

## Analisis Defleksi Pada Rangka Alat Pembuat Briket Sampah Organik

Gregorius Agung Pamungkas B<sup>1)</sup>, IGN. Priambadi<sup>2)\*</sup>, AAIAS. Komaladewi<sup>3)</sup>

<sup>1)</sup>Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Udayana  
Kampus Bukit Jimbaran, Bali 80362

Email: [Gregorius.budianto@gmail.com](mailto:Gregorius.budianto@gmail.com)

<sup>2,3)</sup>Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Udayana  
Kampus Bukit Jimbaran, Bali 80362

Email: [priambadi.ngurah@unud.ac.id](mailto:priambadi.ngurah@unud.ac.id), [komaladewijegeg@gmail.com](mailto:komaladewijegeg@gmail.com)

doi: <https://doi.org/10.24843/METTEK.2020.v06.i02.p06>

### Abstrak

Rangka merupakan bagian yang paling penting dari sebuah konstruksi dimana kekuatan rangka sangat ditentukan dari bentuk dan dimensi. Kekuatan rangka pada konstruksi harus memenuhi aspek keamanan serta harus memperhatikan faktor kekuatan rangka itu sendiri. Menghitung kekuatan rangka dari alat pembuat briket sampah organik dilakukan dengan menggunakan cara simulasi untuk mengetahui kekuatan rangka dalam menerima beban. Simulasi yang dilakukan dengan menggunakan *software SolidWorks 19 dengan pembebanan statis*, dan dengan variasi beban 110 kg dan 4500 kg dengan menggunakan material baja tipe ASTM A36. Proses simulasi yang telah dilakukan dengan pembebanan 110 kg nilai tegangan maksimum sebesar 6.66046 N/mm<sup>2</sup> (Mpa), nilai displacement maksimum sebesar 0.0114 mm, nilai *strain* maksimum sebesar 0.0000167973 mm, dan nilai safety factor minimal sebesar 38. Dengan pembebanan 4500 kg nilai tegangan maksimum sebesar 248.26596 N/mm<sup>2</sup> (Mpa), nilai displacement maksimum sebesar 0.4231 mm, nilai *strain* maksimum sebesar 0.0006269075 mm, dan nilai safety factor minimal sebesar 1. Pembebanan 110 kg rangka masih dapat menahan beban dan nilai stress masih jauh dari standar yield strength material ASTM A36 sebesar 250 Mpa. Terdapat perubahan bentuk rangka saat dilakukan pembebanan tetapi masih bersifat elastis, pada pembebanan 4500 kg rangka tidak dapat menahan beban dan nilai stress mendekati standar yield strength material ASTM A36 sebesar 250 Mpa. Hasil simulasi menunjukkan bahwa rangka alat pembuat briket sampah organik dengan beban 110 kg dan dengan material Baja tipe ASTM A36 mampu menahan beban dengan lebih baik. Dibandingkan dengan beban 4500 kg dan dengan material yang sama.

**Kata kunci:** Simulasi, Tegangan, Deformasi, dan Solidworks 2019

### Abstract

The frame is the most important part of a construction where the strength of the frame is very much determined from the shape and dimensions. The strength of the frame in construction must fulfill the safety aspect and pay attention to the strength factor of the frame itself. Calculating the strength of the frame from the organic waste briquette maker is done by using a simulation method to see the strength of the frame in receiving the load. Simulations carried out using solidWorks 19 software with static loading with a load variation of 110kg and 4500 kg using ASTM A36. The simulation process that has been carried out with a load of 110 kg with a maximum stress value of 6.66046 N / mm<sup>2</sup> (Mpa), a maximum displacement value of 0.0114 mm, a maximum strain value of 0.0000167973 mm, and a minimum safety factor value of 38. At the

load of 4500 kg the maximum stress value is 248.26596 N/mm<sup>2</sup> (Mpa), the maximum displacement value is 0.4231 mm, the maximum strain value is 0.0006269075 mm, and the safety factor value is at least 1. A load of 110 kg the frame can still with stand the load and the stress value is still far from the standard yield strength material ASTM A36 of 250 Mpa. There is a change in the shape of the frame when it is charged but still elastic, at the load of 4500 kg the frame cannot with stand the load and the stress value is close to the standard yield strength material ASTM A36 of 250 Mpa. Simulation results showed that the frame of the organic waste briquette making tool with a load of 110 kg and with steel material type ASTM A36 is able to with stand the load better. Compared to a load of 4500 kg and with the same material.

*Keywords: Simulation, Stress, Displacment, Solidworks 2019.*

## 1. PENDAHULUAN

Dalam perencanaan pembuatan alat pembuat briket sampah organik, kekuatan rangka dalam menerima beban sangat berpengaruh pada hasil kinerja dari alat tersebut. Jika berat beban yang diterima rangka melebihi dari kemampuannya maka akan terjadi perubahan bentuk (*Defleksi*). Rangka berfungsi sebagai penyangga komponen, dan penguat struktur, model rangka yang dibuat terlebih dahulu kemudian disimulasikan. Simulasi dilakukan untuk mengetahui tegangan maksimum yang timbul akibat pembebanan statis pada rangka. Simulasi pada pemodelan bertujuan untuk mengetahui defleksi pada rangka alat pembuat briket sampah organik, hasil simulasi menunjukkan apakah hasil rancangan cukup kuat dan aman ketika alat tersebut diaplikasikan.

Dalam simulasi pada pemodelan ada beberapa permasalahan yang akan dikaji, yaitu:

1. Bagaimana kekuatan rangka ketika pembebanan dilakukan?
2. Bagaimana keamanan dari rangka ketika diberikan beban maksimal?

Sebagai batasan pada penelitian ini meliputi:

1. Rangka yang dianalisa dispesifikasikan untuk alat pembuat briket sampah organik
2. Tipe Baja yang digunakan dari material baja ASTM A36 dengan profil U.
3. Analisa dilakukan pada kekuatan maksimal rangka akibat proses pembebanan
4. Penelitian ini berfokus pada simulasi defleksi akibat pembebanan
5. Tidak menghitung beban dengan arah horizontal (sumbu X)
6. Perhitungan hanya pada beban statis

Rancangan konstruksi dari alat pembuat briket sampah organik ini terdiri dari rangkaian batang profil U dengan menggunakan material baja ASTM A36. Rangkaian dari rangka disambung dengan sambungan las sehingga terbentuk rangka yang kaku dan mempunyai kekuatan serta keamanan saat diaplikasikan. Rancangan ini nantinya dibuatkan model untuk disimulasikan dengan memberikan beban statis ke arah gaya gravitasi sehingga dapat diketahui tegangan pada batang serta defleksi yang terjadi. Tegangan yang terjadi akibat pembebanan memberikan pengaruh pada batang sehingga timbul defleksi. Defleksi terjadi jika tegangan terjadi mencapai tegangan mulurnya dan deformasi yang terjadi bersifat permanen, maka itu merupakan beban maksimum yang dapat diterima rancangan dan hal ini menggambarkan keamanan rendah.

Baja karbon merupakan bentukan dari unsur besi dan karbon, yang mana karbon ini sebagai penguat dari besi. Baja karbon banyak digunakan untuk material pada konstruksi baik bangunan atau kerangka untuk mesin. Material pada rancangan alat pembuat briket sampah organik ini menggunakan baja ASTM A36 yang mempunyai spesifikasi sebagai berikut :

Tabel 1. Komposisi Baja ASTM A36

Komposisi (%)	Tebal Pelat (mm)				
	< 20	20 – 40	40 – 65	65 – 100	> 100
Karbon (C), max	0.25	0.25	0.26	0.27	0.29
Mangan (Mn)			0.18 – 1.20	0.08 – 1.20	0.08 – 1.20
Fosfor (P), max	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
Sulfur (S), max	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
Silicon (Si)	0.04 max	0.04 max	0.15 – 0.40	0.15 – 0.40	0.15 – 0.40
Tembaga (Cu), Jika ditentukan	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20

Tabel 2. Standar Uji Tarik Baja ASTM A36

Tegangan Puncak (Ultimate), [Mpa]	400 -500
Tegangan Luluh (Yield), min, [Mpa]	250
Regangan, min, %	23

Tegangan merupakan kemampuan material menerima beban persatuan luas, dalam membuat suatu konstruksi maka langkah awal harus diketahui yaitu tegangan yang terjadi ketika diberikan pembebanan. Berdasarkan perhitungan tegangan yang terjadi pada konstruksi baru dilakukan pemilihan material yang cocok untuk digunakan. Tegangan material yang dipilih setidaknya harus lebih tinggi dari tegangan yang terjadi pada struktur tersebut, tegangan yang dimiliki oleh material yang dipilih ini disebut tegangan ijin. Tegangan ijin ini merupakan batas tegangan yang aman dan mampu diterima oleh konstruksi yang dirancang. Istilah dalam tegangan kerja dan tegangan kerja aman memberikan pengertian yang sama dan keduanya digunakan secara luas [1].

$$\sigma = \frac{P}{A}$$

Dimana :

- $\sigma$  = tegangan yang terjadi (N/m<sup>2</sup>)
- P = beban yang diterima (Newton)
- A = luas tampang (m<sup>2</sup>)

(1)

Defleksi merupakan perubahan bentuk dari konstruksi yang dirancang akibat pembebanan yang diberikan, perubahan yang terjadi bisa bersifat elastis maupun plastis. Sifatnya elastis terjadi maka konstruksi itu bisa kembali pada bentuk semula akan tetapi kalau sifatnya plastis konstruksi tidak kembali pada bentuk semula. Perubahan bentuk pada batang bisa dalam arah vertikal dan horizontal akibat adanya pembebanan yang diberikan pada balok atau batang [2]. Persamaan yang digunakan untuk mengetahui defleksi yang terjadi dapat dihitung persamaan berikut :

$$EI \cdot \frac{d^2y}{dx^2} = -Mx \tag{2}$$

$$I \cdot \frac{dy}{dx} = EI\theta = \int Mdx + C_1 \text{ (Persamaan Kurva Kemiringan) } \tag{3}$$

$$Eiy = \iint Mdx \cdot dx + C_1x + C_2 \text{ (Persamaan Kurva Elastis) } \tag{4}$$

dimana :

x dan y = adalah sistem koordinat

E = modulus elastisitas batang

I = momen inersia penampang batang terhadap sumbu netral.

Mx = momen bending pada jarak x, biasanya merupakan fungsi x.

C1 dan C2 adalah konstanta integrasi sesuai bentuk batang

Regangan merupakan pertambahan panjang akibat beban yang diberikan ke arah aksial dari suatu batang pada konstruksi. Menghitung regangan dapat digunakan persamaan sebagai berikut : [3][4] :

$$\varepsilon = \frac{\delta}{L} \quad (5)$$

dimana :

$\varepsilon$  = Regangan

$\delta$  = Perubahan bentuk aksial total (mm)

L = panjang batang (mm)

Faktor keamanan merupakan angka yang dipakai untuk menentukan keamanan suatu rancangan konstruksi. Tegangan izin merupakan bagian kekuatan batas yang aman digunakan dalam perancangan. Faktor keamanan dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut [1]:

$$SF = \frac{F_u}{F_i} \quad (6)$$

Dimana : SF = faktor keamanan

F<sub>u</sub> = tegangan leleh/ultimit

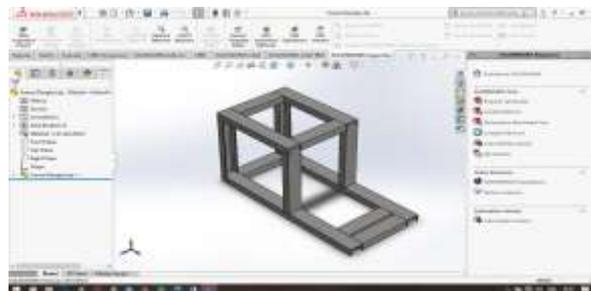
F<sub>i</sub> = tegangan ijin

## 22. METODE

Dalam penelitian ini mempergunakan peralatan sebagai berikut:

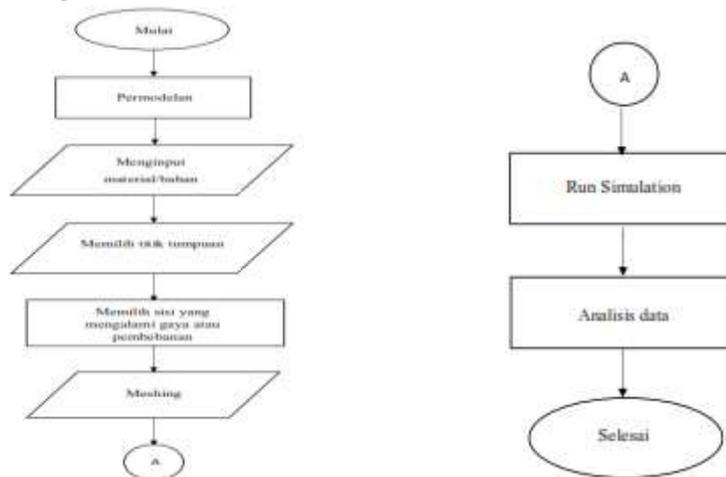
1. Perangkat komputer / Laptop
2. *Software* SolidWorks 19
3. Alat ukur (*micrometer*, meteran dan busur)

Model rangka seperti berikut :



Gambar 1. Model Rangka

### 2.1 Langkah- langkah Proses Simulasi



Gambar 2. Proses Simulasi

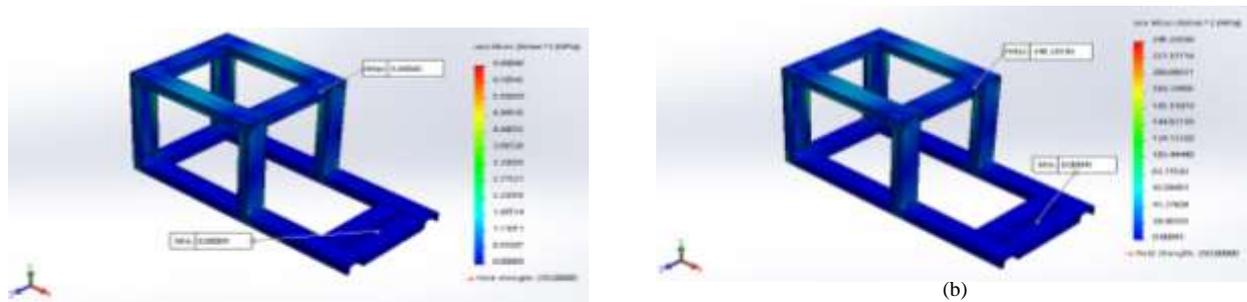
### 2.2 Variasi Beban

Tabel 3. Variasi Beban

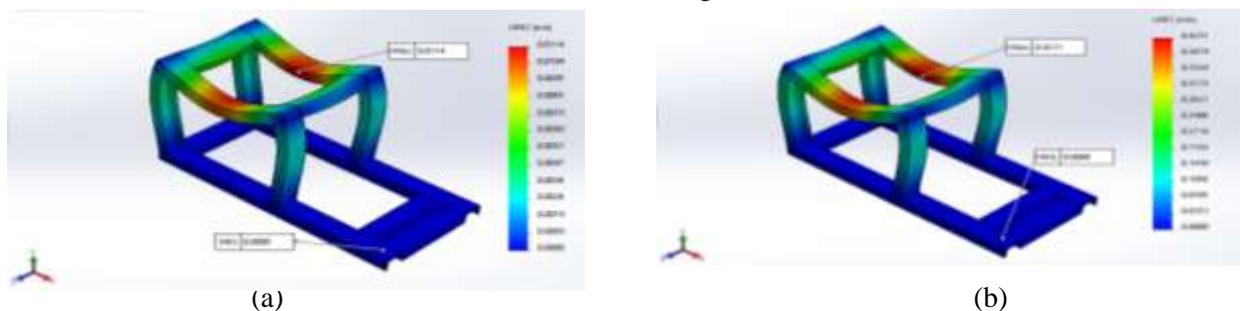
Beban	110 Kg
	4500 Kg

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

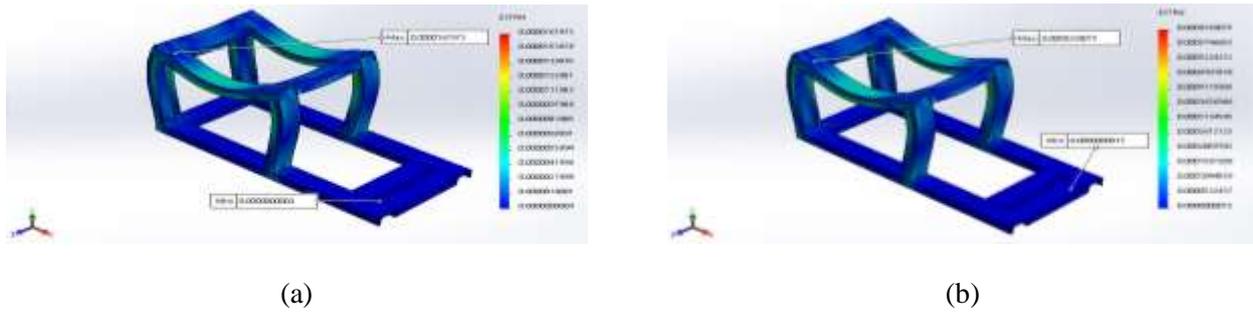
Simulasi yang dilakukan dengan perangkat lunak Solidworks 2019, diperoleh tegangan (Von Mises), perubahan bentuk (Displacement), regangan (Strain), dan faktor keamanan (Safety Factor) dengan 2 variasi beban dan jenis material yang sama ditampilkan pada Gambar



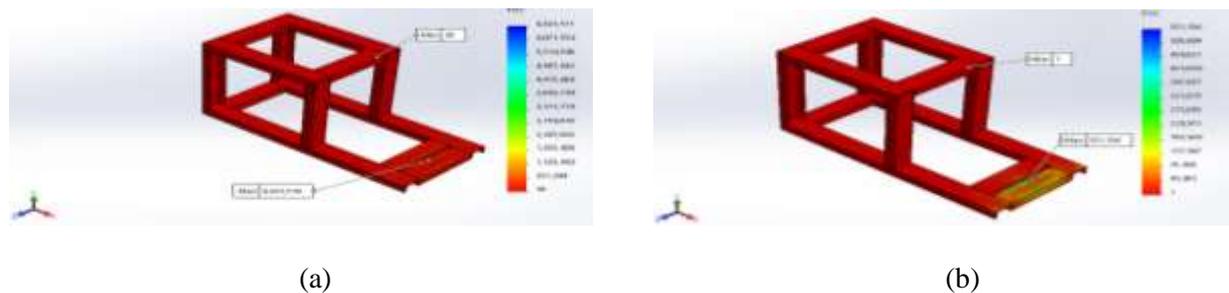
Gambar 3: Hasil simulasi Von Mises Stress dengan material Baja ASTM A36 (a) beban 110 Kg dan (b) beban 4500 Kg



Gambar 4: Hasil simulasi Displacement dengan material Baja ASTM A36(a) beban 110 Kg dan (b) beban 4500 Kg



Gambar 5: Hasil simulasi Strain dengan material Baja ASTM A36(a) beban 110 Kg dan (b) beban 4500 Kg



Gambar 6: Hasil simulasi Safety Factor dengan material Baja ASTM A36(a) beban 110 Kg dan (b) beban 4500 Kg

Berdasarkan tabel hasil simulasi dengan 2 variasi beban yang berbeda yaitu 110 Kg dan 4500 Kg, maka didapat nilai dari Von- mises Stress , Strain , Displacement, dan Safety Factor. adalah sebagai berikut ;

Tabel 4. Hasil simulasi

Hasil Simulasi	Keterangan	Beban	
		110 kgf/cm <sup>2</sup>	4500 kgf/cm <sup>2</sup>
<i>Von mises stress</i>	Minimum	0.00004	0.00045
	Maksimum	6.66046	248.26596
<i>Deformasi</i>	Minimum	0	0
	Maksimum	0.0114	0.4231
<i>Strain</i>	Minimum	0.0000000004	0.0000000015
	Maksimum	0.0000167973	0.0006269075
<i>Safety Factor</i>	Minimum	38	1
	Maksimum	6.623.511	551,786

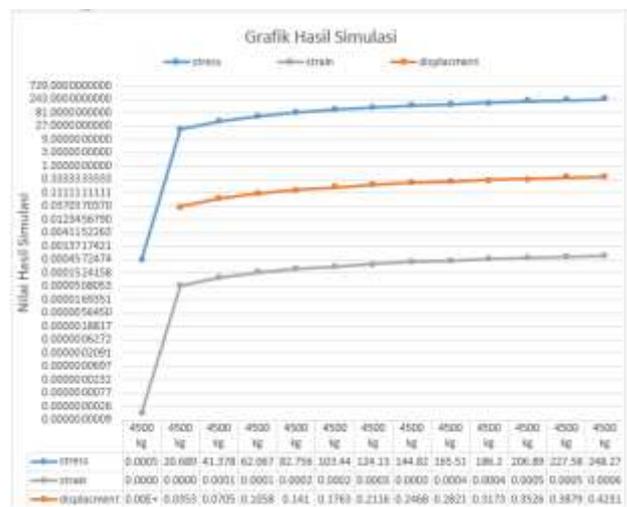
Gambar 3 menunjukkan tegangan yang terjadi pada rancangan yang dibuat cukup aman dimana nilai hasil simulasi dapat dilihat pada Tabel 4. Tegangan-regangan material pada rancangan dengan beban tangensial memberikan efek yang kecil pada suatu material dengan penampang yang berbentuk pipih [5]. Pembebanan yang diterima pada rangka Gambar 4 mengalami perubahan bentuk (*deformasi*) yang signifikan terkait besarnya beban yang diterima, hal ini terjadi karena masing-masing batang terhubung dalam sambungan yang bersifat kaku/*rigid* sehingga masing-masing batang mendapat tegangan tangensial. Kondisi ini dikuatkan dari jurnal terkait yang menyatakan bahwa tegangan tangensial pada batang yang terhubung memberikan perubahan bentuk yang signifikan terhadap beban yang diterima [6]. Faktor keamanan dari material ketika diberikan beban dimana konstruksinya masih aman, sesuai pada Gambar 6 dengan hasil seperti Tabel 4. Faktor keamanan material sangat

dipengaruhi oleh tegangan dan modulus young dari material [7]. Nilai *safety factor* dapat dikatakan aman apabila mempunyai nilai minimal 1,25.

**Grafik hasil simulasi**



Gambar5. Hasil simulasi dengan beban 110 kg



Gambar6. Hasil simulasi dengan beban 4500 kg

**4. SIMPULAN**

Berdasarkan hasil analisa simulasi dari konstruksi rangka alat pembuat briket sampah organik dengan menggunakan perangkat lunak *Solid Works 2019*, didapatkan hasil simulasi terhadap *Von- mises Stress* , *Strain* , *Displacement*, dan *Safety Factor*, Sebagai berikut :

- Nilai Von Mises Stress maksimum yang terjadi saat dilakukan pembebanan 110 Kg sebesar 6.66046 N/mm<sup>2</sup>(Mpa), Nilai *displacement* maksimum yang terjadi saat dilakukan pembebanan 110 Kg sebesar 0.0114 mm, Nilai *Strain* maksimum yang terjadi saat dilakukan pembebanan 110 Kg sebesar 0.0000167973 mm, dan Nilai *Safety Factor* minimal yang terjadi saat dilakukan pembebanan 110 Kg sebesar 38 . Nilai tegangan yang dihasilkan dari pembebanan sebesar 110 Kg masih dibawah batas maksimal kekuatan luluh material (*yield strength*) sebesar 250 Mpa.
- Nilai *Von Mises Stress* maksimum yang terjadi saat dilakukan pembebanan 4500 Kg sebesar 248.26596N/mm<sup>2</sup>(Mpa), nilai *displacement* maksimum yang terjadi saat dilakukan pembebanan 4500 Kg sebesar 0.4231mm. Regangan (*Strain*) maksimum yang terjadi saat dilakukan pembebanan 4500 Kg sebesar 0.0006269075mm, dan nilai *Safety Factor* minimal yang terjadi saat dilakukan pembebanan 4500 Kg sebesar 1. Nilai tegangan maksimum yang dihasilkan dari pembebanan sebesar 4500 Kg yang dilakukan sudah mendekati dari batas maksimal kekuatan luluh material (*yield strength*) rangka itu sendiri yang mempunyai kekuatan luluh 250 Mpa. Pembebanan sebesar 4500 kg pada rangka kurang aman untuk digunakan dan bersifat plastis.

**DAFTAR PUSTAKA**

[1] A. Jensen, H. H. Chenoweth, and D. Sebayang, *Kekuatan Bahan Terapan*. Erlangga, Jakarta, 1989.  
 [2] A. Joko, “Aplikasi Motode Elemen Hingga (MEH) pada Stuktur Rib Bodi Angkutan Publik,” *J. Inkuiri*, vol. 1, no. 2, p. 10–15., 2010.  
 [3] L. D. M. Shigley, J. E., *Perencanaan Teknik Mesin*, 4th ed. Jakarta: Erlangga, 1984.  
 [4] Singer, Ferdinand L, Andrew Pytel, *Kekuatan Bahan*. Jakarta: Erlangga, 1985.

- [5] O. Ndubuaku, X. Liu, M. Martens, J. J. R. Cheng, and S. Adeeb, “The effect of material stress-strain characteristics on the ultimate stress and critical buckling strain of flat plates subjected to uniform axial compression,” *Constr. Build. Mater.*, vol. 182, pp. 346–359, 2018.
- [6] S. Adibnazari and A. Anvari, “Frictional effect on stress and displacement fields in contact region,” *J. Mech. Eng. Res.*, vol. 9, no. 4, pp. 34–45, 2017.
- [7] C. Maraveas, Y. C. Wang, and T. Swailes, “Reliability based determination of material partial safety factors for cast iron beams in jack arched construction exposed to standard and natural fires,” *Fire Saf. J.*, vol. 90, pp. 44–53, 2017.