

Perancangan Mesin *Hammer Mill* pada Aplikasi Pengolah *Garri Mobile* di PT. XYZ

Shalahudin Akmarullah^{1*}, Kardiman²

^{1,2}Program Studi Teknik Mesin, Universitas Singaperbangsa Karawang, Jawa Barat

*Koresponden email: akmaludin999666@gmail.com

Diterima: 12 Desember 2023

Disetujui: 22 Desember 2023

Abstract

This study presents the design of a mobile hammer mill machine for processing Garri, a popular cassava-based food product, at PT. XYZ. The objective of the research is to develop a compact and mobile solution that enables efficient Garri processing in remote locations. The design incorporates key features such as portability, robustness, and ease of operation, ensuring optimal performance and productivity. The proposed machine has the potential to enhance the Garri processing industry by providing a flexible and reliable solution for small-scale and mobile production units. The research obtained a hammer mill machine design that can be applied to the Garri processing AMMDes with dimensions of 1157 mm x 985 mm x 850 mm and the rotating parts can be covered.

Keywords : *design, mobile garri processing, hammer mill machine, cassava, remote locations*

Abstrak

Studi ini mempresentasikan perancangan mesin *hammer mill* mobile untuk pengolahan *Garri*, produk makanan berbasis singkong yang populer, di PT. XYZ. Tujuan dari penelitian ini adalah mengembangkan solusi yang kompak dan mobile yang memungkinkan pengolahan *Garri* yang efisien di lokasi terpencil. Perancangan ini mencakup fitur-fitur penting seperti portabilitas, kekokohan, dan kemudahan pengoperasian, yang menjamin performa dan produktivitas yang optimal. Mesin yang diusulkan memiliki potensi untuk meningkatkan industri pengolahan *Garri* dengan menyediakan solusi yang fleksibel dan dapat diandalkan untuk unit produksi skala kecil dan *mobile*. Penelitian mendapatkan sebuah rancangan desain mesin *hammer mill* yang dapat diaplikasikan pada AMMDes pengolah *Garri* dengan dimensi yang dimiliki ialah 1157 mm x 985 mm x 850 mm serta bagian yang berputar dapat tertutup dengan *cover*.

Kata Kunci : *perancangan, pengolahan garri mobile, mesin hammer mill, lokasi terpencil, singkong*

1. Pendahuluan

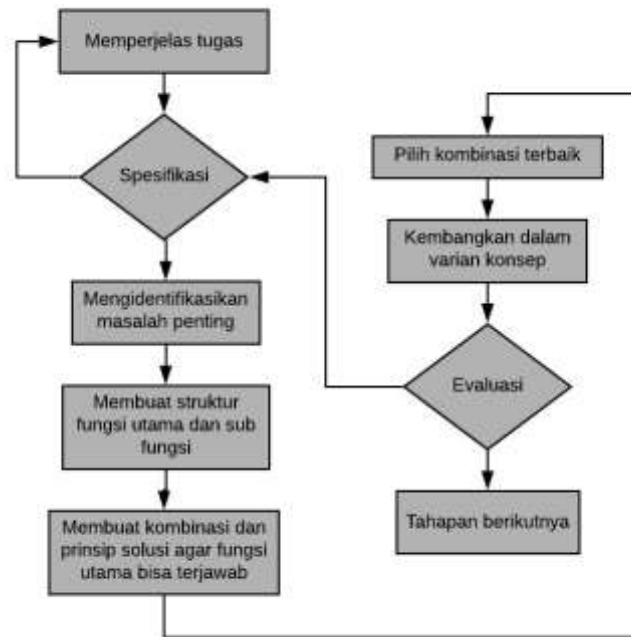
PT. XYZ adalah anak perusahaan PT. ABC yang berfokus pada industri otomotif, dengan spesialisasi dalam produksi Alat Mekanis Multiguna pedesaan (AMMDes)[1]. AMMDes tidak hanya digunakan sebagai alat transportasi, tetapi juga sebagai alat angkut hasil pertanian dan alat produksi untuk meningkatkan produktivitas dan perekonomian di pedesaan [2].

Departemen yang ada di PT XYZ termasuk department *product application engineering*, yang bertanggung jawab dalam mendukung proyek-proyek baru dan desain. Departemen ini terbagi menjadi *Mechanical Design* dan *Electrical Design* [3]. Produk yang dihasilkan meliputi aplikasi AMMDes di bidang pertanian, seperti AMMDes Pengolah Kopi dan AMMDes Perontok Padi, serta aplikasi non pertanian, seperti AMMDes *Firefighter*, AMMDes *Water Purifier*, dan AMMDes Pengangkut *Alsintan* [4].

Salah satu aplikasi pertanian yang sedang dikembangkan adalah aplikasi pengolah garri *mobile*. Aplikasi ini berfungsi untuk mengolah tepung *Garri* secara *mobile*[5]. Keunggulan dari aplikasi *mobile* ini adalah kemampuannya untuk mencapai daerah terpencil yang sulit dijangkau oleh kendaraan biasa, mengurangi waktu yang dibutuhkan untuk pemindahan material produksi, serta meningkatkan produktivitas[6].

Proses pengolahan *Garri* melibatkan beberapa tahap, mulai dari mencuci singkong hingga menumbuhkannya menjadi tepung *Garri*[7]. Aplikasi pengolah *Garri* ini dilengkapi dengan beberapa mesin, termasuk mesin pamarut, mesin pemeram air, dan mesin penumbuk (*Hammer mill*)[8]. Dalam konteks ini, penulis melakukan perancangan mesin *hammer mill* pada aplikasi pengolah *Garri mobile* di PT XYZ[9].

2. Metode Penelitian



Gambar 1. Diagram Alir Konsep Rancangan

Pengumpulan Data

PT. XYZ merupakan produsen alat mekanis multiguna Pedesaan (AMMDes) yang menghasilkan produk multiguna dimana AMMDes bukan hanya sebagai alat angkut tapi juga sebagai alat bantu produksi hasil pertanian, untuk produknya sendiri terbagi menjadi dua yaitu aplikasi pada sektor pertanian[10].

Alur Proses Pengolahan Garri

1. Bahan Baku

Singkong merupakan tumbuhan yang dimana untuk bagian akarnya sering kali dimanfaatkan sebagai sumber karbohidrat oleh beberapa negara yang beriklim tropis didunia. Tanaman singkong termasuk dalam tanaman yang sangat mudah untuk dibudidayakan yang dikarenakan memiliki daya tahan yang cukup tinggi untuk menghadapi kondisi tanah kering, Tanaman singkong mempunyai sifat mudah dalam budidaya karena toleransinya yang tinggi terhadap tanah kering. Singkong juga merupakan salah satu tanaman pertanian yang sering dikonsumsi sebagai makanan pokok oleh penduduk setempat, diekspor, serta diolah menjadi produk lain dalam jumlah yang signifikan.[11].

2. Kupas & Cuci

Mengupas dan mencuci merupakan langkah pertama dalam mengolah singkong menjadi *Garri*. Proses mencuci dapat dilakukan dengan tangan atau mesin.

3. Parut

Proses pamarutan singkong yang sudah dikupas bersih, pamarutan biasanya dilakukan dengan mesin parut[12].

4. Fermentasi

Proses fermentasi dimana singkong yang sudah diparut bersih dimasukkan kedalam karung kemudian didiamkan selama 2-4- hari.

5. Pemasaran Air

Proses pemerasan atau *dewatering* yang dilakukan dengan mesin *press hydraulic*.

6. Sangrai

Proses sangrai, sangrai dapat dilakukan dengan penggoreng manual atau penggoreng otomatis.

7. Tumbuk

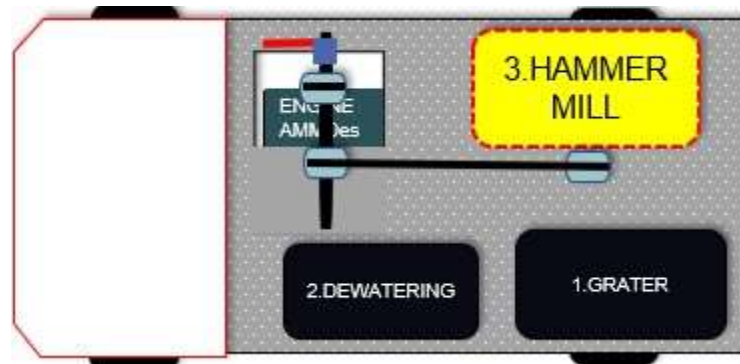
Proses tumbuk, singkong yang sudah disangrai harus ditumbuk dan prosesnya masih menggunakan alat manual[13]. Oleh karena itu dibutuhkan mesin *hammer mill* untuk membantu proses penumbukan guna memperbaiki kualitas *Garri*.

8. *Garri*

Garri adalah hasil akhir dari proses tersebut berupa tepung.

Pengenalan Layout Area AMMDes

Gambar 2 menjelaskan *layout* mesin pengolah *Garri* di atas AMMDes, AMMDes tersebut akan memiliki 3 mesin pengolah *Garri* dimana proses inti mengolah *Garri* dari proses awal hingga selesai.



Gambar 2. Diagram Alir Konsep Rancangan

Penjelasan *layout* mesin di atas akan dijelaskan dibawah ini[14]:

1. *Grater*, fungsinya untuk memarut singkong yang sudah dicuci bersih dan dikupas.
2. *Dewatering*, fungsinya untuk menghilangkan air sebanyak mungkin.
3. *Hammer mill*, fungsinya untuk menumbuk singkong parut yang sudah kering agar hasilnya lebih merata dan meningkatkan nilai jual[15].

Spesifikasi KMW AMMDes

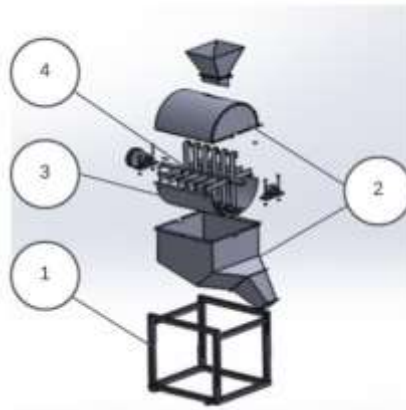
Untuk AMMDes sendiri terdapat beberapa spesifikasi diantaranya spesifikasi *engine*, *unit*, akan dijelaskan pada berikut ini :

Tabel 1. *Spesification KMW AMMDes*

Engine Specification	
<i>Engine Type</i>	Single cylinder 650cc
<i>Max Power</i>	14 HP @3000Rpm, Torsi 35Nm/rpm
<i>Fuel Tank Capacity</i>	15 L
Unit Specification	
<i>Curb weight</i>	768 kg
<i>Max. Paylod</i>	700 kg
<i>Moving System</i>	Rear wheel drive with differential with lock system
<i>Front Suspension</i>	Double wishbone
<i>Brake System</i>	4 disc brakes (2 front & 2 rear)
<i>Tire Size</i>	MT 165/83 R13
<i>Battery</i>	Accu 12 V/65Ah
<i>Maximum Top Speed at Top Gear : 32 km/h</i>	
<i>Gradeability : Max 18° road inclination</i>	
Dimention	
<i>Unit Dimension</i>	3620 x 1500 x 2000 mm
<i>Ground Clearance</i>	250 mm
<i>Turning Radius</i>	4.0 m
<i>Wheelbase</i>	1900 mm

3. Hasil dan Pembahasan

Pada penelitian kali ini, penulis akan menganalisis hasil desain perancangan mesin *hammer mill* yang digerakan oleh AMMDes bernama *PTO (Power Take Off)* dijadikan sebagai salah satu keunggulan AMMDes.



Gambar 3. Desain Mesin Hammer Mill

PTO berupa poros yang memiliki beberapa *pulley* sesuai kebutuhan aplikasi. Perbandingan *pulley* yang digunakan pada PTO untuk *hammer mill* yaitu 1:1 antara PTO dengan mesin AMMDes, sedangkan dari PTO ke *hammer mill* yaitu 5:6. PTO menyalurkan tenaga dari mesin AMMDes 650cc *single cylinder* bertenaga 14 *horsepower* pada 3000 rpm dengan daya torsi 35 Nm/rpm, yang terhubung menggunakan *v-belt* dengan *pulley* 6 inch 2 jalur. Bagian yang terhubung oleh *v-belt* adalah sub *assy hammer* yang di ujungnya terdapat *pulley* 6 inch 2 jalur.

Sub *assy hammer* bergerak berputar berlawanan arah jarum jam dengan kecepatan tertentu yang telah diatur sebelumnya. Berdasarkan Gambar 3 disebutkan komponen utama yaitu:

1. Sub *assy frame*
2. Sub *assy cover*
3. *Perforated plate*
4. Sub *assy hammer* Inspeksi visual saat pengelasan

Analisa Perancangan

1. Analisa Diameter *Pulley*

Kecepatan putaran *hammer mill* sendiri yang digunakan pada sistem penumbukan sebesar 1500 rpm. Berikut ini analisa diameter *pulley* dapat di hitung menggunakan rumus:

$$n_2/n_1 = d_1/d_2$$

Diketahui: $n_1 = 2200 \text{ rpm}$

$$n_2 = 1500 \text{ rpm}$$

$$d_1 = \text{pulley C}$$

$$d_2 = \text{pulley D}$$

Jawab =

$$1500/2200 = d_1/139,7$$

$$d_1 = 1500 \cdot 139,7 / 2200$$

$$= 95,25 \text{ mm} = 3,8''$$

Maka \emptyset *pulley c* yang digunakan adalah 4"nspeksi

2. Analisa Perhitungan Torsi

Adapun perhitungan torsi pada PTO dikarenakan titik kritis. Shaft tersebut menopang 2 *pulley*. Adapun perhitungan tersebut :

A. Torsi pada PTO

$$\text{Power/Daya} = 10 \text{ Kw}$$

$$\text{Rpm} = 2200 \text{ rpm}$$

$$\text{Torsi} = P \cdot 6000 / 2 \cdot \pi \cdot \text{rpm}$$

$$= 10 \cdot 6000 / 2 \cdot 3,14 \cdot 2200$$

$$= 60000 / 13816$$

$$= 4,34 \text{ N.m}$$

B. Torsi pada *pulley*

$$\text{Power/Daya} = 10 \text{ kw}$$

$$\text{Rpm} = 1500 \text{ rpm}$$

$$\text{Torsi} = P \cdot 6000 / 2 \cdot \pi \cdot \text{rpm}$$

$$= 10 \cdot 6000 / 2 \cdot 3,14 \cdot 1500$$

$$= 60000 / 9420$$

$$= 6,37 \text{ N.mm}$$

C. Perhitungan Gaya Pada Penumbuk

$$F = T/r$$

$$F = 6,37 / 0,245$$

$$= 26 \text{ N}$$

D. Perhitungan Poros

Dari daya yang dihasilkan cukup besar ketika dimulai atau ketika memulai, dari beban yang besar dan akan berlanjut bekerja setelah dimulai. Maka perlu dikoreksi pada bagian daya yang dibutuhkan dengan faktor koreksi perencanaan..

1. Data yang akan dipakai dalam perhitungan ialah :

$$\text{Daya pm} = 14 \text{ Hp} = 10,4398 \text{ kW}$$

$$\text{Putaran Mesin } n_2 = 1500 \text{ rpm}$$

- a. Daya perencanaan, Pd (kW)

$$Pd = f_c \cdot P \text{ (kW)} \quad f_c = \text{faktor koreksi}$$

Dimana =

$$f_c = 1,2$$

$$Pd = f_c \cdot p$$

$$Pd = 16 \text{ hp}$$

$$= 1,2 \times 10,4398$$

$$= 12,53 \text{ kW}$$

2. Momen puntir rencana

Sebuah faktor penyesuaian daya yang akan dialirkan, maka bagi f_c tenaga rata-rata sebesar 0,8-1,2 sedangkan daya maksimumnya dapat diambil dengan nilai sebesar 1,2-2,0 lalu untuk daya normal sebesar 1,0-1,5. Kaitan antara daya rencana dan momen torsi yang terjadi (T), beserta putaran pada poros dapat diekspresikan dalam bentuk persamaan matematis sebagai berikut :

$$Pd = (T/1000)(2\pi \cdot n_1/60)/102$$

Sehingga magnitudo momen puntir dapat dihitung dari persamaan :

$$T = 9,74 \cdot 10^5 \times Pd/n_1$$

$$Pd = \text{Daya (Kw)} = 12,53 \text{ kW}$$

$$n_1 = \text{Rpm} = 2200 \text{ Rpm}$$

$$T = 9,74 \times 10^5 \times 12,53 / 2200$$

$$= 5547 \text{ Kg. Mm}$$

3. Tegangan tarik yang terjadi τ (Kg/mm)

Tegangan geser dihitung berdasarkan batas kelelahan puntir, yang nilainya berkisar di 45% dari kekuatan tarik, sehingga batas kelelahan torsi adalah sekitar 18% dari kekuatan tarik. Untuk nilai 18% ini, digunakan faktor keamanan Sf_1 , dengan nilai 5,8 untuk bahan Sf dan 6 untuk bahan Sc. Faktor keamanan ini dirancang untuk memperhitungkan pengaruh kekerasan permukaan dan dinyatakan sebagai Sf , dengan rentang nilai antara 1,3 hingga 3.

Lambang	Perlakuan panas	Diameter (mm)	Kekuatan tarik (Kg/mm ²)	Kekerasan HRC (HRB)	HB
S35C=D	Dilunakkan	≤ 20	58 – 79	(84)-23	-
		21 - 80	53 – 69	(73)-17	144 - 215
S45C-D	Tanpa Dilunakkan	≤ 20	63 – 82	(87)-25	-
		21 – 80	58 – 72	(84)-19	160 - 225
S55C-D	Dilunakkan	≤ 20	65 – 86	(89)-27	-
		21 – 80	60 – 76	(85)-22	166 - 233
S55C-D	Tanpa Dilunakkan	≤ 20	71 – 91	12 – 30	-
		21 – 80	66 – 81	(90)-24	183 - 253
S55C-D	Dilunakkan	≤ 20	72 – 93	14 – 31	-
		21 – 80	67 – 83	10 – 26	188 - 260

Tanpa	≤ 20	80 – 101	19 – 34	-
Dilunakkan	21 – 80	75 – 91	16 – 30	213 - 285

Oleh karena itu, tegangan tarik yang diizinkan (τ_a) dapat dihitung dengan mempertimbangkan faktor-faktor yang telah disebutkan diatas :

$$\tau_a = s_b / (s_f1 \times s_f2)$$

Dimana :

$$s_b = \text{Kekuatan tarik (Kg/mm}^2\text{)}$$

$$\text{(Material poros yang dipakai baja karbon S45C = 65 Kg/mm}^2\text{)}$$

$$s_f1 = 6$$

$$s_f2 = 3$$

$$\tau_a = \text{Tegangan tarik yang rekomendasikan Kg/mm}^2$$

$$= 65 / 6.3$$

$$= 3,61 \text{ Kg/mm}^2$$

4. Diameter Poros, DS (mm)

Pertimbangan terhadap momen torsi itu sendiri juga perlu evaluasi faktor koreksi yang direkomendasikan. Nilai yang disarankan adalah 1 jika beban diberikan secara bertahap, 1 hingga 1,5 dapat diterapkan jika terdapat sedikit kejutan atau tumbukan yang signifikan, yang dikenal sebagai faktor C kt. Selain itu, untuk situasi beban lentur, diterapkan faktor Cb dengan nilai berkisar 1,2-2,3. Untuk menghitung lingkaran poros, digunakan persamaan matematis sebagai berikut:

$$ds = [5,1/T2 \times Kt. Cb. T]^{1/3}$$

Dimana :

$$Kt = 2$$

$$Cb = 1,8$$

$$ds = [5,1/3,61 \times 2.1,8.5547]^{1/3}$$

$$= 30,44 \text{ Kg. mm}$$

Maka dibuat diameter poros = 30 mm

4. Kesimpulan

Dari hasil perancangan desain mesin *hammer mill* mendapatkan sebuah hasil dengan menggunakan metode VDI 2221 mampu merancang desain mesin *hammer mill* dengan tuntutan desain yang tertulis. Sehingga dalam penelitian ini didapatkan sebuah desain rancangan mesin *hammer mill* yang memiliki spesifikasi dengan dimensi mesin 1157 mm x 985 mm x 580 mm, guna mengejar kecepatan putaran yakni 1500 rpm maka perlu menggunakan *pulley* dengan diameter 4" serta tertutup *cover* untuk bagian berputar, maka dari itu desain rancangan mesin *hammer mill* sesuai kebutuhan yang dapat diaplikasikan pada AMMDes pengolahan *Garri*.

5. Referensi

- [1] E. C. Reynaldi, "Meminimalisir Gangguan Dengan Maintenance Pada Hammer Mill Di PT. Charoen Pokphand Indonesia Tbk Krian," *J. Energi Dan Manufaktur*, vol. 15, no. 2, p. 77, 2023, doi: 10.24843/jem.2022.v15.i02.p02.
- [2] U. Performansi *et al.*, "Penepungan Hotong (*Setaria Italica L.*) Performance Test of Hammer Mill Machine for Hotong Flour (*Setaria italica L.*)," *Jurnal Agricultural Biosystem Engineering* 2023.
- [3] Adriansyah, Junaidi, and Mulyadi, "Pengembangan Mesin Penggiling Jagung Jenis Buhr Mill Sistem Hantaran Screw Dan Penggilingan Plat Bergerigi," *Semin. Nas. Sains dan Teknol.*, vol. 9, no. November, pp. 1–6, 2014.
- [4] Zulkarnain, Rifki, Sugeng Slamet, and Taufiq Hidayat. "Perancangan Mesin Hammer Mill Penghancur Bongkol Jagung Dengan Kapasitas 100kg/jam Sebagai Pakan Ternak." *Prosiding SNATIF* (2014): 75-82.
- [5] W. Rahmadian.O, Triyono.S, "Uji Kinerja Hammer Mill Dengan Umpan Janggal Jagung [Performance Test Hammer Mill With Corn Feed Corncob]," *J. Tek. Pertan. Lampung*, vol. 1, no. 1, pp. 1–1, 2012.

- [6] W. Mudriadi, "Perancangan mesin penggiling sekam padi dengan metode mekanisasi penggilingan hammer mills," *e-Prosiding Seminar Nasional Teknologi Industri VIII 2021*. pp. 1–6, 2021.
- [7] D. Ardiansyah, M. Ibrahim, M. S. Sidiq, and K. R. Diptaseptian, "Optimasi Setting Posisi Screen dan Blower terhadap Kapasitas serta Granulasi pada Proses Grinding di PT. Malindofeedmill, Tbk Grobogan," *Accurate J. Mech. Eng. Sci.*, vol. 1, no. 2, pp. 13–18, 2020, doi: 10.35970/accurate.v1i2.327.
- [8] M. S. Putri and T. Taali, "Rancang Bangun Alat Pengering Biji Kakao dengan Pengendalian Kelembaban dan Suhu Berbasis Arduino Mega 2560," *JTEIN J. Tek. Elektro Indones.*, vol. 3, no. 1, pp. 147–157, Feb. 2022, doi: 10.24036/jtein.v3i1.224.
- [9] K. Anwar and Y. Umardani, "Pengujian Sifat Mekanis Dan Struktur Mikro Pisau Hammer Mill Pada Mesin Penggiling Jagung PT. Charoen Pokphand Indonesia Cabang Semarang," *Jurnal Foundry* pp. 21–26.
- [10] M. Nasih, I. Qiram, and A. Mukhtar, "Pengaruh Dimensi Ujung Pemukul Terhadap Penggilingan Kulit Kerang Dengan Mesin Hammer Mill," *V-MAC (Virtual Mech. Eng. Artic.*, vol. 6, no. 1, pp. 26–29, 2021, doi: 10.36526/v-mac.v6i1.1152.
- [11] I. Indriyani, "Peningkatan Kemampuan Mesin Hamer Mill Pengupas Coklat Kapasitas 100 Kg Per Jam," *Tek. Sains J. Ilmu Tek.*, vol. 4, no. 1, pp. 41–48, 2019, doi: 10.24967/teksis.v4i1.638.
- [12] M. Subhan, Z. Kurniawan, and S. D. Krishnaningsih, "Mesin Penumbuk Tepung Mocaf dengan Sistem Rack And Gear," *Manutech J. Teknol. Manufaktur*, vol. 11, no. 2, pp. 64–69, 2019.
- [13] S. J. Nugroho *et al.*, "Characterization blade hammer mill type swing," *J. Tek. Mesin*, vol. 3, no. 4, pp. 376–381, 2015.
- [14] H. Santosa, "Alat Hammer Mill-Strainer Combined Pada Pengolahan Ampas Kelapa Sisa Proses Pembuatan Minyak Kelapa Murni (Virgin Coconut ...," *Pros. Semin. Nas. Ris. dan Teknol. ...*, pp. 1–8, 2021, [Online]. Available: <https://journal.unpar.ac.id/index.php/ritektra/article/view/4965>
- [15] L. Hakim, Japri, and A. Ridwan, "Perancangan Mesin Penghalus Tempurung Biji Buah Kelapa Sawit (Endocarp Crusher Hammer Mill) Untuk Komposisi Bahan Bakar Alternatif," *J. Surya Tek.*, vol. 6, no. 1, pp. 55–63, 2020, doi: 10.37859/jst.v6i1.1868.