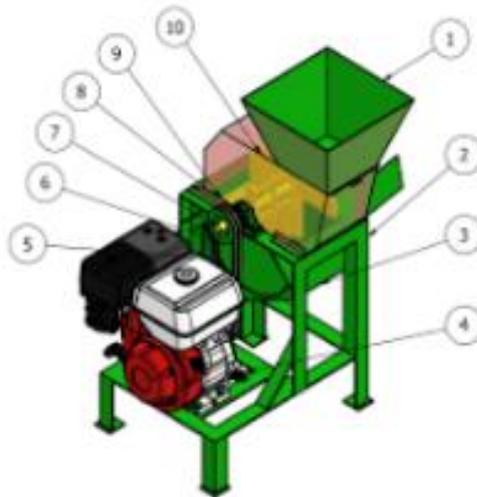


## BAB II LANDASAN TEORI

### 2.1 Kajian Pustaka

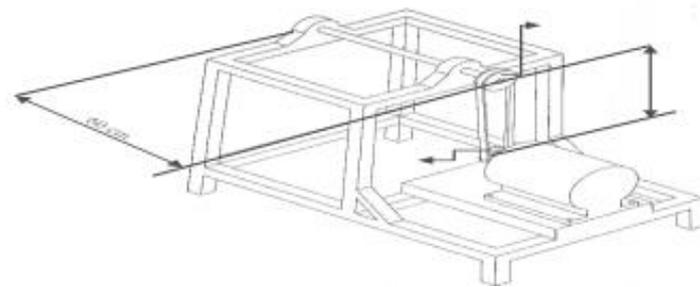
Al-Afghani (2020) membuat mesin pencacah rumput dengan dua saluran masuk dan satu saluran keluar. Prinsip kerja dari mesin ini adalah putaran motor penggerak diteruskan melalui transmisi puli dan sabuk V dengan menurunkan putaran hingga ke poros pemotongan dengan rasio 3 : 1. Putaran poros pemotong akan memutar pisau pencacah, lalu pisau pencacah akan melakukan pemotongan dengan melakukan putaran yang telah di tentukan yang akan menyebabkan pisau potong mampu mencacah bahan pakan ternak berupa, rumput gajah, bonggol jagung, dan pelepah sawit. Gambar mesin pencacah ternak dua saluran masuk dan dua saluran keluar dapat dilihat pada gambar 2.1.



Gambar 2. 1 Mesin pencacah ternak multifungsi dua saluran masuk dan dua saluran keluar (Al-Afghani, 2020)

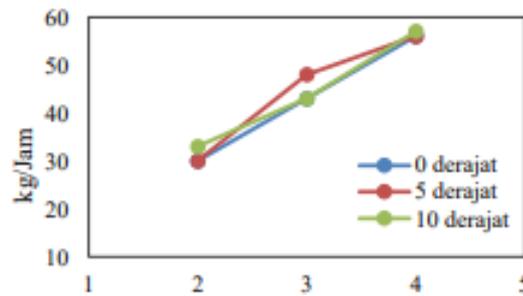
M.Alhizrie (2021) melakukan perancangan pada sistem transmisi mesin pencacah rumput gajah, dengan tujuan supaya memudahkan dalam membuat *output* yang dibutuhkan di masyarakat khususnya pada produksi rumah tangga. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui hasil rancangan mesin pencacah rumput gajah yang menghasilkan potongan rumput yang relatif sama serta mengetahui daya

sumber tenaga dan putaran penggerak pada mesin pencacah. Mesin pencacah rumput menggunakan 3 mata pisau, sistem transmisi yang dipilih adalah transmisi tunggal yang terdiri dari sepasang pulley berdiameter 7,5 cm untuk *pulley* motor dan 15 cm untuk *pulley* yang digerakan. Kemudian kapasitas produksi mesin pencacah rumput setiap 60 menit mampu memotong rumput sebanyak lebih kurang 1000 kg, ketajaman pisau perajang mampu digunakan memotong dalam waktu 10-12 jam/hari, hasil ukuran dan panjang pemotong rumput seragam. Sistem transmisi mesin pencacah rumput bisa dilihat pada gambar 2.2.



Gambar 2. 2 Sistem transmisi mesin pecacah rumput (M.Alhizrie, 2021)

Mukhlis dkk, (2019) melakukan penelitian mengenai pengaruh kemiringan dan jumlah pisau pencacah terhadap kinerja mesin pencacah rumput untuk kompos. Tahapan awal yang dilakukan adalah membuat *prototype* mesin pencacah dengan bahan pisau pencacah dari *high speed steel* (HSS). Proses pengambilan data berdasarkan variasi kemiringan pisau pencacah  $0^\circ$ ,  $5^\circ$ ,  $10^\circ$  terhadap sumbu horizontal dan jumlah pisau pencacah 2, 3, 4 dengan putaran 3.339 rpm. Hasil dari penelitian menunjukkan bahwa dengan jumlah 4 mata pisau pencacah menghasilkan presentase cacahan dengan panjang  $> 1,5$  cm, lebih kecil dan berat hasil cacahannya lebih besar dibandingkan dengan yang berjumlah 2 atau 3 mata pisau. Sedangkan jumlah pisau yang sama dengan kemiringan pisau terhadap sumbu  $0^\circ$ ,  $5^\circ$ ,  $10^\circ$  menunjukkan presentase cacahan tidak terlalu berpengaruh terhadap panjang dan berat hasil cacahannya. Hasil penelitian dapat dilihat pada gambar 2.3 dibawah ini.



Gambar 2. 3 Grafik hubungan antara jumlah pisau dengan kapasitas cacahan

## 2.2 Landasan Teori

### 2.2.1 Pakan ternak

Pakan ternak adalah makanan/asupan yang diberikan kepada hewan ternak. Pakan ternak yang berkualitas dapat dilihat dari seberapa baik kandungan protein, karbohidrat, mineral, vitamin dan lemak yang ada didalamnya. Selain itu, pakan ternak juga dapat digunakan untuk campuran bahan pakan tertentu, misalnya untuk pengobatan, reproduksi, perbaikan gizi, metabolisme, dll.

Menurut Zainal Abidin (2008), jenis pakan ternak dapat dibedakan menjadi tiga, yaitu pakan alami, pakan buatan dan pakan alternatif. Pakan alami adalah pakan yang berasal dari alam, seperti rumput-rumputan dan tanaman kacang-kacangan. Pakan buatan adalah pakan yang dibuat oleh manusia, seperti konsentrat, silase dan fermentasi. Pakan alternatif adalah pakan yang berasal dari limbah pertanian atau industri seperti ampas tahu, ampas ketela dan bungkil sawit.

Pakan ternak silase merupakan jenis pakan buatan yang sering digunakan oleh peternak sapi. Tujuan dari pembuatan pakan silase adalah menampung kelebihan produksi pakan ternak atau memanfaatkan hijauan pada saat pertumbuhan terbaik tetapi belum dapat digunakan. Cara pembuatan silase adalah dengan mencampurkan rumput yang sudah dicacah dengan tetes tebu, dedak dan bonggol jagung sesuai kebutuhan campuran. Kemudian bahan baku tersebut dicampurkan dalam silo dan sekaligus dipadatkan sehingga tidak ada rongga udara. Diamkan silo selama 6-8 minggu, lalu jika sudah waktunya maka silase dapat diberikan sebagai pakan ternak.

### 2.2.2 Rumput gajah

Rumput Gajah atau disebut juga rumput napier, merupakan salah satu jenis hijauan pakan ternak yang berkualitas dan disukai ternak. Rumput gajah dapat hidup diberbagai tempat (0-3000 dpl), respon terhadap pemupukan, serta menghendaki tingkat kesuburan tanah yang tinggi. Rumput gajah tumbuh merumpun dengan perakaran serabut yang kompak, dan terus menghasilkan anakan apabila dipangkas secara teratur. Rumput gajah dibudidayakan dengan potongan batang (stek) atau sobekan rumpun (pous) sebagai bibit. Bahan stek berasal dari batang yang sehat dan tua dengan panjang 20-50 cm (Panjaitan, 2020). Rumput gajah dapat dilihat pada gambar 2.4



Gambar 2. 4 Rumput Gajah (Syariffudin, 2006)

### 2.2.3 Bonggol jagung

Jagung merupakan salah satu yang digunakan sebagai pakan hewan ternak berupa unggas contohnya ayam. Pada jagung bonggolnya bisa digunakan sebagai bahan pakan ternak dan juga pupuk organik, Jagung pipilnya (biji) menjadi bahan utama pakan ternak ayam. Bahan pakan ternak sapi dapat memanfaatkan daun kering serta batangnya dapat diolah menjadi silase (pakan berkadar air tinggi). Bonggolnya diolah menjadi pakan ternak berprotein tinggi lewat fermentasi. Jagung menjadi pilihan pakan utama ternak karena kandungan nutrisi yang terdapat didalam jagung itu sendiri banyak manfaat yang dibutuhkan oleh ayam, dan bonggol nya menjadi bahan campuran untuk pakan ternak. Dibandingkan dedak padi, kedelai, jagung sebagai pakan memiliki nutrisis lebih baik dan proses penyiapan lebih mudah. Selain itu tanaman jagung tidak sulit untuk menemukannya dikarenakan petani jagung yang sudah cukup banyak (Kurniawan, 2022). Jagung bisa dilihat pada gambar 2.5



Gambar 2. 5 Bonggol jagung (Ir. I Nyoman Dibia, M.Si. dkk, 2017)

#### 2.2.4 Mesin pencacah dan penepung

Mesin pencacah didefinisikan adalah alat yang mempunyai daya gerak atau tenaga baik dijalankan dengan motor penggerak maupun tenaga manusia (Salim, 1991). Mesin ini merupakan mesin serbaguna untuk perajang hijauan, khususnya digunakan untuk merajang rumput dan pakan ternak dan penepungan sampah organik. Pencacahan ini dimaksudkan untuk mempermudah ternak dalam memakan, disamping itu juga untuk mengurangi tumpukan sampah organik yang berserakan disekitar rumah.

Mesin pencacah multifungsi ini menggunakan motor bakar sebagai sumber tenaga penggerak. Mesin ini mempunyai sistem transmisi tunggal yang berupa sepasang pulley dengan perantara v-belt. Saat motor bakar dinyalakan, maka putaran motor akan langsung ditransmisikan ke pulley 1 yang dipasang seporos dengan motor bakar. Dari pulley 1, putaran akan ditransmisikan ke pulley 2 melalui perantara v-belt, kemudian pulley 2 berputar, maka poros yang berhubungan dengan pulley akan berputar sekaligus memutar pisau perajang. Hal tersebut dikarenakan pisau perajang dipasang seporos dengan pulley 2 (Panjaitan, 2020).

Meski terkesan memiliki fungsi yang sederhana namun mesin berperan cukup besar dalam proses pencacahan dan penepungan. Mesin pencacah dan penepung ini terdapat beberapa bagian utama seperti: motor penggerak, poros, casing, sistem transmisi dan pisau.

### 2.2.5 Elemen mesin

Elemen mesin adalah bagian-bagian suatu konstruksi yang mempunyai bentuk serta fungsi tersendiri, seperti bautmur, pen, pasak, poros, kopling, sabuk-puli, rantai-*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 (Prof.Dr.Ambiyar, 2022)

### 2.2.6 Sistem transmisi

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)

Sistem transmisi adalah sistem yang berfungsi untuk konversi torsi dan kecepatan (putaran) dari mesin penggerak menjadi torsi dan kecepatan yang konstan (tetap) diteruskan ke penggerak akhir. Sistem transmisi dapat berupa:

- a. Sabuk dan Puli
- b. *Sprocket* dan rantai
- c. Roda gigi dan *pinion*

Dalam tugas akhir ini, penulis merancang sistem transmisi yang dapat menghasilkan putaran sehingga menghasilkan daya potong. Transmisi yaitu pemindahan daya atau tenaga yang terjadi antara satu komponen ke komponen lain.

### 2.2.7 Pulley

Puli adalah sebuah mekanisme yang terdiri dari roda pada sebuah poros atau batang yang memiliki alur diantara dua pinggiran di sekelilingnya. Sebuah tali, kabel atau sabuk biasanya digunakan pada alur puli untuk memindahkan daya. Puli digunakan untuk mengubah arah gaya yang digunakan, meneruskan gerak rotasi, atau memindahkan beban yang berat (Tarigan & Sebayang, 2021). Fungsi dari puli

untuk memindahkan daya, torsi dan kecepatan, serta dapat memindahkan beban yang berat dengan variasi diameter yang berbeda. Puli dapat dibagi dalam beberapa jenis diantaranya, *Sheaves V-Pulley* paling sering digunakan untuk transmisi, produk ini digerakkan oleh *V-Belt*. karena kemudahannya dan dapat diandalkan. Puli dapat dilihat seperti pada Gambar 2.6 dibawah ini.



Gambar 2. 6 Pulley

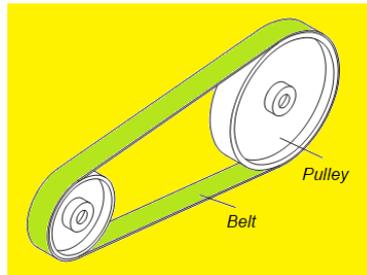
#### 2.2.8 Sabuk

Sabuk atau tali di gunakan untuk mentransmisikan tenaga dari satu poros ke poros lain melalui puli yang mana berputar dengan kecepatan yang sama atau berbeda. Jumlah tenaga yang ditransmisikan tergantung dari beberapa factor yaitu, kecepatan pada sabuk, kekencangan sabuk pada puli, hubungan antara sabuk dan puli kecil, kondisi pemakaian sabuk. Catatan: Poros harus sejajar untuk menyamakan tegangan tali, puli tidak harus saling berdekatan didalam kontak dengan puli yang lebih kecil atau mungkin yang besarnya sama, puli tidak harus terpisah jauh karena sabuk akan menjadi beban pada poros. Ini mengakibatkan pergesekan pada bearing. Panjangnya sabuk cenderung untuk mengayun dari sisi ke sisi menyebabkan sabuk bergerak keluar jalur dari puli yang mana membentuk lengkungan pada sabuk. Kekencangan sabuk harus sesuai jadi kelonggaran akan meningkatkan kontak kinerja pada puli. Untuk memperoleh hasil yang baik dengan sabuk datar, jarak maksimum antara poros tidak boleh melebihi dari 10 meter dan minimum tidak boleh kurang dari 3-5 kali diameter puli terbesar (R.S Khurmi, 2005).

Menurut (Sularso & Suga, 2004), ada banyak jenis sabuk yang digunakan sehari-hari. Dibawah ini point-point pentingnya:

### 1. Sabuk datar

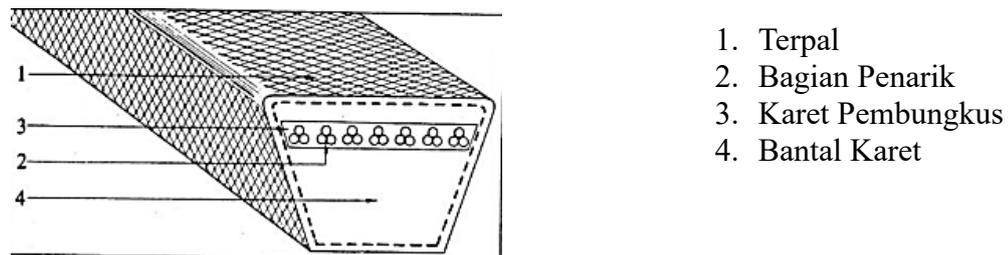
Sabuk datar banyak digunakan di pabrik dan bengkel (tempat kerja), dimana tenaga di transmisikan dari puli satu ke puli lain. Yang mana kedua puli tidak boleh terpisah lebih dari 10 meter. Berikut merupakan contoh gambar sabuk datar yang ditunjukkan pada Gambar 2.7.



Gambar 2. 7 Sabuk datar

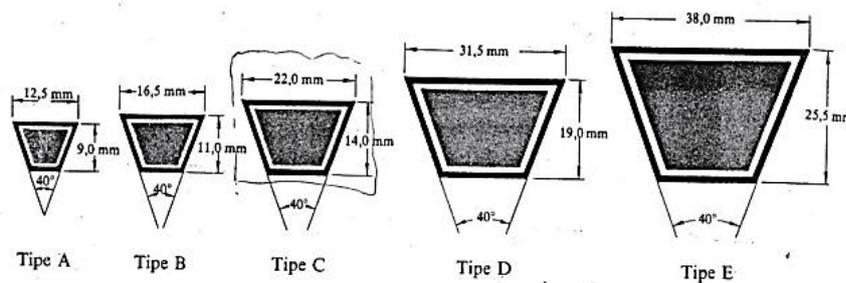
### 2. V-belt

Sabuk V-belt terbuat dari kain dan benang, biasanya katun rayon atau nilon dan diresapi karet dan mempunyai penampang trapesium. Tenunan tetoron atau semacamnya dipergunakan sebagai inti sabuk untuk membawa tarikan yang besar. Sabuk V dibelitkan di keliling alur puli yang berbentuk V pula. Bagian sabuk yang sedang membelit pada puli ini mengalami lengkungan sehingga lebar bagian dalamnya akan bertambah besar. Gaya gesekan juga akan bertambah karena pengaruh bentuk baji, yang akan menghasilkan transmisi daya yang besar pada tegangan yang relatif rendah. Sabuk-V banyak digunakan karena sabuk-V sangat mudah dalam penanganannya dan murah harganya. Selain itu sabuk-V juga memiliki keunggulan lain yaitu akan menghasilkan transmisi daya yang besar pada tegangan yang relatif rendah jika dibandingkan dengan transmisi roda gigi dan rantai, sabuk-V bekerja lebih halus dan tak bersuara. Selain memiliki keunggulan dibandingkan dengan transmisi-transmisi yang lain, sabuk-V juga memiliki kelemahan berupa terjadinya sebuah slip. Kontruksi sabuk V dapat dilihat pada gambar 2.8



Gambar 2. 8 Konstruksi Sabuk-V (Sularso & Suga, 2004)

Penggunaan sabuk-V yang umum digunakan yaitu tipe standar, ditandai huruf A, B, C, D & E. Berikut contoh gambar tipe standar sabuk-V yang umum dipakai, ditunjukkan pada Gambar 2.9



Gambar 2. 9 Ukuran Penampang Sabuk-V ((Sularso & Suga, 2004))

Kelebihan sabuk-V dibandingkan dengan sabuk datar, yaitu:

- a) Selip antara sabuk dan puli dapat diabaikan
- b) Memberikan umur mesin lebih lama
- c) Sabuk-V mudah dipasang dan dibongkar
- d) Operasi sabuk dengan puli tidak menimbulkan getaran
- e) Sabuk-V juga dapat dioperasikan pad arah yang berlawanan
- f) Sabuk-V yang dibuat tanpa sambungan sehingga memperlancar putaran
- g) Sabuk-V mempunyai kemampuan untk menahan goncangan saat mesin dinyalakan

Kelemahan sabuk-V dibandingkan dengan sabuk datar, yaitu:

- a) Sabuk-V umurnya tidak setahan lama sabuk datar
- b) Konstruksi puli sabuk-V lebih rumit daripada sabuk datar
- c) Tidak dapat digunakan untuk jarak poros yang panjang

### 3. Sabuk bundar atau tali

Sabuk bundar banyak digunakan di pabrik dan bengkel (tempat kerja), dimana tenaga ditransmisikan dari puli satu ke puli lain. Yang mana kedua puli tidak boleh terpisah lebih dari 5 meter. Jika jumlah tenaga sangat besar untuk ditransmisikan kemudian sabuk tunggal tidak mungkin cukup. Dalam kasus ini puli besar (untuk *V-belt* atau tali) dengan jumlah alur yang digunakan, kemudian sabuk dalam masing-masing alur mentransmisikan untuk tenaga yang dibutuhkan dari satu puli ke puli lain. Berikut merupakan contoh gambar sabuk bundar yang ditunjukkan pada Gambar 2.10



Gambar 2. 10 Sabuk Bundar

#### 2.2.9 Poros

Poros merupakan salah satu bagian yang terpenting dari setiap mesin. Hampir semua mesin meneruskan tenaga bersama-sama dengan putaran. Peranan utama dalam transmisi seperti itu dipegang oleh poros (Sularso & Suga, 2004). Contoh poros dapat dilihat pada gambar 2.11 dibawah ini.



Gambar 2. 11 Poros

Macam – macam poros berdasarkan pembebanannya

a. Poros Transmisi

Poros penggerak biasanya disebut poros. Bantalan mengalami beban puntir berulang, beban lentur yang bervariasi, atau keduanya. Pada poros, tenaga dapat ditransmisikan melalui roda gigi, sabuk, pulley, dan sproket.

b. Gandar Poros

Gandar merupakan poros yang dipasang di antara roda – roda kereta barang. Poros gandar tidak menerima beban putar dan hanya mendapat beban lentur.

c. Poros Spindle

Poros utama adalah poros penggerak yang relatif pendek. Sebagai contoh, pada poros utama alat mesin, beban utama dinyatakan sebagai beban puntir. Selain beban terasional, spindel juga menanggung beban aksial. Efektif digunakan untuk deformasi poros.

Hal–hal yang perlu diperhatikan dalam perencanaan poros

a. Kekuatan Poros

Bantalan universal dikenai beban puntir (torsion), momen lentur (bending moment) atau kombinasi beban puntir dan lentur. Ada beberapa faktor yang perlu diperhatikan dalam merancang poros, seperti: Kelelahan, benturan dan efek konsentrasi tegangan akan terjadi ketika menggunakan poros listrik atau pin pada poros. Poros yang dibangun harus cukup kuat untuk menahan beban ini.

b. Kekakuan Poros

Meskipun poros cukup kaku untuk menopang beban, pembengkokan atau pembengkokan yang terlalu banyak dapat menyebabkan ketidakakuratan mesin (pada mesin perkakas), getaran (vibration), dan kebisingan (noise). Ini harus diperhitungkan dan disesuaikan menurut jenis mesin yang mentransmisikan gaya dari poros.

c. Putaran kritis

Ketika kecepatan meningkat, getaran terjadi di mesin. Selain itu, getaran yang kuat dapat merusak poros dan komponen lainnya. Oleh karena itu, putaran kerja poros harus diperhatikan saat merancang poros menjadi rotasi kritis.

d. Material Poros

Biasa digunakan untuk kecepatan tinggi dan beban tinggi, poros biasanya terbuat dari baja paduan dan dikarburasi agar tahan aus, beberapa di antaranya terbuat dari baja kromium-nikel.

e. Bantalan

Menurut Sularso dan Kiyokatsu Suga (1997: 174) dalam bukunya tentang komponen mesin, bantalan adalah komponen mesin yang menopang poros beban, sehingga putaran atau gerak bolak-balik dapat lancar, aman dan panjang. Itu harus cukup kuat untuk poros dan komponen mesin lain untuk bekerja dengan baik. Jika bantalan tidak berfungsi dengan baik, seluruh sistem akan rusak atau tidak berfungsi dengan baik. Dengan cara ini, bantalan dalam keadaan pemrosesan dapat disesuaikan dengan fungsi fondasi dalam bangunan. Dalam memilih bantalan yang digunakan, perlu diperhatikan hal – hal sebagai berikut:

- 1) Tinggi rendahnya putaran poros.
- 2) Jenis bahan yang digunakan.
- 3) Besar kecilnya beban yang dikenakan.
- 4) Kemudahan perawatan.

Bantalan dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

a. Atas dasar gerakan bantalan terhadap poros.

1) Bantalan luncur

Untuk bantalan jenis ini, gesekan geser terjadi antara poros dan bantalan, karena permukaan poros didukung oleh permukaan bantalan, dan ada lapisan gemuk di antara permukaan bantalan.

2) Bantalan gelinding

Untuk bantalan jenis ini, gesekan guling terjadi antara dua bagian yang berputar, yang diam akibat elemen gelinding seperti bola (*balls*), roll atau roll jarum dan roll bulat.

a. Atas dasar arah beban terhadap poros.

1) Bantalan Radial

Arah beban yang ditumpu bantalan ini adalah tegak lurus sumbu poros.

2) Bantalan Aksial

Arah beban bantalan ini sejajar dengan sumbu porosnya.

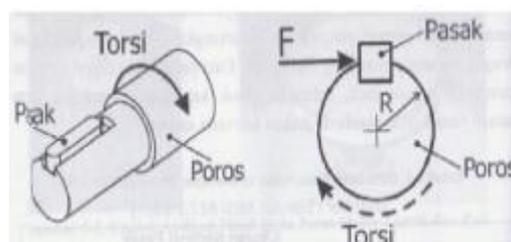
### 3) Bantalan Gelinding Khusus

Bantalan ini dapat menumpu beban yang arahnya sejajar dan tegak lurus sumbu poros.

#### 2.2.10 Pasak

Pasak (*key*), *snap ring* dan *cross pin* berfungsi untuk mengamankan posisi elemen mesin yang terpasang untuk bisa mentransmisikan torsi dan untuk mengunci elemen mesin tersebut pada arah aksial. Keuntungan penggunaan pasak adalah mudah untuk dipasang dan ukurannya telah distandarkan berdasarkan diameter poros. Pasak juga terpasang pada lokasinya secara akurat (*phasing*), mudah dilepas dan diperbaiki. Kekurangan penggunaan pasak adalah tidak bisa menahan pergerakan aksial dan memungkinkan terjadinya *backlash*, karena adanya *clearance* antara pasak dengan poros. Pasak dan alur pasak adalah salah satu koneksi poros-hub yang paling umum.

Gaya-gaya yang bekerja pada pasak dan poros seperti diperlihatkan Gambar 2. 12 dibawah adalah gaya tangensial berupa gaya geser yang terjadi pada pasak, sehingga timbul torsi pada pasak, gaya dorong kebawah (*trust force*).  $F$  bekerja pada garis normal yaitu tegak lurus terhadap benda kerja sehingga timbul momen bending. maka kedua gaya tersebut perlu dianalisa untuk mengetahui besarnya tegangan yang terjadi untuk mengetahui batas operasional pasak, agar bekerja dengan aman sehingga kerusakan pada pasak dapat dihindarkan (Adi Nugroho et al., 2022).



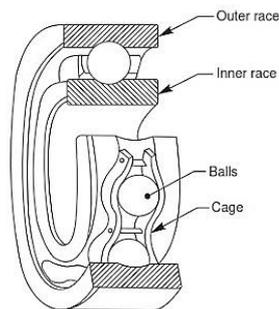
Gambar 2. 12 Gaya yang bekerja pada pasak (Adi Nugroho et al., 2022)

### 2.2.11 Bantalan

*Bearing* atau bantalan adalah sebuah elemen yang berfungsi untuk membatasi gerak relatif antara dua atau lebih komponen mesin agar selalu bergerak pada arah yang diinginkan. Bantalan menjaga poros (shaft) agar selalu berputar terhadap sumbu porosnya, atau juga menjaga suatu komponen bergerak linier agar selalu berada pada jalurnya. Bantalan harus cukup kokoh untuk memungkinkan poros serta elemen mesin lainnya bekerja dengan baik. Jika bantalan tidak berfungsi dengan baik maka prestasi seluruh sistem tidak dapat bekerja secara semestinya.

Klasifikasi bantalan menurut (Sularso & Suga, 2004), sebagai berikut :

- 1) 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. Bantalan gelinding dapat dilihat seperti Gambar 2.13 dibawah ini:



Gambar 2. 13 Bantalan gelinding

- 2) Bantalan luncur, pada bantalan ini terjadi gesekan luncur antara poros dan bantalan karena permukaan poros ditumpu oleh permukaan bantalan dengan perantara lapisan pelumas. Bantalan Luncur dapat dilihat seperti Gambar 2.14 dibawah ini:



Gambar 2. 14 Bantalan luncur

### 2.2.12 Motor bakar

Motor bakar adalah motor penggerak mula yang pada prinsipnya adalah sebuah alat yang mengubah energi kimia menjadi energi panas dan diubah ke energi mekanis. Saat ini motor bakar masih menjadi pilihan utama untuk dijadikan sebagai penggerak mula. Karena itu, usaha untuk menciptakan motor bakar yang menghasilkan kemampuan tinggi terus diusahakan oleh manusia. Kemampuan tinggi untuk mesin ditandai dengan adanya daya dan torsi yang dihasilkan tinggi tetapi kebutuhan bahan bakar rendah (Rikatani, 2011).

1. Motor Bakar ditinjau dari prinsip perolehan energi kalor yaitu: Motor pembakaran dalam (*Internal Combustion Engine*). Di dalam motor bakar terdapat tenaga panas bahan bakar yang diubah menjadi tenaga mekanik, sehingga dalam hal ini merupakan proses pembakaran dalam mesin, di mana zat arang dan zat cair bergabung dengan zat asam dalam udara, jika pembakaran berlangsung maka diperlukan:

- a. Bahan bakar dan udara dimasukkan ke dalam motor
- b. Bahan bakar dipanaskan hingga suhu nyala

Pembakaran ini menimbulkan panas yang menghasilkan tekanan yang kemudian menghasilkan tenaga mekanik. Contoh aplikasi dari pembakaran dalam ini digunakan pada power rendah, misalnya motor bensin dan motor diesel.

2. Motor bakar ditinjau dari prinsip kerjanya dibagi menjadi dua macam, yaitu:

- a. Motor 2 tak (2 Langkah)

Motor 2 tak (2 langkah) dibedakan menjadi 2 yaitu untuk motor bensin dan diesel. Prinsip kerjanya hampir sama, yakni melalui 2 langkah yaitu langkah kompresi dan langkah usaha. Dalam melakukan usahanya memerlukan satu kali putaran poros engkol untuk 2 kali langkah torak. Langkah pertama, yaitu merupakan langkah kompresi, dengan torak bergerak ke atas, campuran minyak bahan bakar dan udara dikompresikan dan dibakar dengan bunga api listrik bila torak mencapai titik mati atas (TMA). Kevakuman di dalam lemari engkol akan timbul dan campuran minyak bakar maka udara masuk. Langkah kedua yaitu merupakan langkah usaha,

torak didorong ke bawah oleh tekanan pembakaran, campuran minyak bakar, udara di dalam lemari engkol dikompresikan bila torak menutup lubang pemasukan.

b. Motor 4 tak (4 Langkah)

Motor 4 tak (4 langkah) dibedakan menjadi 2 yaitu untuk motor bensin dan diesel. Prinsip kerjanya hampir sama, yakni melalui 4 langkah yaitu langkah pemasukan, kompresi, usaha, dan langkah pembuangan. Dalam melakukan usahanya memerlukan dua kali putaran poros engkol untuk 4 kali langkah torak. Langkah pertama yaitu langkah pemasukan, torak bergerak ke bawah, katup masuk membuka, katup buang tertutup, terjadilah kevacuman pada waktu torak bergerak ke bawah, campuran bahan bakar udara mengalir ke dalam silinder melalui lubang katup masuk, campuran bahan bakar udara datang dari karbuarator. Kemudian, apabila torak berada di titik mati bawah, katup masuk tertutup dan torak bergerak ke atas, katup buang tertutup waktu torak bergerak ke atas. Campuran bahan bakar udara dikompresikan dan bilamana torak telah mencapai titik mati atas campuran dikompresikan sekitar seperdelapan isinya (langkah kompresi). Bilamana torak telah mencapai titik mati atas campuran minyak bakar udara dibakar dengan bunga api (dari busi), sehingga mengakibatkan tekanan naik hingga mencapai 30-40 kg/cm<sup>2</sup> dan torak didorong ke bawah (langkah usaha). Untuk selanjutnya, yaitu langkah pembuangan, dimana, gas bekas dikeluarkan dari dalam silinder, pembuangan gas berlangsung selama langkah buang (torak bergerak ke atas dan katup buang terbuka).

3. Menurut bahan bakar yang digunakan, motor bakar dibedakan menjadi dua macam, yaitu:

a. Motor bakar bensin

Yaitu motor bakar yang menggunakan bahan bakar bensin, parafin atau gas (bahan yang mudah terbakar dan mudah menguap). Campuran udara dan bahan bakar masuk ke dalam silinder dan dikompresikan oleh torak kepada tekanan sekitar 8-15 kg/cm<sup>2</sup>. Bahan bakar dinyalakan oleh sebuah loncatan bunga api listrik oleh busi dan terbakar cepat sekali di dalam udara kompresi

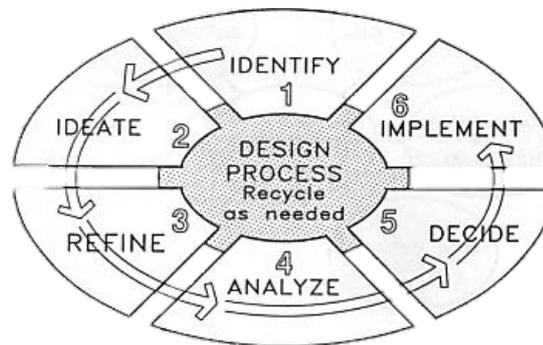
tersebut. Kecepatan pembakaran melalui campuran bahan bakar udara biasanya 10 sampai 25 m/s.

b. Motor bakar solar (diesel)

Yaitu motor bakar yang menggunakan bahan bakar yang lebih berat yakni minyak diesel (solar) Proses pembakaran motor diesel berbeda prosesnya dengan proses pembakaran motor bensin, pada motor diesel diawali dengan udara bersih masuk melalui langkah isap, kemudian bahan bakar dimasukan pada silinder setelah udara dulu dimampatkan oleh piston. Setelah itu bahan bakar solar yang sudah berbentuk kabut diinjeksikan oleh injektor pada ruang silinder. Karena kabut bahan bakar mudah terbakar, maka pada ruang bakar terjadi pembakaran (dan dikompresikan oleh torak, tekanan naik hingga 30-50 kg/cm<sup>2</sup>, suhu udara naik hingga 700°-900o C, suhu udara kompresi terletak di atas suhu udara penyala bahan bakar. Bahan bakar disemprotkan ke dalam udara kompresi yang panas kemudian terbakar, tekanan naik sehingga mencapai 70-90 kg/cm<sup>2</sup>. Proses pembakaran motor diesel bisa dilihat pada gambar 2.16 dibawah ini.

### 2.2.13 Metode perancangan

Metode perancangan yang sistematis diperlukan dalam proses mendesain suatu produk agar memenuhi beberapa aspek seperti kenyamanan, kepraktisan dan kemudahan saat penggunaan, pemeliharaan, perbaikan serta keamanan dan keselamatan. Perancangan dengan menggunakan metode James H. Earle merupakan salah satu metode perancangan sistematika untuk merumuskan dan mengarahkan berbagai proses yang akan dilakukan untuk memecahkan masalah yang dihadapi dengan mengubah suatu yang lama menjadi lebih baik atau membuat sesuatu yang baru. Berikut merupakan perancangan menurut James H. Earle ditunjukkan pada Gambar 2.15



Gambar 2. 15 Perancangan menurut James H. Earle (Pujono, 2019)

Uraian tahapan perancangan menurut James H. Earle adalah sebagai berikut:

- A. Tahap I : Identifikasi Masalah (*Identify*)
  - B. Tahap II : Ide awal (*Ideate*)
  - C. Tahap III : Perbaikan Ide (*Refine*)
  - D. Tahap IV : Analisa Rancangan (*Analyze*)
  - E. Tahap V : Keputusan (*Decide*)
  - F. Tahap VI : Implementasi (*Implementation*)
1. Tahap I: 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.

- a. Daerah Identifikasi Masalah

Ada dua daerah identifikasi masalah yaitu mengenai pengenalan kebutuhan dan identifikasi kriteria. Pada rancang bangun ini untuk identifikasi masalahnya mengenai pengenalan kebutuhan. Untuk mengenal sebuah kebutuhan bisa dimulai dengan pengamatan sebuah masalah atau kerusakan pada produk ataupun dari sistem yang perlu diperbaiki, diantaranya yaitu, kelemahan rancangan, kebutuhan akan solusi, peluang pasar, penyelesaian yang lebih baik.

- b. Langkah Identifikasi Masalah

Langkah identifikasi masalah diperlukan untuk menetapkan tuntutan, keterbatasan, dan informasi pendukung yang lain tanpa terlibat dalam penyelesaian masalah. Langkah identifikasi masalah meliputi:

- 1) Mencari dudukan masalah  
Menggambarkan masalah untuk memulai proses berpikir.
- 2) Membuat daftar tuntutan  
Merupakan daftar kondisi-kondisi yang harus perancang penuhi.
- 3) Membuat sketsa dan catatan  
Sketsa merupakan ide desainer yang dituangkan dalam visual 2 dimensi atau 3 dimensi. Sketsa dibuat untuk ide yang disertai dengan catatan, sehingga ide ini nantinya dapat dipelajari dan dibicarakan bersama.
- 4) Mengumpulkan data  
Kegiatan mengumpulkan data berdasarkan kecenderungan masyarakat, rancangan yang berhubungan, sifat-sifat fisik, laporan penjualan, mempelajari pasar.

## 2. Tahap II: 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.

### a. Individu dan Tim

Desainer bekerja sebagai individu sekaligus sebagai anggota tim kerja.

### b. Pendekatan Individu

Sebagai individu, desiner harus mempunyai sketsa dan catatan untuk berkomunikasi sendiri kemudian dengan yang lain. Tujuan mereka adalah menghasilkan ide sebanyak mungkin, karena ide yang lebih baik akan lebih banyak muncul dari *list* ide yang panjang. Sketsa yang cepat dapat menangkap gagasan yang berlalu, sebaliknya akan hilang selama pencarian ide.

c. Pendekatan Tim

Muncul perbedaan dan ruang lingkup ide yang lebih luas pada proses desain, namun biasanya akan diiringi adanya masalah manajemen dan koordinasi. Tim akan lebih baik dengan adanya pemimpin yang dipilih untuk mengarahkan aktivitas.

Tim harus mewakili individu dan kelompok kerja untuk mengambil keuntungan dari keduanya. Sebagai contoh setiap anggota mengumpulkan ide awal, membawanya ke pertemuan dan membandingkan solusi yang mungkin diambil. Pada akhirnya mengembalikan pada kerja individu dengan harapan baru.

d. *Brainstorming*

*Brainstorming* adalah teknik penyelesaian masalah dimana anggota kelompok secara spontan mengungkapkan ide. Aturan *Brainstorming*, yaitu:

- 1) Kritikan dilarang, pendapat tentang ide harus disimpan.
- 2) Kebebasan dianjurkan.
- 3) Kuantitas dituntut, artinya semakin banyak ide semakin mudah mengambil/menemukan ide cemerlang.
- 4) Kombinasi dan perbaikan kebutuhan. Harus dicari cara untuk perbaikan ide yang lain

e. Rencana untuk kegiatan

Langkah selanjutnya adalah melengkapi langkah ide awal pada proses desain yaitu:

- 1) Mengumpulkan ilham
- 2) Menyiapkan sketsa dan catatan
- 3) Mengumpulkan data latar belakang
- 4) Melakukan *survey*

f. Info Latar Belakang

Salah satu untuk mengumpulkan ide adalah mencari produk dan desain yang sama untuk dipertimbangkan. Dalam mencari informasi dapat dilakukan

diantaranya melalui media internet yaitu artikel-artikel dan jurnal, serta beberapa buku.

g. Survei Opini

Desainer harus mengetahui sikap konsumen tentang produk baru, pada tahap desain awal.

- 1) Apakah produk dibutuhkan?
- 2) Apakah konsumen tertarik pada produk?
- 3) Apakah produk akan dibeli?
- 4) Bentuk seperti apa yang disukai?
- 5) Berapa harga yang mereka sanggup untuk produk ini?
- 6) Apakah warna dan ukurannya bagus?

Untuk melakukan *survey*, level konsumen sasaran produk harus diidentifikasi, misalnya apakah pelajar, karyawan, dan lain-lain.

### 3. Tahap III: Perbaikan Ide (*Refine*)

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

Selanjutnya, persiapan ide yang baik dapat dipilih dengan penyaringan untuk menentukan yang pantas. Sketsa gambar harus dapat dikonversi ke skala gambar untuk analisis tempat (*lay out*), 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. Sebelum gambaran geometri bisa diaplikasikan, perancang harus dapat menggambar pandangan *ortographis* untuk menskalakan dari pandangan yang membantu diproyeksikan.

Geometri diskriptif mempunyai aplikasi yang paling besar dalam langkah-langkah perbaikan ide dan proses perancangan, langkah ini oleh para perancang

disebut membuat gambar-gambar berskala dengan peralatan-peralatan untuk memeriksa dimensi dan geometri yang tidak bisa di ukur dengan akurat pada sketsa yang tidak memakai skala.

#### 4. Tahap IV: Analisa Rancangan (*Analyze*)

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 setiap desain dengan membandingkan kelebihan dengan perhatian kepada biaya, kekuatan, fungsi, dan permintaan pasar.

#### 5. Tahap V: Keputusan (*Decide*)

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 dari perancang (tim perancang). Agar mudah pelaksanaannya presentasi harus terorganisir dan juga dapat mengkomunikasikan semua kesimpulan serta rekomendasi yang di tentukan si perancang sebab hal ini sangat berarti untuk memperoleh dukungan agar proyek tersebut nantinya dapat diterapkan menjadi suatu kenyataan. Pada umumnya tim membuat keputusan dari mana pembiayaanya harus diperoleh. Sekalipun pengambilan keputusan dipengaruhi oleh fakta, data, analisa, yang pada akhirnya penilaian subjektiflah yang terbaik.

Tujuan dari laporan secara lisan dan tertulis adalah untuk memperoleh kesimpulan dari suatu proses pelaksanaan proyek sedemikian rupa sehingga nantinya dapat diambil keputusan apakah desain tersebut nantinya diterapkan atau tidak. Salah satu dari dari tiga jenis keputusan yang mungkin dibuat adalah:

- a. Penerimaan, suatu desain mungkin dapat diterima secara keseluruhan, dengan adanya indikasi kesuksesan dari si perancang.
- b. Penolakan, suatu desain mungkin ditolak secara keseluruhan, dan bukan berarti si perancang tersebut gagal. Perubahan dalam situasi ekonomi,

desakan oleh para pesaing, atau faktor lain diluar kendali perancang mungkin membuat desain, usang, prematur, atau tak menguntungkan.

- c. Kompromi, suatu desain mungkin tidak disetujui sebagian dan kompromi mungkin menjadi jalan keluar.

#### 6. Tahap VI: Implementasi (*Implement*)

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.

#### 2.2.14 Gambar teknik

Gambar merupakan sebuah alat untuk menyatakan maksud dari seorang perancang. Fungsi gambar adalah bahasa teknik dan pola informasi, tugas gambar digolongkan dalam tiga golongan yaitu, penyampaian informasi, pengawetan penyimpanan dan penggunaan keterangan, cara – cara pemikiran dalam penyiapan informasi (G.Takeshi Sato, 2013).

Gambar teknik juga mempunyai tujuan – tujuan gambar sebagai berikut (Pahlevi, 2011).

##### 1) Internasionalisasi gambar

Peraturan-peraturan gambar dimulai dengan persetujuan bersama antara orang-orang bersangkutan, dan kemudian telah menjadi bentuk standar perusahaan. Bersama dengan meluasnya dnuia usaha, keperluan standar perdagangan dan standar nasional meningkat.

##### 2) Mempopulerkan gambar

Dalam lingkungan teknologi tinggi, akibat dikenalnya teknologi, golongan yang harus membaca dan mempergunakan gambar meningkat jumlahnya. Akibatnya diperlukan mempopulerkan gambar, dan gambar harus jelas dan mudah, peraturan-peraturan dan standar sederhana dan eksplisit sangat diperlukan.

### 3) Perumusan gambar

Hubungan yang erat antara bidang-bidang industri seperti pemésinan, perkapala, arsitektur, dan teknik sipil, masing-masing dengan kemajuan masyarakat teknologinya, tidak memungkinkan menyelesaikan suatu proyek dari suatu bidang saja secara bebas, bahkan dari itu, telah menjadi suatu keharusan untuk menyediakan keterangan-keterangan gambar yang dapat dimengerti, terlepas dari bidang-bidang diatas. Untuk tujuan ini masing-masing bidang akan mencoba untuk mempersatukan dan mengindentisir standar-standar gambar.

### 4) Sistematika gambar

Mengingat gambar kerja saja. Isi gambar menyajikan banyak perbedaan-perbedaan, tidak hanya dalam penyajian bentuk dan ukuran, tetapi tanda-tanda toleransi ukuran, toleransi bentuk dan keadaan permukaan juga.

### 5) Penyederhanaan gambar

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

### 6) Modernisasi gambar

Bersamaan dengan kemajuan teknologi, standar gambar juga telah dipaksa mengikutinya. Dapat disebutkan disini cara-cara baru (*modern*) yang telah dikembangkan seperti misalnya pembuatan film mikro, berbagai macam mesin gambar otomatis dengan bantuan komputer, perencanaan dengan bantuan komputer (*CAD-Computer Aided Design*).

## A. Definisi Proyeksi

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. Garis proyeksi terdiri dari berbagai tipe, hal tersebut tergantung pada jenis garis dari proyeksi tersebut.

Tipe garis proyeksi yaitu, tipe Amerika, tipe Eropa. Perbedaan dari tipe proyeksi tersebut adalah tata letaknya.

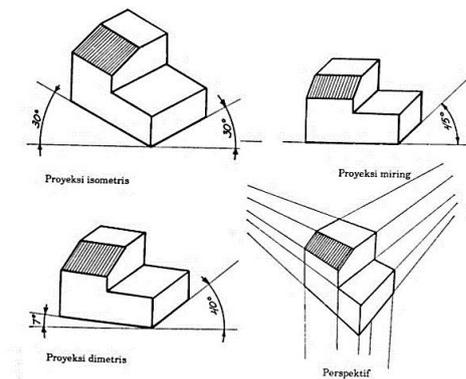
## B. Jenis-Jenis Proyeksi

### 1. Proyeksi *Pictorial*

Proyeksi *Pictorial* merupakan gambar yang semula dua dimensi dibuat dalam bentuk tampilan gambar dibuat secara tiga dimensi. Jenis proyeksi ini bisa dilakukan dengan berbagai macam cara di antaranya sebagai berikut:

- a) Proyeksi *Pictorial* Isometris
- b) Proyeksi *Pictorial* Dimetris
- c) Proyeksi *Pictorial* Miring
- d) Gambar *Perspektif* atau pandangan

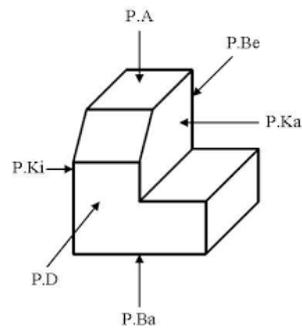
Berikut gambar proyeksi *pictorial* ditunjukkan pada Gambar 2.16



Gambar 2. 16 Proyeksi *pictorial*

### 2. Proyeksi *Orthogonal*

Proyeksi *Orthogonal* merupakan jenis proyeksi yang menampilkan gambar secara dua dimensi. Fungsi dari proyeksi ini adalah menjelaskan gambar detail dari masing-masing sudut pandang. Proyeksi *orthogonal* dibagi menjadi dua jenis di antaranya yaitu, proyeksi kuadran I (proyeksi Eropa), proyeksi kuadran III (proyeksi Amerika). Berikut merupakan gambar proyeksi *orthogonal* pada Gambar 2.17



Gambar 2. 17 Proyeksi *orthogonal*

Perbedaan proyeksi *orthogonal* yang dikelompokkan dalam dua standart proyeksi tersebut adalah dalam bentuk penyajian pada gambar.

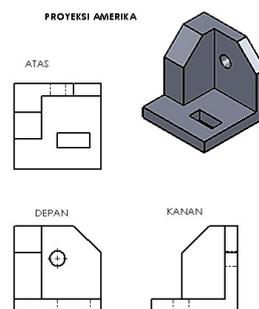
1) Proyeksi *standart* Eropa

Proyeksi eropa (proyeksi kuadran I), peletakan *view* sisi kiri gambar sebagai *view* utama.

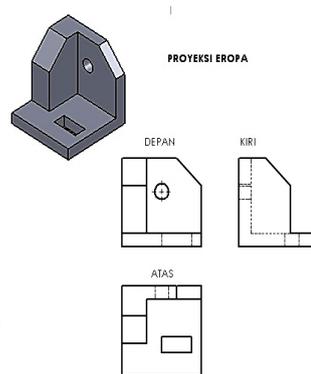
2) Proyeksi *standart* Amerika

Proyeksi eropa (proyeksi kuadran I), peletakan *view* sisi kanan gambar sebagai *view* utama.

Berikut adalah contoh gambar proyeksi standart Eropa dan Amerika:

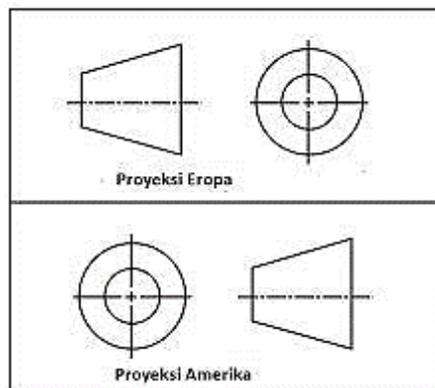


Gambar 2. 18 Proyeksi Amerika



Gambar 2. 19 Proyeksi Eropa

Perbedaan umum dari kedua standar proyeksi tersebut adalah jenis lambang atau simbol. Di bawah ini adalah contoh lambang dan simbol dari kedua standar pada gambar 2.20

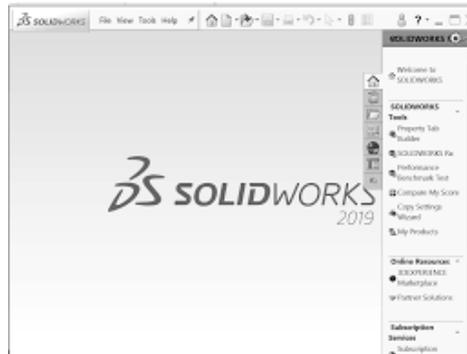


Gambar 2. 20 Simbol Proyeksi Amerika dan Proyeksi Eropa

### 2.2.15 SolidWorks

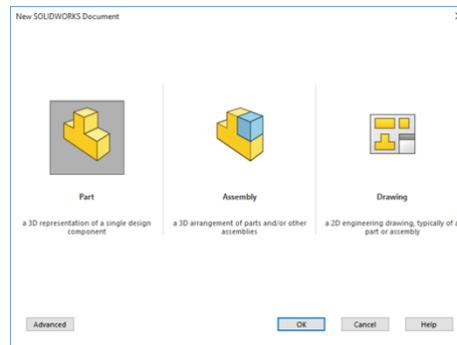
*SolidWorks* adalah salah satu software yang digunakan untuk merancang part permesinan atau susunan part permesinan yang berupa *assembling* dengan tampilan 3D untuk mempresentasikan *part* sebelum *real part* dibuat atau tampilan 2D (*drawing*) untuk gambar proses permesinan. File dari *SolidWorks* ini bisa di ekspor ke software analisis semisal *Ansys*, *FLOVENT*, dll. Desain juga bisa disimulasikan, dianalisis kekuatan dari desain secara sederhana, maupun dibuat animasinya. *SolidWorks* dalam penggambaran/pembuatan model 3D menyediakan *feature-based, parametric solid modeling*. *Feature-based* dan *parametric* ini yang

akan sangat mempermudah bagi user-nya dalam membuat model 3D. Dibawah ini merupakan gambar tampilan *solidworks* 2019.



Gambar 2. 21 Tampilan *Solidworks* 2019

*SolidWorks* menyediakan 3 *template* utama pada saat akan memulai mengoperasikannya, seperti pada Gambar 2.22



Gambar 2. 22 Tampilan *template solidworks* 2019

Setiap *template* memiliki fungsi dan kegunaannya masing-masing serta dapat dibuat saling berkaitan. Fungsi dari setiap *template* sebagai berikut:

a. *Part*

Adalah sebuah objek 3D yang terbentuk dari beberapa *feature*. Sebuah part dapat menjadi sebuah komponen pada suatu *assembly*, dan biasa juga digambarkan dalam bentuk 2D pada sebuah *drawing*. *Feature* adalah bentukan operasi-operasi yang membentuk *part*. *Base Feature* adalah fitur yang pertama kali dibuat. Ekstensi pada file *SolidWork Part* adalah SLDPRT.

### b. *Assembly*

Adalah sebuah dokumen dimana *part*, *feature* dan *assembly* lain (*Sub Assembly*) disatukan bersama. Ekstensi file untuk *SolidWork Assembly* adalah SLDASM.

### c. *Drawing*

Adalah gambaran 2D dari sebuah 3D part maupun *assembly*, ekstensi file untuk *Solidwork Drawing* adalah SLDDRW. Dalam menuangkan hasil dari rancangan produk sering memakai perangkat lunak CAD (*Computer Aided Design*). Keuntungan pemakaian CAD adalah:

- a) Memperpendek waktu perancangan, karena memperpendek waktu penyelesaian setiap kegiatan dalam proses perancangan.
- b) Meningkatkan kualitas produk melalui pembuatan banyak alternatif produk yang kini dapat dibuat dengan cepat dan mudah, melalui ketelitian dan ketepatan lebih tinggi, melalui analisis, dan optimasi yang lebih canggih, dan lain – lain.
- c) Meningkatkan komunikasi, baik melalui satu *database* yang cepat diakses oleh para anggota tim perancang yang terlibat dalam proses perancangan, maupun melalui dokumentasi dengan kualitas yang lebih baik.
- d) Mengurangi biaya perancangan dan biaya produksi secara total.

Kerugian yang dapat diderita dengan pemakaian CAD adalah:

- a) Harga komputer yang tidak murah
- b) Harga *software* yang tidak murah
- c) Biaya *maintenance*

## 2.3 Proses Produksi

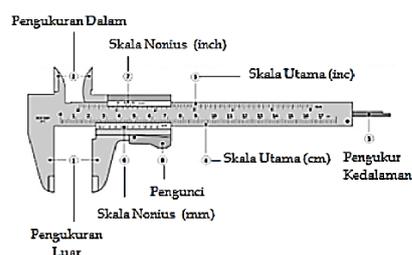
Proses diartikan sebagai suatu cara, metode dan teknik bagaimana sesungguhnya sumber-sumber (tenaga kerja, mesin, bahan atau material dan dana) yang ada diubah untuk memperoleh suatu hasil. Produksi adalah kegiatan untuk menciptakan atau menambah kegunaan barang atau jasa.

Proses juga diartikan sebagai cara, metode ataupun teknik bagaimana produksi itu dilaksanakan. Produksi adalah kegiatan untuk menciptakan dan

menambah kegunaan (*utility*) suatu barang dan jasa. Proses produksi adalah, cara metode ataupun menambah kegunaan suatu barang dan jasa dengan menggunakan faktor produksi yang ada. Kedua definisi di atas, dapat diambil kesimpulan bahwa proses produksi merupakan kegiatan untuk menciptakan atau menambah kegunaan suatu barang atau jasa dengan menggunakan faktor-faktor yang ada seperti tenaga kerja, mesin, bahan / material dan dana agar lebih bermanfaat bagi kebutuhan manusia (Sofwan dkk, 2020)

### 2.3.1 Proses pengukuran

Mengukur adalah proses membandingkan ukuran (dimensi) yang tidak diketahui terhadap standar ukuran tertentu. Jangka sorong merupakan salah satu alat ukur yang biasa dipakai operator mesin untuk mengukur panjang sampai dengan 200 mm ketelitian 0,05 mm dan 0,02 mm (Widarto, 2008a). Alat ukur yang digunakan pada proses pengukuran dapat dilihat pada gambar 2.23



Gambar 2. 23 Alat ukur

### 2.3.2 Proses pemotongan

Proses pemotongan merupakan sebuah proses yang digunakan untuk memisahkan bahan baku (material) menjadi beberapa bagian. Fungsi dari adanya pemotongan tersebut adalah agar material bisa di proses pada tahapan berikutnya, baik proses bubut, frais, maupun pengelasan. Proses pemotongan pada mesin konvensional bisa terjadi dikarenakan adanya gesekan antara dua buah material yang memiliki tingkat kekerasan yang berbeda. Tingkat kekerasan material pada pemotong harus lebih keras dibandingkan tingkat kekerasan pada material yang akan dilakukan proses pemotongan. Mesin pemotongan gerinda tangan dapat dilihat pada gambar 2.24



Gambar 2. 24 Mesin gerinda tangan

### 2.3.3 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 (Widarto, 2008b). Proses bubut ditunjukkan pada gambar 2.25



Gambar 2. 25 Mesin bubut

### 2.3.4 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). Proses frais dapat dilihat pada gambar 2.26



Gambar 2. 26 Mesin frais

### 2.3.5 Proses gurdi

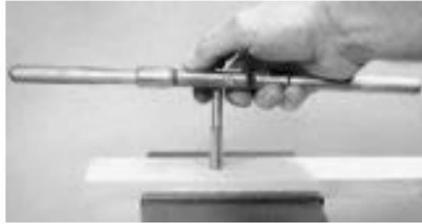
Proses gurdi adalah proses pemesinan yang paling sederhana diantara proses pemesinan lainnya. Biasanya di bengkel atau workshop proses ini dinamakan proses bor (Widarto, 2008b). Mesin yang digunakan untuk proses gurdi dapat dilihat pada gambar 2.27



Gambar 2. 27 Mesin Gurdi

### 2.3.6 Proses pengetapan

Proses pengetapan merupakan proses pembuatan ulir dalam dengan menggunakan tap. Tap merupakan sebuah alat yang berfungsi untuk membuat ulir dalam pada benda kerja. Proses tap tersebut bisa menggunakan tangan atau mesin. Pada alat tap terdapat 3 ukuran, untuk ukuran pertama digunakan sebagai awalan, ukuran kedua digunakan untuk pembentukan ulir, sedangkan ukuran yang ketiga digunakan untuk penyelesaian. Gambar 2.28 merupakan contoh gambar pengetapan.



Gambar 2. 28 Proses pengetapan (Agung Setyobudi, 2013)

### 2.3.7 Proses perakitan

Hastarina, Masruri, and Saputra (2020) menyatakan proses perakitan adalah proses penggabungan dari beberapa bagian komponen yang dirakit satu-persatu untuk membentuk suatu konstruksi yang diinginkan hingga menjadi produk akhir. Perakitan juga dapat diartikan penggabungan antara bagian yang satu terhadap bagian yang lain atau pasangannya.

Sesuai 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).

### 2.3.8 *Finishing*

Proses *finishing* merupakan suatu tahapan ahir pada proses produksi. Proses *finishing* berfungsi untuk melakukan pengecekan pada setiap komponen apakah bisa bekerja dengan sebagaimana mestinya. Proses *finishing* bertujuan untuk melakukan pengendalian kualitas produk, sebelum produk tersebut dilakukan pemasaran.