

## Simulasi Beban Rangka Mesin Pencacah Plastik Menggunakan *Software Autodesk Inventor*

Romansa<sup>1)</sup>, Adhes Gamayel<sup>1,\*</sup>, YKP Saleh<sup>1)</sup>, M Zaenudin<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> Jurusan Teknik Mesin, Universitas Global Jakarta, Depok 16412, Indonesia

---

### Article Info

#### *Sejarah Artikel:*

Dikirim 15 September 2023.

Revisi 20 September 2023.

Diterima 21 September 2023.

---

#### *Kata Kunci:*

Mesin Pencacah Plastik  
Metode Elemen Hingga  
Analisis Tegangan  
Analisis Regangan

---

### ABSTRAK

Di dunia industri kerangka/desain dalam sebuah proyek menjadi sebuah salah satu hal yang wajib ada. Baik model, konsep desain, perhitungan konsep, serta analisis kekuatan rangka menjadi hal yang harus di lengkapi agar mutu yang ada dalam desain tersebut terjamin kerangka mesin menjadi hal yang sangat berperan penting dalam sebuah konsep rancangan pembuatan alat mesin pencacah plastik Karena menjadi tempat beradanya/menempelnya mesin, komponen lainnya. Pada hal ini penulis memberlakukan atau mengambil topik analisis kekuatan rangka, yang terdapat pada rangka tersebut. Sehingga dapat diketahui nilai-nilai kritis dari rangka yang akan dibuat agar mendapatkan acuan untuk operator agar aman untuk digunakan. Pengujian kekuatan analisis rangka ini menggunakan *software* Autodesk Inventor versi *student* selanjutnya melalui simulasi rangka mesin pencacah plastik mesin. Untuk selanjutnya didapatkan tegangan maksimum rangka dari segi perhitungan secara teoritis atau pun pengujian maksimum secara simulasi menggunakan. Sehingga didapatkan nilai tegangan maksimum secara teoritis dan tegangan maksimum secara simulasi. Desain rangka dengan besi *hollow* menunjukkan performa terbaik pada pengujian kekuatan, sehingga disarankan untuk digunakan pada rancang bangun alat pencacah plastik.

---

#### *Penulis korespondensi:*

Adhes Gamayel

Jurusan Teknik Mesin, Universitas Global Jakarta

Email: [adhes@jgu.ac.id](mailto:adhes@jgu.ac.id)

DOI: <https://doi.org/10.56904/imejour.v1i1.5>

---

### 1. PENDAHULUAN

Pemanfaatan sampah plastik untuk didaur ulang sangat penting dalam upaya penanggulangan sampah. Salah satu pendekatan yang telah dikembangkan adalah EDP (Environmentally Degradable Polymeric Materials) [1], yang melibatkan penambahan bahan tertentu ke dalam bahan baku pembuatan plastik untuk mendegradasinya dan memberikan sifat yang memungkinkan plastik terurai [2]. Sampah plastik yang tidak dapat diurai oleh mikroorganisme dalam tanah mengakibatkan penurunan mineral organik dan anorganik dalam tanah [2]. Salah satu cara untuk memanfaatkan sampah plastik adalah dengan metode daur ulang. Tahap pertama dalam proses daur ulang plastik adalah pencacahan, yang melibatkan penggunaan mesin pencacah plastik [3]. Pencacahan adalah langkah penting dalam mengubah plastik bekas menjadi bahan baku sekunder berupa serpihan plastik. Untuk mencapai ini, diperlukan alat atau mesin pencacah plastik yang efisien. Hasil dari proses pencacahan plastik, yaitu serpihan plastik berukuran kecil yang disebut biji 2 plastik (flakes), berguna sebagai bahan baku dalam proses daur ulang plastik. Mesin pencacah plastik memiliki beberapa komponen penting, termasuk rangka mesin, pisau pencacah, saringan cacahan 2 plastik, penutup atas, dan motor penggerak [4-6].

Plastik adalah polimer rantai panjang yang terdiri dari atom yang terikat satu sama lain. Rantai ini membentuk banyak unit molekul berulang atau monomer, dan karena kemampuan adaptasinya, komposisi yang umum, serta beratnya yang ringan, plastik digunakan di hampir seluruh sektor industri. Perkembangan dalam bidang rekayasa material menuntut inovasi dalam menciptakan material berkualitas tinggi yang juga ramah lingkungan. Material yang ideal harus memiliki kekuatan, kekakuan, ketahanan terhadap korosi, dan kemampuan daur ulang. Komposit adalah salah satu pilihan material alternatif yang dapat memenuhi persyaratan tersebut. Sampah plastik memiliki masa lapuk yang panjang, yaitu 50-80 tahun.

Rangka memiliki peran penting dalam mendukung mesin pencacah plastik, termasuk pulley, sabuk V, dan komponen lain yang terpasang padanya. Rangka harus mampu menahan berat mesin pencacah plastik, meredam getaran kuat yang dihasilkan oleh mesin saat beroperasi, dan tetap ringan dan kokoh. Desain struktur rangka mencerminkan keseimbangan antara gaya tarik gravitasi dan kekuatan struktural.

Bentuk lain rangka adalah rangka dengan struktur lipatan. Struktur lipatan adalah hasil dari eksperimen dengan melipat bahan tipis yang diperkuat dengan penguat samping, kemudian diberi beban. Konstruksi cangkang terinspirasi oleh cangkang alami seperti telur, kepiting, dan keong, yang memiliki bentuk melengkung tetapi kokoh. Manusia mengadopsi sifat-sifat ini dalam pembuatan struktur. Konstruksi rangka batang tunggal melibatkan batang-batang yang dihubungkan satu sama lain untuk membentuk struktur yang kuat, sedangkan konstruksi rangka batang ganda melibatkan penggunaan batang-batang yang berbeda tingkat untuk menahan gaya eksternal bersama-sama.

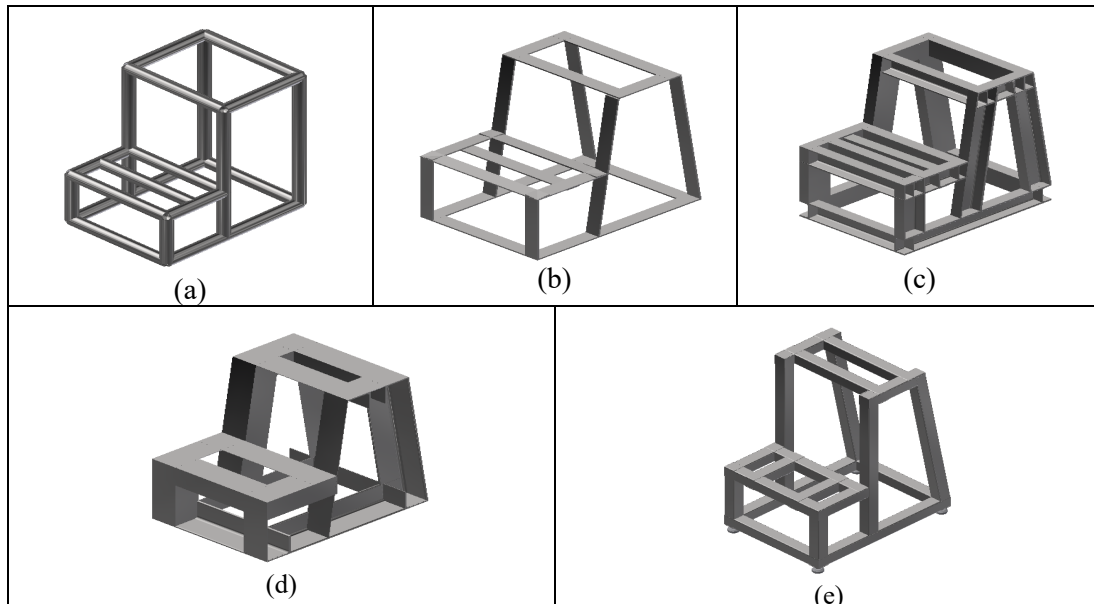
*Strength* adalah kemampuan maksimum suatu benda untuk menahan beban, namun, perlu diperhatikan bahwa definisi ini hanya merujuk pada kekuatan tanpa menjelaskan istilah lain seperti "*power*" [7]. Sebagian besar studi struktur berfokus pada beban statis, yang berarti beban tetap. Gaya adalah kekuatan yang dapat menyebabkan pergerakan pada benda diam dan diatur oleh hukum Newton. Defleksi atau lendutan adalah perubahan bentuk pada balok dalam arah vertikal akibat beban yang diterapkan pada material tersebut. Dalam desain konstruksi mesin, besarnya angka keamanan harus lebih besar dari 1 (satu) [8,9]. Faktor keamanan diberikan agar desain konstruksi dan komponen mesin dengan tujuan agar desain tersebut mempunyai ketahanan terhadap beban yang diterima. Faktor keamanan adalah faktor yang digunakan untuk mengevaluasi keamanan dari suatu bagian mesin. Rumus faktor keamanan secara matematis ditulis:

$$\text{Safety factor} = \frac{\text{Yield point stress}}{\text{Working atau design stress}}$$

Untuk dapat mengetahui *stress analysis* pada sebuah alat atau rangka dapat menggunakan aplikasi Ansys ® ataupun menggunakan Autodesk Inventor ® versi student.

## 2. METODE

Desain rangka mesin pencacah plastik tipe LDPE (*low density polyethylene*) dan PETE (*polyethylene terephthalate*) ini mengacu pada standar yang diberikan dari hasil simulasi dengan kaidah-kaidah desain mekanikal [10,11], mulai dari *displacement*, *von mises stress*, *safety factor*, dan *equivalent strain* dengan bertujuan untuk menghasilkan pemilihan desain serta penggunaan material yang akan diproses untuk rangka untuk menghasilkan rangka maupun penggunaan material yang terbaik. Variasi desain yang dirancang dapat dilihat pada Gambar 1.



**Gambar 1.** Variasi desain rangka mesin pencacah plastic dengan material (a) pipa besi, (b) besi *plat-strip*, (c) besi U (*U-beam*), (d) besi siku, dan (e) besi *hollow*.

Rancangan rangka mesin pencacah plastik ini merupakan rancangan yang mencakup 5 variasi, 1 dari rancangan tersebut merupakan rancangan rangka mesin pencacah plastik yang telah dimodifikasi guna mendapatkan perbandingan kekuatan dari rancangan rangka mesin pencacah plastik tersebut.

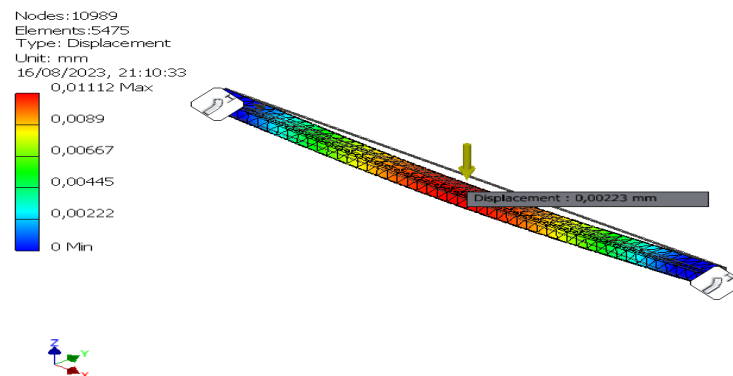
### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Untuk membuat mesin pencacah dapat bekerja, maka dibuatlah sebuah *bill of material* (BOM) yang menjadi acuan perancangan alat nantinya. Detail BOM dapat dilihat pada Tabel 1. Meskipun BOM ini belum diperlukan dalam tahap desain, namun untuk kepentingan kelengkapan BOM ini disertakan. BOM ini juga ditujukan untuk mempermudah dalam penentuan pembebanan, sehingga nantinya didapatkan data berapa pembebanan yang sesuai untuk mesin pencacah plastik, yang diharapkan dapat meningkatkan tingkat akurasi dan presisi dari simulasi yang dihasilkan.

**Tabel 1.** BOM mesin pencacah plastic.

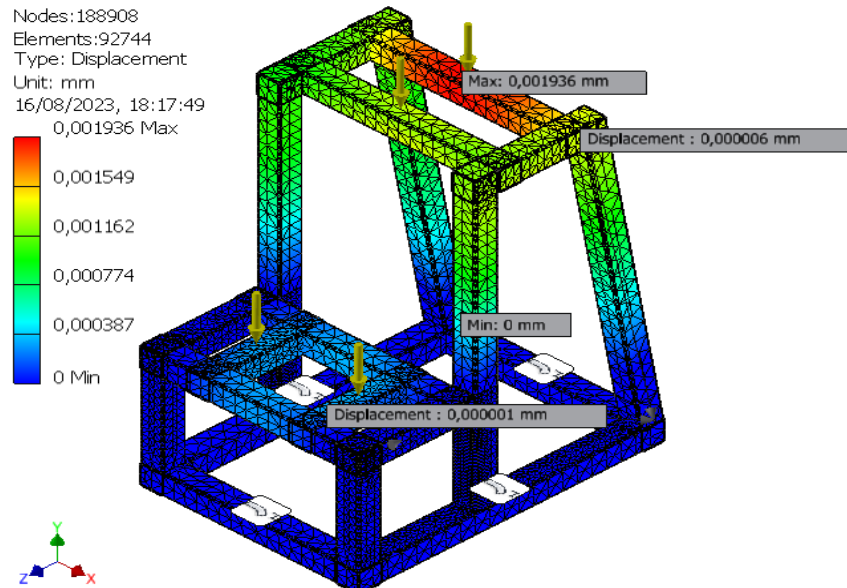
No	Komponen	Jumlah	Massa (kg)
1	Mata pisau	8	1300g=12,749 N
2	Poros	1	1500g = 14,71 N
3	Pemisah	1	3000g = 38,246 N
4	Batang pisau	10	5000g = 49,033N
5	Radial Bearing	2	600g = 5,884 N
6	Motor AC	1	11000g = 107,87 N
7	Pulley	2	1800g = 17,652 N
8	Belt Pulley	1	200g = 1,9613 N
9	On Of Switch	1	100g = 0,98066 N
10	Cover Pulley	1	2100g = 20,594 N
11	Mesh	1	950g = 9,3163 N
12	Shaft Blade	4	4000g = 39,227 N
13	Collar	4	3500g = 34,323 N
14	Housing	10	6500g = 63,743 N
<b>Total massa</b>			<b>416,29 Newton = 42,45 kg</b>

Pada material besi *hollow* dengan panjang 1 meter ini dilakukan simulasi pembebanan sebesar 416,29 N dan didapat hasil Pergeseran sejauh 0,00223 mm ke arah bawah (bergerak vertikal). Detail hasil simulasi dengan *colormap* dapat dilihat pada Gambar 2.



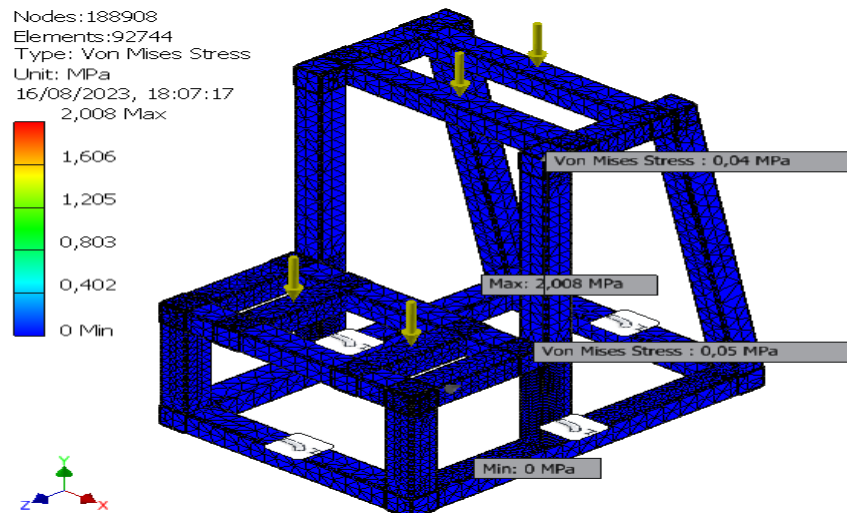
**Gambar 2.** Simulasi *displacement* material besi Hollow.

Pada rangka desain 5 (Gambar 3) material besi *hollow* dilakukan simulasi pembebanan pada beban 1 sebesar 297,63 N dan di dapat hasil pergeseran sejauh 0,000006 mm ke arah bawah (bergerak vertikal). Posisi pembebanan berada pada bagian atas kerangka yang berfungsi sebagai dudukan untuk menahan, mata *blade*, *shaft*, *spacer*, *plate blade*, *radial bearing*, *pulley 1*, *belt pulley*, *on off switch*, *cover pulley*, *mesh*, *shaft blade*, *collar*, *housing*. Simulasi pembebanan pada beban 2 sebesar 116,7 N dan posisi pembebanan berada pada bagian bawah yang berfungsi sebagai dudukan untuk menahan *AC motor*, *pulley 2* dan di dapat hasil sejauh 0,000001 mm.



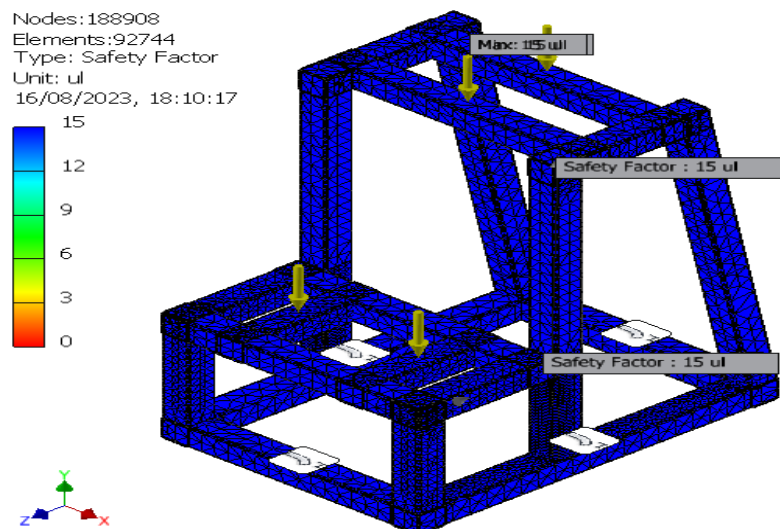
**Gambar 3.** *Displacement* Rangka Desain 5 Material Besi Hollow

Hasil simulasi pembebanan pada rangka desain 5 material besi hollow (Gambar 4) di dapat hasil pembebanan sebesar 0,05 MPa pada titik beban yang dibebankan pada kondisi aktual mesin, von mises stress yang menentukan bahwa pada gambar diatas kerangka dalam kategori aman dari tegangan *von mises stress* yang diberikan pada kerangka desain 5, dengan material hollow.



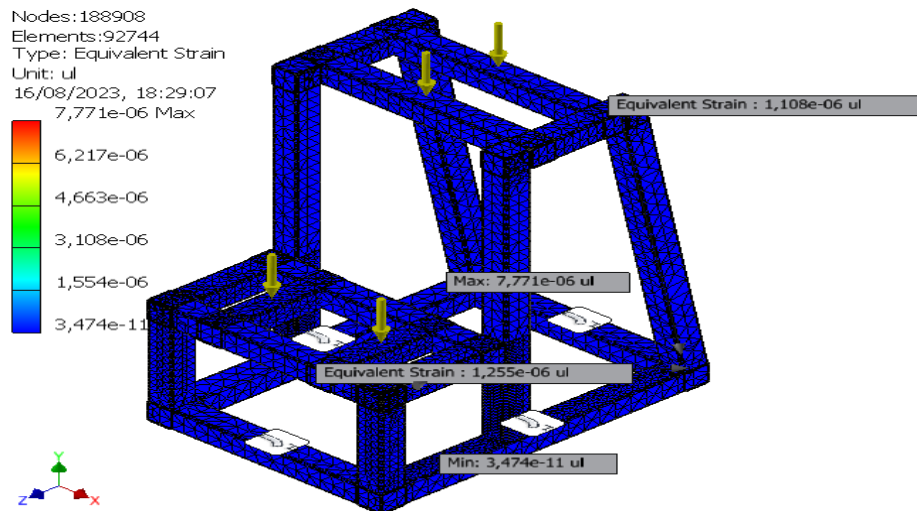
**Gambar 4.** Von Mises Strees Rangka Desain 5 Material Besi Hollow

Hasil simulasi pembebanan pada rangka desain 5 material besi hollow 40x40 mm (Gambar 5) di dapat hasil maksimum pembebanan *safety factor* sebesar 15 pada titik beban yang dibebankan pada kondisi aktual mesin, faktor keamanan adalah faktor yang digunakan untuk mengevaluasi keamanan dari suatu bagian kerangka, makin besar kemungkinan adanya kerusakan pada komponen mesin, maka angka keamanan diambil makin besar.



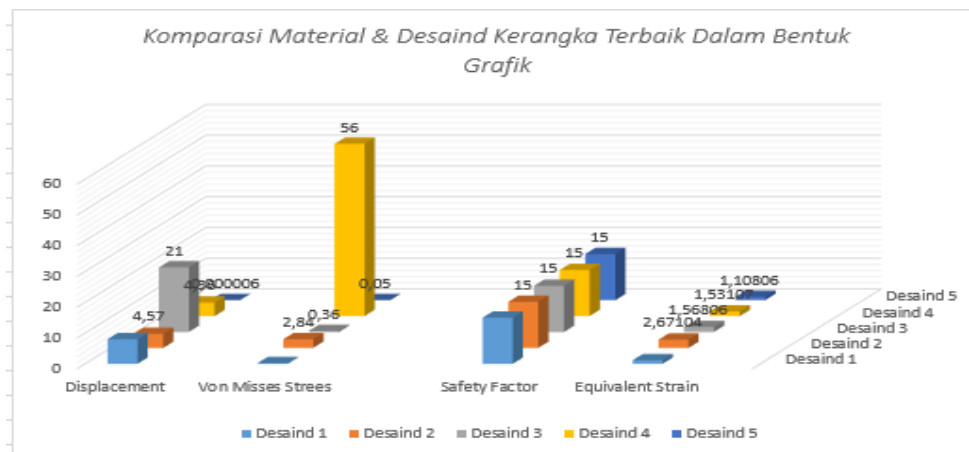
**Gambar 5.** Safety factor rangka desain 5 material besi hollow

Simulasi *Equivalent Strain* yang digunakan untuk simulasi tekanan beban secara menyeluruh pada batang material atau rangka yang akan digunakan pada penempatan komponen komponen mesin, untuk mendapatkan nilai nilai kritis pada saat pembebanan setara atau secara menyeluruh. Simulasi Equalivalent pada kerangka desain 5 material besi hollow didapatkan hasil  $1,108e-06$  (detail dapat dilihat pada Gambar 6).



**Gambar 6.** Equivalent Strain desain 5 material besi hollow.

Setelah menjalankan simulasi di piranti lunak Autodesk Inventor versi *student* didapatkan hasil simulasi dengan kekuatan struktur kerangka terbaik dari rangka mesin pencacah plastik yaitu pada desain “rangka desain 5 dengan material besi hollow” data yang didapat berupa pembebanan pada semua rangka dengan jumlah semua beban sebesar 416,29 Newton = 42,45 kg.



**Gambar 7.** Grafik perbandingan hasil simulasi.

#### 4. KESIMPULAN

Setelah melakukan beberapa tahapan sesuai dengan metode yang telah ditentukan, hasil yang telah diperoleh kemudian disimpulkan sebagai berikut :

- Dari hasil perbandingan di atas dapat terlihat bahwa rangka desain 5 material besi hollow 40x40 mm memiliki perpindahan maksimum yang lebih kecil dibandingkan rangka model lainnya.
- Desain 5 material besi hollow 40x40 mm yang di simulasikan menggunakan *stress analysis* pada Autodesk Inventor ® versi *student* didapat hasil perpindahan maksimum pada beban 1 (*displacement*) sejauh 0,000006 mm dan pada beban 2 (*displacement*) sejauh 0,000001 mm.
- Setelah melakukan komparasi spesifikasi pemilihan kerangka terbaik, berbentuk grafik sebagai landasan untuk metode analisis yang akurat, struktur kerangka terbaik

dari rangka mesin pencacah plastik yaitu pada desain 5 dengan material besi *hollow* 40x40 mm.

### UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terimakasih penulis sampaikan kepada Universitas Global Jakarta atas dukungannya selama menyelesaikan penelitian ini.

### REFERECES

- [1] Van Der Zee, Maarten. "Analytical methods for monitoring biodegradation processes of environmentally degradable polymers." *Handbook of biodegradable polymers: Isolation, synthesis, characterization and applications* (2011): 263-281.
- [2] Jupri, Ahmad, et al. "Pengelolaan limbah sampah plastik dengan menggunakan metode ecobrick di Desa Pesanggrahan." *Prosiding PEPADU 1* (2019): 341-347.
- [3] Purwaningrum, Pramiati. "Upaya mengurangi timbulan sampah plastik di lingkungan." *Indonesian Journal of Urban and Environmental Technology* 8.2 (2016): 141-147.
- [4] Anggraeni, Nuha Desi, and Alfian Ekajati Latief. "Rancang bangun mesin pencacah plastik tipe gunting." *Rekayasa Hijau: Jurnal Teknologi Ramah Lingkungan* 2.2 (2018).
- [5] Syamsiro, Mochamad, Arip Nur Hadiyanto, and Zahrul Mufrodi. "Rancang bangun mesin pencacah plastik sebagai bahan baku mesin pirolisis skala komunal." *J. Mek. Sist. Termal* 1.2 (2016): 43-48.
- [6] Azhari, Chusnul, and Diki Maulana. "perancangan mesin pencacah plastik tipe crusher kapasitas 50 kg/jam." *Jurnal Online Sekolah Tinggi Teknologi Mandala* 13.2 (2018): 7-14.
- [7] Den Hartog, Jacob Pieter. *Advanced strength of materials*. Courier Corporation, 1987.
- [8] Drucker, D. C., H. J. Greenberg, and W. Prager. "The safety factor of an elastic-plastic body in plane strain." (1951): 371-378.
- [9] Soderberg, C. Richard. "Factor of safety and working stress." *Transactions of the American Society of Mechanical Engineers* 52.2 (1930): 13-21.
- [10] Childs, Peter. *Mechanical design engineering handbook*. Butterworth-Heinemann, 2013.
- [11] Ullman, David G. *The mechanical design process*. 2003.