

# Perancangan Mesin Pewarna Produk Bushing Semi-Otomatis untuk Kapasitas 5000 pcs/jam.

Muhammad Ghiyats<sup>1</sup>, Undiana Bambang<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Bandung, Bandung  
Jl. Gegerkalong Hilir, Ciwaruga, Kec. Parongpong, Kabupaten Bandung Barat, Jawa Barat 40559

<sup>1</sup>E-mail : muhammad.ghiyats.tpkn.17@polban.ac.id

<sup>2</sup>E-mail : undianabambang@polban.ac.id

## ABSTRAK

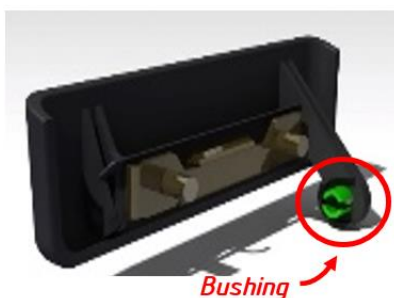
*Bushing* adalah salah satu komponen yang berperan cukup penting dari sebuah komponen *handle outer* pintu mobil yang akan mendukung mekanisme dalam membuka pintu mobil. *Handle outer* pintu mobil hampir semuanya terdapat part *bushing*, sehingga part tersebut sampai saat ini masih terus menerus di produksi. PT.T memproduksi *bushing* dengan menggunakan mesin *injection mold* plastik dan untuk proses pewarnaan *bushing* masih secara manual. Proses pewarnaan produk *bushing* secara manual ini, meliputi proses tahapan pengadukan dan pengeringan. Total waktu dalam proses pewarnaan *bushing* tersebut menghabiskan waktu  $\pm 2$  jam untuk 5000 pcs *bushing* yang sama dengan 2500 pcs/jam. Proses pewarnaan tersebut membutuhkan waktu lama yang menyebabkan tidak efektif dalam segi waktu. Jumlah permintaan yang banyak mengharuskan adanya optimasi produksi terutama dalam proses pewarnaan agar dapat memenuhi permintaan *customer*. Oleh karena itu diperlukan perancangan mesin pewarna produk *bushing*. Dalam rangka meningkatkan kapasitas produksi dan waktu produksi produk *bushing* tentunya perlu dilakukan rekayasa mesin yang dapat meningkatkan produktifitas dalam pewarnaan produk *bushing*. Proses perancangan mesin dilakukan dengan metode Pahl and Beitz, proses tersebut meliputi tahap merencana, mengonsep, merancang detail, dan dokumentasi berupa gambar kerja dan *bill of material*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa mesin telah berhasil dibuat dengan dimensi (3000 (p) x 500 (l) x 1700 (t) mm, sudah meliputi proses pengadukan, penyaringan dan pengeringan, uji percobaan dan pengkajian dari berbagai aspek penting yang dilakukan bahwa terbukti mesin ini dapat meningkatkan produktifitas, mudah digunakan dengan usaha yang sangat kecil (*effortless*) dan memiliki keamanan serta kenyamanan yang baik

## Kata Kunci

Perancangan, Produk Bushing, Pewarnaan.

## 1. PENDAHULUAN

*Bushing* secara umum adalah komponen yang fungsinya terbilang cukup penting. Fungsi umum dari *bushing* sendiri yaitu sebagai bantalan. *Bushing* merupakan part yang digunakan untuk menggantikan bantalan atau bearing dan sebagai penahan poros, supaya poros dapat berputar/bergerak [2]. Fungsi *bushing* pada komponen *handle* ini yaitu sebagai *bracket* yang berhubungan dengan komponen poros bermaterial AISI 4042 yang berada pada instalasi pintu mobil, supaya poros dapat meneruskan gaya ke *door lock*. Pada Gambar 1. berikut yang berwarna hijau merupakan part *bushing* yang terpasang di *handle outer* pintu mobil.



Gambar 1. *Handle outer* pintu mobil

*Bushing* pada komponen *handle outer* mobil ini menggunakan material *nylon* dengan tipe material *nylon* yaitu UBE NYLON 1013 NW NATURAL PA6. Material tersebut berupa biji plastik yang memiliki warna natural.



Gambar 2. Material UBE NYLON dan Karakteristiknya [3]

PT.T memproduksi *bushing* dengan menggunakan mesin *injection mold* plastik dan untuk proses pewarnaan *bushing* tersebut masih dilakukan secara manual oleh tenaga kerja manusia. Proses pewarnaan dilakukan dengan cara manual karena permintaan dari customer, hal tersebut dikarenakan dengan cara tersebut biaya pewarnaan akan jauh lebih murah dibandingkan

dengan proses pewarnaan yang langsung mencampurkan *masterbatch* (pewarna biji plastik) dengan material biji plastik. Proses pewarnaan *bushing*, meliputi pengadukan dan pengeringan. Total waktu proses pewarnaan *bushing* memerlukan waktu  $\pm$  2500 pcs/jam sampai produk *bushing* memiliki warna yang diinginkan, selain itu proses pewarnaan membutuhkan 1 orang tenaga kerja yang benar-benar dituntut konsisten dalam melakukan proses pewarnaannya.



Gambar 3. *Bushing* sebelum dan sesudah pewarnaan

Proses pewarnaan manual pada *bushing* dimulai dari tahap persiapan, tahap persiapan meliputi alat dan bahan seperti timbangan, kompor, wadah untuk *bushing*, panci, pengaduk kayu, dan saringan. Selain itu diperlukan pemilihan bahan dan pengukuran takaran bahan. Selanjutnya air yang sudah ditentukan takarannya dimasukkan ke dalam panci dan air dipanaskan hingga mencapai suhu 100°C. Setelah proses persiapan, selanjutnya adalah tahap pelaksanaan atau pewarnaan dengan dimulai dari pencampuran bahan, lalu di proses dengan diaduk secara konstan selama 20 menit. Setelah diaduk selama 20 menit dan *bushing* memiliki warna, *bushing* di saring agar airnya terpisah dan *bushing* didinginkan sekitar 2 jam. Lalu setelah *bushing* kering, *bushing* dilakukan pengecekan oleh bagian *quality control*. *Bushing* yang sudah lolos proses *quality control*, maka *bushing* dapat dikemas ke dalam plastik *polybag*.

Tabel 1. Komposisi Pewarnaan *Bushing*

No	Bahan	Jumlah
1	<i>Bushing</i>	5000 pcs
2	Pigmen/zat warna	0,35 gram
3	Cuka	2 sendok makan
4	Air	4,5 liter

Gambaran produksi dapat terlihat pada proses pewarnaan mencapai waktu  $\pm$  2 jam untuk pewarnaan *bushing* sebanyak 5000 pcs, sehingga per jam nya yaitu 2500 pcs dan hasil observasi menggambarkan masalah yang terjadi pada proses pewarnaan *bushing* di P.T.T, yakni masih menggunakan cara manual khususnya pada proses pewarnaan dengan cara diaduk dan pengeringan yang memanfaatkan suhu kamar dan angin dari kipas, sehingga proses pewarnaan tidak efektif dari segi waktu dan melihat jumlah permintaan yang banyak mengharuskan adanya optimasi produksi terutama dalam proses pewarnaan agar dapat memenuhi permintaan *customer*.

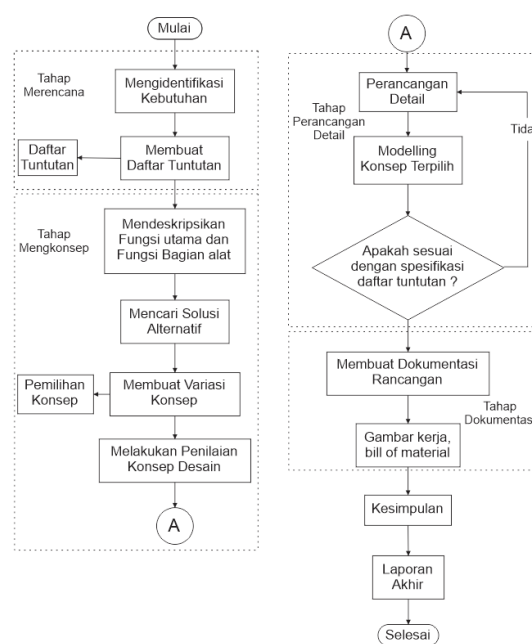


Gambar 4. Proses pewarnaan *bushing* secara manual.

Permasalahan proses pewarnaan *bushing*, menjadikan perusahaan membutuhkan rekayasa mesin yang dapat meningkatkan produktifitas. Maka dari itu, luaran yang dihasilkan dari penelitian ini adalah rancangan mesin pewarna produk *bushing* semi otomatis dengan kapasitas 5000 pcs/jam yang meliputi pengadukan, dan pengeringan, sehingga hasil rancangan alat ini mampu mempersingkat waktu dari proses pewarnaan sebelumnya yang mencapai waktu 2500 pcs/jam.

## 2. METODOLOGI

Metode penyelesaian yang digunakan adalah metode perancangan Pahl dan Beitz [1]. Sistematika ditunjukkan pada Gambar 5. *flow chart* metode penyelesaian.



Gambar 5. Flow Chart Metode Penyelesaian

Untuk merancang mesin ini, metode yang digunakan yaitu metode Pahl & Beitz yang terdapat 5 tahapan. Namun dikarenakan pada penelitian ini dibatasi hanya sampai dengan mendapatkan hasil rancangan, maka pengerjaan penelitian ini hanya menggunakan sampai metode ke-4. Tahapan-tahapan ini akan dijelaskan pada penjelasan berikut :

## 2.1 Tahap Merencana

Tahap merencana merupakan tahap pertama pada proses perancangan. Pada tahap merencana dilakukan proses perencanaan untuk mendapatkan data-data untuk penunjang dalam pengembangan alat yang akan dirancang. Dalam tahap merencana beberapa proses kajian dilakukan diantaranya: penjelasan fungsi alat, penjelasan pengoperasian alat, kajian kebutuhan pengguna, kajian produk sejenis, dan kajian dampak lingkungan. Setelah dilakukan beberapa kajian tersebut maka hasil akhir dari proses merencana ini adalah mendapatkan daftar tuntutan sebagai acuan dalam proses perancangan selanjutnya.

## 2.2 Tahap Mengonsep

Tahap mengonsep merupakan uraian dari fungsi utama dan fungsi bagian sehingga setelah diketahui fungsi utama dan fungsi bagian dibuatlah morfologi, alternatif solusi, pembuatan variasi konsep, dan penilaian dari variasi konsep tersebut. Tahapan ini digunakan untuk menentukan konsep rancangan terbaik dari beberapa konsep yang sudah dirancang juga sesuai dengan fungsi utama dan fungsi bagian.

## 2.3 Tahap Merancang Detail

Tahap merancang detail adalah tahapan yang dilanjutkan setelah konsep desain yang telah terpilih, maka konsep terpilih akan diperhitungkan dan dioptimalkan pada tahap merancang detail ini, sehingga rancangan dapat direalisasikan. Beberapa hal yang harus dilakukan pada tahap merancang detail diantaranya pengkajian konsep desain terpilih, perhitungan, dan pemilihan komponen standar, proses manufaktur, aspek ekonomi, aspek perawatan, dan aspek ergonomi.

## 2.4 Tahap Dokumentasi

Tahap dokumentasi adalah tahap pembuatan dokumen dari hasil rancangan detail berupa gambar *3D modelling*, gambar kerja, *bill of material* dan dokumen pendukung lainnya.

Pada tahap merancang, data-data sangat dibutuhkan yang berawal dari material *bushing*, berat *bushing*, massa jenis material *bushing* dan komposisi-komposisi pada proses pewarnaan. Hal tersebut sangat dibutuhkan karena dalam proses perancangan diperlukan untuk perhitungan agar mesin yang dirancang memenuhi kebutuhan dan berfungsi dengan baik. Metode

pengambilan data dilakukan dengan cara survey dan dibantu oleh pihak perusahaan dalam pengambilan data yang dibutuhkannya.

Proses pewarnaan *bushing* yang paling penting yaitu proses pengadukan, karena pada proses tersebutlah *bushing* dilakukan pewarnaan. Oleh karena itu, proses perhitungan fokus ke bagian fungsi pengaduk yang menggunakan rumus sebagai berikut :

Gaya Pengadukan

$$Fd = \frac{1}{2} \times Cd \cdot \rho \text{ bushing dan air} \cdot v^2 \cdot A \quad (1)$$

Dimana :

Fd = Gaya Pengadukan (N)

Cd = Coefficient Drag

$\rho$  = Massa jenis (kg.m<sup>3</sup>)

v = Kecepatan pengadukan (m/s)

A = Luas penampang pengaduk (mm<sup>2</sup>)

Torsi Pengadukan

$$T = (I \times \alpha) + (Fd \times r) \quad (2)$$

Dimana :

T = Torsi (N.m)

I = Momen Inersia (kg.m<sup>2</sup>)

$\alpha$  = Percepatan (rad/s<sup>2</sup>)

r = Jari-jari (m)

Daya Pengadukan

$$P = \frac{T \cdot \pi \cdot n}{30} \quad (3)$$

Dimana :

P = Daya Pengadukan (Watt)

T = Torsi (N.m)

n = Kecepatan Putaran (RPM)

## 3. HASIL

Berikut ini adalah hasil yang didapatkan dari tahapan-tahapan perancangan yang telah dilakukan.

### 3.1 Daftar Tuntutan

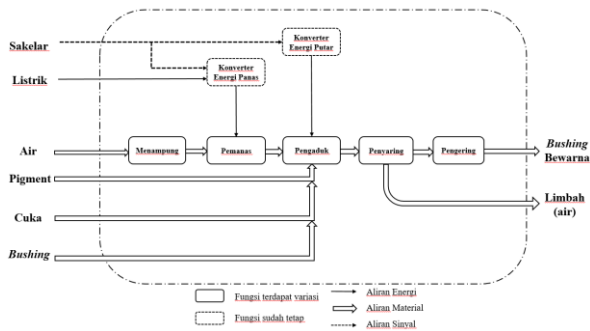
Daftar tuntutan adalah hasil yang didapat dari tahap merencana. Berikut didapatkan beberapa daftar tuntutan yaitu :

1. Proses pewarnaan *bushing* ingin menggunakan mesin yang sudah terdapat pengadukan bahan pewarna *bushing*, penyaringan *bushing* dengan air dan pengering *bushing*.
2. Bahan container, pengaduk, dan penyaring memiliki kualitas tahan suhu 100°C dan tahan korosi/karat.

3. Kapasitas mesin : 5000 pcs/proses
4. Sumber energi 220 V
5. Dimensi alat maksimal 3000 x 1000 x 1800 mm

### 3.2 Konsep Terpilih

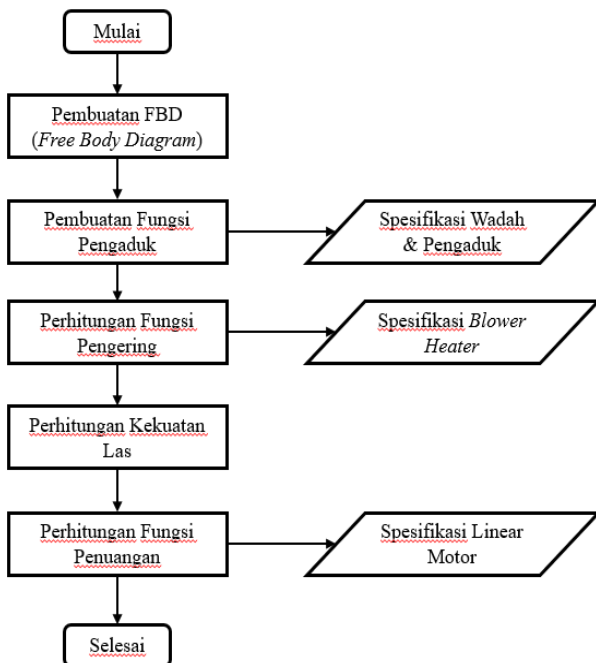
Konsep terpilih merupakan luaran dari tahap mengonsep. Tahap mengonsep mengacu kepada daftar tuntutan dengan melakukan penjabaran fungsi utama dan fungsi bagian melalui *black box* seperti dilihat pada gambar berikut.



Gambar 6. *Black box* diagram

### 3.3 Perhitungan

Sistematika perhitungan yang dibuat untuk menentukan kekuatan dan pemilihan dari masing-masing komponen dapat dilihat pada gambar berikut.



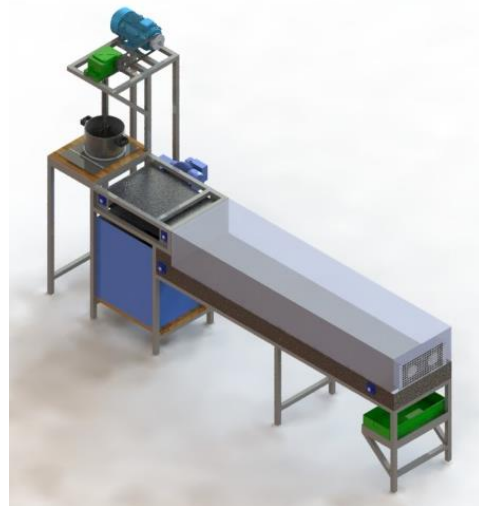
Gambar 7. Sistematika Perhitungan

Hasil yang diperoleh dari perhitungan kekuatan rancangan mesin pada titik kritis yaitu rangka bermaterial AISI 1045 yang menyangga beban motor, *gearbox* dan sistem *tunnel dryer* dinyatakan aman untuk digunakan. Selanjutnya, dilakukan perhitungan gaya

pengaduk dan mendapatkan gaya pada pengaduk yaitu 2 N, torsi 0,23 N.m, dan daya pengaduk 0,72 watt dengan putaran pengaduk yang dibutuhkan 30 RPM, maka dipilihlah motor pengaduk dengan daya 100 Watt dengan RPM 1500 dan di reduksi oleh *gearbox* sehingga output dari *gearbox* yaitu 30 RPM sedangkan untuk pada bagian pengeringan *bushing* menggunakan blower heater dengan daya 650 watt yang memiliki suhu maksimal yaitu 70°C. Penentuan daya tersebut dilakukan dengan percobaan yang telah dilakukan. Oleh maka itu untuk proses pengeringan digunakan lah *blower heater* dengan daya 650 watt.

### 3.4 Pemodelan 3D Alat

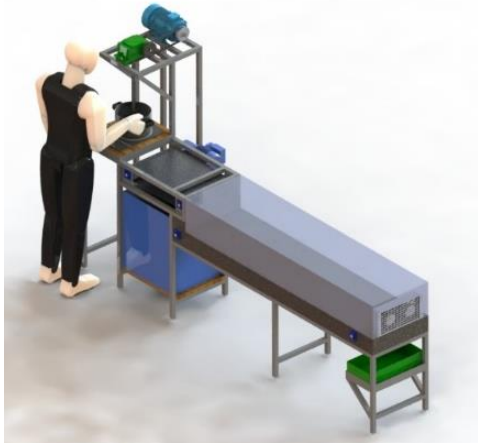
Pemodelan 3D alat terdiri dari model dalam bentuk assembly keseluruhan. Berikut merupakan gambar 3D model assembly keseluruhan yang sudah di render untuk mengetahui gambaran rancangan alat.



Gambar 8. 3D Modelling Alat

### 3.5 Aspek Ergonomi

Aspek ergonomi perlu dilakukan dalam merancang alat atau mesin karena hal ini bertujuan untuk menciptakan kenyamanan dan keamanan bagi operator mesin. Aspek ergonomi dilakukan dengan cara metode penilaian menggunakan *Rapid Entire Body Assessment* (REBA). Hasil yang diperoleh melalui penilaian metode REBA adalah mendapatkan skor 2 yang mendapatkan predikat nilai *Low Risk* atau beresiko kecil dan aman.



Gambar 9. Posisi pengoperasian mesin.

### 3.6 Aspek Ekonomi

Aspek ekonomi yang dilakukan pada rancangan mesin pewarna *bushing* yaitu perhitungan harga mesin. Perhitungan harga pembuatan mesin dilakukan untuk mengetahui jumlah anggaran biaya yang diperlukan dalam pembuatan mesin. Berikut perhitungan keseluruhan dari harga material, komponen standar, bahan pelengkap dan biaya produksi.

Tabel 2. Estimasi Biaya Produksi

Estimasi Biaya Pembuatan Alat	
Jenis Biaya	Harga (Rp)
Biaya Material	1,346,000
Biaya Komponen Standar	6,782,000
Biaya Bahan Pelengkap	130,000
Biaya Produksi	1,260,000
Total	<b>9,518,000</b>

Total biaya yang dibutuhkan adalah Rp 9,518,000 atau sekitar Rp. 10,000,000

### 3.7 Spesifikasi Mesin

Tabel berikut merupakan tabel spesifikasi akhir dari perancangan mesin pewarna *bushing*.

Tabel 3. Spesifikasi Mesin

Spesifikasi	Penjelasan
Nama	Mesin Pewarna Produk <i>Bushing</i>
Kapasitas	5000 pcs/proses
Dimensi Total	3000 x 500 x 1700 mm (P x L x T)
Berat	165 Kg
Fungsi Pewarna	Pengaduk, penyaring, dan pengering
Daya	1,5 KW
Energi	220 V
Sistem pengering	<i>Blower dan Heater</i>
Harga alat	Rp. 15.000.000

## 4. PEMBAHASAN

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk meningkatkan produktifitas dan kualitas produk pada proses pewarnaan produk *bushing* di PT.T. Selain itu, penelitian ini juga bertujuan untuk meningkatkan kapasitas produksi dengan mempersingkat waktu proses pewarnaan yang dapat diperoleh 5000 pcs/jam yang jika dibandingkan dengan sebelumnya yaitu hanya 2500 pcs/jam. Perancangan yang dilakukan ini menggunakan metode Pahl and Beitz dengan buku yaitu *Engineering Design*.

Hasil yang dicapai dari perancangan mesin pewarna *bushing* ini telah memenuhi daftar tuntutan yang ditentukan. Kapasitas mesin yang direncanakan adalah 5000 pcs/proses dengan kualitas material yang tahan karat dan harga mesin Rp. 15.000.000. Pengoperasian mesin pewarna *bushing* cukup dilakukan oleh seorang operator. Proses pewarnaan *bushing* yang meliputi pengadukan, penyaringan, dan pengeringan dikendalikan secara semi-otomatis.

Material yang digunakan pada komponen yang terkena air menggunakan material stainless steel, karena material stainless steel lebih aman terhadap kualitas produk, tahan lama, tahan karat dan mudah dibersihkan. Sistem pengaduk yang digunakan adalah motor AC dengan tenaga 100 Watt dan *gearbox* menggunakan rasio 1:50 karena putaran yang dibutuhkan untuk mengaduk yaitu 30 RPM.

Dimensi keseluruhan mesin pewarna *bushing* ini adalah 3000 x 500 x 1700 mm sehingga dimensi mesin tersebut memenuhi permintaan dari customer dan untuk berat keseluruhan alat ini diperkirakan sekitar 165 kg. Selain itu proses *assembly* dan *disassembly* alat ini cukup mudah karena mesin ini dirancang mengedepankan faktor tersebut yang bertujuan agar ketika ada masalah pada mesin dan perawatan pada mesin itu mudah dilakukan.

Pengoperasian mesin pewarna *bushing* ini diawali dengan memanaskan air dalam panci menggunakan kompor listrik sampai suhu air mencapai 100°C. Setelah itu, operator akan memasukan bahan utama dan bahan lainnya seperti *pigment* dan cuka lalu diaduk terlebih dahulu lalu baru *bushing* dimasukan dan diaduk selama 10 menit. Selanjutnya setelah *bushing* diaduk selama 10 menit *bushing* disaring atau ditiriskan dengan menuangkannya ke konveyor 1 dan pada konveyor 1 tersebut *bushing* akan terpisah dengan air dan *bushing* akan berjalan ke konveyor 2 untuk memasuki ke proses pengeringan dan selesai pada proses pengeringan *bushing* akan jatuh ke box yang sudah tersedia di bawah konveyor 2.

## 5. KESIMPULAN

Proses pewarnaan *bushing* dengan menggunakan mesin rancangan mesin pewarna *bushing* ini terbukti dapat meningkatkan proses produksi. Selain itu, peningkatan juga terjadi pada kualitas produk *bushing*, keamanan operator dalam melakukan pewarnaan *bushing* dan kepraktisan penggunaan karena usaha yang dikeluarkan

sangat *effortless*. Oleh karena itu, perancangan mesin pewarna produk *bushing* semi otomatis dengan kapasitas 5000 pcs/jam pada proses pewarnaan ini dapat menjadikan solusi nyata bagi masalah yang sedang dialami perusahaan.

## **6. SARAN**

Pengembangan atau inovasi pada hasil rancangan mesin ini masih mungkin untuk dilakukan karena ruang lingkup penelitian ini fokus untuk menyelesaikan permasalahan yang diberikan oleh perusahaan.

## **UCAPAN TERIMA KASIH**

Riset penulis telah dibantu oleh PT.T yang senantiasa selalu membantu dalam melakukan pengambilan data yang diperlukan pada penelitian ini.

## **DAFTAR PUSTAKA**

- [1] G. Pahl, W. Beitz, J. Feldhusen and K. H. Grote, *Engineering Design*, 2003.
- [2] H. Azman Barun, "*PERANCANGAN BUSHING METAL BRONZE PENGGANTI BEARING PADA MESIN PABRIK GULA*," p. 36, 2008.
- [3] M. D. Center, "*Datasheet UBE Nylon 1013 NW8*," *Materialdatacenter.com*, 2021. [Online]. Available: <http://www.materialdatacenter.com/ms/en/Ube%20Nylon?UBE/UBE+Nylon+1013+NW8/9317c547/2512>.
- [4] I. Mujiarto, "*SIFAT DAN KARAKTERISTIK MATERIAL PLASTIK DAN BAHAN ADITIF*," *Traksi.Vol.3.No.2,Desember 2005*, 2005.