang Batang Dan Beban Terbagi Merata Sepanjang Batang.



Gambar 3. Batang kantilever dengan tumpuan rol pada ujungnya dengan beban terpusat P pada rentang batang dan beban terbagi merata sepanjang batang.

- Nilai momen pada titik A dan B adalah :

$$M_A = -\frac{1}{8L^2} \{ qL^4 + 4P \cdot b(L^2 - b^2) \} \dots\dots(8)$$

- Persamaan defleksi total :

Untuk : $0 \leq x \leq a$

$$y = -\frac{qx}{24EI_z} [2Lx^2 - x^3 - L^3] + \frac{Pb \cdot x}{6LEI_z} (L^2 - b^2 - x^2) - \frac{M_A \cdot x}{6LEI_z} \cdot (L-x)(2L-x) \dots\dots\dots(11)$$

Untuk : $a \leq x \leq L$

$$y = -\frac{qx}{24EI_z} [2Lx^2 - x^3 - L^3] + \frac{Pa \cdot (L-x)}{6LEI_z} \{L^2 - a^2 - (L-x)^2\} - \frac{M_A \cdot x}{6LEI_z} \cdot (L-x)(2L-x) \dots\dots\dots(12)$$

- Gaya-gaya reaksi pada tumpuan diperoleh :

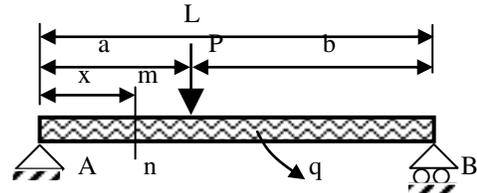
$$\sum M_B = 0 \Rightarrow R_A = \frac{P \cdot a \cdot b}{6L} (L+b) \dots\dots\dots(13)$$

- Gaya-gaya reaksi pada tumpuan diperoleh :

$$\sum M_B = 0 \Rightarrow R_A = \frac{P \cdot b + M_A}{L} + \frac{qL}{2} \dots\dots(9)$$

$$\sum M_A = 0 \Rightarrow R_B = \frac{P \cdot a - M_A}{L} + \frac{qL}{2} \dots\dots(10)$$

2.3. Tumpuan Sederhana Dengan Beban Terpusat P Pada Rentang Batang Dan Beban Terbagi Merata Sepanjang Batang



Gambar 4. Tumpuan sederhana dengan beban terpusat P pada rentang batang dan beban terbagi merata sepanjang batang.

$$\sum M_A = 0 \Rightarrow R_B = \frac{P \cdot a \cdot b}{6L} (L + a) \dots\dots\dots(14)$$

• Persamaan defleksi total :

Untuk : $0 \leq x \leq a$

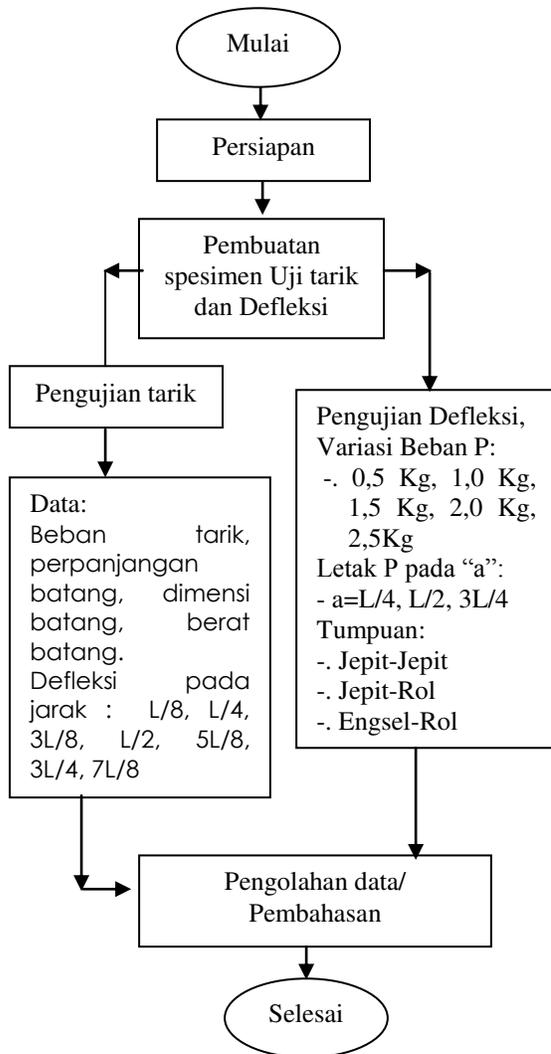
$$y = -\frac{qx}{24 EI_z} [2 \cdot L \cdot x^2 - x^3 - L^3] + \frac{P \cdot b \cdot x}{6L EI_z} (L^2 - b^2 - x^2) \dots\dots\dots(15)$$

Untuk : $a \leq x \leq L$

$$y = -\frac{qx}{24 EI_z} [2 \cdot L \cdot x^2 - x^3 - L^3] + \frac{P \cdot a \cdot (L - x)}{6L EI_z} \{ (L^2 - a^2 - (L - x)^2) \} \dots\dots\dots(16)$$

3. Metode Penelitian

3.1 Diagram alir pelaksanaan penelitian



Gambar. 5. Skema Diagram Alir Pelaksanaan Penelitian

3.2 Prosedur pengujian

3.2.1 Pengujian Tarik

Pengujian tarik dalam penelitian ini dilakukan untuk memperoleh data bahan/material yang digunakan dalam analisis defleksi yaitu modulus elastisitas bahan dan untuk memeriksa jenis material yang digunakan dalam penelitian melalui sifat-sifat mekanis bahan yang diperoleh dari pengujian tarik seperti tegangan proporsional, yield, ultimate dan break.

Prosedur pengujian tarikan :

- a. Penjepitan spesimen tarik pada clamping upper dan clamping down dengan mengatur naik turunnya spindle up dan spindle down.
- b. Mensetnolkan jarum penunjuk beban sebelum mesin dihidupkan.
- c. Mengatur kecepatan spindle pada kecepatan 1 mm/min.
- d. Menjalankan mesin dan pencatatan besar beban tiap kenaikan 0,1 mm hingga material uji patah.
- e. Mengeluarkan material/spesimen yang sudah diuji.
- f. Mengulang prosedur (a sampai e) sebanyak 3 kali untuk masing-masing material.
- g. Pengulangan prosedur (a sampai f) untuk jenis spesimen lainnya.

3.2.2 Pengujian Defleksi.

Dalam pengujian defleksi ini yang diukur adalah besarnya defleksi yang terjadi pada batang yang ditumpu pada berbagai jenis tumpuan.

Prosedur pengujian defleksi :

- A. Tumpuan Jepit-Jepit.
 1. Menjepit batang uji yang panjangnya 800 mm pada kedua ujungnya.
 2. Meletakkan dial gauge pada jarak 10 cm, 20 cm, 30 cm, 40 cm, 50 cm, 60 cm, 70 cm, dengan berpatokan bahwa pada tumpuan, defleksi yang terjadi sama dengan nol, dan menset dial gauge pada posisi nol.

3. Memberikan beban sebesar 500 gram, 1000 gram, 1500 gram, 2000 gram, 2500 gram, pada jarak 20 cm dari tumpuan dan mencatat besarnya defleksi yang terjadi untuk masing-masing beban yang diberikan.
4. Mengulang langkah (c) untuk meletakkan beban P pada jarak 40 cm dan 60 cm.
5. Mengulang langkah (a sampai d) untuk material yang berbeda.

B. Tumpuan Jepit-Rol

1. Batang uji sepanjang 800 mm dijepit pada salah satu ujungnya dan ditumpu dengan tumpuan rol pada ujung lainnya.
2. Mengulang langkah A (b sampai e).

C. Tumpuan Engsel-Rol

1. Batang uji sepanjang 800 mm ditumpu dengan tumpuan engsel pada salah satu ujungnya dan ditumpu dengan tumpuan rol pada ujung lainnya.
2. Mengulang langkah A (b sampai e).

3.3 Bahan dan alat yang digunakan

3.3.1 Pengujian tarik

Bahan yang digunakan dalam pengujian ini merupakan bahan yang akan diuji pada pengujian defleksi, yaitu Baja Karbon St.60, dengan ukuran sebagai berikut : Panjang awal (L_0) = 100 mm dengan diameter awal (D_0) = 8 mm.

Adapun alat yang digunakan adalah seperangkat Mesin Uji tarik.

3.3.2 Pengujian defleksi

- Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah : Baja Karbon ST. 60 dengan bentuk

segiempat dengan ukuran sebagai berikut : Panjang (L) = 800 m, Sisi (h)= 10 mm.

- Seperangkat alat pengujian defleksi yang terdiri dari :
 - a. Dial gauge dengan skala terkecil 0,01 mm untuk mengukur besarnya lendutan/defleksi yang terjadi.
 - b. Mistar sebagai pengukur jarak.
 - c. Tumpuan terdiri dari tumpuan jepit, engsel, dan tumpuan rol untuk menumpu batang uji selama pengujian defleksi.
 - d. Pembebanan dengan berat 500 gram, 1000 gram, 1500 gram, 2000 gram dan 2500 gram.

3.4 Teknik analisis data

Fokus utama dalam analisa data pengujian tarik ini adalah untuk mengetahui besarnya harga modulus elastisitas bahan.

Analisa data yang dilakukan dalam pengujian defleksi ini untuk mengetahui besarnya momen yang terjadi, dan besarnya defleksi pada batang secara teoritis yang diakibatkan oleh beban terbagi rata dan akibat beban terpusat P pada berbagai kondisi tumpuan yang digunakan.

4. Hasil dan Pembahasan

Untuk menganalisa defleksi yang terjadi pada penelitian ini didasarkan pada hasil perhitungan (tabel 1), hasil pengamatan (tabel 2) serta grafik hubungan antara jarak (x) dengan defleksi yang terjadi (y) pada gambar 6, 7, 8, 9 dan 10.

Tabel 1. Hasil Perhitungan Defleksi

Material	: Baja Karbon St. 60
Sisi (h)	: 10 mm = 0,01 m
Panjang batang (L)	: 800 mm = 0,8 m
Berat per satuan panjang (q)	: 0,708 kg/m
Modulus Elastis (E)	: $2,113 \times 10^{10}$ kg/m ² .
Momen inersia	: $8,33 \times 10^{-10}$ m ⁴

a = L/2	Tumpuan Jepit-jepit								
	P (kg)	0	L/8	L/4	3L/8	L/2	5L/8	3L/4	7L/8
0,5	0,0	2,0	6,2	10,2	11,9	10,2	6,2	2,0	0,0
1	0,0	3,2	10,0	16,6	19,4	16,6	10,0	3,2	0,0
1,5	0,0	4,4	13,8	22,9	27,0	22,9	13,8	4,4	0,0
2	0,0	5,6	17,6	29,3	34,6	29,3	17,6	5,6	0,0
2,5	0,0	6,7	21,4	35,7	42,2	35,7	21,4	6,7	0,0

Tabel 1 (lanjutan)

a = L/2		Tumpuan Jepit-Rol							
P (kg)	y (10 ⁻⁵ m)								
	0	L/8	L/4	3L/8	L/2	5L/8	3L/4	7L/8	L
0,5	0,0	3,1	9,9	17,2	21,8	21,8	17,4	9,6	0,0
1	0,0	4,9	15,9	27,6	35,1	34,9	27,6	15,2	0,0
1,5	0,0	6,7	21,8	37,9	48,4	47,9	37,8	20,7	0,0
2	0,0	8,5	27,7	48,3	61,6	61,0	48,0	26,2	0,0
2,5	0,0	10,3	33,6	58,7	74,9	74,0	58,1	31,8	0,0

a = L/2		Tumpuan Engsel-Rol							
P (kg)	y (10 ⁻⁵ m)								
	0	L/8	L/4	3L/8	L/2	5L/8	3L/4	7L/8	L
0,5	0,0	19,5	36,1	47,6	51,8	47,6	36,1	19,5	0,0
1	0,0	30,6	56,9	75,3	82,1	75,3	56,9	30,6	0,0
1,5	0,0	41,7	77,8	103,0	112,4	103,0	77,8	41,7	0,0
2	0,0	52,8	98,6	130,6	142,7	130,6	98,6	52,8	0,0
2,5	0,0	64,0	119,4	158,3	173,0	158,3	119,4	64,0	0,0

Tabel 2. Hasil Pengamatan Defleksi

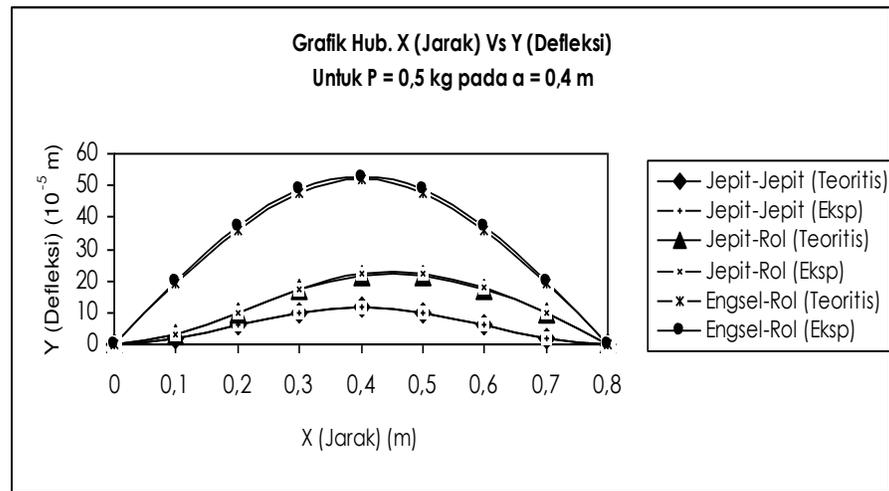
Material : Baja Karbon St. 60
 Sisi (h) : 10 mm = 0,01 m
 Panjang batang (L) : 800 mm = 0,8 m
 Berat per satuan panjang (q) : 0,708 kg/m
 Modulus Elastis (E) : 2,113 x 10¹⁰ kg/m².
 Momen inersia : 8,33 x 10⁻¹⁰ m⁴

a = L/2		Tumpuan Jepit-jepit							
P (kg)	y (10 ⁻⁵ m)								
	0	L/8	L/4	3L/8	L/2	5L/8	3L/4	7L/8	L
0,5	0,0	2,0	6,2	10,2	12,0	10,2	6,2	2,0	0,0
1	0,0	3,2	10,2	16,6	19,6	16,6	10,2	3,2	0,0
1,5	0,0	4,5	13,9	23,3	27,2	23,2	13,8	4,5	0,0
2	0,0	5,6	17,6	29,5	34,9	29,4	17,5	5,6	0,0
2,5	0,0	6,8	21,6	35,9	42,6	35,8	21,5	6,8	0,0

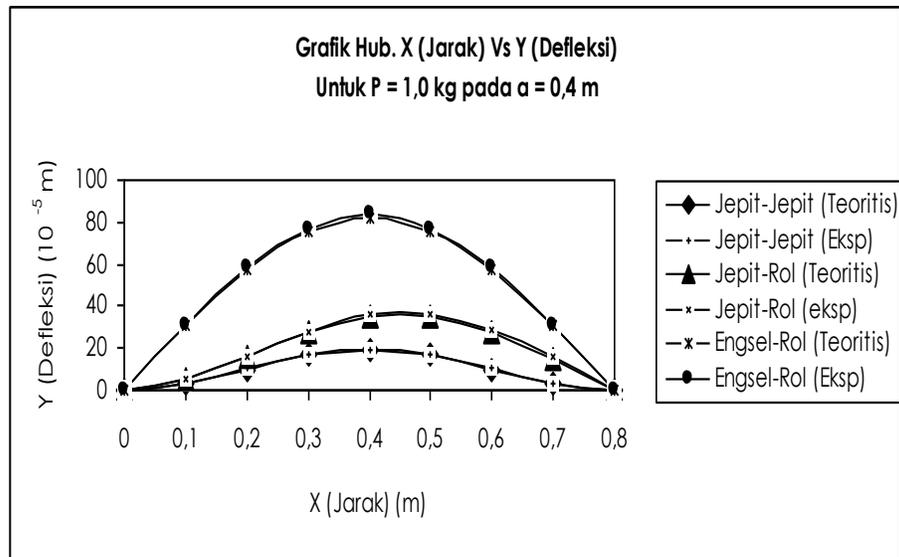
a = L/2		Tumpuan Jepit-Rol							
P (kg)	y (10 ⁻⁵ m)								
	0	L/8	L/4	3L/8	L/2	5L/8	3L/4	7L/8	L
0,5	0,0	3,2	10,2	17,6	22,3	22,5	17,9	9,7	0,0
1	0,0	4,9	16,2	27,9	36,0	35,7	28,2	15,7	0,0
1,5	0,0	6,9	22,3	38,7	49,3	49,0	38,3	21,3	0,0
2	0,0	8,6	28,0	49,3	63,0	62,3	49,3	27,7	0,0
2,5	0,0	10,6	34,3	60,0	76,9	76,0	59,7	32,9	0,0

Tabel 2. (lanjutan)

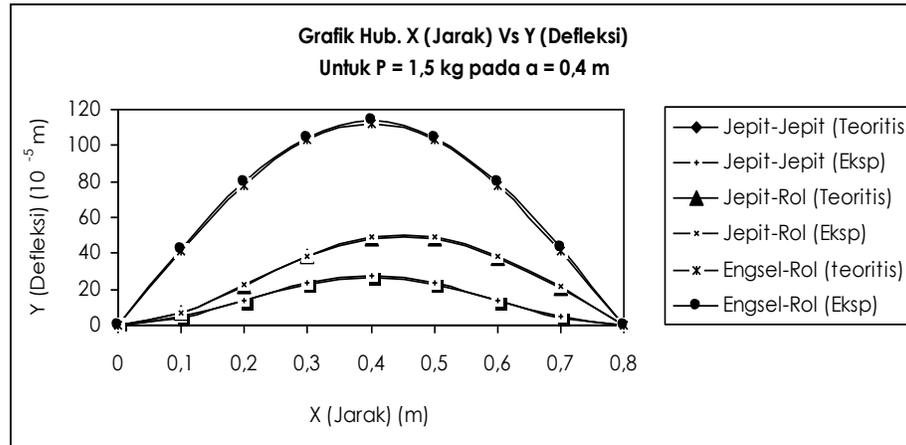
P (kg)	Tumpuan Engsel-Rol								
	y (10^{-5} m)								
a = L/2	0	L/8	L/4	3L/8	L/2	5L/8	3L/4	7L/8	L
0,5	0,0	19,7	37,3	48,7	52,3	48,7	37,3	19,7	0,0
1	0,0	31,3	58,3	76,7	83,7	77,0	58,7	31,3	0,0
1,5	0,0	42,7	79,3	104,0	114,0	104,3	79,7	43,0	0,0
2	0,0	54,3	101,0	132,7	145,7	133,0	101,3	54,3	0,0
2,5	0,0	66,3	122,0	162,7	176,3	162,7	122,3	66,3	0,0



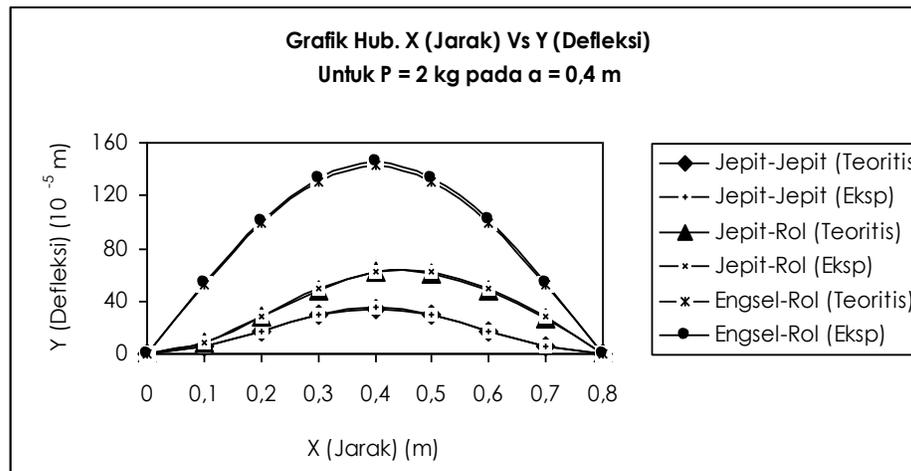
Gambar 6. Grafik hub. jarak vs defleksi untuk P = 0,5 kg pada a = 0,4 m



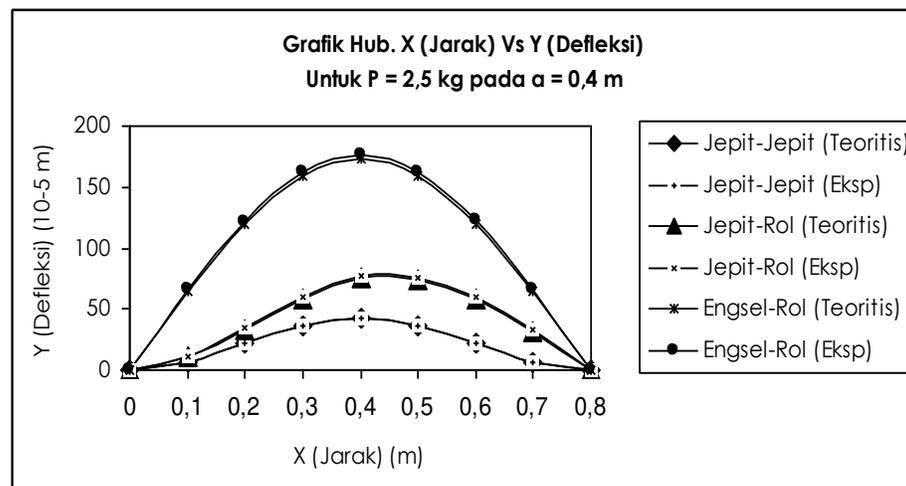
Gambar 7. Grafik hub. jarak vs defleksi untuk P = 1,0 kg pada a = 0,4 m



Gambar 8. Grafik hub. jarak vs defleksi untuk P = 1,5 kg pada a = 0,4 m



Gambar 9. Grafik hub. jarak vs defleksi untuk P = 2,0 kg pada a = 0,4 m



Gambar 10. Grafik hub. jarak vs defleksi untuk P = 2,5 kg pada a = 0,4 m

Dari hasil perhitungan defleksi secara teoritis (tabel 1) dan hasil pengamatan (eksperimen) pada tabel 2 serta dari grafik hubungan antara jarak (x) dengan defleksi yang terjadi diperoleh bahwa besarnya defleksi secara eksperimen yang terjadi pada umumnya lebih besar jika dibandingkan dengan hasil perhitungan secara teoritis.

Hal ini disebabkan oleh karena :

1. Kekakuan material (modulus elastisitas) yang digunakan pada perhitungan secara teoritis. Dimana semakin kaku suatu batang maka akan semakin kuat menahan suatu pembebanan yang pada nantinya menyebabkan defleksi yang dihasilkan semakin kecil.
2. Terjadinya pergeseran material uji pada tumpuan rol dan engsel pada saat pengujian. Kejadian ini timbul oleh karena dengan adanya pembebanan yang diberikan menyebabkan batang mengalami pembengkokan sehingga batang bergeser dari kedudukan semula.
3. Batang uji kurang terjepit secara kaku sempurna yang mengakibatkan momen perlawanan pada jepitan lebih kecil sehingga defleksi yang terjadi menjadi lebih besar.

Dari ketiga jenis tumpuan yang digunakan dalam penelitian ini, tumpuan sederhana (engsel-rol) memberikan defleksi yang lebih besar jika dibandingkan dengan tumpuan jepit-jepit maupun tumpuan jepit-rol. Hal ini disebabkan karena pada tumpuan engsel-rol tidak ada momen perlawanan yang terjadi terhadap aksi gaya akibat pembebanan yang diberikan, baik beban terpusat maupun beban terbagi rata. Kondisi ini tentunya akan menyebabkan terjadinya defleksi yang lebih besar, jika dibandingkan dengan tumpuan jepit-rol, dimana dengan adanya momen perlawanan pada tumpuan jepitan menyebabkan terjadinya pergeseran defleksi ke arah tumpuan rol. Sedangkan pada tumpuan jepit-jepit memberikan defleksi yang paling kecil karena pada kedua tumpuannya terjadi momen perlawanan terhadap aksi gaya.

Pada ketiga jenis tumpuan yang digunakan, kecenderungan defleksi maksimum terjadi pada pertengahan rentang batang.

5. Kesimpulan dan Saran

5.1 Kesimpulan

Dari hasil perhitungan dan analisa data, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Defleksi yang diperoleh secara eksperimen lebih besar jika dibandingkan dengan defleksi teoritis baik pada tumpuan jepit-jepit, tumpuan jepit-rol, maupun pada tumpuan engsel-rol.

2. Defleksi yang terjadi pada tumpuan engsel-rol memberikan nilai yang lebih besar jika dibandingkan dengan hasil yang diperoleh pada tumpuan jepit-rol dan tumpuan jepit-jepit, dengan urutan defleksi mulai yang terbesar sebagai berikut : Tumpuan engsel-rol > tumpuan jepit-rol > tumpuan jepit-jepit.
3. Dari ketiga jenis tumpuan yang digunakan, besarnya defleksi maksimum cenderung terjadi pertengahan batang.

5.2 Saran

Mudah-mudahan penelitian ini dapat menjadi dasar bagi peneliti-peneliti berikutnya yang tentunya akan menganalisis lebih jauh tentang perbandingan hasil yang diperoleh dengan pengamatan dan perhitungan dengan menggunakan material berbentuk balok segiempat dengan variasi tumpuan.

6. Daftar Pustaka

- Beumer, B.J.M. (1980). *Pengetahuan Bahan Teknik*. Bharata Karya Aksara, Jakarta.
- Gere dan Timoshenko. (1987). *Mekanika Bahan*. Erlangga, Jakarta.
- Popov, E.P. (1993). *Mechanics of Materials*. Erlangga, Jakarta.
- Singer, Ferdinand L, Pytel Andrew. (1985). *Kekuatan Bahan*. Erlangga, Jakarta.
- Timoshenko, S. (1986). *Dasar-dasar Perhitungan Kekuatan Bahan*. Restu Agung, Jakarta.