

# PERANCANGAN MESIN PENGHALUS SAMPAH DENGAN MENGGUNAKAN PRINSIP INOVASI FRUGAL DI PONDOK PESANTREN CIPASUNG TASIKMALAYA

Wahyu Teri Aripin<sup>1</sup>, Hilman Mutaqin<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Teknik Industri Sekolah Tinggi Teknologi Cipasung

Jalan Raya Cisinga KM 1 Cilampunghilir Padakembang Tasikmalaya Regency West Java 46466

<sup>1</sup>wahyu@sttcipasung.ac.id

<sup>3</sup>hilmanm672@gmail.com

**Abstract—** Cipasung Islamic Boarding School is one of the Islamic Boarding Schools that still carries out waste disposal activities with an open dumping system. The system causes various losses such as no added value for Islamic boarding schools and environmental pollution at the Final Disposal Site. One solution to the waste problem is to manage it into waste briquettes. After drying and chopping, it is then mashed with a garbage crusher machine. Refining machines sold in the market are quite expensive, therefore, a waste-refining machine is designed with the principle of saving innovation. These innovations create products that are cheaper than existing products. The Design Process Using Machine Design Procedures. Making machine drawings using LibreCAD and Blender software. The price of the machine is calculated using the bill of materials. Machines designed using materials available in the market such as used drums, angle iron, large knives and small power dynamos. Has the same capacity and speed of waste processing as machines sold in the market, and has a lower price.

**Keywords—** Machine Design, Frugal Innovation, Bill of Materials.

**Abstrak—** Pondok Pesantren Cipasung merupakan salah satu Pondok Pesantren yang masih melakukan kegiatan pembuangan sampah dengan sistem *open dumping*. Sistem tersebut menyebabkan berbagai kerugian seperti tidak ada nilai tambah bagi Pondok Pesantren serta pencemaran di lingkungan Tempat Pembuangan Akhir. Salah satu solusi permasalahan sampah adalah dengan melakukan pengelolaan menjadi briket sampah. Setelah sampah dikeringkan dan dicacah selanjutnya dihaluskan dengan mesin penghalus sampah. Mesin penghalus yang dijual di pasaran cukup mahal, oleh karena itu dilakukan perancangan mesin penghalus sampah dengan prinsip inovasi frugal. Inovasi tersebut menciptakan produk yang lebih murah dari produk yang sudah ada. Proses perancangan menggunakan prosedur perancangan mesin. Pembuatan gambar mesin menggunakan perangkat lunak LibreCAD dan Blender. Harga mesin dihitung dengan menggunakan *bill of material*. Mesin yang dirancang menggunakan material yang tersedia di pasaran seperti drum bekas, besi siku, pisau besar dan dinamo berdaya kecil. Memiliki kapasitas dan kecepatan pengolahan sampah yang sama dengan mesin yang dijual di pasaran, serta memiliki harga yang lebih murah.

**Kata kunci—** Perancangan Mesin, Inovasi Frugal, Bill of Material.

## I. PENDAHULUAN

Menurut UU Republik Indonesia nomor 18 tahun 2008 menyimpulkan sampah adalah sisa dari hasil kegiatan manusia atau alam yang berbentuk material padat. Sedangkan penghasil sampah adalah setiap orang atau kegiatan alam yang menghasilkan timbulan sampah. Pengelolaan sampah merupakan kegiatan sistematis, menyeluruh, serta berkesinambungan yang meliputi pengurangan dan penanganan sampah. Pondok Pesantren Cipasung merupakan salah satu Pondok Pesantren yang berada di Desa

Cipakat Kecamatan Singaparna Kabupaten Tasikmalaya. Pada tahun 2021 jumlah penghuni Pondok Pesantren mencapai 3.278 jiwa. Jika rata-rata penduduk Indonesia menghasilkan sampah sebanyak 0,68 kg perhari, maka jumlah sampah yang dihasilkan mencapai 2.229 kg perhari. Selama ini Pondok Pesantren melakukan pengelolaan sampah dengan sistem *open dumping* yaitu sampah dikumpulkan terlebih dahulu di Tempat Penampungan Sementara (TPS) lalu dibuang ke Tempat Penampungan Akhir (TPA) tanpa perlakuan apapun. Sistem tersebut menimbulkan berbagai makan

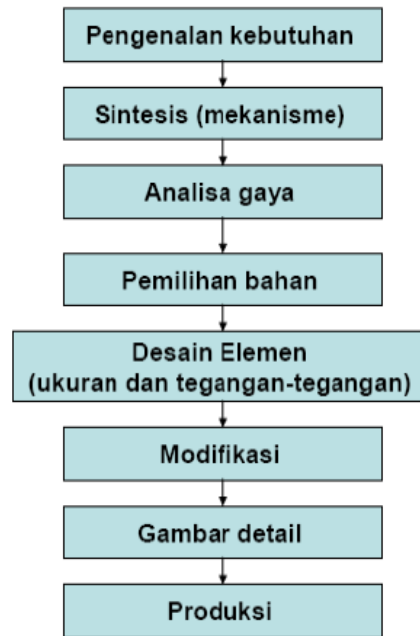
kerugian seperti tidak ada nilai tambah bagi Pondok Pesantren dan pencemaran lingkungan TPA. Kondisi TPA yang berada disamping sungai Cisaruni telah penuh dengan sampah sehingga jika menyebabkan kondisi udara disekitar TPA menjadi kurang sedap serta sampah baru yang dibuang ke TPA akan jatuh ke sungai sehingga akan menyebabkan pencemaran air seperti menghilangnya biota sungai (Sucahyo, 2019) serta penyumbatan aliran sungai yang akan menyebabkan banjir (Utomo, 2014). Salah satu solusi yang dapat dilakukan adalah melakukan pengelolaan sampah dengan cara daur ulang menjadi briket. Sampah yang sudah kering terlebih dahulu dicacah menggunakan mesin pencacah. Mesin tersebut bertujuan untuk mencacah sampah menjadi ukuran yang lebih kecil. Setelah proses pencacahan sampah selesai maka selanjutnya adalah menghaluskan sampah dengan mesin penghalus sampah. Manfaat penghalusan sampah adalah mempermudah proses pencetakan menjadi briket. Untuk mengurangi waktu dan tenaga pada saat proses pengelolaan maka dibutuhkan mesin penghalus sampah. Terdapat toko yang menjual mesin tersebut akan tetapi harganya mahal sekitar Rp. 160 juta dengan kapasitas 300kg/jam. Untuk kapasitas 100kg harga mesin mencapai Rp. 14,5 juta.

Prinsip yang diterapkan dalam perancangan mesin penghalus sampah adalah inovasi frugal. Menurut *the economist* (2010), inovasi frugal merupakan sebuah inovasi untuk mendesain ulang sebuah produk maupun proses dengan mengurangi biaya yang tidak diperlukan. Inovasi ini menghasilkan produk yang menggunakan energi dan bahan mentahnya lebih murah dari pada inovasi tradisional dan juga memiliki dampak positif terhadap lingkungan.

Penelitian ini bertujuan untuk merancang mesin penghalus sampah yang memiliki fungsi dengan baik dengan menggunakan perangkat lunak LibreCAD untuk desain 2 dimensi dan perangkat lunak Blender untuk desain 3 dimensi serta memiliki harga yang murah. Material yang dipilih adalah yang tersedia dipasaran sehingga tidak perlu melakukan costum pada komponen mesin yang dibutuhkan. Pada saat perancangan menggunakan prosedur perancangan mesin.

II. LANDASAN TEORI

Perancangan adalah suatu proses untuk membuat dan mendesain sistem yang baru (Nur dan Suyuti, 2017). Prosedur perancangan mesin merupakan tahapan yang akan dilakukan pada saat merancang suatu mesin . Prosedur perancangan mesin yang umum digunakan adalah sebagai berikut:



Gambar 1. Prosedur Perancangan Mesin

Pada tahap analisis gaya diperlukan rumus kapasitas, kecepatan pisau, dan kebutuhan daya motor.

1. Kapasitas :  
Volume Drum

$$V = \pi r^2 t$$

Dengan :  
V = Volume  
 $\pi = 3,14$   
r = Jari-jari  
t = Tinggi  
Berat

$$\text{Berat} = \rho \cdot V$$

Dengan :  
 $\rho$  = berat jenis  
V = volume  
Kapasitas = Berat.100%

2. Kecepatan Pisau :

$$v = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{60 \cdot 1000}$$

Dengan :  
v = kecepatan (m/s)  
d = Diameter Dudukan Lintas Potong  
n = Kecepatan Motor

3. Daya Motor Listrik  
Besarnya torsi

$$\tau = \frac{2\pi \cdot n_2}{n_1}$$

Dengan :

$T$  = torsi (Nm)

$n_1$  = kecepatan motor

$n_2$  = kecepatan pisau

Daya motor

$$P = \frac{\tau \cdot 2\pi \cdot n_1}{60}$$

Dengan :

$P$  = daya motor (watt)

$\tau$  = Torsi

$n_1$  = kecepatan motor

LibreCAD adalah perangkat lunak komputer berbasis *open source* yang dikembangkan untuk membuat CAD dua dimensi (Wikipedia, 2021). Sedangkan Blender adalah perangkat lunak komputer berbasis *open source* untuk gambar tiga dimensi. Perangkat lunak ini digunakan untuk membuat efek visual, model cetak tiga dimensi, dan film animasi (Wikipedia, 2021).

Inovasi frugal merupakan inovasi sebuah produk atau proses yang lebih murah dari produk yang sudah ada sebagai respon terhadap keterbatasan sumber daya yang tersedia (Zeschky, 2011). Produk inovasi frugal merupakan produk yang lebih murah dengan cara meminimalisir penggunaan material serta sumber daya keuangan selama proses pengembangan, perakitan, penggunaan dan pembuangan (Tiwari dan Herstat, 2012)

*Bill of material* (BOM) merupakan sebuah daftar jumlah material, campuran bahan, dan bahan baku yang diperlukan untuk membuat suatu produk. BOM tidak hanya menspesifikasi produk tapi juga berguna untuk pembebanan biaya dan dapat dipakai sebagai daftar bahan yang harus dikeluarkan untuk karyawan produksi atau perakitan. BOM memperlihatkan daftar material dalam bentuk struktur produk dan dinyatakan dalam level manufaktur (Danil, 2018).

### III. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di Pondok Pesantren Cipasung yaitu menghitung jumlah sampah yang dihasilkan perhari. perhitungan jumlah sampah dilakukan dengan melakukan wawancara bersama pengurus sampah Pondok Pesantren tentang jumlah grobak sampah yang dibawa oleh tim kebersihan menuju TPA perhari serta dengan mengukur ukuran grobak. Sedangkan Pemilihan

mekanisme mesin penghalus sampah dilakukan dengan cara observasi dan wawancara dengan pengelola PT. Teknologi Inovasi Asia, observasi dilakukan dengan cara melihat bentuk mesin sedangkan wawancara dilakukan dengan cara bertanya bagaimana cara kerja mesin penghalus sampah.

### IV. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di Pondok Pesantren Cipasung yaitu menghitung jumlah sampah yang dihasilkan perhari. perhitungan jumlah sampah dilakukan dengan melakukan wawancara bersama pengurus sampah Pondok Pesantren tentang jumlah grobak sampah yang dibawa oleh tim kebersihan menuju TPA perhari serta dengan mengukur ukuran grobak. Sedangkan Pemilihan mekanisme mesin penghalus sampah dilakukan dengan cara observasi dan wawancara dengan pengelola PT. Teknologi Inovasi Asia, observasi dilakukan dengan cara melihat bentuk mesin sedangkan wawancara dilakukan dengan cara bertanya bagaimana cara kerja mesin penghalus sampah.

### V. HASIL PENELITIAN

#### A. Pengenalan Kebutuhan

Pengenalan kebutuhan merupakan pernyataan lengkap dari masalah perancangan, menunjukkan kebutuhan serta usulan dari mesin yang dirancang. Pondok Pesantren Cipasung menghasilkan sampah sebanyak 8 gerobak dengan ukuran gerobak adalah panjang 120 cm, lebar 60 cm, dan tinggi 60 cm, maka volume setiap satu gerobak adalah  $120 \times 60 \times 60 = 432.000 \text{ cm}^3$  atau  $0,432 \text{ m}^3$ . Oleh karena itu total volume sampah yang dihasilkan adalah  $0,432 \times 8 = 3,456 \text{ m}^3$ . Massa jenis sampah adalah  $354 \text{ kg/m}^3$  maka sampah yang dihasilkan sebanyak  $3,456 \times 354 = 1.223 \text{ kg/hari}$ . Setelah proses fermentasi maka berat sampah menyusut sampai 50%, maka sampah yang akan diproses sebanyak  $1.223 \times 50\% = 612 \text{ kg}$ . Jika waktu kerja adalah 8 jam perhari, waktu bersih-bersih dan pengangkutan sampah 1,5 jam maka waktu pengelolaan sampah adalah 6,5 jam. Oleh karena itu dibutuhkan mesin penghalus sampah dengan kapasitas sebesar  $612 / 6,5 = 94 \text{ kg/jam}$ . Pengurus kebersihan Pondok Pesantren menginginkan agar semua sampah dapat diolah, maka akan dirancang mesin penghalus sampah dengan kapasitas

sebesar 100 kg/jam. Penambahan kapasitas mesin dilakukan dengan memperhitungkan penyusutan dari 47%-50%.

**B. Mekanisme**

Pemilihan mekanisme mesin penghalus sampah dilakukan dengan cara observasi dan wawancara dengan pengelola PT. Teknologi Inovasi Asia, observasi dilakukan dengan cara melihat bentuk mesin sedangkan wawancara dilakukan dengan cara bertanya bagaimana cara kerja mesin penghalus sampah. Cara kerja mesin adalah sampah yang telah dicacah akan dimasukkan kedalam tabung, di bawah tabung terdapat bilah pisau yang berputar agar sampah teriris serta ukuran sampah menjadi lebih kecil. Dibawah bilah pisau terdapat filter, ukuran sampah yang lebih kecil dari 5mm akan tersaring dan sampah yang masih besar akan terus teriris hingga ukurannya menjadi lebih kecil dari 5mm.

**C. Analisis Gaya**

Ada 3 elemen yang akan dihitung yaitu kapasitas, kecepatan pisau dan daya motor listrik. Langkah pertama yaitu perhitungan kapasitas.

**1. Kapasitas**

**a. Perhitungan volume tabung**

$$V = \pi r^2 t$$

$$V = 3,14 \times 29^2 \times 120$$

$$V = 316.888 \text{ cm}^3$$

$$V = 0,317 \text{ m}^3$$

**b. Perhitungan berat sampah**  
 Berat jenis adalah 354 kg/m<sup>3</sup>  
 Berat =  $\rho \cdot V$   
 Berat = 354 x 0,317  
 Berat = 112,22 kg

**c. Kapasitas**

Pengisian drum hanya mencapai 90% karena jika diisi 100% sampah yang diproses akan meluap  
 Kapasitas = berat.90%  
 Kapasitas = 112,22 x 90%  
 Kapasitas = 100 kg

**2. Kecepatan Pisau**

$$v = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{60}$$

$$v = \frac{3,14 \times 250 \times 1.410}{60}$$

$$v = \frac{1.106.850}{60.000}$$

$$v = 18,5 \text{ m/s}$$

**3. Daya motor listrik**

Diketahui putaran dinamo BLY-90L2-4 adalah 1.410 rpm, diameter pully dinamo dan pisau sama maka kecepatan  $n_1$  dan  $n_2$  sama.  
 $n_1 = 1.410 \text{ rpm}$  (kecepatan dinamo)

$$n_2 = 1.410 \text{ rpm}$$
 (kecepatan pisau)

**a. Besar Torsi**

$$\tau = \frac{2\pi \cdot n_2}{n_1}$$

$$\tau = \frac{2 \times 3,14 \times 1.410}{1.410}$$

$$\tau = \frac{6,28 \times 1.410}{1.410}$$

$$\tau = \frac{8.854}{1.410}$$

$$\tau = 6,28 \text{ Newton meter (Nm)}$$

**b. Daya Motor**

$$P = \frac{\tau \cdot 2\pi \cdot n_1}{60}$$

$$P = \frac{6,28 \times 6,28 \times 1410}{60}$$

$$P = \frac{55.608}{60}$$

$$P = 926 \text{ w}$$
 atau 0,926 kw atau 1,24 Horse Power (HP)

**D. Pemilihan Material**

Pemilihan material merupakan proses memilih material yang sesuai untuk setiap bagian mesin. Dalam tahap ini menggunakan prinsip inovasi frugal. Ada beberapa pertimbangan dalam pemilihan material yang akan digunakan. Pemilihan material terdapat pada Tabel 1 :

**Tabel 1** PEMILIHAN MATERIAL

| No | Nama Material           | Pertimbangan |            |       |
|----|-------------------------|--------------|------------|-------|
|    |                         | Harga        | Di Pasaran | Kokoh |
| 1  | Besi Siku               | Murah        | Tersedia   | Ya    |
| 2  | Besi Plat               | Murah        | Tersedia   | Ya    |
| 3  | Dinamo BLY-90L2-4       | Murah        | Tersedia   |       |
| 4  | Pulley B2 Poros         | Murah        | Tersedia   | Ya    |
| 5  | Pulley B2 Dinamo        | Murah        | Tersedia   | Ya    |
| 6  | Vanbelt M26             | Murah        | Tersedia   |       |
| 7  | Besi poros              | Murah        | Tersedia   | Ya    |
| 8  | Drum                    | Murah        | Tersedia   |       |
| 9  | Filter                  | Murah        | Tersedia   |       |
| 10 | Pillow bearing UCFL 206 | Murah        | Tersedia   | Ya    |
| 11 | Baut                    | Murah        | Tersedia   |       |
| 12 | Mur                     | Murah        | Tersedia   |       |
| 13 | Ring                    | Murah        | Tersedia   |       |
| 14 | Bilah pisau             | Murah        | Tersedia   | Ya    |

Penggerak mesin menggunakan dinamo dengan daya 2HP karena dinamo dengan daya 1,24 HP tidak tersedia di pasaran. Oleh karena itu dipilih dinamo dengan daya yang mendekati 1,24 HP yaitu 2 HP.

**E. Desain Elemen**

Tahap ini menentukan ukuran dan bentuk bagian mesin. Setiap ukuran elemen mesin disesuaikan satu sama lain agar memudahkan pada saat proses perakitan serta tidak ada pekerjaan tambahan seperti pembuatan *costum* ukuran elemen. Besi siku memakai 5x5 cm karena kokoh dan

harganya murah serta menyesuaikan dengan ukuran drum. Besi plat menggunakan ukuran 5 cm agar sesuai dengan diameter baut dinamo. Ukuran dinamo 36,5x17,5x23,5 cm agar tidak menyentuh tanah dan menyesuaikan dengan tinggi rangka. Ukuran *pulley* menyesuaikan dengan diameter dinamo dan poros pisau. Ukuran drum dan filter menyesuaikan dengan kebutuhan kapasitas dan ukuran sampah. *Pillow bearing* menyesuaikan dengan ukuran poros pisau. Baut, mur, dan ring menyesuaikan dengan ukuran diameter penghubung rangka dengan dinamo dan drum. Bilah pisau menyesuaikan dengan ukuran diameter drum agar tidak mengenai pinggiran dalam drum.

Tabel 2 UKURAN DAN BENTUK MATERIAL

| No | Nama Material                  | Ukuran (cm)    | Bentuk    | Fungsi                                    |
|----|--------------------------------|----------------|-----------|---|
| 1  | Besi Siku                      | 5x5            | Siku      | Rangka                                    |
| 2  | Besi Plat                      | 5              | Plat      | Rangka                                    |
| 3  | Dinamo BLY-90L2-4              | 36,5x17,5x23,5 |           | Penggerak utama                           |
| 4  | <i>Pulley</i> B2 Poros         | 3 cm           | Lingkaran | Penghubung <i>vanbelt</i> dan poros pisau |
| 5  | <i>Pulley</i> B2 Dinamo        | 2,4 cm         | Lingkaran | Penghubung <i>vanbelt</i> dan dinamo      |
| 6  | <i>Vanbelt</i> M26             | 66             |           | Penghubung <i>pulley</i>                  |
| 7  | Besi poros                     | 3              | Tabung    | Penghubung pisau dan <i>pulley</i>        |
| 8  | Drum                           | 58             | Tabung    | Penampung sampah                          |
| 9  | Filter                         | 0.5            | Lingkaran | Saringan bawah                            |
| 10 | <i>Pillow bearing</i> UCFL 206 | 3              | Lingkaran | Melancarkan putaran poros pisau           |
| 11 | Baut                           | 1,2            |           | Penghubung rangka, dinamo, dan drum       |
| 12 | Mur                            | 1,2            |           | Penghubung rangka, dinamo, dan drum       |
| 13 | Ring                           | 1,2            |           | Penghubung rangka, dinamo, dan drum       |
| 14 | Bilah pisau                    | 25             | Plat      | Pengiris sampah                           |

F. Modifikasi

Dalam tahap ini akan memodifikasi mesin yang telah ada. Mesin yang akan dimodifikasi adalah mesin yang dijual di pasaran, proses modifikasi yang dilakukan adalah perubahan posisi dinamo, daya dinamo, jumlah pisau, kapasitas, dan ukuran.

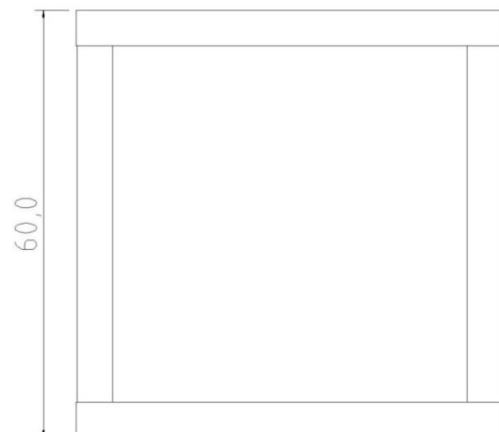
Tabel 3 PERBEDAAN MESIN DI PASARAN DAN RANCANGAN

| No | Mesin yang dijual di pasaran  | Rancangan   |
|----|---|---|
| 1  | Posisi dinamo horizontal  | Posisi dinamo vertikal  |
| 2  | Daya dinamo 5,5 HP  | Daya dinamo 2 HP  |
| 3  | Jumlah pisau 8 buah   | Jumlah pisau 4 buah   |
| 4  | Posisi pisau vertikal   | Posisi pisau horizontal   |
| 5  | Memiliki roda gila  | Tidak memiliki roda gila  |
| 6  | Ukuran mesin 140x80x145 cm  | Ukuran mesin 60x83x180 cm   |
| 7  | Bentuk penampung sampah persegi panjang dengan ukuran panjang 52 cm, lebar 67 cm, dan tinggi 85 cm dengan bahan besi plat tebal | Bentuk penampung sampah silinder dengan ukuran diameter 58 cm dan tinggi 120 cm dengan bahan drum bekas |
| 8  | Rangka menggunakan besi UNP   | Rangka menggunakan besi siku  |

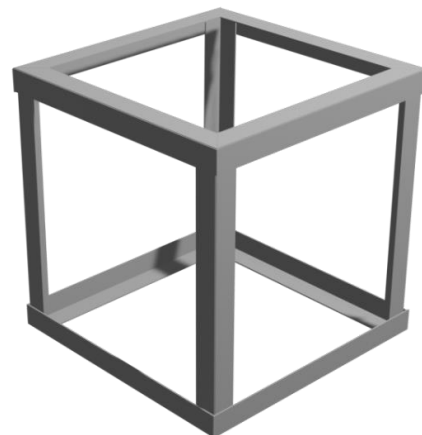
G. Gambar Detail

Pembuatan gambar dibagi menjadi 4 bagian yaitu rangka, tabung penampung sampah, bilah pisau, dinamo dan sistem penggerak.

1. Pada bagian rangka, pertama buat rangka besi kubus



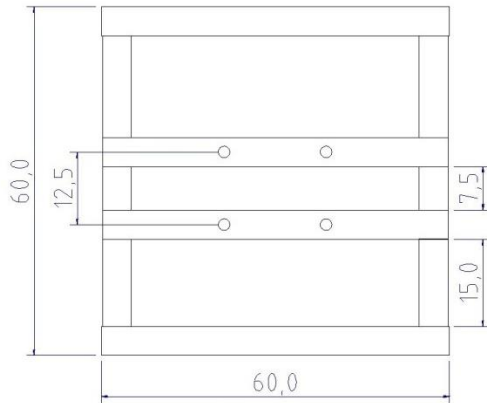
Gambar 2. Besi Rangka



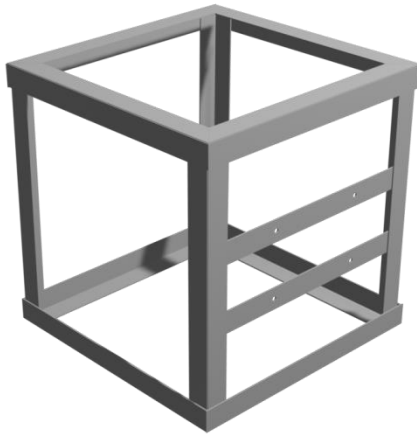
Gambar 3. Hasil Render 3D Besi Rangka



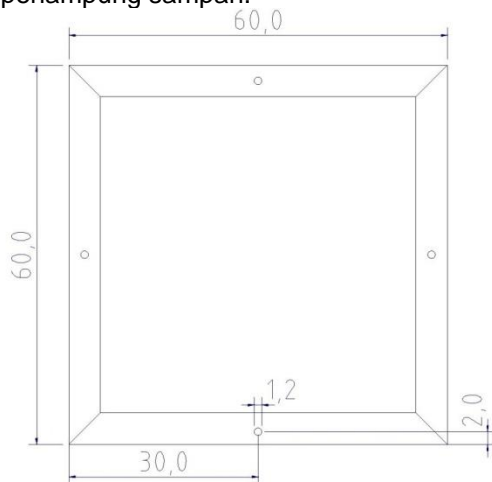
Buat penyangga untuk menyimpan dinamo



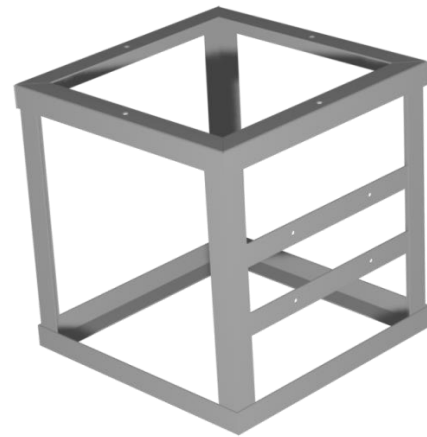
**Gambar 4.** Rangka Bawah



**Gambar 5.** Hasil *Render* 3D Rangka Bawah Lubangi rangka bagian atas untuk dudukan penampung sampah.

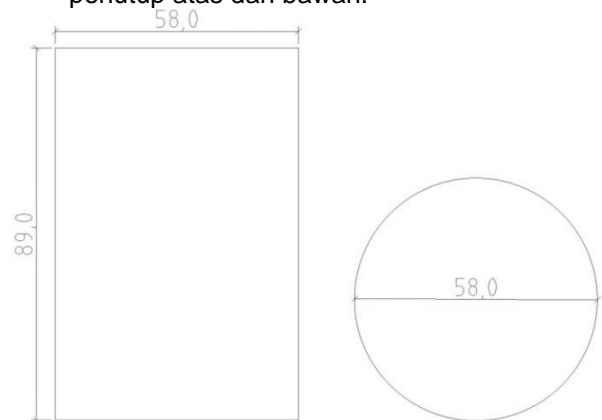


**Gambar 6.** Lubang pada Rangka Bawah



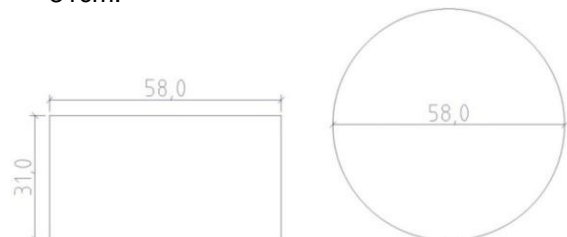
**Gambar 7.** Hasil *Render* 3D Lubang pada Rangka Bawah

2. Pada langkah ini pembuatan tabung penampung sampah dan pemasangan dengan rangka.  
Potong drum pertama pada bagian penutup atas dan bawah.



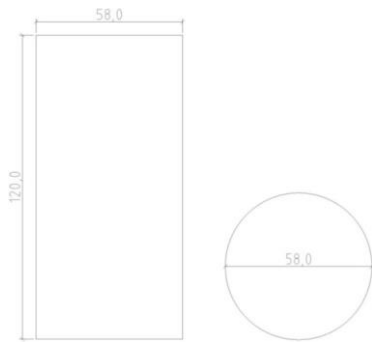
**Gambar 8.** Potongan Drum Pertama

Potong drum kedua pada bagian penutup atas dan bawah dengan tinggi 31cm.



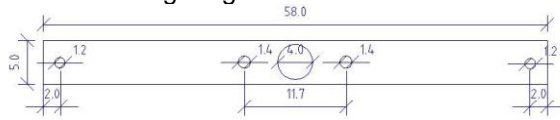
**Gambar 9.** Potongan Drum Kedua

Gabungkan drum pertama dan kedua dengan cara dilas

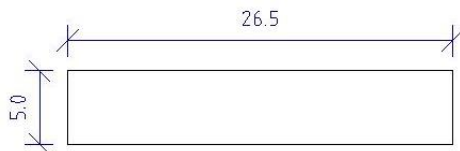


**Gambar 10.** Penggabungan Drum Pertama dan Kedua

Buat lubang pada ke 2 ujung besi plat dengan diameter 1,2 cm dan lubang diameter 1,4 cm dengan jarak 11,7 cm serta lubang tengah diameter 4 cm.

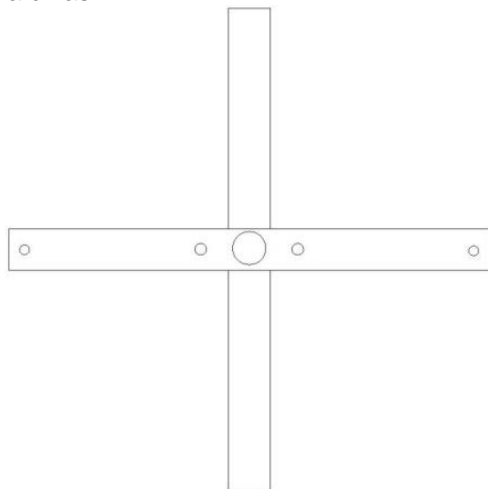


**Gambar 11.** Lubang Besi Plat Tabung  
Potong 2 buah besi plat dengan panjang 26,5 cm.

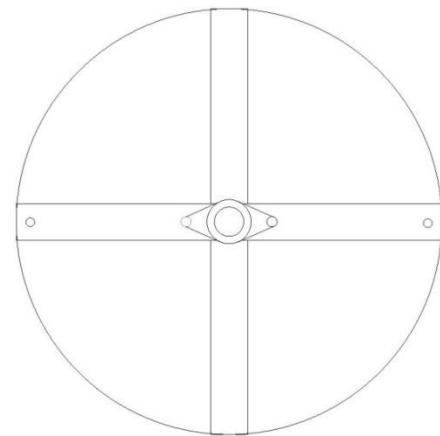


**Gambar 12.** Bilah Pisau

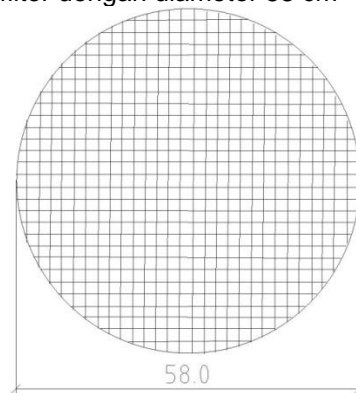
Gabungkan besi plat nomor 6 dan 7 dengan cara di las



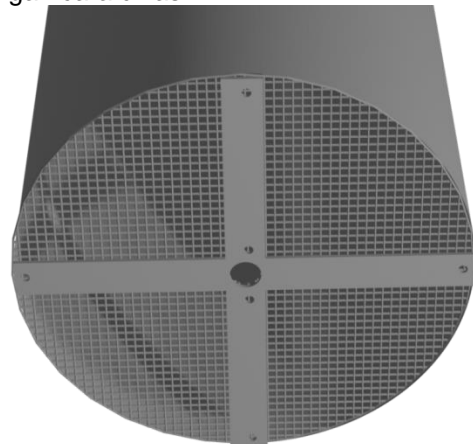
**Gambar 13.** Sambungan Besi Plat dan Besi Plat Lubang  
Gabungkan besi plat dengan tabung bawah pada bagian yang telah dipotong.



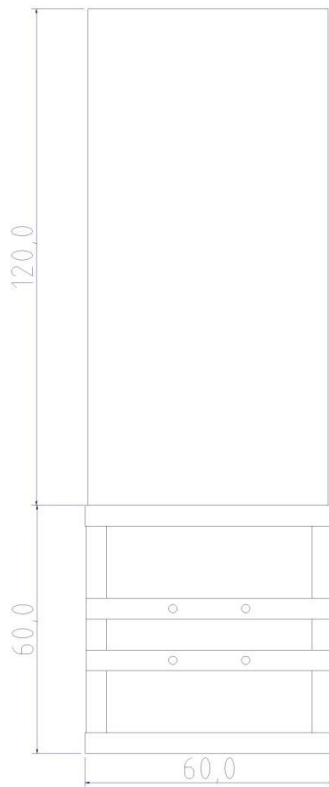
**Gambar 14.** Pemasangan Besi Plat dan Drum  
Potong filter dengan diameter 58 cm



**Gambar 15.** Diameter Filter yang sudah Dipotong  
Sambungkan filter dengan drum bawah dengan cara di las.

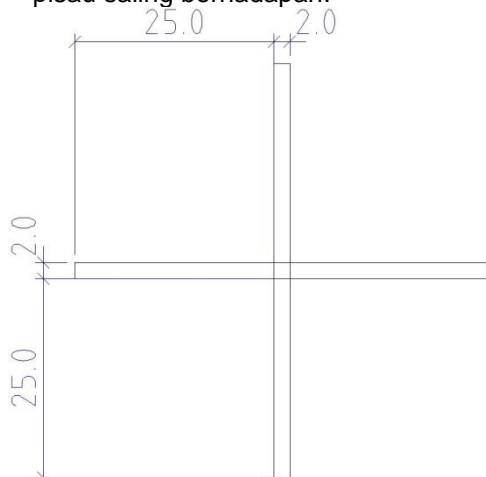


**Gambar 16.** Hasil Render 3D Pemasangan Filter dan Tabung Bawah  
Pasangkan rangka dengan drum menggunakan baut 10 pada setiap lubang.

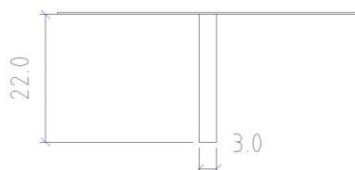


**Gambar 17.** Pemasangan Rangka dan Tabung

3. Pembuatan bilah pisau dilakukan dengan cara las bilah pisau ukuran panjang 25 cm dan lebar 2 cm dengan plat besi persegi, bagian tajam bilah pisau saling berhadapan.

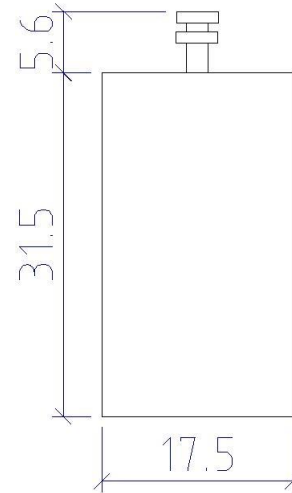


**Gambar 18.** Pemasangan Bilah Pisau dengan Besi Plat Las bagian tengah bilah pisau dengan besi poros

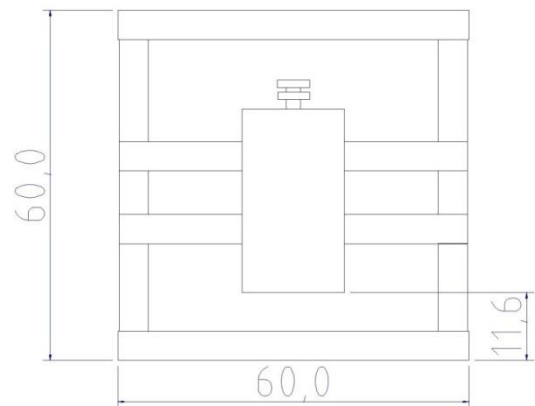


**Gambar 19.** Pemasangan Bilah Pisau dengan Besi Poros

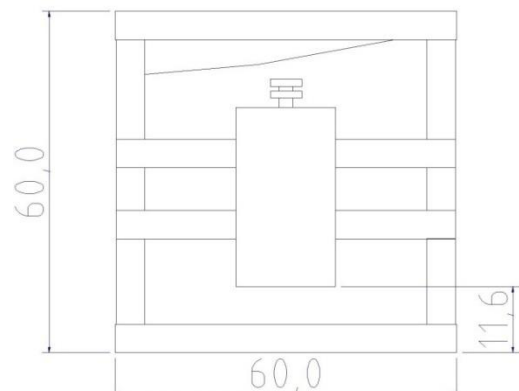
4. Pemasangan dinamo dan sistem penggerak  
Pasang *pulley* pada poros dinamo.



**Gambar 20.** Pemasangan *pulley* pada poros dinamo Pasang dinamo pada rangka menggunakan baut 10.



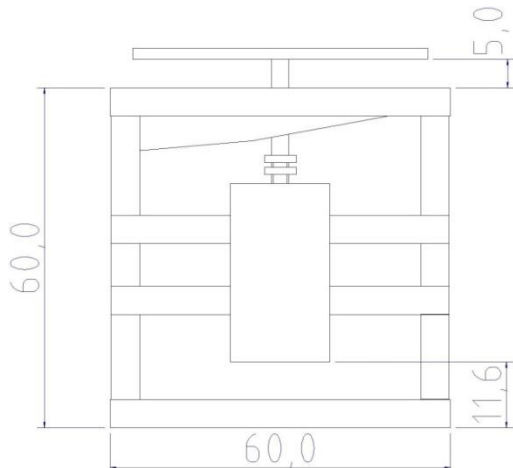
**Gambar 21.** Pemasangan Dinamo pada Rangka Pasang penampung bawah dengan rangka dengan cara di las



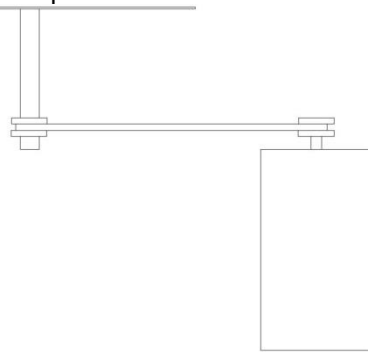
**Gambar 22.** Pemasangan Penampung Bawah dengan Rangka

Pasang bilah pisau dengan rangka, jarak antar pisau dan frame 5 cm

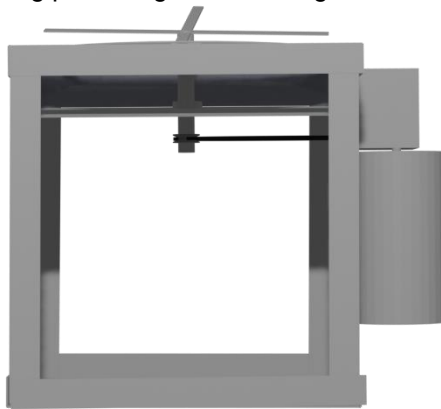




Gambar 23. Pemasangan Bilah Pisau dengan Rangka Pasang *vanbelt* dengan *pulley* poros dinamo dan *pulley* poros pisau.



Gambar 24. Pemasangan *Vanbelt* dengan *Pulley* Pasang pelindung *vanbelt* dengan baut.



Gambar 25. Hasil *Render* 3D Pemasangan Pelindung *Vanbelt*

H. *Bill of Material*

*Bill of material* (BOM) merupakan sebuah daftar jumlah material, campuran bahan, dan bahan baku yang diperlukan untuk membuat suatu produk. BOM tidak hanya menspesifikasi produk tapi juga

berguna untuk pembebanan biaya. Dibawah ini merupakan *bill of material* bagian dan mesin penghalus sampah pada tanggal 14 Agustus 2021.

Tabel 4 BILL OF MATERIAL RANGKA

| Material   | Mesin     |           |           |
|------------|-----------|-----------|-----------|
|            | KMB 1     | Organik   | Rancangan |
|            | Besi UNP  | Besi Siku | Besi Siku |
| Kebutuhan  | 9,8 m     | 8,4 m     | 7,2 m     |
| Satuan     | 6 m       | 6 m       | 6         |
| Jual       |           |           |           |
| jumlah     | 2         | 2         | 2         |
| Harga (Rp) | 351.500   | 210.000   | 210.000   |
| Total (Rp) | 703.000   | 420.000   | 420.000   |
| Sumber     | Tokopedia | Tokopedia | Tokopedia |

Tabel 5 BILL OF MATERIAL SISTEM PENGGERAK

| Material   | Mesin         |              |             |
|------------|---------------|--------------|-------------|
|            | KMB 1         | Organik      | Rancangan   |
|            | Dinamo 5,5 HP | Diesel 11 HP | Dinamo 2 HP |
| Kebutuhan  | 1             | 1            | 1           |
| Satuan     | 1             | 1            | 1           |
| Jual       |               |              |             |
| jumlah     | 1             | 1            | 1           |
| Harga (Rp) | 3.500.000     | 3.000.000    | 1.800.000   |
| Total (Rp) | 3.500.000     | 3.000.000    | 1.800.000   |
| Sumber     | Jualo         | Aneka Mesin  | Shopee      |

Tabel 6 BILL OF MATERIAL PENAMPUNG SAMPAH

| Material   | Mesin     |           |            |
|------------|-----------|-----------|------------|
|            | KMB 1     | Organik   | Rancangan  |
|            | Besi Plat | Besi Plat | Drum Bekas |
| Kebutuhan  | 1         | 1         | 2          |
| Satuan     | 1         | 1         | 1          |
| Jual       |           |           |            |
| jumlah     | 1         | 1         | 2          |
| Harga (Rp) | 2.475.000 | 2.475.000 | 189.000    |
| Total (Rp) | 2.475.000 | 2.475.000 | 378.000    |
| Sumber     | Tokopedia | Tokopedia | Tokopedia  |

Tabel 7 BILL OF MATERIAL BILAH PISAU

| Material   | Mesin                 |                       |             |
|------------|-----------------------|-----------------------|-------------|
|            | KMB 1                 | Organik               | Rancangan   |
|            | Pisau baja dikeraskan | Pisau baja dikeraskan | Pisau besar |
| Kebutuhan  | 8                     | 8                     | 4           |
| Satuan     | 1                     | 1                     | 1           |
| Jual       |                       |                       |             |
| jumlah     | 8                     | 8                     | 4           |
| Harga (Rp) | 129.000               | 129.000               | 50.000      |
| Total (Rp) | 1.032.000             | 1.032.000             | 200.000     |
| Sumber     | Lazada                | Lazada                | Tokopedia   |

Tabel 8 BILL OF MATERIAL MESIN PENGHALUS SAMPAH

| No | Nama Material | Kebutuhan | Satuan jual | Jumlah | Harga (Rp) | Total (Rp) | Sumber    |
|----|---------------|-----------|-------------|--------|------------|------------|-----------|
| 1  | Besi Siku     | 7,2 m     | 6 m         | 2      | 210.000    | 420.000    | Tokopedia |
| 2  | Besi Plat     | 1,2 m     | 2 m         | 1      | 65.000     | 65.000     | Lazada    |

|             |                         |        |        |    |           |           |           |
|-------------|-------------------------|--------|--------|----|-----------|-----------|-----------|
| 3           | Dinamo BLY-90L2-4       | 1      | 1      | 1  | 1.800.000 | 1.800.000 | Shopee    |
| 4           | Pulley B2 Poros         | 1      | 1      | 1  | 93.600    | 93.600    | Tokopedia |
| 5           | Pulley B2 Dinamo        | 1      | 1      | 1  | 58.000    | 58.000    | Shopee    |
| 6           | Vanbelt M26             | 1      | 1      | 1  | 15.000    | 15.000    | Tokopedia |
| 7           | Besi poros              | 0,22 m | 0,50 m | 1  | 85.000    | 85.000    | Tokopedia |
| 8           | Drum                    | 1,2 m  | 0,89 m | 2  | 189.000   | 378.000   | Tokopedia |
| 9           | Filter                  | 0,58 m | 1 m    | 1  | 1.575.000 | 1.575.000 | Tokopedia |
| 10          | Pillow bearing UCFL 206 | 2      | 1      | 2  | 50.000    | 100.000   | Shopee    |
| 11          | Baut                    | 10     | 1      | 10 | 450       | 4.500     | Tokopedia |
| 12          | Mur                     | 10     | 1      | 10 | 300       | 3.000     | Tokopedia |
| 13          | Ring                    | 20     | 1      | 20 | 1000      | 20.000    | Tokopedia |
| 14          | Bilah pisau             | 4      | 1      | 4  | 50.000    | 200.000   | Tokopedia |
| Grand Total |                         |        |        |    |           | 4.817.100 |           |

Setelah melakukan wawancara dengan pemilik bengkel pembuatan mesin yaitu Bapak Herlan pada tanggal 18 Agustus 2021, biaya pembuatan mesin penghalus sampah sebesar Rp. 700.000, maka total biaya pembuatan mesin yang dirancang adalah Rp. 5.517.100.

Aspek yang akan dianalisis terkait dengan perancangan mesin yaitu inovasi frugal, kapasitas mesin, kecepatan pengolahan sampah, kemudahan pengoperasian dan perawatan, dan harga mesin penghalus sampah. Dibawah ini adalah tabel perbandingan mesin yang dijual di pasaran dan mesin rancangan.

V. PEMBAHASAN

Tabel 9 PERBANDINGAN MESIN YANG DIJUAL DI PASARAN DAN MESIN RANCANGAN

| No | Aspek                                 | Mesin Yang Dijual Di pasaran   |  | Mesin Rancangan   |
|----|---------------------------------------|--|--|---|
|    |                                       | Tipe KMB 1   | Tipe Organik   |   |
| 1  | Inovasi Frugal                        | - Ada roda gila<br>- Penampung sampah menggunakan plat besi tebal<br>- Rangka menggunakan besi UNP<br>- Bilah pisau menggunakan baja yang dikeraskan<br>- Daya motor besar | - Tidak ada roda gila<br>- Penampung sampah menggunakan tabung<br>- Rangka menggunakan besi siku<br>- Bilah pisau menggunakan baja yang dikeraskan<br>- Diesel 11 HP | - Tidak ada roda gila<br>- Penampung sampah menggunakan drum bekas<br>- Rangka menggunakan besi siku<br>- Bilah pisau menggunakan pisau besar<br>- Daya motor kecil |
| 2  | Kapasitas                             | - Bentuk penampung sampah persegi panjang<br>- 80-100 kg   | - Bentuk penampung sampah silinder<br>- 100 kg   | - Bentuk penampung sampah silinder<br>- 100 kg  |
| 3  | Kecepatan pengolahan sampah           | - Jumlah pisau 8 buah karena posisi pisau vertikal<br>- 80-100 kg/jam  | - Jumlah pisau 8 buah karena posisi pisau vertikal<br>- 80-100 kg/jam  | - Jumlah pisau 4 buah karena posisi pisau horizontal<br>- 100 kg/jam  |
| 4  | Kemudahan pengoperasian dan perawatan | - Pengoperasian mudah<br>- Perawatan mudah   | - Pengoperasian mudah  | - Pengoperasian mudah<br>- Perawatan mudah  |
| 5  | Harga                                 | - Rp. 14,5 jt  | - Rp. 12 jt  | - Rp. 5,5 jt  |

A. Inovasi Frugal

Pada mesin yang dirancang menggunakan material yang tersedia dan mudah ditemukan di pasaran yaitu penampung sampah menggunakan drum bekas, rangka menggunakan besi siku, bilah pisau menggunakan pisau besar serta dinamo yang digunakan memiliki daya yang kecil. Sedangkan penampung sampah pada mesin yang dijual di pasaran menggunakan material plat besi tebal, rangka

menggunakan besi UNP, bilah pisau menggunakan baja yang telah dikeraskan serta dinamo menggunakan daya yang lebih besar. Pengurangan fitur juga akan mengurangi harga mesin seperti tidak menggunakan roda gila pada poros bilah pisau. Pengurangan fitur ini tidak berpengaruh terhadap kinerja mesin karena fungsi roda gila untuk menyeimbangkan putaran bilah pisau.

### B. Kapasitas Mesin

Mesin yang dijual di pasaran memiliki penampung sampah berbentuk persegi panjang dengan ukuran panjang 52 cm, lebar 67 cm, dan tinggi 85 cm dan kapasitas 80-100 kg. Sedangkan mesin yang dirancang memiliki penampung sampah berbentuk silinder dengan diameter drum 58 cm dan tinggi 120 cm dan kapasitas 100 kg. Bentuk penampung yang berbeda dipengaruhi oleh posisi pisau. Mesin yang dijual di pasaran memiliki penampung sampah berbentuk persegi panjang karena posisi pisau vertikal sedangkan mesin yang dirancang berbentuk silinder karena posisi pisau horizontal.

### C. Kecepatan Pengolahan Sampah

Mesin yang dijual di pasaran dan yang dirancang sama-sama memiliki kapasitas 100 kg/jam, akan tetapi mesin yang dirancang memiliki jumlah pisau yang lebih sedikit yaitu 4 buah karena posisi pisau horizontal sedangkan mesin yang dijual di pasaran memiliki pisau yang lebih banyak yaitu 8 buah karena posisi pisau vertikal. Karena posisi pisau mesin yang dirancang horizontal maka semua sampah akan teriris walaupun hanya memiliki 4 buah sedangkan posisi pisau mesin yang dijual di pasaran vertikal maka dibutuhkan pisau yang lebih banyak agar semua sampah teriris. Walaupun mesin yang dirancang memiliki jumlah pisau yang lebih sedikit tetapi kecepatan pengolahan sama yaitu 100 kg/jam.

### D. Kemudahan Pengoperasian dan Perawatan

Langkah kerja mesin yang ada di pasaran dan mesin rancangan adalah menyalakan dinamo lalu memasukan sampah kedalam drum penampung sampai menjadi lebih kecil. Ke 2 mesin juga memiliki bagian yang dapat dilepas sehingga perawatan menjadi mudah. Maka pengoperasian dan perawatannya sama-sama mudah.

### E. Harga Mesin Penghalus Sampah

Harga mesin yang dijual di pasaran adalah 14,5 jt untuk tipe KMB 1 dan Rp. 12 jt untuk tipe organik, sedangkan mesin yang dirancang 5,5 jt. Mesin yang dirancang memiliki harga yang lebih murah dari mesin yang dijual di pasaran karena ada beberapa fitur yang dihilangkan serta perbedaan daya motor listrik. Mesin yang dijual di pasaran memiliki daya motor sebesar 5,5 HP sedangkan mesin yang dirancang memiliki daya motor sebesar 2 HP. Pengurangan daya motor dilakukan karena jumlah pisau

mesin yang dirancang lebih sedikit. Pemilihan material juga mempengaruhi harga mesin karena tidak ada bagian mesin yang dipesan khusus sehingga biaya material menjadi murah.

## VI. KESIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian yang berkaitan dengan perancangan mesin penghalus sampah, yaitu :

- A. Inovasi frugal mesin yang dirancang adalah menggunakan material yang tersedia dan mudah ditemukan di pasaran yaitu penampung sampah menggunakan drum bekas, rangka terbuat dari besi siku, bilah pisau menggunakan pisau besar, dan menggunakan daya motor kecil sedangkan penampung sampah pada mesin yang dijual di pasaran menggunakan material plat besi tebal, rangka menggunakan besi UNP, bilah pisau menggunakan baja yang telah dikeraskan serta dinamo menggunakan daya yang lebih besar.
  - B. Mesin yang dirancang dan yang dijual di pasaran memiliki kapasitas yang sama yaitu 100 kg akan tetapi memiliki bentuk penampung sampah yang berbeda, mesin yang dirancang memiliki bentuk silinder sedangkan mesin yang dijual di pasaran berbentuk persegi panjang.
  - C. Kecepatan pengolahan sampah ke dua mesin sama yaitu 100 kg/jam tetapi jumlah pisau mesin yang dirancang lebih sedikit daripada yang dijual di pasaran, mesin yang dirancang memiliki 4 pisau sedangkan yang dijual di pasaran memiliki 8 pisau. Bentuk penampung sampah dan kecepatan pengolahan sampah dipengaruhi oleh posisi pisau, mesin yang dirancang memiliki posisi pisau horizontal sedangkan mesin yang dijual di pasaran vertikal.
  - D. Kemudahan pengoperasian dan perawatan sama-sama mudah karena ke dua mesin memiliki bagian yang dilepas.
2. Harga mesin yang dirancang lebih murah dari yang dijual di pasaran yaitu Rp. 5,5 jt sedangkan yang dijual di pasaran Rp. 14,5 jt untuk tipe KMB 1 dan Rp. 12 jt untuk tipe organik. Hal tersebut dikarenakan terdapat beberapa fitur yang dihilangkan dan memiliki daya motor yang lebih kecil, material pada mesin yang dirancang tidak ada yang dipesan khusus sehingga biaya material menjadi murah

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Aji, B. (2012). *Perubahan Paradigma Pengelolaan Sampah di Tempat Pembuangan Akhir (TPA)*. 24 april 2021 grobogan.go.id : [https://grobogan.go.id/index.php/info/artikel/575-perubahan-paradigma-pengelolaan-sampah-di-tempat-pembuangan-akhir-tpa#:~:text=Pada%20sistem%20terbuka%20\(open%20dumping,merupakan%20peningkatan%20dari%20open%20dumping](https://grobogan.go.id/index.php/info/artikel/575-perubahan-paradigma-pengelolaan-sampah-di-tempat-pembuangan-akhir-tpa#:~:text=Pada%20sistem%20terbuka%20(open%20dumping,merupakan%20peningkatan%20dari%20open%20dumping)
- [2] Danil. (2018). *Pengertian, jenis, contoh & manfaat bill of material (BOM) dalam industri*. 14 juni 2021 initu.id : <https://initu.id/amp/pengertian-jenis-contoh-manfaat-bill-of-material-bom-dalam-industri/>
- [3] Nur, R & Suyuti, M. (2017). *Perancangan Mesin-mesin Industri*, Yogyakarta : Deepublish
- [4] Republik Indonesia. (2008). Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 18 tahun 2008 tentang pengelolaan sampah
- [5] Sucahyo, N. (2019). *Pencemaran Sungai Yang Kian Terabaikan*. 2 Agustus 2021. VOA Indonesia : <https://www.voaindonesia.com/a/pencemaran-sungai-yang-kian-terabaikan/5056275.html>
- [6] Tiwari, R. & C. Herstatt, (2012). *Frugal Innovations for the 'Unserved' Customer: An Assessment of India's Attractiveness as a Lead Market for Cost-effective Products*, Hamburg University of Technology.
- [7] Utomo, Y. (2014). *Banjir Jakarta, terbukti Gara-gara Sampah*. 2 Agustus 2021. Kompas.com : <https://sains.kompas.com/read/2014/01/20/0759227/Banjir.Jakarta.Terbukti.gara-gara.Sampah.?page=all>
- [8] Wikipedia, (2021) *Blender (perangkat lunak)*. 2 Agustus 2021. Wikipedia.com : [https://id.wikipedia.org/wiki/Blender\\_\(perangkat\\_lunak\)](https://id.wikipedia.org/wiki/Blender_(perangkat_lunak))
- [9] Wikipedia, (2021) *LibreCAD*. 2 Agustus 2021. Wikipedia.com : <https://en.wikipedia.org/wiki/LibreCAD>
- [10] Zeschky, M., B. Widenmayer and O. Gassmann, (2011). *Frugal Innovation in Emerging Markets*. Research Technology Management, 38-45.