

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

Rancang bangun mesin pengupas bawang merah merupakan hasil referensi dari penelitian terdahulu yang berhubungan dengan tugas akhir yang akan dilakukan.

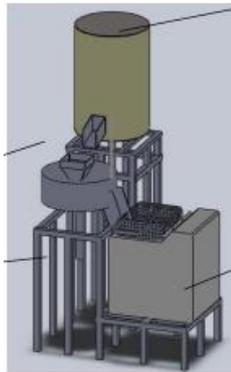
Ikram dkk, (2018) melakukan sebuah penelitian dengan judul “ Modifikasi Alat Pengupas Bawang Merah”. Tujuan penelitian ini untuk mempercepat proses pengupasan bawang merah. Hasil penelitian alat ini mampu mengupas bawang merah 13,8 kg dalam waktu 1 jam. Dengan daya 0,5 HP kecepatan pengupasan 1400 rpm dan waktu pengupasan 5 menit, dilakukan dua pengujian pengujian pertama 1 kg bawang merah dengan hasil kupasan bawang 767 gram dan presentase kupasan 79,8%. Pengujian kedua 2 kg bawang merah dengan hasil kupasan 1533gram dan persentase kupasan 79%.

Maghfurah dkk, (2020) melakukan penelitian dengan judul “Perancangan Mesin Pengupas Kulit Ari dan Penghalus Bawang dengan Aplikasi Metode Gesekan Karet”. Tujuan penelitian untuk mempercepat proses pengupasan dan penghalusan bawang merah. Ada dua proses pada mesin tersebut, proses pengupasan menggunakan kecepatan pengupasan 1330 rpm dan menggunakan gesekan karet untuk pengupasan kulit ari bawang merah sedangkan proses penghalusan menggunakan tabung blender, dapat dilihat pada gambar 2.1 berikut



Gambar 2.1 Mesin pengupas dan penghalus bawang

Zuhri dkk, (2021) melakukan penelitian dengan judul “Rancang Bangun Alat 3 In 1 Pengolah Bawang yang Ergonomi Bagi *Home Industry*”. Perancangan yang dilakukan menghasilkan mesin yang dapat melakukan 3 proses sekaligus yaitu pengupasan, pengirisan dan penggorengan bawang. Mekanisme pengupasan menggunakan karet pengupas sebagai pisau pengupas. Penggerak yang digunakan motor listrik 1 hp. Hasil yang diperoleh dari satu kali kerja dapat memproses 1000 gram bawang dalam 7 menit. Perancangan yang dilakukan kurang menyebutkan hasil dari pengujian pengupasan dan penggorengan bawang. Daya motor listrik yang dipakai terlalu besar. Pengupasan tidak menggunakan air sebagai media pembantu dalam pengupasan bawang. Berikut gambar 2.2 mesin pengolah bawang.



Gambar 2.2 Mesin pengolah bawang

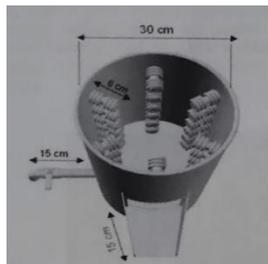
Setyawan dkk, (2021) melakukan penelitian dengan judul “Perancangan Mesin Kupas Bawang untuk Kebutuhan Restoran”. Perancangan mesin yang dilakukan menggunakan mekanisme pembersihan dengan benturan dan gesekan dengan karet pengupas. Penelitian yang dilakukan menghasilkan mesin kupas bawang yang menggunakan tabung diameter 216 mm berbahan plastik sebagai tempat kupas bawang dan pisau pengupas menggunakan karet sebanyak 9 buah. Kecepatan kupas 900 rpm dengan motor listrik daya 0,25 hp. Kemampuan mesin dapat mengupas bawang 2,64 kg/min. Perancangan yang dilakukan kurang menambahkan komponen kontrol sebagai kendali mesin. Gambar 2.3 menunjukkan mesin kupas bawang.



Gambar 2.3 Mesin kupas bawang (Setyawan dkk, 2021)

Nurchaya dkk, (2021) melakukan penelitian dengan judul “Rancang Bangun Alat pengupas Bawang Merah yang Efektif dan Efisien”. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hasil pengupasan terbaik terhadap kecepatan putaran motor listrik pada rpm 300, 400 dan 500. Mekanisme pengupasan menggunakan konsep gesekan dari karet pengupas. Pengujian dilakukan 3 kali dengan pengujian 1 kg dan waktu 20 detik.

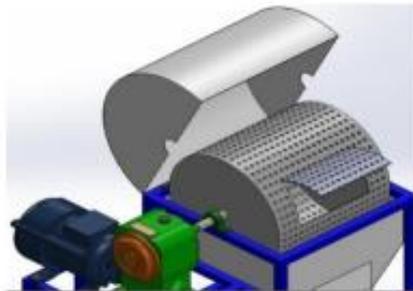
Pengujian pada kecepatan 300 rpm menghasilkan kupasan rata-rata 30 % dari 3 kali pengujian. Pengujian kecepatan 400 rpm menghasilkan kupasan rata-rata 53% dan pengujian pada kecepatan 500 rpm menghasilkan rata-rata 63%. Hasil pengujian pengupasan bawang merah diperoleh kupasan paling berhasil pada rpm 63% dengan menyisakan 37% belum terkupas sempurna. Penggunaan kecepatan pengupasan yang dilakukan masih belum optimal untuk mengupas bawang merah dalam 1 kg dalam waktu 20 detik.



Gambar 2. 4 Alat pengupas bawang merah

Saparin dkk, (2022) melakukan penelitian dengan judul “Modifikasi Mesin Pengupas Kulit Bawang Putih Dengan Variasi Tabung Pengupas”. Modifikasi yang dilakukan memperbesar dimensi tabung dan posisi tabung horizontal, menggunakan *gearbox reducer* 1:10 dan menggunakan *dimmer* sebagai kendali putaran. Hasil modifikasi menggunakan dua variasi tabung yaitu tabung tanpa pengaduk dan tabung dengan pengaduk, pengaduk yang digunakan berupa karet .

Menggunakan motor listrik 0,5 hp yang direduksi menjadi 0,25 hp. Menggunakan kecepatan 120 rpm untuk pengupasan bawang putih. Mesin dapat mengupas bawang putih 2880 gram /jam untuk tabung tanpa pengaduk dengan hasil kupasan 58% dan 1219,8 gram/jam dengan hasil kupasan 47% pada tabung dengan pengaduk. Perancangan yang dilakukan masih belum optimal pada hasil kupasan bawang putih karena penggunaan kecepatan putaran yang masih terlalu rendah. Penggunaan kendali *dimmer* masih kurang tepat karena sudah menggunakan *gearbox*. Mesin pengupas bawang putih dapat dilihat pada gambar 2.5 di bawah ini.



Gambar 2.5 Mesin pengupas bawang putih (Saparin, dkk., 2022)

Parameter pembeda dari penelitian terdahulu yang telah disebutkan diatas dengan yang akan dilakukan penulis adalah mesin pengupas bawang merah menggunakan motor listrik dengan daya 0,5 HP kecepatan 1400 rpm dengan kecepatan pengupasan 700 rpm. Mekanisme pengupasan menggunakan prinsip gesekan dan benturan dari karet pengupas dengan sistem transmisi yang digunakan menggunakan kopling *flange* yang dihubungkan langsung dengan motor listrik ditambah kontrol yang menggunakan *time delay relay* sebagai pengatur waktu pengupasan dan *dimmer* sebagai pengatur kecepatan putaran pada mesin.

2.2 Landasan Teori

Penjelasan mengenai hal-hal yang dibahas pada mesin pengupas bawang merah kapasitas 3 kg/menit, di jelaskan berdasarkan sumber-sumber yang diperoleh dari buku dan lain lain.

2.2.1 Bawang Merah

Bawang merah (*allium cepa*) merupakan tanaman sayuran yang berasal dari Pakistan yang dapat dibudidayakan di daerah dingin sub tropis dan tropis. Bawang merah menjadi bumbu hampir seluruh masakan di dunia serta dapat dimakan secara mentah. Tanaman ini mengandung vitamin C, kalium, serat dan asam folat. Bawang merah juga mengandung kalsium dan zat besi serat mengandung zat pengatur tumbuh alami berupa hormon *auksi* dan *gibberellin*. Kegunaan lain bawang merah adalah sebagai obat tradisional karena bawang merah mengandung efek antiseptik dan senyawa *allin* (Pujiati dkk, 2017).



Gambar 2.6 Bawang merah

Umbi bawang merah dikenal dapat menginduksi keluarnya air mata apabila diiris. Hal ini disebabkan reaksi berantai yang terjadi dalam sel-sel umbinya. Apabila umbi lapis diiris, selnya akan pecah dan melepaskan berbagai senyawa yang terkandung didalamnya. Dua senyawa yang terlepas yaitu enzim *alinase* dan asam amino. *Allinase* yang bertemu dengan asam amino yang mengandung belerang (*sulfoksida*, yaitu *sistein* dan *metionin*) akan melepaskan asam sulfenat (R-SOH).

Asam sulfenat bersifat tidak stabil dan segera berubah menjadi *tiosulfinat* [R-S(O)-S-R]. *Tiosulfinat* yang bertanggung jawab atas aroma khas bawang. Selain menjadi *tiosulfinat*, asam *sulfenat* yang bertemu dengan enzim lain, *LF-sintase* (*LF* singkatan dari *lacrymatory factor* : (faktor air mata) , akan berubah menjadi *syn-propanethial-S-oxide* yang berwujud gas. Apabila gas ini mengenai mata, mata akan pedih dan mengeluarkan air mata.

2.2.2 Perancangan

Perancangan produk terdiri dari serangkaian kegiatan yang berurutan, karena itu perancangan kemudian disebut sebagai proses perancangan yang mencakup seluruh kegiatan yang terdapat dalam perancangan tersebut (Ginting, 2010). Perancangan terdapat beberapa kegiatan yang dinamakan fase, fase-fase dalam perancangan sebagai berikut :

A. Langkah pra perancangan produk

1) Penetapan asumsi perancangan.

Menentukan pilihan-pilihan yang akan digunakan dalam pembuatan produk pada proses perancangan.

2) Orientasi produk.

Memperkirakan produk yang akan dibuat atau sasaran pembuatan produk tersebut.

B. Langkah perancangan Produk

1) Fase informasi

Bertujuan memahami seluruh aspek yang berkaitan dengan produk yang akan dikembangkan dengan mengumpulkan informasi yang diperlukan.

2) Fase kreatif

Bertujuan menampilkan alternatif yang dapat memenuhi fungsi yang dibutuhkan.

3) Fase Analisa

Bertujuan menganalisa alternatif yang dihasilkan pada fase kreatif dan memberikan rekomendasi alternatif yang terbaik.

4) Fase pengembangan

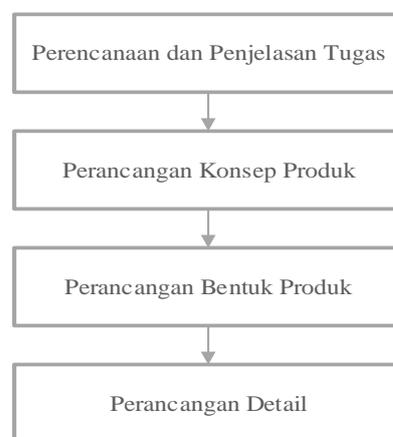
Bertujuan memilih salah satu alternatif tunggal dari beberapa alternatif yang ada yang merupakan alternatif terbaik dan merupakan *output* dari fase analisa.

5) Fase presentasi

Bertujuan mengkomunikasikan secara baik dan menarik terhadap hasil pengembangan produk.

2.2.3 Metode Perancangan Pahl dan Beitz

Metode perancangan atau model perancangan merupakan proses untuk membuat sebuah produk dengan besaran dan luaran yang terdefinisi sesuai standar. Model perancangan yang digunakan pada tugas akhir ini menggunakan pendekatan model perancangan dari Pahl dan Beitz. Model perancangan ini terdiri dari empat kegiatan atau fase yang terdiri dari beberapa langkah (Ginting, 2010), fase atau langkah dapat dilihat pada gambar 2.7 berikut ini .:



Gambar 2.7 Fase perancangan (Pahl dan Beitz, 2007)

Fase merancang produk pada tabel diatas dijabarkan sebagai berikut

1. Perencanaan dan penjelasan tugas
Fase ini berupa mencari dan memilih ide produk, memformulasikan produk.
2. Perancangan konsep produk
Fase ini berupa menentukan struktur fungsi produk, mencari prinsip-prinsip kerja produk, dan membentuk beberapa alternatif (varian).
3. Perancangan bentuk produk
Fase ini berupa menentukan bentuk awal, memilih material dan perhitungannya, pengecekan jika terdapat kesalahan.
4. Perancangan detail
Fase ini berupa mempersiapkan dokumen pembuatan berupa gambar detail produk serta, mengembangkan daftar gambar detail, dan susunan produk.

2.2.4 Gambar Teknik

Gambar merupakan sebuah alat untuk menyatakan maksud dari seorang sarjana teknik. Oleh karena itu sering disebut sebagai “bahasa teknik”. Pembuatan desain suatu gambar biasanya menggunakan proyeksi (Sato, 2008).

Ada dua cara yang digunakan dalam menggambar proyeksi yaitu proyeksi sistem eropa dan proyeksi sistem amerika. Fungsi gambar digolongkan dalam tiga golongan sebagai berikut:

a. Penyampaian Informasi

Gambar mempunyai tugas meneruskan maksud dari perancang dengan tepat kepada orang-orang yang bersangkutan, kepada perencanaan proses, pembuatan, pemeriksaan, perakitan. Penafsiran gambar diperlukan untuk penentuan secara objektif.

b. Pengawetan, penyimpanan dan penggunaan keterangan

Gambar merupakan data teknis yang sangat ampuh, dimana teknologi dari suatu perusahaan dipadatkan dan dikumpulkan. Oleh karena itu gambar bukan saja diawetkan untuk mensuplai bagian bagian produk untuk perbaikan (reparasi) atau untuk diperbaiki, tetapi gambar gambar diperlukan untuk disimpan dan dipergunakan sebagai bahan informasi untuk rencana rencana baru.

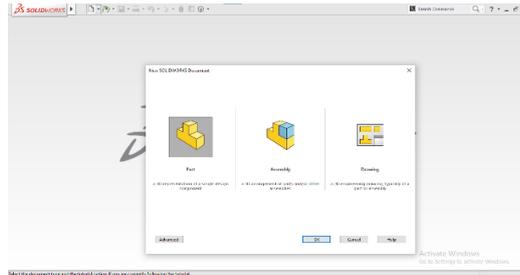
c. Cara-cara pemikiran dalam penyiapan informasi

Dalam perencanaan, konsep abstrak yang melintas dalam pikiran diwujudkan dalam bentuk gambar melalui proses analisa dan disintesa dengan gambar. Kemudian gambar diteliti dan dievaluasi, proses ini diulang ulang sehingga dapat dihasilkan gambar gambar yang sempurna. Dengan demikian gambar tidak hanya melukiskan gambar, tetapi berfungsi sebagai peningkat daya pikir untuk perencana.

2.2.5 Solidworks

Solidworks adalah salah satu *software* CAD 3D yang sangat mudah digunakan (*easy to use*). *Software* tersebut adalah *software* automasi *design* yang berbasis parametrik yang memudahkan penggunaanya dalam mengedit file gambar.

Software ini banyak digunakan oleh para mahasiswa, *designer*, *engineer* dan para professional untuk membuat gambar *part*, dan *assembly* (Prabowo, 2009). *Solidworks* memiliki tiga templates untuk merancang, *template* yang ada di *solidworks* sebagai berikut :



Gambar 2.8 *Template solidworks*

a. *Part*

Mode part pada *solidworks* berfungsi untuk menggambar *sketch* 2D dan 3D dari komponen yang digambar.

b. *Assembly*

Mode assembly berfungsi untuk merakit atau menggabungkan komponen yang sudah digambar pada *mode part*.

c. *Drawing*

Mode drawing berfungsi untuk membuat gambar detail dari komponen yang sudah digambar pada *mode part* dan *mode assembly*.

2.2.6 Komponen Elemen Mesin

Komponen elemen mesin merupakan penjelasan mengenai elemen-elemen mesin yang digunakan pada mesin pengupas bawang merah tiga kilogram per menit. Komponen elemen mesin sebagai berikut :

A. Poros

Poros adalah suatu bagian *stasioner* yang berputar yang memindahkan daya dan gerak berputar, biasanya berpenampang bulat dimana terpasang elemen-elemen seperti roda gigi (*gear*), *pulley*, *flywheel*, engkol, *sprocket*, dan elemen pemindah lainnya (Shigley, 1983).

Poros memiliki tiga fungsi utama yaitu poros pendukung, poros transmisi serta poros gabungan pendukung dan transmisi. Poros untuk meneruskan daya diklasifikasikan berdasarkan pembebanannya sebagai berikut :

1) Poros transmisi

Poros seperti ini mendapat beban puntir dan lentur. Daya motor kemudian ditransmisikan ke poros ini melalui kopling, roda gigi, puli sabuk atau *sprocket* rantai dan lain-lain.

2) *Spindel*

Poros transmisi yang panjangnya relatif pendek, seperti poros utama mesin perkakas, dimana beban utama berupa puntiran. Syarat yang harus dipenuhi poros *spindel* adalah deformasi material harus kecil serta ukurannya harus teliti.

3) Gandar

Poros seperti yang dipasang diantara roda kereta barang, dimana tidak mendapat beban puntir, bahkan tidak boleh berputar, disebut gandar. Gandar ini hanya mendapat beban lentur saja (Sularso, 2008). Poros yang digunakan pada mesin pengupas bawang merah termasuk pembebanan puntir dan lentur maka perhitungan untuk menentukan diameter poros yang digunakan menggunakan rumus persamaan berikut ini (Sularso, 2008) :

a) Daya rencana motor penggerak

$$P_d = f_c \times P \quad (2.1)$$

Dimana:

f_c = Faktor koreksi

P = Daya motor (kW)

P_d = Daya rencana (kW)

b) Momen puntir rencana

$$T = 9,74 \times 10^5 \times \frac{P_d}{n_1} \quad (2.2)$$

Dimana:

P_d = Daya rencana (kW)

n_1 = Putaran poros (rpm)

T = Momen puntir rencana (Kg.mm)

c) Gaya tarik sabuk

$$F = \frac{T}{r} \quad (2.3)$$

Dimana :

F = Gaya tarik sabuk (N)

T = Torsi pada poros (N.mm)

r = Radius puli (mm)

d) Momen

$$\sum M = M_A + M_B = 0 \quad (2.4)$$

Dimana :

$\sum M$ = Total momen lentur (Kg.mm)

M_A = Momen lentur pada posisi A (Kg.mm)

M_B = Momen lentur pada posisi B (Kg.mm)

e) Tegangan geser yang diijinkan

$$\tau_a = \frac{\sigma_b}{Sf_1 \times Sf_2} \quad (2.5)$$

Dimana:

σ_b = Kekuatan tarik (Kg/mm²)

Sf_1 = Faktor keamanan 1

Sf_2 = Faktor keamanan 2

τ_a = Tegangan geser yang diijinkan (Kg/mm²)

f) Diameter poros

$$d_s = \left[\frac{5,1}{\tau_a} \sqrt{(K_m M)^2 + (K_t T)^2} \right]^{1/3} \quad (2.6)$$

Dimana:

τ_a = tegangan geser yang diijinkan (Kg/mm²)

K_m = Faktor koreksi momen lentur

M = Momen lentur (Kg.mm)

K_t = Faktor koreksi momen puntir

T = Momen inersia (Kg.mm)

d_s = Diameter poros (mm)

g) Defleksi puntiran

$$\theta = 584 \frac{Tl}{Gd_s^4} \quad (2.7)$$

Dimana :

θ = Defleksi puntiran	($^{\circ}$)
T = Momen puntir	(Kg.mm)
l = Panjang poros	(mm)
d_s = Diameter poros	(mm)
G = Modulus geser	(Kg/mm ²)

h) Lenturan poros

$$y = 3,23 \times 10^{-4} \frac{F.l_2^3}{d_s^4.l^3} \quad (2.8)$$

Dimana :

y = Lenturan poros	(mm)
F = Gaya tarik sabuk	(N)
l_1 = Jarak bantalan ke titik pembebanan	(mm)
l = Jarak antar bantalan	(mm)
d_s = Diameter poros	(mm)

i) Putaran kritis

$$N_c = 52700 \frac{d_s^2}{l_1 l_2} \sqrt{\frac{l}{w}} \quad (2.9)$$

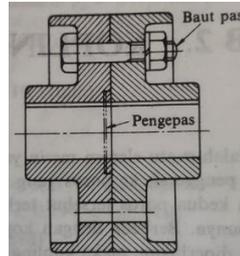
Dimana :

N_c = Putaram kritis	(rpm)
l = Jarak antar bantalan	(mm)
w = berat beban	(Kg)

B. Kopling

Kopling merupakan peralatan transmisi yang menghubungkan, meneruskan dan memutus putaran dari poros engkol ke poros roda gigi transmisi ketika memulai atau pada saat mesin akan berhenti (Sularso, 2008).

Kopling tetap adalah suatu elemen mesin yang berfungsi sebagai penerus putaran dan daya dari poros penggerak ke poros yang digerakkan secara pasti (tanpa terjadi slip). Berikut kopling tetap ditunjukkan pada gambar 2.9 sebagai berikut :



Gambar 2.9 Kopling tetap (Sularso, 2008).

Kopling tetap selalu dalam keadaan terpasang, untuk memisahkannya harus dilakukan pembongkaran. Macam kopling sebagai berikut :

1. Kopling kaku (*flange*)

Kopling kaku dipergunakan bila kedua poros harus dihubungkan sumbu segaris dan dipakai pada poros mesin dan transmisi umum di pabrik-pabrik.

2. Kopling luwes

Kopling luwes (*fleksibel*) memungkinkan adanya sedikit ketidak lurusan sumbu poros.

3. Kopling *universal*

Kopling *universal* digunakan bila kedua poros akan membentuk sudut yang cukup besar.

4. Kopling *fluida*

Penerusan daya dilakukan oleh *fluida* sehingga tidak ada hubungan antara kedua poros. Kopling *fluida* sangat cocok untuk mentransmisikan putaran tinggi dan daya yang besar.

Kopling yang digunakan termasuk jenis kopling tetap maka perhitungan untuk menentukan kopling yang digunakan menggunakan rumus persamaan sebagai berikut (Sularso, 2008) :

A. Tegangan geser baut

$$\tau_b = \frac{8 T}{\pi a^2 n_e B} \quad (2.10)$$

Dimana :

τ_b = Tegangan geser baut (Kg/mm²)

T = momen rencana (Kg.mm)

a = Diameter baut (mm)

n_e = Jumlah baut

B = Jarak antar baut (mm)

B. Tegangan geser baut yang diijinkan

$$\tau_{ba} = \frac{\tau_b}{Sf_b \times K_b} \quad (2.11)$$

Dimana :

τ_{ba} = Tegangan geser baut yang diijinkan (Kg/mm²)

τ_b = Tegangan geser baut (Kg/mm²)

Sf_b = Faktor keamanan baut

K_b = Faktor koreksi baut

C. Tegangan geser flens

$$\tau_F = \frac{2 T}{\pi C^2 F} \quad (2.12)$$

Dimana :

τ_F = tegangan geser flens (Kg/mm²)

T = momen rencana (Kg.mm)

C = Diameter luar poros kopling (mm)

F = Panjang lubang baut (mm)

D. Tegangan geser flens yang diijinkan

$$\tau_{Fa} = \frac{\sigma_B}{Sf_F \times K_F} \quad (2.13)$$

Dimana :

τ_{Fa} = tegangan geser yang diijinkan (Kg/mm²)

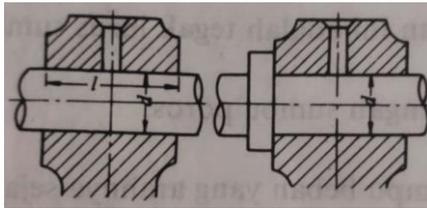
σ_B = kekuatan tarik flens (Kg/mm²)

Sf_F = faktor keamanan

K_F = faktor koreksi

C. Bantalan

Bantalan adalah elemen mesin yang menumpu poros beban, sehingga putaran atau Gerakan bola baliknya dapat berlangsung secara halus, aman dan panjang umur (Sularso, 2008). Bantalan harus kokoh untuk memungkinkan poros serta elemen mesin lainnya bekerja dengan baik maka seluruh sistem akan menurun atau tak dapat bekerja secara semestinya.



Gambar 2.10 Bantalan luncur (Sularso, 2008).

Bantalan dalam sebuah mesin dapat disamakan peranannya dengan pondasi pada sebuah bangunan. Klasifikasi bantalan diantaranya :

1. Atas dasar gerakan bantalan terhadap poros
 - a) Bantalan luncur, bantalan ini terjadi gesekan luncur antara poros dan bantalan karena permukaan poros ditumpu oleh permukaan bantalan dengan perantaraan lapisan pelumas.
 - b) Bantalan gelinding, pada bantalan ini terjadi gesekan gelinding antara bagian yang berputar dengan yang diam melalui elemen gelinding seperti bola (peluru), rol atau rol jarum dan rol bulat.
2. Atas dasar arah beban dan poros
 - a) Bantalan radial, arah beban bantalan ini adalah tegak lurus sumbu poros.
 - b) Bantalan aksial, arah beban bantalan ini sejajar dengan sumbu poros.
 - c) Bantalan gelinding khusus, bantalan ini dapat menumpu beban yang arahnya sejajar dan tegak lurus sumbu poros.

2.2.7 Komponen Elektronika

Komponen elektronika merupakan penjelasan mengenai komponen-komponen elektronika yang digunakan pada mesin pengupas bawang merah 3 Kg/menit. Komponen elektronika pada mesin pengupas bawang merah sebagai berikut :

A. Motor Listrik

Motor listrik adalah alat untuk mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Begitu juga sebaliknya yaitu alat untuk mengubah energi mekanik menjadi energi listrik yang biasanya disebut dengan generator. Fungsi dan kegunaan motor listrik dapat ditemukan pada peralatan rumah tangga seperti kipas angin, mesin cuci dan blender. Berikut motor listrik ditunjukkan pada gambar 2.11 dibawah ini.



Gambar 2.11 Motor listrik AC

Motor listrik yang digunakan untuk kerja (industri) atau yang digunakan dilapangan seperti bor listrik, gerinda, *blower* dan lain lain. Jenis-jenis motor listrik secara umum ada dua yaitu :

1) Motor listrik AC

Motor AC adalah sebuah motor listrik yang digerakkan oleh *alternating current* atau arus bolak balik (AC). Umumnya motor AC terdiri dari dua komponen utama yaitu *stator* dan *rotor*. *Stator* adalah bagian yang diam dan letaknya berada diluar sedangkan *rotor* adalah bagian yang berputar dan letaknya berada didalam (disebelah dalam *stator*).

2) Motor listrik DC

Motor arus searah (DC) adalah suatu mesin yang berfungsi mengubah tenaga listrik arus searah menjadi tenaga gerak, tenaga gerak tersebut berupa putaran dari pada *rotor*.

B. Time Delay Relay (*timmer*)

Sebuah komponen elektronik yang dibuat untuk menunda waktu yang disetting sesuai range timer tersebut, dengan memutus sebuah kontak relay yang biasanya digunakan untuk memutus atau menyalakan sebuah rangkaian kontrol (Petruzella, 1996).

Timmer berfungsi untuk menunda waktu, secara garis besar biasanya digunakan pada rangkaian *star delta* yang memiliki tunda waktu untuk pergantian dari *star* ke *delta* hal ini berguna mengurangi lonjakan arus yang besar. Relai tunda-waktu dapat diklasifikasikan menjadi dua kelompok besar : tunda-ON dan tunda-OFF.

C. Dimmer

Dimmer adalah suatu alat atau rangkaian dari komponen elektronika yang berfungsi untuk mengubah tegangan dan bentuk gelombang listrik. Pada awalnya, dimmer digunakan untuk mengatur pencahayaan intensitas lampu. Seiring perkembangannya sekarang *dimmer* sudah memiliki banyak kegunaan lain seperti mengatur kecepatan peralatan listrik contohnya kipas angin, mesin bor, *exhaust fan*, pompa air, *blower*, motor listrik dan lain-lain. (Petruzella, 1996).

2.2.8 Proses Produksi

Proses produksi yaitu suatu kegiatan perbaikan terus menerus (*continuous improvement*) yang dimulai dari sederet siklus sejak adanya ide-ide untuk menghasilkan suatu produk, pengembangan produk, proses produksi, sampai distribusi kepada konsumen (Gaspersz, 2005).

A. Proses Pengukuran

Kegiatan mengukur dapat diartikan sebagai proses perbandingan suatu objek terhadap standar yang relevan dengan mengikuti peraturan-peraturan terkait dengan tujuan untuk dapat memberikan gambaran yang jelas tentang obyek ukurannya (Suharno, 2013).

Dengan melakukan proses pengukuran maka dapat :

- a. Membuat gambaran melalui karakteristik suatu objek atau prosesnya.
- b. Mengadakan komunikasi antar perancang, pelaksana pembuatan, penguji mutu dan berbagai pihak yang terkait lainnya.
- c. Memperkirakan hal-hal yang akan terjadi.
- d. Melakukan pengendalian agar sesuatu yang akan terjadi dapat sesuai dengan harapan perancang.

Kegiatan pengukuran diperlukan agar suatu perangkat yang dinamakan instrument (alat ukur). Jadi instrument adalah sesuatu yang digunakan untuk membantu kerja indera untuk melakukan proses pengukuran. Misalnya pada mobil, *manometer (pressure gauge)* pengukur tekanan udara dalam ban, *termometer* (pengukur suhu mesin), *speedometer* (pengukur kecepatan) dan sebagainya.

B. Proses Pemotongan

Pemotongan adalah proses pemisahan benda padat menjadi dua atau lebih melalui aplikasi gaya yang terarah melalui luas bidang permukaan yang kecil (Widarto, 2008). Setiap benda yang tajam mampu memotong benda yang memiliki tingkat kekerasan lebih rendah dan diaplikasikan dengan gaya yang signifikan. Proses pemotongan dilakukan dengan *tool* (perkakas) yang khusus, sesuai dengan jenis proses pemotongannya. Dalam proses pemotongan ini dilakukan dengan berbagai jenis alat potong logam pada produksi antara lain :

a. Gerinda tangan

Mesin gerinda merupakan mesin yang digunakan untuk memutar roda gerinda. Roda gerinda yang digunakan pada mesin gerinda tangan adalah sebuah piringan gerinda tipis. Mesin gerinda tangan dapat digunakan untuk mengikis permukaan benda kerja maupun memotong benda kerja. Gerinda tangan biasanya digunakan untuk menghaluskan permukaan benda kerja setelah proses pengelasan.

b. Mesin gerinda potong

Menurut Widarto (2008), mesin gerinda potong merupakan mesin gerinda yang digunakan untuk memotong benda kerja dari bahan plat atau pipa. Roda gerinda yang digunakan dengan kecepatan tinggi. Mesin gerinda potong dapat memotong benda kerja plat ataupun pipa dari bahan baja dengan cepat.

C. Proses Bubut

Menurut Rochim (2007), Proses bubut adalah suatu proses pemakanan benda kerja yang sayatannya dilakukan dengan cara memutar benda kerja kemudian dikenakan pada pahat yang digerakkan secara translasi sejajar dengan sumbu putar dari benda kerja. Prinsip kerja mesin bubut menghilangkan bagian benda kerja untuk memperoleh bentuk tertentu dimana benda kerja diputar dengan kecepatan tertentu bersamaan dengan dilakukannya proses pemakanan oleh pahat.

Berikut rumus perhitungan proses bubut guna mengetahui waktu produksi bubut (Rochim, 2007) :

a) Kecepatan potong

$$V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} \quad (2.14)$$

Dimana :

V = kecepatan potong (m/min)

π = konstanta

n = putaran *spindle* (rpm)

d = diameter rata-rata $\text{mm} = \frac{d_o + d_m}{2}$

d_o = diameter awal (mm)

d_m = diameter akhir (mm)

b) Kecepatan makan

$$V_f = f \cdot n \quad (2.15)$$

Dimana :

V_f = kecepatan makan (mm/min)

f = gerak makan (mm/r)

n = putaran *spindle* (rpm)

c) Waktu pemotongan

$$t_c = \frac{l_t}{V_f} \quad (2.16)$$

Dimana :

t_c = waktu pemotongan (min)

V_f = kecepatan makan (mm/min)

l_t = panjang pembubutan (mm)

D. Proses Gurdi

Proses gurdi adalah proses pemesinan yang paling sederhana diantara proses pemesinan lainnya. Biasanya di bengkel atau *workshop* proses ini dinamakan proses bor, walaupun istilah ini sebenarnya kurang tepat. Proses gurdi dimaksudkan sebagai proses pembuatan lubang bulat menggunakan mata bor.

Sedangkan proses bor (*boring*) adalah proses meluaskan/memperbesar lubang yang tidak hanya dilakukan pada mesin gurdi, tetapi bisa dengan mesin bubut, mesin frais dan mesin bor (Widarto, 2008). Proses gurdi digunakan untuk pembuatan lubang silindris, pembuatan lubang dengan bor spiral di dalam benda kerja yang pejal merupakan suatu proses pengikisan dengan daya penyerpihan yang besar, jika terhadap benda kerja itu dituntut kepresisian yang tinggi pada dinding lubang, maka diperlukan pengerjaan lanjutan dengan penggerek.

Karakteristik proses gurdi sedikit berbeda dengan proses pemesinan yang lainnya, yaitu :

- 1) Beram harus keluar dari lubang yang dibuat.
- 2) Beram yang keluar menyebabkan masalah ketika ukurannya besar dan atau *kontinyu*.
- 3) Proses pembuatan lubang bisa sulit jika membuat lubang yang dalam.
- 4) Untuk pembuatan lubang dalam pada benda kerja yang besar cairan pendingin dimasukkan ke permukaan potong melalui tengah mata bor.

Berikut rumus perhitungan proses gurdi untuk mengetahui waktu produksi pembuatan lubang (Rochim, 2007).

- a) Kecepatan potong

$$V_c = \frac{\pi \times d \times n}{1000} \quad (2.17)$$

Dimana :

V_c = Kecepatan potong (m/menit)

d = Diameter mata bor (mm)

n = Putaran *spindel* (rpm)

- b) Gerak makan per mata potong

$$F_z = \frac{V_f}{z \times n} \quad (2.18)$$

Dimana :

F_z = Gerakan makan per mata potong (mm/menit)

V_f = Kecepatan makan (mm/menit)

n = Putaran *spindel* (rpm)

z = Jumlah mata potong (rpm)

c) Waktu pemotongan

$$t_c = \frac{l_t}{V_f} \quad (2.19)$$

Dimana :

t_c = Waktu pemotongan (mm/putaran)

V_f = Kecepatan makan (mm/menit)

l_t = Panjang pemesinan mm = $l_v + l_w + l_n$

l_v = Panjang langkah awal pemotongan (mm)

l_w = Panjang pemotong benda kerja (mm)

l_n = Panjang langkah akhir pemotongan (mm)

$l_n = (d/2) / \tan kr$; sudut potong utama = $1/2$ sudut ujung

E. Proses Frais

Proses frais adalah proses penyayatan benda kerja menggunakan alat pemotong dan dilengkapi dengan mata potong jamak yang berputar (Rochim, 2007). Metode proses frais ditentukan berdasarkan arah relatif gerak makan meja mesin terhadap putaran pahat. Metode proses frais ada dua yaitu :

1) Frais naik (*up milling*)

Frais naik disebut juga frais konvensional gerak dari putaran pahat berlawanan arah terhadap gerak makan meja mesin frais.

2) Frais turun (*down frais*)

Frais turun dinamakan juga *climb milling*. Arah dari putaran pahat sama dengan arah gerak makan meja mesin frais.

Berikut rumus perhitungan proses gudi untuk mengetahui waktu produksi pembuatan lubang (Rochim, 2007).

1) Kecepatan potong

$$V_c = \frac{\pi \times d \times n}{1000} \quad (2.20)$$

Dimana :

V_c = Kecepatan potong (m/menit)

d = Diameter mata potong (mm)

n = Putaran *spindel* (rpm)

2) Gerak makan per mata potong

$$F_z = \frac{V_f}{z \times n} \quad (2.21)$$

Dimana :

F_z = Gerakan makan per mata potong (mm/menit)

V_f = Kecepatan makan (mm/menit)

n = Putaran *spindel* (rpm)

z = Jumlah mata potong (rpm)

3) Waktu pemotongan

$$t_c = \frac{l_t}{V_f} \quad (2.22)$$

Dimana :

t_c = Waktu pemotongan (mm/putaran)

V_f = Kecepatan makan (mm/menit)

l_t = Panjang pemesinan mm = $l_v + l_w + l_n$

l_v = Panjang langkah awal pemotongan (mm)

l_w = Panjang pemotong benda kerja (mm)

l_n = Panjang langkah akhir pemotongan (mm)

$l_n = (d/2) / \tan kr$; sudut potong utama = $1/2$ sudut ujung

F. Proses Pengelasan

Las adalah cara penyambungan dua benda padat melalui pencairan dan perpaduan dengan menggunakan panas (Wiryosumarto, 2000). Berlaku dua syarat yang menentukan dalam pengelasan, yakni :

- 1) Bahan yang disambung harus dapat mencair oleh panas dan bahan yang disambung harus cocok (*compatible*) satu dengan yang lainnya.
- 2) Penyambungan dua buah bahan yang tidak cocok harus menggunakan bahan antara yang cocok bagi kedua bahan yang akan disambung tersebut.

Proses pengelasan dilakukan guna menyatukan bagian-bagian rangka. Berdasarkan cara kerjanya pengelasan dapat dibagi dalam tiga kelas utama yaitu pengelasan cair, pengelasan tekan, dan pematrian.

Dari tiga cara pengelasan, yang digunakan untuk proses penyambungan rangka adalah proses pengelasan dengan pengelasan cair. Pemilihan cara pengelasan ini karena sambungan yang dihasilkan relatif lebih kuat dibanding dengan kedua cara pengelasan lainnya. Salah satu cara pengelasan yang termasuk dalam pengelasan cair adalah pengelasan menggunakan las busur listrik. Jenis las yang digunakan untuk penyambungan rangka adalah jenis las busur listrik dengan *elektroda* terbungkus.

G. Proses *Pra Finishing* dan *Finishing*

Menurut Kasatrian (2012), proses *pra finishing* dilakukan untuk merapikan hasil pekerjaan sebelum dilanjutkan proses *finishing*. Proses *pra finishing* berupa merapikan hasil pengelasan yang kurang rapi, menghaluskan permukaan yang kasar ataupun meratakan permukaan benda yang tidak rata, serta meratakan permukaan yang tajam pada bagian sudut. Alat perkakas yang digunakan berupa mesin gerinda *portable* karena sifatnya yang mudah dipindah sehingga menjangkau segala posisi sesuai dengan kerumitan bentuk bahan yang digerinda. Proses *finishing* berupa pelapisan permukaan benda kerja dengan menggunakan cat. Fungsi utama adalah sebagai penghambat laju korosi suatu struktur dan membuat benda lebih menarik.

Peralatan yang digunakan dalam pengecatan yaitu *spray gun* dan kompresor. *Spray gun* memiliki prinsip kerja yaitu merubah cairan cat menjadi butiran halus (pengkabutan) dengan bantuan udara bertekanan yang selanjutnya disemprotkan ke permukaan benda kerja secara merata. Kompresor dalam pengecatan berfungsi sebagai penyedia udara bertekanan, cara kerjanya dengan menekan udara ke dalam tangki yang telah dilegkapi dengan katup pengaman.

H. Proses Perakitan (*assembly*)

Perakitan adalah suatu proses penyusunan dan penyatuan beberapa bagian komponen menjadi suatu alat atau mesin yang mempunyai fungsi tertentu. Pekerjaan perakitan dimulai bila objek sudah siap untuk dipasang dan berakhir bila objek tersebut telah bergabung secara sempurna. Perakitan juga dapat diartikan penggabungan antara bagian yang satu terhadap bagian yang lain atau pasangannya (Suhdi, 2009). Pada proses perakitan perlu ketelitian dalam menggabungkan komponen atau part agar hasil sesuai agar hasil sesuai rancangan.