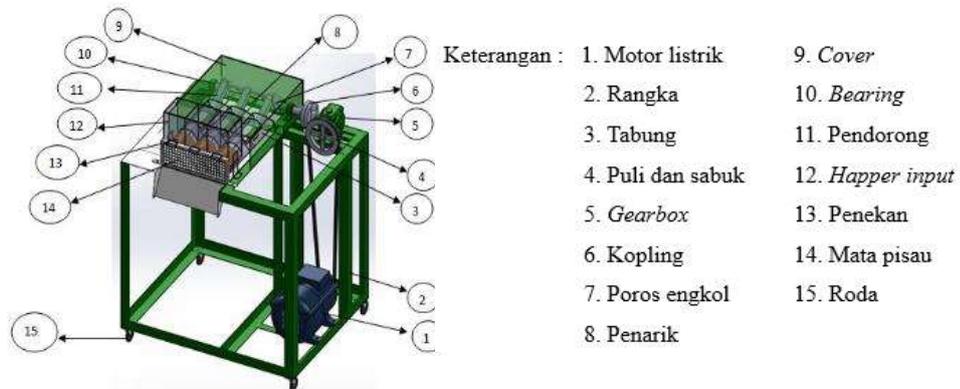


BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

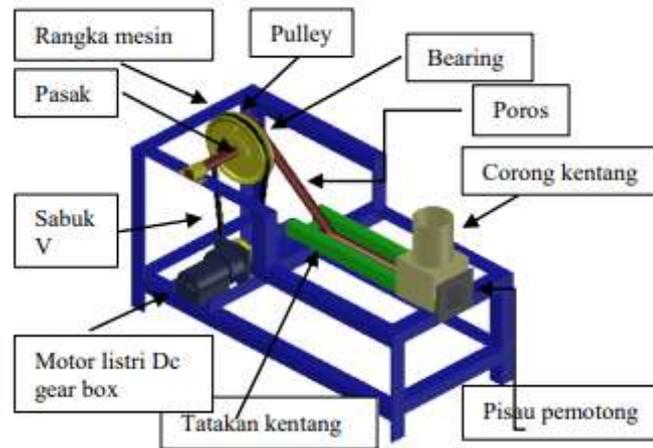
Irwan dkk. (2021) dari Universitas Bangka Belitung telah merancang mesin pemotong kentang dengan tujuan akhir dari pembuatan mesin ini yaitu produksi kentang berbentuk dadu. Mesin pemotong kentang berbentuk dadu ini memanfaatkan putaran dari motor listrik 1,5 HP dengan sistem penurunan putaran menggunakan *pulley* dan *belt* 1:2 yaitu dengan diameter 3 inci dan 6 inci. Putaran diturunkan lagi oleh *gearbox* dengan rasio 1:40 sehingga putaran poros engkol menjadi 17,5 rpm. Dari 3 kali pengujian hasil rata-rata pemotongan kentang yang berhasil, tidak berhasil dan tertinggal adalah 702 gram berhasil, 27 gram tidak berhasil dan 271 gram tertinggal. Mesin ini memiliki kapasitas produksi sebesar 20,29 kg/jam. Hasil rancangan dapat dilihat pada Gambar 2.1 di bawah.



Gambar 2. 1 Mesin pemotong kentang

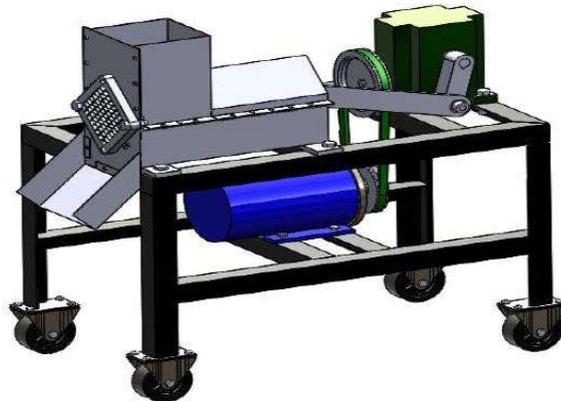
Hawari dkk, (2020) dari Politeknik Sukabumi membuat perancangan mesin pemotong kentang berbentuk stik menggunakan motor listrik DC *gearbox* 0,46 hp 210 rpm. Transmisi yang digunakan yaitu menggunakan *pulley* dan sabuk dengan ukuran diameter *pulley* besar 300 mm dan diameter *pulley* kecil 43 mm, sabuk yang digunakan yaitu sabuk V tipe A dengan panjang keliling sabuk 1575 mm, dengan

jarak antara *pulley* 502 mm. Poros menggunakan bahan S40C dengan diameter 25 mm. Bantalan menggunakan jenis *groove ball bearing* dengan diameter 25 mm. Bahan rangka yang digunakan yaitu besi siku 40 x 40 x 3 mm. Kapasitas mesin yang dihasilkan yaitu 6 kg/menit. Hasil rancangan dapat dilihat pada Gambar 2.2 di bawah.



Gambar 2. 2 Desain Rancangan Mesin Pemotong Kentang Berbentuk Stik

Iqbal dkk, (2021) dari Politeknik Negeri Jakarta membuat konsep desain rancang simulasi mesin pemotong kentang otomatis dengan menggunakan sistem mekanisme mekanik poros engkol dengan sumber tenaga motor listrik AC dengan daya 0,25 hp yang ditransmisikan oleh *gearbox* melalui *pulley* dan sabuk. Mesin pemotong kentang otomatis ini memiliki ukuran 726mm x 363mm x 695mm, rangka yang terbuat dari besi siku serta plat dan pisau yang terbuat dari *stainless steel* dan diberi roda pada kakinya agar mudah dipindahkan. Mesin ini dirancang untuk dapat menghasilkan kapasitas produksi sebesar 4kg/menit. Hasil rancangan dapat dilihat pada Gambar 2.3 di bawah.



Gambar 2. 3 Desain Mesin Pemotong Kentang

Adapun parameter pembeda dari penelitian terdahulu dengan yang dilakukan penulis adalah penulis menggunakan sistem pendorong pneumatik. Mekanisme pemotongan kentang yaitu dengan cara menekan atau mendorong kentang tersebut dengan menggunakan sistem pendorong pneumatik yang telah diberikan penampang khusus untuk pemotongan kentang, sampai kentang tersebut membentur ke pisau pemotong.

2.2 Landasan Teori

2.2.1 Kentang (*Solanum Tuberosum L.*)

Kentang merupakan salah satu tanaman dikotil yang bersifat semusim dan berbentuk semak atau herba. Pada pertumbuhan kentang sendiri, terdapat empat fase pertumbuhan. Dimulai dari pertumbuhan vegetatif yaitu fase yang ditandai dengan tumbuh atau munculnya tunas. Fase tersebut terjadi kurang lebih 2-4 minggu sampai fase inisiasi. Pada fase inisiasi ini juga diikuti dengan pembentukan stolon dilanjutkan pembesaran umbi yang terjadi selama 7-8 minggu. Terakhir adalah fase pemasakan yang memerlukan waktu selama 2-3 minggu. Pada fase ini ditandai dengan terbentuknya kulit umbi kemudian bagian atas dari tanaman akan berwarna kekuning-kuningan dan mati. Sehingga jumlah waktu yang diperlukan selama proses pertumbuhan kentang adalah sekitar 13-20 minggu atau 90-140 hari. Dari jumlah hari tersebut dapat dikatakan bahwa kentang merupakan tanaman berumur pendek (Sunarjono, 2007).

Kentang merupakan tanaman dikotil yang bersifat semusim dan memiliki umbi batang yang dapat dimakan. Tanaman kentang berbentuk semak atau herba, batangnya berada di permukaan tanah. Kentang merupakan salah satu komoditas umbi yang kaya vitamin C, kalium, karbohidrat dan protein. Kandungan vitamin C yang cukup tinggi, hanya dengan mengonsumsi 200 gram umbi kentang per hari, kebutuhan vitamin C dalam sehari sudah terpenuhi (Setiadi, 2009)

2.2.2 Pemotongan dan Pengirisan

Memotong adalah pekerjaan yang dilakukan untuk mengecilkan ukuran suatu bahan baik dengan pisau atau dengan alat potong lainnya pada arah melintang panjang serat bahan. Ukuran dari bahan yang terbentuk relatif panjang atau tebal. Mengiris adalah mengecilkan ukuran suatu bahan dengan menggunakan pisau untuk mendapatkan ukuran panjang lebih kecil dan tipis dengan arah melintang atau sejajar panjang bahan yang akan dipotong (Supriadi, 2001 dalam Kuswono, 2007)

Adapun mekanisme memotong dan mengiris adalah sebagai berikut:

a. Memotong

Tujuan pemotongan untuk mengecilkan atau memperpendek bahan. Bentuk dan ukurannya kadang tidak diperhatikan, tetapi dapat juga disesuaikan dengan keperluan. Untuk mencegah kerusakan struktur bahan yang dipotong misalnya menjadi memar, baik pada pemotongan dengan menggunakan mesin secara manual.

b. Mengiris

Walaupun pada dasarnya mengiris dan memotong adalah sama, tetapi pengirisan yang dilakukan baik di atas landasan ataupun tidak biasanya menggunakan pisau atau alat lain yang sesuai dengan keperluan. Pengirisan dilakukan untuk mendapatkan produk yang tipis dan seragam. Arah pengirisan dapat dilakukan ke segala arah. Ukuran lebar pengirisan relatif lebih besar dibandingkan dengan tebalnya. Pada pengirisan produk yang didapatkan diharapkan mempunyai struktur dan bentuk yang baik serta seragam (Supriadi, 2001 dalam Kuswono, 2007)

2.2.3 Perancangan

Perancangan merupakan salah satu hal yang penting dalam membuat suatu program rencana yang akan di kerjakan. Adapun tujuan dari perancangan adalah untuk memberi gambaran yang jelas. Perancangan harus berguna dan mudah dipahami sehingga mudah digunakan.

Perancangan adalah suatu proses yang bertujuan untuk menganalisis, menilai, memperbaiki, dan menyusun suatu sistem, baik sistem secara fisik maupun non fisik yang optimum untuk waktu yang akan datang dengan memanfaatkan informasi yang ada. Pengertian perancangan yang lainnya adalah tahapan perancangan (*design*) memiliki tujuan untuk mendesain sistem baru yang dapat menyelesaikan masalah-masalah yang dihadapi perusahaan yang diperoleh dari pemilihan alternatif sistem yang baik (Nur dan Suyuti, 2017). Adapun fungsi dan syarat perancangan, yaitu :

- a. Fungsi menyatakan apa yang harus dilakukan oleh sebuah peralatan dengan menggunakan pernyataan umum yang menggunakan kata aksi seperti : untuk menyangga suatu beban, untuk mengangkat peti kayu atau mentransmisikan daya.
- b. Syarat perancangan adalah pernyataan terperinci yang biasanya bersifat kuantitatif mengenai tingkat unjuk kerja yang diinginkan, kondisi lingkungan dimana peralatan dapat beroperasi, terbatasnya ruang atau berat, atau bahan-bahan dan komponen yang tersedia yang dapat dimanfaatkan.

2.2.4 Metode Perancangan

Metode perancangan merupakan proses untuk membuat sebuah produk dengan besaran dan luaran yang terdefinisi sesuai standar. Metode perancangan yang digunakan dalam tugas akhir ini mengacu pada tahapan perancangan menurut Pahl *and* Beitz. Pahl *and* Beitz mengusulkan cara merancang produk sebagaimana yang dijelaskan dalam bukunya "*Engineering Design: A Systematic Approach*". Tahapan perancangan menurut Pahl *and* Beitz ditunjukkan pada Gambar 2.4 dibawah ini yaitu:



Gambar 2. 4 Perancangan Menurut Pahl *and* Beitz

Urutan tahapan perancangan menurut Pahl *and* Beitz adalah sebagai berikut:

- a. Perencanaan dan penjelasan tugas
Mencari dan memilih ide produk serta memformulasikan ide produk.
- b. Perencanaan konsep produk
Menentukan struktur fungsi produk, mencapai prinsip – prinsip kerja produk dan membentuk beberapa alternatif (varian)
- c. Perancangan bentuk produk
Merancang struktur bentuk produk mulai dari bentuk awal, pemilihan material, perhitungan elemen mesin yang digunakan dan pengecekan jika terdapat kesalahan.
- d. Perancangan detail
Melakukan tahap *finishing*, mengembangkan gambar dan daftar detail, serta pembuatan dan susunan produk (Ginting, 2009).

2.2.5 Gambar Teknik

Pahlevi (2011) Dalam dunia teknik, gambar adalah alat untuk menyampaikan informasi. Informasi yang disampaikan adalah dari seorang juru gambar atau orang yang membuat gambar. Informasi tersebut nantinya dipakai oleh teknisi untuk membuat, mengerjakan atau memperbaiki suatu mesin/alat.

Gambar teknik mempunyai beberapa fungsi antara lain :

- a. Gambar berfungsi sebagai sarana penyampaian informasi yang berfungsi sebagai alat untuk meneruskan maksud dari perancang dengan tepat kepada orang-orang yang bersangkutan, misalnya kepada perancang proses, pembuatan, perakitan dan sebagainya.
- b. Gambar sebagai saran pengawetan, penyimpanan, dan penggunaan keterangan. Gambar sebagai sarana pengawetan berfungsi untuk menyuplai bagian-bagian produk untuk perbaikan atau untuk diperbaiki. Gambar sebagai sarana penyimpanan berfungsi sebagai bahan informasi untuk rencana-rencana baru dikemudian hari, sehingga perlu tempat yang cukup luas.
- c. Gambar sebagai cara-cara pemikiran dalam penyiapan informasi, maksudnya adalah gambar tidak hanya melukiskan gambar tetapi berfungsi sebagai sarana untuk meningkatkan daya pikir perencana.

Adapun yang digolongkan sebagai sifat-sifat gambar dan tujuan-tujuan gambar antara lain :

- a. Internasional gambar
Artinya peraturan-peraturan yang ada dalam gambar teknik dimulai dengan persetujuan bersama dan kemudian dibuatkan suatu standar perusahaan.
- b. Mempopulerkan gambar
Mempopulerkan gambar berarti bahwa gambar perlu diketahui kejelasan, peraturan-peraturan dan standarnya. Hal ini dikarenakan golongan yang harus membaca dan mempergunakan gambar meningkat jumlahnya.
- c. Perumusan gambar
Bidang-bidang industri bermacam-macam ,misalnya permesinan, struktur perkapalan, atau arsitektur, semuanya menggunakan gambar sebagai bahasa teknik.
- d. Sistematika gambar
Isi gambar sangat mementingkan susunan dan konsolidasi sistem standar gambar.

e. Penyederhanaan gambar

Penghematan tenaga kerja dalam menggambar adalah penting, tidak hanya untuk mempersingkat waktu, tetapi juga untuk meningkatkan mutu rencana. Oleh karena itu penyederhanaan gambar menjadi masalah penting untuk menghemat tenaga dalam menggambar.

f. Modernisasi gambar

Dengan kemajuan teknologi, standar telah dipaksa untuk mengikutinya. Misalnya menggambar dengan menggunakan komputer.

2.2.6 *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-file* gambar yang sudah dibuat. *Software* ini banyak digunakan oleh para mahasiswa, *designer*, *engineer*, dan para profesional untuk membuat gambar *part*, dan *assembly*. Selain itu bisa digunakan untuk membuat gambar sederhana maupun gambar-gambar yang kompleks dan rumit (Prabowo, 2009). *Solidworks* mempunyai tiga *templates* untuk merancang, yaitu:

a. *Part*

Model *part* berfungsi untuk menggambar *sketch* 2D dan 3D dari komponen yang akan 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 *assembly*.

2.2.7 Pneumatik

Prinsip kerja dari sistem pneumatik adalah mengubah energi yang terdapat pada udara bertekanan menjadi energi gerak, baik gerak translasi melalui silinder pneumatik, maupun gerak rotasi pada motor pneumatik. Proses memproduksi udara bertekanan diawali dengan udara luar dengan tekanan 1 atm dihisap oleh kompresor selanjutnya ditampung pada tangki udara, setelah tekanan udara meningkat, pada tekanan tertentu udara dialirkan melalui katup-katup ke aktuator seperti silinder pneumatik dan motor pneumatik.

Pneumatik berasal dari bahasa Yunani, yaitu "*pneuma*" yang berarti napas atau udara. Istilah pneumatik selalu berhubungan dengan teknik penggunaan udara bertekanan, baik tekanan diatas 1 atmosfer maupun dibawah atmosfer (*vacum*). Sehingga pneumatik merupakan ilmu yang mempelajari teknik pemakaian udara bertekanan (udara kempa). Saat ini udara bertekanan sudah dapat menggantikan pekerjaan manusia seperti mengangkat, menggeser, menekan, memutar seperti yang diperlukan pada proses produksi/manufaktur (Sumbodo, 2017).

A. Sistem Kontrol Pneumatik

Sistem kontrol pneumatik merupakan sistem yang mengatur komponen pneumatik agar menghasilkan gerakan yang dapat diatur sesuai dengan keinginan pengguna. Komponen sistem kontrol pneumatik yang ada dalam rangkaian sistem pneumatik harus dapat bekerja satu sama lainnya agar menghasilkan gerakan output aktuator yang sesuai dengan kebutuhan. Komponen-komponen sistem pneumatik seperti katup sinyal, katup pemroses sinyal, katup kendali (Sumbodo 2017).

B. Silinder Pneumatik

Menurut (Krist, 1993) komponen kerja sistem pneumatik berfungsi untuk mengubah tekanan udara menjadi kerja.

a. Silinder kerja tunggal (*Single acting cylinders*)

Silinder kerja tunggal (*single acting cylinders*) hanya bisa diberikan gaya pada satu arah dan hanya mempunyai satu saluran masuk.

b. Silinder kerja ganda (*Double acting cylinders*)

Silinder kerja ganda (*double acting cylinders*) diperlukan apabila piston diperlakukan untuk kerja bukan hanya karena gerakan maju, tetapi juga untuk gerakan mundur.

C. Prinsip Kerja Pneumatik

Media penggerak yang digunakan pneumatik adalah menggunakan udara. Tekanan udara atau udara yang dimampatkan inilah yang digunakan untuk menggerakkan aktuator yang digunakan untuk berbagai keperluan. Udara dihisap oleh kompresor kemudian disimpan pada reservoir sampai tekanan mencapai batas standar yaitu 6-9 bar. Apabila kurang maka kinerja aktuator menjadi kurang dan apabila berlebih dapat berbahaya untuk sistem karena dapat menyebabkan kerusakan. Kemudian udara bertekanan dialirkan melalui pipa atau selang menuju berbagai komponen seperti *oil* dan *water trap* untuk memisahkan cairan dari udara. Kemudian menuju filter untuk dibersihkan dari kotoran untuk memisahkan cairan dari udara. Kemudian menuju filter untuk dibersihkan dari kotoran, diatur tekananya sesuai dengan batas standar yang dapat diterima oleh sistem, diatur arah aliran menggunakan katup pengatur, dialirkan menuju aktuator untuk melakukan kerja. Selain itu, pneumatik dapat dikombinasikan dengan sistem elektrik seperti PLC dan rangkaian kelistrikan lainnya (Sumbodo, 2017).

D. Keuntungan dan Kerugian Penggunaan Pneumatik

Menurut (Sumbodo 2017) penggunaan pneumatik (udara bertekanan/kempa) memiliki beberapa keuntungan antara lain sebagai berikut:

- a. Ketersediaan yang tak terbatas, udara tersedia di alam sekitar kita dalam jumlah yang tanpa batas sepanjang waktu dan tempat.
- b. Mudah disalurkan, udara mudah disalurkan/dipindahkan dari satu tempat ketempat lain melalui pipa yang kecil, panjang dan berliku.
- c. Aman, udara dapat dibebani lebih dengan aman selain itu tidak mudah terbakar dan tidak terjadi hubungan singkat (kosleting) atau meledak

- d. Bersih, udara yang ada di sekitar kita cenderung bersih tanpa zat kimia yang berbahaya, aman digunakan untuk industri obat-obatan, makanan, minuman maupun tekstil.
- e. Pemindahan daya dan kecepatan mudah diatur, udara dapat melaju dengan kecepatan yang dapat diatur rendah hingga tinggi.
- f. Dapat disimpan, udara dapat disimpan melalui tabung yang diberi pengaman terhadap kelebihan tekanan udara.
- g. Mudah dimanfaatkan, udara mudah dimanfaatkan baik secara langsung misal untuk membersihkan permukaan logam dan mesin-mesin, maupun tidak langsung, yaitu melalui peralatan pneumatik untuk menghasilkan gerakan tertentu.

Menurut Sunbodo (2017), selain memiliki kelebihan, pneumatik juga memiliki kelemahan antara lain:

- a. Memerlukan instalasi peralatan penghasil udara bertekanan. Udara kempa memerlukan instalasi peralatan yang relatif mahal, seperti kompresor, penyaring udara, penyaring udara, tabung pelumas, pengering, regulator, dll
- b. Mudah terjadi kebocoran, salah satu sifat udara bertekanan adalah ingin selalu menempati ruang kosong sehingga peralatan pneumatik harus dilengkapi dengan peralatan kedap udara agar kebocoran pada sistem udara bertekanan dapat ditekan seminimal mungkin.
- c. Menimbulkan suara bising, udara yang keluar akan menimbulkan suara bising terutama pada saluran buang. Cara mengatasinya adalah dengan memasang peredam suara pada setiap saluran buangnya.
- d. Mudah mengembun, udara yang bertekanan mudah mengembun, sehingga sebelum memasuki sistem harus diolah terlebih dahulu agar memenuhi persyaratan tertentu.

E. Perhitungan Pneumatik

E1. Gaya Piston (F)

Gaya piston yang dihasilkan oleh silinder bergantung pada tekanan udara diameter silinder dan tahanan gesekan dari komponen perapat (Pramono, 2008).

Gaya piston secara teoritis ditulis dan dihitung menurut persamaan berikut :

$$F = A \cdot p \quad (2.1)$$

Dimana ;

F : Gaya Piston (N)

A : Luas permukaan silinder (m²)

p : Tekanan udara kompresi (N/m²)

Untuk silinder kerja ganda

a) Langkah maju

$$F_{dorong} = \frac{\pi}{4} D^2 \cdot p \quad (2.2)$$

b) Langkah mundur

$$F_{tarik} = \frac{\pi}{4} (D^2 - d^2) \cdot p \quad (2.3)$$

Dimana:

F : Gaya piston (N)

D : Diameter silinder (m)

d : Diameter batang silinder (m)

A : Luas permukaan silinder (m²)

p : Tekanan udara kompresi (N/m²)

E2. Perhitungan Luas Penampang (A)

Menurut Hartono (1985), luas penampang silinder pneumatik dapat dituliskan sebagai berikut.

$$A = \pi \frac{D^2}{4} \quad (2.4)$$

Dimana :

A : Luas permukaan silinder (m²)

D : Diameter silinder (m)

E3. Udara Yang Diperlukan

Perhitungan kebutuhan udara yang diperlukan ini dilakukan untuk mengetahui besarnya udara yang digunakan dalam sistem pneumatik khususnya pada mesin pemotong kentang. Perhitungan udara yang diperlukan menurut Sumbodo (2017) dapat dihitung menggunakan rumus berikut.

$$Q_{maju} = A_1 \times S \times n \times \frac{P_e + P_{atm}}{P_{atm}} \quad (2.5)$$

$$Q_{mundur} = A_2 \times S \times n \times \frac{P_e + P_{atm}}{P_{atm}} \quad (2.6)$$

Dimana :

Q_{maju}	: Konsumsi udara pada saat piston maju	(m ³)
Q_{mundur}	: Konsumsi udara pada saat piston mundur	(m ³)
A_1	: Luas permukaan silinder	(m ²)
A_2	: Luas permukaan batang silinder	(m ²)
S	: Panjang langkah	(m)
n	: Banyaknya langkah	(kali / menit)
P_e	: Tekanan udara kompresi	(N/m ²)

E4. Perhitungan Daya Kompresor

Perhitungan daya kompresor ini bertujuan agar dapat mengetahui daya kompresor yang akan digunakan. Menurut Sumbodo (2017), ada dua perhitungan yaitu menghitung daya output kompresor, dan menghitung daya motor yang dapat dihitung menggunakan rumus berikut.

$$P_{output} = Q \times P_e \quad (2.7)$$

$$P_{motor} = \frac{P_{output}}{\eta} \quad (2.8)$$

Dimana :

P_{motor} = Daya motor (watt)

P_{output} = Daya *output* kompresor (watt)

- Q = Kebutuhan konsumsi udara terbesar (m³/menit)
 Pe = Tekanan udara kompresi (N/m²)
 η = Efisiensi kompresor

2.2.8 Tahapan Produksi

Tahapan produksi atau Proses produksi yaitu cara, metode dan teknik untuk menciptakan atau menambah kegunaan suatu barang atau jasa dengan menggunakan sumber-sumber (tenaga kerja, mesin, bahan-bahan, dan dana) yang ada. Dapat diketahui bahwa cara, metode, maupun teknik dalam menghasilkan suatu produk cukup banyak, maka proses produksi dalam hal ini sangat banyak macamnya (Nur dan Suyuti, 2017).

A. Proses Gerinda

Proses gerinda (*grinding*) adalah suatu proses manufaktur dengan menggunakan batu gerinda sebagai alat potong yang diputar untuk mengikis suatu permukaan benda kerja dengan akurasi yang tinggi, mengasah alat potong, dan memotong benda kerja. Beberapa jenis mesin gerinda yaitu mesin gerinda permukaan, mesin gerinda silindris, mesin gerinda potong, dan mesin gerinda manual (Hadi, 2016).

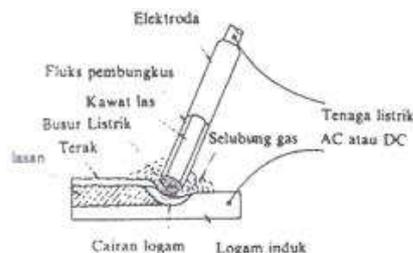
B. Proses Pengelasan

Pengertian pengelasan menurut Widharto (1996) adalah salah satu cara menyambung benda padat dengan jalan mencairkannya terlebih dahulu melalui pemanasan. Berdasarkan definisi dari *Deutsche Industrie Normen* (DIN) las adalah ikatan metalurgi pada sambungan logam paduan yang dilaksanakan dalam keadaan lumer atau cair. Wiryosumarto dan Okamura (2000) menyebutkan bahwa pengelasan adalah penyambungan setempat dari beberapa batang logam dengan menggunakan energi panas.

Proses pengelasan adalah proses penyambungan logam dari beberapa logam dengan menggunakan energi panas (Wiryosumarto,2000). Pengelasan dapat dibagi menjadi 3 kelas utama yaitu:

- 1) Pengelasan cair adalah cara pengelasan dimana sambungan dipanaskan sampai mencair dengan sumber panas dari busur listrik atau semburan api gas yang terbakar.
- 2) Pengelasan tekan adalah cara pengelasan dimana sambungan dipasangkan dan kemudian ditekan hingga menjadi satu
- 3) Pematrian adalah cara pengelasan dimana sambungan diikat dan disatukan dengan menggunakan paduan logam yang mempunyai titik cair rendah. Dalam cair ini logam induk tidak turut mencair.

Las elektroda terbungkus adalah cara pengelasan yang banyak digunakan pada masa ini. Dalam cara pengelasan ini digunakan kawat elektroda logam yang dibungkus dengan fluks. Proses pemindahan logam elektroda terjadi pada saat ujung elektroda mencair dan membentuk butir-butir yang terbawa oleh arus listrik yang terjadi. Bila digunakan arus listrik yang besar maka butiran logam cair yang terbawa menjadi halus. Apabila arusnya kecil, maka butirannya akan menjadi besar. Las busur elektroda terbungkus dapat dilihat pada Gambar 2.5 di bawah ini.



Gambar 2. 5 Las busur elektroda terbungkus

C. Proses Gurdi

Proses gurdi yaitu proses pemesinan di mana lubang dibuat pada benda kerja. Proses gurdi melibatkan pembuatan lubang lingkaran dengan menggunakan alat potong khusus yang disebut mata gurdi atau mata bor. Sedangkan proses bor sendiri (*boring*) adalah suatu proses pemesinan yang bertujuan untuk memperbesar ukuran lubang atau memperbaiki kerataan permukaan dalam lubang. Proses ini bukan hanya dilakukan dengan menggunakan mesin gurdi, tetapi juga dapat dilakukan menggunakan mesin bubut, frais, ataupun bor (Widarto, 2008).

Mesin gurdi peka adalah yang paling umum digunakan dalam industri. Mesin gurdi *portable* kecil digunakan untuk penggurdian di lokasi yang sulit dijangkau oleh mesin gurdi biasa, dan dilengkapi dengan motor listrik untuk memungkinkan operasi pada kecepatan yang tinggi dan kapasitas penggurdian hingga diameter 12 mm. Mesin gurdi peka, memiliki arti lain, adalah mesin bor yang berukuran kecil dengan memiliki kecepatan tinggi dan konstruksi sederhana yang mirip dengan mesin gurdi tegak biasa. Mesin ini memiliki tiang tegak, meja horizontal, dan *spindle* untuk memegang mata bor, serta dilengkapi dengan *handle* atau tuas untuk menyesuaikan ketinggian mata bor saat digunakan. (Widarto, 2008).

Berikut merupakan rumus perhitungan proses gurdi untuk mengetahui waktu proses penggurdian:

- a. Kecepatan pemotongan:

$$V_c = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} \quad (2.9)$$

Dimana:

V_c = kecepatan potong (m/menit)

d = diameter gurdi (mm)

n = putaran *spindle* (rpm)

π = 3,14

- b. Gerak makan per mata potong:

$$f_z = \frac{V_f}{z \cdot n} \quad (2.10)$$

Dimana:

f_z = gerak makan per mata potong (mm/putaran)

V_f = kecepatan pemakanan (mm/menit)

n = putaran *spindle* (rpm)

z = jumlah mata potong

- c. Waktu pemotongan:

$$t_c = \frac{l_t}{V_f} \text{ menit} \quad (2.11)$$

Dimana:

t_c = waktu dalam satu kali pemotongan (menit)

V_f = kecepatan pemakanan (mm/menit)

l_t = panjang pemakanan (mm)

d. Panjang pemakanan atau penggurdian:

$$l_t = l_v + l_w + l_n \quad (2.12)$$

Dimana:

l_t = panjang pemakanan (mm)

l_v = panjang awal pemakanan (mm)

l_w = panjang pemakanan atau pemotongan pada benda kerja (mm)

l_n = panjang akhir pemakanan (mm)

e. Panjang akhir pemakanan:

$$l_n = \frac{d/2}{\tan k_r} \quad (2.13)$$

Dimana:

l_n = panjang akhir pemakanan (mm)

$\tan k_r$ = sudut potong utama atau $1/2$ sudut mata potong ($^\circ$)

$d/2$ = setengah diameter gurdi (mm)

D. Proses Bubut

Proses pembubutan merupakan sebuah teknik yang digunakan dalam pemesinan untuk menciptakan bentuk silinder pada sebuah benda kerja atau komponen mesin, (Widarto, 2008). Cara kerjanya dimulai dari benda kerja yang dicekam *spindle*. Pada kepala tetap (*head stock*) dapat diatur kecepatan putaran mesinnya menggunakan tuas yang tingkatan kecepatannya dapat dipilih sesuai dengan kebutuhan. Pada proses bubut ada 2 jenis pemakanan pada permukaan benda kerja yaitu proses pemakanan bubut rata dan proses pemakanan bubut muka (*facing*).

Pahat terpasang pada rumah pahat (*tool post*) yang dapat bergerak maju mundur maupun bergerak ke kanan dan ke kiri dengan memutar eretan. Pada eretan menunjukkan ukuran dengan satuan milimeter. Pada eretan untuk menggerakkan

gerak maju untuk proses pembubutan muka (*facing*) yaitu dengan memutar dari setengah ukuran diameter benda kerja dikarenakan bentuk benda kerja yang silindris dan bergerak berputar. Jenis gerak makan dan tingkatan gerak makan yang terdapat pada mesin bubut juga bermacam-macam yang sudah di standarkan. Berikut rumus perhitungan pada proses pembubutan untuk mengetahui waktu pembubutan pada benda kerja:

- a. Kecepatan potong:

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

Dimana:

V_c = kecepatan potong (m/menit)

n = putaran *spindle* (rpm)

d = diameter benda kerja (mm)

π = 3,14

- b. Kecepatan makan:

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

Dimana:

V_f = kecepatan makan (mm/menit)

f = gerak pemakanan (mm/putaran)

n = putaran *spindle* (rpm)

- c. Waktu pemotongan pembubutan rata:

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

Dimana:

t_c = waktu dalam satu kali pemakanan (menit)

V_f = kecepatan makan (mm/menit)

l_t = panjang pemakanan (mm)

- d. Waktu pemotongan pembubutan muka (*facing*)

$$t_c = \frac{d/2}{V_f} \quad (2.17)$$

Dimana:

t_c = waktu dalam satu kali pemakanan (menit)

V_f = kecepatan makan (mm/menit)

$\frac{1}{2} d$ = setengah diameter benda kerja *facing* (mm)

E. Proses *Finishing*

Proses *finishing* yaitu tahap terakhir dalam produksi suatu produk. Sebelum produk diuji dan dikemas, dilakukan *finishing* untuk menyempurnakan produk sebelum sampai dalam tahap pemeriksaan. *Finishing* biasanya meliputi pemberian lapisan pada bahan menggunakan cat, politur, pelindung air, atau bahan lainnya. Selain untuk meningkatkan estetika produk, *finishing* juga berfungsi untuk melindungi bahan dari kerusakan seperti goresan, benturan dan meningkatkan masa pakai produk (Arifudin, 2017).