

**ANALISIS UNJUK KERJA MESIN PENCACAH POLIMER
KOMPOSIT SKALA LABORATORIUM**

SKRIPSI

OLEH:

**THEO FREDRIK TUMANGGOR
188130022**



**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN
2024**

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 4/12/24

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

HALAMAN JUDUL

ANALISIS UNJUK KERJA MESIN PENCACAH POLIMER KOMPOSIT SKALA LABORATORIUM

SKRIPSI

Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh
Gelar Sarjana di Fakultas Teknik
Universitas Medan Area

Oleh:

THEO FREDRIK TUMANGGOR
188130022

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN
2024

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 4/12/24


1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah


3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area
Access From (repository.uma.ac.id)4/12/24

HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI

Judul Proposal : Analisis Unjuk Kerja Mesin Pencacah Polimer
Komposit Skala Laboratorium
Nama Mahasiswa : Theo Fredrik Tumanggor
NIM : 18.813.0022
Fakultas : Teknik

Disetujui Oleh
Komisi Pembimbing


Dr. Iswandi, ST, MT
Pembimbing I


Bobby Umroh, ST, MT
Pembimbing II


Dr. Eng. Sapriano, ST, MT
Kaprodi
FAKULTAS TEKNIK

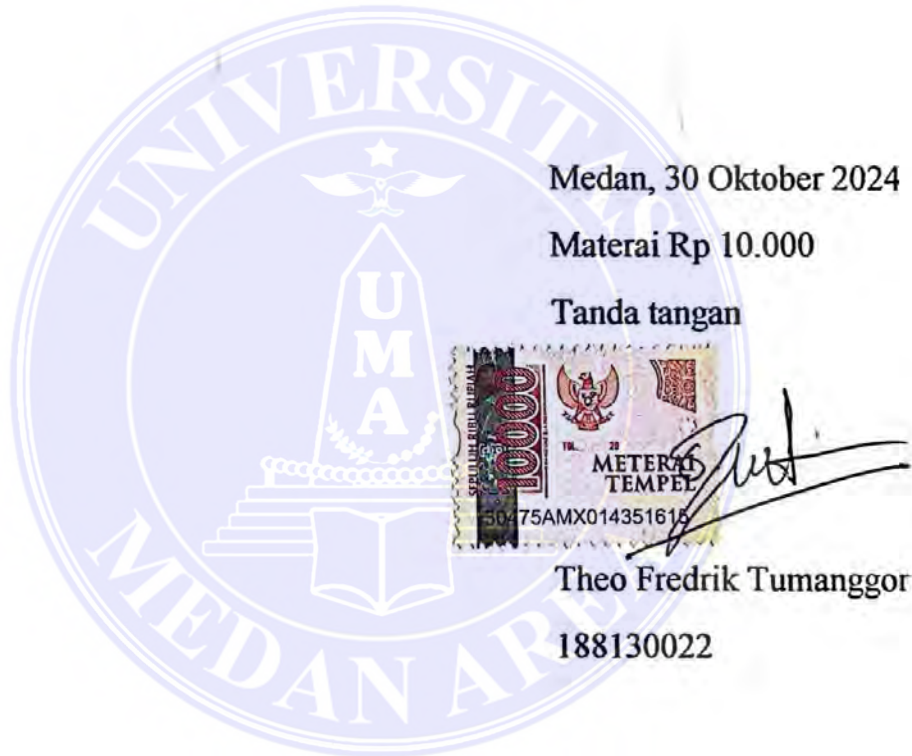

Dr. Iswandi, ST, MT
Kaprodi
PRODI TEKNIK

Tanggal Lulus: 7 Agustus 2024

HALAMAN PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa skripsi yang saya susun, sebagai syarat memperoleh gelar sarjana merupakan hasil karya tulis saya sendiri. Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan skripsi ini yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah dituliskan sumbernya secara jelas sesuai sorma, kaidah, dan etika penulisan ilmiah.

Saya bersedia menerima sanksi pencabutan gelar akademik yang saya peroleh dan sanksi-sanksi lainnya dengan peraturan yang berlaku, apabila di kemudian hari ditemukan adanya plagiat dalam skripsi ini.



HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
TUGAS AKHIR/SKRIPSI/TESIS UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademik Universitas Medan Area, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Theo Fredrik Tumanggor
NPM : 188130022
Program Studi : Teknik Mesin
Fakultas : Teknik
Jenis Karya : Skripsi/Tugas Akhir

demi membangun ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Medan Area **Hak Bebas Royalty(Non-exclusive Royalty-Free Right)** atas Tugas Akhir saya yang berjudul : Analisis Unjuk Kerja Mesin Pencacah Polimer Komposit Skala Laboratorium.

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalty noneklusif ini Universitas Medan Area berhak menyimpan, mengalihmedia/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di Medan

Pada tanggal, 30 Oktober 2024

Yang menyatakan



(Theo Fredrik Tumanggor)

ABSTRAK

Polimer merupakan bahan yang terbentuk dari hasil penggabungan beberapa unit molekul yang kecil, pembentuk senyawa ini disebut monomer. Polimer *polypropilene* yang dicampur dengan karbon aktif kemudian dicacah menggunakan mesin pencacah sesuai dengan persentase campurannya. Pada penelitian ini digunakan metode Taguchi untuk mendapatkan hasil cacahan sesuai dengan persentase campurannya dengan variasi campuran 70% PP+30%KA, 80%PP+20%KA, 90%PP+10%KA, kemudian hasil dari campuran yang dihasilkan diolah menggunakan *software Minitab*. Mesin pencacah adalah alat yang dibuat untuk menghasilkan cacahan dari barang-barang plastik menjadi bagian-bagian kecil dengan ukuran tertentu agar dapat digunakan untuk proses selanjutnya. Mesin pencacah plastik saat ini banyak beragam bentuk, ukuran kapasitas, sampai bentuk pisau potongnya, namun dari berbagai bentuk tersebut fungsinya sama. Banyak prinsip kerja dari mesin pencacah plastik ini dengan menggerakkan pisau putar menggunakan motor listrik yang menggunakan sistem *shredder* dan silinder pemotong tipe *reel*. Dari penelitian yang di lakukan berdasarkan hasil pengambilan data dan perhitungan baik menggunakan *Minitab Statistical* maupun manual dapat di tarik beberap kesimpulan, yaitu sebagai berikut, bahwa pada campuran 70%PP dan 30%KA hasil akhir yang didapat adalah 52,04 gr dalam bentuk seperti bongkahan, hasil untuk campuran ini dikategorikan kasar, kemudian pada campuran 90%PP dan 10%KA hasil akhir yang didapatkan adalah 0,580 gr dan mempunyai bentuk yang halus meyerupai tepung, hasil untuk campuran ini dikategorikan halus.

Kata kunci : Polimer, Mesin Pencacah, *Mesh*.

ABSTRACT

Polymers are materials formed from the combination of several small molecular units, forming these compounds are called monomers. Polypropylene polymer mixed with activated carbon is then chopped using a chopping machine according to the percentage of the mixture. In this study, the Taguchi method was used to obtain chopped results according to the percentage of the mixture with a mixture variation of 70% PP+30%KA, 80%PP+20%KA, 90%PP+10%KA, then the results of the resulting mixture were processed using software. Minitab. A chopping machine is a tool made to produce chopped plastic items into small parts of a certain size so they can be used for the next process. There are currently many different shapes of plastic chopping machines, capacity sizes, and cutting knife shapes, but the function of these various shapes is the same. Many of the working principles of this plastic shredding machine involve moving a rotary knife using an electric motor that uses a shredder system and a reel type cutting cylinder. From the research carried out based on the results of data collection and calculations using both Minitab Statistics and manually, several conclusions can be drawn, namely as follows, that in a mixture of 70% PP and 30% KA the final result obtained was 52.04 gr in chunk-like form. , the results for this mixture are categorized as coarse, then in the mixture of 90% PP and 10% KA the final result obtained is 0.580 gr and has a fine shape resembling flour, the results for this mixture are categorized as fine.

Keywords: Polymer, Shredding Machine, Mesh.

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Medan 15 Mei 2000 dan merupakan anak pertama dari dua bersaudara. Penulis merupakan tamatan dari SMKN 1 Sitinjo pada tahun 2018 dan berkat petunjuk dan pertolongan Tuhan Yang Maha Esa, usaha dan orangtua dan doa dalam menjalani aktifitas akademik di perguruan Tinggi Universitas Medan Area. Puji Syukur Penulis dapat menyelesaikan tugas akhir dengan skripsi yang berjudul “Analisis Unjuk Kerja Mesin Pencacah Polimer Komposit Skala Laboratorium” dan mengakhiri aktifitas akademik pada Tahun 2023 dengan memperoleh gelar Sarjana Teknik.



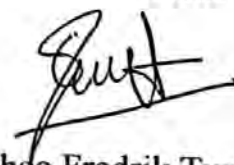
KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas segala limpahan kasih, karunia, dan kehendak – Nya sehingga Tugas Akhir Skripsi dengan judul “**Analisis Unjuk Kerja Mesin Pencacah Polimer Komposit Kapasitas Skala Laboratorium**”, sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan Program Sarjana (S1) Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Medan Area. Penulis menyadari bahwa skripsi ini tidak mungkin terselesaikan tanpa adanya dukungan, bantuan, bimbingan, dan nasehat dari berbagai pihak selama penyusunan skripsi ini.

Terima kasih penulis sampai kepada Dr. Iswandi, S.T, M.T. dan Bobby Umroh, S.T, M.T. selaku pembimbing serta telah banyak memberikan saran. Disamping itu penghargaan penulis sampaikan kepada rekan-rekan kelompok yang telah membantu penulis selama melaksanakan penelitian. Ungkapan terimakasih juga disampaikan kepada ayah, ibu, serta seluruh teman seperjuangan atas doa dan perhatiannya.

Kedua orang tua penulis W. Tumangger dan S. Barasa, yang selalu memberikan kasih sayang, doa, nasehat serta kesabaran yang luar biasa dalam setia Langkah hidup penulis yang merupakan anugerah terbesar dalam hidup. Penulis berharap dapat menjadi anak yang dapat dibanggakan. Rekan – rekan seperjuangan Mahasiswa Teknik Mesin Stambuk 2018 dari kampus Universitas Medan Area, serta semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang sudah banyak memberikan motivasi, masukan dan bantuan sehingga skripsi ini dapat diselesaikan. Akhir kata penulis mengucapkan terimakasih sebanyak – banyaknya dan semoga skripsi ini bermanfaat, terutama bagi penulis dan semua pembaca.

Penulis



Theo Fredrik Tumanggor

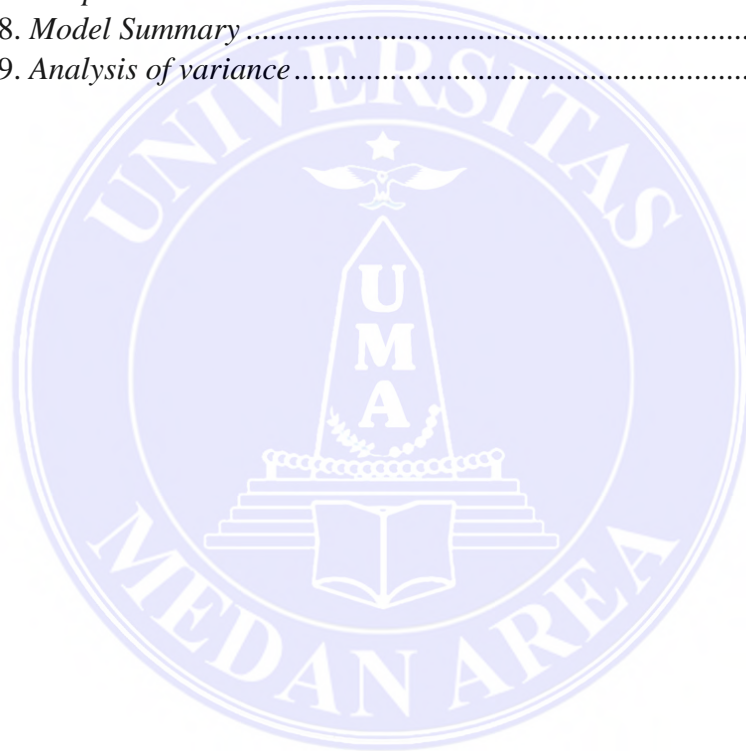
18.813.0022

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI.....	ii
HALAMAN PERNYATAAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	iv
ABSTRAK	v
RIWAYAT HIDUP.....	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR NOTASI.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Perumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Hipotesis Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Mesin Pencacah	5
2.2 Pisau Mesin Pencacah.....	11
2.3 Polypropylene	14
2.4 Polimer Komposit.....	15
2.5 Karbon Aktif.....	19
2.6 Pengayakan	19
2.7 Minitab.....	24
2.8 Taguchi Method.....	25
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	31
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian.....	31
3.2 Perencanaan Penelitian	32
3.3 Bahan dan Alat.....	32
3.4 Metode <i>Orthogonal Array</i> (OA) Taguchi.....	36
3.5 Metode Penelitian	38
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	40
4.1 Hasil	40
4.2 Pembahasan	42
BAB V SIMPULAN DAN SARAN	48
5.1 Simpulan	48
5.2 Saran	48
DAFTAR PUSTAKA.....	49
LAMPIRAN	51

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1. Jadwal Tugas Akhir	31
Tabel 3.2. Spesifikasi Tachometer	34
Tabel 3.3. Spesifikasi Timbangan Gantungan Digital	36
Tabel 4.1. Hasil Bahan Setelah Dicacah	40
Tabel 4.2. Hasil Cacahan Setelah Diayak	40
Tabel 4.3. Perhitungan Mesin Pencacah	42
Tabel 4.4. Jumlah Faktor Dan Level Pada Percobaan Taguchi	43
Tabel 4.5. Tabel hasil <i>SNR dan Mean</i>	43
Tabel 4.6. <i>Response Table For Signal To Noise Ratios Smaller is better</i>	43
Tabel 4.7. <i>Respon Tabel For Mean</i>	44
Tabel 4.8. <i>Model Summary</i>	45
Tabel 4.9. <i>Analysis of variance</i>	45



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Mesin Pencacah.....	5
Gambar 2.2. Aliran Daya	6
Gambar 2.3. Mata Pisau Tipe <i>Flake</i>	13
Gambar 2.4. Mata pisau tipe <i>Flat</i>	13
Gambar 2.5. Mata Pisau Tipe <i>Shredder</i>	14
Gambar 2.6. Jenis Komposit Serat.....	18
Gambar 2.7. Kesetimbangan ayakan.....	21
Gambar 2.8. Pengayakan Manual	23
Gambar 2.9. Pengayakan Mekanik	24
Gambar 3.1. Bahan Polimer Komposit	33
Gambar 3.2. Mesin Pencacah Komposit.....	33
Gambar 3.3. Tachometer.....	34
Gambar 3.4. <i>Stopwatch</i>	35
Gambar 3.5. Timbangan Gantung.....	35
Gambar 3.6. Motor Listrik	36
Gambar 3.7. Diagram Alir Penelitian	39
Gambar 4.1. <i>Plot For SN Rations</i>	44
Gambar 4.2. <i>Main Effects Plot For Mean</i>	44
Gambar 4.3. Histogram response hasil	45
Gambar 4.4. Hasil cacahan Polimer komposit dengan kriteria Kasar	46
Gambar 4.5. Hasil cacahan Polimer komposit dengan kriteria halus	47

DAFTAR NOTASI

P	= Daya (VA)
V	= Tegangan (Volt)
I	= Arus (Ampere)
W	= Energi Listrik (J)
R	= Hambatan Listrik (Ohm)
T	= Waktu (s)
Q_{kond}	= Perpindahan panas konduksi (J/s atau W)
K	= Konduktivitas Thermal ($W/m^{\circ}K$)
A	= Luas Perpindahan Panas (m^2)
Δt	= Total Temperatur ($^{\circ}C$)
Δx	= Total Jarak ($^{\circ}C$)
H	= Koefisien Konveksi ($W/m^2 \cdot ^{\circ}K$)
ρ	= Massa Jenis (kg/m^3)
μ	= Viskositas Dinamis Fluida ($kg/m \cdot s$)
A	= Diffusitas termal (m^2/s)
\dot{m}	= laju aliran massa udara (kg/s)
C_p	= panas jenis udara ($J/kg \cdot K$)
U	= Koefisien perpindahan panas menyeluruh ($W/m^2 \cdot K$)
M	= Massa Benda (g)

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Material komposit adalah material multi fase yaitu suatu material campuran yang terbuat dari dua atau lebih jenis material, dengan pencampurannya tidak terjadi reaksi secara kimia. Sifat material komposit merupakan paduan dari sifat – sifat material penyusunnya, yaitu matriks dan penguat (*reinforcement*) atau pengisi (*filler*) dimana keduanya memiliki sifat yang berbeda. Ketentuan untuk material penguat, harus dapat menunjang/memperbaiki sifat – sifat matrik dalam membentuk material komposit.

Proton Exchange Membrane fuel cell (PEMFC) yang dikenal pula sebagai *polymer electrolyte membrane fuel cell* merupakan komponen yang terdiri dari elektrolit dan elektroda berbentuk padat. Elektrolit terbuat dari polimer padat terhidrasi (*fluorinated sulfonic acid polymer* dan sejenisnya) yang berfungsi sebagai membrane pertukaran ion. Sedangkan elektroda terbuat dari karbon berpori yang mengandung katalis.

Komposit adalah gabungan dari dua atau lebih material yang memiliki sifat berbeda untuk mendapatkan gabungan dari kedua sifat material tersebut., salah satunya yaitu *polypropylene* dan karbon aktif. *Polypropylene* adalah jenis plastik yang paling banyak digunakan dalam kehidupan sehari-hari karena memiliki sifat mekanis yang baik dengan massa jenis yang rendah, ketahanan panas dan kelembaban, serta memiliki kestabilan dimensi yang baik. Sedangkan

karbon aktif adalah senyawa karbon yang telah ditingkatkan daya adsorbsinya dengan melakukan proses karbonasi dan aktivasi.

Pada penelitian (A. R. Nuardi. 2019) Pengaruh Variasi Putaran Mesin Terhadap Unjuk Kerja Mesin Pencacah Plastik, Penelitian ini menggunakan bahan plastik ukuran besar sebagai tempat pencacahan, bahan disobek, ditarik, digerus, dan digerus dengan dua silinder yang terdiri dari pisau atau alat penghancur yang berputar berlawanan arah dan bahan menjadi lunak. Dengan mengatur variasi putaran mesin 200, 300 dan 400 rpm serta variasi bahan plastik berupa wadah nasi yang dibuat utuh dan berlubang. Sehingga diperoleh hasil yang menyerupai biji plastik untuk bahan daur ulang. Hasil data penelitian pengaruh variasi putaran mesin terhadap unjuk kerja mesin hitung plastik, dengan adanya perubahan hasil selisih RPM dipengaruhi oleh semakin kecil angka (6,68) maka ukuran bentuk pada putaran RPM 200. Sebaliknya pada putaran besar, berat berubah dari hasil angka (12,6) dari ukuran bentuk pada kecepatan 400 rpm di seluruh plastik.

Pada penelitian (K. Y. Prabawansyah. 2021) optimasi redesign sudut mata pisau potong mesin pencacah sampah botol plastik di ksm tanon bersih, Pemilihan besar sudut pisau pencacah sebesar 35° dengan menggunakan faktor parameter putaran mesin sebesar 1300 rpm, jenis material pisau ST 45 dengan waktu pencacahan 10 menit untuk tiap 1 kg material sampah botol plastik dapat menghasilkan ukuran hasil pemotongan optimal yaitu 12 mm. Hasil yang diperoleh memberikan peningkatan yang lebih signifikan dengan adanya proses redesign pada pisau ini. Hasil ukuran cacahan sebelum dilakukan redesign pada pisau potong didapatkan ukuran sebesar 20 mm.

Berdasarkan uraian diatas maka akan dilakukan penelitian kinerja unjuk kerja mesin pencacah polimer komposit untuk mendapatkan hasil yang optimal pada kualitas cacahan.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, maka yang menjadi permasalahan pada mesin pencacah polimer komposit adalah:

- a) Bagaimana tahapan proses kerja mesin pencacah plastik polimer komposit skala laboratorium?
- b) Berapa hasil halus dan kasarnya bahan mesin pencacah polimer komposit skala laboratorium yang dihasilkan?

1.3 Tujuan Penelitian

Melalui penulisan skripsi ini, adapun yang menjadi tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Menganalisis ukuran partikel pada polimer komposit mesin pencacah skala laboratorium.
2. Untuk mengetahui hasil halus dan kasarnya bahan mesin pencacah polimer komposit skala laboratorium yang dihasilkan.

1.4 Hipotesis Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah diatas, adapun hipotesis penelitian ini yaitu, untuk mengetahui performa atau kinerja pada mesin pencacah menggunakan perhitungan – perhitungan yang ada, untuk mengetahui hasil cacahan yang halus, kasar dan data yang didapat kemudian di analisis menggunakan *software* Minitab.

1.5 Manfaat Penelitian

Dari hasil penelitian ini semoga dapat memberi kontribusi kepada pihak-pihak yang membutuhkan yaitu:

1.5.1 Manfaat Ilmiah

Penulisan skripsi ini diharapkan dapat memberikan kontribusi yang cukup signifikan sebagai masukan pengetahuan atau sastra ilmiah yang dapat dijadikan bahan kajian bagi para peneliti lainnya.

1.5.2 Manfaat Praktis

Dari penelitian ini diharapkan memberikan manfaat praktis bagi berbagai pihak, diantaranya:

- 1 Memperkenalkan apa itu mesin pencacah dan peranan mesin pencacah dalam mengolah sampah.
- 2 Membantu mengurangi pencemaran sampah pada lingkungan.
- 3 Memberikan kontribusi kepada masyarakat dalam pengelolaan limbah plastic
- 4 Mempermudah daur ulang sampah.
- 5 Menggunakan bahan bacaan yang dapat digunakan sebagai referensi penelitian lebih lanjut tentang mesin pencacah plastik.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

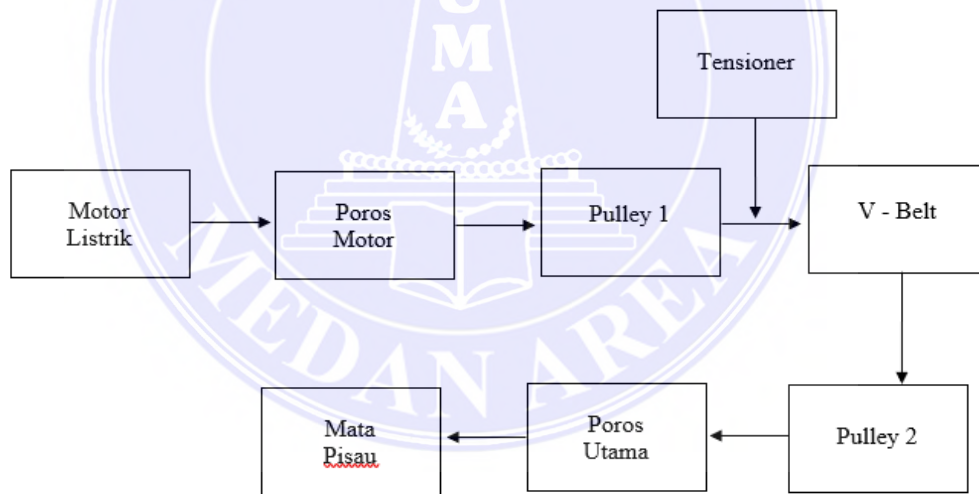
2.1 Mesin Pencacah

Mesin pencacah adalah alat yang dibuat untuk menghasilkan cacahan dari barang – barang plastik menjadi bagian – bagian kecil dengan ukuran tertentu agar dapat digunakan untuk proses selanjutnya. Mesin pencacah saat ini banyak beragam bentuk, ukuran kapasitas, sampai bentuk pisau potongnya, namun dari berbagai bentuk tersebut fungsinya sama. Banyak prinsip kerja dari mesin pencacah ini dengan menggerakkan pisau putar menggunakan motor listrik yang menggunakan sistem *shredder* dan silinder pemotong tipe reel. Daya dari mesin ini ditransmisikan menggunakan *gear box*. Material sampah plastik yang sudah dibersihkan dimasukkan ke dalam mesin melalui corong masukan hingga mengenai pisau pencacah. Cacahan plastik kemudian keluar melalui saringan bawah dan corong keluaran (I. Nur, Nofriadi, and Rusmardi. 2014). Mesin pencacah tipe *shredder* dapat dilihat pada gambar 2.1 dibawah ini.



Gambar 2.1. Mesin Pencacah

Prinsip kerja mesin pencacah adalah bahan dengan ukuran besar masuk ke tempat pencacahan, bahan dirobek, ditarik, diremukkan, dan dihancurkan oleh dua buah silinder tersusun pisau pencacah atau penghancur berputar berlawanan arah dan bahan menjadi lunak, hasil pencacahan tahap pertama masuk ke pencacahan tahap kedua dengan ukuran bahan kecil- kecil. Pada tahap kedua bahan dipotong-potong secara berulang kali dengan silinder terpasang pisau pemotong model seperti piringan. Hasil cacahan keluar dari lubang saringan dengan ukuran seragam. Standar lubang saringan dengan ukuran 0,5-1,5 cm (I. Nur, Nofriadi, and Rusmardi. 2014). Skema Aliran daya pada prinsip kerja mesin pencacah dapat dilihat pada gambar 2.2. di bawah ini.



Gambar 2.2. Aliran Daya

2.1.1 Mesin Pencacah *Crusher*

Mesin pencacah plastik yang menggunakan sistem gunting, yang namanya gunting pasti ada dua buah bilah mata gunting, Mata pisau ini terdiri dari pisau

gerak dan mata pisau tetap. Mata pisau gerak ditempelkan pada poros (shaft), sedangkan pisau tetapnya ditempelkan pada body atau rangka mesin.

2.1.2 Mesin Pencacah *Grinder*

Mesin pencacah jenis ini memiliki fungsi utama menggiling benda kerja menggunakan prinsip gesekan pada benda kerja. Umumnya mekanisme grinder digunakan untuk benda yang bersifat relatif kaku seperti pelampung renang (PVC).

2.1.3 Mesin Pencacah *Shredder*

Mesin ini digunakan untuk menghancurkan plastik yang tebal, mesin ini memiliki kinerja yang lambat, namun kelebihanannya dapat memotong jenis plastik yang kuat seperti plastik bekuan dan drum plastik (HDPE).

2.1.4 Komponen Mesin Pencacah

Komponen mesin pencacah yang digunakan adalah :

1. Hopper In, berfungsi sebagai wadah tempat memasukkan bahan yang akan dicacah.
2. Rangka, digunakan untuk menyambungkan part – part pada mesin.
3. Mata Pisau Shredder, berfungsi untuk menghancurkan bahan yang akan dicacah.
4. Pisau Tetap, berfungsi sebagaiudukan tetap untuk mata pisau statis pada saat mencacah bahan.
5. Poros Segienam, berfungsi sebagaiudukan pisau shredder.
6. Gear Box, berfungsi sebagai penghubung putaran dari motor listrik ke mata pisau.

7. Roda Puli, berfungsi untuk tempat dudukan karet puli
8. Puli, berfungsi sebagai penghubung antara motor listrik dan *gearbox*.
9. Hopper Out, berfungsi sebagai tempat keluarnya bahan yang telah dicacah.
10. Motor Listrik, berfungsi sebagai alat untuk mengubah energi listrik menjadi energi mekanik.

2.1.5 Perhitungan Mesin Pencacah

1 Luas Penampang Lingkaran

Untuk menentukan luas penampang pada pisau digunakan persamaan lingkaran dapat dilihat dari persamaan 2.1 sebagai berikut :

$$A = p \cdot l \dots\dots\dots(2.1)$$

Keterangan :

A = Luas penampang

p = Panjang (mm)

l = Lebar (mm)

2 Gaya Potong Pisau

Adapun gaya pemotongan vertikal pisau untuk mengetahui berapa Newton (N) pada pisau dapat dilihat pada persamaan 2.2 sebagai berikut:

$$F = A \cdot fs (N) \dots\dots\dots(2.2)$$

Keterangan:

F = Gaya pada pisau (N)

A = Luas penampang bahan (mm)

fs = Tegangan geser bahan (N/cm³)

3 Kapasitas Pemotongan

Kapasitas pada saat pemotongan dapat dilakukan dengan persamaan 2.3 sebagai berikut:

$$Q = \rho \cdot V \text{ (kg jam) } \dots\dots\dots(2.3)$$

Keterangan:

Q = kapasitas pemotongan (Kg/jam)

ρ = massa jenis plastik (g/cm³)

V = kec. hasil pemotongan (m/min)

4 Torsi Pisau

Adapun torsi pisau pencacah dapat menggunakan persamaan 2.4 sebagai berikut:

$$T = F \cdot r \text{ (N. m) } \dots\dots\dots(2.4)$$

Keterangan:

T = Torsi pada pisau (N.m)

F = Gaya yang bekerja pada pisau (N)

r = ½ Diameter pisau (mm)

5 Kecepatan Putaran Potong

Untuk mengetahui kecepatan putaran potong pada pisau dapat menggunakan persamaan 2.5 sebagai berikut:

$$V1 = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000 \cdot 60} \dots\dots\dots(2.5)$$

Keterangan:

$V1$ = Kec. putaran potong (m/s)

d = Diameter poros (mm)

n = Putaran Poros (rpm)

6 Daya Motor Listrik

Untuk menentukan daya yang dibutuhkan dengan pisau yang digunakan dapat menggunakan persamaan 2.6 sebagai berikut:

$$p = \frac{T \cdot 2\pi \cdot n}{60} (W) \dots\dots\dots(2.6)$$

Keterangan:

T = Torsi (Nm)

n = Putaran poros (rpm)

7 Kecepatan Motor Listrik

$$N_2 = \frac{N_1 \times 2}{4} \dots\dots\dots(2.7)$$

Keterangan :

N = Kecepatan motor Listrik (rpm)

8 Putaran Gearbox

$$i = \frac{n_2}{n_1} \dots\dots\dots(2.8)$$

Keterangan :

i = Putaran keluar gearbox (rpm)

9 Torsi yang Dihasilkan

$$Tr = \frac{P}{2\pi/60} \dots\dots\dots(2.9)$$

Keterangan :

Tr = Torsi yang dihasilkan (Nm)

10 Total Reduksi

$$\frac{z^2}{z^1} \times \frac{1}{20} \dots\dots\dots(2.10)$$

2.1.6 Menentukan Kapasitas Kerja Alat

Kapasitas kerja suatu mesin atau alat adalah kemampuan kerja mesin atau alat tersebut untuk memberikan hasil (hectare, kilogram, liter) persatuan waktu (N. D. Anggraeni and A. E. Latief). Cara pengukuran sebagai berikut :

1. Timbang bahan yang akan di cacah sebanyak 60 gr.
2. Operasikan mesin sampai dengan putaran optimal, kemudian masukan bahan yang akan dicacah melalui lubang pemasukan (*input*).
3. Setelah bahan itu keluar melalui lubang pengeluaran atau output maka tampung bahan hasil cacahan tersebut.
4. Catat waktu awal pemasukan dan pengeluaran sampai bahan habis dicacah semuanya.
5. Kemudian timbang dan catat bobot bahan yang telah di cacah.
6. Kapasitas produksi mesin dihitung berdasarkan rumus. Pengujian dengan bobot sebanyak 60 gr dengan 1 kali pengujian:

$$C = \frac{w}{t_1} \times 3600 \text{ detik} = \text{kg/jam} \dots\dots\dots(2.11)$$

Dimana:

- C = kapasitas kerja mesin (kg/jam)
- w = berat bahan (kg)
- t1 = waktu pencacahan (jam)

2.2 Pisau Mesin Pencacah

Pisau pencacah adalah pisau yang berfungsi untuk mencacah sampah plastik menjadi potongan kecil sesuai geometri yang diharapkan. Pencacahan dapat dikatakan baik apabila menggunakan mata pisau yang tajam dengan desain

sudut mata pisau yang sesuai. Pisau pencacah dikategorikan menjadi dua fungsi yaitu sebagai berikut:

1. Pisau Dinamis

Pisau dinamis adalah pisau yang mempunyai kekuatan dan ketajaman tertentu agar dapat menghancurkan plastik menjadi potongan-potongan kecil. Pisau ini dirancang untuk putaran tinggi, jadi untuk dudukan pisau harus diperhatikan hasil pengelasannya agar tidak lepas dan menimbulkan kecelakaan, begitu juga pemasangan pada dudukan pisau, harus dikunci kuat sebelum mesin dinyalakan.

2. Pisau Statis

Pisau statis adalah pisau yang dipasangkan pada dudukan pisau yang ada pada rangka mesin. Pisau ini terdiri dari 2 buah yang dipasang sejajar dan sedikit miring dengan poros pisau dinamis dengan sisi tajam yang berdekatan dan berhadapan, sehingga pada saat berputar menyebabkan gaya sobek pada plastik. Pisau ini dipasang dengan 3 buah baut dan mur, sehingga posisinya dapat diatur agar sesuai dengan kebutuhan mesin.

2.2.1 Tipe – Tipe Mata Pisau Pencacah

Adapun tipe-tipe pada pisau pencacah yaitu sebagai berikut:

1) Mata Pisau Tipe *Flake*

Pada tipe mata pisau ini memiliki bentuk belakang melengkung tetapi tidak terlalu dalam. Untuk mata pisau jenis ini bisa digunakan untuk mencacah limbah jenis plastik seperti botol aqua, gelas aqua dan lain – lain. Tipe pisau dapat dilihat pada gambar 2.3 berikut ini.



Gambar 2.3. Mata Pisau Tipe *Flake*

2) Mata pisau tipe *Flat*

Jenis mata pisau ini berbeda dengan tipe *flake* dan *shredder*. Untuk sepanjang as jika pendek asnya terdiri dari satu kolom saja, namun jika asnya panjang biasanya akan dipotong menjadi 2 kolom atau lebih, biasanya dalam satu lingkaran as terdiri dari 3 baris. Untuk mata pisau jenis ini biasa cocok digunakan untuk mencacah jenis kantong plastik, dan lain – lain. Tipe pada pisau ini seperti pada gambar 2.4 dibawah ini.



Gambar 2.4. Mata pisau tipe *Flat*

3) Mata Pisau Tipe *Shredder*

Jenis mata pisau ini memiliki fungsi untuk mencacah sebagai jenis-jenis limbah plastik yang keras, dan lain-lain. Mata pisau ini dapat menggunakan satu atau dua buah silinder/poros, pada penelitian ini menggunakan tipe

shredder dengan poros tunggal dengan pisau tetap yang saling berhadapan. Agar mata pisau ini bisa bekerja dengan cara menekan, meremukkan, merobek serta menjepit cacahan, (Shofwan,U.K.,Waluyo,J.,&Hidayat,T.2023). Dapat dilihat tipe pisau seperti pada gambar 2.5 dibawah ini..



Gambar 2.5. Mata Pisau Tipe Shredder

2.3 Polypropylene

Polypropylene yang berasal dari kata “poly” yang berarti banyak dan “propylene” yang berarti senyawa hidrokarbon yang mempunyai tiga atom karbon dan enam atom hydrogen dengan satu ikatan rangkap. Polypropylene merupakan polimer kristalin yang dihasilkan dari proses polimerisasi gas propilena. Propilena sendiri memiliki specific gravity rendah bila dibandingkan dengan jenis plastik lainnya. Polypropylene mempunyai titik leleh yang tinggi yaitu (180-200°C), sedangkan titik kristalisasinya antara lain (130–135°C). Polypropylene juga mempunyai ketahanan terhadap bahan kimia (hemical resistance) yang tinggi, kelemahannya terdapat pada sifat mekaniknya.

Polypropylene sendiri termasuk pada polimer termoplastik yang memiliki struktur monomer yaitu $CH_2=CH-CH_3$. Ada tiga macam polypropylene yaitu sindiotaktik, isotaktik, ataktik. Sifat-sifat kekuatan polypropylene dipengaruhi oleh berat molekul dan kristalinitas atau derajat kristanilitas. Polypropylene mempunyai

tegangan (tensile) yang rendah, kekuatan benturan (impact strength) yang tinggi dan ketahan yang tinggi terhadap pelarut organik. Polypropylene juga mempunyai sifat isolator yang baik mudah diproses dan sangat tahan terhadap air karena sedikit sekali menyerap air, dan sifat kekakuan yang tinggi. Seperti polyolefin lain, polypropylene juga mempunyai ketahan yang sangat baik terhadap bahan kimia anorganik non pengoksidasi, deterjen, alcohol dan sebagainya. Tetapi polypropylene dapat terdegradasi oleh zat pengoksidasi seperti asam nitrat dan hidrogen peroksida. Sifat kristalinitasnya yang tinggi menyebabkan daya regangannya tinggi, kaku dan keras. Degradasi adalah proses rusaknya rantai utama dan ikatan-ikatan penyusun polimer. Degradasi dapat diminimalisir dengan menggunakan bubuk karbon yang dicampurkan dengan polimer.

Polypropylene adalah sebuah polimer termoplastik yang dibuat oleh industry kimia dan digunakan untuk berbagai aplikasi diantaranya seperti pengemasan, alat tulis, perlengkapan laboratorium, komponen otomotif, mainan, komponen listrik dan masih banyak lagi.

2.4 Polimer Komposit

Polimer merupakan yang besar terbentuk dari hasil penggabungan beberapa unit molekul yang kecil, pembentuk senyawa ini disebut monomer. Kepadatan ρ dari polimer lebih kecil dari logam yang paling ringan ini yang menyebabkan polimer sangat ringan. Dibanding dengan material lainnya polimer adalah material yang tidak kaku dikarenakan modulus E yang 50 kali lebih sedikit dibanding dengan logam. Sifat pada polimer tergantung pada suhunya sehingga polimer yang kuat dan sangat fleksibel akan rapuh jika berada dalam suhu -4°C namun pada suhu 100°C maka akan berubah menjadi karet. Dibandingkan dengan

logam kekuatan polimer per satuan berat akan lebih kuat karena kepadatan yang rendah sehingga polimer menjadi sangat kuat (N. D. Anggraeni and A. E. Latief. 2018).

2.4.1 Polimer Thermo Plastik

Polimer thermoplastik adalah plastik yang mudah dilunakkan hingga berulang kali dengan menggunakan panas oleh sebab itu polimer mempunyai sifat tidak tahan terhadap panas. Bila di dinginkan polimer thermoplastik ini akan menjadi keras. Melelehnya thermoplastik pada suhu tertentu, melekat dan mengikuti perubahan suhu dan sifat mampu baliknya yang cukup baik (*reversible*) terhadap sifat aslinya. Contoh jenis polimer ini adalah *Polyester*, *Nylon*, *Polypropylene* (PP), *Polyterafluoroethylene* (PTFE), *High Density Polyethylene* (HDPE), *Polyethylene Terephthalate* (PET), *polieter sulfon*. Jenis polimer thermoplastik ini tidak seperti polimer. *thermosetting*, thermoplastik ini tidak memiliki ikatan silang antara rantai polimernya, melainkan dengan struktur molekul liner maupun bercabang (Nayiroh, Nurun. 2013).

2.4.2 Polimer *Thermosetting*

Polimer *thermosetting* jenis polimer yang bersifat permanen pada bentuk cetak pertama kali tidak bisa dibentuk ulang, karena polimer *thermosetting* mempunyai sifat yang tahan terhadap panas. Sifatnya yang tahan panas ini menyebabkan polimer tidak dapat meleleh. Pemanasan yang tinggi tidak akan bias melunakkan jenis polimer ini melainkan akan membentuk arang dan terurai. Bila polimer ini rusak maka tidak bisa diperbaiki kembali. Oleh sebab itu plastik jenis *thermosetting* tidak begitu menarik dalam proses daur ulang. Polimer *thermosetting* mempunyai sifat yang kaku dan keras dikarenakan memiliki ikatan

– ikatan silang yang mudah dibentuk pada waktu dipanaskan. Semakin banyak ikatan – ikatan silang polimer maka akan semakin kaku dan akan mudah patah. Contoh dari polimer *thermosetting* yaitu epoksida, Bismaleimida, dan poli-imida.

Komposit adalah gabungan dari 2 atau lebih material yang memiliki sifat berbeda untuk mendapatkan gabungan dari kedua sifat material tersebut. Komposit terdiri dari pengikat (*matriks*) dan penguat (*reinforcement*) yang ditambahkan untuk mengkombinasikan sifat mekanik. Dalam perkembangan teknologi komposit mengalami kemajuan yang sangat pesat di karenakan keistimewaan sifat yang terbarukan dan juga memiliki kekuatan yang tinggi, kekakuan, ketahanan panas yang tinggi, korosi dan lain-lain.

Bahan komposit serat mempunyai keunggulan yang utama yaitu kuat (*strong*), tangguh (*stiff*), dan lebih tahan terhadap panas pada saat di dalam matriks. pemilihan material matriks biasanya mempertimbangkan sifat-sifatnya yaitu tahan terhadap panas, tahan cuaca yang buruk dan tahan terhadap guncangan. Bahan matriks dapat berupa polimer, keramik, logam atau karbon. Menurut (S. A. Rahmawaty. 2021) jenis komposit serat terbagi menjadi 4 macam bisa juga dilihat pada gambar 2.6 yaitu :

1. *Continuous fiber composite* (komposit yang diperkuat dengan serat kontiniu)
Continuous fiber composite mempunyai susunan serat panjang dan lurus, membentuk lamina diantara matriknya. Jenis komposit ini paling sering digunakan Tipe ini mempunyai kelemahan pada pemisah antar lapisan . Hal ini dikarenakan kekuatan antar lapisan dipengaruhi oleh matriknya.
2. *Woven fiber composite* (komposit yang diperkuat dengan serat anyaman)

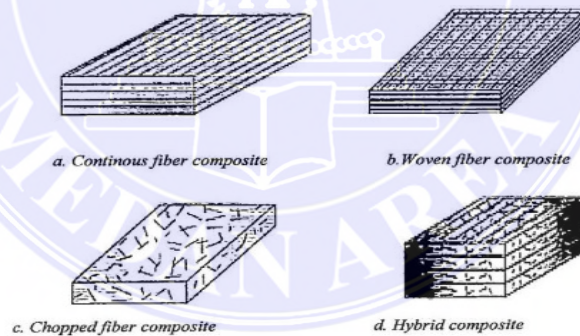
Komposit ini tidak mudah dipengaruhi pemisahan antar lapisan karena susunan seratnya juga mengikat antar lapisan. Akan tetapi susunan serat memanjangnya yang tidak begitu lurus mengakibatkan kekuatan dan kekakuan akan melemah.

3. *Chopped fiber composite* (komposit yang diperkuat dengan serat pendek/acak)

Chopped fiber composite adalah serat komposit yang dicincang dapat dicampur dengan resin untuk membuat hamper semua bentuk.

4. *Hybrid composite* (komposit yang diperkuat dengan serat kontiniu dan serat acak).

Hybrid composite merupakan komposit gabungan antara tipe serat lurus dengan serat acak. Tipe ini digunakan supaya dapat mengganti kekurangan sifat dari kedua tipe dan dapat menggabungkan kelebihan keduanya.



Gambar 2.6. Jenis Komposit Serat

Matriks polimer digunakan karena memiliki sifat ulet, densitas rendah, tahan korosi serta fabrikasi mudah. Paling umum digunakan adalah jenis epoksi, polyester, fenolik, dan lain-lain. PMC terbagi dua berdasarkan pengaruh temperature pada jenis polimer yaitu termoplastik dan thermoset. Termoplastik memiliki sifat ikatan linier atau bercabang dengan temperature leleh rendah

namun dapat dibentuk ulang dan lemah. Termoset memiliki sifat ikatan silang dengan temperature leleh tinggi namun tidak dapat dibentuk ulang dan kuat. Dua jenis polimer tersebut tentu proses manufaktur komposit akan berbeda perlakuan.

2.5 Karbon Aktif

Karbon aktif adalah senyawa karbon yang telah ditingkatkan daya adsorbsinya dengan melakukan proses karbonasi dan aktivasi. Karbonasi (pengarangan) adalah suatu proses pirolisis (pembakaran) tak sempurna dengan udara terbatas dari bahan yang mengandung karbon. Dalam proses karbonasi terdapat penyusutan sampel (Firdiyono and Sya. 2012). Aktivasi merupakan suatu proses pembentukan karbon aktif yang berfungsi untuk menambah, membuka dan mengembangkan volume pori karbon serta dapat menambah diameter pori-pori karbon yang sudah terbentuk dari proses karbonisasi melalui metode kimia atau fisika (Erawati and Fernando. 2018).

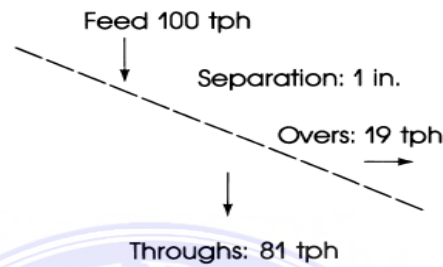
2.6 Pengayakan

Pengayakan merupakan pemisahan berbagai campuran partikel padat yang mempunyai berbagai ukuran bahan dengan menggunakan ayakan. Proses pengayakan juga digunakan sebagai alat pembersih, pemisah kontaminan yang ukurannya berbeda dengan bahan baku. (Kusnanto, A. L. 2017). Pengayakan memudahkan kita untuk mendapatkan serbuk dengan ukuran yang seragam. Dengan demikian pengayakan dapat didefinisikan sebagai suatu metode pemisahan berbagai campuran partikel padat sehingga didapat ukuran partikel yang seragam serta memiliki ukuran yang berbeda dengan menggunakan alat pengayakan.

Sizing sangat luas dipakai untuk pemisahan ukuran 300 mm hingga menjadi ukuran sekitar 40 m, meskipun efisiensi ikut menurun seiring dengan tingkat kehalusan. Ayakan kering biasanya terbatas pada material di atas 5 mm, sedangkan ayakaning basah umumnya berukuran 250 m, metode untuk penanganan material dibawah 250 m ditangani dengan menggunakan metode klasifikasi. Pemilihan penggunaan antara ayakan dan klasifikasi dipengaruhi adanya pertimbangan bahwa pemisahan yang halus membutuhkan area yang luas untuk permukaan ayakan dan oleh karena itu proses ini memerlukan biaya yang mahal dibandingkan dengan proses klasifikasi. (Syahputra, a. p.). Berikut tujuan dilakukan ayakan

- 1 *Sizing/classifying* untuk memisahkan partikel berdasarkan ukuran. Biasanya untuk menyediakan unit proses dengan *range* ukuran partikel yang diinginkan disesuaikan dengan unit operasinya masing-masing.
- 2 *Scalping* untuk menghilangkan fraksi partikel yang kasar pada material pengumpan, biasanya hasil *scalping* pada akhirnya dapat dihancurkan atau dihilangkan dari proses.
- 3 *Grading* untuk menyiapkan sejumlah produk dengan *range* ukuran yang diinginkan.
- 4 *Media recovery* sebagai media *magnetic* untuk membersihkan biji.
- 5 *Dewatering* untuk menghilangkan kotoran dari proses *wet sand slurry*.
- 6 *Desliming* atau *de-dusting* untuk menghilangkan material yang halus, umumnya dibawah 0,5 mm dari umpan basah atau kering.
- 7 *Trash removal* biasanya digunakan untuk menghilangkan serat kayu dari arus slurry yang halus.

Dalam bentuk sederhana ayakan memiliki banyak celah atau lubang, biasanya dengan dimensi yang sama. Tidak ada metode yang secara universal menerima pendefinisian performa ayakan dan jumlah metode yang dipakai. dapat dilihat pada gambar 2.7 dibawah ini.



Gambar 2.7. Kestimbangan ayakan

Penforma dari ayakan melibatkan dua hal yaitu,

- 1) Efisiensi Ayakan
- 2) *Mass balance* ayakan yang dipengaruhi oleh,

$$F = C + U, \text{ Jika}$$

f = fraksi material feed

c = fraksi material yang tertahan ayakan

u = fraksi material yang lolos

maka, Efisiensi keseluruhan dari ayakan :

$$E = \frac{C(F-U) (1-U) (C-F)}{F (C-U)^2 (1-F)} \dots \dots \dots (2.12)$$

Jika dianggap *coarse* material semua di ayakan, maka u dapat dianggap = 0 (berarti *coarse* material terseleksi baik), maka efisiensi dapat ditulis :

$$E = \frac{C-F}{C(1-F)} \dots \dots \dots (2.13)$$

Pada prakteknya, banyak hal yang mempengaruhi efisiensi ayakan :

- 1) Ukuran partikel yang mendekati ukuran *aperture*.

2) Robeknya *aperture*.

Fakto-faktor yang mempengaruhi performa ayakan :

- 1) *Feed rate high feed rate* diperlukan untuk mengurangi *article dwell time*.
- 2) *Vibration* pada ayakan. Tujuan untuk meningkatkan efisiensi, semakin tinggi laju *feed (feed rate)* makin besar *vibraturion* yang dilakukan.
- 3) Sudut datang dan orientasi partikel saat di ayakan.

Jika partikel tidak berbentuk bola, pada satu sisi memiliki luas area yang kecil untuk melewati ayakan dan sisi lain memiliki luas yang berbeda lebih besar yang justru menghambat pergerakan ke ayakan.

Distribusi partikel akan ditentukan oleh *screen analysis*, dengan berbagai skala yang digunakan. Suhu satu skala yang umum digunakan adalah *American tyler screen (tyler standard series)* dimana ukuran *screen* adalah mesh atau *wires per linear inch (1 inch = 2.54 cm)*. Ukuran *tyler* dimulai dari 1.05 inch (26.67 mm), untuk partikel yang lebih kecil umumnya digunakan *microns (1 micron = 10⁻³ mm)*.

2.5.1 Tipe – Tpe Pengayakan

1) Pengayakan manual

Pengayakan dilakukan dengan memaksa bahan melewati lubang ayakan, umumnya dilakukan dengan bantuan bilah kayu atau bilah bahan sintetis. Sekelompok partikel dinyatakan memiliki tingkat kehalusan tertentu jika seluruh partikel dapat melintas dari lebar lubang yang sesuai (artinya tanpa sisa diayakan). (Laili, R. R. 2010). Tipe pengayakan secara manual dapat dilihat pada gambar 2.8.



Gambar 2.8. Pengayakan Manual

2) Pengayakan mekanik

Pengayakan secara mekanik dapat dikelompokkan dengan cara ayakannya yaitu, pengayak getar, guncang atau kocokan dilakukan dengan bantuan mesin, yang umumnya mempunyai satu set ayakan dengan ukuran lebar lubang standar yang berlainan. Bahan yang didalam ayakan, akan bergerak-gerak diatas ayakan, berdesakan melalui lubang kemudian terbagi menjadi fraksi-fraksi yang berbeda-beda Tipe pengayakan secara mekanik dapat dilihat pada gambar 2.9.



Gambar 2.9. Pengayakan Mekanik

2.7 Minitab

Analisis data dapat dilakukan dengan perhitungan manual ataupun menggunakan alat bantu aplikasi software pengolah data. Pada kasus tertentu, misalnya data dengan ukuran sampel yang besar, penggunaan alat bantu analisis data statistik sangat diperlukan untuk. Salah satu alat bantu analisis data statistic yang dapat digunakan adalah software Minitab. Software Minitab memiliki beberapa modul untuk mengolah data statistik, diantaranya adalah modul statistik deskriptif, modul alat uji statistik, dan modul analisis data perkiraan. Modul statistik deskriptif dapat digunakan untuk menyajikan dan merapikan data dalam bentuk gambar dan tabel. Dalam bidang pendidikan, modul ini dapat digunakan sebagai alat bantu yang mempermudah analisis data hasil penelitian tindakan kelas yang dilakukan oleh guru. Selain mempermudah, penggunaan software ini dapat memberikan validitas hasil perhitungan yang lebih baik dibandingkan hasil perhitungan manual, serta dapat memberikan tampilan hasil pengolahan data yang lebih menarik.

2.8 Taguchi Method

2.8.1 Pengertian Metode Taguchi

Menurut (T Wuryandari, T Widiari 2009), Metode Taguchi merupakan perbaikan kualitas dengan metode percobaan “baru”, artinya melakukan pendekatan lain yang memberikan tingkat kepercayaan yang sama dengan SPC (*Statistical Proces Control*). Metode *off-line* Taguchi sangat efektif dalam peningkatan kualitas dan juga mengurangi biaya. Rekayasa kualitas yang diusulkan. Taguchi bertujuan agar performansi produk/prosesnya tidak sensitif atau tangguh terhadap faktor yang sulit dikendalikan.

Terdapat dua pendekatan dalam pengendalian kualitas yaitu *On-line Quality Control* dan *Off-line Quality Control*. Usaha – usaha yang tercakup dalam *On-line Quality Control* adalah pendiagnosaan dan penyesuaian proses, pengontrolan proses, dan inspeksi hasil proses. Pengendalian kualitas *secara Off-line Quality Control* adalah usaha – usaha yang bertujuan mengoptimalkan desain proses dan produk, sebagai pendukung usaha *on-line quality control*. Usaha ini dilakukan baik sebelum maupun setelah proses. Ada beberapa proses dalam menjalankan metode Taguchi diantaranya: *Orthogonal array (OA)*, dan *Signal to Noise Ratio(S/N)*.

2.8.2 Tahapan Analisis

Tahap ini merupakan tahap pengolahan data eksperimen yang meliputi perhitungan dan pengujian data dengan statistik, seperti analisis variansi (Anova), tes hipotesa, dan penerapan rumus-rumus empiris pada data hasil eksperimen.

1 Analisis varians Taguchi

Analisis varians (*Anova*) adalah teknik yang digunakan untuk menganalisis data yang telah disusun dalam perencanaan eksperimen secara statistika. *Anova* digunakan untuk membantu mengidentifikasi kontribusi faktor sehingga akurasi perkiraan model dapat ditentukan. Analisis varians yang dipakai adalah analisis varians dua arah karena faktor dan level yang dimiliki lebih dari 1.

2 Perhitungan SNR (*Signal to Noise Ratio*)

Rasio SNR digunakan untuk untuk memilih faktor – faktor yang memiliki kontribusi pada pengurangan variasi suatu respon dengan memilih nilai level faktor terbesar untuk mengoptimalkan karakteristik kualitas dari eksperimen. Penggunaan SNR juga dilakukan untuk mengetahui level faktor mana yang berpengaruh pada hasil eksperimen. Rasio SNR terdiri dari beberapa karakteristik kualitas, yaitu:

1) Semakin kecil semakin baik (*smaller is better*)

Karakteristik kualitas ini memiliki batas nilai 0 dan nonnegatif. Nilai semakin kecil (mendekati nol adalah yang diinginkan). Rumus SNR pada karakteristik kualitas ini adalah sebagai berikut:

$$\text{kerugian} = k [\text{MSD}] = \left(k \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i^2 \right) \dots\dots\dots(2.12)$$

Atau

$$\eta = 10 \log_{10} [\text{MSD}]$$

=

$$-10 \log_{10} \left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i^2 \right) \dots\dots\dots$$

$$= 10 \log_{10} (a^2 + y^{-2})$$

Dimana:

MSD = *mean square deviation*

η = SNR

2) Tertuju pada nilai tertentu (*nominal is the best*)

Karakteristik kualitas ini memiliki nilai atau target tidak nol dan terbatas.

Dengan kata lain nilai yang mendekati suatu nilai yang ditentukan adalah yang terbaik. Rumus SNR pada karakteristik kualitas ini adalah:

$$SNR = \eta = 10 \log_{10} \left(\frac{\mu^2}{\sigma^2} \right) \dots\dots\dots(2.14)$$

Dengan rata-rata

$$\mu = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n Y_i \dots\dots\dots(2.15)$$

$$\sigma^2 = s^2 \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (Y_i - \mu)^2 \dots\dots\dots(2.16)$$

Dimana:

Y_i = hasil percobaan pada replikasi 1,2, dan 3

n = jumlah replikasi

3) Semakin besar semakin baik (*larger is batter*)

Karakteristik kualitas ini memiliki rentang nilai tak terbatas dan nonnegative. Nilai semakin besar adalah yang semakin diinginkan. Rumus

SNR pada karakteristik kualitas ini adalah:

$$SNR = \eta = 10 \log_{10} \left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{1}{y_i^2} \right) \dots\dots\dots(2.17)$$

Kinerja yang baik diukur dengan tingginya rasio SNR, berakibatkan kerugian lebih kecil daripada yang diukur dengan fungsi kerugian yang sesuai.

1. Interpretasi Hasil Eksperimen

Interpretasi hasil eksperimen dilakukan dengan menghitung persen kontribusi dan interval kepercayaan.

1) Persen kontribusi

Persen kontribusi merupakan porsi masing-masing faktor dan satu interaksi fakta yang signifikan terhadap total variansi yang diamati. Persen kontribusi merupakan fungsi dari jumlah kuadrat (Sq) dari masing-masing yang signifikan, yang merupakan indikasi kekuatan relatif dalam, mereduksi variansi. Semakin besar persen kontribusi suatu faktor, semakin signifikan pengaruhnya dalam mereduksi variansi. Pada analisis variansi, nilai Mq untuk suatu faktor (misalnya faktor A) sebenarnya adalah:

$$MqA = \frac{SqA}{vA} \dots\dots\dots(2.18)$$

Maka:

$$SqA' = SqA - (vA).(MqA)$$

Persen kontribusinya adalah: $p = \frac{SqA'}{St} \times 100\% \dots\dots\dots(2.19)$

2) Interval kepercayaan

Interval kepercayaan (*Confidence Interval: CI*) dalam analisis hasil eksperimen metode Taguchi dihitung dalam 3 kondisi. Yaitu interval kepercayaan untuk *level* faktor (CI_1), interval kepercayaan pada kondisi

perlakuan yang diprediksi (CI₂), dan interval kepercayaan untuk memprediksi eksperimen konfirmasi (CI₃). Namun yang lebih sering dipakai di antara ketiganya adalah (CI₂) dan (CI₃).

1) Interval kepercayaan untuk *level* faktor (CI₁)

$$CI_1 = \sqrt{\frac{F_{\alpha;1;ve} \cdot Mse}{n}} \dots\dots\dots(2.20)$$

$$\mu_{Ak} = \bar{A}_k \pm CI \dots\dots\dots (2.21)$$

$$\bar{A}_k - CI \leq \mu_{AK} \leq \bar{A}_k + CI = CI_1$$

Dimana:

- F_{α;1;ve} = rasio F
- α = resiko
- V1 = 1
- Ve = derajat kebebasan *error*
- MSe = rata-rata *error* (variansi kesalahan)
- n = jumlah yang diuji pada suatu kondisi tersebut
- μ_{Ak} = dugaan rata-rata faktor A pada perlakuan (*level*) ke K
- \bar{A}_k = rata-rata faktor A pada perlakuan ke K
- K = 1,2,...

2) Interval kepercayaan pada kondisi perlakuan yang diprediksi (CI₂)

$$CI_2 = \sqrt{\frac{F_{\alpha;1;ve} \cdot Mse}{n_{eff}}} \dots\dots\dots(2.22)$$

Dimana:

$$n_{eff} = \frac{N}{1 + (\text{jumlah dof yang berhubungan dengan estimasi A})}$$

N = jumlah data percobaan keseluruhan

3) Interval kepercayaan untuk memprediksi eksperimen konfirmasi (CI_3)

$$CI_3 = \sqrt{F_{\alpha;1;V_e} \cdot Mse \left[\left(\frac{1}{n_{eff}} \right) + \left(\frac{1}{r} \right) \right]} \dots\dots\dots(2.23)$$

Dimana:

R = jumlah sampel pada percobaan konfirmasi dan $r \neq 0$

V_e = derajat bebas varian *error*

n_{eff} = jumlah pengulangan efektif



BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

3.1.1 Tempat

Penelitian ini akan dilakukan di: CV. Micro Enterprises General Industrial And Supplier Jl. Pelita I NO 1 A Medan, Jl. Asem link XIII, Desa Bandar Klippa Kec. Percut Sei Tuan kab. Deli Serdang. Tempat ini dipilih karena cukup merepresentatif untuk kebutuhan pemenuhan dalam penulisan tugas akhir ini.

3.1.2 Waktu

Analisa ini dimulai sejak judul tugas akhir ini disetujui oleh kedua pembimbing. Kemudian waktu yang akan digunakan dari persiapan penyusunan tugas akhir ini dapat dilihat pada tabel 3.1 sebagai berikut:

Tabel 3.1. Jadwal Tugas Akhir

Aktifitas	2024															
	Bulan V				Bulan VI				Bulan VII				Bulan VIII			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Pengajuan Judul	■	■	■	■												
Penulisan Proposal			■	■	■	■	■	■								
Seminar Proposal					■	■	■	■								
Proses Penelitian						■	■	■	■	■	■	■				
Pengolahan Data										■	■	■	■	■	■	■
Penyelesaian Laporan														■	■	■
Seminar Hasil															■	■
Evaluasi dan persiapan Sidang															■	■
Sidang Sarjana																■

3.2 Perencanaan Penelitian

Untuk memperoleh data penelitian, maka dilakukan dengan metode eksperimen. Karena eksperimen sesuai digunakan untuk pengambilan data yang dilakukan secara destruktif. Jumlah parameter dapat dibatasi sehingga dapat menghemat biaya dan waktu pelaksanaan. Proses pencacahan dilakukan untuk melihat performance akibat pengaruh putaran pada mesin pencacah plastik. Penelitian dilakukan dengan alat uji yang dirancang sedemikian sehingga dapat digunakan untuk beberapa penelitian tentang mesin pencacah plastik dan untuk mencari data-data yang diperlukan dalam penelitian

3.3 Bahan dan Alat

3.3.1 Bahan

Dalam penulisan tugas akhir ini ada beberapa bahan yang di teliti yaitu:

1 Polimer Komposit

Bahan yang di teliti adalah polimer komposit dimana bertujuan untuk melihat campuran mana yang terbaik digunakan dalam proses pencacahan dengan suhu yang di variasikan, Adapun campuran polimer komposit yang digunakan adalah *Polipropylene* dengan *Powdered composit* yang di campur menggunakan alat *internal mixer* dengan 3 komposisi campuran yaitu, 90%PP+10%KA, 80%PP+20%KA, 70%PP+ 30%KA, setelah bahan dicampur kemudian akan dilihat massa halus dan kasar dari ke tiga bahan tersebut setelah dicacah menggunakan mesin pencacah, hasil akhirnya kemudian akan disaring menggunakan ayakan yg sudah ditentukan. Adapun contoh polimer komposit yang sudah di campur dapat dilihat pada gambar 3.1 di bawah ini.



Gambar 3.1. Bahan Polimer Komposit

2 Mesin pecacah

Mesin pencacah yang digunakan adalah mesin pencacah skala laboratorium. Tujuannya adalah untuk menghancurkan polimer yang dimasukkan kedalam mesin sehingga memperoleh serpihan. Mesin pencacah ini menggunakan teknik *crushing* dimana; *Crushing* itu sendiri adalah proses penghancuran menggunakan proses pentransferan gaya yang disalurkan secara mekanikal menggunakan material – material yang memiliki tingkat kekerasannya lebih kuat dan lebih mampu untuk menahan deformasi dari benda yang akan dihancurkan. Mesin *crushing* yang dimaksud dapat dilihat pada gambar 3.2.



Gambar 3.2. Mesin Pencacah Komposit

3.3.2 Alat

Peralatan yang digunakan dalam melakukan proses pengujian ini diantaranya yaitu:

1. Tachometer

Tachometer adalah sebuah alat menghitung putaran mesin, khususnya jumlah putaran yang dilakukan sebuah poros dalam satuan waktu. Tachometer ditunjukkan pada gambar 3.3 dan pada tabel 3.2 terdapat spesifikasinya



Gambar 3.3. Tachometer

Tabel 3.2. Spesifikasi Tachometer

No.	Spesifikasi Tachometer
1.	Measurement Range <ul style="list-style-type: none"> • Photo/Laser 2.5 to 99,999 RPM • Contact 0.5 to 19,999 RPM • Surface Speed 0.05 to 1,999.9 m/min
2.	Resolution <ul style="list-style-type: none"> • Photo/Laser 0.1 RPM (from 2.5 to 999.9 RPM) 1 RPM (over 1,000 RPM) • Contact 0.1 RPM (from 0.5 to 999.9 RPM) 1 RPM (over 1,000 RPM) • Surface Speed 0.01 m/min (0.05 to 99.99 m/min) 0.1 m/min (over 100 m/min)
3.	Display Large 5 digit LCD
4.	Accuracy 0.05% + 1 digit
5.	Sampling Time 0.8 sec (over 60 RPM)
6.	Time base Quartz Crystal
7.	Automatic Test Range Selection

No.	Spesifikasi Tachometer	
8.	Detecting Range	50 to 500 mm / 2 to 20 inch (photo/laser)
9.	Memory	Last value, Max. value, Min. value
10.	Power	4 × 1.5 V AA Size Battery (not included)

2. Stopwatch

Stopwatch pada gambar 3.4 digunakan untuk menghitung waktu, yakni waktu pencacahan sampah plastik pada saat dicacah menggunakan mesin pencacah.



Gambar 3.4. *Stopwatch*

3. Timbangan Gantung

Timbangan gantung berfungsi untuk mengukur berat atau masa dalam satuan tertentu. Timbangan gantung terlihat pada gambar 3.5 dan untuk spesifikasinya dapat dilihat pada tabel 3.3 dibawah ini



Gambar 3.5. Timbangan Gantung

Tabel 3.3. Spesifikasi Timbangan Gantungan Digital

No.	Spesifikasi Timbangan Gantung Digital	
1.	Material	ABS & Stainless Steel
2.	Dimension	260 × 120 × 50 mm
3.	Capacity	150 kg
4.	Double Division Value	0-100 kg/50 g. 100-150 kg/100 g
5.	Range	0.2 kg-150 kg
6.	Power Supply	1 × AAA

4. Motor Listrik

Motor listrik adalah Motor induksi satu fasa adalah satu jenis dari motor-motor listrik yang bekerja berdasarkan induksi elektromagnetik. Motor induksi memiliki sebuah sumber energi listrik yaitu disisi stator, sedangkan sistem kelistrikan disisi rotornya di induksikan melalui celah udara dari stator dengan media elektromagnet. Motor listrik yang dipakai memiliki daya sebesar 1 HP dengan putaran 2850 Rpm Motor listrik dapat dilihat pada gambar 3.6 berikut.



Gambar 3.6. Motor Listrik

3.4 Metode *Orthogonal Array* (OA) Taguchi

Orthogonal Array (OA) Taguchi merupakan salah satu bagian kelompok dari percobaan yang hanya menggunakan bagian dari kondisi total, dimana bagian

ini barangkali hanya separuh, seperempat atau seperdelapan dari percobaan factorial penuh. Keuntungan OA adalah kemampuannya untuk mengavaluasi berapa factor dengan tes yang minimum. OA telah menyediakan berbagai kombinasi matriks OA untuk pengujian factor dengan kemungkinan untuk pengujian *multiple level*. Pada OA, untuk level rendah dinotasikan dengan tanda “-“ dan untuk level tinggi dengan tanda “+”. Pengujian Array Ortogonal (OAT) adalah teknik pengujian yang berharga karena efisiensi dan efektivitasnya. Dengan secara sistematis memilih subset kasus uji yang mencakup berbagai kombinasi variabel, OAT mencapai cakupan pengujian yang komprehensif sekaligus menghemat waktu dan sumber daya. Hal ini tidak hanya mempercepat identifikasi kerusakan namun juga mengurangi upaya pengujian secara keseluruhan, menjadikannya pilihan yang lebih disukai bagi tim yang ingin meningkatkan kualitas perangkat lunak mereka tanpa mengorbankan produktivitas.

Penggunaan metode *Orthogonal Array* dalam pembuatan prioritas sangatlah penting. Pengujian susunan ortogonal membantu mengalokasikan sumber daya mereka secara lebih efisien dengan menargetkan skenario pengujian berdampak tinggi dan kombinasi variabel. Selain itu, ini memungkinkan Anda untuk meningkatkan pemeliharaan pengujian. Seiring berkembangnya perangkat lunak, persyaratan pengujian juga meningkat. Kemampuan OAT untuk memberikan cakupan pengujian maksimum dengan kasus pengujian yang lebih sedikit menyederhanakan tugas pemeliharaan rangkaian pengujian. Penguji dapat beradaptasi terhadap perubahan dengan lebih efisien, sehingga mengurangi biaya pemeliharaan.

3.5 Metode Penelitian

Metode penelitian pada analisis perpindahan panas pada mesin pencacah polimer komposit adalah sebagai berikut:

3.5.1 Langkah-Langkah Penelitian

Sebelum melakukan penelitian terlebih dahulu melakukan persiapan.

Persiapan-persiapan yang harus dilakukan antara lain:

- 1 Menyiapkan komponen – komponen alat yang diperlukan untuk pemasangan mesin.
- 2 Menyediakan alat ukur, bahan, dan perlengkapannya untuk melakukan pengujian.

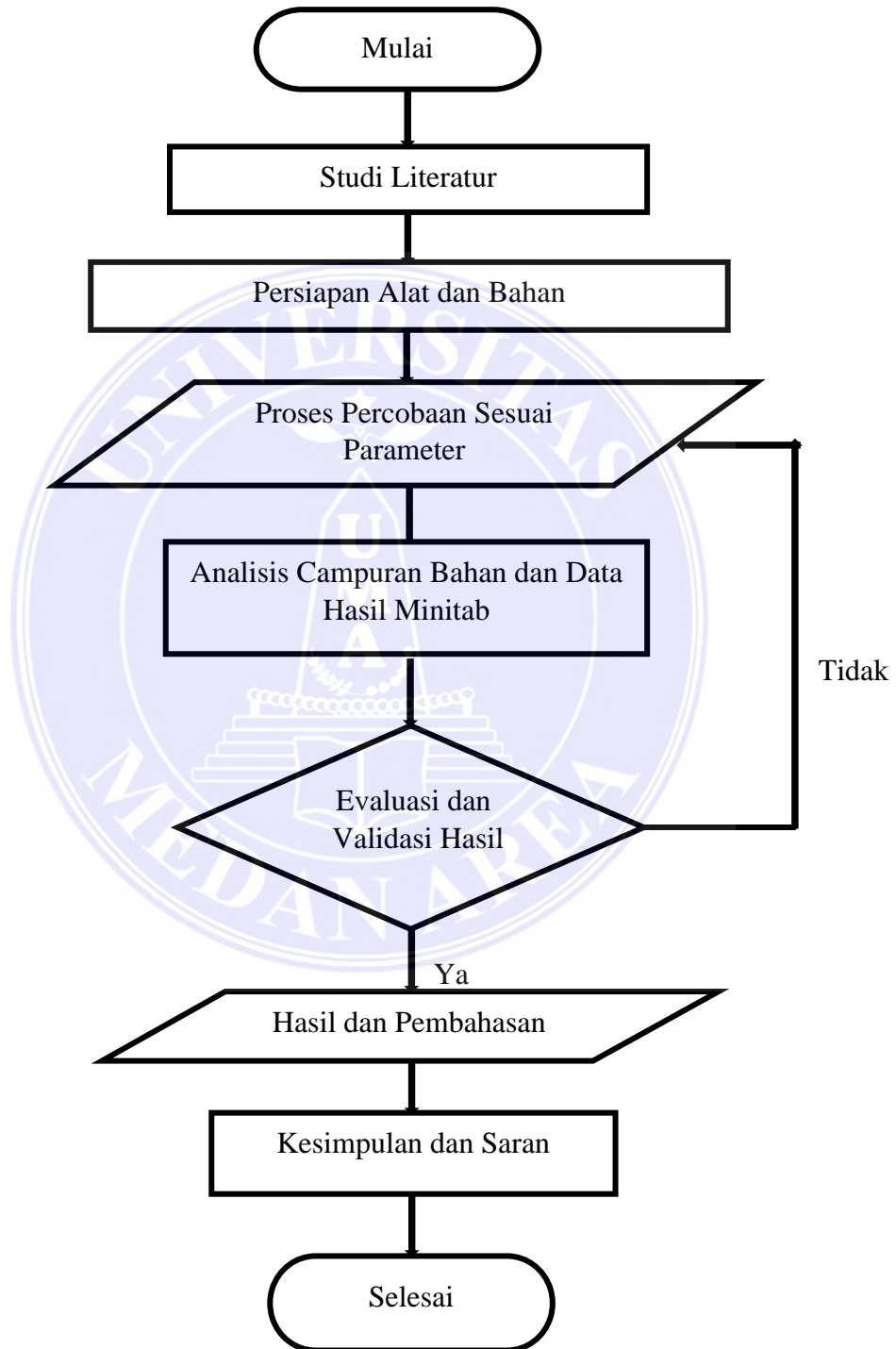
3.5.2 Prosedur Pengujian

Prosedur pengujian termasuk diantaranya persiapan awal, meliputi penempatan dan perakitan alat uji sesuai gambar rancangan, proses kalibrasi dan pengambilan data. Urutan prosedur dalam pelaksanaan pengujian dapat diuraikan dalam poin – poin sebagai berikut:

1. Pertama-tama bahan yang digunakan pencampuran *polipropylene* (PP) dan karbon aktif (KA).
2. Lakukan metode *Orthogonal Array* Taguchi untuk pengambilan data.
3. Setelah itu bahan plastik dimasukkan pada mesin pencacah.
4. Setiap variasi campuran bahan dilakukan percobaan.
5. Urutan mengetahui kapasitas perjam yang keluar dari mesin pencacah plastik dengan menggunakan rumus Hasil Pencacahan (Q).

3.6 Diagram Alir Penelitian

Diagram alir pada pelaksanaan penelitian tugas akhir ini dapat dilihat pada gambar 3.7.



Gambar 3.7. Diagram Alir Penelitian

BAB V SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Dari penelitian yang dilakukan berdasarkan hasil pengambilan data dan perhitungan baik menggunakan Minitab Statistical maupun manual dapat ditarik beberapa kesimpulan, yaitu sebagai berikut, bahwa pada campuran 70%PP dan 30%KA hasil akhir yang didapat adalah 52,04 gr dalam bentuk seperti bongkahan, hasil untuk campuran ini dikategorikan kasar, kemudian pada campuran 90%PP dan 10%KA hasil akhir yang didapatkan adalah 0,580 gr dan mempunyai bentuk yang halus meyerupai tepung, hasil untuk campuran ini dikategorikan halus. Selanjutnya diperoleh pemahaman bahwa semakin besar campuran *polypropylene* maka semakin halus hasilnya, karena biji plastik lebih mudah hancur dicacah jika dibandingkan dengan polimer komposit (karbon aktif).

5.2 Saran

Saran yang dapat diberikan oleh peneliti untuk memaksimalkan kinerja mesin adalah :

1. Mengganti motor listrik dengan rpm yang lebih tinggi
2. Mengganti bahan yang dipakai untuk material mata pisau.
3. Menggunakan penutup pada hopper saat sedang mencacah agar cacahan tercacah maksimal dan meminimalisir persentase terbuangnya bahan.

DAFTAR PUSTAKA

- A. R. Nuardi, "Pengaruh Variasi Putaran Mesin Terhadap Unjuk Kerja Mesin Pencacah Plastik," *J. V-Mac*, vol. 4, no. 1, pp. 10–12, 2019.
- Asby, 2007. Polyester-Based degradable materials and implantable biomedical articles formed therefrom, the University of North Carolina.
- D. M. Chusnul Azhari, "Perancangan Mesin Pencacah Plastik Tipe Crusher Kapasitas 50 kg/jam," *Isu Teknol. STT Mandala*, vol. 13, no. 2, pp. 7–14, 2018.
- H. Upingo, Y. Djamalu, and S. Botutihe, "Optimalisasi Mesin Pencacah Plastik Otomatis," *J. Teknol. Pertan. Gorontalo*, vol. 1, no. 2, pp. 122–139, 2016, [Online]. Available: https://www.researchgate.net/publication/316739146_Optimalisasi_Mesin_Pencacah_Plastik_Otomatis
- I. Nur, Nofriadi, and Rusmardi, "Pengembangan Mesin Pencacah Sampah / Limbah Plastik," *Semin. Nas. Sains dan Teknol.*, no. November, pp. 1–8, 2014.
- K. Y. Prabawansyah, "Optimasi Redesign Sudut Mata Pisau Potong Mesin Pencacah Sampah Botol Plastik Di Ksm Tanon Bersih." Universitas Atma Jaya Yogyakarta, 2021.
- Kusnanto, A. L. (2017). *Perancangan Mesin Pengayak Sisa Flux Pada Pengelasan SAW Menggunakan Dua Lantai Saringan Dengan Air Vibrator Kapasitas 215 Kg/Jam* (Doctoral dissertation, University of Muhammadiyah Malang).
- L. Maulinda, Z. Nasrul, and D. N. Sari, "Jurnal Teknologi Kimia Unimal Pemanfaatan Kulit Singkong sebagai Bahan Baku Karbon Aktif," *J. Teknol. Kim. Unimal*, vol. 4, no. 2, pp. 11–19, 2015.
- Laili, R. R. (2010). Laporan magang di PT. Mayafood Industries Pekalongan Jawa Tengah (proses pembuatan tepung ikan).
- M. Suhu, O. Mesin, and D. Dengan, "Benang Basah Pada Divisi Yarn Dying Di Pt Mulia Ruang lingkup penelitian ini :," pp. 47–61.
- N. D. Anggraeni and A. E. Latief, "Rancang Bangun Mesin Pencacah Plastik Tipe Gunting," *J. Rekayasa Hijau*, vol. 2, no. 2, pp. 185–190, 2018, doi: 10.26760/jrh.v2i2.2397.
- Nayiroh, Nurun. 2013. Teknologi Material komposit.
- S. A. Rahmawaty, "Analisa Kekuatan Tarik dan Tekuk pada Komposit Fiberglas-Polyester Berpenguat Serat Gelas dengan Variasi Fraksi Volume Serat,"

JTM-ITI (Jurnal Tek. Mesin ITI), vol. 5, no. 3, p. 146, 2021, doi: 10.31543/jtm.v5i3.685.

Schwartz, M.M. 1984. Composite Material Handbook, New York.

Syahputra, a. P. Studi ketahanan terhadap klorida dan sulfat pada beton campuran semen portland (opc) dengan semen ground granulated blast furnace slag (ggbfs).



LAMPIRAN

1. Luas Penampang Lingkaran Pisau

Menghitung luas penampang pisau, diketahui diameter luar pisau adalah 20cm, sehingga menggunakan persamaan (2.1).

$$\begin{aligned} A &= p \cdot l \\ &= 24,44 \cdot 2 \\ &= 293,28 \text{ mm} \end{aligned}$$

2. Gaya Potong Pisau Shredder

Untuk menghitung gaya potong penelitian ini didapat tegangan geser bahan yang sudah ditentukan dengan nilai 131,7 kgf/mm², sehingga dapat digunakan persamaan (2.2).

$$\begin{aligned} F &= A \cdot fs \\ &293,28 \cdot 128 \\ &= 3754 \text{ N} \end{aligned}$$

3. Kecepatan Putaran Potong

Menghitung Kecepatan Putaran Potong harus diketahui putaran poros dengan nilai 34,9 Rpm dan diameter poros 32 mm, dengan menggunakan persamaan (2.5).

$$\begin{aligned} V_1 &= \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000 \cdot 60} \\ &= \frac{3,14 \cdot 32,768 \cdot 34,9}{1000 \cdot 60} \\ &= \frac{3590,9140}{60000} \\ &= 0,0598 \text{ m/s} \end{aligned}$$

4. Kapasitas pemotongan

Untuk menghitung kapasitas pemotongan harus diketahui massa jenis bahan yang diolah, untuk bahan penelitian ini nilai nya 1gr/cm³, dengan persamaan (2.3).

$$\begin{aligned} Q &= \rho \cdot V \\ &= 1 \cdot 0,0598 \\ &= 0,0598 \text{ gr/jam} \end{aligned}$$

5. Torsi Pisau

Setelah mengetahui nilai Gaya pemotongan dapatlah menghitung torsi pisau dengan persamaan (2.4)

$$\begin{aligned} T &= F \cdot r \\ &= 3754 \cdot 0,1 \\ &= 375,4 \text{ Nm} \end{aligned}$$

6. Daya yang dibutuhkan

Berdasarkan perhitungan diatas kita dapat mengetahui berapa daya yang di perlukan untuk mesin pencacah yang diteliti dengan persamaan (2.6).

$$\begin{aligned} P &= \frac{T \cdot 2 \cdot \pi \cdot n}{60} \\ &= \frac{375,4 \cdot 2 \cdot 3,14 \cdot 34,9}{60} \\ &= \frac{82277,1688}{60} \\ &= 1371,28615 \text{ watt} \\ &= \frac{1371,28615}{746} \\ &= 1.838185 \approx 2 \text{ HP} \end{aligned}$$

7. Perhitungan Putaran Mesin

$$\text{Rasio} = 3 : 5$$

$$N_1 = 2850 \text{ rpm}$$

$$N_2 = \dots ?$$

$$N_2 = \frac{N_1 \times 2}{4} = \frac{2850 \times 2}{4} = \frac{5700}{4} = 1425 \text{ rpm}$$

Untuk mengetahui putaran yang keluar

$$i = \frac{N_2}{N_1}$$

$$50 = \frac{1425}{N_1}$$

$$N_1 = \frac{1425}{50} = 28,5 \text{ rpm}$$

Torsi yang dihasilkan oleh gearbox

$$T_r = \frac{P}{2\pi / 60}$$

$$T_r = \frac{60.P}{2\pi.n}$$

$$T_r = \frac{60.745,7}{2\pi.1425}$$

$$T_r = \frac{44742}{8949} = 4,999 \text{ Nm}$$

Total reduksi yang dihasilkan

$$\frac{z_2}{z_1} \times \frac{1}{50}$$

$$\frac{12,7}{7,62} \times \frac{1}{50} = 83,3$$