

CENTRALIZED LOAD CANTILEVER BEAM DEFLECTION

DEFLEKSI BALOK KANTILEVER BEBAN TERPUSAT

Alexander Alfian Kimko¹, Musa Bondaris Palung², Disabella Dayera^{1✉},

¹Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Kristen Papua, Kota Sorong, Papua Barat Daya, Indonesia.

²Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Kristen Indonesia Paulus, Kota Makassar, Sulawesi Selatan, Indonesia.

Informasi Artikel

Riwayat Artikel

Diserahkan : 07-02-2024

Direvisi : 10-05-2024

Diterima : 11-07-2024

Kata Kunci:

Defleksi, Elastisitas,
Kekuatan Material,
Alumunium

Keywords :

Deflection, Elasticity,
Material Strength, Aluminum

ABSTRAK

Penelitian ini dilakukan untuk menyelidiki pengaruh beban yang terbagi secara merata terhadap deformasi yang terjadi pada sebuah balok kantiliver dengan melihat nilai slope dan defleksinya pada tiga jenis material yaitu baja tembaga dan alumunium. Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini yaitu metode integral ganda. Adapun hasil penelitian terhadap balok kantilever (baja tembaga dan aluminium) yang diberi beban terpusat yaitu untuk beban yang sama (4 N/m), perputaran sudut material alumanium (0.28°) lebih besar dari perputaran sudut tembaga (0.22°), dan perputaran sudut material baja (0.10°) lebih kecil dari sudut putaran material alumanium dan tembaga. memperlihatkan hubungan slope dan beban yang diberikan bersifat linier. Sedangkan, untuk nilai defleksi pada beban merata (4 N/m), nilai defleksi material Alumunium (1.98) lebih besar dari defleksi atau lendutan material tembaga (1.54), dan defleksi baja lebih kecil (0.69) disebabkan karena elastisitas material Alumunium ($E_{AL} = 70$ GPa) lebih besar dari elastisitas tembaga ($E_{CU} = 90$ GPa) dan elastisitas material baja ($E_{St} = 200$ Gpa) lebih kecil.

ABSTRACT

I conducted this study to investigate the influence of evenly divided loads on deformations that occur in a cantilever beam by looking at the slope and deflection values of three types of materials, namely copper, steel, and aluminum. The research method used in this study is the double integral method. The results of the study on cantilever beams (copper, aluminum, and steel) that were given a centralized load were for the same load (4 N/m): the angular rotation of the aluminum material (0.28°) was larger than the rotation of the copper corner (1.22°), and the angular rotation of the steel material (0.10°) was smaller than the rotational angle of the aluminum and copper materials. This shows the relationship between the slope and the load given is linear. Meanwhile, for the deflection value at an even load (4 N/m), the deflection value of aluminum material (1.98) is greater than the deflection of copper material (1.54), and the smaller deflection of steel (0.69) is because the elasticity of aluminum material (70 GPa) is greater

than the elasticity of copper (90 GPa), and the elasticity of steel material is smaller.

Corresponding Author :

Disabella Dayera

Teknik Mesin, Teknik, Universitas Kristen Papua

Jl. F. Kalasuat, Malanu, Kota Sorong

Email: disabella.dayera@ukip.ac.id

PENDAHULUAN

Seiring dengan perkembangan teknologi dan kebutuhan yang diperlukan dalam kontuksi pekerjaan suatu proyek, segi kualitas yang mutlak harus dipenuhi yaitu dari aspek ekonomi dan kemudahan pekerjaan.

Dengan demikian akan mempermudah para engineer berinovasi, yaitu dengan program-program yang digunakan untuk menghitung maupun menganalisis. Dimana sekarang banyak bangunan yang terbentang tinggi sehingga membutuhkan kontuksi yang sesuai dengan bangunan berdasarkan gaya dan beban yang dipikul.

Pengetahuan tentang karakter dan kekuatan suatu bahan atau material adalah hal yang sangat penting dalam suatu uji kuat bahan. Balok kantilever adalah balok yang satu ujungnya terdapat tumpuan jepit dan ujung lain menggantung bebas. Balok kantilever dapat menahan beban gravitasi dan menerima momen negatif pada keseluruhan panjang balok tersebut. Tulangan balok kantilever ditempatkan pada bagian atas atau sisi tariknya, dari pengaplikasian struktur ini, struktur kantilever harus benar-benar kuat hubungan antara bidang penjepit dan yang dijepit.

Berdasarkan penjelasan di atas, maka penulis akan melakukan penelitian yang bertujuan untuk mengetahui perputaran sudut dan defleksi atau lendutan pada balok kantiever akibat beban terpusat, menggunakan material jenis baja, tembaga dan aluminium dengan ukuran sama yaitu panjang material (L) sebesar 600 mm dan diameter material (D) sebesar 8 mm.(Sutarjo et al., 2019)

Pada konstruksi teknik, misalnya pada sebuah mesin harus mempunyai ukuran yang memadai untuk dapat menahan tekanan yang terjadi dan hampir dipastikan semuanya sangat memerlukan perhitungan-perhitungan yang teliti untuk desain yang dibangun dan saat diaplikasikan benar-benar kuat, aman dan berfungsi dengan baik. Hal-hal tersebut berkaitan dengan gaya-gaya yang menjadi tanggungan dalam melakukan suatu desain konstruksi tersebut. Saat menerima gaya, konstruksi akan mengalami defleksi sesuai dengan gaya yang diterima dan jenis material yang digunakan untuk konstruksi tersebut.(Amaliyyah, 2021)

Dalam aplikasi keteknikan, kebutuhan tersebut haruslah disesuaikan dengan pertimbangan ekonomi dan pertimbangan teknis. Dari segi teknis seperti kekuatan (*strenght*), kekakuan (*stiffiness*) dan kestabilan (*stability*).

Suatu batang jika diberi beban pada batang tersebut akan mengalami defleksi atau lendutan yang mana defleksi dapat terjadi tergantung dari beberapa faktor berikut antara lain (Tri et al., 2020):

1. Besar dan jenis pembebanan
2. Jenis batang (bentuk batang)
3. Kekakuan batang
4. Jenis tumpuan

A. Pengertian Defleksi

Defleksi Merupakan perubahan bentuk pada balok dalam arah y akibat adanya

pembebanan vertikal yang diberikan pada balok atau batang. Deformasi pada balok secara sangat mudah dijelaskan berdasarkan defleksi balok dari posisinya sebelum mengalami pembebanan. Defleksi diukur dari permukaan netral ke posisi netral setelah terjadi deformasi. Konfigurasi yang diasumsikan dengan permukaan netral dikenal sebagai kurva elastic dari balok. (Defleksi et al., n.d.)

Hal-hal yang mempengaruhi terjadinya defleksi yaitu:

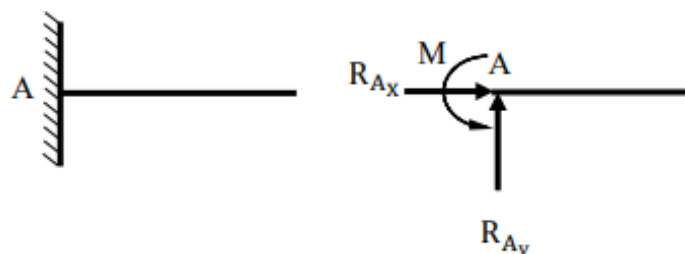
1. Kekakuan Batang
Semakin kaku suatu batang maka lendutan batang akan semakin kecil.
2. Besar kecil gaya yang diberikan
Besar kecilnya gaya yang diberikan pada batang berbanding lurus dengan besarnya defleksi yang terjadi. Dengan kata lain semakin besar beban yang dialami batang maka defleksi yang terjadipun semakin kecil.
3. Jenis tumpuan yang diberikan
Jumlah reaksi dan arah pada tiap jenis tumpuan berbeda-beda. Oleh karena itu besarnya defleksi pada penggunaan tumpuan yang berbeda-beda tidaklah sama. Semakin banyak reaksi yang diberikan dari tumpuan yang melwan gaya dari beban maka defleksi yang terjadi pada tumpuan rol lebih besar dari tumpuan pin atau pasak dan defleksi yang terjadi pada tumpuan pin lebih besar dari tumpuan jepit.
4. Jenis beban yang terjadi pada batang
Beban terdistribusi merata dengan beban titik, keduanya memiliki kurva defleksi yang berbeda-beda. Pada beban terdistribusi merata slope yang terjadi pada bagian batang yang paling dekat lebih besar dari slope titik. Hal ini terjadi karena sepanjang batang mengalami beban sedangkan pada beban titik hanya terjadi pada beban titik tertentu saja. (Varietas & Jagung, 2022)

B. Jenis-Jenis Tumpuan

1. Tumpuan Engsel

Engsel adalah tumpuan yang dapat menerima gaya reaksi *vertikal* dan gaya reaksi *horizontal*. Tumpuan yang berpasak mampu melawan gaya yang bekerja dalam setiap arah dari bidang. Jadi pada umumnya reaksi pada suatu tumpuan seperti ini mempunyai dua komponen yang satu dalam arah *horizontal* dan yang lainnya dalam arah *vertikal*. Tidak seperti pada perbandingan tumpuan rol atau penghubung, maka perbandingan antara komponen-komponen reaksi pada tumpuan yang terpasak tidaklah tetap.

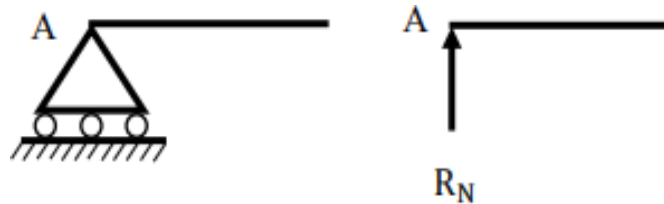
Untuk menentukan kedua komponen ini, dua buah komponen statika harus digunakan lihat gambar 1 dibawah ini:



Gambar 1. Reaksi pada Tumpuan Engsel

2. Tumpuan Rol

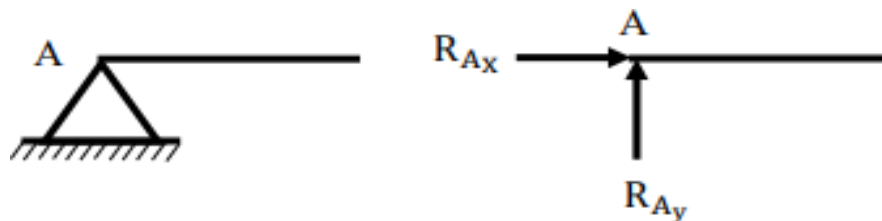
Tumpuan rol merupakan jenis tumpuan yang dapat menerima reaksi *vertikal* saja. Jenis tumpuan ini mampu melawan gaya-gaya dalam satu garis aksi yang spesifik. Pada gambar dibawah ini, dapat kita lihat bahwa penghubung hanya dapat melawan dalam arah AB rol. Dan tumpuan rol-rol hanya dapat melawan suatu tegak lurus pada bidang (Zabala, 2017). (Lihat gambar 2)



Gambar 2. Reaksi Pada Tumpuan Rol

3. Tumpuan jepit

Tumpuan jepit merupakan tumpuan yang dapat menerima gaya reaksi vertical, gaya reaksi horizontal dan momen akibat jepitan dua penampang. Tumpuan jepit ini mampu melawan gaya dalam setiap arah dan juga mampu melawan suatu kopel atau momen. Secara fisik, tumpuan ini diperoleh dengan membangun sebuah balok ke dalam suatu dinding batu bata. Mengecornya ke dalam beton atau mengelas ke dalam bangunan utama (Ahmad Zul Fiqih, 2019). (lihat gambar 3)



Gambar 3. Reaksi Pada Tumpuan Jepit (Basori, Syafrizal, 2015)

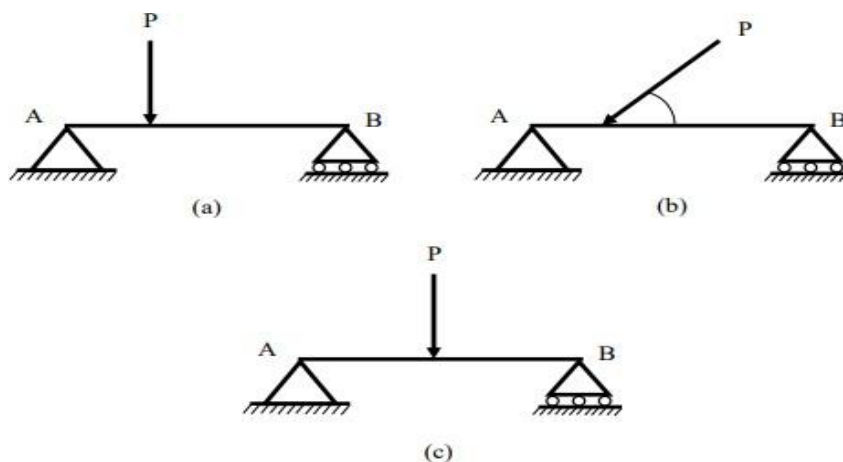
C. Jenis-Jenis pembebanan

Berbagai jenis pembebanan yang diberikan pada sebuah batang merupakan salah satu faktor yang dapat mempengaruhi besarnya suatu defleksi yang terjadi. (Iii & Teori, 2007)

Adapun jenis-jenis pembebanan adalah sebagai berikut:

1. Beban Terpusat

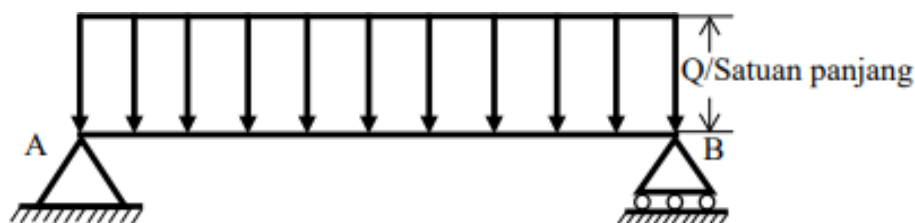
Beban terpusat adalah pembebanan paling sederhana. Pembebanan ini hanya bekerja pada satu titik pegang dengan arah dan besaran tertentu. (Nugroho, 2017) (lihat gambar 4)



Gambar 4. Pembebanan Terpusat (Superposisi, 2016)

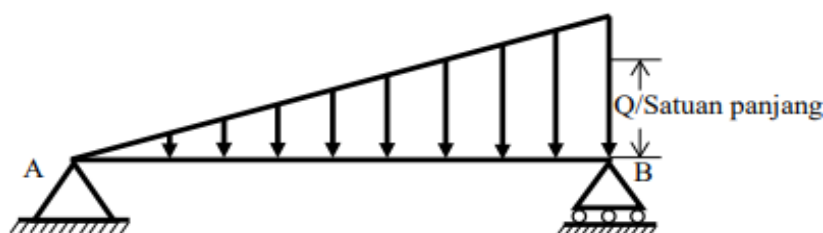
2. Beban Terbagi Merata (*Uniform*)

Beban terbagi merata adalah beban yang terbagi secara merata pada batang, tersebar secara merata baik ke arah memanjang maupun ke arah luas. Dan dinyatakan dalam qm (kg/m atau KN/m). lihat gambar 5 dbawah ini:



Gambar 5. Pembebanan Terbagi Merata(Purboyo et al., n.d.)

3. **Beban Bervariasi Uniform / Tidak Terbagi Merata**
 Disebut beban bervariasi uniform atau beban segitiga karena yang terdapat pada sepanjang batang memiliki besaran yang berbeda.(Amin, 2014) (lihat gambar 6)

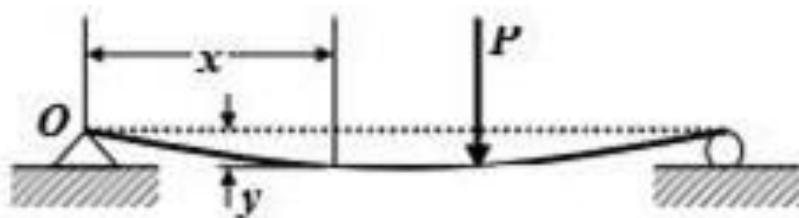


Gambar 6. Pembebanan Bervariasi Segitiga

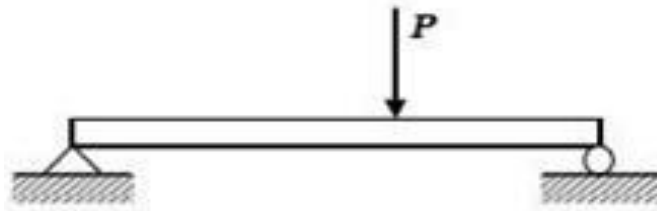
D. Defleksi/Lendutan Pada Balok Dengan Tumpuan Sederhana.

Defleksi/lendutan 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(Wiyono, 2019)

diukur dari permukaan netral awal ke posisi netral setelah terjadi deformasi. Konfigurasi yang diasumsikan dengan deformasi permukaan netral dikenal sebagai kurva elastis dari balok. Gambar.7 memperlihatkan balok pada posisi awal sebelum terjadi deformasi dan Gambar.8 adalah balok dalam konfigurasi terdeformasi yang diasumsikan akibat aksi pembebanan. Penyebab umum lendutan balok adalah bending momen, sehingga perhitungan lendutannya cukup dengan menyelesaikan persamaan diferensial garis elastis(Pala'biran et al., 2019)



Gambar 7. Balok Sebelum Terdeformasi(Ajar & Bahan, n.d.).



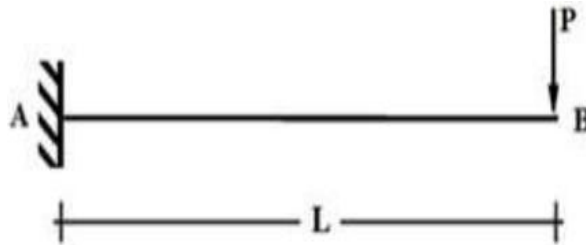
Gambar 8. Balok Dalam Konfigurasi Terdeformasi.(Ahmad Zul Fiqih, 2019)

E. Pengertian Balok Kantilever

Balok kantilever atau balok konsol merupakan satuan konstruksi balok yang hanya ditumpu pada salah satu ujungnya dengan tumpuan jepit, sedangkan ujung yang satunya bebas tanpa tumpuan. karena hanya ada satu tumpuan, maka reaksi juga hanya akan terjadi pada titik tumpu tersebut. (Pengaruh Beban Berulang Terhadap Kantilever Baja, n.d.) Perhitungan gaya yang dalam pada balok kantilever dilakukan menggunakan persamaan-persamaan kesetimbangan sama seperti balok sederhana. Yang perlu di perhatikan pada konstruksi kantilever yaitu (Yusuf et al., 2020):

1. Momen pada ujung bebas selalu bernilai nol (0). Momen maksimum terjadi di ujung tumpuan jepit.
2. Momen yang terjadi berupa momen negatif.

F. Balok Kantilever Dengan Beban Terpusat Di Ujung Bebas



Gambar 9. Balok Kantilever Dengan Beban Terpusat Sebelum Terdeformasi

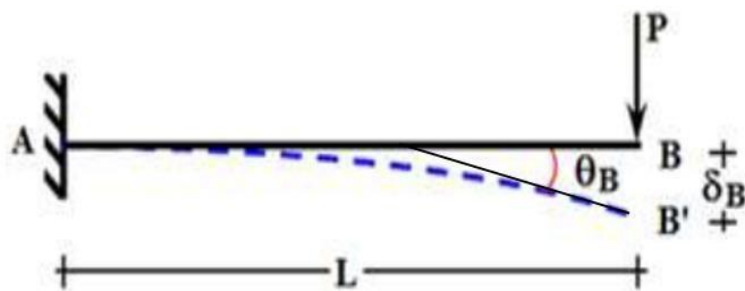
Konstruksi ini digambarkan dengan batang AB yang dijepit pada ujung A dan ujung B bebas (gambar 9). Karena di ujung A berupa tumpuan jepit, maka pada tumpuan A akan memberikan reaksi vertikal ke atas sebesar gaya P sesuai dengan hukum aksi sama dengan reaksi. Jadi, reaksi di A = $R_{AV} =$

P. Dengan demikian, $R_{AV} - P = 0$. Ini sesuai dengan persamaan kesetimbangan yang menyatakan bahwa jumlah gaya vertikal sama dengan nol ($\Sigma F_v = 0$). (Ketut Ngurah Tjerita, 2018)

Kemungkinan lain adalah batang akan melengkung karena adanya momen gaya pada jepitan sebesar P.L. Agar terjadi kesetimbangan dan batang tetap dalam keadaan lurus, maka pada batang harus ada momen reaksi yang besarnya sama dengan momen luar yang terjadi karena pembebanan gaya P. (Varietas & Jagung, 2022)

G. Perputaran Sudut Dan Defleksi/Lendutan Balok Kantilever Dengan Beban Terpusat.

Pada ujung B terdapat beban berarah ke bawah berupa gaya P. Akibat dari gaya P, maka batang AB akan melengkung ke bawah (garis putus-putus) seperti pada gambar 10 sebagai berikut (Mustopa & Naharuddin, 2005).



Gambar 10. Perputaran Sudut Dan Defleksi/Lendutan Balok Kantilever Dengan Beban Terpusat Dalam Konfigurasi Terdeformasi(Tirana, 2022)

Persamaan yang digunakan untuk menghitung :

a. Defleksi / lendutan setiap titik pada balok kantilever(Ii & Pustaka, 2002).

$$y = \frac{P \cdot x^2}{6EI} (3L - x) \dots\dots\dots(1)$$

b. Defleksi / lendutan max pada titik B

$$\delta_B = \frac{P L^3}{3EI} \dots\dots\dots(2)$$

c. Perputaran sudut pada titik B.

$$\theta_B = \frac{P L^2}{2EI} \dots\dots\dots(3)$$

Keterangan :

P = Beban (N)

L = Panjang balok (mm)

E = Elastisitas balok N/m²

I = Inersia penampang balok (m⁴)

METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini yaitu metode integral ganda.

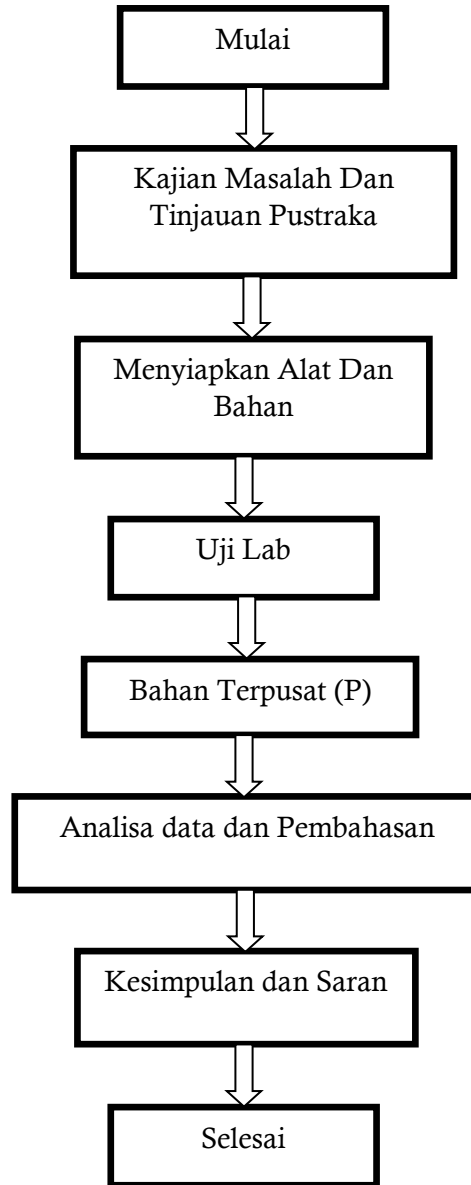
A. Alat dan Bahan

Adapun alat dan bahan yang digunakan dalam pengujian ini yaitu :

1. Timbangan digital untuk menimbang beban.
2. Mistar atau penggaris.
3. Dial Indikator .
4. Kamera.
5. Baut menjepit untuk menjepit pelat ke tiang tumpuan.

B. Prosedur Penelitian

Rangkaian penelitian yang dilalui dibuat dalam bagan alir atau flow chart pada gambar 11 adalah sebagai berikut :



Gambar 11. Bagan Alir Penelitian.

HASIL DAN PEMBAHASAN

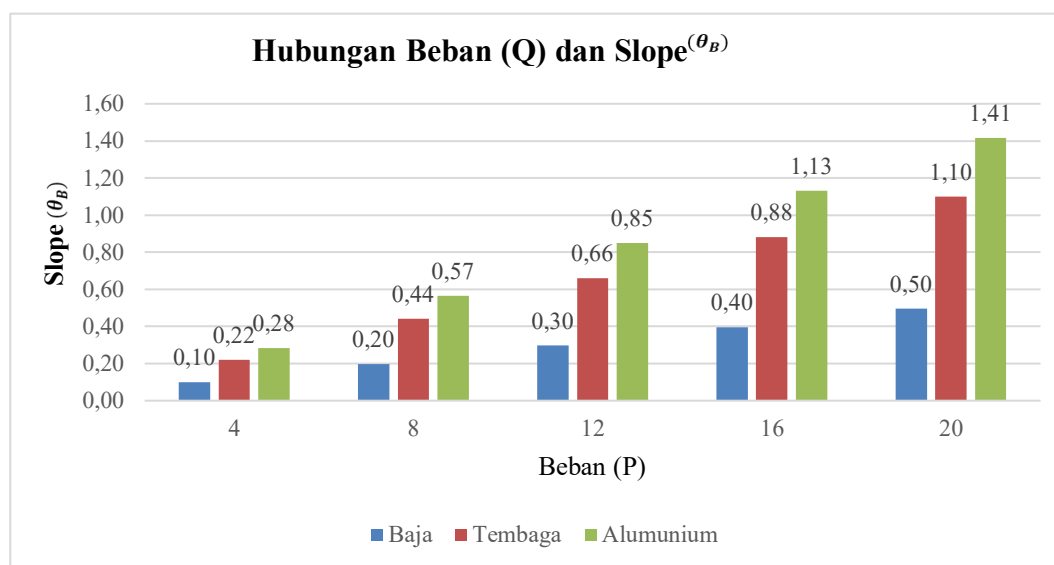
Material balok kantilever yang digunakan dalam penelitian ini yaitu Baja (St), Tembaga (Cu) dan Alumunium (Al), memiliki panjang ($L = 600 \text{ mm}$) dan diameter material ($d = 8 \text{ mm}$). Balok Kantilever tersebut menerima beban secara merata. Berikut hasil perhitungan nilai slope dan defleksi masing-masing jenis material:

H. Perhitungan Slope (θ)

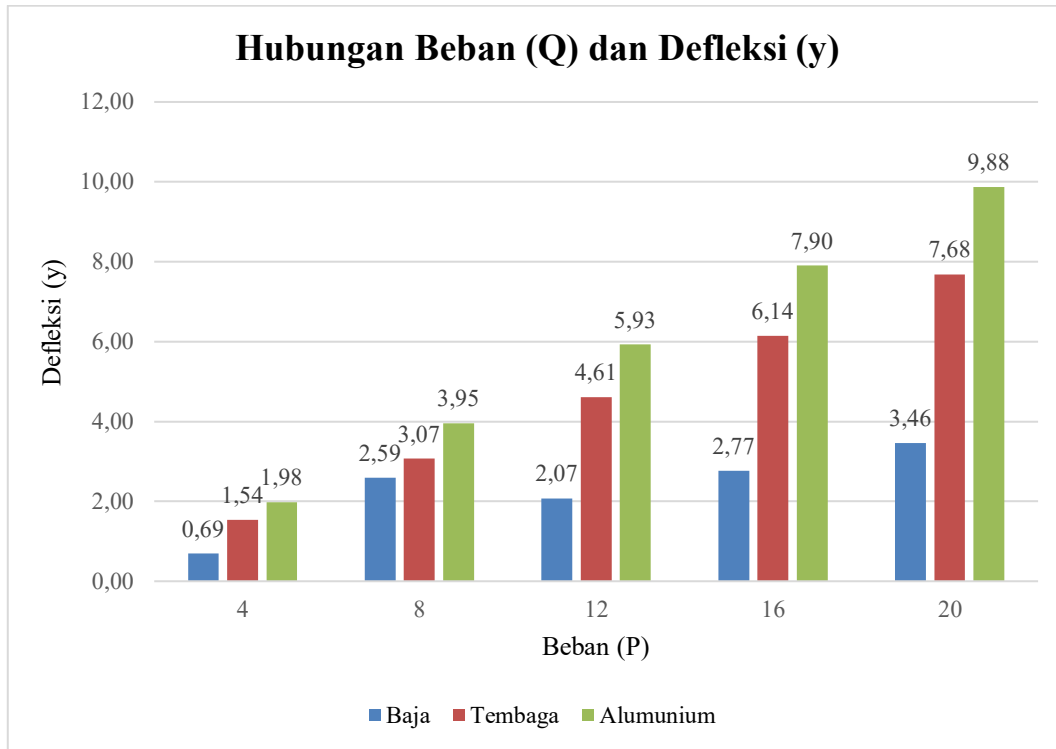
Berikut hasil Perhitungan nilai Slope dan defleksi Material, Baja, Tembaga dan Alumunium yang dapat dilihat pada tabel 1 dibawah ini :

Tabel 1. Data Hasil Perhitungan nilai Slope dan defleksi Material, Baja, Tembaga dan Alumunium

Q (N/m)	I (mm ⁴)	Slope			Defleksi		
		$(\theta_B)_{ST}$	$(\theta_B)_{CU}$	$(\theta_B)_{AL}$	$y_{ST}(mm)$	$y_{CU}(mm)$	$y_{AL}(mm)$
4	2083	0.10	0.22	0.28	0.69	1.54	1.98
8		0.20	0.44	0.57	0.59	3.07	3.95
12		0.30	0.66	0.85	2.07	4.61	5.93
16		0.40	0.88	1.13	2.77	6.14	7.90
20		0.50	1.10	1.41	3.46	7.68	9.88

**Gambar 11.** Grafik Hubungan Beban terhadap Slope

Dengan melihat grafik pada gambar 11 di atas memperlihatkan bahwa beban terbagi rata berpengaruh terhadap perputaran sudut balok kantilever. semakin besar beban yang diberikan maka perputaran sudut yang terjadi semakin besar atau perputaran sudut berbanding lurus terhadap beban yang diberikan. untuk beban yang sama (4 N/m) putran sudut material aluminium (0.28°) lebih besar dari perputaran sudut tembaga (0.22°), dan perputaran sudut material baja (0.10°) lebih kecil dari sudut putaran material Alumunium dan material tembaga. elastisitas material baja ($E_{St}=200$ Gpa) lebih besar dari elastisitas tembaga ($E_{CU} = 90$ Gpa) dan elastisitas material tembaga ($E_{CU} = 90$ Gpa) lebih besar daripada material Alumunium ($E_{AL} = 70$ Gpa).



Gambar 12. Grafik Hubungan Beban terhadap Defleksi

Dengan melihat grafik pada gambar 12 di atas, terlihat bahwa defleksi material baja, tembaga dan aluminium berbanding lurus dengan beban yang diberikan. Semakin besar beban yang diberikan pada material baja, tembaga dan material aluminium. Untuk beban yang sama (4 N/m), defleksi/lendutan material baja (0.69 mm) lebih kecil dari defleksi/lendutan tembaga (1.54 mm), dan lebih kecil dari material aluminium (1,98 mm), karena elastisitas material baja ($E_{St} = 200$ Gpa) lebih besar elastisitas tembaga ($E_{CU} = 90$ Gpa) dan lebih besar dari elastisitas material aluminium ($E_{AL} = 70$ Gpa).

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian terhadap balok kantilever (baja, aluminium dan tembaga) yang di berikan beban terbagi merata maka dapat ditarik suatu kesimpulan sebagai berikut;

1. Beban terbagi rata berpengaruh terhadap perputaran sudut balok kantilever. Semakin besar beban yang diberikan maka perputaran sudut yang terjadi semakin besar atau perputaran sudut berbanding lurus terhadap beban yang diberikan. Untuk beban yang sama (4 N/m), putaran sudut material aluminium (0.28°) lebih besar dari perputaran sudut tembaga (0.22°), dan perputaran sudut material baja (0.10°) lebih kecil dari sudut putaran material Aluminium dan material tembaga. elastisitas material baja ($E_{St} = 200$ Gpa) lebih besar dari elastisitas tembaga ($E_{CU} = 90$ Gpa) dan elastisitas material tembaga ($E_{CU} = 90$ Gpa) lebih besar daripada material Aluminium ($E_{AL} = 70$ Gpa).
2. Beban terbagi rata berpengaruh terhadap defleksi pada balok kantilever dengan material baja, tembaga dan aluminium. Semakin besar beban yang diberikan maka defleksi dihasilkan, semakin besar atau dengan kata lain defleksi/lendutan berbanding lurus terhadap beban yang diberikan. Untuk beban yang sama (4 N/m), defleksi/lendutan material baja (0.69 mm) lebih kecil dari defleksi/lendutan tembaga (1.54 mm), dan defleksi/lendutan tertinggi pada material aluminium (1,98 mm), karena elastisitas material baja ($E_{St} = 200$ Gpa) lebih besar elastisitas tembaga ($E_{CU} = 90$ Gpa)

dan elastisitas material aluminium ($E_{AL} = 70 \text{ Gpa}$).

REFERENSI

- Ahmad Zul Fiqih. (2019). Analisa Lendutan Balok Wide Flange Dengan Metode Analitis Dan Fem Skripsi. *Makassar, 1*, 1–46.
- Ajar, B., & Bahan, M. (n.d.). *Bahan Ajar - Mekanika Bahan - Mulyati, MT*.
- Amaliyyah, R. (2021). Perbandingan Kuat Tekan Beton Menggunakan Pasir Sungai Wampu Sebagai Agregat Halus dengan Variasi Bahan Tambah Sica Fume Pada Perendaman Air Tawar dan Air Laut. *Seminar Nasional Penelitian LPPM UMJ, 1(1)*, 1–10.
- Amin, D. K. (2014). Perhitungan Beban Aksial Kritis Pada Kolom Baja Dalam Sebuah Struktur Portal Baja. *Jurnal Teknik Sipil USU, 3(1)*.
- Basori, Syafrizal, S. (2015). Analisis Defleksi Batang Lenturmenggunakan Tumpuan Jepit Dan Rolpada Material Aluminium 6063 Profil U Dengan Beban Terdistribusi. *Jurnal Konversi Energi Dan Manufaktur Unj, 2(1)*, 50–58. <https://doi.org/10.21009/jkem.2.1.8>
- Defleksi, V. I., Balok, E., Defleksi, D., & Balok, P. (n.d.). *VI. Defleksi Elastis Balok 6.1*. 1–5.
- Ii, B. A. B., & Pustaka, T. (2002). *ANDRI YAMILUS, Fahma riyanti poedji Loekitowati hariani BAB II Tinjauan Pustaka BAB II TINJAUAN PUSTAKA 2.1*. 1–64.
- Iii, B. A. B., & Teori, L. (2007). *Beton 3*. 12–33.
- Ketut Ngurah Tjerita. (2018). Metoda Elemen Hingga. *Makalah*, 2–3.
- Mustopa, & Naharuddin. (2005). Analisa Teoritis dan Eksperimental Lendutan Batang Pada Balok Segiempat Dengan Variasi Tumpuan. *Majalah Ilmiah Mektek, VII(3)*, 158–166.
- Nugroho, R. Y. A. (2017). *Analisis Kuat Lentur Profil C Baja Ringan Sebagai Komponen Rangka Atap*.
- Pala'biran, O. A., Windah, R. S., & Pandaleke, R. (2019). Perhitungan Lendutan Balok Taper Kantilever Dengan Menggunakan SAP2000. *Jurnal Sipil Statik, 7(8)*, 1039–1048.
- Pengaruh Beban Berulang Terhadap Kantilever Baja*. (n.d.).
- Purboyo, A. H., Pekerjaan, K., & Pekerjaan, K. (n.d.). *(CABLE TUNING) PADA JEMBATAN BERUJI KABEL*. 1–19.
- Superposisi, P. (2016). *(E. P. Popov, 1993)*. *24(2)*, 1–5.
- Sutarjo, S. A., Qiram, I., & Rubiono, G. (2019). Pengaruh Jarak Lendutan Pada Pegas Daun (Leaf Spring) Akibat Pembebanan. *V-Mac, 4(2)*, 13–16.
- Tirana, M. (2022). Analisa Tegangan Dan Deformasi Pada Balok Profil Iwf Dengan Balok Profil Kanal Ganda Dan Profil Siku Tersusun. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Teknik [JIMT], 2(5)*.
- Tri, A., Wantoro, D., Qiram, I., & Mukhtar, A. (2020). Pengaruh Beban Tersebar dan Terpusat Terhadap Lendutan (Cantilever) Batang Besi. *Teknik Mesin Universitas PGRI Banyuwangi, 5(2)*, 27–29.
- Varietas, T., & Jagung, T. (2022). *G-Tech : Jurnal Teknologi Terapan. 6(2)*, 100–109.
- Wiyono, D. R. (2019). Analisis Lendutan Seketika dan Lendutan Jangka Panjang. *Jurnal Teknik Sipil, 9(1)*, 20–37. <https://doi.org/10.28932/jts.v9i1.1367>
- Yusuf, N., Hariadi, H., & Tawar, A. S. A. (2020). PERBANDINGAN EKSPERIMEN DEFLEKSI BATANG KANTILEVER BERPROFIL STRIP TERHADAP PERSAMAAN

TEORITIS UNTUK BAHAN Fe DAN Al. *Rang Teknik Journal*, 3(1), 89–93.

Zabala, J. (2017). Permodelan Analisis Pengaruh Tinggi Main Roll Hoop terhadap Tegangan dan Displacement Pada Mobil Formula Student Automotive Engineering. *Manajemen Asuhan Kebidanan Pada Bayi Dengan Caput Succedaneum Di Rsud Syekh Yusuf Gowa Tahun*, 4(1), 9–15.