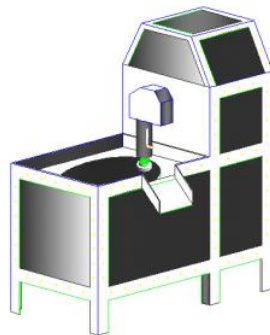


## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI**

#### **2.1 Tinjauan Pustaka**

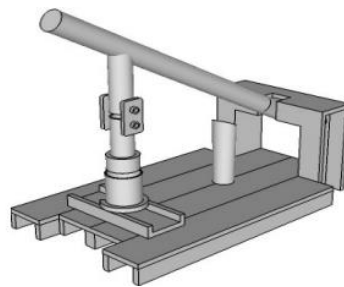
Dhafir,dkk. (2023) dalam jurnalnya yang berjudul Desain dan Uji Kinerja Mesin Pemipih Emping Melinjo (*Gnetum gnetum*) Tipe Tumbukan, menerangkan bahwa penelitian ini bertujuan untuk membuat desain mesin pemipih emping melinjo dengan sumber tenaga motor listrik, menguji fungsional dan kinerja mesin serta membandingkannya dengan metode tradisional. Parameter yang diamati meliputi kapasitas kerja mesin serta persentase kehilangan hasil. Hasil penelitian diperoleh bahwa mesin pemipih emping melinjo tipe tumbukan mempunyai ukuran panjang 820 mm, lebar 520 mm dan tinggi 1010 mm, digerakkan dengan motor listrik dengan daya 1.5 hp 1450 rpm. Hasil pengujian mesin didapatkan kapasitas pemipihan 0.83 kg/jam sedangkan kapasitas secara manual 0.16 kg/jam. Persentase kehilangan hasil dari pemakaian mesin pemipih emping ini adalah 1.5 % sedangkan dengan cara manual adanya kehilangan hasil yaitu sebesar 7 %.



Gambar 2. 1 Desain mesin pemipih emping melinjo (Dhafir dkk, 2023)

Fiki, dkk. (2017) dalam jurnalnya yang berjudul Perancangan Alat Pemipih Semi Mekanis Untuk Biji Melinjo. Selama ini proses pembentukan emping melinjo masih menggunakan cara-cara sederhana yaitu dengan cara memukul. Perancangan alat pemipih adalah untuk membantu masyarakat dalam memproduksi emping melinjo dalam upaya untuk meningkatkan hasil produksi emping. Dari hasil pengujian yang dilakukan dengan menggunakan alat rancangan didapatkan waktu rata-rata 0,51 menit dengan kapasitas pemipih yang dapat

menghasilkan emping melinjo rata-rata 15,914 gr. Sedangkan pemipih secara tradisional didapatkan rata-rata waktu 1,04 menit dengan kapasitas kerja tradisional didapatkan hasil pemipih 7,820 gr. Untuk memipih 5 biji melinjo dengan 3 kali ulangan pukulan keseragaman hasil yang bagus terdapat pada alat rancangan dengan ketebalan 0,95 mm dan diameter 3,45 cm, sedangkan pada alat pemipih tradisional terdapat nilai ketebalan 0,72 mm dengan diameter emping 3,65 cm. Kehilangan hasil merupakan kehilangan kadar air yang dapat menurunkan berat awal biji melinjo menjadi berat akhir emping. Kehilangan pada alat rancangan semi mekanis 39,41% dengan berat awal yang diratakan 8,105 gr dan pada alat tradisional 39,38% dengan berat yang telah diratakan 8,133 gr.



Gambar 2. 2 Alat Pemipih Semi Mekanis Untuk Biji Melinjo (Fiki dkk, 2017)

Pratiwi, dkk. (2018) dalam jurnalnya telah merancang dan membuat Mesin *Roll Press Cutting* Otomatis Penggiling Adonan Mie. Dalam jurnal tersebut, transmisi yang digunakan pada Mesin *Roll Press Cutting* Otomatis Penggiling Adonan Mie yaitu roda gigi lurus berdiameter *pitch* 18.75 mm, dan roda gigi penggerak *roll* pemipih berdiameter *pitch* 27 mm, dan yang terakhir roda gigi penggerak berdiameter *pitch* 15 mm.

Imam Kholiq, (2019) dalam jurnalnya yang berjudul Perancangan Meja Putar *Roll Welding* sebagai Alat Bantu Pengelasan, menurut jurnal tersebut pengelasan harus memerlukan alat bantu penyangga material yang praktis dan sesuai dengan kebutuhan segala posisi pengelasan yang akan memudahkan dan memberikan kenyamanan *welder* dalam mengelas. Pada penelitian ini digunakan jenis pengelasan *GTAW* dengan merek *D.C ARC WELDER* bertipe *Bz-300F-3* dan *RD-260 AWS A5.22:2012ER2209* berdiameter 2,4 mm sebagai *fillernya*. Kajian dibatasi pada perancangan dan pembuatan alat serta pengukuran distorsi yang dilakukan sebanyak 20 kali. Pengukuran distorsi menggunakan alat

*dial indikator* dengan titik awal/titik nol pada ujung benda uji dan titik akhir pada daerah sambungan las. Hasil menunjukkan bahwa penggunaan alat bantu meja putar *roll welding* dapat mengurangi terjadinya *distorsi*. Didapat nilai terkecil *distorsi* menggunakan alat bantu meja putar *roll welding* yaitu sebesar 0,22 derajat, sedangkan nilai terkecil *distorsi* tanpa penggunaan *roll welding* yaitu sebesar 1,44 derajat. Serta penggunaan alat bantu meja putar *roll welding* dapat mengurangi cacat pengelasan mereduksi waktu setup dan dapat meningkatkan volume produksi, menghilangkan cacat las yang berakibat pada penurunan biaya produksi, sehingga cukup layak dan efisien dari segi ekonomi.



Gambar 2. 3 Alat bantu meja putar (*Roll welding*) (Imam Kholiq, 2019)

## 2.2 Landasan Teori

### 2.2.1 Melinjo

Indonesia sebagai negara yang subur menyajikan tanaman melinjo yang mampu tumbuh dengan sebaran dimana-mana. Melinjo bisa ditemukan di banyak tanah-tanah pekarangan rumah penduduk pedesaan maupun perkotaan. Tanaman melinjo (*Gnetum gnemon L*) masuk pada jenis tumbuhan berbiji terbuka (*Gymnospermae*), dimana tanaman tersebut tidak terbungkus daging tetapi terbungkus kulit luar. Tanaman melinjo ini memiliki ketinggian yang bisa mencapai 25 m dari permukaan tanah apabila tidak melakukan pemangkasan. Tanaman melinjo mudah tumbuh di tanah-tanah liat atau lempung, berpasir dan berkapur, akan tetapi tidak mampu bertahan tumbuh di tanah yang tergenang air atau yang berkadar asam tinggi dan dapat tumbuh dari ketinggian 0 - 1.200 mdpl. Untuk menanam melinjo dibutuhkan lahan yang harus terbuka atau terkena sinar matahari (Fitri Apriani dan Endah Heryanti, 2019).

Masyarakat mengolah banyak produk dari melinjo. Manfaat tumbuhan melinjo diantaranya, daun-daun muda, bunga dan buah (muda dan tua) biasa diolah menjadi sayur. Bagian-bagian tumbuhan melinjo tersebut mengandung senyawa-senyawa yang bermanfaat bagi kesehatan tubuh. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa tumbuhan melinjo baik daun maupun kulit biji mengandung senyawa antioksidan seperti likopen dan karoten.

Selain daun dan kulit biji, bagian penting dari melinjo adalah biji karena biji melinjo dapat dimakan kering, dimasak, atau diawetkan menjadi keripik (emping). Biji melinjo berbentuk oval, pada saat masih muda, kulit buah berwarna hijau, dan seiring dengan pertambahan usia kulit buah melinjo berubah menjadi kuning, oranye, dan merah, setelah tua bijinya berwarna kuning gading. Sama halnya dengan daun dan kulit biji, biji melinjo diduga juga mempunyai kandungan *likopen* dan *karoten*. *Likopen* dan *karoten* merupakan senyawa *fitokimia* yang bermanfaat bagi kesesahatan tubuh (Suci, 2015). Gambar melinjo ditunjukkan pada Gambar 2.1 di bawah ini.



Gambar 2. 4 Melinjo

### 2.2.2 Emping melinjo

Emping melinjo adalah sejenis keripik terbuat dari biji melinjo yang telah tua. Proses produksi emping dilakukan tanpa kesulitan yang berarti dan dengan menggunakan bantuan alat-alat yang sederhana. Emping melinjo dapat dikatakan sebagai salah satu jenis makanan ringan yang terbuat dari buah melinjo yang sudah tua dengan sentuhan bentuk berupa pipih bulat. Emping dikonsumsi sebagai pelengkap atau pendamping makanan. Proses pembuatannya berawal dari menyangrai biji melinjo yang telah diambil dari pohonnya dilanjutkan dengan memukul-mukul biji melinjo yang sudah disangrai sampai tipis setelahnya

dilakukan penjemuran sampai kering. Penyajian pasaran emping melinjo bisa dalam bentuk mentah maupun dalam bentuk yang sudah dimasak dengan cara digoreng (Fitri Apriani dan Endah Heryanti, 2019). Gambar emping melinjo ditunjukkan pada Gambar 2.2 di bawah ini.



Gambar 2. 5 Emping melinjo

Terdapat dua cara teknik yang lazim dipakai dalam proses pembuatan emping melinjo, yaitu biji-biji melinjo sebelum dipipihkan dilakukan proses pemanasan biji melinjo dahulu menggunakan teknik berikut :

1. Digoreng sangat

Teknik ini yaitu dilakukan dengan cara menggoreng melinjo dengan penggunaan wajan yang terbuat dari aluminium atau bisa juga dengan memakai wajan yang terbuat dari tanah (layah, kualih) tanpa diberi minyak goreng.

2. Direbus

Teknik kedua yaitu dilakukan dengan cara merebus melinjo. Bila menggunakan teknik perebusan maka aroma dan zat-zat yang terkandung dalam biji melinjo akan larut dalam air rebusan.

Dampaknya terhadap biji melinjo apabila telah dibuat menjadi emping maka akan menghasilkan emping dengan cita rasa kurang lezat dan aroma khas dari biji melinjo tersebut banyak berkurang akibat dari teknik pemanasan ini. Bedanya pemanasan biji melinjo yang dilakukan dengan cara atau teknik menggoreng sangat, maka akan menghasilkan emping melinjo dengan aroma khas dan zat-zat yang terkandung di dalam biji melinjo tersebut tidak akan hilang.

### 2.2.4 Meja putar

Meja Putar adalah meja dengan bentuk pipih bulat serta dapat digerakkan dengan cara memutar, baik digerakkan secara manual maupun menggunakan mesin. Meja putar pada mesin penumbuk melinjo prinsip kerjanya sama dengan gerakan memutar pada mesin cuci dimana gerakan tersebut dihasilkan oleh motor listrik atau dinamo. Gambar meja putar ditunjukkan pada Gambar 2.6 di bawah ini.



Gambar 2. 6 Meja Putar (Imam Kholiq, 2019)

### 2.3 Perancangan

Perancangan merupakan suatu kegiatan awal dari suatu rangkaian kegiatan dalam proses pembuatan produk. Dalam pembuatan produk sangat diperlukan suatu gambaran yang digunakan untuk dasar-dasar dalam melangkah atau bekerja. Gambaran ini dapat disajikan dalam bentuk diagram alir sebagai metode dalam perencanaan dan perancangan. Metode perencanaan dan perancangan memodifikasi dan merujuk dari metode perencanaan menurut James H Earle. Sedangkan perancangan mesin berarti perencanaan dari sistem dan segala yang berkaitan dengan sifat mesin-mesin, produk, struktur, alat-alat, dan instrumen. Berikut adalah penjelasan metode perancangan James H, earle (Ruswandi, 2004).

#### A. Identifikasi masalah (*identify*)

Identifikasi masalah adalah kegiatan mengenal/mencari tahu suatu kebutuhan dan merupakan langkah awal ketika seorang perancang menyelesaikan suatu masalah. Pertama yang dilakukan adalah mengenal kebutuhan selanjutnya mengusulkan kriteria rancangan hal yang dilakukan untuk identifikasi masalah:

1. Daerah identifikasi masalah
2. Langkah identifikasi masalah :

- a. Mencari kedudukan masalah
- b. Membuat daftar tuntutan
- c. Membuat sketsa dan catatan
- d. Mengumpulkan data

#### B. Ide awal (*ideate*)

Kreatifitas sangat tinggi pada tahap ide awal dalam proses desain, karena tidak ada batasan berinovasi, mencoba, dan tantangan. Pada tahap selanjutnya dari proses desain, kebebasan kreatifitas dikurangi dan kebutuhan akan informasi semakin bertambah.

1. Individu dan tim
2. Brainstorming
3. Rencana untuk kegiatan
4. Info latar belakang
5. Survei opini

#### C. Perbaiki ide (*refine*)

Perbaikan dari ide-ide rancangan awal adalah permulaan dari kreatifitas dan imajinasi yang tidak terbatas. Seorang perancang sekarang ini berkewajiban memberikan pertimbangan utama pada fungsi dan kegunaannya. Sesi berdiskusi merupakan jalur yang baik untuk mengumpulkan ide yang bagus, revolusioner, bahkan liar. Sket kasar, catatan, dan komentar dapat menangkap dan mempertahankan persiapan ide untuk penyaringan lebih lanjut.

Sketsa gambar harus dapat dikonversi ke skala gambar untuk analisis tempat (*layout*), penentuan pengukuran penting, dan perhitungan area dan volume kira-kira. Ilmu geometri membantu dalam menentukan hubungan tempat, sudut antara bidang, panjang dari struktur, hubungan permukaan dan bidang, dan hubungan geometrik lainnya.

#### D. Analisa rancangan

Analisa rancangan adalah pengevaluasian dari sebuah rancangan yang didasarkan atas pemikiran objektif dan merupakan aplikasi teknologi. Analisa rancangan merupakan langkah dimana ilmu pengetahuan digunakan dengan intensif untuk mengevaluasi desain terbaik dan membandingkan kelebihan dengan

perhatian kepada biaya, kekuatan, fungsi, dan permintaan pasar. Analisa termasuk pengevaluasian dari:

1. Fungsi
  2. Faktor manusia
  3. Pasar produk
  4. Spesifikasi fisik
  5. Kekuatan
  6. Faktor ekonomi
  7. Model
- E. Keputusan

Setelah seorang perancang menyusun analisa perbaikan dan pengembangan untuk beberapa desain, kemudian salah satu dari desain tersebut harus dipilih untuk diimplementasikan. Proses pengambilan keputusan untuk menentukan semua kesimpulan tentang penemuan penemuan signifikan, keistimewaan, perkiraan-perkiraan dan rekomendasi rekomendasi desain tersebut dimulai dengan presentasi tim perancang.

F. Implementasi

Implementasi adalah langkah terakhir dalam proses desain, dimana sebuah desain menjadi nyata. Perancang mendetailkan produk dalam gambar kerja dengan spesifikasi dan catatan untuk fabrikasi. Metode grafik sangat penting dalam proses implementasi, karena semua produk diproses berdasarkan gambar kerja dan spesifikasinya. Implementasi juga melibatkan pengemasan, pergudangan, distribusi dan penjualan hasil produk.

### **2.3.1 Gambar Teknik**

Menggambar teknik adalah suatu pekerjaan membuat gambar-gambar teknik yang menunjukkan bentuk dan ukuran dari suatu benda atau konstruksi dengan ketentuan dan aturan sesuai standar yang di sepakati bersama yang dinyatakan di atas kertas gambar. Dengan ketentuan dan aturan berdasarkan standar ISO (International Organisation for Standardisation) yaitu sebuah badan/lembaga internasional untuk standarisasi (Abryandoko, 2020).



Proyeksi merupakan implementasi gambar rancangan dari sebuah obyek nyata, proyeksi ini dibuat dengan garis pada bidang datar. Secara fungsi proyeksi ini digunakan untuk menampilkan sebuah obyek gambar nyata ke dalam bentuk gambar yang di sesuaikan dengan tujuan gambar tersebut. Proyeksi dibagi menjadi dua yaitu proyeksi piktorial dan proyeksi orthogonal (Abryandoko, 2020):

#### A. Proyeksi piktorial

Proyeksi piktorial adalah suatu cara menampilkan gambar secara tiga dimensi dalam dalam suatu bidang gambar (dua dimensi). Proyeksi piktorial dapat dilakukan dalam beberapa macam cara proyeksi sesuai dengan aturan menggambar. Beberapa cara macam proyeksi piktorial antara lain:

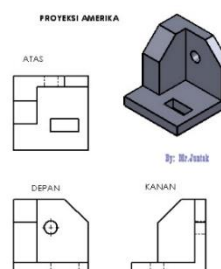
1. Proyeksi Piktorial Isometris
2. Proyeksi Piktorial Dimetri
3. Proyeksi Piktorial Miring
4. Gambar Perspektif

#### B. Proyeksi orthogonal

Proyeksi orthogonal menampilkan secara dua dimensi dari beberapa sudut pandang. Proyeksi ini dibagi menjadai dua, yaitu proyeksi kuadran I atau proyeksi eropa dan proyeksi kuadran III atau proyeksi amerika.

##### 1. Proyeksi amerika

Proyeksi amerika adalah proyeksi yang disebut juga sudut ketiga atau proyeksi kuadran III. Proyeksi amerika tata letaknya sama dengan pandangan yang kita lihat. Proyeksi amerika ditunjukkan pada Gambar 2.7 dibawah ini

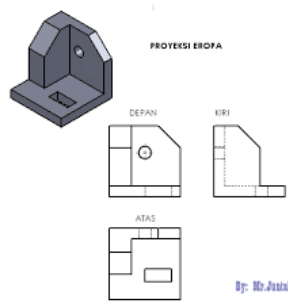


Gambar 2. 7 Proyeksi amerika

(sumber : <http://adiputrasimanjuntak.blogspot.com/2015/06/perbandingan-gambar-proyeksi-amerika.html> diakses pada : 28 Februari 2024).

## 2. Proyeksi eropa

Proyeksi eropa. Proyeksi eropa disebut juga proyeksi sudut utama atau proyeksi kuadran I. Proyeksi eropa merupakan proyeksi yang letaknya terbalik dengan arah pandangannya. Proyeksi eropa ditunjukkan pada Gambar 2.8 dibawah ini.

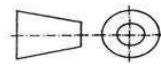


Gambar 2.8 Proyeksi eropa

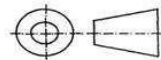
(sumber : <http://adiputrasimanjuntak.blogspot.com/2015/06/perbandingan-gambar-proyeksi-amerika.html> diakses pada : 28 Februari 2024).

Perbedaan yang umum dari kedua standar proyeksi tersebut adalah jenis lambang atau simbol. Berikut adalah contoh lambang dan simbol dari ke dua standar tersebut yang ditunjukkan pada Gambar 2.9 dibawah ini.

- Simbol Proyeksi Eropa



- Simbol Proyeksi Amerika



Gambar 2.9 Simbol proyeksi (Abryandoko, 2020)

### 2.3.2 Solidworks

Pujono, (2019), *solidworks* adalah salah satu *software* yang digunakan untuk merancang *part* permesinan atau susunan *part* pemesinan yang berupa *assembling* dengan tampilan 3D untuk mempresentasikan *part* sebelum *real* partnya dibuat atau tampilan 2D(*drawing*) untuk gambar proses pemesinan. *Software solidwork* selain bisa digunakan untuk proses desain juga bisa digunakan untuk proses *CAM* dan simulasi. Bagian yang ada pada *solidwork* terdiri dari *part*, *drawing*, dan *assembly*.



Gambar 2.10 Perangkat lunak solidworks

#### A. *Part*

Pujono (2019), *part* adalah sebuah objek 3D yang terbentuk dari fitur-fitur. *Part* yang telah dibuat pada *solidwork* bisa digunakan untuk proses *assembly*, agar bentuk gambaran tentang mesin bisa dengan mudah dimengerti. *Part* pada *solidwork* selain digunakan untuk proses *assembly* juga bisa digunakan untuk *drawing 2D*, yang dimana lebih berfokus kepada dimensi (ukuran) dari *part* tersebut. Bentuk file dari *solidwork part* adalah SLDPRT.

#### B. *Drawing*

Pujono (2019), *drawing* adalah templates yang digunakan untuk membuat gambar kerja 2D. Pada proses *drawing* hal yang ditampilkan adalah dimensi (ukuran), gambar detail, skala, proyeksi, gambar potongan, dan lainnya. *Drawing* merupakan sebuah gambar yang nantinya akan digunakan pada waktu proses produksi. Bentuk file dari *solidwork drawing* adalah SLDDRW.

#### C. *Assembly*

Pujono (2019), *assembly* adalah sebuah *document* dimana *parts*, *feature* dan *assembly* lain (*Sub Assembly*) dipasangkan/disatukan bersama. *Assembly* bisa digunakan untuk memberikan gambaran dari sebuah produk, sebelum produk tersebut dilakukan proses produksi (dibuat menjadi nyata). Bentuk file dari *solidwork assembly* adalah SLDASM.

### 2.3.3 Sistem Transmisi

Sistem Transmisi merupakan rangkaian komponen atau suatu sistem yang meneruskan tenaga dari penggerak, dimulai dari penggerak sampai ke alat yang akan digerakkan. Bergeraknya suatu transmisi akan menghasilkan putaran, momen

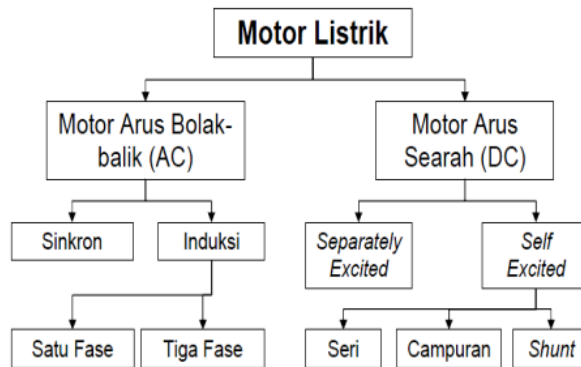
dan kecepatan. Transmisi merupakan salah satu elemen mesin yang berfungsi untuk mentransmisikan daya. Sejauh ini transmisi telah mengalami berbagai perkembangan, baik dari segi desain maupun jenis material yang digunakan untuk mentransmisikan daya dari suatu mesin. Transmisi mempunyai banyak jenis model dan fungsinya karena berkembang seiring bertambahnya kebutuhan terhadap penyalur daya (Luthfianto, 2017).

#### **2.3.4 Elemen Mesin**

Elemen Mesin merupakan bagian-bagian suatu konstruksi yang mempunyai bentuk serta fungsi tersendiri, seperti baut-mur, pen, pasak, poros, kopling, sabuk dan pulli, rantai dan *sprocket*, roda gigi dan sebagainya. Dalam penggunaan elemen mesin bisa berfungsi sebagai elemen pengikat, elemen pemindah atau transmisi, elemen penyangga, elemen pelumas, elemen pelindung, dan sebagainya. Adapun komponen-komponen elemen mesin seperti :

##### **A. Motor penggerak**

Bagia,dkk. (2018) Motor listrik adalah alat untuk mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Begitu juga dengan sebaliknya yaitu alat untuk mengubah energi mekanik menjadi energi listrik yang biasanya disebut dengan generator atau *dynamo*. Pada motor listrik yang tenaga listrik diubah menjadi tenaga mekanik. Dibawah ini adalah bagan mengenai macam-macam motor listrik berdasarkan pasokan input, konstruksi, dan mekanisme operasi yang terangkum dalam klasifikasi motor listrik. Secara umum motor listrik ada 2 yaitu motor listrik AC dan motor listrik DC. motor listrik AC dan motor listrik DC juga terbagi lagi menjadi beberapa bagian-bagian lagi, jika digambarkan maka akan terlihat seperti pada Gambar 2.11



Gambar 2. 11 Jenis-jenis motor Listrik (Bagia dkk, 2018)

### 1. Motor DC

Motor arus searah, sebagaimana namanya, menggunakan arus langsung yang tidak langsung/ *direct-unidirectional*. Motor DC digunakan pada penggunaan khusus dimana diperlukan penyalaan *torque* yang tinggi atau percepatan yang tetap untuk kisaran kecepatan yang luas. Keuntungan penggunaan motor DC adalah sebagai pengendali kecepatan, yang tidak mempengaruhi kualitas pasokan daya. Motor DC umumnya dibatasi untuk penggunaan berkecepatan rendah, penggunaan daya rendah hingga sedang, ini dikarenakan karena sering terjadi masalah dengan perubahan ara harus listrik mekanis pada ukuran yang lebih besar. Motor DC juga relatif lebih murah dari pada motor AC. Gambar motor listrik DC ditunjukkan pada Gambar 2.12



Gambar 2. 12 Motor Listrik DC (Bagia dkk, 2018)

### 2. Motor AC

Motor arus bolak balik menggunakan arus listrik yang membalikkan arahnya secara teratur pada rentang waktu tertentu. Motor listrik memiliki dua buah bagian dasar listrik: "*stator*" dan "*rotor*". *Rotor* merupakan komponen listrik berputar untuk memutar asmotor. Motor AC dapat dilengkapi dengan penggerak *frekwensi variable* untuk meningkatkan kendali kecepatan sekaligus

menurunkan dayanya. Berdasarkan karakteristik dari arus listrik yang mengalir, motor AC (*Alternating Current*, Arus Bolak-balik) terdiri dari 2 jenis, yaitu: Motor listrik AC / arus bolak-balik 1 fasa dan Motor listrik AC / arus bolak-balik 3 fasa (Bagia dkk, 2018). Gambar motor listrik AC ditunjukkan pada Gambar 2.13



Gambar 2. 13 Motor Listrik AC (Bagia dkk, 2018)

#### B. Roda gigi

Luntungan, (2013) Roda gigi digunakan untuk mentransmisikan daya besar dan putaran yang tepat. Roda gigi memiliki gigi di sekelilingnya, sehingga penerusan daya dilakukan oleh gigi-gigi kedua roda yang saling berkait. Roda gigi sering digunakan karena dapat meneruskan putaran dan daya yang lebih bervariasi dan lebih kompak daripada menggunakan alat transmisi yang lainnya.



Gambar 2. 14 Roda gigi

#### C. Poros/*shaft*

Poros adalah suatu bagian yang berputar, biasanya berpenampang bulat dimana terpasang komponen-komponen seperti puli, sproket, dan lain sebagainya. Didalam sebuah mesin poros berfungsi untuk meneruskan tenaga bersama-sama dengan putaran motor penggerak. Macam-macam poros antara lain (Sularso & Suga, 2008):

##### 1. Poros Transmisi

Poros ini mendapat beban puntir murni atau puntir dan lentur. Daya ditransmisikan kepada poros ini melalui kopling, roda gigi, puli, sabuk dan rantai.

## 2. Poros *Spindle*

*Spindel* adalah poros transmisi yang relatif pendek, seperti poros utama mesin perkakas, dimana beban utamanya berupa puntiran. Syarat yang harus dipenuhi oleh poros ini adalah deformasinya harus kecil dan bentuk serta ukurannya harus teliti.

## 3. Poros Gandar

Gandar adalah poros yang dipasang diantara roda-roda kereta barang dimana tidak mendapat beban puntir. Gandar hanya mendapat beban lentur, kecuali jika digerakkan oleh penggerak mula dimana akan mengalami beban puntir juga.

## D. Bantalan/*bearing*

Bantalan (*Bearing*) adalah elemen mesin yang menumpu poros terbeban, sehingga putaran atau gerakan bolak-baliknya dapat berlangsung secara halus, aman, dan panjang umur pemakaiannya. Bantalan harus cukup kokoh untuk memungkinkan poros serta elemen mesin lainnya bekerja dengan baik. Klasifikasi bantalan menurut Sularso, (2008):

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 aksial, arah bantalan ini adalah tegakk lurus sumbu poros.
  - b. Bantalan radial, bantalan ini sejajar dengan sumbu poros.
  - c. Bantalan gelinding khusus, bantalan ini dapat menumpu beban yang arahnya sejajar dan tegak lurus sumbu poros.



Gambar 2. 15 Bantalan

### 2.3.5 Perhitungan elemen mesin

Perhitungan elemen mesin digunakan sebagai acuan untuk dibuatnya ukuran dari sistem transmisi dan meja putar mesin penumbuk melinjo sebelum dilakukan proses produksi. Perhitungan tersebut dilakukan supaya sistem transmisi bekerja dengan baik. Rumus untuk dilakukannya perhitungan elemen mesin adalah sebagai berikut.

#### A. Perencanaan daya motor

Adapun rumus yang digunakan untuk melakukan perhitungan perencanaan daya motor adalah sebagai berikut (Sularso & Suga, 2008)

##### 1. Menentukan gaya

$$F = m \cdot g \quad (3.1)$$

Dimana:  $F$  = gaya (N)

$m$  = massa (Kg)

$g$  = gravitasi ( $9,8 \text{ m/s}^2$ )

##### 2. Menentukan torsi

$$T = F \cdot r \quad (3.2)$$

Dimana:  $T$  = torsi (N.m)

$F$  = gaya (N)

$r$  = jari jari *hammer* (m)

##### 3. Menghitung kecepatan sudut

$$\omega = \frac{2 \cdot \pi \cdot n_2}{60} \quad (3.3)$$

Dimana:  $\omega$  = satuan kecepatan sudut (rad/s)

$n_2$  = putaran (rpm)

##### 4. Menentukan daya



$$P = T \cdot \omega$$

(3.4)

Dimana: P = Daya (Hp)

T = Torsi (N.m)

 $\omega$  = satuan kecepatan sudut (rad/s)

## B. Perencanaan poros

Adapun rumus yang digunakan untuk melakukan perhitungan perencanaan poros adalah sebagai berikut (Sularso & Suga, 2008)

### 1. Daya rencana

$$p_d = F_c \times P \quad (3.5)$$

Dimana:  $p_d$  = Daya rencana (Kw) $F_c$  = Faktor koreksi

P = Daya (Kw)

### 2. Momen puntir rencana

$$T = 9,74 \times 10^5 \times \frac{p_d}{n^2} \quad (3.6)$$

Dimana: T = momen rencana (Kg.mm)

n = putaran poros (rpm)

 $p_d$  = daya rencana (kw)

### 3. Tegangan geser

$$\tau_\alpha = \sigma_B / (Sf_1 \times Sf_2) \quad (3.7)$$

Dimana:  $\tau_\alpha$  = tegangan geser (Kg/mm<sup>2</sup>) $\sigma_B$  = kekuatan tarik diambil sebesar 45% (Kg/mm<sup>2</sup>) $Sf_1$  = faktor keamanan 1 $Sf_2$  = faktor keamanan 2

### 4. Diameter poros

$$d_s = [(5,1/\tau_\alpha) \sqrt{(K_m \cdot M)^2 + (K_t \cdot T)^2}]^{1/3} \quad (3.8)$$

Dimana:  $d_s$  = diameter poros (mm) $K_t$  = faktor koreksi puntiran $K_m$  = faktor koreksi lentur

$M =$  momen lentur (Kg.mm)

### C. Perhitungan bantalan

Adapun rumus yang digunakan untuk melakukan perhitungan bantalan adalah sebagai berikut (Sularso & Suga, 2008)

#### 1. Perhitungan beban ekuivalen

$$P_r = X.V.Fr + Y.Fa \quad (3.9)$$

Dimana:  $P_r =$  beban ekuivalen (Kg)

$Fa =$  beban aksial (Kg)

$V =$  pembebanan pada cincin yang berputar bernilai 1

$Fr =$  beban radial (Kg)

#### 2. Faktor kecepatan

$$f_n = \left(\frac{33,3}{n}\right)^{\frac{1}{3}} \quad (3.9)$$

Dimana:  $f_n =$  faktor kecepatan

$n =$  kecepatan putaran (rpm)

#### 3. Faktor umur

$$F_h = F_n \frac{c}{p_r} \quad (3.10)$$

Dimana:  $F_h =$  faktor umur

$F_n =$  faktor kecepatan

$c =$  beban nominal dinamis spesifik (Kg)

$p_r =$  beban ekuivalen dinamis (Kg)

#### 4. Umur bantalan

$$L_h = 500.f_h^3 \quad (3.11)$$

Dimana:  $L_h =$  umur bantalan

### D. Perhitungan pasak

Adapun rumus yang digunakan untuk melakukan perhitungan pasak adalah sebagai berikut (Sularso, 1994).

#### 1. Gaya tangensial pada permukaan poros

$$F = \frac{T}{(d_s/2)} \quad (3.12)$$

Dimana:  $F$  = Gaya tangensial pada permukaan poros (Kg)

$T$  = Momen rancana dari poros (Kg.mm)

$d_s$  = Diameter poros (mm)

2. Tegangan geser yang diizinkan

$$\tau_{k\alpha} = \frac{\sigma_B}{Sf_1 \cdot Sf_2} \quad (3.13)$$

Dimana:  $\tau_{k\alpha}$  = Tegangan geser yang diizinkan (Kg/mm<sup>2</sup>)

$\sigma_B$  = kekuatan tarik (Kg/mm<sup>2</sup>)

$Sf_1$  = faktor keamanan 1

$Sf_2$  = faktor keamanan 2

3. Panjang pasak

$$l_1 = \frac{F}{b \cdot \tau_{k\alpha}} \quad (3.14)$$

Dimana:  $l_1$  = Panjang pasak (mm)

$F$  = Gaya tangensial pada permukaan poros (Kg)

$\tau_{k\alpha}$  = Tegangan geser yang diizinkan (Kg/mm<sup>2</sup>)

4. Tegangan geser

$$\tau_k = \frac{F}{b \cdot l} \quad (3.15)$$

Dimana:  $\tau_k$  = Tegangan geser (Kg/mm<sup>2</sup>)

$b$  = lebar pasak (mm<sup>2</sup>)

$l$  = Panjang pasak (mm<sup>2</sup>)

E. Perhitungan roda gigi (Sularso & Suga, 2008)

A. Daya rencana (Pd) (3.16)

$$Pd = fc \times P$$

B. Diameter sementara lingkaran jarak bagi ( $d'$ )

$$d'_1 = \frac{2 \times a \times i}{1+i} \quad (3.17)$$

C. Jumlah gigi ( $Z$ )

$$Z_1 = \frac{d'_1}{m} \quad (3.18)$$

$$Z_2 = \frac{d'_2}{m}$$

D. Diameter lingkaran jarak bagi roda gigi standar ( $d_o$ )

$$d_{o1} = Z_1 \times m \quad (3.19)$$

$$d_{02} = Z_2 \times m$$

Jarak sumbu poros ( $a_o$ )

$$a_o = \frac{d_{01} + d_{02}}{2} \quad (3.20)$$

E. Diameter kepala ( $d_k$ )

$$d_{k1} = (Z_1 + 2) \times m \quad (3.21)$$

$$d_{k2} = (Z_2 + 2) \times m$$

F. Diameter kaki ( $d_f$ )

$$d_{f1} = (Z_1 - 2) \times m - (2 \times C_k) \quad (3.22)$$

$$d_{f2} = (Z_2 - 2) \times m - (2 \times C_k)$$

G. Kedalaman pemotongan ( $H$ )

$$H = (2 \times m) + C_k \quad (3.23)$$

H. Kecepatan keliling ( $v$ )

$$v = \frac{\pi \times d_{01} \times n_1}{60 \times 1000} \quad (3.24)$$

Gaya tangensial roda gigi ( $F_t$ )

$$F_t = \frac{102 \times P_d}{v} \quad (3.25)$$

I. Faktor dinamis

$$F_v = \frac{6}{6 + v} \quad (3.26)$$

J. Beban lentur yang diijinkan per satuan lebar

$$F'_1 = \sigma_{a1} \times m \times Y_1 \times F_v \quad (3.27)$$

$$F'_2 = \sigma_{a2} \times m \times Y_2 \times F_v$$

K. Beban permukaan yang diizinkan per satuan lebar

$$F'_H = k_H \times d_{01} \times \frac{2 \times Z_2}{Z_1 + Z_2} \times F_v \quad (3.28)$$

L. Lebar atau tebal sisi ( $b$ )

$$b = \frac{F_t}{F'_{\min}} \quad (3.29)$$

## 2.5 Proses Produksi

### 2.5.1 Proses pengukuran

Mengukur adalah proses membandingkan ukuran (dimensi) yang tidak diketahui terhadap standar ukuran tertentu. Alat ukur yang baik merupakan kunci dari proses produksi massal. Tanpa alat ukur, elemen mesin tidak dapat dibuat cukup akurat untuk menjadi mampu tukar (*interchangeable*). Pada waktu merakit, komponen yang dirakit harus sesuai satu sama lain. Pada saat ini, alat ukur merupakan alat penting dalam proses pemesinan dari awal pembuatan sampai dengan kontrol kualitas di akhir produksi.

Jangka sorong adalah alat ukur yang sering digunakan di bengkel mesin. Jangka sorong berfungsi sebagai alat ukur yang biasa dipakai operator mesin yang dapat mengukur panjang sampai dengan 200 mm, ketelitian 0,05 mm. Jangka sorong tersebut memiliki skala ukur (*vernier scale*) dengan cara pembacaan tertentu. Ada juga jangka sorong yang dilengkapi jam ukur, atau dilengkapi penunjuk ukuran digital. Pengukuran menggunakan jangka sorong dilakukan dengan cara menyentuhkan sensor ukur pada benda kerja yang akan diukur (Widarto, 2008, BAB 4). Gambar jangka sorong ditunjukkan pada Gambar 2.17 di bawah ini.



Gambar 2. 16 Jangka sorong (Widarto 2008)

### 2.5.2 Proses pemotongan

Proses pemotongan adalah proses yang paling dasar dilakukan untuk membuat suatu mesin, baik pada awal proses ataupun akhir proses. Dalam proses pemotongan ini dilakukan dengan berbagai jenis alat potong logam. Mesin Gerinda adalah salah satu mesin perkakas yang digunakan untuk mengasah/memotong benda kerja dengan tujuan tertentu. Prinsip kerja Mesin Gerinda adalah batu gerinda berputar bersentuhan dengan benda kerja sehingga terjadi pengikisan, penajaman, pengasahan, atau pemotongan (Widarto, 2008, BAB 10). Macam-macam mesin gerinda :

### A. Gerinda tangan

Mesin gerinda tangan merupakan mesin yang berfungsi untuk menggerinda benda kerja. Ciri khas dari gerinda tangan yaitu dioperasikan menggunakan tangan. Berbeda dengan gerinda lainnya yang sudah memilikiudukan. Alat gerinda ini hanya ditujukan untuk benda kerja berupa logam yang keras seperti besi dan stainless steel. Gerinda ini dapat diubah mata potongnya sesuai dengan kebutuhan dan material yang akan digerinda. Gambar mesin gerinda tangan ditunjukkan pada Gambar 2.18 di bawah ini.



Gambar 2. 17 Mesin gerinda tangan

### B. Mesin gerinda potong

Mesin gerinda potong merupakan mesin gerinda yang digunakan untuk memotong benda kerja dari bahan plat atau pipa. Gerinda ini menggunakan kecepatan yang tinggi pada saat proses pemotongan. Mesin gerinda potong dapat memotong benda kerja plat ataupun pipa dari bahan baja dengan cepat dan mudah karena sudah terdapat kedudukan. Gambar mesin gerinda potong ditunjukkan pada Gambar 2.18 di bawah ini.



Gambar 2. 18 Gerinda potong

### C. Mesin gerinda duduk

Hampir sama dengan ,mesin gerinda tangan, posisi mesin gerinda dipasangkan pada kedudukan. Untuk melakukan penggerindaan, benda kerja didekatkan dan ditempelkan ke roda gerinda yang berputar hingga permukaan

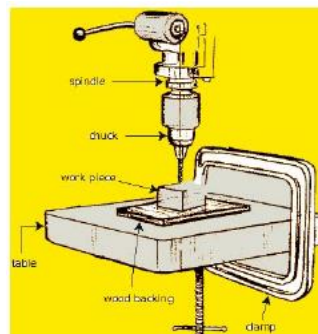
benda kerja terkikis oleh roda gerinda. Mata gerinda yang digunakan pada mesin gerinda duduk lebih tebal dan terbuat dari bahan khusus. Mesin gerinda duduk banyak digunakan untuk mengasah pahat, mengikis benda kerja maupun menghaluskan permukaan benda kerja setelah proses pengelasan. Gambar mesin gerinda duduk ditunjukkan pada Gambar 2.19 di bawah ini.



Gambar 2. 19 Gerinda duduk

### 2.5.3 Proses gurdi

Proses gurdi adalah proses pemesinan yang paling sederhana diantara proses pemesinan lainnya. Biasanya di bengkel atau workshop proses ini dinamakan proses bor (Widarto, 2008, BAB 8). Proses gurdi (*drilling*) dapat dilihat pada gambar di bawah ini. Gambar proses gurdi ditunjukkan pada Gambar 2.20 di bawah ini.

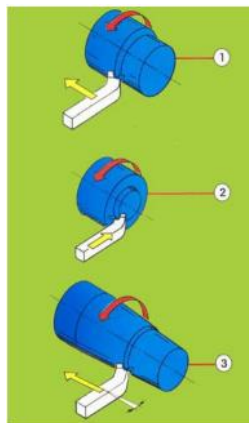


Gambar 2. 20 Proses gurdi (*drilling*) (Widarto, 2008)

### 2.5.4 Proses bubut

Proses bubut adalah proses pemesinan untuk menghasilkan bagian-bagian mesin berbentuk silindris yang dikerjakan dengan menggunakan mesin bubut. Prinsip dasarnya dapat didefinisikan sebagai proses pemesinan permukaan luar benda silindris atau bubut rata. Proses bubut permukaan adalah proses bubut yang identik dengan proses bubut rata, tetapi arah gerak pemakanan tegak lurus terhadap

sumbu benda kerja. Proses bubut tirus/*tapper turning*, sebenarnya identik dengan proses bubut rata di atas, hanya jalannya pahat membentuk sudut tertentu terhadap sumbu benda kerja. Demikian juga proses bubut *kontur*, dilakukan dengan cara memvariasikan kedalaman potong sehingga menghasilkan bentuk yang diinginkan. Tiga parameter utama pada setiap proses bubut adalah kecepatan putar spindel (*speed*), gerak makan (*feed*) dan kedalaman potong (*depth of cut*). Gambar proses bubut ditunjukkan pada Gambar 2.21 di bawah ini.



Gambar 2. 21 (a) Proses bubut rata, (b) bubut permukaan, dan (c) bubut tirus.  
(Widarto, 2008)

Faktor yang lain seperti bahan benda kerja dan jenis pahat sebenarnya juga memiliki pengaruh yang cukup besar, tetapi tiga parameter diatas adalah bagian yang bisa diatur oleh operator langsung pada mesin bubut. Kecepatan putaran (*speed*), selalu dihubungkan dengan sumbu utama (*spindel*) dan benda kerja. Kecepatan putar dinotasikan sebagai putaran per menit (*rotations per minute, rpm*). Akan tetapi yang diutamakan dalam mesin bubut adalah kecepatan potong (*cutting speed*) atau kecepatan benda kerja yang dilalui pahat/keliling benda kerja, Secara sederhana kecepatan potong dapat digambarkan sebagai keliling benda kerja dikalikan dengan kecepatan putar (Widarto, 2008, BAB 6).

### 2.5.5 Proses *Frais*

Proses pemesinan frais (*milling*) adalah proses penyayatan benda kerja menggunakan alat potong dengan mata potong jamak yang berputar. Proses penyayatan dengan gigi potong yang banyak yang mengitari pisau ini bisa



menghasilkan proses pemesinan lebih cepat. Permukaan yang disayat bisa berbentuk datar, menyudut, atau melengkung. Permukaan benda kerja bisa juga berbentuk kombinasi dari beberapa bentuk (Widarto, 2008, BAB 7). Gambar Mesin *Frais* ditunjukkan pada Gambar 2.22 di bawah ini.



Gambar 2. 22 Mesin *Frais* (Widarto, 2008)

### 2.5.6 Proses perakitan

Perakitan adalah suatu proses penyusunan dan penyatuan beberapa bagian komponen menjadi suatu alat atau mesin yang mempunyai fungsi tertentu. Pada prinsipnya perakitan dalam proses manufaktur terdiri dari pasangan semua bagian-bagian komponen menjadi suatu produk, proses pengencangan, proses inspeksi dan pengujian fungsional, pemberian nama atau label, pemisahan hasil perakitan yang baik dan hasil perakitan yang buruk, serta pengepakan dan penyiapan untuk pemakaian akhir. Perakitan merupakan proses khusus bila dibandingkan dengan proses manufaktur lainnya, misalnya proses permesinan (*frais*, bubut, bor, dan gerinda) dan pengelasan yang sebagian pelaksanaannya hanya meliputi satu proses saja. Sementara dalam perakitan bisa meliputi berbagai proses manufaktur. Sistem perakitan ada beberapa macam jenis perakitan yang sering digunakan di dunia industri, hal ini tergantung pada pekerjaan yang akan dilakukan (Eki Faqih Akbaruddin, 2020).

### 2.5.7 Proses finishing

Proses *finishing* merupakan tahap terakhir dari urutan proses produksi. Pada tahap ini meliputi pembersihan sisa pemotongan dan pengelasan material yang masih menempel pada rangka mesin serta pelapisan rangka mesin

menggunakan cat. Pembersihan pada sisa material yang tidak rapi dapat menggunakan gerinda tangan lalu dilakukan pengamplasan agar beberapa permukaan yang kasar dan berkarat juga bekas las akan menjadi lebih rapi. Terakhir pelapisan rangka dengan menggunakan cat khusus yang digunakan pada besi bertujuan untuk memberi perlindungan dari karat dan menambah *life time* rangka mesin

### 2.5.8 Perhitungan proses produksi

#### A. Perhitungan proses gurdi

Adapun rumus yang digunakan untuk melakukan perhitungan proses gurdi adalah sebagai berikut (Rochim, 2007).

##### 1. Perhitungan kecepatan potong

$$n = \frac{v \cdot 1000}{\pi \cdot d} \quad (3.30)$$

Dimana:  $v$  = kecepatan potong (m/menit)

$n$  = putaran spindle (rpm)

$d$  = diameter gurdi (mm)

##### 2. Gerak makan untuk baja

$$f = 0,084 \sqrt[3]{d} \quad (3.31)$$

Dimana:  $f$  = Gerak makan (mm/putaran)

$d$  = Diameter benda kerja (mm)

##### 2. Kecepatan makan

$$V_f = f \cdot 2 \cdot n \quad (3.32)$$

Dimana:  $V_f$  = Kecepatan makan (mm/menit)

$f$  = Gerak makan (mm/putaran)

$n$  = putaran poros utama (putaran/menit)

##### 4. Perhitungan waktu pemotongan

$$t_c = \frac{l_t}{v_f} \quad (3.33)$$

Dimana:  $t_c$  = Waktu pemotongan (menit)

$V_f$  = Kecepatan makan (mm/putaran)

$l_t = l_v + l_w + l_n$

$l_v$  = panjang langkah awal pemotongan (mm)

$l_w$  = panjang pemotongan benda kerja (mm)

$l_n$  = panjang langkah akhir pemotongan (mm)

## B. Perhitungan proses bubut

Adapun rumus yang digunakan untuk melakukan perhitungan proses bubut adalah sebagai berikut (Rochim, 2007).

### 1. Putaran benda kerja

$$n = \frac{v \cdot 1000}{\pi \cdot d} \quad (3.34)$$

Dimana:  $n$  = putaran benda kerja (putaran/menit)

$d$  = Diameter benda kerja (mm)

$V$  = Kecepatan potong (m/menit)

### 2. Kecepatan makan

$$V_f = f \cdot n \quad (3.35)$$

Dimana:  $V_f$  = Kecepatan makan (mm/menit)

$f$  = Gerak makan (mm/putaran)

$n$  = putaran poros utama (putaran/menit)

### 3. Waktu pemotongan

$$t_c = \frac{l_t}{v_f} \quad (3.36)$$

Dimana:  $t_c$  = Waktu pemotongan (menit)

$V_f$  = Kecepatan makan (mm/putaran)

$l_t = l_v + l_w + l_n$

$l_v$  = panjang langkah awal pemotongan (mm)

$l_w$  = panjang pemotongan benda kerja (mm)

$l_n$  = panjang langkah akhir pemotongan (mm)

## C. Perhitungan proses *frais*

Adapun rumus yang digunakan untuk melakukan perhitungan proses *frais* adalah sebagai berikut (Rochim, 2007).

### 1. Kecepatan potong

$$n = \frac{v \cdot 1000}{\pi \cdot d} \quad (3.37)$$

Dimana:  $V$  = Kecepatan potong (m/menit)  
 $d$  = Diameter pisau (mm)  
 $n$  = putaran benda kerja (putaran/menit)

## 2. Gerak makan per gigi

$$V_f = f_z \cdot z \cdot n \quad (3.38)$$

Dimana:  $V_f$  = Kecepatan makan (mm/putaran)  
 $f_z$  = Gerak makan per gigi (mm/menit)  
 $z$  = Jumlah gigi / mata potong  
 $n$  = Putaran poros utama (rpm)

## 3. Waktu pemotongan

$$t_c = \frac{l_t}{v_f} \quad (3.39)$$

Dimana:  $t_c$  = Waktu pemotongan (menit)  
 $V_f$  = Kecepatan makan (mm/putaran)  
 $l_t = l_v + l_w + l_n$   
 $l_v$  = panjang langkah awal pemotongan (mm)  
 $l_w$  = panjang pemotongan benda kerja (mm)  
 $l_n$  = panjang langkah akhir pemotongan (mm)

## D. Perhitungan waktu proses pengelasan

Adapun rumus yang digunakan untuk melakukan perhitungan waktu proses pengelasan adalah sebagai berikut

### 1. Jumlah elektroda

$$\text{Jumlah elektroda} = \frac{\text{total panjang las}}{\text{panjang las per batang elektroda}} \quad (3.40)$$

### 2. Waktu pengelasan

$$\text{Waktu pengelasan} = \text{jumlah elektroda} \times \text{waktu perbatang elektroda} \quad (3.41)$$

## E. Perhitungan waktu proses pemotongan

Adapun rumus yang digunakan untuk melakukan perhitungan waktu proses pemotongan adalah sebagai berikut (Rochim, 2007).

### 1. Waktu rata-rata dan waktu pemotongan

$$\text{a. } T \text{ rata-rata} = \frac{T_1 + T_2 + T_3}{3} \quad (3.42)$$

$$\text{b. } T \text{ pemotongan} = T \text{ rata rata} \times \text{Panjangnya pemotongan} \quad (3.43)$$

F. Perhitungan waktu proses pengeboran

Adapun rumus yang digunakan untuk melakukan perhitungan waktu proses pengeboran adalah sebagai berikut (Rochim, 2007).

$$1. \text{ } T \text{ rata-rata} = \frac{T_1 + T_2 + T_3}{3} \quad (3.44)$$

$$2. \text{ } T \text{ pengeboran} = T \text{ rata rata} \times \text{Jumlah bending} \quad (3.45)$$