

**OPTIMASI *REDESIGN* SUDUT MATA PISAU POTONG  
MESIN PENCACAH SAMPAH BOTOL PLASTIK DI KSM  
TANON BERSIH**

**TUGAS AKHIR**

**Diajukan untuk memenuhi Sebagian persyaratan  
mencapai derajat Sarjana Teknik Industri**



**KHRISNA YUDHANTYO PRABAWANSYAH**

**181610039**

**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA  
2020**

## HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir berjudul

### **OPTIMASI *REDESIGN* SUDUT MATA PISAU POTONG MESIN PENCACAH SAMPAH BOTOL PLASTIK DI KSM TANON BERSIH**

yang disusun oleh

**KHRISNA YUDHANTYO PRABAWANSYAH**

**18 16 10039**

dinyatakan telah memenuhi syarat pada tanggal  
27 Januari 2021

		Keterangan
Dosen Pembimbing 1	: Dr. T. Paulus Wisnu Anggoro, S.T., MT.	Telah menyetujui
Dosen Pembimbing 2	: Dr. T. Baju Bawono. S.T., MT.	Telah menyetujui
Tim Penguji		
Penguji 1	: Dr. T. Paulus Wisnu Anggoro, S.T., MT.	Telah menyetujui
Penguji 2	: Dr. A. Teguh Siswantoro, M.Sc.	Telah menyetujui
Penguji 3	: A. Tonny Yuniarto, ST., M.Eng.	Telah menyetujui

Yogyakarta, 27 Januari 2021

Universitas Atma Jaya Yogyakarta,

Fakultas Teknologi Industri,

Dekan,

ttd

Dr. A. Teguh Siswantoro, M.Sc.

## PERNYATAAN ORIGINALITAS

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Khrisna Yudhantyo Prabawansyah

NPM : 18 16 10039

Dengan ini menyatakan bahwa tugas akhir saya dengan judul “Optimasi Redesign Sudut Mata Pisau Potong Mesin Pencacah Sampah Botol Plastik di KSM Tanon Bersih” merupakan hasil penelitian saya pada Tahun Akademik 2020/2021 yang bersifat original dan tidak mengandung *plagiasi* dari karya manapun.

Bilamana di kemudian hari ditemukan ketidaksesuaian dengan pernyataan ini, maka saya bersedia dituntut dan diproses sesuai dengan ketentuan yang berlaku termasuk untuk dicabut gelar Sarjana yang telah diberikan Universitas Atma Jaya Yogyakarta kepada saya.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan sesungguhnya dan dengan sebenar-benarnya.

Yogyakarta, Januari 2021

Yang menyatakan,



Khrisna Yudhantyo Prabawansyah

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis haturkan kepada Tuhan Yang Maha Kuasa atas berkat, rahmat serta karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan Tugas Akhir yang berjudul "**Optimasi Redesign Sudut Mata Pisau Potong Mesin Pencacah Sampah Botol Plastik di KSM Tanon Bersih**" dengan baik. Tugas Akhir ini sebagai salah satu syarat untuk mencapai derajat kesarjanaan teknik pada Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Penulis sadar dalam penyusunan Tugas Akhir ini tidak lepas dari bantuan beberapa pihak yang telah rela meluangkan waktu mereka demi kelancaran Tugas Akhir ini. Pada kesempatan kali ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Dr. A. Teguh Siswantoro, M.Sc., selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
2. Ririn Diar Astanti., S.T., M.MT., D.Eng., selaku Kepala Program Studi Teknik Industri Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
3. Dr. P. Wisnu Anggoro., S.T., M.T., atas kesediaannya menjadi pembimbing selama pengerjaan Tugas Akhir ini.
4. Dr. Baju Bawono. S.T., M.T., atas kesediaannya menjadi pembimbing dua selama pengerjaan Tugas Akhir ini.
5. Segenap dosen Fakultas Teknologi Industri Universitas Atma Jaya Yogyakarta yang telah memberikan masukan serta bimbingannya terkhusus dalam proses penyusunan Tugas Akhir.
6. Orang Tua penulis Bapak Pudiyo dan Ibu Nurani yang telah memberikan dukungan dan doa yang diberikan kepada penulis.
7. Keluarga Besar Pujo Martono (Saliyem, Debby, Johan, Siswanto, Miyardi, Wulan, Christin) yang telah memberikan motivasi serta selalu mendoakan dalam hal penyusunan Tugas Akhir ini.
8. Rekan-rekan seperjuangan tahun akademik 2018/2019 Program Studi Teknik Industri (Program S1 UAJY-ATMI) yang selalu bekerja sama dalam memberikan informasi selama proses perkuliahan.
9. Sinung Purwoko, selaku Kepala Pengelola KSM Tanon Bersih yang telah memberikan izin untuk dapat dijadikan tempat untuk penelitian.

10. Wanto, yang telah memberikan bantuan atas kemudahan dalam proses penggunaan mesin pencacah sampah plastik di KSM Tanon Bersih.
11. Segenap staff dan karyawan Fakultas Teknologi Industri Universitas Atma Jaya Yogyakarta yang telah memberikan bantuannya serta kemudahan selama perkuliahan.
12. Semua orang yang terkasih disekitar penulis serta masih banyak pihak-pihak lain yang tidak dapat disebutkan satu persatu semuanya.

Penulis berharap atas tersusunnya laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi pembacanya, meskipun Tugas Akhir ini masih jauh dari kesempurnaan. Kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan dari semua pihak demi perkembangan karya tulis yang lebih baik lagi.

Yogyakarta, Januari 2021

Khrisna Yudhantyo Prabawansyah

## DAFTAR ISI

BAB	JUDUL	HAL
	Halaman Judul	i
	Halaman Pengesahan	ii
	Pernyataan Originalitas	iii
	Kata Pengantar	iv
	Daftar Isi	vi
	Daftar Tabel	viii
	Daftar Gambar	ix
	Daftar Lampiran	x
	Intisari	xi
1	Pendahuluan	1
	1.1. Latar Belakang	1
	1.2. Perumusan Masalah	3
	1.3. Tujuan Penelitian	3
	1.4. Batasan Masalah	3
2	Tinjauan Pustaka dan Dasar Teori	4
	2.1. Tinjauan Pustaka	4
	2.2. Dasar Teori	10
3	Metodologi Penelitian	26
	3.1. Jenis Penelitian	26
	3.2. Lokasi dan Waktu Penelitian	26
	3.3. Data	27
	3.4. Instrumen, Alat dan Bahan Penelitian	27
	3.5. Metodologi Penelitian	27
4	Profil Data dan Pengolahan Data	33
	4.1. Profil Obyek Penelitian	33
	4.2. Data Mesin Pencacah Plastik	33
	4.3. Data Komposisi Material	34
	4.4. Material Sampah Plastik	35
		vi

4.5.	Data Desain Mata Pisau	35
4.6.	Data Standar Kualitas Hasil Cacahan	36
4.7.	Pengambilan Data Proses Eksperimen	37
4.8.	Data Hasil Proses Eksperimen	45
4.9.	Data Hasil Pengolahan <i>Software Minitab</i> 2019	47
5	Analisa dan Pembahasan	49
5.1.	Analisis 5M, 2E, 1 I	49
5.2.	Analisis Data Standar Kualitas Hasil Cacahan	53
5.3.	Analisis Pengambilan Data Proses Eskperimen	54
5.4.	Analisis Pengolahan Data terhadap Respon	57
6	Kesimpulan dan Saran	61
6.1.	Kesimpulan	61
6.2.	Saran	61
	Daftar Pustaka	62
	Lampiran	65



## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Perbandingan Penelitian Sebelumnya dan Sekarang	8
Tabel 2.1. Lanjutan	9
Tabel 2.2. <i>Tensile Strength</i> Plastik dan <i>Steel</i>	17
Tabel 2.3. <i>Shear Stress</i> Plastik dan <i>Metal</i>	18
Tabel 2.4. Kecepatan Potong Material	18
Tabel 4.1. Spesifikasi Mesin Pencacah Plastik	34
Tabel 4.2. Komposisi Material Baja	35
Tabel 4.3. Spesifikasi Desain Pisau	36
Tabel 4.4. Data Standar Kualitas Hasil Cacahan dari Tiap Pengepul dan Pengolah Sampah Plastik	37
Tabel 4.5. Identifikasi Jenis Faktor-Faktor	38
Tabel 4.6. Faktor-Faktor pada Penelitian	38
Tabel 4.7. <i>Othogonal Array</i> $L_{27}(3^4)$ Faktor Parameter dan Respon pada Penelitian	40
Tabel 4.8. ANOVA untuk Respon Ukuran Hasil Cacahan	47
Tabel 4.9. Respon <i>S/N Ratio (Smaller is Better)</i> dan <i>Mean Respon</i>	47
Tabel 4.10. ANOVA untuk Model Kualitas Ukuran Cacahan	48
Tabel 5.1. Parameter Optimal	60

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1. Penumpukan Sampah Anorganik pada KSM Tanon Bersih	1
Gambar 1.2. Standar Pasar Plastik Hasil Cacahan	2
Gambar 2.1. Kode Bahan Baku Plastik	11
Gambar 2.2. Geometri <i>Shear Plate</i>	15
Gambar 2.3. Profil <i>Shear Plate</i>	16
Gambar 2.4. Sudut Pisau Penghancur	16
Gambar 3.1. Diagram Alir Metodologi Penelitian	32
Gambar 4.1. Tempat KSM Tanon Bersih	33
Gambar 4.2. Jenis Pisau Flate dan Mesin Pencacah Sampah Plastik	34
Gambar 4.3. Sampah Botol Plastik KSM Tanon Bersih	35
Gambar 4.4. Desain Pisau dengan Sudut 30°, 35°, dan 45°	36
Gambar 4.5. Desain Taguchi dengan <i>Number of Factor</i>	39
Gambar 4.6. Material dan Alat: (a) Sampah Botol Plastik, (b) Mesin Pencacah	41
Gambar 4.7. Keadaan Sampah Botol: (a) Sebelum, (b) Sesudah	42
Gambar 4.8. Proses Penimbangan Sampah Botol Plastik	42
Gambar 4.9. Proses Pemasangan Pisau Potong	43
Gambar 4.10. Proses <i>Setting</i> RPM Mesin dengan <i>Taco Meter</i>	43
Gambar 4.11. Proses Memasukkan Sampah Botol Plastik ke <i>Hopper</i>	44
Gambar 4.12. Hasil Cacahan Keluar dari Mesin	44
Gambar 4.13. Grafik Respon Analisis Ukuran Cacahan	45
Gambar 4.14. Hasil Proses Pencacahan Ukuran 12 mm	46
Gambar 4.15. Bentuk Cacahan Plastik	46
Gambar 4.16. Proses Penjemuran: (a) Hasil Cacahan, (b) Hasil Penimbangan Cacahan Plastik	46
Gambar 4.17. <i>Main Effects Plot</i> : (a) <i>Main Effects Plot for S/N Ratios</i> dan (b) <i>Main Effects Plot for Mean</i>	47
Gambar 5.1. Grafik Optimal Respon	60

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Diagram Keterkaitan	66
Lampiran 2. Foto Mesin dan Pisau Potong pada KSM Tanon Bersih	67
Lampiran 3. Foto Tumpukan Sampah Plastik pada KSM Tanon Bersih	68
Lampiran 4. Foto Standar Pasar Hasil Cacahan Plastik	68
Lampiran 5. Desain Pisau 30°	69
Lampiran 6. Desain Pisau 35°	70
Lampiran 7. Desain Pisau 45°	71
Lampiran 8. Kuisiner Data Standar Kualitas Hasil Cacahan dari Tiap Pengepul dan Pengolah Sampah Plastik serta Faktor-Faktor Parameter	72



## INTISARI

Sampah merupakan suatu hasil sisa konsumsi manusia yang tidak dapat digunakan. Penumpukan sampah anorganik menyebabkan suatu permasalahan yang harus segera diatasi. Permasalahan ini terjadi pada Tempat Pengolahan Sampah (TPS) bernama Kelompok Swadaya Masyarakat (KSM) Tanon Bersih yaitu penumpukan sampah anorganik berupa sampah botol plastik dan kantong plastik. Pengolahan sampah ini masih belum optimal, yaitu kualitas hasil cacahan masih dalam ukuran tidak sesuai standar pasar dengan ukuran 14 mm dalam kondisi kering (bantuan sinar matahari) dengan massa ukuran 4,30 gr. Sedangkan untuk kondisi kering akibat pengovenan sebesar 4,69 gr. Teknik *redesign* pada alat potong dan optimasi pengoperasian mesin pencacah sampah digunakan untuk mendapatkan standar pengolahan sampah yang diinginkan oleh pengepul.

Penelitian ini dilakukan menggunakan metode DFM (*Design for Manufacturing*) digunakan untuk membuat desain sudut mata pisau. Sedangkan untuk optimasi hasil yang didapatkan diuji menggunakan DoE (*Design of Experiment*) dengan metode Taguchi. Hasil dari metode Taguchi berupa *Orthogonal Array* (OA) yang kemudian dilakukan analisis untuk mendapatkan pengolahan sampah yang optimal dan faktor parameternya.

Hasil penelitian ini diperoleh ukuran hasil cacahan yang sesuai dengan standar pasar rata-rata 12 mm dengan massa ukuran 4,30 gr. Faktor Parameter untuk mendapatkan pengolahan sampah optimal yaitu dengan material ST 45 dengan sudut mata pisau  $35^\circ$  menggunakan putaran mesin 1300 rpm dengan waktu proses 10 menit untuk tiap 1 kg sampah botol plastik.

**Kata Kunci:** sampah anorganik; DFM; DoE; metode Taguchi, *orthogonal array*

## BAB 1 PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Sampah merupakan suatu benda yang menyebabkan permasalahan pada kehidupan saat ini. Dua jenis sampah meliputi sampah organik dan anorganik berasal dari hasil sisa konsumsi manusia. Anorganik merupakan sampah yang tidak dapat diuraikan tanah. Penumpukan sampah ini menyebabkan permasalahan serius apabila tidak segera ditangani. Solusi-solusi yang seringkali digunakan untuk menyelesaikan permasalahan tersebut adalah diadakannya tempat pengolahan sampah (TPS). Peran TPS sangat penting dalam mengolah sampah yang menumpuk khususnya di Desa Kepanjen, Kabupaten Klaten, Propinsi Jawa Tengah. TPS ini membantu para pengolah hasil cacahan sampah anorganik menjadi barang yang mempunyai nilai lebih.

Desa Kepanjen memiliki TPS bernama Kelompok Swadaya Masyarakat (KSM) Tanon Bersih yang berdiri atas partisipasi dari masyarakat dan dibantu pemerintah Desa Kepanjen. Masalah yang dialami pada KSM Tanon Bersih berdasarkan survei awal yaitu terjadinya penumpukan sampah anorganik berupa sampah botol plastik dan katong plastik (lihat Gambar 1.1). Permasalahan sampah botol plastik yang belum dapat diolah secara optimal sampai dengan saat ini adalah kualitas hasil cacahan masih dalam ukuran tidak sesuai standar pasar karena dengan keterbatasan dari alat pencacah sampah plastik yang dimiliki. Standar pasar yang dimaksud meliputi dari kondisi cacahan plastik dalam keadaan kering dan sudah terpisah sesuai dengan jenis plastik yang dicacah (lihat Gambar 1.2).



**Gambar 1.1. Penumpukan Sampah Anorganik pada KSM Tanon Bersih**



**Gambar 1.2. Standar Pasar Plastik Hasil Cacahan**

Permasalahan lain timbul akibat dari pengepul sampah memiliki standar kualitas dari hasil cacahan sampah botol plastik. Hasil survei lapangan yang sudah dilakukan penulis diperoleh standar kualitas hasil cacahan dengan ukuran 14 mm yang merupakan hasil kuisioner ke tiap pengepul dan pencacah sampah botol plastik. Menurut Nurprasetio dkk (2017) standar kualitas tentang hasil cacahan plastik dalam kondisi kering adalah pada ukuran 4,30 gr untuk massa cacahan plastik dengan proses pengeringan menggunakan panas matahari dan ukuran 4,69 gr untuk massa cacahan plastik setelah proses pengeringan dengan oven. Hasil ini sudah terpisahkan sesuai dengan jenis plastik yang dicacah. Namun kadangkala kualitas plastik hasil cacahan yang ditetapkan oleh pengepul kepada KSM Tanon Bersih seringkali tidak terpenuhi. Hal ini disebabkan oleh keterbatasan alat pencacah plastik yang ada pada KSM Tanon Bersih. Kendala-kendala inilah yang akan diselesaikan dalam penelitian ini.

Permasalahan kualitas hasil cacahan yang dialami pada KSM Tanon Bersih sebenarnya dapat terselesaikan dengan baik bila mengacu pada hasil penelitian sebelumnya oleh Desi dan Ekajati (2018) yaitu penggunaan sudut  $35^{\circ}$  pada desain pisau pencacah sampah botol plastik dengan ukuran cacahan plastik yang dihasilkan sebesar 10 mm. Standar kualitas hasil cacahan sampah botol plastik juga dapat dipengaruhi oleh standarisasi dari alat potong yang digunakan pada mesin. Standarisasi yang harus dimiliki meliputi material dari alat potong, besarnya ukuran sudut pisau potong dan desain alat potong. Menurut ASTM A582 karakteristik dari material yang digunakan untuk proses pembuatan pisau potong dianjurkan menggunakan bahan dengan memiliki kandungan kadar karbon (C) tinggi untuk mengurangi resiko timbulnya korosi dan tahan terhadap keausan. Ketersediaan standarisasi alat potong pada mesin yang dimiliki KSM

Tanon Bersih membantu dalam meningkatkan hasil cacahan olahan sampah botol plastik guna memenuhi permintaan dari pengepul sampah plastik.

Penelitian ini akan dibuat untuk memberikan solusi pada KSM Tanon Bersih mengenai upaya meningkatkan kualitas cacahan plastik sesuai standar yang ditetapkan pengepul dengan cara melakukan optimasi *redesign* mesin pengolah sampah botol plastik untuk menghasilkan hasil cacahan sesuai dengan ukuran standar sebesar 14 mm.

### **1.2. Perumusan Masalah**

Berdasarkan dari latar belakang yang sudah dipaparkan pada penelitian ini, maka perumusan masalah penelitian yaitu bagaimana membuat desain sudut pisau pencacah sampah botol plastik agar mendapatkan hasil cacahan dengan ukuran standar pabrik di KSM Tanon Bersih.

### **1.3. Tujuan Penelitian**

Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan hasil cacahan sampah botol plastik sesuai dengan ukuran standar dan mendapatkan faktor parameter yang optimal. Rancangan *redesign* sudut pisau potong mesin pencacah pada KSM Tanon Bersih diharapkan dapat membantu meningkatkan kualitas hasil cacahan sampah botol plastik.

### **1.4. Batasan Masalah**

Dalam penelitian ini, batasan-batasan masalah yang dimiliki meliputi beberapa hal seperti berikut:

- a. Material sampah yang digunakan adalah sampah botol plastik di TPS KSM Tanon Bersih.
- b. Mesin yang dilakukan penelitian adalah mesin pencacah plastik di TPS KSM Tanon Bersih.
- c. *Software* yang digunakan untuk merancang sudut pisau potong mesin pencacah yaitu dengan menggunakan *AutoCAD* 2012 dan *SolidWork* 2016.

## BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

### 2.1. Tinjauan Pustaka

Bagian ini akan menjelaskan penelitian yang sudah banyak diteliti dengan menerapkan berbagai macam metode dalam penelitiannya. Referensi yang digunakan penelitian ini berfokus pada perancangan sudut mata pisau potong untuk mesin pencacah plastik dengan metode eksperimen.

#### 2.1.1. Penelitian Terdahulu

Penelitian perancangan sudut mata pisau potong perlu dilakukan untuk membantu meningkatkan hasil produk hasil cacahan sesuai dengan yang diinginkan. Namun dalam perancangan sudut mata pisau potong juga perlu diperhatikan mengenai jenis mesin pencacah dan material yang akan dilakukan proses pencacahan. Menurut Anggry dan Subkhan (2017) melakukan penelitian tentang analisis efisiensi pencacahan terhadap tipe pencacah dan material sampah. Pemilihan jenis mesin pencacah dapat mempengaruhi hasil cacahan sampah yang dihasilkan dari jenis material sampah tertentu. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode eksperimen dengan mencoba tiga material sampah dalam proses pengujian meliputi sampah botol plastik, rumput, dan ranting yang dilakukan menggunakan mesin *cutting block tipe shear*, *tipe crusher*, dan *tipe swing*.

Syaka dkk (2016) melakukan penelitian tentang desain dan analisis mesin pencacah gelas plastik dengan penggerak manual. Perancangan mesin dengan melihat pada minimnya tempat dan jumlah mesin pengolah sampah gelas plastik dengan cara melakukan inovasi pada alat mesin pencacah sampah gelas plastik. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode VDI (*Verein Deutscher Ingenieure*) 2221 digunakan untuk menyelesaikan permasalahan, pengoptimalan penggunaan material dan keadaan ekonomi. Tahapan perancangan dalam metode ini meliputi klasifikasi tugas, perancangan konsep, perancangan wujud dan perancangan terperinci.

Anggraeni dan Latief (2018) melakukan penelitian tentang rancang bangun mesin pencacah plastik tipe gunting. Perancangan mesin pencacah tipe gunting dengan sudut mata pisau potong sebesar  $35^{\circ}$  mampu menghasilkan ukuran hasil cacahan berukuran 10 mm. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah

metode perancangan dengan membuat diagram aliran proses mesin dari tahapan-tahapan pada setiap prosesnya dan diakhiri dengan pengujian untuk melihat ukuran hasil cacahan.

Adhiharto dkk (2019) melakukan penelitian tentang studi rancang bangun mesin *plastic waste shredder* dengan kapasitas 15 kg/hari dengan aplikasi metode VDI 2222. Perancangan mesin pencacah sampah plastik akibat adanya penumpukan sampah yang terjadi pada POLMAN Bandung sebesar 15 kg/hari bertujuan untuk merubah sampah plastik menjadi biji plastik ataupun produk cetakan plastik. Penelitian ini menggunakan metode VDI (*Verein Deutcher Ingenieure*) 2222 yaitu untuk membantu memudahkan proses perancangan mesin dalam setiap langkah operasinya.

Nur dkk (2015) melakukan penelitian tentang pengembangan mesin pencacah sampah/limbah plastik dengan sistem *crusher* dan silinder pemotong tipe *reel*. Perancangan mesin pencacah dengan menggabungkan dua sistem *crusher* dan tipe *reel* menjadi satu mesin bertujuan untuk mereduksi proses kerja menjadi lebih cepat, mencacah plastik secara efisien, dan daya kecil dapat digunakan untuk mengolah sampah dengan kapasitas yang besar. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan merancang dua tahap operasi. Dimana tahap pertama yaitu dilakukan dengan tipe *crusher* dan tahap kedua dilakukan dengan cara memasukkan hasil cacahan tahap 1 ke tipe *reel* dengan saringan lubang berukuran 0,5-1,5 cm. Desain sudut mata pisau pada tipe *reel* adalah sebesar  $30^{\circ}$ .

Asroni dkk (2018) melakukan penelitian tentang pengaruh model pisau pada mesin sampah botol plastik. Ketepatan dalam pemilihan model rancangan pisau potong membawa dampak yang signifikan yaitu dapat mempengaruhi peningkatan kuantitas dari produksi hasil cacahan. Menggunakan metode perancangan yang dilakukan secara per komponen dari keseluruhan pada tiap-tiap unit dan dilakukan perakitan, selanjutnya dilakukan pengujian hasil kinerja dari mesin.

Upingo dkk (2016) melakukan penelitian tentang optimalisasi mesin pencacah plastik otomatis. Kinerja dari Mesin pencacah sampah plastik yang belum optimal dikarenakan material yang digunakan pada pisau potong yaitu menggunakan material ST 37 dengan karakteristik material cepat aus atau tumpul sehingga menyebabkan waktu kinerja menjadi tidak optimal. Penelitian ini menggunakan

metode dengan mengidentifikasi masalah yang terjadi, menganalisis masalah, uji literatur, penyediaan alat dan bahan, membuat desain alat, membuat alat, pengujian dari alat yang telah dibuat.

Juardin dkk (2017) melakukan penelitian tentang unjuk kerja mesin pencacah sampah. Perancangan yang dilakukan pada penelitian ini adalah bertujuan untuk mengetahui desain modifikasi dari mata pisau pada mesin pencacah, mengetahui lama waktu proses pencacahan dan membandingkan hasil cacahan dengan yang sebelumnya. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan membandingkan lama waktu proses pencacahan sampah dan hasil pencacahan untuk kondisi sebelum dan sesudah modifikasi mengenai unjuk kerja dari mesin pencacah.

### **2.1.2. Penelitian Sekarang**

Berdasarkan jurnal hasil penelitian sebelumnya [Anggry dan Subkhan (2017); Syaka dkk (2016); Anggraeni dan Latief (2018); Adhiharto dkk (2019); Nur dkk (2015); Asroni dkk (2018); Upingo dkk (2016); dan Juardin dkk (2017)] didapatkan sebuah celah baru dapat diangkat sebagai topik pada penelitian ini, yaitu belum didapatkan desain sudut mata pisau potong di mesin pencacah sampah botol plastik pada penelitian sebelumnya. Perancangan desain sudut mata pisau potong bertujuan untuk mendapatkan hasil cacahan plastik sesuai yang diinginkan.

Metode kreatif *Design Form Manufacturing* (DFM) digunakan untuk mendapatkan bentuk dan geometri pisau potong pada mesin pencacah sampah botol plastik. Sedangkan optimasi sudut mata pisau potong yang optimal akan diperoleh dengan menggunakan metode desain eksperimen berbasis Taguchi. Beberapa faktor yang dianggap berpengaruh dalam operasional mesin pencacah plastik sampai diperoleh cacahan potongan plastik sesuai standar pengepul dan pabrik plastik akan ditetapkan sampai diperoleh *lay out* desain eksperimen yang sesuai dengan topik dan tujuan riset yang dikerjakan. *Lay out* desain eksperimen yang optimal akan diperoleh penulis menggunakan *Software Minitab 2019* dengan metode Taguchi pada bagian *orthogonal array* (OA). Eksperimen dilakukan penulis berdasarkan OA yang telah ditetapkan sebelumnya sampai didapatkan respon data yang diinginkan untuk kemudian diolah secara statistik menggunakan analisis ANOVA dan fungsi *desirability* untuk mendapatkan respon data yang optimal berdasarkan parameter permesinan yang telah diperoleh.

Hasil respon yang optimal berdasarkan *Design for Experiment* (DoE) inilah yang akan dijadikan sebagai rekomendasi dalam menjalankan operasional mesin pecacah plastik di UKM plastik.



**Tabel 2.1. Perbandingan Penelitian Sebelumnya dan Sekarang**

Penulis	Judul	Obyek Penelitian	Tujuan Penelitian	Metode Penelitian	Tipe Jurnal	Output Penelitian
Nur dkk, 2015	Pengembangan Mesin Pencacah Sampah/Limbah Plastik dengan Sistem <i>Crusher</i> dan <i>Silinder</i> Pemotong Tipe <i>Reel</i>	Tipe Pencacah Sistem <i>Crusher</i> dan <i>Silinder</i> Pemotong Tipe <i>Reel</i>	Melakukan pengembangan pada mesin pencacah sampah plastik dengan menggunakan sistem <i>crusher</i> dan <i>silinder</i> pemotong tipe <i>reel</i> dengan melakukan evaluasi teknik	Metode eksperimen dengan dua tahap operasi	Jurnal Poli Rekayasa	Mendapatkan ukuran hasil cacahan sampah plastik dengan sistem <i>crusher</i> sebesar 2-4 cm dan sistem <i>silinder</i> pemotong tipe <i>reel</i> yaitu 0,5-1,5 cm
Syaka dkk, 2016	Disain dan Analisis Mesin Pencacah Gelas Plastik dengan Penggerak Manual	Inovasi desain mesin pencacah sampah gelas plastik	Melakukan proses desain mesin pencacah sampah gelas plastik dengan melakukan inovasi pada mesin pencacah	Metode <i>Verein Deutcher Ingenieure</i> (VDI) 2221	Jurnal Konversi Energi dan Manufaktur UNJ	Mendapatkan mesin pencacah sampah gelas plastik dengan tipe <i>crusher</i> .
Upingo dkk, 2016	Optimalisasi Mesin Pencacah Plastik Otomatis	Tipe Pisau Pencacah	Melakukan tingkat optimalisasi penggunaan material pisau dengan melakukan perubahan material sebelumnya yaitu ST 37	Metode Analisis Studi Kasus	Jurnal Teknologi Pertanian Gorontalo (JTPG)	Diperoleh hasil dari proses penghancuran sampah gelas plastik dan botol plastik utuh menjadi butiran halus dengan rentang waktu 8-10 menit serta berat material 1 kg/pengujian menghasilkan ukuran 0,3-0,5 mm menggunakan tipe pisau <i>flat</i>
Anggry dan Subkhan, 2017	Analisis Efisiensi Hasil Pencacahan Terhadap Tipe Pencacah dan Material Sampah	Tipe Pencacah dan Material Sampah	Mendapatkan hasil analisis efisiensi pencacahan terhadap tipe pencacah dan material sampah	Metode eksperimen dengan tiga material sampah dalam proses pengujian	Jurnal Manutech	Tipe <i>swing</i> pengaplikasian untuk material rumput, tipe <i>shear</i> pengaplikasian untuk sampah botol plastik, dan tipe <i>crusher</i> pengaplikasian untuk sampah ranting.

Tabel 2.1. Lanjutan

Penulis	Judul	Obyek Penelitian	Tujuan Penelitian	Metode Penelitian	Tipe Jurnal	Output Penelitian
Juardin dkk, 2017	Unjuk Kerja Mesin Pencacah Sampah	Pembandingan lama waktu pencacahan dan hasil pencacahan	Untuk mengetahui desain modifikasi dari mata pisau pada mesin pencacah, mengetahui lama waktu proses pencacahan, dan membandingkan hasil cacahan dengan sebelumnya	Metode Eksperimen	Jurnal ENTHALPY	Hasil dengan berat material sampah 250 gr menghasilkan 25,71 kg/jam (sebelum) sesudah inovasi 11,25 kg/jam, berat 500 gr menghasilkan 14,28 kg/jam (sebelum) sesudah inovasi 7,05 kg/jam, dan berat 750 gr menghasilkan 14,06 kg/jam (sebelum) sesudah inovasi (6,73). Penggunaan sudut potong pisau 30o (sebelum) dengan tipe sirip ikan, sesudah inovasi diganti menggunakan tipe <i>crusher</i> (tipe pemotong) hasil lebih baik.
Anggraeni dan Latief, 2018	Rancang Bangun Mesin Pencacah Plastik Tipe Gunting	Desain Tipe Pisau Pencacah dengan sudut 35o	Mendapatkan hasil cacahan dengan serpihan kecil	Metode Perancangan	Jurnal Rekayasa Hijau	Mendapatkan desain mesin pencacah tipe gunting dengan sudut mata pisau potong sebesar 35° dapat menghasilkan ukuran 10 mm.
Asrani dkk, 2018	Pengaruh Model Pisau pada Mesin Sampah Botol Plastik	Kecamatan Lawang Kabupaten Malang	Ketepatan dalam pemilihan model rancangan pisau potong untuk meningkatkan kualitas hasil cacahan	Metode Perancangan	Jurnal Aplikasi dan Inovasi Ipteks "SOLIDITAS"	Mendapatkan model rancangan pisau bentuk V (sistem <i>crusher</i> ) penggunaan putaran mesin 800 rpm dengan hasil 1000 gr/menit
Adhiharto dkk, 2019	Studi Rancang Bangun Mesin Plastic Waste Shredder dengan Kapasitas 15 kg/hari dengan Aplikasi Metode VDI 2222	POLMAN Bandung	Merubah sampah plastik menjadi biji plastik ataupun produk cetakan plastik	Metode Verein Deutcher Ingenieure (VDI) 2222	Jurnal TEDC	Mendapatkan ukuran hasil pencacah sampah plastik sebesar 12 mm dengan bentuk cacahan yang tidak seragam
Khrisna Yudhantyo Prabawansyah, 2020	Optimasi Redesign Sudut Mata Pisau Mesin Pencacah Sampah Botol Plastik di KSM Tanon Bersih	Tempat Pengolahan Sampah (TPS) KSM Tanon Bersih	Untuk menghasilkan hasil cacahan sampah botol plastik sesuai dengan ukuran standar dan mendapatkan faktor parameter yang optimal.	Metode <i>Design For Manufacturing</i> (DFM) dan <i>Design of Experiment</i> (DoE) dengan metode Taguchi	-	Diperoleh ukuran hasil cacahan yang sesuai dengan standar pasar rata-rata 12 mm dengan massa ukuran 4,30 gr. Faktor Parameter untuk mendapatkan pengolahan sampah optimal yaitu dengan material ST 45 dengan sudut mata pisau 35° menggunakan putaran mesin 1300 rpm dengan waktu proses 10 menit untuk tiap 1 kg sampah botol plastik

## **2.2. Dasar Teori**

Dasar acuan dan pedoman dalam proses penelitian untuk menyelesaikan permasalahan yang sedang terjadi mengenai perancangan sudut mata pisau potong pada mesin pencacah sampah botol plastik, perlu dilakukan untuk mengarahkan penulis dalam memberikan solusi dari permasalahan yang sedang terjadi dengan dasar yang jelas. Dasar teori yang digunakan oleh penulis adalah seperti berikut:

### **2.2.1. Pengertian Sampah Anorganik**

Sampah merupakan suatu hasil sisa dari konsumsi manusia yang sudah tidak dapat dipakai kembali. Ada dua jenis sampah yaitu sebagai berikut:

#### **a. Sampah organik**

Merupakan barang hasil sisa yang dapat diuraikan oleh tanah, seperti contoh hasil sisanya adalah daging, sayuran, buah-buahan, daun, kertas, dan sebagainya.

#### **b. Sampah anorganik**

Merupakan barang hasil sisa dari material yang tidak dapat diuraikan oleh tanah, seperti contoh hasil sisanya adalah kantung plastik, botol plastik, kaca, keramik, logam, dan sebagainya.

Selain itu sampah anorganik juga dapat diartikan sebagai sampah yang berasal dari material yang sudah tidak dapat digunakan lagi dan sulit diuraikan oleh tanah dalam jangka waktu yang cepat. Oleh karena itu sampah anorganik perlu dilakukan suatu tindakan pengolahan menjadi barang yang memiliki nilai tambah lebih dalam wujud produk baru.

### **2.2.2. Pengertian Plastik**

Plastik merupakan suatu senyawa yang terbuat dari makromolekul organik yang diperoleh dari hasil perlakuan. Perlakuan ini meliputi proses polimerisasi, proses polikondensasi, proses poliadisi dan proses perubahan kimiawi makromolekul alami. Proses polimerisasi adalah peristiwa pengikatan molekul-molekul kecil (monomer) yang nantinya menjadi molekul besar (polimer). Polimer merupakan suatu molekul yang tidak dapat terikat sendiri dalam proses menjadi plastik diperlukan tambahan bahan aditif sesuai dengan kegunaan plastik itu sendiri. Ada dua jenis plastik yaitu:

a. *Termoplastik*

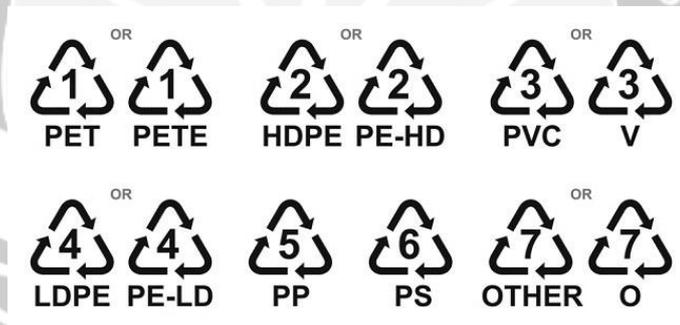
Jenis plastik yang memiliki sifat dapat didaur ulang, partikel yang dimiliki pada plastik jenis ini memiliki partikel yang bercabang. Ketika material jenis ini dipanaskan maka partikel yang ada akan berpisah dan membentuk suatu bentuk ikatan partikel baru, sehingga mudah untuk dibentuk.

b. *Termoset*

Jenis plastik yang memiliki sifat tidak dapat didaur ulang, partikel yang dimiliki pada plastik jenis ini memiliki partikel yang saling berhubungan. Ketika material jenis ini dipanaskan maka partikel yang ada tidak akan berpisah sehingga tidak dapat dilakukan untuk pembentukan ulang.

### 2.2.3. Klasifikasi Jenis dan Kode Bahan Baku Plastik

Menurut klasifikasinya plastik dibedakan menjadi beberapa jenis plastik berdasarkan kode bahan baku plastik. Kode pada bahan plastik memiliki karakteristik masing-masing sesuai dengan penggunaannya. Kode dan jenis bahan baku plastik dapat dilihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1. Kode Bahan Baku Plastik (Alodokter, 2018)

Berikut merupakan penjelasan dari Gambar 2.1 mempunyai pengertian seperti berikut:

a. PET atau PETE (*Polyethylene Terephthalate*) masuk dalam kategori plastik berkode 1 yaitu plastik yang terbuat dari bahan dasar *polyethylene terephthalate*. Karakteristik dari material ini adalah memiliki warna jernih/bening, memiliki permukaan halus, tidak mudah pecah atau rusak, biasanya diaplikasikan pada wadah tempat makanan dan minuman panas serta kuat. PETE memiliki karakteristik mampu menghalangi masuknya oksigen, air, dan karbondioksida keluar ataupun masuk. Sehingga jenis PETE sering diaplikasikan dalam pembuatan kemasan minuman ringan yang memiliki karbonasi, air putih,

minuman ekstrak buah, bir, obat buat berkumur, dan saos. Penggunaan plastik yang berkode PETE aman digunakan pada botol plastik, penggunaan hanya dapat digunakan sekali pakai. Apabila dilakukan pemakaian secara berulang akan menimbulkan bahaya dikarenakan bahan PETE mudah luntur dan dapat mengkontaminasi ke dalam air.

b. HDPE atau PE-HD (*Hight Densityt Polyethylene*) masuk dalam kategori plastik berkode 2 yaitu plastik yang terbuat dari bahan dasar *hight densityt polyethylene*. Plastik jenis ini memiliki karakteristik berupa ketahanan yang baik terhadap bahan kimia. Pengaplikasian kemasan plastik jenis ini cocok digunakan pada botol sampo, kemasan deterjen, wadah oli motor, botol pemutih, dan galon air minum. Kemasan plastik jenis ini aman digunakan untuk pemakaian berulang.

c. PVC atau V (*Polyvinylt Chloride*) masuk dalam kategori plastik berkode 3. Karakteristik yang dimiliki plastik jenis ini meliputi sifat stabil, kuat, tahan cuaca, dan ketahanan kimia yang baik. PVC memiliki 2 jenis sifat yaitu fleksibel dan kaku. PVC yang fleksibel digunakan untuk membuat tas medis, tirai mandi, plastik gulung digunakan untuk menutup wadah berisi makanan, dan digunakan untuk membungkus daging. PVC yang kaku diaplikasi pada pembuatan bahan bangunan meliputi pipa, dinding, bingkai jendela, dan pagar. Bahan jenis PVC memiliki dampak yang tidak baik untuk kesehatan yaitu dapat menimbulkan penyakit kanker. Oleh sebab itu, bahan PVC tidak dianjurkan sebagai bahan untuk membuat wadah tempat makan dan minum.

d. LDPE atau PE-LD (*Low-Density Polyethylene*) masuk dalam kategori plastik berkode 4. Karakteristik yang dimiliki plastik jenis ini meliputi ketangguhan yang relative, sifat fleksibel, dan memiliki warna transparan. Pengaplikasian plastik jenis ini cocok digunakan pada pembuatan kemasan minyak sayuran, bahan bersifat asam dan basa. Selain itu juga dapat digunakan untuk membungkus roti, makanan beku, *cling wrap*, tutup minuman dan mainan anak-anak.

e. PP (*Polypropylene*) masuk dalam kategori plastik berkode 5. Kemasan plastik ini sering diaplikasikan untuk bahan pembuatan wadah penyimpanan makanan, minuman dalam bentuk botol, tempat penyimpanan *yoghurt* dan mentega, botol sirup dan botol obat. Plastik jenis ini sangat aman untuk diaplikasikan dalam bahan baku wadah makan dan minuman.

f. PS (*Polystyrene*) masuk dalam kategori plastik berkode 6. Kemasan plastik yang terbuat dari bahan *polystyrene* biasanya diaplikasikan pada bahan baku

pembuatan peralatan makan meliputi cangkir, sendok, garpu, mangkuk, piring, wadah makanan dari *styroform*, dan tempat minuman sekali pakai. Kemasan yang berbahan dasar ini tidak baik jika terkontaminasi secara langsung dengan makan panas, minuman panas dikarenakan akan mengakibatkan masalah pada kesehatan yaitu penyakit kanker dan terjadinya kerusakan pada sel saraf.

g. O atau *Other* masuk dalam kategori plastik berkode 7. Kemasan plastik jenis ini tidak ada hubungannya dengan kode plastik 1 hingga 6. Plastik jenis ini biasanya dikatakan sebagai plastik yang memiliki campuran dengan dua material atau lebih sehingga dikategorikan sebagai bahan baku plastik *Other*. Kode plastik jenis ini sangat tidak dianjurkan untuk sebagai bahan dalam pembuatan wadah tempat makan dan minuman dikarenakan pada plastik jenis ini mengandung zat berbahaya yaitu pada *polycarbonate* memiliki senyawa berbahaya yaitu *Bisphenol-A*.

#### **2.2.4. Pengertian Mesin Pencacah Plastik**

##### **a. Mesin Pencacah Plastik**

Menurut Kamus Bahasa Indonesia (KBI) mesin merupakan suatu alat perkakas yang digunakan untuk membuat sesuatu dengan pengoperasian menggunakan *wheel*, power dari manusia, bahan bakar, dan tenaga dari alam. Selain itu menurut KBI (2002) mesin merupakan suatu alat yang memiliki daya gerak yang dijalankan oleh motor penggerak ataupun oleh tenaga manusia. Jadi dari kedua pendapat diatas dapat disimpulkan bahwa mesin adalah suatu alat yang digunakan untuk membuat sesuatu dengan bantuan tenaga manusia ataupun mesin penggerak.

Mesin pencacah sampah plastik merupakan mesin yang dipakai untuk mencacah sampah plastik dari kondisi utuh hingga mengalami perubahan bentuk fisik berupa serpihan halus.

##### **b. Jenis-Jenis Pisau Pemotong Mesin Pencacah**

Dalam mesin pencacah terdapat jenis-jenis pisau yang digunakan untuk mencacah sesuai dengan material sampah yang akan dilakukan proses pencacahan. Jenis-jenis pisau pencacah dapat dilihat seperti berikut:

i. Jenis *Claw*

Pisau jenis *claw* disebut juga kuku macan. Jenis ini dijuluki kuku macan disebabkan bentuk dari pisau potong yang menyerupai dengan bentuk kuku pada hewan macan yaitu dengan karakteristik memiliki ujung tajam dan pada bagian belakangnya melengkung seperti kuku macan. Pisau ini baik diaplikasikan untuk melakukan proses pencacahan pada sampah plastik antara lain ember, kursi, helm, dan sebagainya. Tujuan dari desain pisau ini yaitu agar dapat mengurangi beban yang diakibatkan dari mesin penggerak ketika pisau menyentuh sampah plastik.

ii. Jenis *Flake*

Jenis *flake* yaitu berkebalikan dengan jenis *claw* dimana pada jenis *flake* memiliki bentuk cekungan pada posisi atas tapi tidak sedalam dengan cekungan yang ada pada jenis *claw*. Pisau jenis ini baik diaplikasikan untuk melakukan proses pencacahan pada sampah plastik antara lain jenis aqua botol, aqua gelas, dan sebagainya.

iii. Jenis *Flate*

Merupakan jenis pisau pencacah yang berbentuk *flate* dimana jumlah pisau tergantung dengan panjang dari *shaft* (poros) yang digunakan, semakin panjang *shaft* maka akan dipotong menjadi beberapa kolom mata pisau. Pisau ini baik diaplikasikan untuk melakukan proses pencacahan pada sampah plastik yang berbentuk kantong plastik meliputi kantong kresek, bungkus mie, bungkus kopi, dan sebagainya.

iv. Jenis *Shredder*

Merupakan jenis pisau pencacah yang berbentuk seperti roda gigi yang saling bertumbukan satu sama lain dengan sistim transmisi *gearbox* dalam operasinya. Pisau jenis ini memiliki karakteristik yaitu dapat digunakan untuk mencacah sampah plastik yang keras. Mesin ini juga memiliki suatu kelemahan yaitu proses pencacahan dilakukan secara lambat dikarenakan pada pisau jenis ini menggunakan sistim transmisi *gearbox* dalam prosesnya.

### **2.2.5. Pisau Pencacah**

Mata pisau pada mesin pencacah berfungsi untuk mencacah sampah plastik menjadi potongan kecil sesuai geometri yang diharapkan. Pencacahan dapat dikatakan baik apabila menggunakan mata pisau yang tajam ditunjang dengan

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

a. Pisau Tetap

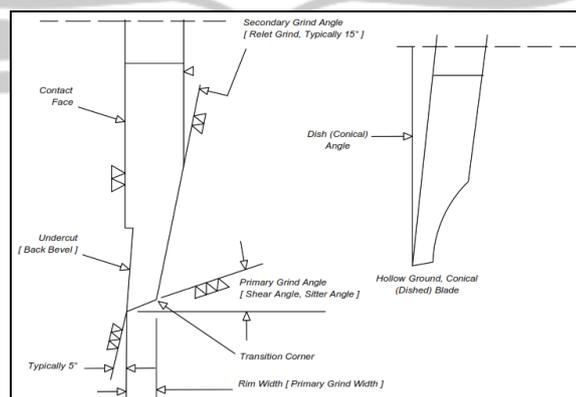
Pisau ini merupakan pisau yang menempel pada dinding mesin atau kerangka mesin berfungsi sebagai landasan tumbuk antar plastik yang akan dipotong.

b. Pisau Gerak

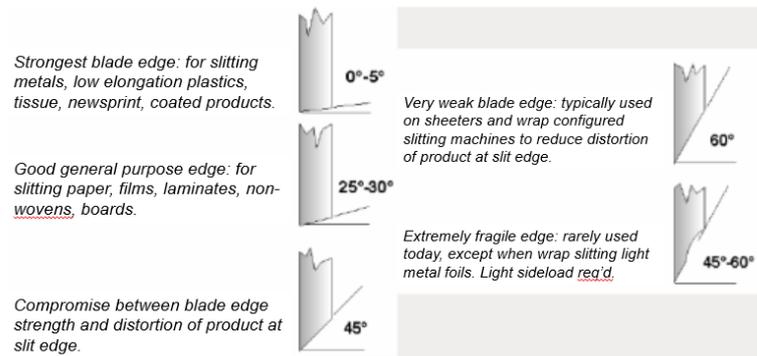
Pisau ini merupakan pisau yang terikat dengan *shaft* (poros) yang berputar sehingga pisau dapat berputar melakukan proses pemotongan sampah plastik akibat bertumbukan dengan pisau tetap. Kecepatan pemotongan pada pisau gerak bergantung pada putaran dari motor penggerak yang digunakan.

### 2.2.6. Geometri Pisau

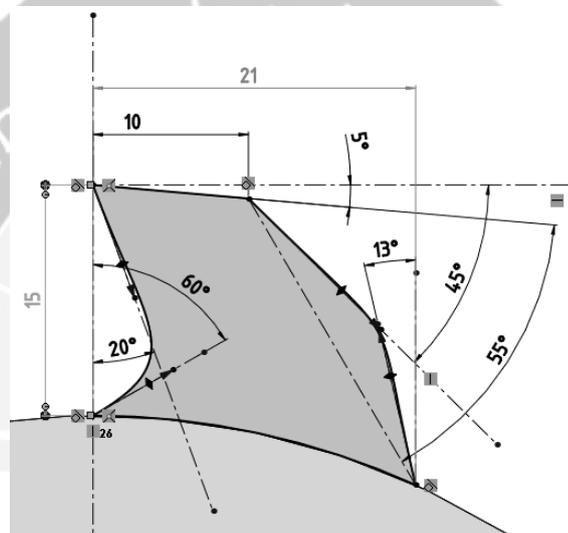
Menurut Adhianto dkk (2019) dalam proses pemotongan (*shearing*) yaitu ketika pada bagian atas pisau bergerak ke bawah, maka keduanya akan melakukan suatu proses pemotongan material hingga melebihi dari batas tegangan geser yang dimiliki oleh material. Proses pemotongan dikatakan berhasil bergantung dari ketebalan material yang akan dilakukan proses pemotongan. Prosentase pemotongan yang akan dilakukan pisau yaitu sebesar 30 – 60 % dari ketebalan material. Hal yang perlu diperhatikan selain dari ketebalan material adalah dari geometri pisau *shearing* disajikan pada Gambar 2.2, *blade shredder* yaitu pada sudut antara  $0^{\circ}$  sampai  $5^{\circ}$  disajikan pada Gambar 2.3.



**Gambar 2.2. Geometri *Shear Plate* (Adhianto dkk, 2019)**



**Gambar 2.3. Profil Shear Plate (Adhiarto dkk, 2019)**



**Gambar 2.4. Sudut Pisau Penghancur (Adhiarto dkk, 2019)**

Suatu aktivitas proses pemotongan dapat berlangsung apabila terjadi dua jenis material yang saling bergesekkan. Untuk menunjang proses pemotongan perlu dibutuhkan material pahat atau pisau yang memiliki keunggulan dari pada material yang akan dipotong yaitu seperti berikut:

a. Kekerasan (*Hardness*)

Kemampuan dari material dalam menahan ketika proses pemotongan, penetrasi atau penggilingan. Semakin besar tingkat kekerasan yang dimiliki oleh suatu material maka akan semakin besar tingkat kerapuan yang dimiliki dari material itu sendiri.

b. Keuletan (*Ductility*)

Kemampuan yang dimiliki material dalam mempertahankan tingkat kekuatannya selama proses yang sedang dialami seperti proses pembentukan ketika diregangkan tanpa menimbulkan retakan pada material. Selain itu dari material juga memiliki sifat kelenturan yaitu material harus mampu dalam proses pembentukan menjadi bentuk baru seperti perlakuan dipukul atau ditekan.

c. Tegangan tarik (*Tensile Strength*)

Kemampuan yang dimiliki material sebagai parameter dalam mempertahankan bentuk selama mengalami proses penarikan ketika dalam melakukan proses pencacahan atau perubahan bentuk.

d. Tegangan Geser (*Shear Stress*)

Kemampuan yang dimiliki material sebagai parameter dalam mempertahankan bentuk selama mengalami proses gesekan antara material yang lainnya ketika dalam proses pencacahan atau gerakan yang menimbulkan gesekan antara kedua material.

e. Kecepatan Potong (*Cutting Speed*)

Kemampuan yang dimiliki material sebagai parameter dalam mengetahui kecepatan standar yang mampu dilakukan oleh material selama proses memotong suatu material.

**Tabel 2.2. *Tensile Strength* Plastik dan *Steel* (Katalog, 2018)**

<b>No</b>	<b>Material</b>	<b><i>Tensile Strength</i> (psi)</b>	<b><i>Tensile Modulus</i> (psi)</b>	<b><i>Density</i> (g/cm<sup>3</sup>)</b>
1	Polypropylene	4800	195000	0,91
2	HDPE	4423	224812	0,97
3	LDPE	1943	41615	0,94
4	ABS	4100	294000	1,21
5	Polystyrene	3000	240000	1,05
6	ST60	48590	29010000	2,7

**Tabel 2.3. Shear Stress Plastik dan Metal (Adhiharto dkk, 2019)**

No	Jenis Bahan Termoplastik	$\sigma_t$ ( $10^3\text{psi}$ )	$\sigma_t$ ( $\text{N/mm}^2$ )	$\tau_g$ ( $\text{N/mm}^2$ )
1	Polypropylene	0,9 - 2,5	6,2 - 17,2	4,95 - 13,78
2	HDPE	2,9 - 5,4	19,9 - 37,2	15,98 - 29,76
3	LDPE	4,5 - 6	31 - 41,34	24,8 - 33,1
4	ABS	5,9	40,65	32,52
5	Polystyrene	6 - 7,3	41,34 - 50,3	33,1 - 40,24
6	ST60	48,59	335	557,4

**Tabel 2.4. Kecepatan Potong Material (Southbaymachine, 2009)**

Material	Ballpark CS with High-Speed Tool	m/minute Cutting Speed High-Speed Tool	m/minute Cutting Speed Carbide Tool	Feed/Rev HSS Tool Lathe*	Feed/Rev Carbide Tool Lathe*
SAE 1020 - Low Carbon Steel	100	80 - 120	300 - 400	0,002 - 0,020	0,006 - 0,035
SAE 1020 - High Carbon Steel	60	60 - 120	200	0,002 - 0,015	0,006 - 0,030
Stainless Steel	100	100 - 120	240 - 300	0,002 - 0,005	0,003 - 0,006
Aluminium	250	400 - 700	800 - 1000	0,003 - 0,030	0,008 - 0,045
Brass & Bronze	200	110 - 300	600 - 1000	0,003 - 0,025	0,008 - 0,040
Plastics*	250	200 - 500	1000	0,005 - 0,050	0,005 - 0,050

### 2.2.7. Baja Karbon

Baja karbon merupakan suatu jenis baja yang memiliki paduan antara besi dan karbon dengan paduan utama karbon sebesar kurang dari 1,7% dan terdapat unsur kandungan lain dengan kadar rendah. Baja diklasifikasikan menjadi lima jenis yaitu:

a. *Low Carbon Steel*

Material ini disebut juga *mild steel* yang memiliki kadar *carbon* 0,1% sampai 0,3% dan baja ini memiliki profil berupa *sheet metal* dan *striper steel*.

b. *Medium Carbon Steel*

Material ini memiliki kadar *carbon* 0,3% sampai 0,6%. Baja jenis ini dipakai untuk material dalam membuat *bolt, nut, shaft, piston, crank shaft* dan *gears*.

c. *High Carbon Steel*

Material ini memiliki kadar *carbon* 0,7% sampai 1,3%. Baja jenis ini biasanya memerlukan proses perlakuan panas (*heat treatment*) dan digunakan pada material *spring, tools, knife*, dan *chisel*.

d. *Mix Carbon Steel*

Material ini disebut juga *alloy steel*. Baja jenis ini memiliki kelebihan dimana sudah memiliki kadar zat aditif paduan dengan tujuan agar memberikan karakteristik baru pada logam seperti kekerasan dan keuletan.

e. *Stainless Steel*

Karakteristik yang dimiliki baja jenis ini yaitu tahan terhadap karat agar mendapatkan sifat anti korosi yaitu dengan menambahkan unsur *chromium* 2%.

### **2.2.8. Metode Perancangan**

Metode perancangan adalah teknik untuk membantu dalam perancangan. Metode ini memperlihatkan serangkaian aktivitas dalam perancangan secara runtut dalam proses merancang secara menyeluruh.

a. Metode DFM (*Design for Manufacturing*)

*Design for Manufacturing* (DFM) adalah suatu filosofi dan menyetting pemikiran dimana *input* manufaktur digunakan sebagai tahap awal dalam mendesain rangka untuk melakukan pembuatan desain pada bagian tertentu agar produk dapat diproduksi lebih mudah dan lebih ekonomis. Selain itu pengertian dari *design for manufacturing* adalah setiap dari aspek proses mendesain melibatkan masalah yang sedang terjadi untuk dijadikan objek yang digunakan untuk merancang secara eksplisit dengan mempengaruhi desain itu sendiri. Metode ini bertujuan untuk membantu dalam mempertimbangkan biaya alat atau waktu yang diperlukan dalam operasi, biaya proses, waktu perakitan, biaya keselamatan manusia selama proses manufaktur. Berikut ini langkah-langkah yang akan dilakukan dalam metode DFM:

i. Rekayasa konseptual pada desain (*Engineering Conceptual Design*)

Desain yang dibuat berdasarkan hasil dari metode wawancara, metode observasi, dokumentasi, dan data kuisisioner untuk mengetahui permasalahan yang sedang terjadi, sehingga didapatkan suatu objek permasalahan yang kemudian dibuat menjadi suatu desain untuk memecahkan permasalahan tersebut.

ii. Desain konfigurasi *part* dan komponen (*Configuration Design of Parts and Components*)

Berdasarkan konsep desain yang sudah diperoleh, selanjutnya dilakukan suatu proses pengambilan keputusan mengenai penggunaan komponen dalam desain yang dibuat.

iii. Desain Parameter (*Parametric Design*)

Hasil dari pemilihan komponen yang diperoleh, selanjutnya dilakukan proses identifikasi berdasarkan standar parameter yang digunakan pada komponen.

iv. Detail Desain (*Detail Design*)

Detail desain yang dimaksud yaitu mengenai ukuran, toleransi, dan data material yang dibutuhkan untuk melakukan desain pada objek dan memberikan akurasi yang tepat dalam proses manufaktur. Hal ini bertujuan untuk membantu dalam proses manufaktur agar mendapatkan hasil produk yang presisi.

b. DoE (*Design of Experiment*) dengan Metode Taguchi

Menurut Kerlinger (2006) eksperimen adalah suatu penelitian yang dilakukan dengan cara manipulasi, mengontrol variabel dan mengawasi variabel yang terikat bertujuan untuk mendapatkan variasi baru. Variabel terikat merupakan variabel yang dihasilkan dari proses manipulasi mengenai variabel bebas yang dapat memberikan pengaruh.

Menurut Isaac & William (1997) adalah membahas tentang tujuan penelitian eksperimen mengenai timbulnya unsur sebab akibat, dengan cara memberikan perlakuan pada eksperimen dan dilakukan proses perbandingan hasil dengan hasil eksperimen diberikan tanpa adanya perlakuan. Menurut Azwar (2007) variabel bebas terdapat pada kelompok eksperimen. Kelompok yang tidak dilakukan perlakuan disebut kelompok kontrol.

Metode penelitian ada beberapa jenis diantaranya yaitu DoE (*Design of Experiment*) dengan metode Taguchi. Desain eksperimen dengan metode Taguchi merupakan masuk dalam kelompok *fractional factorial experiment*. *Off line quality control* merupakan metode yang terdapat pada metode Taguchi ketika melakukan proses mendesain. Menurut Bellavendrum (1995) tujuan dari metode DoE adalah sebagai alat analisa dalam melakukan evaluasi mengenai kerugian kualitas dari hasil kuantitatif yang disebabkan adanya beberapa variasi. Metode Taguchi juga berfungsi untuk menyusun *orthogonal array* (OA) dalam menentukan *layout* dari eksperimen agar mendapatkan produksi yang berkualitas. Dua macam OA terdiri dari OA dengan dua level faktor dan OA dengan tiga level faktor. Menurut Bellavendram (1995) aktivitas dalam *quality control* (QC) dibedakan menjadi dua, yaitu :

i. *Off line QC*

Merupakan suatu aktivitas pengendalian dari kualitas yang ada di dalam proses dan dalam pembuatan desain produk sebelum dilakukan proses manufaktur. Hal ini merupakan suatu tindakan untuk mengantisipasi timbulnya produk cacat selama proses manufaktur berlangsung. Pengendalian kualitas dalam aktivitas ini dilakukan sebelum proses produksi. Aktivitas *off line QC* memberikan keuntungan dalam aktivitas *on line QC* yaitu membantu dalam mengoptimalkan dari desain produk dan proses. Desain proses dibagi menjadi beberapa tahap yaitu seperti berikut:

a) *System Design*

Merupakan tahap awal yang berhubungan dengan suatu tindakan untuk melakukan pengembangan teknologi. Tahap ini diperlukan *skill* teknis yang tinggi untuk melakukan suatu penilaian dalam melakukan pengembangan produk ataupun proses.

b) *Parameter Design*

Tahap ini memiliki keterkaitan antara penekanan biaya dan peningkatan kualitas. Selain itu juga untuk menentukan nilai-nilai dari parameter yang memiliki kesensitifan kurang terhadap *noise* selanjutnya akan dilakukan dengan mengkombinasikan level parameter yang dapat menggunakan *noise*.

c) *Tolerance Design*

Merupakan tahapan dalam melakukan pengendalian mengenai faktor yang berpengaruh terhadap nilai yang sudah dikehendaki dengan cara memilih komponen-komponen yang memiliki kualitas yang baik dan biaya yang sesuai.

ii. *On line QC*

Merupakan suatu aktivitas dalam pengendalian kualitas selama proses manufaktur. Aktivitas ini dalam melakukan pengendalian kualitas menggunakan *Statistical Process Control* (SPC) yaitu merupakan suatu tindakan perbaikan yang akan dilakukan apabila terdapat produk cacat setelah proses dengan hasil dari produk tidak memenuhi standar spesifikasi. *On line QC* pada dasarnya merupakan suatu tindakan pengendalian kualitas yang dilakukan setelah proses produksi.

Menurut Bellavendram (1995) langkah-langkah dalam melakukan suatu *design of experiment* pada perancangan produk dilakukan dengan tahapan-tahap seperti berikut:

i. Identifikasi Produk

Pada tahap ini dilakukan suatu identifikasi mengenai penyebab terjadinya cacat pada produk dan kualitas dari produk yang dihasilkan.

ii. Identifikasi Faktor- Faktor dan Respon

Pada tahap ini dilakukan pemilihan faktor dan interkasinya yang kurang signifikan. Taguchi memberikan solusi yaitu dengan *pooling up* untuk mengakumulasikan beberapa dari variansi ke dalam *error*. Pemilihan faktor parameter yang signifikan dalam metode ini digunakan untuk mengurangi variasi dari respon yang diukur.

Kontribusi paling penting dari Taguchi adalah pada nilai *Ratio Signal to Noise*. Taguchi memberikan pengertian SN rasio sebagai berikut:

$$SN = \frac{(Rata - rata)^2}{Variance} = \frac{\mu^2}{\sigma^2} \quad (2.1)$$

Kriteria pemilihan rancangan dalam Taguchi dapat dilakukan dengan mengukur nilai performansi baru. Karakteristik respon dalam Taguchi dapat dikelompokkan menjadi tiga meliputi *nominal is the best* (NTB), *smaller the better characteristic* (STB), *larger the better characteristic* (LTB) sebagai berikut:

a) NTB

Karakteristik NTB secara prosedur dapat disajikan sebagai berikut:

$$SN_T = 10 \log \frac{(S_m - S_e / (n - 1)) / n}{S_e / (n - 1)} \quad (2.2)$$

dimana,

$SN_T$  = *Signal Noise Nominal*

$S_m$  = *Signal Measurement*

$S_e$  = *Signal Error*

$y_i$  = *Variance Measurement*

b) STB

Karakteristik STB secara prosedur dapat disajikan sebagai berikut:

$$SN_S = 10 \log \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i^2 \quad (2.3)$$

dimana,

$SN_S$  = *Signal Noise Smaller*

$y_i$  = *Variance Measurement*

c) LTB

Karakteristik LTB secara prosedur dapat disajikan sebagai berikut:

$$SN_L = -10 \log \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (1/y_i)^2 \quad (2.4)$$

dimana,

$SN_L$  = *Signal Noise Larger*

$y_i$  = *Variance Measurement*

Dalam pemilihan *setting* faktor-faktor terkontrol yang mempengaruhi dalam hasil kualitas menurut Bagchi (1993) ada dua tahap yang dilakukan dalam menentukan level optimal yaitu seperti berikut:

- a) Faktor terkontrol yaitu merupakan faktor paling penting dalam penentuan reduksi *variability* dan *setting* faktor yang dipilih, disebut juga dengan cara memaksimalkan nilai S/N rasio tanpa memperhatikan pada nilai rata-rata, karena memiliki keterkaitan dengan faktor lain yang tidak terkontrol.
- b) Faktor terkontrol yang memberikan pengaruh secara signifikan yaitu dengan mengindentifikasikan sensitivitas rata-rata pengukuran dan level yang sesuai kemudian dipilih.

iii. Pemilihan *Orthogonal Array*

Matrik yang tersusun atas beberapa elemen yang terdiri atas baris dan kolom. Data yang terdapat pada kolom merupakan faktor yang dapat diubah selama proses eksperimen. Sedangkan untuk data yang terdapat pada baris merupakan keadaan dari faktor. *Array* disebut juga sebagai *orthogonal* karena level yang ada merupakan faktor yang terjadi pada keadaan setara dan dapat diuraikan dengan menggunakan faktor-faktor lain selama proses eksperimen. Oleh karena itu dapat disimpulkan bahwa *orthogonal array* yaitu matrik berimbang yang diperoleh berdasarkan faktor dan level. Tujuan dari penggunaan *orthogonal array* dalam eksperimen yaitu agar dalam melakukan pengujian terhadap pengaruh yang diberikan dari beberapa parameter dapat dilakukan secara mudah dan merupakan suatu cara yang sesuai dalam melakukan perancangan *robust design*. *Orthogonal array* dapat digambarkan dengan  $L_6(3^5)$  yang memiliki

penjelasan bahwa *orthogonal array* mempunyai lima faktor dengan tiga level dan dilakukan eksperimen sebanyak 6 kali.

*Orthogonal Array* Taguchi memiliki kelebihan lebih baik dari *fractional factorial experiment*. Berikut merupakan alasan mengenai kelebihan dari *orthogonal array* Taguchi:

- a) Efisiensi yang diberikan dari *fractional factorial experiment* semakin berkurang jika semakin banyak faktor yang terlibat dalam proses eksperimen.
- b) *Orthogonal Array* Taguchi dalam memberikan hasil memiliki keserupaan dan konsisten walaupun yang melakukan eksperimen dilakukan oleh orang yang berbeda.
- c) Tabel *orthogonal array* memiliki fungsi untuk memilih faktor yang memberikan kontribusi mengenai kualitas yang dihasilkan.
- d) *Orthogonal Array* Taguchi memiliki kemudahan dalam memahami walaupun dihadapkan dengan banyak faktor yang terlibat dalam eksperimen.

Hasil yang diperoleh dari *orthogonal array* selanjutnya dilakukan proses analisa bertujuan untuk mencapai kondisi seperti berikut:

- a) Dapat mengestimasi kontribusi dari faktor yang mempengaruhi dari kualitas.
- b) Mendapatkan kondisi proses dalam menghasilkan produk yang terbaik (optimum).
- c) Dapat memperkirakan respon dari parameter desain produk yang digunakan pada kondisi yang optimum.

#### c. *Desirability Function*

Menurut Prajina (2013) *desirability function* adalah melakukan suatu perubahan geometrik dari nilai respon yang diperoleh menjadi bernilai “no” sampai “satu” ( $0 \leq d_i \leq 1$ ). Nilai berikut menjelaskan mengenai tingkat kedekatan yang terjadi pada respon terhadap nilai target. Nilai respon yang memiliki *range* berada pada nilai target yang telah ditentukan memiliki nilai *desirability* “no” sampai “satu”. Selain itu, untuk respon yang memiliki nilai respon yang sangat dekat dengan target maka nilai *desirability*nya bernilai “satu” ( $d_i = 1$ ). Namun, jika nilai respon berada diluar *range* target maka nilai *desirability*nya bernilai “no” ( $d_i = 0$ ).

iv. Melakukan Eksperimen

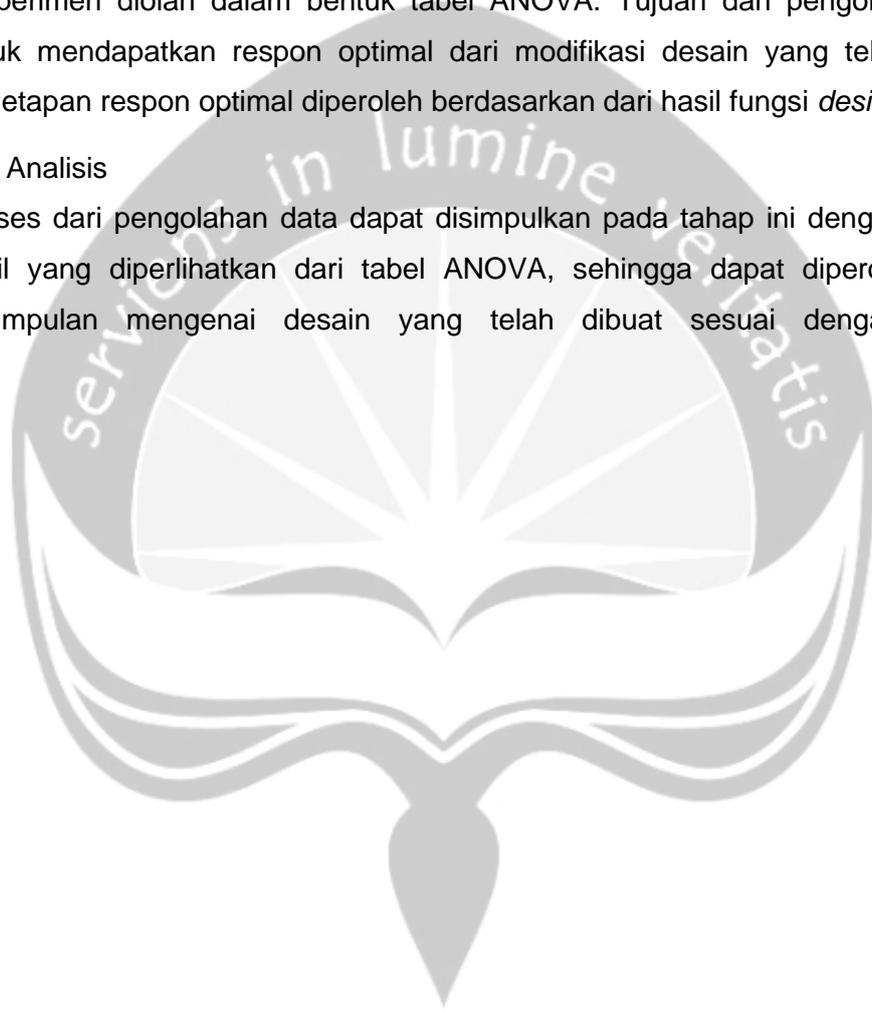
Tujuan dari tahap ini yaitu untuk mencari data berdasarkan hasil dari desain yang sudah dibuat dengan penerapan pada sistem yang bekerja atau dalam proses manufaktur. Hasil dari tahap ini dibuat dalam bentuk tabel dengan kategori untuk tiap-tiap elemen yang akan dijadikan sebagai data respon dari penelitian.

v. Pengolahan Data

Tahapan ini merupakan proses mengolah data yang diperoleh dari hasil eksperimen diolah dalam bentuk tabel ANOVA. Tujuan dari pengolahan data untuk mendapatkan respon optimal dari modifikasi desain yang telah dibuat. Penetapan respon optimal diperoleh berdasarkan dari hasil fungsi *desirability*.

vi. Analisis

Proses dari pengolahan data dapat disimpulkan pada tahap ini dengan melihat hasil yang diperlihatkan dari tabel ANOVA, sehingga dapat diperoleh suatu kesimpulan mengenai desain yang telah dibuat sesuai dengan target.



## BAB 6 KESIMPULAN DAN SARAN

### 6.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan diperoleh kesimpulan untuk mendapatkan kualitas ukuran hasil cacahan yang optimal dengan standar pasar 14 mm. Penelitian ini dalam mendapatkan tingkat optimalitas dari respon data berupa ukuran hasil cacahan dengan menggunakan metode Taguchi dan fungsi *desirability*. Pemilihan besar sudut pisau pencacah sebesar  $35^\circ$  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. Penelitian ini menekankan dari hasil fungsi *desirability* dengan metode Taguchi untuk mendapatkan kondisi respon data ukuran hasil cacahan yang optimal.

Proses optimasi dengan menggunakan kombinasi dua metode *Design of Manufacturing (DFM)* dan *Design of Experiment (DoE)* dengan metode Taguchi akan mendapatkan hasil yang baik. Hasil yang diperoleh dari kombinasi kedua metode diatas berhasil diaplikasikan penulis untuk mendapatkan nilai ukuran hasil cacahan yang optimal.

### 6.2. Saran

Pada penelitian selanjutnya agar dapat dilakukan penelitian kembali mengenai kekerasan yang sesuai pada pisau pencacah agar dapat menambah keawetan pada pisau dan menambah tingkat ketajaman pisau serta dilakukan proses uji performansi dan efektivitas mesin sesudah dilakukan perbaikan *redesign* dengan sebelumnya.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adhiharto, R., Komara. A.I., & Annisa. (2019). Studi rancang bangun mesin *plastic waste shredder* dengan kapasitas 15 kg/hari dengan aplikasi metode VDI 2222. *Jurnal TEDC*, 13 (3), 292-304.
- Alodokter. (2018). *Kode bahan baku plastik*. Diakses tanggal 8 Maret 2020 dari <https://www.alodokter.com/cermati-kode-segitiga-di-bawah-kemasan-plastik-anda>.
- Anggraeni, N.D., & Latief, A.E.. (2018). Rancang bangun mesin pencacah plastik tipe gunting. *Jurnal Rekayasa Hijau*, 2 (2).
- Anggry, A., & Subkhan. 2017. Analisis efisiensi hasil pencacahan terhadap tipe pencacah dan material. *Jurnal Manutech*, 1 (2), 57-88.
- Asmaijar, R.. (2019). *Perancangan mesin penghancur sampah plastik dengan kapasitas 300 kg/jam*. (Skripsi). Universitas Muhammadiyah Malang.
- Asroni, M., Djiwo, S., & Setyawan, E.Y.. (2018). Pengaruh model pisau pada mesin sampah botol plastik. *Jurnal Aplikasi dan Inovasi Ipteks "SOLIDITAS"*, 1 (1), 29-33.
- Azwar, S.. (2007). *Sikap manusia, teori, dan pengukurannya* (2nd ed.). Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- Bagchi, T.P.. (1993). *Taguchi methods explained: practical steps to robust design*. New Delhi: Prentice-Hall of India Private Limited.
- Belavendram, N.. (1995). *Quality by design: taguchi techniques for industrial experimentation*. Prentice Hall International.
- Gunandi, I.. (2016). Analisa hasil cacahan alat pencacah gelas plastik air mineral. (Skripsi). Universitas Negeri Jakarta.
- Isaac, S., & William B.M.. (1977). *Handbook in reasearch and evaluation: for education and the behavioral sciences* (1st ed.). San Diego, CA: EdiTS.

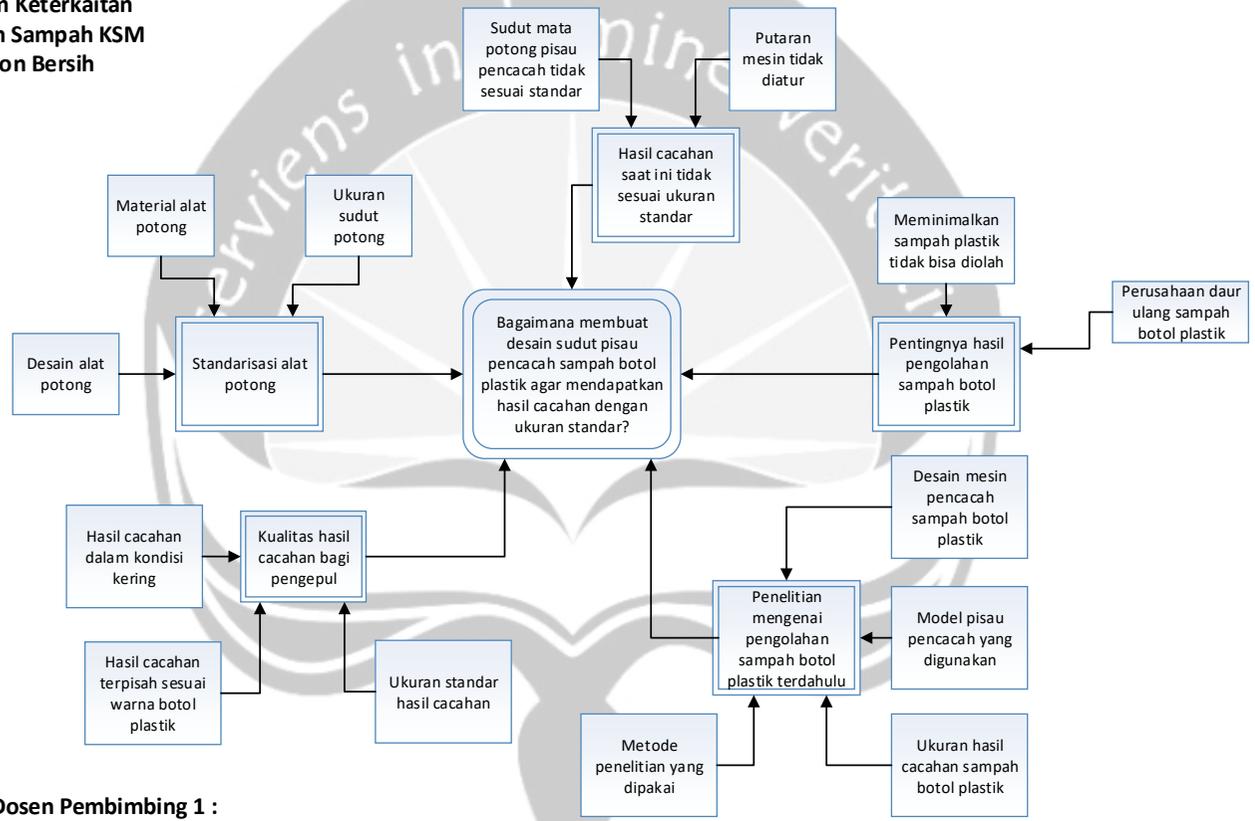
- Juardin, Sudia, B., & Imran, A.I.. (2017). Unjuk kerja mesin pencacah sampah. *Jurnal ENTHALPY*. 2 (3).
- Katalog. (2018). *ABS material properties*. Diakses tanggal 8 Maret 2020 dari <https://www.plasticsintl.com/datasheets/ABS>.
- Katalog. (2018). *HDPE material properties*. Diakses tanggal 8 Maret 2020 dari <https://www.plasticsintl.com/datasheets/HDPE>.
- Katalog. (2018). *PP Copolymer material properties*. Diakses tanggal 8 Maret 2020 dari [https://www.plasticsintl.com/datasheets/PP\\_COPOLYMER](https://www.plasticsintl.com/datasheets/PP_COPOLYMER).
- Katalog. (2018). *PS material properties*. Diakses tanggal 8 Maret 2020 dari <https://www.plasticsintl.com/datasheets/PS>.
- Kerlinger. (2006). *Asas-asas penelitian behavioral* (3rd ed.). Yogyakarta: Gajah Mada University Pres.
- Mia, M., Khan, M. A., Rahman, S. S., & Dhar, N. R. (2017). *Mono-objective and multi objective optimization of performance parameters in high pressure coolant assisted turning of Ti6Al-4V*. *Int. J. Adv. Manuf. Technol*, 90 (1-4), 109–118.
- Mia, M., & Dhar, N. R. (2017). *Optimization of surface roughness and cutting temperature in high-pressure coolant-assisted hard turning using Taguchi method*. *Int. J. Adv. Manuf. Technol*, 88 (1–4), 739–753.
- Nur, I., Nofriadi, & Rusmardi. (2015). Pengembangan mesin pencacah sampah/limbah plastik dengan sistem crusher dan silinder pemotong tipe reel. *Jurnal Poli Rekayasa*, 10 (2), 66-73.
- Nurprasetio, I.P., Rahardian, S., Budiman, B.A., & Prawisudha, P.. (2017). Perancangan dan pembuatan prototipe alat pengering cacahan plastik daur ulang. *Jurnal Mesin*, 26 (2), 66-79.
- Omnexus. (2018). *Density of plastic: technical properties*. Diakses tanggal 8 Maret 2020 dari <https://omnexus.specialchem.com/polymer-properties/properties/density>.

- Poli, C.. (2001). Butterworth: Elsevier Science & Technology Books. *Design for manufacturing: a structured approach*.
- Prajina, N.V.. (2013). *Multi Respon Optimazation of CNC End Milling Using Response Surface Methodology and Desirability Function*. *International Journal of Engineering Research and Technology*, 6 (6), 739-746.
- Southbaymachine. (2009). *Cutting speed & feed rates*. Diakses tanggal 9 Maret 2020 dari [http://www.hotteam67.org/Resources/Machining/www\\_southbaymachine-com.pdf](http://www.hotteam67.org/Resources/Machining/www_southbaymachine-com.pdf).
- Sriyanto, D.A.. (2016). Perancangan mesin pengolah sampah mudah busuk di tempat pengolahan sementara reduce, reuse, dan recycle kabupaten temanggung. (Skripsi). Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
- Sunaryo, H.. (2008). *Teknik Pengelasan Kapal Untuk SMK* (1st ed.). Jakarta: Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan. Direktorat Jendral Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah. Departemen Pendidikan Nasional, pp. 5.
- Syaka, D.R.B., Kholil, A., Aminingsih, A., Siswaldi, A., & Gunandi. I.. (2016). Disain dan analisis mesin pencacah gelas plastik dengan penggerak manual. *Jurnal Konversi Energi dan Manufaktur UNJ*, 57.
- Upingo, H., Djamalu, Y., & Botutihe, S.. (2016). Optimalisasi mesin pencacah plastik otomatis. *Jurnal Teknologi Pertanian Gorontalo*, 1 (2).



### Lampiran 1. Diagram Keterkaitan

**Diagram Keterkaitan  
Pengolah Sampah KSM  
Tanon Bersih**



**Calon Dosen Pembimbing 1 :  
Dr. P Wisnu Anggoro, S.T., M.T.**

**Calon Dosen Pembimbing 2 :  
Baju Bawono, S.T., M.T.**

**Lampiran 2. Foto Mesin dan Pisau Potong pada KSM Tanon Bersih**



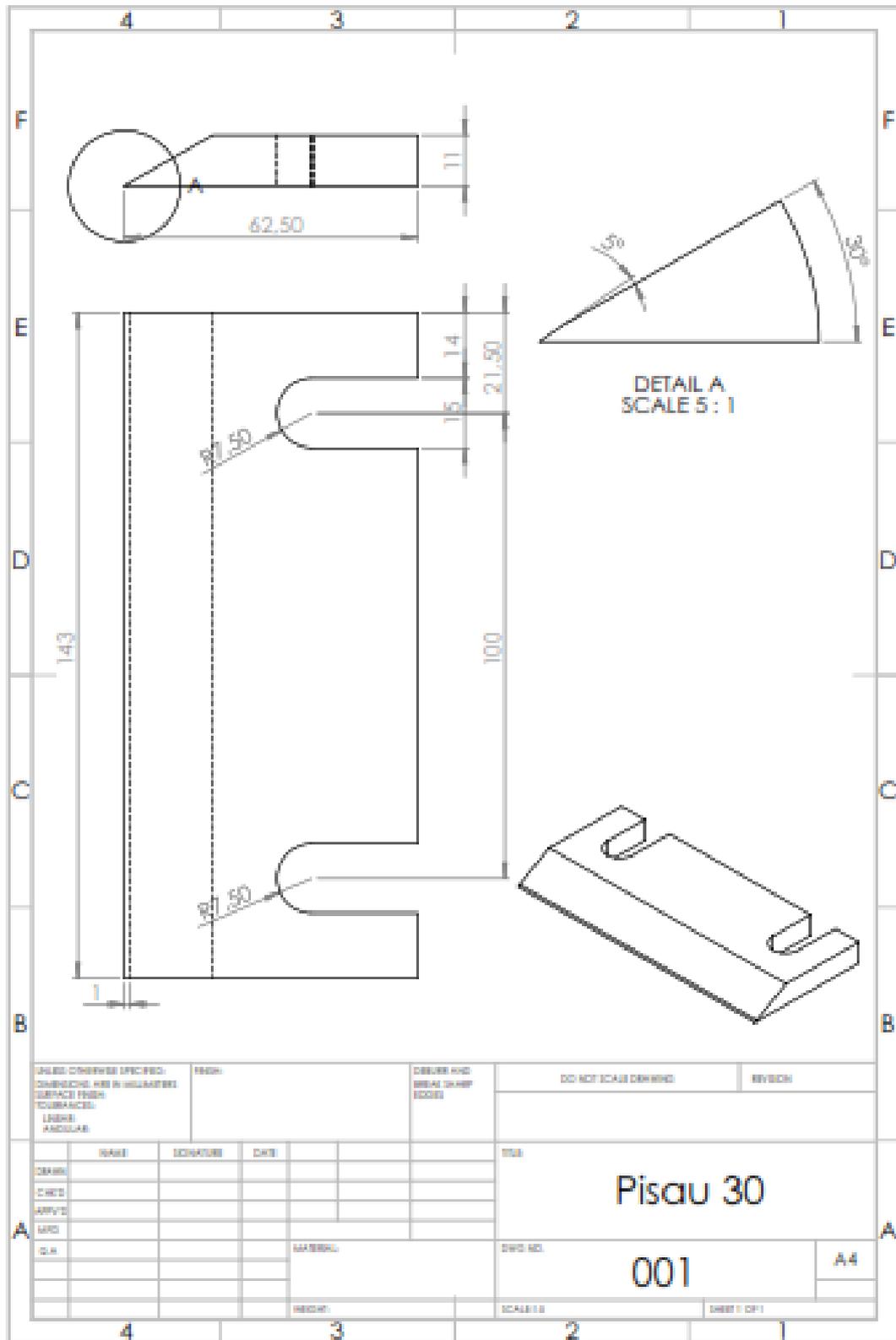
**Lampiran 3. Foto Tumpukan Sampah Plastik pada KSM Tanon Bersih**



**Lampiran 4. Foto Standar Pasar Hasil Cacahan Plastik**



Lampiran 5. Desain Pisau 30°







**Lampiran 8. Kuisisioner Data Standar Kualitas Hasil Cacahan dari Tiap Pengepul dan Pengolah Sampah Plastik serta Faktor-Faktor Parameter**

**Kuisisioner Penelitian**

Kepada

Yth. Bapak/Ibu

Pemiliki Perusahaan

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Khrisna Yudhantyo Prabawansyah

NPM : 181610039

Prodi : Teknik Industri

Merupakan mahasiswa Fakultas Teknologi Industri, Universitas ATMA Jaya Yogyakarta yang sedang menyusun sebuah skripsi sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana, dengan judul "**Optimasi Redesign Sudut Mata Pisau Potong Mesin Pencacah Sampah Botol Plastik di KSM Tanon Bersih**". Oleh karena itu, mohon bantuan Bapak/Ibu untuk menjawab pertanyaan-pertanyaan kuisisioner berikut ini.

Kuisisioner ini hanya untuk kepentingan penelitian, dan tidak untuk dipublikasikan. Kerahasiaan Bapak/Ibu dapat saya jamin.

Demikian, saya ucapkan terima kasih atas kesediaan Bapak/Ibu yang telah bersedia meluangkan waktunya untuk dapat mengisi kuisisioner ini.

Klaten , Maret 2020

Peneliti,

Khrisna Yudhantyo Prabawansyah

## Profil Responden

Berilah tanda *check list* (  $\checkmark$  ) untuk setiap jawaban yang menurut anda paling sesuai dengan diri anda.

1. Nama : Ifin Kris Triyanto
2. Jenis Kelamin :  Pria  Wanita
3. Usia :  18-25 Tahun  31-40 Tahun  
 26-30 Tahun  > 40 Tahun
4. Pendidikan Terakhir :  SLTP  D3  S2  
 SLTA  S1  Lainnya
5. Pekerjaan :  PNS  Pengusaha  
 Wiraswasta  Petani  
 Buruh  Lainnya

Nama Perusahaan : Puspita Plastik

Tahun Berdiri : 2016

Alamat Perusahaan : Jaten Rt 02 Rw 11 Makam Haji, Kartasura,  
Sukoharjo.

### A. Petunjuk Pengisian Kuesioner

1. Sebelum mengisi kuesioner ini, mohon Bapak/Ibu membaca setiap butir pertanyaan dengan cermat.
2. Bapak/Ibu tinggal beri tanda *check list* (  $\checkmark$  ) pada kolom yang sesuai dengan pilihan dan menuliskan tambahan keterangan jika diperlukan.
3. Untuk setiap butir pertanyaan hanya diperbolehkan memilih satu alternatif jawaban.
4. Jika ada kesalahan dalam memilih alternatif jawaban, beri tanda ( X ) pada kolom yang salah kemudian beri tanda *check list* (  $\checkmark$  ) pada kolom yang sesuai.
5. Semua pertanyaan yang ada, mohon di jawab tanpa ada satupun yang terlewat.

B. Keterangan Jawaban

1. STS : Sangat Tidak Setuju
2. TS : Tidak Setuju
3. RR : Ragu-Ragu
4. S : Setuju
5. SS : Sangat Setuju

**Kuesioner Variabel Hasil Cacah Plastik**

No.	Pernyataan	Pilihan Jawaban				
		STS	TS	RR	S	SS
<b>BENTUK</b>						
1	Hasil cacahan memiliki bentuk persegi pipih					
2	Hasil cacahan memiliki bentuk bulat pipih					
3	Hasil cacahan memiliki bentuk tak beraturan				√	
4	Hasil cacahan memiliki bentuk yang seragam					
<b>UKURAN</b>						
5	Ukuran hasil cacahan sebesar 20 mm					
6	Ukuran hasil cacahan sebesar 18 mm					
7	Ukuran hasil cacahan sebesar 15 mm					
8	Ukuran hasil cacahan sebesar 14 mm				√	
9	Ukuran hasil cacahan sebesar 12 mm					
10	Ukuran hasil cacahan sebesar 10 mm					
<b>MUTU</b>						
11	Mutu hasil cacahan sudah dalam kondisi terkelompok berdasarkan jenis nama plastik				√	
12	Mutu hasil cacahan dalam kondisi kering				√	
13	Mutu hasil cacahan dalam kondisi basah	√				

<b>WARNA</b>						
14	Hasil cacahan sudah terpisah berdasarkan warna				√	
15	Warna hasil cacahan memiliki warna yang berbeda-beda	√				
<b>Jenis Faktor yang Berpengaruh</b>						
<b>RPM Mesin</b>		<b>Ya</b>			<b>Tidak</b>	
16	Putaran mesin mempengaruhi kualitas hasil cacahan	√				
<b>Size Saringan</b>						
17	Ukuran saringan mempengaruhi besar kecil dari hasil cacahan	√				
<b>Size Gape</b>						
18	Ukuran gape pisau berputar dengan pisau diam mempengaruhi ukuran hasil cacahan	√				
<b>Jenis Material Pisau</b>						
19	Jenis penggunaan material pisau mempengaruhi kualitas hasil cacahan	√				
<b>Besar Sudut Pisau</b>						
20	Desain besar sudut pada pisau pencacah mempengaruhi ukuran hasil cacahan	√				
<b>Waktu Proses</b>						
21	lamanya proses pencacahan mempengaruhi kualitas dari hasil pencacahan	√				
<b>Berat Proses Cacah</b>						
22	Banyaknya material sampah yang dimasukkan tiap siklus mempengaruhi kualitas hasil cacahan				√	

## Profil Responden

Berilah tanda *check list* (  $\checkmark$  ) untuk setiap jawaban yang menurut anda paling sesuai dengan diri anda.

6. Nama : Tri Widodo
7. Jenis Kelamin :  Pria  Wanita
8. Usia :  18-25 Tahun  31-40 Tahun  
 26-30 Tahun  > 40 Tahun
9. Pendidikan Terakhir :  SLTP  D3  S2  
 SLTA  S1  Lainnya
10. Pekerjaan :  PNS  Pengusaha  
 Wiraswasta  Petani  
 Buruh  Lainnya

Nama Perusahaan : Tri Rosok

Tahun Berdiri : 2008

Alamat Perusahaan : Rejosari Rt 05 Rw 07 Rejosari, Sabrang,  
Delanggu.

### C. Petunjuk Pengisian Kuesioner

6. Sebelum mengisi kuesioner ini, mohon Bapak/Ibu membaca setiap butir pertanyaan dengan cermat.
7. Bapak/Ibu tinggal beri tanda *check list* (  $\checkmark$  ) pada kolom yang sesuai dengan pilihan dan menuliskan tambahan keterangan jika diperlukan.
8. Untuk setiap butir pertanyaan hanya diperbolehkan memilih satu alternatif jawaban.
9. Jika ada kesalahan dalam memilih alternatif jawaban, beri tanda ( X ) pada kolom yang salah kemudian beri tanda *check list* (  $\checkmark$  ) pada kolom yang sesuai.
10. Semua pertanyaan yang ada, mohon di jawab tanpa ada satupun yang terlewat.

D. Keterangan Jawaban

6. STS : Sangat Tidak Setuju
7. TS : Tidak Setuju
8. RR : Ragu-Ragu
9. S : Setuju
10. SS : Sangat Setuju

**Kuesioner Variabel Hasil Cacah Plastik**

No.	Pernyataan	Pilihan Jawaban				
		STS	TS	RR	S	SS
<b>BENTUK</b>						
1	Hasil cacahan memiliki bentuk persegi pipih					
2	Hasil cacahan memiliki bentuk bulat pipih					
3	Hasil cacahan memiliki bentuk tak beraturan				√	
4	Hasil cacahan memiliki bentuk yang seragam					
<b>UKURAN</b>						
5	Ukuran hasil cacahan sebesar 20 mm					
6	Ukuran hasil cacahan sebesar 18 mm					
7	Ukuran hasil cacahan sebesar 15 mm					
8	Ukuran hasil cacahan sebesar 14 mm				√	
9	Ukuran hasil cacahan sebesar 12 mm					
10	Ukuran hasil cacahan sebesar 10 mm					
<b>MUTU</b>						
11	Mutu hasil cacahan sudah dalam kondisi terkelompok berdasarkan jenis nama plastik				√	
12	Mutu hasil cacahan dalam kondisi kering				√	
13	Mutu hasil cacahan dalam kondisi basah	√				

<b>WARNA</b>						
14	Hasil cacahan sudah terpisah berdasarkan warna				√	
15	Warna hasil cacahan memiliki warna yang berbeda-beda	√				
<b>Jenis Faktor yang Berpengaruh</b>						
<b>RPM Mesin</b>		<b>Ya</b>			<b>Tidak</b>	
16	Putaran mesin mempengaruhi kualitas hasil cacahan				√	
<b>Size Saringan</b>						
17	Ukuran saringan mempengaruhi besar kecil dari hasil cacahan				√	
<b>Size Gape</b>						
18	Ukuran gape pisau berputar dengan pisau diam mempengaruhi ukuran hasil cacahan				√	
<b>Jenis Material Pisau</b>						
19	Jenis penggunaan material pisau mempengaruhi kualitas hasil cacahan		√			
<b>Besar Sudut Pisau</b>						
20	Desain besar sudut pada pisau pencacah mempengaruhi ukuran hasil cacahan		√			
<b>Waktu Proses</b>						
21	lamanya proses pencacahan mempengaruhi kualitas dari hasil pencacahan		√			
<b>Berat Proses Cacah</b>						
22	Banyaknya material sampah yang dimasukkan tiap siklus mempengaruhi kualitas hasil cacahan				√	

## Profil Responden

Berilah tanda *check list* (  $\checkmark$  ) untuk setiap jawaban yang menurut anda paling sesuai dengan diri anda.

11. Nama : Wahyu Jati
12. Jenis Kelamin :  Pria  Wanita
13. Usia :  18-25 Tahun  31-40 Tahun  
 26-30 Tahun  > 40 Tahun
14. Pendidikan Terakhir :  SLTP  D3  S2  
 SLTA  S1  Lainnya
15. Pekerjaan :  PNS  Pengusaha  
 Wiraswasta  Petani  
 Buruh  Lainnya

Nama Perusahaan : Jattiplastic Recycle

Tahun Berdiri : 2015

Alamat Perusahaan : Jl. Metuk, Methuk, Donotirto, Kretek, Bantul,  
Daerah Istimewa Yogyakarta.

## E. Petunjuk Pengisian Kuesioner

11. Sebelum mengisi kuesioner ini, mohon Bapak/Ibu membaca setiap butir pertanyaan dengan cermat.
12. Bapak/Ibu tinggal beri tanda *check list* (  $\checkmark$  ) pada kolom yang sesuai dengan pilihan dan menuliskan tambahan keterangan jika diperlukan.
13. Untuk setiap butir pertanyaan hanya diperbolehkan memilih satu alternatif jawaban.
14. Jika ada kesalahan dalam memilih alternatif jawaban, beri tanda ( X ) pada kolom yang salah kemudian beri tanda *check list* (  $\checkmark$  ) pada kolom yang sesuai.
15. Semua pertanyaan yang ada, mohon di jawab tanpa ada satupun yang terlewat.

F. Keterangan Jawaban

11. STS : Sangat Tidak Setuju
12. TS : Tidak Setuju
13. RR : Ragu-Ragu
14. S : Setuju
15. SS : Sangat Setuju

**Kuesioner Variabel Hasil Cacah Plastik**

No.	Pernyataan	Pilihan Jawaban				
		STS	TS	RR	S	SS
<b>BENTUK</b>						
1	Hasil cacahan memiliki bentuk persegi pipih				√	
2	Hasil cacahan memiliki bentuk bulat pipih					
3	Hasil cacahan memiliki bentuk tak beraturan					
4	Hasil cacahan memiliki bentuk yang seragam					
<b>UKURAN</b>						
5	Ukuran hasil cacahan sebesar 20 mm					
6	Ukuran hasil cacahan sebesar 18 mm					
7	Ukuran hasil cacahan sebesar 15 mm					
8	Ukuran hasil cacahan sebesar 14 mm				√	
9	Ukuran hasil cacahan sebesar 12 mm					
10	Ukuran hasil cacahan sebesar 10 mm					
<b>MUTU</b>						
11	Mutu hasil cacahan sudah dalam kondisi terkelompok berdasarkan jenis nama plastik				√	
12	Mutu hasil cacahan dalam kondisi kering				√	
13	Mutu hasil cacahan dalam kondisi basah	√				

<b>WARNA</b>						
14	Hasil cacahan sudah terpisah berdasarkan warna				√	
15	Warna hasil cacahan memiliki warna yang berbeda-beda	√				
<b>Jenis Faktor yang Berpengaruh</b>						
<b>RPM Mesin</b>		<b>Ya</b>			<b>Tidak</b>	
16	Putaran mesin mempengaruhi kualitas hasil cacahan	√				
<b>Size Saringan</b>						
17	Ukuran saringan mempengaruhi besar kecil dari hasil cacahan	√				
<b>Size Gape</b>						
18	Ukuran gape pisau berputar dengan pisau diam mempengaruhi ukuran hasil cacahan	√				
<b>Jenis Material Pisau</b>						
19	Jenis penggunaan material pisau mempengaruhi kualitas hasil cacahan	√				
<b>Besar Sudut Pisau</b>						
20	Desain besar sudut pada pisau pencacah mempengaruhi ukuran hasil cacahan	√				
<b>Waktu Proses</b>						
21	lamanya proses pencacahan mempengaruhi kualitas dari hasil pencacahan	√				
<b>Berat Proses Cacah</b>						
22	Banyaknya material sampah yang dimasukkan tiap siklus mempengaruhi kualitas hasil cacahan	√				

## Profil Responden

Berilah tanda *check list* (  $\checkmark$  ) untuk setiap jawaban yang menurut anda paling sesuai dengan diri anda.

16. Nama : Harun
17. Jenis Kelamin :  Pria  Wanita
18. Usia :  18-25 Tahun  31-40 Tahun  
 26-30 Tahun  > 40 Tahun
19. Pendidikan Terakhir :  SLTP  D3  S2  
 SLTA  S1  Lainnya
20. Pekerjaan :  PNS  Pengusaha  
 Wiraswasta  Petani  
 Buruh  Lainnya

Nama Perusahaan : Nafisa Plastic

Tahun Berdiri : 2016

Alamat Perusahaan : Jl. Pakis-Daleman No.418, Dusun I, Bentangan,  
Wonosari, Klaten.

## G. Petunjuk Pengisian Kuesioner

16. Sebelum mengisi kuesioner ini, mohon Bapak/Ibu membaca setiap butir pertanyaan dengan cermat.
17. Bapak/Ibu tinggal beri tanda *check list* (  $\checkmark$  ) pada kolom yang sesuai dengan pilihan dan menuliskan tambahan keterangan jika diperlukan.
18. Untuk setiap butir pertanyaan hanya diperbolehkan memilih satu alternatif jawaban.
19. Jika ada kesalahan dalam memilih alternatif jawaban, beri tanda ( X ) pada kolom yang salah kemudian beri tanda *check list* (  $\checkmark$  ) pada kolom yang sesuai.
20. Semua pertanyaan yang ada, mohon di jawab tanpa ada satupun yang terlewat.

H. Keterangan Jawaban

16. STS : Sangat Tidak Setuju  
 17. TS : Tidak Setuju  
 18. RR : Ragu-Ragu  
 19. S : Setuju  
 20. SS : Sangat Setuju

**Kuesioner Variabel Hasil Cacah Plastik**

No.	Pernyataan	Pilihan Jawaban				
		STS	TS	RR	S	SS
<b>BENTUK</b>						
1	Hasil cacahan memiliki bentuk persegi pipih				√	
2	Hasil cacahan memiliki bentuk bulat pipih					
3	Hasil cacahan memiliki bentuk tak beraturan					
4	Hasil cacahan memiliki bentuk yang seragam					
<b>UKURAN</b>						
5	Ukuran hasil cacahan sebesar 20 mm					
6	Ukuran hasil cacahan sebesar 18 mm					
7	Ukuran hasil cacahan sebesar 15 mm					
8	Ukuran hasil cacahan sebesar 14 mm				√	
9	Ukuran hasil cacahan sebesar 12 mm					
10	Ukuran hasil cacahan sebesar 10 mm					
<b>MUTU</b>						
11	Mutu hasil cacahan sudah dalam kondisi terkelompok berdasarkan jenis nama plastik				√	
12	Mutu hasil cacahan dalam kondisi kering				√	
13	Mutu hasil cacahan dalam kondisi basah	√				

<b>WARNA</b>						
14	Hasil cacahan sudah terpisah berdasarkan warna				√	
15	Warna hasil cacahan memiliki warna yang berbeda-beda	√				
<b>Jenis Faktor yang Berpengaruh</b>						
<b>RPM Mesin</b>		<b>Ya</b>			<b>Tidak</b>	
16	Putaran mesin mempengaruhi kualitas hasil cacahan	√				
<b>Size Saringan</b>						
17	Ukuran saringan mempengaruhi besar kecil dari hasil cacahan				√	
<b>Size Gape</b>						
18	Ukuran gape pisau berputar dengan pisau diam mempengaruhi ukuran hasil cacahan				√	
<b>Jenis Material Pisau</b>						
19	Jenis penggunaan material pisau mempengaruhi kualitas hasil cacahan	√				
<b>Besar Sudut Pisau</b>						
20	Desain besar sudut pada pisau pencacah mempengaruhi ukuran hasil cacahan	√				
<b>Waktu Proses</b>						
21	lamanya proses pencacahan mempengaruhi kualitas dari hasil pencacahan	√				
<b>Berat Proses Cacah</b>						
22	Banyaknya material sampah yang dimasukkan tiap siklus mempengaruhi kualitas hasil cacahan	√				