

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Kajian Pustaka

Dalam tata nama atau sistematika (*taksonomi*) tumbuh-tumbuhan, tanaman kelapa dimasukkan kedalam klasifikasi sebagai berikut tumbuh-tumbuhan, tumbuh berbiji, biji tertutup dan biji berkeping satu. Tanaman kelapa digolongkan ke dalam famili yang sama dengan sagu (*metroxylon sp*), salak (*salaca edulis*), aren (*arenga pinata*), dan lain-lain. Penggolongan *varietes* kelapa pada umumnya didasarkan pada perbedaan umur pohon mulai berubah bentuk dan ukuran buah, warna buah, serta sifat-sifat kusus yang lain. Tanaman pohon kelapa (*Cocos nucifera*) yang termasuk dalam keluarga *Arecaceae* (keluarga palma-palman). Meskipun asal-usul pasti kelapa masih diperdebatkan, sebagian besar ahli meyakini bahwa tanaman ini berasal dari wilayah tropis di Asia Selatan atau wilayah pesisir Samudra Hindia. Kelapa telah menyebar ke berbagai daerah tropis di seluruh dunia, termasuk kawasan Asia, Pasifik, Afrika, Amerika Selatan, dan Karibia. Kelapa memiliki berbagai nama daerah. Secara umum, buah kelapa dikenal sebagai *coconut*, orang belanda menyebutnya *kokosnoot* atau *klapper*, sedangkan orang prancis menyebutnya *cocotier*. Di indonesia kelapa biasanya di sebut krambil atau kelapa.[4]

Alat bantu pamarut kelapa adalah suatu alat yang digunakan untuk membantu atau mempermudah pekerjaan manusia dalam hal pamarutan kelapa. Sedangkan alat bantu pemerassantan kelapa merupakan sebuah alat yang digunakan untuk mempermudah memeras santan kelapa. Sumber tenaga utama alat bantu pamarut dan pemerassantan ini adalah tenaga motor, dimana tenaga motor digunakan untuk menggerakkan atau memutar mata parut melalui perantara sabuk (V-belt). Mesin parut dan perassantan kelapa ini mempunyai sistem transmisi berupa puli. Gerak putar dari motor listrik ditransmisikan ke puli 1, kemudian dari puli 1 ditransmisikan ke

puli 2 dengan menggunakan sabuk. Ketika motor dihidupkan, maka motor akan berputar kemudian putaran ditransmisikan oleh sabuk untuk menggerakkan poros mata parut dan srew.

Dalam kehidupan sehari – hari kita sering menjumpai mesin pamarut dan pemeras santan yang ada di pasar tapi dijual terpisah. Mesin pamarut digunakan untuk memarut kelapa dan sebagainya, dan mesin pemeras digunakan untuk memeras santan. Mesin pamarut dan pemeras adalah suatu alat bantu yang digunakan untuk membantu dan mempermudah pekerjaan manusia dalam hal produksi santan kelapa. Oleh karena itu dalam kesempatan ini perlu dibuat alat pamarut lain yang lebih efisien dan mudah digunakan, dimana konstruksi mesin akan dikombinasikan antara alat bantu pamarut dan pemerasnya, yang mana mesin pamarut dan pemeras ini menggunakan tenaga listrik sebagai sumber energinya.

## **2.2 Motor Penggerak**

Motor penggerak adalah suatu jenis mesin atau alat yang bertugas untuk memberikan tenaga atau daya untuk menggerakkan atau menggerakkan perangkat atau mesin lainnya. Motor penggerak dapat berupa motor listrik, mesin pembakaran dalam, atau jenis motor lainnya, tergantung pada aplikasinya. Motor penggerak sering digunakan dalam berbagai industri dan aplikasi, seperti di sektor otomotif, manufaktur, pertanian, transportasi, dan sebagainya.[5]

### **2.2.1 Motor Listrik**

Motor listrik adalah suatu perangkat yang mengubah energi listrik menjadi energi mekanik atau gerakan. Ini menciptakan putaran dan torsi untuk menggerakkan mesin atau perangkat lainnya. Motor listrik merupakan komponen penting dalam berbagai aplikasi, seperti industri manufaktur, transportasi, rumah tangga, dan lainnya.[6] Untuk memahami motor listrik penting untuk mengetahui apa itu beban motor. Beban mengacu kepada keluaran tenaga putar/torsi sesuai dengan kecepatan yang diperlukan. Beban umumnya dapat dikategorikan ke dalam tiga kelompok:

1. Beban dengan torsi konstan, adalah beban dimana permintaan keluaran energinya bervariasi dengan kecepatan operasinya, namun torsinya tidak bervariasi. Contoh beban dengan torsi konstan adalah conveyors, rotary kilns, dan pompa displacement konstan.
2. Beban variabel, adalah beban dengan torsi yang bervariasi dengan kecepatan operasi. Contoh beban dengan torsi variable adalah pompa sentrifugal dan fan (torsi bervariasi sebagai kwadrat kecepatan).
3. Beban bergerak adalah beban yang mengalami perubahan atau variasi selama operasi motor, seperti beban pemuatan dan pembongkaran dalam aplikasi konveyor.[7]

Berdasarkan sumber tegangan kerjanya motor listrik dapat dibedakan menjadi dua jenis yaitu :

A. Motor Listrik Arus Bolak – Balik / AC (*Alternating Current*)

Motor listrik bolak-balik, juga dikenal sebagai motor listrik AC (*Alternating Current*), adalah jenis motor listrik yang beroperasi dengan menggunakan arus bolak-balik. Motor ini sangat umum digunakan dalam berbagai aplikasi, baik di industri, transportasi, atau keperluan rumah tangga. Motor listrik arus bolak balik mempunyai dua buah bagian dasar listrik, yaitu stator dan rotor. Stator adalah komponen listrik statis, sedangkan rotor sendiri adalah komponen listrik berputar untuk memutar poros motor. Berikut bagian-bagian dari motor listrik AC:

1. Stator/Rangka gandar

Rangka ganda pada motor arus searah, gandar berfungsi sebagai bagian dari rangkaian magnetik yang biasanya di buat dari besi tuang. Pada gandar terdapat seperangkat kutub-kutub medan yang dibuat dari inti laminasi baja pelat dan kumparan medan dipasngkan pada kutub-kutub medan tersebut.



Gambar 2. 1 Stator  
(Repository.unim.ac.id, 2018)

Sepatu kutub dibuat dari besi lapis yang cukup tipis (plat dinamo) yang dijadikan satu, dimasukkan kedalam kumparan magnitnya yang telah di bungkus isolasi yang memadai. Sepatu kutub ini dipasangkan pada rangka (yoke) yang sekaligus jadi badan mesin dengan dua buah baut. Bagian dalam badan motor arus searah (yoke) dibubut agar sepatu kutubnya mempunyai celah udara serapat mungkin (minimum) dan lingkaran dalam betul-betul bulat. Dalam rangka ini ditempatkan sejumlah pasang sepatu kutub. Pasangan kutub U dan S selalu berurutan seperti letak sepatu kutubnya dan ujung-ujung kawat kumparannya dihubungkan satu pada yang lain sehingga keluar hanya 2 ujung dan dipasang pada kotak klem dengan tanda huruf simbol F1 dan F2; pada kotak/plat klem itu juga ditempatkan klem untuk kabel peralatan sikat yang berhubungan dengan jangkar (*armature*) atau rotor dan diberi huruf simbol A1 dan A2.

#### 2. Kumparan Medan

Kumparan medan juga dikenal dengan kumparan penguat untuk menghasilkan medan magnet pada kutub utama (*main pole*) .

#### 3. Rotor atau jangkar

Rotor motor arus searah dilengkapi komutator dengan elemen-elemen sebagai terminal kumparan jangkar motor dan dipasangkan pada poros rotor atau jangkar terbuat dari plat-plat tipis baja campuran dalam bentuk tertentu. Alur-alur pada jangkar dibuat untuk meletakkan lilitan jangkar bantalan atau bearing.

#### 4. Bantalan atau bearing berfungsi:

- Memperlancar gerak putar poros

- Mengurangi gesekan putaran dan perlu diberi pelumas
  - Penstabil poros terhadap gaya horizontal
  - Gaya vertikal poros motor.
5. Tutup ( end plate ) rangka mesin
- Pada motor listrik pasti memiliki 2 bagian casing yang masing-masing terletak pada setiap sisi motor listrik yang di ikat dengan baut yang berfungsi sebagai berikut :

- Dudukan bantalan poros motor/dinamo
- Titik senter antara rotor/poros dengan rumah stator
- Pelindung bagian dalam motor/dynamo

Adapun jenis dari motor listrik AC dibedakan lagi berdasarkan sumber dayanya sebagai berikut :

a. Motor sinkron,

Motor sinkron adalah motor AC bekerja pada kecepatan tetap pada sistim frekwensi tertentu. Motor ini memerlukan arus searah (DC) untuk pembangkitan daya dan memiliki torque awal yang rendah, dan oleh karena itu motor sinkron cocok untuk penggunaan awal dengan beban rendah, seperti kompresor udara, perubahan frekwensi dan generator motor. Motor sinkron mampu untuk memperbaiki faktor daya sistim, sehingga sering digunakan pada sistim yang menggunakan banyak listrik.

b. Motor induksi

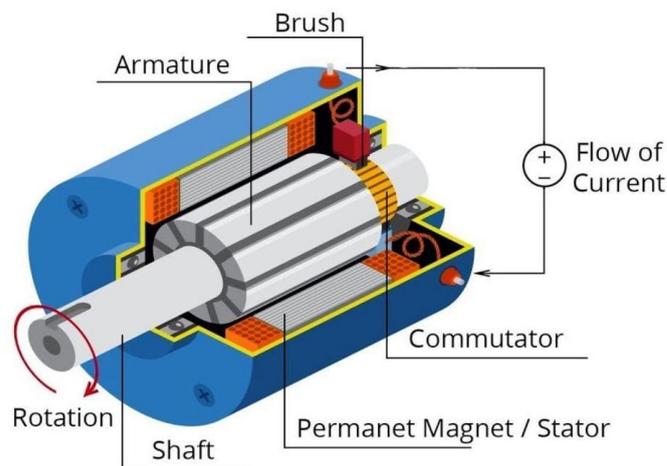
Motor induksi merupakan motor listrik AC yang bekerja berdasarkan induksi meda magnet antara rotor dan stator. Motor induksi dapat diklasifikasikan menjadi dua kelompok utama sebagai berikut [8]:

- Motor induksi satu fase. Motor ini hanya memiliki satu gulungan stator, beroperasi dengan pasokan daya satu fase, memiliki sebuah rotor kandang tupai, dan memerlukan sebuah alat untuk menghidupkan motornya. Sejauh ini motor ini merupakan jenis motor yang paling umum digunakan dalam peralatan rumah tangga, seperti fan angin, mesin cuci dan pengering pakaian,

- Motor induksi tiga fase. Medan magnet yang berputar dihasilkan oleh pasokan tiga fase yang seimbang. Motor tersebut memiliki kemampuan daya yang tinggi, dapat memiliki kandang tupai atau gulungan rotor (walaupun 90% memiliki rotor kandang tupai); dan penyalaan sendiri. Diperkirakan bahwa sekitar 70% motor di industri menggunakan jenis ini, sebagai contoh, pompa, kompresor, belt conveyor, jaringan listrik, dan grinder. Tersedia dalam ukuran 1/3 hingga ratusan Hp.

B. Motor Listrik Arus Searah / DC ( *Direct Current* )

Motor arus searah,(motor DC) 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.



Gambar 2. 2 Motor Listrik DC  
(rahasiabelajar.com, 2022)

Ada tiga komponen utama dalam motor listrik DC:

1. Kutub medan

Kutub medan secara sederhana digambarkan bahwa interaksi dua kutub magnet akan menyebabkan perputaran pada motor DC. Motor DC memiliki kutub medan yang stasioner dan dinamo yang menggerakkan bearing pada ruang diantara kutub medan. Motor DC sederhana memiliki dua kutub medan: kutub utara dan kutub selatan. Garis magnetik energy membesar melintasi bukaan diantara kutub-

kutub dari utara ke selatan. Untuk motor yang lebih besar atau lebih kompleks terdapat satu atau lebih elektromagnet. Elektromagnet menerima listrik dari sumber daya dari luar sebagai penyedia struktur medan.

## 2. Dinamo

Dinamo bila arus masuk menuju dinamo, maka arus ini akan menjadi elektromagnet. Dinamo yang berbentuk silinder, dihubungkan ke as penggerak untuk menggerakkan beban. Untuk kasus motor DC yang kecil, dinamo berputar dalam medan magnet yang dibentuk oleh kutub-kutub, sampai kutub utara dan selatan magnet berganti lokasi. Jika hal ini terjadi, arusnya berbalik untuk merubah kutub-kutub utara dan selatan dinamo.

## 3. Commutator

Commutator komponen ini terutama ditemukan dalam motor DC. Kegunaannya adalah untuk membalikan arah arus listrik dalam dinamo. Commutator juga membantu dalam transmisi arus antara dinamo dan sumber daya.

Ada pun jenis-jenis motor listrik DC[9]:

- a. Motor DC Belitan Gulung (DC Wound Field Motor): Motor DC belitan gulung memiliki rotor yang terdiri dari gulungan kawat tembaga atau aluminium yang terhubung ke komutator. Konstruksi ini memungkinkan pengendalian torsi dan kecepatan yang lebih baik. Motor ini sering digunakan dalam aplikasi industri yang memerlukan kontrol kecepatan yang presisi, seperti pengangkatan beban berat dan mesin industri.
- b. Motor DC Sangkar Tupai (Brushed DC Motor): Motor DC sangkar tupai atau brushed DC motor menggunakan komutator dan sikat (brush) untuk menghubungkan arus listrik ke gulungan rotor. Motor ini memiliki konstruksi sederhana dan murah, namun memerlukan perawatan lebih sering karena gesekan antara sikat dan komutator.
- c. Motor DC Tanpa Sikat (Brushless DC Motor - BLDC): Motor DC tanpa sikat atau BLDC tidak menggunakan komutator dan sikat seperti motor DC sangkar tupai. Pengendalian arus pada motor ini dilakukan secara elektronik melalui perangkat elektronik yang disebut driver motor. BLDC motor

memiliki efisiensi yang lebih tinggi, umur lebih panjang, dan perawatan yang lebih sedikit dibandingkan motor DC sangkar tupai.

- d. **Motor Shunt:** Motor shunt adalah tipe motor DC yang memiliki gulungan shunt yang terhubung paralel dengan gulungan utama (belitan gulung). Motor ini memberikan torsi konstan pada berbagai beban dan kecepatan. Motor shunt sering digunakan dalam aplikasi yang memerlukan torsi awal yang tinggi dan kecepatan yang konstan.
- e. **Motor Seri:** Motor seri adalah jenis motor DC yang memiliki gulungan seri (belitan seri) yang terhubung secara seri dengan gulungan utama. Motor seri memberikan torsi yang tinggi pada beban awal, namun torsi dapat berkurang saat beban berkurang. Motor seri sering digunakan dalam aplikasi yang memerlukan torsi awal yang besar, seperti traksi kendaraan listrik.
- f. **Motor *Compound*:** Motor *compound* adalah gabungan antara motor shunt dan motor seri. Motor ini memiliki gulungan shunt dan seri yang terhubung secara paralel dengan gulungan utama. Motor *compound* menyediakan kombinasi torsi tinggi pada beban awal dan kecepatan konstan pada beban normal.

### **2.2.2 Motor Bakar**

Motor bakar adalah sebuah mesin yang mengubah energi kimia dalam bahan bakar menjadi energi mekanik melalui proses pembakaran di dalam ruang bakar. Mesin ini menggunakan siklus kerja internal, di mana bahan bakar dan udara dicampur dalam ruang bakar dan kemudian dibakar untuk menghasilkan dorongan pada piston. Gerakan piston selanjutnya dikonversikan menjadi gerakan rotasi pada poros motor, menghasilkan daya yang dapat digunakan untuk menggerakkan kendaraan atau peralatan lainnya.

Motor bakar / mesin kalor dapat dikelompokkan menjadi dua jenis yaitu[10]:

- a. *External Combution Engine* (Mesin Pembakaran Luar) yaitu proses pembakaran bahan bakar dilakukan di luar mesin sehingga konstruksi lebih kompleks dan memerlukan area dan peralatan lebih besar. Contoh jenis mesin ini adalah Mesin Uap , Turbin Uap.

- b. *Internal Combustion Engine* (Mesin Pembakaran Dalam) yaitu proses pembakaran bahan bakar dilakukan di dalam mesin itu sendiri sehingga konstruksi lebih sederhana dimana gas hasil pembakaran bahan bakar langsung berfungsi sebagai fluida kerja. Contoh jenis mesin ini adalah Motor Bakar, Turbin Gas. Konstruksi jenis mesin ini lebih sederhana sehingga banyak digunakan sebagai kendaraan atau alat transportasi maupun mesin industri.

Ditinjau dari konstruksi, prinsip kerja dan bahan bakarnya maka Motor Bakar dapat diklasifikasikan sebagai berikut :

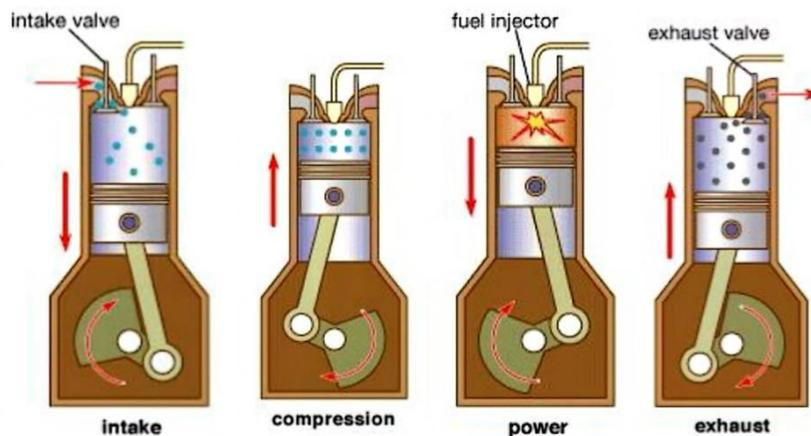
- a. Menurut jumlah selinder : 1 , 2 , 3 , 4 , 5 , 6 , 8 ... Penentuan jumlah selinder yang dipakai tergantung pada kapasitas selinder, semakin banyak selinder, getaran dan suara mesin semakin halus tetapi ukuran mesin semakin panjang dan tidak cocok untuk kendaraan.
- b. Menurut konstruksi selinder : Datar, Tegak, Miring , bentuk V dan Bintang  
Konstruksi Datar sangat baik untuk tenaga karena berat piston dan batan piston tidak mengurangi tekanan hasil pembakaran tetapi mempunyai kelemahan karena mempercepat keausan dinding selinder liner bagian bawah piston. Konstruksi Tegak mempunyai kelemahan karena sebagian tenaga digunakan untuk mengangkat piston dan batang piston pada langkah kompresi dan buang tapi usia ring piston dan selinder liner lebih panjang karena gesekan yang terjadi hampir merata di sekeliling selinder liner. Konstruksi Miring merupakan gabungan antara tegak dan datar dengan tujuan mengurangi gesekan pada selinder liner dan ring piston sekali gus meningkatkan tenaga mesin yang terjadi pada mesin tegak. Konstruksi bentuk V, merupakan gabungan dari konstruksi miring yang bertujuan untuk mengurangi ukuran panjang mesin berselinder banyak tetapi membuat konstruksi blok dan poros engkol menjadi lebih rumit. Konstruksi Bintang ada yang bintang tiga atau lima tergantung pada jumlah selindernya. Mesin jenis ini mempunyai suara dan getaran lebih halus dari jenis lainnya dan tenagapun lebih tinggi pada kapasitas selinder yang sama. Tetapi mempunyai

kelemahan yaitu ukuran (tinggi) mesin bertambah dan konstruksi lebih rumit sehingga mempersulit assembling maupun pemeliharannya.

- c. Menurut bahan bakar : Bensin, Solar dan Alternatif (Gas,LPG,Metanol-Biodiesel dan Dimetil-Eter )
  - d. Menurut sistem pendingin : Air, Udara dan Oli.
  - e. Menurut prinsip kerja : 4 Langkah dan 2 Langkah
1. Motor 4 langkah

Motor 4 langkah adalah jenis mesin pembakaran dalam yang paling umum digunakan pada kendaraan bermotor dan mesin-mesin lainnya. Motor 4 langkah bekerja berdasarkan empat tahap yang berulang-ulang, yaitu langkah pengisian, langkah kompresi, langkah pembakaran, dan langkah pembuangan.

Pada tahap pengisian, katup hisap dibuka dan piston turun, sehingga campuran udara dan bahan bakar dapat masuk ke dalam ruang bakar. Pada tahap kompresi, kedua katup ditutup dan piston naik, menekan campuran udara dan bahan bakar hingga mencapai tekanan yang tinggi. Pada tahap pembakaran, busi menyala dan campuran udara dan bahan bakar terbakar, menghasilkan energi yang mendorong piston turun. Pada tahap pembuangan, katup buang dibuka dan piston naik, membuang gas-gas pembakaran yang tidak terbakar keluar dari ruang bakar.[11]



Gambar 2. 3 Siklus Motor Bakar 4 Langkah  
(Auto, expose.org, 2018)

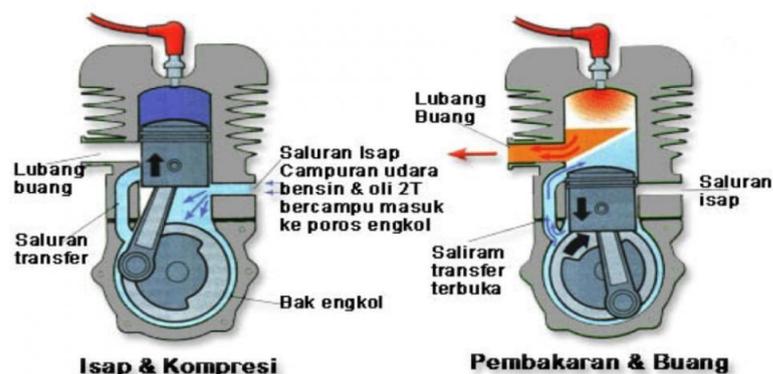
Motor 4 langkah memiliki beberapa keuntungan, seperti efisiensi yang tinggi, emisi yang rendah, dan suara yang lebih halus dibandingkan dengan mesin 2

langkah. Namun, mesin ini juga memerlukan perawatan yang teratur dan bahan bakar yang tepat agar dapat berfungsi dengan baik.[12]

## 2. Motor 2 Langkah

Motor dua tak adalah mesin pembakaran dalam yang menggunakan siklus dua langkah dalam satu putaran kruk as untuk menghasilkan tenaga. Motor ini biasanya digunakan pada kendaraan seperti sepeda motor, motorboat, sepeda listrik, dan sebagainya. Mesin dua tak memiliki keuntungan dalam hal ukuran, berat, dan biaya produksi yang lebih rendah dibandingkan dengan mesin empat tak.[13]

Prinsip kerja motor dua tak adalah menggunakan dua langkah dalam satu putaran kruk as untuk menghasilkan tenaga. Siklus tersebut terdiri dari kompresi dan pembakaran serta langkah isap dan buang gas. Pada saat langkah pertama, campuran udara dan bahan bakar masuk ke dalam ruang bakar dan terkompresi oleh piston yang bergerak ke atas. Kemudian, busi menyala dan menghasilkan percikan api yang membakar campuran udara dan bahan bakar, menghasilkan gas panas yang mendorong piston ke bawah. Langkah kedua adalah langkah buang, di mana piston bergerak ke atas dan mengepaskan gas buang melalui saluran buang. Pada saat yang sama, piston juga menarik campuran udara dan bahan bakar baru ke dalam ruang bakar.



Gambar 2. 4 Siklus Motor 2 Langkah  
(Fastnlow.net, 2021)

### a. Kelebihan Motor Dua Tak:

1. Ringan dan mudah diproduksi: Mesin motor dua tak terdiri dari sedikit bagian dan lebih mudah dirakit, sehingga biaya produksi yang lebih rendah dan lebih ringan dari mesin empat tak.
  2. Daya yang lebih tinggi: Mesin motor dua tak menghasilkan tenaga yang lebih tinggi dibandingkan dengan mesin empat tak dengan ukuran yang sama karena memiliki dua langkah per putaran kruk as.
  3. Akselerasi yang lebih responsif: Karena mesin dua tak menghasilkan tenaga yang lebih tinggi, akselerasi kendaraan menjadi lebih responsif.
- b. Kekurangan Motor Dua Tak:
1. Pencemaran udara: Mesin dua tak menghasilkan lebih banyak emisi karena tidak sepenuhnya membakar campuran udara dan bahan bakar.
  2. Konsumsi bahan bakar yang lebih tinggi: Mesin dua tak mengonsumsi bahan bakar yang lebih banyak dibandingkan dengan mesin empat tak karena tidak sepenuhnya membakar campuran udara dan bahan bakar.
  3. Kinerja yang kurang halus: Karena mesin dua tak menghasilkan tenaga yang lebih tinggi dan proses pembakaran yang tidak sempurna, mesin dua tak sering kali menghasilkan getaran yang lebih besar dan kinerja yang kurang halus dibandingkan dengan mesin empat tak.[14]

### **2.3 Sistem Transmisi**

Sistem transmisi adalah komponen mekanis pada permesinan yang berfungsi untuk mentransfer daya dan torsi dari mesin ke roda penggerak. Sistem ini terdiri dari beberapa komponen utama seperti transmisi, poros transmisi, differential, dan roda penggerak.[15]

#### **2.3.1 Sistem Transmisi Roda Gigi**

Roda gigi mempunyai prinsip kerja berdasarkan pasangan gerak, bentuk gigi dibuat untuk menghindari slip sehingga putaran dan daya dapat berlangsung dengan baik, selain itu dapat dicapai keliling yang sama pada lingkaran singgung sepasang roda gigi. Lingkaran singgung ini disebut lingkaran pitch, pada sepasang

roda gigi perlu diperhatikan bahwa jarak lengkung antara dua gigi yang berdekatan (pitch) .

Jenis-jenis roda gigi:

a. Spur gear yang sama

Roda gigi yang paling sederhana yang terdiri dari silinder dengan gigi-gigi yang terbentuk secara radial. Ujung roda gigi-gigi lurus dan tersusun paralel terhadap aksis rotasi. Roda gigi ini hanya bisa dihubungkan secara paralel.

b. Helix gear

Roda gigi yang ujung roda gigi-giginya tersusun miring pada derajat tertentu, gigi-gigi yang bersudut menghasilkan pergerakan roda gigi menjadi halus dan sedikit getaran.

c. Bevel gear

Roda gigi yang ujung roda gigi-giginya berbentuk seperti kerucut terpotong. Bevel gear dapat berbentuk lurus seperti spur gear atau spiral seperti helix gear. Keuntungan menggunakan bevel gear pergerakan rodagigi halus dan sedikit getaran.

d. Worm gear

Bentuk dari worm gear menyerupai screw berbatang yang dipasangkan dengan spur gear. Worm gear pada umumnya digunakan untuk mendapatkan rasio torsi yang tinggi dan kecepatan yang rendah. Kerugian menggunakan worm gear adalah adanya gesekan yang menyebabkan efisiensi yang rendah sehingga membutuhkan pelumasan.

e. Pinion gear

Pasangan pinion gear terdiri dari roda gigi yang disebut pinion dan batang bergeririgi yang disebut rack. Perpaduan rack dan pinion menghasilkan mekanisme transmisi torsi yang berbeda, ketika pinion berputar, rack akan bergerak lurus. Mekanisme ini digunakan pada beberapa jenis kendaraan untuk mengubah rotasi dari setir kendaraan menjadi pergerakan ke kanan dan kiri dari rack sehingga roda berubah arah.

### 2.3.2 Sistem Transmisi Sabuk

Jarak yang cukup jauh yang memisahkan antara dua buah poros mengakibatkan tidak memungkinkannya menggunakan transmisi langsung dengan roda gigi, sehingga digunakan transmisi sabuk yang dapat menghubungkan kedua poros. Keuntungan menggunakan transmisi sabuk yaitu menghasilkan transmisi daya yang besar pada tegangan yang lebih rendah dibandingkan dengan roda gigi dan rantai, lebih halus dan tak bersuara. Kelemahan menggunakan transmisi sabuk dimana transmisi sabuk memungkinkan terjadinya slip

Jenis-jenis sabuk :

a. Sabuk datar (flat belt)

Jenis sabuk yang paling sederhana dan banyak digunakan pada mesin. Keuntungan menggunakan sabuk datar yaitu sangat efisien untuk kecepatan tinggi, dapat memindahkan jumlah daya yang besar pada jarak sumbu yang panjang.

b. Sabuk-V ( V-Belt)

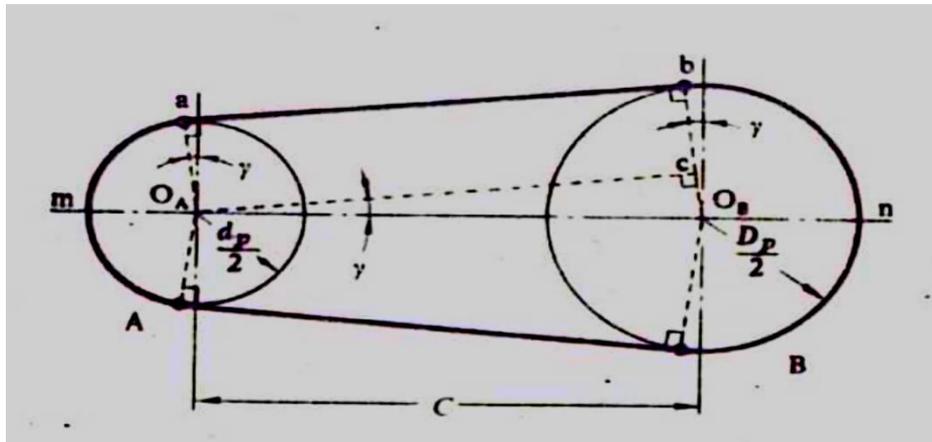
Sabuk-V adalah penyempurnaan dari sabuk datar, dimana bentuk dari sabuk-V difungsikan untuk membawa tarikan yang lebih besar, gaya gesekan yang diterima juga lebih besar sehingga meminimalkan terjadinya slip.

c. Sabuk bergerigi

Berpasangan dengan roda gigi, dimana sabuk ini difungsikan untuk menerima tegangan yang lebih besar, keuntungan menggunakan sabuk bergerigi yaitu tidak terjadinya slip dan suara yang lebih halus dibandingkan rantai.[16]

1. Pulley

Pulley merupakan suatu alat mekanisme yang digunakan untuk menjalankan sesuatu kekuatan alur yang berfungsi menghantarkan suatu daya. Cara kerja puli sering digunakan untuk mengubah arah dari gaya yang diberikan, mengirim gerak dan mengubah arah rotasi.



Gambar 2. 5 Perhitungan Pulley  
(Fransiscus Xaverius Guwosijoyo, 2013)

- Diameter puli yang digerakkan:

$$N_1 \cdot D_2 = N_2 \cdot D_1$$

$$D_2 = \frac{N_1 \cdot D_1}{N_2} \dots\dots\dots(2.1)$$

Dimana:

$D_2$  = Diameter puli yang digerakkan (mm)

$D_1$  = Diameter puli penggerak (mm)

$N_1$  = Putaran puli penggerak (rpm)

$N_2$  = Putaran puli yang digerakkan (rpm)

## 2. Sabuk-V

Sebagian besar sabuk transmisi menggunakan sabuk-V, karena mudah penanganannya dan harganya murah. Selain itu sistem transmisi ini juga dapat menghasilkan transmisi daya yang besar pada tegangan yang relatif rendah. Dalam perhitungan besarnya daya yang di transmisikan tergantung dari beberapa faktor antara lain:

1. Kecepatan linier sabuk.
2. Tegangan sabuk yang terjadi.
3. Bentuk sisi kontak sabuk dan puli.
4. Kondisi sabuk yang dipakai.
5. Bahan sabuk-V: Kulit, Anyaman benang, Karet.
6. Jenis-jenis sabuk :

- a. Tipe standart; ditandai huruf A, B, C, D, & E.
  - b. Tipe sempit; ditandai sombol 3V, 5V, & 8V.
  - c. Tipe untuk beban ringan ; ditandai dengan 3L, 4L, & 5L
1. Kelebihan sabuk V:
    - a. Slip lebih kecil dibandingkan sabuk datar.
    - b. Operasi lebih tenang .
    - c. Mampu meredam kejutan saat start.
  2. Kelemahan sabuk V :
    - a. Tidak dapat digunakan pada jarak poros yang panjang.
    - b. Umur lebih pendek dibandingkan sabuk datar.

Dalam perhitungan sabuk yang harus dihitung antara lain: sudut kontak sabuk ( $\theta$ ), panjang sabuk (L), luas penampang sabuk sesuai dengan tipe yang akan digunakan (A), kecepatan linier sabuk (v), gaya sentrifugal (Tc), gaya maksimum sabuk (Tmax), gaya sisi kancang sabuk (T1), gaya sisi kendor sabuk (T2). merupakan tegangan yang terjadi pada sabuk dan puli, dan gambar tersebut mewakili penjelasan rumus perhitungannya.

- a. Menentukan panjang sabuk

$$P=2 x + \frac{\pi}{2} D2 + D1 + \left(\frac{D2+D1}{x}\right)^2 \dots\dots\dots(2.2)$$

Keterangan :

x = jarak sumbu poros (mm)

D1 = Diameter pulley 1 (mm)

D2 = Diameter Pulley 2 (mm)

P = panjang sabuk (mm)

- b. Kecepatan sabuk

$$V=\frac{\pi.Dp.n}{60} \dots\dots\dots(2.3)$$

Keterangan :

V = kecepatan sabuk (m/s)

Dp = diameter puli penggerak (mm)

n = putaran puli penggerak (rpm)

c. Sudut kontak untuk sabuk terbuka

$$\sin \alpha = \frac{r_1 \cdot r_2}{c} \dots \dots \dots (2.4)$$

Keterangan :

r1 = jari-jari puli besar

r2 = jari-jari puli yang kecil

C = jarak antar poros

### 2.3.3 Sistem transmisi rantai dan sprocket (chain drive)

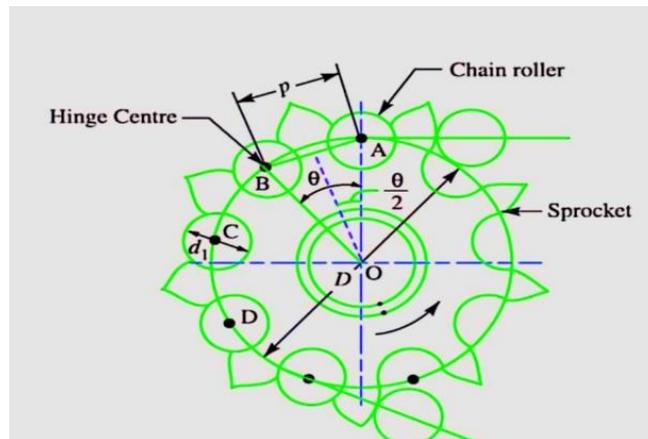
Sistem transmisi rantai dan sproket (chain drive) adalah salah satu jenis mekanisme transmisi daya yang menggunakan rantai dan roda gigi (sproket) untuk mentransfer putaran dan daya antara dua poros. Rantai digunakan sebagai penghubung antara dua sproket yang berbeda ukuran untuk memindahkan daya dari satu poros ke poros lainnya. Kelebihan transmisi ini dibanding dengan transmisi sabuk dan puli yaitu dapat untuk menyalurkan daya yang lebih besar, tidak ada slip. Kekurangan dari transmisi ini yaitu tidak dapat digunakan untuk kecepatan tinggi, dan getaran yang tinggi. [17]

#### 1. Sprocket

Sprocket adalah rudu bergengsi yang berpasang dengan sunan digunakan untuk memindahkan kecepatan dari inducer, mesin ini menggunakan 4 buah sprocket, sprocket sangat enak digunakan untuk kecepatan sudah yang menerima beban yang berat dan tidak slip.

##### a. Pitch

Pitch adalah jarak antara titik pusat roller rantai dan jarak tiap roller runtas.



Gambar 2. 6 Skema Pitch  
(R.S. Khurmi dan J.K. Gupta, 2005)

- b. Diameter lingkaran lingkaran *pitch sprocket*  
Diameter lingkaran pitch aprocket tak pusat roller chain dan yang membentuk sebuah garis lurus sebesar 180 atau membentuk setengah lingkaran

- c. Rantai  
Rantai merupakan pasangan dari sprocket yang menghubungkan 2 sprocket .  
keuntungan memakai sistem transmisi yaitu kekuatan yang lebih kuat dan tidak terjadi selip. Beikut adalah rumus untuk menentukan rasio kecepatan rantai

Jenis-jenis rantai :

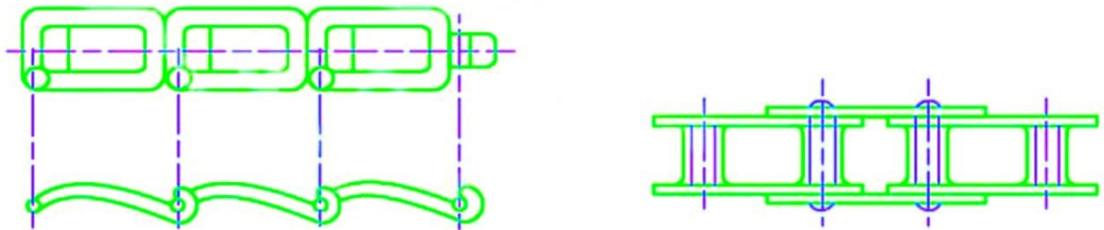
1. Rantai housting dan hauling  
Pengunaan rantai housting dan hauling maksimal berada di kecepatan 0.25 m/s rantai housting dan hauling dibedakan menjadi 2 jenis, yaitu rantai dengan sambungan oval , dan rantai dengan sambungan rantai.



Gambar 2. 7 Rantai sambungan oval dan kotak  
(R.S. Khurmi dan J.K. Gupta, 2005)

2. Rantai conveyer

Pada umumnya rantai conveyor digunakan pada industri besar untuk menghubungkan perpindahan barang secara berlanjut antar divisi di perusahaan tersebut. Ada 2 jenis rantai conveyor yaitu *hook joint type* dan *closed joint type*.



Gambar 2. 8 hook joint type dan closed joint type.  
(R.S. Khurmi dan J.K. Gupta, 2005)

### 3. Rantai Transmisi

Rantai transmisi bertujuan untuk memindahkan daya yang terpisah oleh jarak antar poros yang tidak jauh. Rantai transmisi dibedakan menjadika 3 jenis yaitu : Bush chain, Bush roller chain, Silent chain.

#### a. Rasio Kecepatan rantai dan *sprocket*

$$V.R = \frac{N_1}{N_2} = \frac{T_2}{T_1} \dots\dots\dots(2.5)$$

Keterangan :

N1= Putaran sprocket kecil

N2= Putaran sprocket besar

T1= Jumlah gigi sprocket kecil

T2= Jumlah gigi sprocket besar

#### b. Kecepatan rantai

$$v = \frac{\pi \cdot D \cdot N}{60} = \frac{\pi \cdot p \cdot N}{60} \dots\dots\dots(2.6)$$

Keterangan :

D = Diameter lingkaran pitch ( m )

p = Pitch rantai ( m )

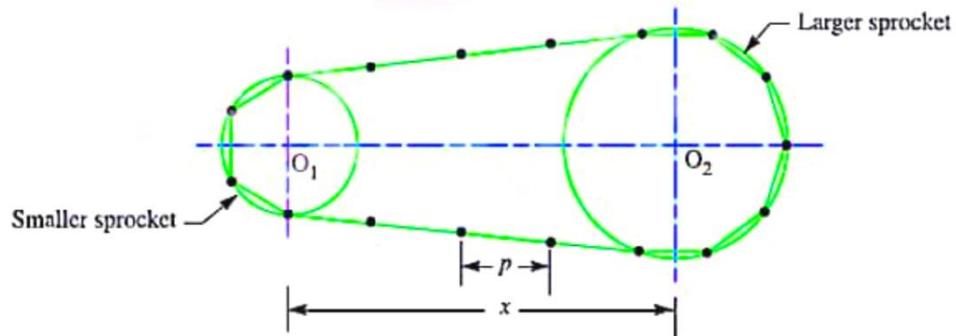
#### c. Panjang rantai

$$L = K \cdot p \dots\dots\dots(2.7)$$

Keterangan :

$K$  = Jumlah sambungan rantai

$P$  = Pitch rantai



Gambar 2. 9 Perhitungan Rantai  
(R.S. Khurmi dan J.K. Gupta, 2005)

### 2.3.4 Poros

Poros adalah salah satu komponen penting dalam banyak mesin dan sistem mekanis. Poros adalah elemen silinder atau batang panjang yang berputar dan digunakan untuk mentransfer daya atau torsi antara dua atau lebih bagian mesin. Poros juga dapat berfungsi sebagai elemen struktural untuk menyatukan komponen mesin secara mekanis.



Gambar 2. 10 Poros  
(TKR\_muh.ssk 2018)

Torsi adalah momen rotasional yang dihasilkan oleh gaya yang bekerja pada jarak tertentu dari poros rotasi. Torsi diukur dalam satuan Newton meter (Nm) atau pound-feet (lb-ft). Torsi memberikan indikasi tentang seberapa besar gaya rotasional yang diterapkan pada suatu benda. Daya adalah tingkat kerja yang dilakukan dalam unit waktu. Dalam konteks mekanika, daya biasanya diukur dalam

watt (W) atau horse power (HP). Daya adalah hasil dari kombinasi torsi dan kecepatan rotasi.

Hubungan antara poros, torsi, dan daya dapat dijelaskan dengan rumus dasar dalam mekanika:

$$T = F \times L \dots\dots\dots(2.8)$$

$$P = \frac{2 \cdot \pi \cdot N \cdot T}{60} \dots\dots\dots(2.9)$$

$$P_d = F_c \times P \dots\dots\dots(2.10)$$

Keterangan :

T= Torsi

F= Gaya/Beban

L/r= Jarak/Jari-jari

P = Daya

X = Jarak poros

D1= diameter pulley 1

D2 = diameter pulley 2

Pd = Daya rencana (W)

Fc = Faktor koreksi

Tabel 2. 1 Faktor Koreksi Daya

Daya yang ditransmisikan	Faktor koreksi (Fc)
Daya rata-rata yang diperlukan	1,2 – 2,0
Daya maksimum yang diperlukan	0,8 – 1,2
Daya normal	1,0 – 1,5

(Suga, Kiyokatsu dan Sularso, 1997)

Poros berhubungan untuk meneruskan daya dapat diklasifikasikan menurut pembebanannya sebagai berikut:

a. Poros Transmisi

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

b. Poros Spindel

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

c. Gandar

Poros seperti ini dipasang diantara roda – roda kereta barang, dimana tidak mendapat beban puntir, bahkan kadang – kadang tidak boleh berputar disebut gandar. Gandar ini hanya mendapat beban lentur, kecuali jika digerakkan oleh penggerak mula dimana akan mengalami beban puntir saja.

## 2.4 Kerangka

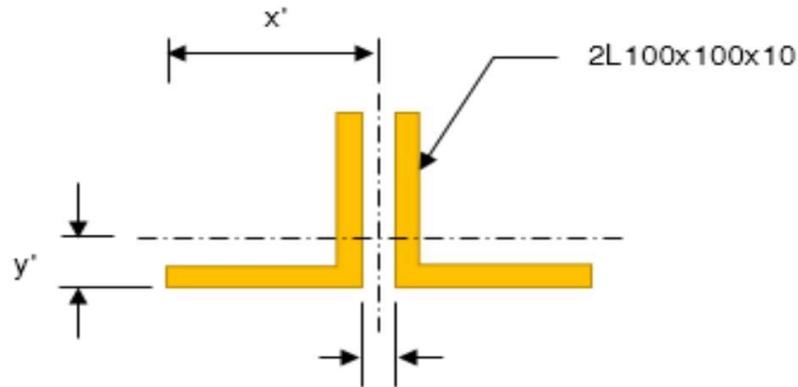
Kerangka adalah struktur atau rangkaian komponen yang membentuk dasar atau struktur utama dari kendaraan, mesin, atau bangunan. Kerangka bertindak sebagai tulang belakang yang memberikan dukungan dan stabilitas untuk berbagai komponen yang ada di dalamnya. Kerangka juga berperan dalam menahan beban dan tahan terhadap gaya dan tekanan yang dikenakan pada sistem.[18]

### 2.4.1 Profil Besi Siku (Angle Iron)

Besi siku dapat disebut dengan nama "angle iron". Nama ini mengacu pada bentuk penampang besi siku yang berbentuk sudut 90 derajat atau "L", yang terlihat seperti huruf "L" atau seperti sudut di dalam sebuah bangunan. Besi siku merupakan salah satu bentuk atau profil dari besi yang memiliki penampang berbentuk huruf "L" dengan dua sisi yang sama panjang yang membentuk sudut 90 derajat. Profil besi siku biasanya tersedia dalam ukuran yang beragam, tergantung pada kebutuhan aplikasi tertentu.

Salah satu cara untuk mengetahui profil besi siku adalah dengan mengetahui dimensi atau ukuran dari besi siku tersebut. Dimensi yang umumnya digunakan untuk menyatakan ukuran besi siku adalah ketebalan ( $t$ ) dan lebar ( $b$ ) dari masing-masing sisi, serta panjang ( $L$ ) dari besi siku tersebut. Contoh penulisan dimensi besi siku adalah  $50 \times 50 \times 5$  mm, yang berarti besi siku tersebut memiliki lebar dan tinggi

masing-masing 50 mm, ketebalan 5 mm, dan panjang yang dapat disesuaikan dengan kebutuhan aplikasi.



Gambar 2. 11 Profil Besi Siku  
(Sumber : Sipil.uma.ac.id 2022)

Profil besi siku umumnya digunakan sebagai elemen struktural dalam konstruksi bangunan, rak, dan kendaraan. Kelebihan dari besi siku adalah kekuatan dan kekakuan yang tinggi sehingga cocok untuk digunakan sebagai penopang beban yang besar. Selain itu, besi siku juga mudah dipotong, dibentuk, dan dihubungkan dengan elemen struktural lainnya menggunakan teknik pengelasan atau perekat. Sebagai elemen struktural, besi siku sering digunakan dalam berbagai aplikasi konstruksi, termasuk dalam pembuatan rangka dan penopang, mesin, peralatan, dan kendaraan. Karena sifatnya yang kuat dan tahan lama, besi siku menjadi pilihan yang populer dan banyak digunakan dalam industri manufaktur dan konstruksi. Untuk menghitung rangka profil siku, ada beberapa rumus yang dapat digunakan tergantung pada informasi yang Anda miliki. Pada umumnya, besi siku terbuat dari baja karbon atau baja tahan karat, tergantung pada kebutuhan aplikasi. Besi siku juga tersedia dalam berbagai ukuran dan ketebalan yang berbeda, sehingga memudahkan untuk disesuaikan dengan spesifikasi dan kebutuhan desain tertentu.[19] Berikut adalah beberapa rumus yang umum digunakan:

- a. Panjang Sisi: Untuk menghitung panjang total rangka profil siku, bisa menggunakan rumus berikut :

$$L = 2 \times (\text{Panjang A} + \text{Panjang B}) \dots \dots \dots (2.11)$$

- b. Luas Penampang: untuk menghitung luas penampangnya, gunakan rumus berikut:

$$A = (\text{LebarA} \times \text{TebalA}) + (\text{LebarB} \times \text{TebalB}) \dots \dots \dots (2.12)$$

- c. Volume penampang: Untuk menghitung keliling penampang profil siku, gunakan rumus berikut:

$$V = A \times \text{Tinggi} \dots \dots \dots (2.13)$$

- d. Berat kerangka: Untuk menghitung berat kerangka profil siku dapat menggunakan rumus berikut :

$$M = \rho \times V \dots \dots \dots (2.14)$$

### 2.4.2 Besi Hollow

Besi hollow dapat disebut dengan nama "hollow structural section" atau disingkat menjadi HSS. Nama ini mengacu pada bentuk penampang pipa besi yang kosong di dalamnya dengan penampang segi empat atau persegi panjang, yang digunakan sebagai elemen struktural dalam berbagai aplikasi konstruksi, seperti bangunan, jembatan, dan lain sebagainya.

Besi hollow adalah jenis bahan konstruksi berbentuk pipa dengan penampang berbentuk segi empat atau persegi panjang yang kosong di dalamnya. Bentuk penampangnya dapat bervariasi tergantung pada kebutuhan aplikasi, dan besi hollow tersedia dalam berbagai ukuran dan ketebalan dinding yang berbeda.



Gambar 2. 12 Besi Hollow  
(Sumber : Perpustakaan.poltek.tegal 2017)

Besi hollow umumnya terbuat dari baja karbon atau baja tahan karat, yang dihasilkan melalui proses pembentukan dan pengelasan pipa baja. Proses pembentukan ini dapat dilakukan dengan beberapa cara, seperti pembentukan

dingin, pembentukan panas, atau penggulangan. Selanjutnya, pipa baja yang dihasilkan kemudian dipotong dan dipoles untuk mendapatkan dimensi dan permukaan yang sesuai dengan kebutuhan.

Besi hollow memiliki sifat-sifat mekanik yang baik, seperti kekuatan, kekakuan, dan ketahanan terhadap korosi, sehingga sering digunakan sebagai elemen struktural dalam konstruksi bangunan, penopang, rangka, dan lain sebagainya. Selain itu, besi hollow juga dapat digunakan sebagai bahan baku dalam pembuatan berbagai produk manufaktur, seperti peralatan olahraga, kendaraan, dan mesin. Kelebihan besi hollow adalah sifatnya yang ringan dan kuat, sehingga mudah dalam proses instalasi dan dapat mengurangi beban struktur keseluruhan. Selain itu, besi hollow juga memiliki tampilan yang rapi dan dapat meningkatkan nilai estetika pada sebuah konstruksi.[20]

## **2.5 Proses Pengerjaan**

Proses pengerjaan adalah serangkaian langkah atau tahapan yang dilakukan untuk mengubah bahan mentah menjadi produk jadi atau komponen yang siap digunakan. Proses ini melibatkan berbagai macam teknik dan metode yang digunakan dalam industri manufaktur atau konstruksi. Proses pengerjaan dapat mencakup tindakan fisik atau non-fisik, tergantung pada jenis pekerjaan yang dilakukan.

Tujuan dari proses pengerjaan adalah mencapai hasil yang diinginkan dengan menggunakan sumber daya yang tersedia secara efektif dan efisien. Ada beberapa pengerjaan yang dilakukan dalam pembuatan alat bantu pamarut dan pemeras buah kelapa yang dilakukan dengan menggunakan mesin. [21]

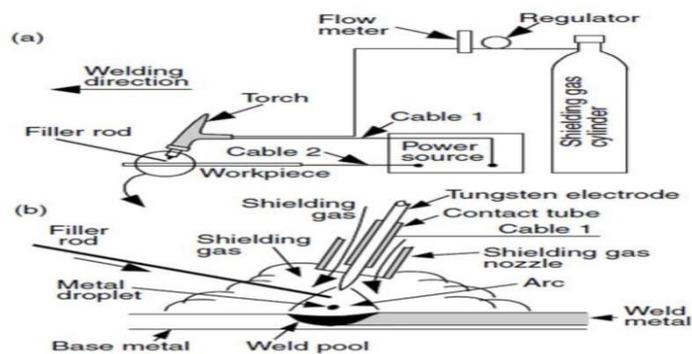
### **2.5.1 Mesin Las**

Dalam proses konstruksi bangunan harus direncanakan pula tentang cara pengelasan, cara pemeriksaan, bahan las dan jenis las yang akan dipergunakan berdasarkan fungsi dari bagian-bagian bangunan atau mesin yang dirancang. Definisi las berdasarkan DIN (Deutsche Industrie Normen) adalah ikatan metalurgi pada sambungan logam atau logam panduan yang dilaksanakan dalam keadaan

lumer atau cair. Secara umum pengelasan dapat didefinisikan sebagai penyambungan dari beberapa batang logam dengan memanfaatkan energi panas.

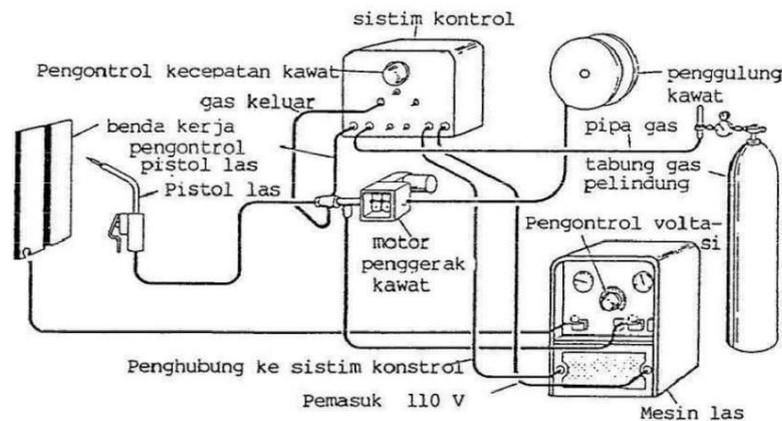
Adapun jenis-jenis las yaitu sebagai berikut[22]:

1. Las TIG (Tungsten Inert Gas), adalah proses pengelasan dimana busur nyala listrik ditimbulkan oleh elektroda tungsten (elektroda tak terumpan) dengan benda kerja logam.



Gambar 2. 13 Rangkaian Mesin Las TIG  
( Wiley-Interscience,2003)

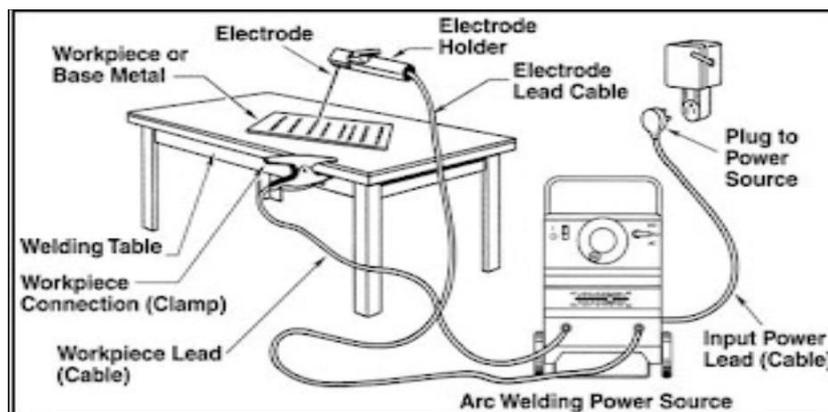
2. Las MIG (Metal Inert Gas) dan Las MAG (Metal Active Gas), adalah juga las busur listrik dimana panas yang ditimbulkan oleh busur listrik antara ujung elektroda dan bahan dasar, karena adanya arus listrik dan menggunakan elektrodanya berupa gulungan kawat yang berbentuk rol yang gerakannya diatur oleh pasangan roda gigi yang digerakkan oleh motor listrik. Kecepatan gerakan elektroda dapat diatur sesuai dengan keperluan.



Gambar 2. 14 Rangkaian Mesin Las MIG

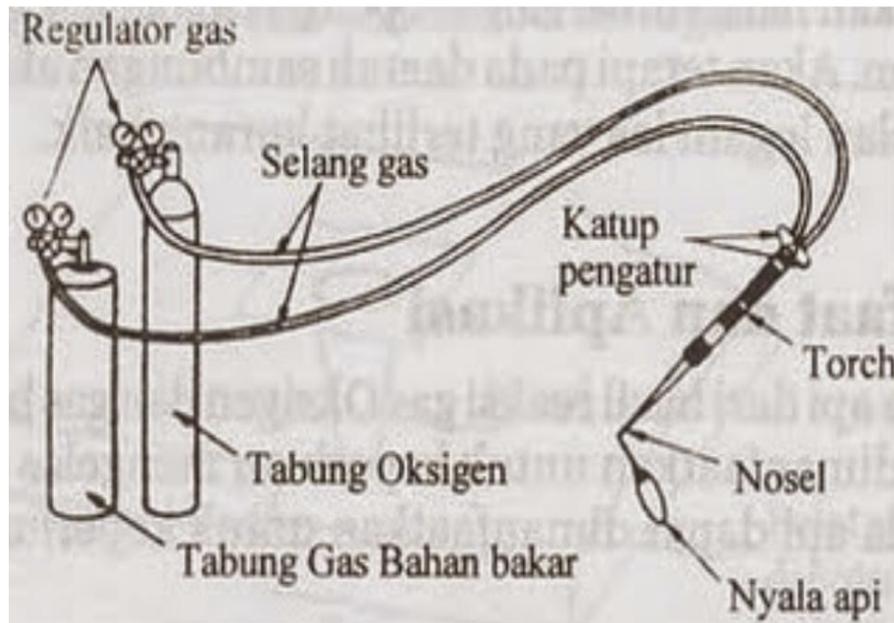
(Secarik ilmu, 2009)

3. Las Listrik (Shielded Metal Arc Welding atau SMAW), adalah proses pengelasan dengan mencairkan material dasar yang menggunakan panas dari listrik melalui ujung elektroda dengan pelindung berupa flux atau slag yang ikut mencair ketika pengelasan.



Gambar 2. 15 Rangkain Las Listrik  
( Purwaka F. A. Ibrahim, 2010)

4. Las Gas atau Karbit, adalah proses penyambungan logam dengan logam (pengelasan) yang menggunakan gas asetilen ( $\text{CH}_2$ ) sebagai bahan bakar, prosesnya adalah membakar bahan bakar yang telah dibakar gas dengan oksigen (O) sehingga menimbulkan nyala api dengan suhu sekitar  $3.500\text{ }^\circ\text{C}$  yang dapat mencairkan logam induk dan logam pengisi.



Gambar 2. 16 Rangkaian Las Karbit  
(Otomotif Komputerisasi, 2014)

### 2.5.2 Mesin Bor

Mesin bor adalah perangkat atau alat yang digunakan untuk membuat lubang pada bahan seperti logam, kayu, atau beton. Prinsip dasar mesin bor melibatkan gerakan putar dari mata bor yang diberikan oleh motor, yang kemudian mengebor atau memotong material yang ada di bawahnya. Mesin bor terdiri dari beberapa komponen utama, termasuk:

1. Motor: Menyediakan tenaga dan gerakan putar yang diperlukan untuk menggerakkan mata bor.
2. Mata Bor: Alat tajam dengan ujung runcing yang berputar untuk memotong material dan membuat lubang.
3. Collet: Perangkat yang digunakan untuk menahan mata bor pada sumbu mesin bor.
4. Sumbu: Menyediakan dukungan dan mengarahkan gerakan rotasi mata bor.
5. Meja: Permukaan datar yang dapat diatur tinggi atau sudutnya, digunakan untuk menopang bahan kerja.
6. Pengatur Kedalaman: Memungkinkan pengaturan kedalaman lubang yang diinginkan.

7. Pegangan atau handle: Digunakan untuk menjaga kontrol dan stabilitas saat menggunakan mesin bor.

Proses penggunaan mesin bor melibatkan pemilihan mata bor yang tepat untuk jenis material yang akan dibor, penempatan bahan kerja yang stabil di bawah mata bor, dan pengaturan kecepatan putaran yang sesuai. Dalam penggunaan yang benar, mesin bor dapat membuat lubang yang akurat dan bersih[23].

Mesin bor juga terbagi kedalam beberapa jenis, berikut jenis-jenis mesin bor[24]:

- a. Mesin Bor Tangan

Jenis mesin bor ini biasanya digunakan untuk pekerjaan ringan dan portable. Bor tangan adalah alat yang digunakan untuk membuat lubang melalui material seperti kayu, logam, atau plastik. Sejak ditemukannya teknologi penggerak listrik, bor tangan listrik menjadi pilihan yang umum digunakan. Namun, bor tangan manual masih digunakan dalam beberapa situasi. Ada beberapa jenis bor tangan yang tersedia, termasuk bor tangan manual, bor tangan listrik, dan bor tangan tanpa kabel. Bor tangan juga dilengkapi dengan berbagai jenis mata bor yang dapat diganti sesuai dengan kebutuhan.



Gambar 2. 17 Bagian-bagian Bor Tangan  
(<https://fixcomart.com/blog-detail> 2018)

Dalam industri konstruksi, bor tangan adalah alat yang tak tergantikan. Penggunaan bor tangan dalam memasang sekrup, memperbaiki kerangka, atau membuat lubang untuk instalasi pipa sangat penting. Bor tangan listrik memberikan efisiensi dan kecepatan yang lebih tinggi dibandingkan dengan bor tangan manual, mempercepat waktu penyelesaian proyek konstruksi. Selain itu, teknologi baru

seperti bor tangan tanpa kabel memberikan fleksibilitas dan mobilitas yang lebih besar kepada pekerja konstruksi.

b. Mesin Bor Meja

Bor meja, juga dikenal sebagai bor benchtop atau bor borong, adalah alat yang dipasang pada meja kerja dan digunakan untuk membuat lubang yang presisi. Alat ini biasanya digunakan dalam kerajinan tangan, pekerjaan kayu, dan industri manufaktur. Bor meja memiliki desain yang kokoh dan stabil, memberikan stabilitas yang diperlukan untuk melakukan tugas yang rumit. Berbagai jenis bor meja tersedia, termasuk bor meja mini, bor meja tangan, dan bor meja mesin. Masing-masing memiliki kekuatan, kecepatan, dan kapasitas yang berbeda.



Gambar 2. 18 Bagian-bagian Bor Meja  
(tekniktempur.blogspot.com, 2018)

Berikut merupakan komponen utama dari bor meja :

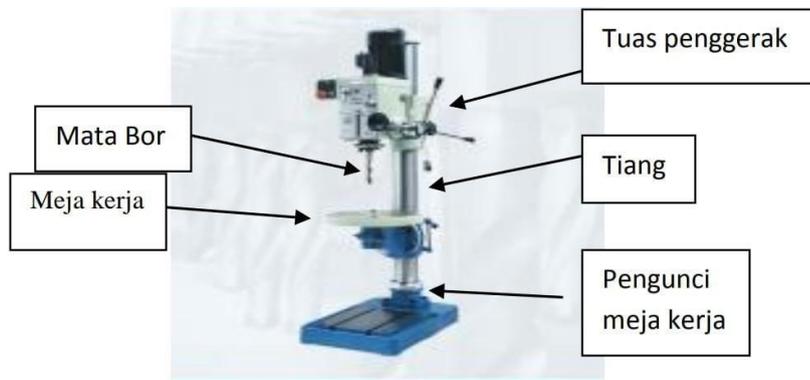
1. Meja Bor: Meja bor merupakan platform tempat penempatan benda kerja. Meja ini dilengkapi dengan pegangan tangan yang memungkinkan penggerakan meja secara horizontal atau memutar untuk mengatur posisi pengeboran. Meja bor juga dapat dilengkapi dengan ukuran dan desain yang berbeda-beda untuk mengakomodasi berbagai jenis dan ukuran benda kerja.
2. Poros dan Pisau Bor: Poros pada bor meja berfungsi sebagai sumbu putaran untuk pisau bor. Pisau bor dipasang pada poros dan memiliki berbagai ukuran dan jenis, tergantung pada aplikasi pengeboran yang diinginkan. Pisau bor

dapat diganti sesuai kebutuhan untuk pengeboran dengan diameter yang berbeda.

3. Motor dan Sistem Penggerak: Bor meja dilengkapi dengan motor yang menghasilkan tenaga putar untuk menggerakkan pisau bor. Motor ini biasanya memiliki kecepatan yang dapat diatur untuk menyesuaikan dengan jenis bahan dan ukuran pisau bor yang digunakan.

c. Bor Vertikal

Bor vertikal adalah mesin bor yang dirancang dengan poros utama yang bergerak secara vertikal. Alat ini digunakan dalam industri manufaktur untuk membuat lubang yang presisi dan seragam dalam produksi massal. Bor vertikal memiliki beberapa keunggulan dibandingkan dengan jenis bor lainnya. Dengan kemampuan pengaturan kecepatan putaran, umpan, dan kedalaman lubang yang akurat, bor vertikal memberikan kontrol yang tinggi kepada operator. Selain itu, dengan mekanisme turret atau meja putar, bor vertikal memungkinkan pemasangan berbagai jenis mata bor atau alat pemotong dengan cepat dan efisien.



Gambar 2. 19 Bagian-bagian bor vertical  
(<https://www.indotara.co.id/product>, 2018)

Bor vertikal menjadi pilihan yang populer dalam industri manufaktur. Karena, stabilitas dan kekokohan mesin bor vertikal memberikan kepresisian yang diperlukan dalam pembuatan lubang yang seragam. Dalam produksi massal, konsistensi ukuran lubang sangat penting untuk memastikan kualitas produk yang baik. Keunggulan ini dapat mengurangi jumlah produk cacat atau reject yang dihasilkan. Selain itu, bor vertikal juga menawarkan efisiensi produksi yang tinggi. Dengan mekanisme turret atau meja putar, operator dapat dengan cepat mengganti

alat pemotong tanpa harus menghentikan produksi. Ini mengurangi waktu yang dihabiskan untuk mengatur ulang alat dan memungkinkan produksi berkelanjutan dengan waktu henti yang minimal.

d. Bor CNC (*computer Numerical Controlled*)

Bor CNC menggabungkan teknologi komputer dengan mesin bor tradisional. Dalam sistem CNC, operator memprogram mesin dengan menggunakan perangkat lunak khusus. Program tersebut menentukan pergerakan, kecepatan, dan kedalaman pengeboran yang diinginkan. Bor CNC memiliki kemampuan untuk membuat lubang yang presisi dan kompleks dengan tingkat akurasi yang tinggi.

Bor CNC menjadi solusi yang efektif dan efisien dalam industri manufaktur. Pertama, presisi dan akurasi tinggi dari mesin bor CNC menghasilkan lubang yang konsisten dan sesuai dengan desain yang diinginkan. Hal ini mengurangi jumlah produk cacat atau reject yang dihasilkan dan meningkatkan kualitas produk. Selain itu, bor CNC memungkinkan produksi yang berkelanjutan dan cepat. Kemampuan untuk memprogram mesin dengan perangkat lunak memungkinkan pengaturan ulang yang mudah dan cepat antara produksi satu ke produksi berikutnya. Bor CNC juga dapat melakukan pengeboran dengan kecepatan yang tinggi, mempercepat waktu siklus produksi.

e. Bor Radial

Bor radial adalah jenis mesin bor yang memiliki lengan atau kolom yang dapat bergerak secara radial. Lengan tersebut memungkinkan operator untuk mengatur posisi bor secara fleksibel dan memperpanjang jangkauan akses ke area yang sulit dijangkau. Bor radial sering digunakan dalam industri manufaktur untuk membuat lubang yang presisi dan kompleks pada benda kerja yang besar atau kompleks. Keunggulan utama dari bor radial adalah fleksibilitasnya yang tinggi dan kemampuan untuk mengatasi pekerjaan dengan sudut dan posisi yang berbeda.

Bor radial menawarkan sejumlah keunggulan yang membuatnya menjadi pilihan yang populer dalam industri manufaktur. Pertama, fleksibilitasnya yang tinggi memungkinkan operator untuk mengatur posisi bor secara bebas dalam berbagai sudut dan posisi. Hal ini sangat berguna dalam situasi di mana benda kerja memiliki bentuk yang kompleks atau ketika lubang harus dibuat pada sudut yang

sulit dijangkau. Selain itu, bor radial memiliki daya kerja yang kuat. Mesin ini mampu menangani benda kerja yang besar dan berat dengan mudah. Keunggulan ini memungkinkan bor radial digunakan dalam pembuatan komponen besar seperti rangka mesin, penopang struktural, atau bagian kapal.

Terdapat beberapa rumus dasar yang digunakan dalam perhitungan mesin bor. Berikut adalah beberapa rumus umum yang digunakan:

1. Kecepatan Pemakanan (Feed Rate): Kecepatan pemakanan (F) merupakan jumlah bahan yang dihilangkan oleh pisau bor per putaran. Kecepatan pemakanan dihitung dengan rumus:

$$F = n \times f \dots\dots\dots(2.15)$$

Keterangan:

F = Kecepatan pemakanan (mm/putaran)

n = Jumlah putaran per menit (RPM)

f = Pemakanan per putaran (mm/putaran)

Tabel 2. 2 Pemakanan Pengeboran  
([http://pdtmsk.teknik\\_permesinan](http://pdtmsk.teknik_permesinan))

<b>Diameter Mata Bor (mm)</b>	<b>Besarnya Pemakanan Dalam Satu Kali Putaran (mm)</b>
< 3	0.025 – 0.050
3 – 6	0.050 – 0.100
6 – 12	0.100 – 0.175
12 – 25	0.175 – 0.375
25 – dan seterusnya	0.375– 0.675

2. Kecepatan Potong (Cutting Speed): Kecepatan potong (V) adalah kecepatan relatif antara mata bor dan benda kerja. Kecepatan potong dihitung dengan rumus:

$$n = \frac{1000 \times Vc}{\pi \times d} \dots\dots\dots(2.16)$$

Keterangan:

Vc= Kecepatan potong (m/menit)

$$\pi = (3.14)$$

d = Diameter mata bor (mm)

n = Kecepatan putar (RPM)

3. Ketebalan pemakanan bor ( Sr)

$$Sr = f \times z \dots\dots\dots(2.17)$$

Keterangan :

Sr = Ketebalan pemakanan

f = Besarnya pemakanan berdasarkan diameter mata bor

z = Tebal bahan

Tabel 2. 3 Besar pemakanan pada mata bor

Diameter mata bor (mm)	Besarnya pemakanan dalam satu kali putaran
< 3	0,025 – 0,050
3-6	0,050 – 0,100
6-12	0,100 – 0,175
25 – seterusnya	0,375 – 0,675

4. Waktu Pengeboran (Drilling Time): Waktu pengeboran (Tm) adalah waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan pengeboran pada benda kerja. Waktu pengeboran dihitung dengan rumus:

$$Tm = \frac{L}{Sr \times n} \dots\dots\dots(2.18)$$

Keterangan:

Tm = Waktu pengeboran (menit)

L = Panjang lubang yang akan ditembus (mm)

Sr = Ketebalan pemakanan (mm/putaran)

n = Kecepatan putar (RPM)

5. Daya Potong (Cutting Power): Daya potong (P) adalah daya yang dibutuhkan untuk melakukan pemotongan pada benda kerja. Daya potong dihitung dengan rumus:

$$P = F \times N \times d \times \eta \dots\dots\dots(2.19)$$

Keterangan:

P = Daya potong (Watt)

$F$  = Kecepatan pemakanan (mm/putaran)

$N$  = Jumlah putaran per menit (RPM)

$d$  = Diameter mata bor (mm)

$\eta$  = Efisiensi mesin (dalam bentuk desimal)

### 2.5.3 Mesin Gerinda

Mesin gerinda adalah sebuah alat atau mesin yang digunakan untuk mengasah, memotong, atau menghaluskan permukaan benda kerja dengan menggunakan batu gerinda yang berputar. Mesin gerinda bekerja dengan prinsip dasar mengubah energi listrik menjadi energi kinetik pada batu gerinda, yang kemudian digunakan untuk memotong atau menggosok benda kerja.

Mesin gerinda memiliki beberapa komponen utama, termasuk[25]:

1. Motor: Menggerakkan batu gerinda dengan mengubah energi listrik menjadi energi mekanik.
2. Batu Gerinda: Diskus atau roda yang terbuat dari bahan abrasif yang kuat, seperti silikon karbida atau alumina. Batu gerinda digunakan untuk mengikis atau memotong benda kerja.
3. Meja Kerja: Permukaan datar tempat benda kerja ditempatkan dan dijaga agar stabil selama proses penggerindaan.
4. Penjepit: Mekanisme yang digunakan untuk mengamankan benda kerja pada meja kerja agar tidak bergerak selama proses penggerindaan.
5. Sistem Pemegang atau Holder: Komponen yang menahan batu gerinda dengan aman dan memungkinkan pengaturan sudut atau posisi yang tepat.
6. Pengatur Kecepatan: Memungkinkan pengaturan kecepatan putaran batu gerinda sesuai dengan kebutuhan penggerindaan.

Proses penggunaan mesin gerinda melibatkan penyesuaian posisi benda kerja dan batu gerinda, pengaturan kecepatan putaran yang sesuai, dan pengendalian yang tepat untuk mencapai hasil penggerindaan yang diinginkan. Mesin gerinda juga terbagi kedalam beberapa jenis. Berikut jenis-jenis mesin gerinda[26]:

- a. Gerinda tangan

Gerinda tangan adalah salah satu alat yang penting dalam industri dan konstruksi. Alat ini digunakan untuk berbagai aplikasi penggerindaan, seperti pemotongan, penghalusan, dan pengasahan benda kerja. Gerinda tangan merupakan solusi yang efisien dan praktis karena kemampuannya dalam memberikan akses yang mudah dan mobilitas tinggi. Tulisan ini akan membahas tentang gerinda tangan, jenis-jenisnya, komponen-komponen utama, serta aplikasinya dalam berbagai industri.



Gambar 2. 20 Gerinda tangan  
(<https://doyock-online.blogspot.com>, 2013)

Jenis-jenis Gerinda Tangan:

1. Gerinda Tangan Sisi (Angle Grinder): Jenis gerinda tangan yang paling umum, biasanya digunakan untuk pemotongan dan penghalusan logam, batu, atau beton.
2. Gerinda Tangan Palu (Die Grinder): Gerinda tangan kecil dengan ukuran yang lebih ringkas, digunakan untuk penggerindaan yang presisi pada area yang sulit dijangkau.
3. Gerinda Tangan Pencuci (Grinder Polisher): Gerinda tangan dengan fungsi ganda sebagai penggerinda dan pengkilap, digunakan untuk menghasilkan permukaan yang bersih dan mengkilap pada benda kerja.
4. Gerinda Tangan Alur (Straight Grinder): Gerinda tangan dengan desain panjang yang digunakan untuk penggerindaan pada permukaan yang rata dan lurus.
5. Gerinda Tangan Pemotong (Cut-Off Grinder): Gerinda tangan dengan roda potong khusus untuk pemotongan logam atau bahan keras lainnya.

b. Gerinda Duduk

Gerinda duduk adalah alat yang digunakan dalam industri dan bengkel untuk penggerindaan presisi. Alat ini terdiri dari roda gerinda yang dipasang pada meja atau bangku yang stabil. Gerinda duduk sangat berguna dalam melakukan pengasahan, penghalusan, dan pemotongan benda kerja dengan presisi tinggi. Tulisan ini akan membahas tentang gerinda duduk, komponen-komponen utamanya, kegunaannya, serta aplikasinya dalam berbagai industri.

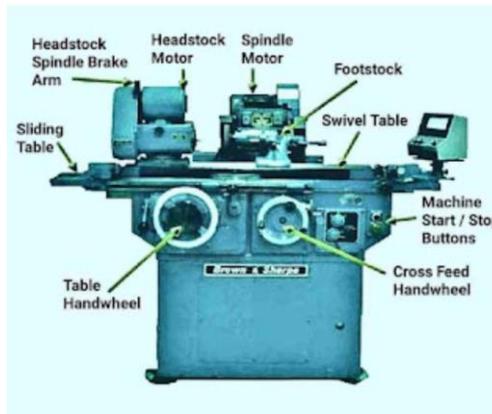


Gambar 2. 21 Gerinda duduk  
(<https://doyock-online.blogspot.com>, 2013)

Komponen-komponen Utama Gerinda Duduk:

1. Motor: Gerinda duduk dilengkapi dengan motor yang menggerakkan roda gerinda. Motor ini dapat beroperasi dengan kecepatan yang dapat diatur untuk memenuhi kebutuhan penggerindaan yang berbeda.
  2. Roda Gerinda: Roda gerinda pada gerinda duduk terbuat dari bahan abrasif yang keras, seperti batu gerinda atau cakram gerinda, yang digunakan untuk menggerinda benda kerja.
  3. Meja Kerja: Meja kerja pada gerinda duduk berfungsi sebagai tempat penempatan benda kerja. Meja ini bisa diatur tinggi rendahnya untuk memastikan benda kerja berada pada posisi yang tepat.
  4. Alat Pemotong: Gerinda duduk dapat dilengkapi dengan alat pemotong tambahan, seperti alat potong pemotong pisau atau pemotong batu, yang digunakan untuk pemotongan benda kerja dengan presisi tinggi.
- c. Gerinda Silindris

Gerinda silindris adalah jenis gerinda yang digunakan untuk penggerindaan permukaan silinder pada benda kerja seperti poros, silinder mesin, dan bagian mesin lainnya. Gerinda silindris merupakan alat yang penting dalam industri manufaktur dan perbaikan mesin karena kemampuannya dalam memberikan presisi tinggi pada permukaan silinder. Tulisan ini akan membahas tentang gerinda silindris, prinsip kerjanya, komponen-komponen utamanya, serta aplikasinya dalam industri.



Gambar 2. 22 Gerinda Silindris  
(Teknikmesin.com, 2023)

Prinsip Kerja Gerinda Silindris, gerinda silindris bekerja dengan menggunakan roda gerinda yang berputar pada poros horizontal. Gerinda ini dilengkapi dengan meja kerja yang dapat diatur tinggi rendahnya dan kepala gerinda yang dapat bergerak secara horizontal. Proses penggerindaan dilakukan dengan memosisikan benda kerja di antara roda gerinda dan kepala gerinda, kemudian dengan gerakan yang terkontrol, permukaan silinder benda kerja dihaluskan atau dibentuk sesuai kebutuhan.

#### d. Gerinda Permukaan

Gerinda permukaan adalah alat yang digunakan dalam industri untuk penggerindaan permukaan datar pada benda kerja seperti logam, kayu, atau bahan lainnya. Gerinda permukaan memiliki kemampuan untuk menghasilkan permukaan yang presisi dan rata dengan tingkat kekasaran yang diinginkan. Alat ini sangat penting dalam industri manufaktur, perbaikan, dan pemeliharaan mesin. Tulisan ini akan membahas tentang gerinda permukaan, prinsip kerjanya, komponen-komponen utamanya, serta aplikasinya dalam industri.

Prinsip Kerja Gerinda Permukaan, Gerinda permukaan bekerja dengan menggunakan roda gerinda yang berputar pada poros horizontal. Proses penggerindaan dilakukan dengan memposisikan benda kerja di antara roda gerinda dan meja kerja yang rata. Gerinda ini dilengkapi dengan mekanisme penggerak dan sistem pengendalian yang memungkinkan pengaturan kecepatan putaran roda gerinda, pemotongan, dan pemantauan proses penggerindaan.

e. Gerinda Pahat

Gerinda pahat adalah alat yang digunakan dalam industri dan bengkel untuk pengasahan dan pemeliharaan pahat pada alat potong seperti mata bor, pahat bubut, dan pahat frais. Gerinda pahat memainkan peran penting dalam menjaga ketajaman dan kinerja optimal alat potong, sehingga meningkatkan efisiensi dan kualitas proses pemesinan. Tulisan ini akan membahas tentang gerinda pahat, prinsip kerjanya, komponen-komponen utamanya, serta aplikasinya dalam industri.

Prinsip Kerja Gerinda Pahat, Gerinda pahat bekerja dengan menggunakan roda gerinda yang berputar pada poros horizontal atau vertikal. Proses pengasahan pahat dilakukan dengan memposisikan pahat di antara roda gerinda dan alat pemegang pahat. Dengan gerakan yang terkontrol, pahat diasah dan dibentuk kembali sesuai dengan profil yang diinginkan.

## **2.6 Biaya Produksi**

Biaya produksi adalah biaya yang melekat pada produk, meliputi semua biaya, baik secara langsung maupun tidak langsung yang dapat diidentifikasi dengan kegiatan pengolahan bahan baku menjadi produk jadi. (Harnanto,2017). Perhitungan biaya produksi bertujuan untuk mengetahui besar biaya yang dikeluarkan selama proses pembuatan dan juga dapat menentukan besarnya harga jual dari suatu produk atau alat yang diproduksi, adapun biaya produksi meliputi antara lain[27] :

A. Biaya Material

Biaya material adalah biaya yang digunakan dalam pembelian bahan baku alat yang akan diproduksi atau proses pembuatan. Material yang digunakan dalam

proses pembuatan ini bermacam-macam, harga material ditentukan dari berat, ukuran, dan jumlah satuan dari material tersebut.

B. Biaya Listrik

Dalam pemakaian listrik dapat diketahui besarnya pemakaian dengan menggunakan rumus:

$$B = T_m \times bl \times P \dots\dots\dots (2.20)$$

Dimana: B = Biaya listrik (Rp).

$T_m$  = Waktu permesinan (jam).

$bl$  = Biaya pemakaian (Rp. 1.300-/Kwh).

$P$  = Daya mesin (Kw).

C. Biaya Sewa Mesin

Biaya sewa mesin merupakan biaya yang dikeluarkan untuk menyewa mesin dalam kegiatan produksi / proses pembuatan alat. Dalam menghitung biaya sewa mesin yang digunakan antara lain :

$$BM = T_m \times B \dots\dots\dots (2.21)$$

Dimana : BM = Biaya sewa mesin (Rp).

$T_m$  = Waktu permesinan (jam).

$B$  = Harga sewa mesin (Rp).

D. Biaya Operator

Biaya operator adalah biaya yang dikeluarkan untuk membayar penggunaan tenaga kerja (Mita dan Widyastuti,2018). Untuk biaya operator, diambil biaya sebesar Rp. 3.400.000,- sesuai dengan data yang diambil dari upah minimum Provinsi Sumatera Selatan tahun 2023 (Databoks.katadata.co.id). Maka biaya operator per jam adalah

$$\text{Upah / jam} = \frac{\text{Upah Minimum}}{\text{jam kerja}} \dots\dots\dots (2.22)$$

E. Biaya Tak Terduga

Dalam proses pembuatan alat, diambil 15% dari biaya material dan biaya sewa mesin untuk biaya tak terduga. Maka biaya tak terduga antara lain:

$$\text{Biaya Tak Teduga} = 15\% (\text{Biaya Material} + \text{Biaya Sewa Mesin})\dots\dots(2.23)$$

F. Biaya Produksi

Biaya produksi adalah biaya yang dikeluarkan untuk membuat barang atau jasa. Biaya produksi terdiri dari biaya material, biaya listrik, operator, sewa mesin dan biaya tak terduga. Maka biaya produksi:

$$\text{Biaya Produksi} = \text{Biaya material} + \text{biaya listrik} + \text{biaya sewa mesin} + \text{operator} + \text{biaya tak terduga} \dots \dots \dots (2.24)$$

#### G. Keuntungan

Dari Syaikh Muhammad bin Sholeh Al'Utsaimin berkata, "Keuntungan itu tidak dibatasi, diperbolehkan mengambil keuntungan 10%, 20%, atau lebih, asalkan tidak ada pengelabuan dalam jual belinya. Adapun keuntungan yang direncanakan dalam penjualan produk alat ini sebesar 10% dari biaya produksi. Maka keuntungan adalah:

$$\text{Keuntungan} = 10\% \times \text{biaya produksi} \dots \dots \dots (2.25)$$

#### H. Harga Jual

Harga jual adalah besaran harga yang dapat menutupi besarnya harga produksi dan ditambah dengan laba / keuntungan yang wajar (Mita dan Widyastuti, 2018). Maka harga jual adalah:

$$\text{Harga Jual} = \text{Biaya produksi} + \text{keuntungan} \dots \dots \dots (2.26)$$

### 2.7 Perawatan dan Perbaikan

Perawatan dan perbaikan adalah aspek penting dalam berbagai sektor industri dan bidang teknis. Perawatan melibatkan tindakan pencegahan dan pemeliharaan yang teratur untuk menjaga peralatan dan sistem beroperasi dengan efisien. Ini termasuk pembersihan, pelumasan, penggantian komponen yang aus, dan inspeksi berkala. Perbaikan, di sisi lain, mencakup tindakan korektif untuk memperbaiki peralatan yang mengalami kerusakan atau gangguan. Keduanya bekerja bersama untuk memastikan peralatan berfungsi optimal, menghindari gangguan produksi yang tidak diinginkan, meningkatkan keselamatan, dan memperpanjang umur pakai peralatan.

Dalam dunia teknologi modern, perawatan dan perbaikan menjadi semakin penting karena kemajuan teknologi yang cepat. Perangkat elektronik seperti komputer, smartphone, dan perangkat IoT membutuhkan perawatan berkala untuk

menjaga kinerja dan mengurangi risiko kerusakan. Di sektor otomotif, perawatan dan perbaikan mobil secara teratur tidak hanya meningkatkan efisiensi bahan bakar tetapi juga meningkatkan keselamatan pengemudi dan penumpang. Perusahaan dan organisasi semakin mengadopsi teknologi pemantauan jarak jauh dan analisis data untuk memantau kondisi peralatan secara real-time, mengidentifikasi masalah potensial, dan merencanakan perawatan yang lebih efisien.

Mengadopsi praktik perawatan dan perbaikan yang efektif adalah hal yang bijaksana bagi perusahaan atau individu yang ingin mencapai keberhasilan jangka panjang. Dengan mencegah gangguan yang tidak perlu dan mengurangi downtime, perawatan dan perbaikan yang tepat dapat meningkatkan produktivitas, menghemat biaya, dan meningkatkan kepuasan pelanggan. Selain itu, pendekatan proaktif dalam perawatan juga dapat membantu mencegah kerusakan yang lebih serius dan biaya perbaikan yang tinggi. Oleh karena itu, investasi dalam perawatan dan perbaikan yang tepat waktu dapat membawa manfaat jangka panjang bagi keseluruhan operasi dan kinerja bisnis[28].

Berikut adalah empat jenis perawatan yang umum diterapkan dalam berbagai industri, adalah sebagai berikut[29] :

1. Perawatan preventif melibatkan tindakan terencana dan rutin untuk mencegah kerusakan atau kegagalan barang atau mesin. Tujuannya adalah untuk memelihara barang dalam kondisi yang baik dan menghindari kegagalan yang tidak terduga. Perawatan preventif biasanya didasarkan pada panduan produsen dan jadwal perawatan yang telah ditentukan. Contoh dari perawatan preventif adalah pembersihan, pelumasan, penggantian komponen tertentu, dan inspeksi rutin.
2. Perawatan prediktif : Perawatan prediktif melibatkan pemantauan dan analisis kondisi barang secara terus-menerus untuk mendeteksi tanda-tanda awal kerusakan atau kegagalan. Dengan menggunakan teknologi canggih seperti sensor, pemantauan kecepatan, getaran, dan suhu dapat membantu mengidentifikasi masalah sebelum terjadi kerusakan yang serius. Pendekatan

ini membantu mengurangi downtime yang tidak direncanakan dan biaya perbaikan yang tinggi.

3. Perawatan korektif : Perawatan korektif dilakukan setelah terjadi kegagalan atau kerusakan pada barang atau mesin. Jenis perawatan ini biasanya dilakukan sebagai respons terhadap masalah yang telah terjadi. Meskipun kurang diinginkan karena dapat menyebabkan downtime yang signifikan, perawatan korektif tetap penting untuk mengembalikan barang ke kondisi yang berfungsi dengan baik.
4. Total Productive Maintenance (TPM) : TPM adalah pendekatan holistik dalam perawatan yang melibatkan semua anggota tim kerja dari berbagai departemen dalam menjaga dan meningkatkan kinerja peralatan. TPM bertujuan untuk mengurangi downtime, meningkatkan efisiensi produksi, dan menghilangkan pemborosan dalam proses manufaktur. Dalam TPM, semua pekerja dilibatkan dalam merawat dan memelihara peralatan serta berpartisipasi dalam analisis penyebab masalah untuk mengambil tindakan pencegahan.

## 2.8 Skema Kerja Alat

Skema kerja alat atau mesin adalah rangkaian langkah atau prosedur yang terorganisir dan sistematis yang harus diikuti untuk menggunakan, merawat, atau memperbaiki alat dengan benar dan efisien. Skema kerja alat ini dirancang untuk memastikan keselamatan pengguna, meningkatkan efisiensi operasional alat, dan menjaga kinerja optimal serta umur panjang alat atau mesin.

1. Motor listrik di hidupkan dan akan menggerakkan Puli-puli, puli akan menggerakkan poros engkol yang berhubungan dengan pamarut kelapa(mata parut)
2. Masukkan kelapa yang telah di kupas ke dalam alat bantu pamarut kelapa.
3. Setelah proses pamarut kelapa selesai yang tadi nya buah kelapa masih utuh menjadi bentuk serpihan kelapa yang halus

4. Serpihan kelapa yang halus akan melewati corong hasil parutan akan jatuh ke bagian pemerasan yang dimana proses pemerasan di lakukan
5. Serpihan halus kelapa akan dipress oleh tekanan ulir pemereras, di dalam proses penekan air santan dan ampas daru kelapa akan berpisah.
6. setelah terjadinya pemerasan buah kelapa air santan akan mengalir dijalur santan yang telah dibuat dan sedangkan ampas kelapa yang telah di peras terbuang dijalur ampas.