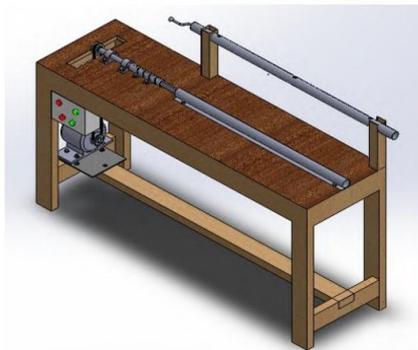


## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

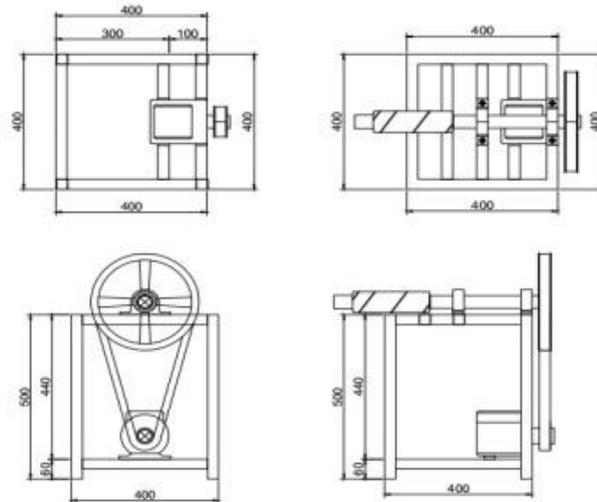
#### 2.1 Tinjauan Pustaka

Dirgantoro (2016), dalam laporan tugas akhir dengan judul Perencanaan Ulang Alat Bending Kawat Zig-Zag. Penelitian dilakukan uji tarik bahan untuk mengetahui besarnya tegangan tarik yang diperlukan untuk proses pembentukan yang secara teoritis juga diketahui perilaku material terhadap pembentukan seperti: tegangan – tegangan yang terjadi, modulus elastisitas dan gaya pembentukan, lalu dilakukan perhitungan yang berkelanjutan. Dari perhitungan gaya pembentukan dan daya yang digunakan untuk pada motor 0,7HP putaran 1440 rpm untuk melakukan proses bending didapatkan hasil berupa gaya sebesar 2,32 kgf untuk dapat membending kawat hingga menjadi zig-zag.



Gambar 2.1 Desain mesin pembuat pagar kawat harmonika (Dirgantoro, 2016)

Sumardiyanto & Sianipar (2021), dengan judul Rancang Bangun Mesin Pagar Kawat Ram Harmonika Berpenggerak Motor Listrik (0,75hp, 1pk, 1440rpm). Penelitian ini bertujuan untuk merancang mesin pagar kawat ram harmonika yang belum pernah dilakukan di Universitas 17 Agustus 1945 Jakarta yang bertujuan membantu masyarakat dan usaha mikro kecil dan menengah. Pembuatan mesin pagar kawat ram harmonika menggunakan motor listrik AC dengan spesifikasi daya 0,75 hp dan kecepatan putaran 1440 rpm menggunakan transmisi *pully* dan sabuk v. Gaya yang dibutuhkan untuk membending kawat dengan diameter 1,2 mm yaitu 4,36 N dengan daya yang dibutuhkan untuk membending dan merangkai anyaman yaitu sebesar 0,83 kw.



Gambar 2.2 Mesin pembuat pagar harmonika (Sumardiyanto & Sianipar, 2021)

Pratama (2022), dengan judul Perancangan Mesin Kawat Pagar Harmonika Menggunakan Sistem Motor Listrik. Penelitian ini bertujuan mendesain mesin yang lebih praktis atau mudah digunakan serta terjangkau bagi masyarakat luas, Untuk mempercepat pekerja dalam proses pembuatan kawat anyam harmonika. Motor listrik yang digunakan dalam perancangan alat pembuatan mesin kawat pagar harmonika menggunakan sistem motor listrik ini menggunakan motor listrik yang berdaya  $0,33 \text{ hp} = 0,25 \text{ kW}$  dengan putaran 1440 rpm dan menggunakan gear box 1 : 20. Sistem transmisi yang digunakan adalah pulley dengan bahan alumunium dan V-belt tipe A. Pulley yang digunakan ada 4 buah yang masing-masing berdiameter  $d_p = 7,6 \text{ cm}$  dan  $9 \text{ cm}$  dan  $D_p = 6,3 \text{ cm}$  dan  $12 \text{ cm}$  panjang keliling V-belt yang digunakan adalah 117,832 cm dan 149,0088 cm.

## 2.2 Landasan Teori

### 2.2.1 Kawat

Kawat merupakan benang / tali yang terbuat dari logam, dan banyak digunakan dalam berbagai aplikasi, termasuk pembangunan, industri, perhiasan, dan elektronik. Penggunaan kawat banyak digunakan untuk penghantar listrik, sebagai bahan pengikat, atau sebagai elemen dalam pembuatan produk-produk seperti kabel listrik, kawat jaring, kawat bengkok, dan masih banyak lagi. Kawat tersedia dalam berbagai diameter dan jenis logam yang berbeda, tergantung pada kebutuhan penggunaannya.

Terdapat banyak jenis dan ragam kawat, ada kawat yang terbuat dari berbahan logam tembaga, ada tali kawat yang berbahan besi baja paduan, tali kawat berbahan alumunium, dan masih banyak lagi bahan baku dalam pembuatan kawat (Dirgantoro, 2016).

Salah satu pemanfaatan kawat yaitu anyaman kawat yang dapat digunakan dalam pembuatan pagar. Anyaman kawat adalah bentuk dari penyatuan logam yang dinamakan kawat (*wire*) untuk disusun menjadi satu kesatuan sehingga membentuk suatu lembaran anyaman. Terdapat beberapa jenis anyaman yang terbuat dari kawat antara lain (Dirgantoro, 2016):

a. Kawat harmonika

Kawat harmonika adalah kawat anyaman galvanis dengan berbagai ukuran yang banyak digunakan di berbagai tempat, seperti lapangan olah raga, taman, sekolah, pagar pembatas dan lain-lain.



Gambar 2.3 Pagar kawat harmonika

b. Kawat bronjong

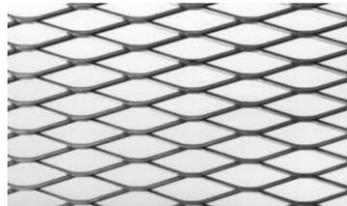
Kawat bronjong adalah hasil anyaman dari kawat baja dengan berlapis seng dengan bentuk kotak yang pada penggunaannya diisi batu-batu untuk pencegah erosi, yang dipasang pada tebing-tebing, tepi-tepi sungai. Pembuaan anyaman dari kawat bronjong dilakukan dengan menggunakan mesin.



Gambar 2.4 Kawat bronjong

c. *Expanded metal*

*Expanded metal* adalah pagar kawat yang dibuat dengan memotong plat logam menggunakan mesin pres, menghasilkan pola berlian dengan ruang terbuka yang dikelilingi oleh batang logam yang saling terhubung. Produk ini adalah salah satu hasil dari pada kemajuan teknologi, dimana *expanded metal* ini terbuat dari baja berkadar karbon rendah yang menjamin kekuatan lebih tanpa di las dan tanpa sambungan sehingga diyakini lebih tahan lama dan kuat.



Gambar 2.5 Pagar *expanded metal*

### 2.2.2 Perancangan

Perancangan melibatkan proses penggambaran, perencanaan, serta pengambilan keputusan penting yang berdampak pada langkah-langkah lain yang mengikutinya. Sehingga sebelum sebuah produk diproduksi, perlu dilakukan perancangan terlebih dahulu yang akan menghasilkan sketsa atau gambar teknik dari produk yang akan dibuat.

Perancangan mesin seluruh aspek perencanaan yang mencakup sistem dan semua yang terkait dengan karakteristik mesin, elemen-elemen mesin dan strukturnya. Proses ini dapat mencakup disiplin teknik mesin, seperti mekanika fluida, perpindahan panas dan termodinamika serta ilmu-ilmu dasar dalam perencanaan elemen mesin (Permana & Riyadi, 2022).

Berbagai metode perancangan telah dikembangkan oleh para perancang, namun ada proses yang selalu hadir dalam setiap metode dan dapat dianggap sebagai langkah-langkah umum, yaitu:

- a. Meneliti berbagai alternatif sistem yang dapat memenuhi spesifikasi yang sesuai.
- b. Membuat model sesuai perhitungan dari konsep sistem yang paling optimal.
- c. Menentukan spesifikasi komponen dalam perancangan.

- d. Pemilihan bahan yang sesuai dengan kondisi komponen tersebut sebagai dasar pembuatan.

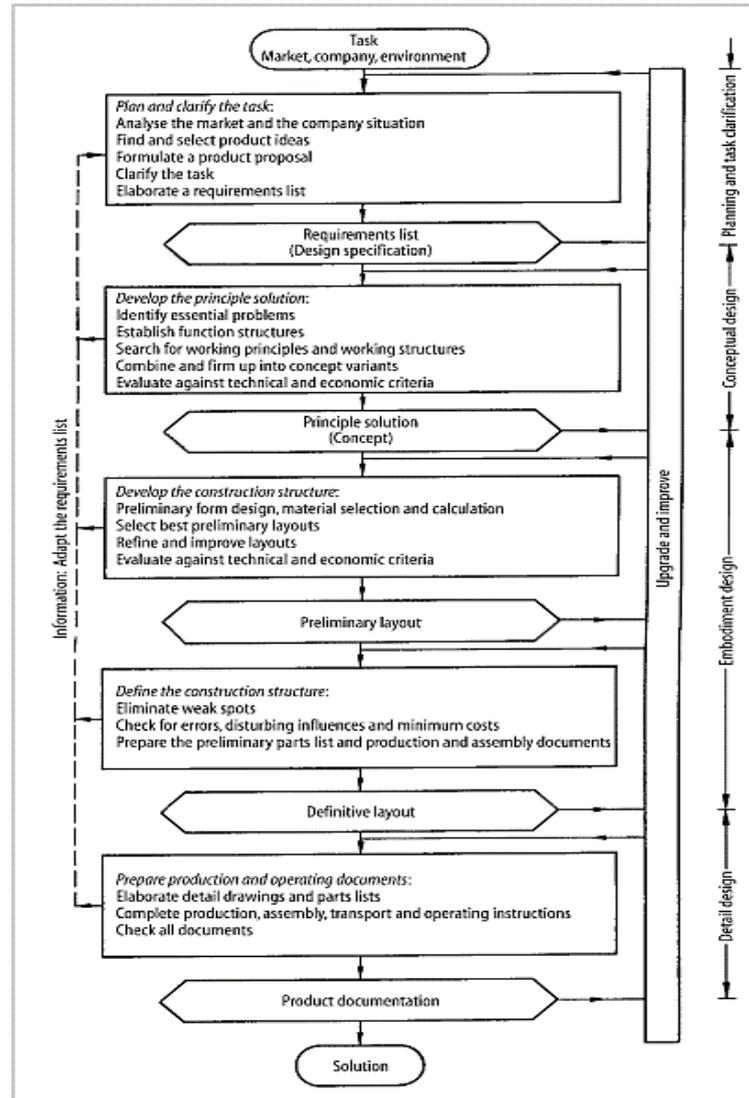
### 2.2.3 Metode perancangan VDI 2222

Perancangan merupakan suatu proses berfikir sistematis untuk menyelesaikan suatu permasalahan untuk mendapatkan hasil maksimal sesuai dengan kebutuhan, yang dilakukan dengan kegiatan awal dari suatu rangkaian kegiatan dalam proses pembuatan produk. Dengan menggunakan metode perancangan diharapkan dapat melakukan analisis yang rasional dan penentuan syarat yang lebih realistis. Metode perancangan yang diterapkan mengacu pada metode tahapan perancangan menurut *Verein Deutsche Ingenieuer 2222* (VDI 2222). Metode ini merupakan metode perancangan sistematis terhadap desain untuk merumuskan dan mengarahkan berbagai macam metode desain yang makin berkembang akibat kegiatan riset (Kuswoyo, 2019).

VDI 2222 pendekatan dan metode individu untuk desain konseptual, difokuskan pada pengembangan produk. Oleh karena itu, metode ini sangat cocok untuk pengembangan produk baru. Karena dirancang untuk penerapan umum, proses desain disusun secara fleksibel, memungkinkan adanya variasi yang spesifik pada produk dan perusahaan. Pedoman ini sebaiknya diperlakukan sebagai panduan untuk menetapkan prosedur kerja yang lebih rinci. Penekanan khusus diberikan pada sifat pendekatan yang iteratif, di mana urutan langkah-langkahnya tidak harus dianggap kaku. Beberapa langkah mungkin diabaikan, sementara yang lain sering kali diulang. Fleksibilitas ini sesuai dengan pengalaman desain praktis dan sangat penting untuk penerapan semua metode desain (Pahl dkk, 2007).

Penjelasan tersebut pada dasarnya didasarkan pada dasar-dasar sistem teknis, pendekatan sistematis, dan proses pemecahan masalah secara umum. Tujuan utamanya adalah menyesuaikan pernyataan umum dengan persyaratan proses desain teknik mesin dan mengintegrasikan langkah-langkah kerja serta pengambilan keputusan yang khusus. Secara prinsip, proses perencanaan dan desain dimulai dari tahap perencanaan dan klarifikasi tugas, dilanjutkan dengan identifikasi fungsi yang diperlukan, pengembangan solusi prinsip, pembuatan struktur modular, hingga dokumentasi akhir dari produk yang lengkap. Selain

perencanaan tugas-tugas khusus yang dijelaskan dalam pedoman tersebut, proses perencanaan dan desain dibagi menjadi tahapan utama berikut ini (Pahl dkk, 2007).



Gambar 2.6 Tahapan perancangan metode VDI 2222 (Pahl dkk, 2007)

Urutan perancangan dengan metode VDI 2222 adalah sebagai berikut (Pahl dkk, 2007) :

- a. Perencanaan dan klarifikasi tugas (Merencana)

Proses ini mencakup:

- 1) Menganalisis kondisi pasar dan situasi perusahaan.
- 2) Menemukan dan memilih ide produk.
- 3) Merumuskan proposal produk.

- 4) Memperjelas tujuan dari tugas yang akan dilakukan.
  - 5) Menyusun daftar kebutuhan atau tuntutan.
- b. Desain konseptual (Mengonsep)
- Mengembangkan solusi dasar dengan langkah-langkah:
- 1) Mengidentifikasi masalah-masalah utama.
  - 2) Menentukan struktur fungsi.
  - 3) Mencari prinsip kerja dan menyusun struktur kerja.
  - 4) Menggabungkan dan menyatukan konsep-konsep dalam berbagai variasi.
  - 5) Melakukan evaluasi berdasarkan kriteria teknis dan ekonomi.
- c. Desain perwujudan (Merancang)
- Mengembangkan struktur konstruksi melalui:
- 1) Merancang bentuk awal, memilih material, dan melakukan perhitungan.
  - 2) Memilih tata letak yang paling optimal.
  - 3) Menyempurnakan dan meningkatkan tata letak tersebut.
  - 4) Melakukan evaluasi terhadap kriteria teknis dan ekonomi.
- d. Desain detail (Penyelesaian)
- Menyiapkan dokumen untuk produksi dan pengoperasian dengan langkah-langkah:
- 1) Menyusun gambar detail dan daftar bagian (*part list*).
  - 2) Menyelesaikan instruksi untuk produksi, perakitan, pengangkutan, dan pengoperasian.
  - 3) Memeriksa seluruh dokumen untuk memastikan keakuratan.

#### 2.2.4 Gambar teknik

Bahasa yang digunakan sebagai alat untuk menyampaikan tujuan dari seorang perancang dalam sebuah lingkup teknik yaitu gambar. Menggambar teknik adalah aktivitas menghasilkan gambar-gambar teknik yang menampilkan bentuk dan ukuran suatu objek atau konstruksi, sesuai dengan ketentuan dan aturan yang telah disepakati bersama, dan dituangkan pada kertas gambar.

Gambar sebagai bahasa teknik dan pola informasi, gambar memiliki tiga fungsi utama yaitu: Menyampaikan informasi, menyimpan dan melestarikan data, serta sebagai metode pemikiran dalam penyusunan informasi (G.Takeshi Sato, 2013). Berikut merupakan uraian terkait fungsi utama dalam gambar:

a. Penyampaian informasi

Gambar berfungsi sebagai alat yang sangat efektif untuk menyampaikan informasi. Gambar digunakan untuk menyampaikan rancangan atau ide kepada perencana, perancang proses, pembuat/manufaktur, peneliti, dan pihak-pihak lain yang relevan.

b. Menyimpan dan melestarikan data

Gambar menyimpan data teknis suatu produk, termasuk teknologi, spesifikasi teknis, dan informasi terkait produk tersebut. Oleh karena itu, gambar perlu diawetkan untuk menyediakan informasi tentang bagian-bagian produk yang memerlukan perbaikan atau pemeliharaan. Selain itu, gambar juga disimpan sebagai referensi untuk rencana-rencana di masa depan. Metode penyimpanan gambar mencakup penggunaan kodefikasi nomor urut dan media penyimpanan seperti *blueprint*, *microfilm*, atau data gambar digital.

c. Metode pemikiran dalam penyusunan informasi

Ide atau konsep abstrak yang muncul dalam pikiran diwujudkan dalam bentuk gambar melalui proses analisis, sintesis, dan evaluasi yang dilakukan secara berulang hingga mencapai hasil yang memuaskan.

Dalam gambar teknik terdapat proyeksi yang merupakan suatu metode yang digunakan dalam penggambaran desain untuk menggambarkan sebuah objek berdasarkan sudut pandang dari suatu benda yang dibuat. Proyeksi memiliki fungsi dalam menggambarkan objek benda nyata menjadi bentuk gambar sehingga tujuan dan bentuk dari benda tersebut dapat tersampaikan dengan lebih baik. Terdapat dua jenis proyeksi dalam gambar teknik yaitu proyeksi *Pictorial* dan proyeksi *Orthogonal*. Penjelasan dari dua jenis proyeksi yang ada adalah sebagai berikut:

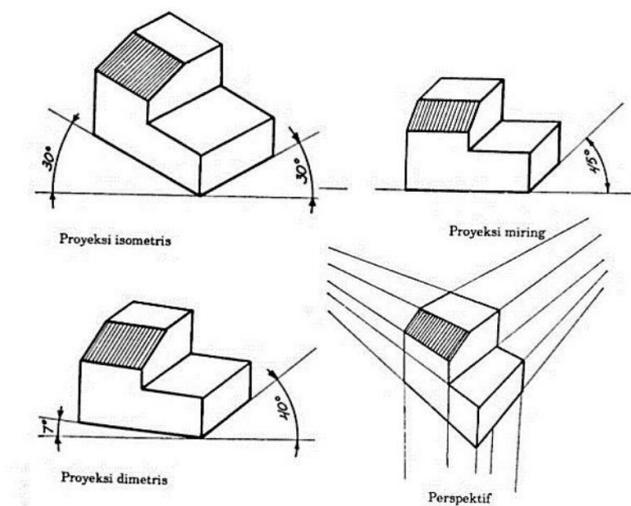
a. Proyeksi *Pictorial*

Proyeksi *Pictorial* adalah proyeksi atau sudut pandang pada gambar teknik dalam penggambaran objek sehingga terlihat dalam bentuk gambar tiga

dimensi. Terdapat empat macam dalam pembuatan proyeksi *Pictorial* yang dibedakan dari sudut pembuatan dalam gambar tersebut. Berikut macam-macam proyeksi *Pictorial* diantaranya sebagai berikut:

- 1) Proyeksi Pictorial Isometris
- 2) Proyeksi Pictorial Miring
- 3) Proyeksi Pictorial Dimetris
- 4) Gambar Perspektif atau pandangan

Berikut merupakan gambar dan besar sudut yang digunakan dalam proyeksi *Pictorial* ditunjukkan pada Gambar 2.7.



Gambar 2.7 Proyeksi *pictorial*

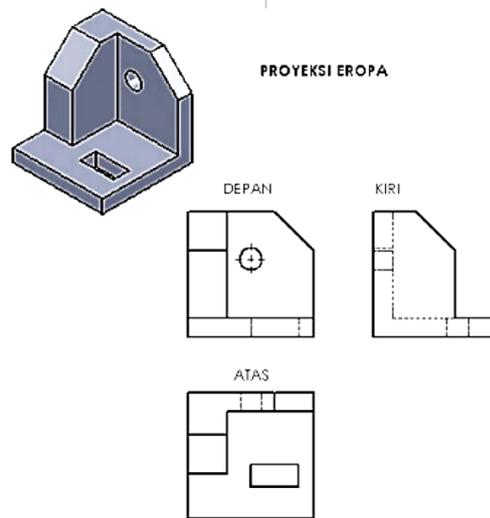
#### b. Proyeksi *Orthogonal*

Proyeksi *Orthogonal* merupakan metode yang digunakan dalam menggambar teknik untuk menggambarkan objek tiga dimensi dalam dua dimensi. Tujuan dari penggambaran menggunakan proyeksi ini adalah untuk menggambarkan detail dari setiap sudut pandang dengan jelas. Dalam proyeksi ini memungkinkan detail objek terlihat dari sudut pandang yang berbeda, yang biasanya dibagi dalam tampilan depan, atas dan samping. Berikut merupakan dua jenis dalam proyeksi *Orthogonal* yaitu:

- 1) Proyeksi Kuadran I (Proyeksi Eropa)

Dalam metode ini, objek ditempatkan di kuadran pertama, sehingga gambar tampilan depan diletakkan di atas gambar tampilan bawah, dan

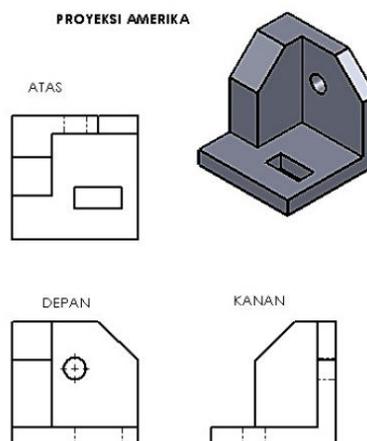
gambar tampilan atas diletakkan di bawah gambar tampilan depan. Ini adalah metode yang paling umum digunakan di Eropa.



Gambar 2.8 Proyeksi Eropa

## 2) Proyeksi Kuadran III (Proyeksi Amerika)

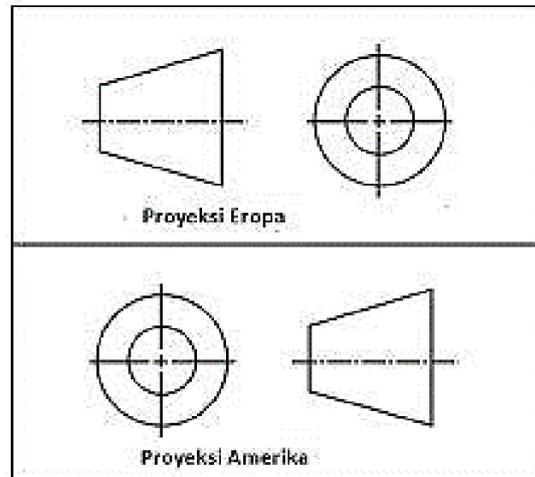
Di sini, objek ditempatkan di kuadran ketiga. Dalam proyeksi ini, tampilan depan diletakkan di bawah gambar tampilan bawah, dan gambar tampilan atas diletakkan di atas gambar tampilan depan. Ini lebih sering digunakan di Amerika.



Gambar 2.9 Proyeksi Amerika

Perbedaan dari dua proyeksi Eropa dan proyeksi Amerika dapat dilihat dari simbol yang dapat dilihat pada kepala gambar (E-tiket). Simbol tersebut berfungsi sebagai mempermudah pembaca gambar untuk membedakan jenis

proyeksi yang digunakan dalam suatu gambar teknik. Perbedaan simbol dari kedua proyeksi *Orthogonal* dapat dilihat pada gambar 2.10.



Gambar 2.10 Simbol proyeksi Eropa dan Amerika

#### 2.2.5 Solidwork

*Solidwork* merupakan salah satu perangkat lunak (*software*) yang digunakan untuk berbagai macam kegunaan seperti CAD (*Computer Aided Design*), CAM (*Computer Aided Manufactur*) serta CAE (*Computer Aided Engineering*) yang dikembangkan oleh perusahaan ternama Dassault Systemes.

Perangkat lunak ini digunakan untuk merancang suatu produk, mesin atau alat. Solidwork pertama kali diperkenalkan pada tahun 1995 sebagai pesaing untuk program CAD, seperti Pro-Engineer, NX Siemens, I-Deas, Unigraphics, Autodesk Inventor, Autodesk AutoCAD dan CATIA. Solidwork Corporation didirikan pada tahun 1993 oleh Jon Hirschtick, dengan merekrut tim insinyur profesional untuk membangun sebuah perusahaan yang mengembangkan perangkat lunak CAD 3D, dengan kantor pusatnya di Concord, Massachusetts, dan merilis produk pertama, Solidwork 95, pada tahun 1995 (Sungkono dkk., 2019).

Terdapat keuntungan penggunaan CAD meliputi:

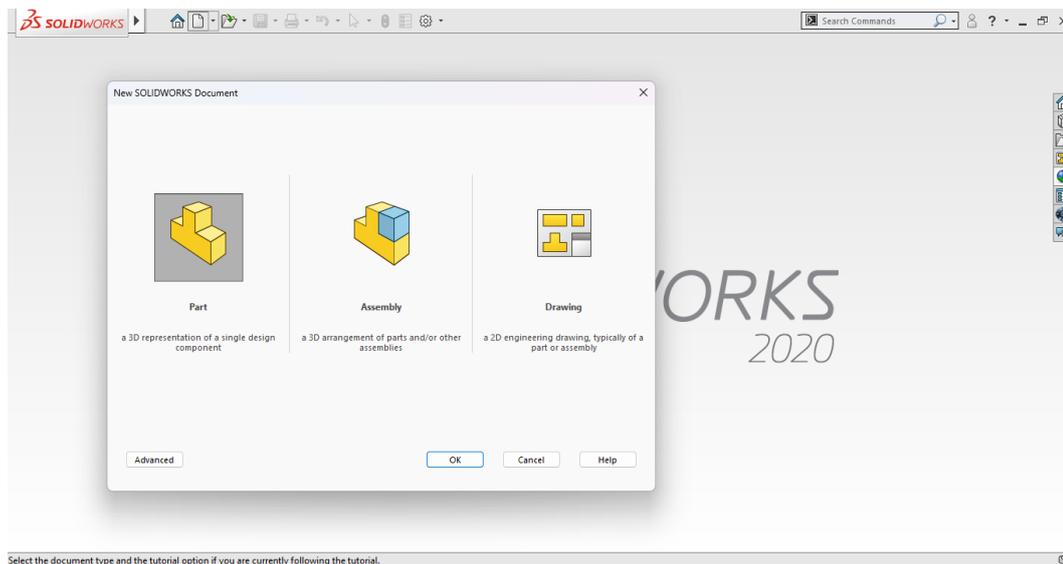
- a. Dapat mempercepat proses desain, karena dapat menyingkat waktu dalam setiap proses mendesain.
- b. Meningkatkan kualitas produk, karena CAD memiliki tingkat ketelitian dan akurasi yang lebih tinggi.

- c. Meningkatkan komunikasi tim, pada perancangan menggunakan CAD, *file* dapat dikerjakan oleh anggota tim perancang lain dengan lebih mudah melalui kualitas dokumentasi yang lebih baik.
- d. Mengurangi biaya keseluruhan desain.

Kekurangan dalam penggunaan CAD, yaitu:

- a. Harga komputer relatif mahal, karena memerlukan spesifikasi yang relatif lebih tinggi.
- b. Biaya pembelian software yang mahal.
- c. Biaya pemeliharaan yang tinggi karena selalu terdapat perkembangan teknologi

Tampilan awal dari *software Solidworks* memiliki tiga pilihan utama yaitu *part*, *assembly* dan *drawing*. Pilihan tersebut merupakan tiga fitur utama yang dihadirkan dalam *software Solidworks* sehingga dapat mempermudah pengguna dalam merancang atau membuat gambar pada suatu objek.



Gambar 2.11 Tampilan awal *software Solidworks 2020*

Terdapat 3 (tiga) menu utama dalam proses CAD dalam perangkat lunak Solidwork ini, menu utama tersebut adalah sebagai berikut:

a. *Part*

*Part* (bagian) seperti namanya fitur part ini adalah perintah yang digunakan untuk mengawali pembuatan 3d model suatu *part* (bagian). Pada

menu ini satu bagian suatu mesin digambar yang awalnya berbentuk sketsa 2D yang akan diubah ke bentuk 3D. *Feature* merupakan kumpulan perintah-perintah yang digunakan untuk mengubah gambar sketsa 2D tadi menjadi gambar bagian 3D. *Extension file* untuk *part Solidworks* adalah *SLDPRT*.

#### *b. Assembly*

Assembly adalah sebuah fitur yang mengumpulkan beberapa *part* (bagaian) yang sudah digambar 3D dan disatukan atau dirakit sesuai dengan kebutuhan. Dua atau lebih part disatukan agar bisa menghasilkan suatu produk tertentu.

#### *c. Drawing*

*Drawing* adalah *templates* yang digunakan untuk membuat gambar kerja 2D atau 3D *engineering Drawing* dari *single component (part)* maupun Assembly yang sudah kita buat. Fitur *drawing* disini digunakan untuk membuat gambar detail dari suatu part maupun produk dengan dimensi didalamnya. Pembuatan gambar kerja sendiri digunakan untuk memberi informasi pada pembaca gambar akan ukuran pada suatu produk maupun bagian.

### 2.2.6 Motor penggerak

Motor penggerak adalah perangkat yang berfungsi untuk mengonversi energi listrik menjadi energi mekanik. Sebaliknya, perangkat yang mengubah energi mekanik menjadi energi listrik dikenal sebagai generator atau dinamo. Energi mekanik yang dihasilkan dari motor listrik dapat digunakan dalam keperluan pada dunia industri hingga rumah tangga.

Mekanisme pada motor listrik yaitu tenaga listrik diubah menjadi tenaga mekanik, dengan cara mengubah tenaga listrik menjadi magnet yang disebut sebagai elektro magnet sehingga kutub-kutub dari magnet yang sesama akan tolak menolak dan kutub yang tidak senama akan tarik menarik. Dengan terjadinya proses ini maka dapat memperoleh gerakan jika menempatkan sebuah magnet pada sebuah poros yang dapat berputar dan magnet yang lain pada suatu kedudukan yang tetap (Bagia & Parsa, 2018). Gambar 2.12 menunjukkan salah satu contoh dari motor listrik yang sering digunakan.



Gambar 2.12 Motor listrik

Motor listrik dapat dibedakan berdasarkan jenis sumber tegangan yang digunakan. Berdasarkan sumber tegangan kerjanya, motor listrik terbagi menjadi dua jenis, yaitu motor listrik arus bolak-balik (AC) dan motor listrik arus searah (DC). Berikut merupakan penjelasan dari macam motor listrik jika dibedakan berdasarkan jenis arusnya:

a. Motor penggerak arus AC (*Alternating Current*).

Motor listrik AC adalah jenis motor yang menggunakan tegangan dengan arus bolak-balik atau arus DC. Biasanya motor jenis ini memiliki ukuran yang lebih besar dibandingkan dengan motor DC. Gerakan yang ditimbulkan motor AC dapat terjadi karena sumber arus AC atau DC. Tegangan sumber AC dapat berupa satu fasa maupun tiga fasa.



Gambar 2.13 Motor listrik AC

b. Motor penggerak arus DC (*Direct Current*)

Motor DC adalah motor listrik yang memerlukan suplai tegangan arus searah pada kumparan medan untuk diubah menjadi energi gerak mekanik. Kumparan medan pada motor dc disebut stator (bagian yang tidak berputar) dan kumparan jangkar disebut rotor (bagian yang berputar). Motor arus searah, sebagaimana namanya, menggunakan arus langsung yang tidak langsung/*directundirectional* (Bagia & Parsa, 2018).



Gambar 2.14 Motor listrik

### 2.2.7 Sistem transmisi

Sistem Transmisi adalah serangkaian komponen atau sistem yang bertugas menyalurkan tenaga dari penggerak, mulai dari sumber tenaga hingga ke alat yang akan digerakkan. Ketika transmisi bergerak, ia menghasilkan putaran, momen, dan kecepatan.

Transmisi adalah salah satu elemen mesin yang berperan dalam mentransfer daya. Hingga saat ini, transmisi telah mengalami berbagai perkembangan, baik dalam hal desain maupun jenis material yang digunakan untuk mentransmisikan daya dari suatu mesin. Transmisi memiliki beragam model dan fungsi, yang terus berkembang seiring dengan meningkatnya kebutuhan penyaluran daya (Luthfianto, 2017).

Elemen Mesin adalah komponen dari sebuah alat yang berfungsi untuk mentransfer energi atau benda dengan efisiensi mekanis, termal, hidraulik, maupun listrik. Elemen mesin merupakan cabang ilmu yang mempelajari berbagai bagian mesin, termasuk bentuk komponen, cara kerjanya, proses perancangan, serta perhitungan kekuatan komponen tersebut. Dasar-dasar yang diperlukan dalam elemen mesin, termasuk permasalahannya, mencakup sistem gaya, tegangan dan regangan, pengetahuan tentang bahan, gambar teknik, dan proses produksi (Sularso & Suga, 2004).

### 2.2.8 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. Poros untuk meneruskan daya diklasifikasikan menurut pembebanannya sebagai tiga jenis yaitu poros transmisi yang menerima beban puntir dan lentur, poros spindel yaitu poros dengan

beban utama berupa puntiran, dan poros gandar yang dimana tidak mendapat beban puntir sehingga hanya mendapatkan beban lentur (Sularso & Suga, 2004).



Gambar 2.15 Poros transmisi

Dalam perencanaan sebuah poros, terdapat faktor yang diperhatikan antara lain:

a. Kekuatan poros

Suatu poros transmisi dapat mengalami beban puntir atau lentur atau gabungan antara lentur dan puntir. Beberapa poros juga mendapatkan beban tarik atau tekan seperti pada poros baling-baling kapal atau turbin. Kelelahan, tumbukan atau pengaruh konsentrasi tegangan bila diameter poros diperkecil (poros bertangga) atau bila poros mempunyai alur pasak, beban-beban tersebut merupakan faktor dalam perencanaan poros sehingga poros cukup kuat.

b. Kekakuan poros

Sebuah poros mempunyai kekuatan yang cukup tetapi jika lenturan atau defleksi puntirnya terlalu besar akan mengakibatkan ketidak-telitian, getaran atau suara.

c. Putaran kritis

Bila putaran suatu mesin dinaikkan maka pada suatu harga putaran tertentu dapat terjadi getaran yang luar biasa besarnya. Putaran tersebut dinamakan putaran kritis, hal ini dapat mengakibatkan kerusakan pada poros dan bagian-bagian lainnya. Maka diperlukan perencanaan poros yang putaran kerjanya lebih rendah dari putaran kritisnya.

d. Korosi

Pemilihan bahan tahan korosi untuk poros sangat diperlukan apabila poros terjadi kontak dengan fluida yang korosif.

e. Bahan poros

Poros untuk mesin umum biasanya dibuat dari baja batang yang ditarik dingin dan di-*finish*. Poros-poros yang dipakai untuk meneruskan putaran tinggi dan beban berat umumnya dibuat dari baja paduan dengan pengerasan kulit yang sangat tahan terhadap keausan.

Dalam penentuan diameter poros dapat ditentukan dengan persamaan (Sularso & Suga, 2004a):

a. Perhitungan daya rencana

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

Dimana:

$P_d$  = Daya rencana (kW)

$F_c$  = Faktor koreksi

$n$  = daya motor penggerak (kW)

b. Perhitungan momen rencana dan bahan poros

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

Dimana:

$T$  = Momen rencana (kg.mm)

$P_d$  = Daya rencana (kW)

$n$  = Putaran poros (rpm)

c. Tegangan geser yang diizinkan

$$\tau_a = \sigma_b / (Sf_1 \times Sf_2) \quad (2.3)$$

Dimana:

$T$  = Tegangan geser yang diizinkan

$Sf$  = Faktor Keamanan

d. Perhitungan diameter poros

$$d_s = \left[ \frac{5,1}{\tau_a} \sqrt{(K_m \times M)^2 + (K_t \times T)^2} \right]^{1/3} \quad (2.4)$$

Dimana:

$d_s$  = Diameter poros (mm).

$\tau_a$  = Tegangan geser (kg/mm<sup>2</sup>).

$K_t$  = Faktor keadaan momen puntir.

$K_m$  = Faktor perkiraan momen lentur.

$T$  = Momen puntir (kg.mm).

$M$  = Momen maksimal pada poros (N.mm)

### 2.2.9 Pully

Puli adalah mekanisme yang terdiri dari roda yang dipasang pada poros atau batang, dengan alur di antara dua pinggiran di sekelilingnya. Puli berfungsi untuk mengubah arah gaya yang diterapkan, mentransfer gerakan rotasi, atau memindahkan beban berat (Tarigan & Sebayang, 2021).

Fungsi utama puli adalah untuk memindahkan daya, torsi, dan kecepatan, serta untuk memindahkan beban berat dengan variasi diameter yang berbeda. Puli dapat dibagi menjadi beberapa jenis, salah satunya adalah Sheaves V-Pulley, yang paling sering digunakan untuk transmisi dan digerakkan oleh V-Belt. Contoh puli dapat dilihat pada Gambar 2.16 di bawah ini.



Gambar 2.16 Pully

### 2.2.10 Sabuk

Sabuk digunakan untuk mentransmisikan tenaga dari satu poros ke poros lainnya melalui puli, yang dapat berputar dengan kecepatan yang sama atau berbeda. Jumlah tenaga yang ditransmisikan dipengaruhi oleh beberapa faktor, termasuk kecepatan sabuk, kekencangan sabuk pada puli, hubungan antara sabuk dan puli kecil, serta kondisi penggunaan sabuk. Perlu diperhatikan bahwa poros harus sejajar untuk menyamakan tegangan pada tali.

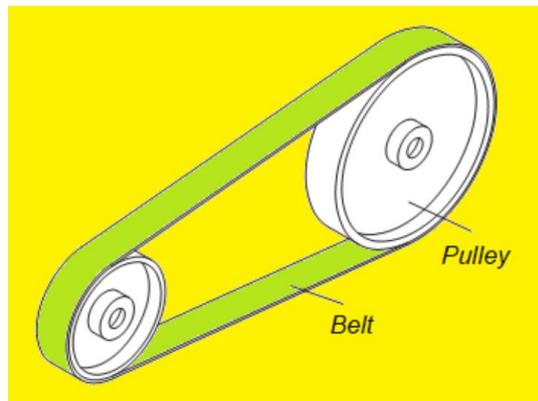
Puli tidak harus berada dekat satu sama lain saat berhubungan dengan puli yang lebih kecil atau dengan ukuran yang sama, namun puli juga tidak boleh terlalu jauh terpisah karena hal ini dapat memberikan beban berlebih pada poros, menyebabkan gesekan pada bantalan. Panjang sabuk yang berlebihan cenderung membuatnya bergerak dari sisi ke sisi, menyebabkan sabuk keluar dari jalur pada

puli, membentuk lengkungan. Oleh karena itu, kekencangan sabuk harus tepat, karena kelonggaran yang berlebihan dapat meningkatkan kontak yang buruk dengan puli.

Terdapat tiga kelompok dalam transmisi sabuk yang sering digunakan dalam sistem transmisi (Sularso & Suga, 2004), antara lain :

a. Sabuk rata

Sabuk rata dipasang pada puli silinder yang dipasang pada masing-masing poros transmisi. Transmisi sabuk ini dapat meneruskan momen antara dua poros yang jaraknya dapat sampai 10 m dengan perbandingan putaran antara 1/1 sampai 6/1. Berikut merupakan contoh gambar dari sabuk rata ditunjukkan pada Gambar 2.17.

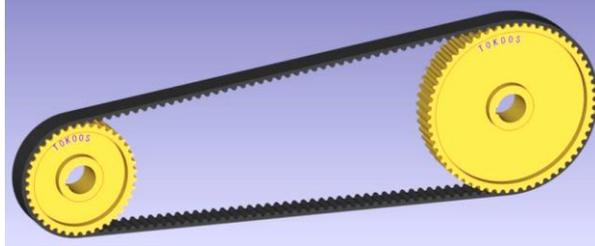


Gambar 2.17 Sabuk rata

b. Sabuk dengan gigi (*Timing belt*)

Sabuk dengan gigi atau biasa disebut dengan *Timing belt* dapat digerakan dengan sproket yang terpasang pada poros transmisi. Jarak antar pusat poros yang digunakan pada pemilihan transmisi ini memiliki maksimal

jarak yaitu 2 m dan dapat meneruskan putaran dengan perbandingan antara 1/1 sampai 6/1.

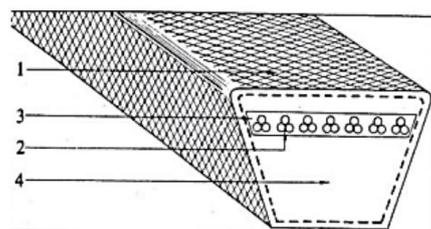


Gambar 2.18 Sabuk dengan gigi

c. *V-belt*

Puli dan sabuk v merupakan salah satu dari beberapa sistem transmisi yang ada. Sabuk-V terbuat dari karet dan mempunyai penampang trapesium. Terdapat alur puli yang berbentuk V yang akan dibelitkan sabuk untuk mentransmisikan daya yang ada. Bagian sabuk yang dibelitkan pada puli dapat mengalami lengkungan sehingga lebar bagian dalam dapat bertambah besar. Gaya gesek akan bertambah dikarenakan pengaruh dari bentuk baji, sehingga dapat menghasilkan daya transmisi yang besar pada tegangan yang rendah.

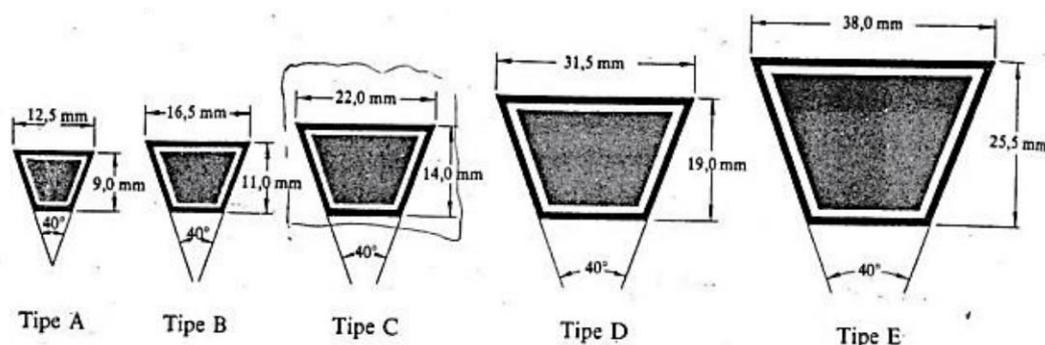
Penggunaan sabuk v banyak digunakan karena mudah dalam pemeliharaan dan harga yang relatif lebih murah. Selain itu sabuk v juga dapat mentransmisikan daya yang besar dan bekerja lebih halus dibandingkan transmisi lain seperti rantai dan roda gigi. Sedangkan kelemahan dari sabuk v ini berupa dapat terjadi slip pada saat pemakaian. Pemasangan sabuk v dipasang pada puli dengan laur dan meneruskan momen antara dua poros dengan jarak maksimal 5 m dengan perbandingan putaran antara 1:1 sampai 7:1 (Sularso & Suga, 2004).



1. Terpal
2. Bagian Penarik
3. Karet Pembungkus
4. Bantal Karet

Gambar 2.19 Konstruksi sabuk-v

Pada penggunaannya sabuk v tipe yang paling umum digunakan yaitu tipe standar, tipe standar memiliki lima jenis ukuran dengan yang dipilih penggunaannya berdasarkan daya yang ditransmisikan. Penggunaan pully juga memerlukan kecocokan antara sabuk v yang digunakan dengan tipe yang sama. Berikut merupakan ukuran dari penampang sabuk tipe standar ditunjukkan pada Gambar 2.20.



Gambar 2.20 Ukuran penampang sabuk-v

Sabuk v hanya dapat menghubungkan poros-poros yang sejajar dengan arah putaran yang sama. Untuk mempertinggi daya yang ditransmisikan, dapat dipakai beberapa sabuk V yang dipasang bersebelahan. Pemilihan tipe sabuk V dipilih atas dasar daya rencana dan putaran poros penggerak. Dalam penentuan tipe sabuk v dan puli yang digunakan dapat ditentukan dengan persamaan-persamaan berikut (Sularso & Suga, 2004):

1) Perhitungan daya rencana:

$$P_d = f_c \cdot P \quad (2.4)$$

Dimana:

$P_d$  = Daya rencana (kW).

$f_c$  = Faktor Koreksi.

$P$  = Daya yang ditransmisikan (kW).

2) Perhitungan perbandingan puli:

$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{D_p}{d_p} \quad (2.5)$$

Dimana:

$n_1$  = Putaran yang ditransmisikan (rpm)

$n_2$  = Putaran awal (rpm)

$D_p$  = Diameter puli besar (mm)

$d_p$  = Diameter puli kecil (mm)

3) Perhitungan kecepatan linear sabuk:

$$v = \frac{\pi \cdot d_p \cdot n_1}{60 \cdot 1000} \quad (2.6)$$

Dimana:

$v$  = Kecepatan sabuk (m/s)

$n_1$  = Putaran yang ditransmisikan (rpm)

$d_p$  = Diameter puli kecil (mm)

4) Perhitungan panjang sabuk

$$L = 2C + \frac{\pi}{2} (d_p + D_p) + \frac{1}{4C} (D_p - d_p)^2 \quad (2.7)$$

Dimana:

$L$  = Panjang sabuk (mm)

$C$  = Jarak sumbu poros (mm)

$D_p$  = Diameter puli besar (mm)

$d_p$  = Diameter puli kecil (mm)

5) Perhitungan jarak sumbu poros

$$C = \frac{b + \sqrt{b^2 - 8(D_p - d_p)^2}}{8} \quad (2.8)$$

$$b = 2L - 3,14 (D_p + d_p) \quad (2.7)$$

Dimana:

$L$  = panjang sabuk (mm)

$D_p$  = diameter puli yang digerakkan (mm)

$d_p$  = diameter puli penggerak (mm)

6) Daya yang ditransmisikan sabuk

Daya yang dapat ditransmisikan oleh satu sabuk -V dapat dihitung menggunakan rumus (Shigley's Mechanical Engineering Design, hal. 900)

$$H_a = K_1 K_2 H_{tab} \quad (2.8)$$

Dimana :

$K_1$  = sudut kontak terhadap sabuk -v

$K_2$  = factor koreksi panjang sabuk

$H_{tab}$  = rating daya sabuk- v

7) Perhitungan menentukan jumlah sabuk yang digunakan

$$N = \frac{P_d}{P_0 \cdot K_\theta} \quad (2.9)$$

Dimana:

$N$  = Jumlah sabuk yang digunakan

$P_d$  = Daya rencana (kW)

$K_\theta$  = Faktor koreksi

#### 2.2.11 Bantalan

Bantalan adalah komponen mesin yang berfungsi untuk menopang poros yang dibebani, sehingga putaran atau gerakan translasi poros dapat terjadi dengan lancar, aman, dan memiliki umur panjang. Agar poros dan elemen mesin lainnya dapat bekerja dengan optimal, bantalan harus memiliki kekuatan yang memadai; jika tidak, seluruh sistem akan mengalami penurunan kinerja atau bahkan gagal berfungsi dengan baik. Bantalan poros terbagi menjadi dua jenis, yaitu bantalan luncur dan bantalan gelinding (Sularso & Suga, 2004).

Menurut Sularso & Suga (2004), bantalan dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

##### 1) Bantalan gelinding

Pada jenis bantalan ini, gesekan yang terjadi adalah gesekan gelinding antara bagian yang berputar dengan bagian yang diam, dengan bantuan elemen gelinding seperti bola (peluru), rol, rol jarum, atau rol bulat.

##### 2) Bantalan luncur

Pada bantalan ini, terjadi gesekan luncur antara poros dan bantalan, di mana permukaan poros didukung oleh permukaan bantalan dengan bantuan lapisan pelumas.

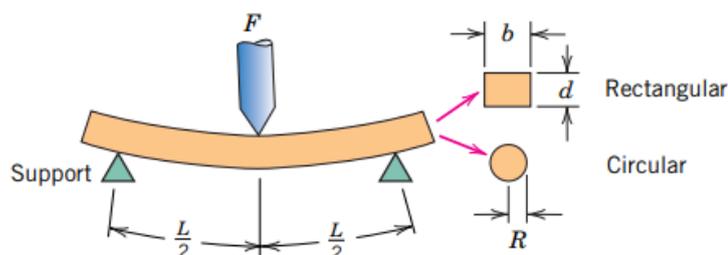
#### 2.2.12 Pasak

Pasak (*key*), *snap ring*, dan *cross pin* berfungsi untuk menjaga posisi elemen mesin yang terpasang agar mampu mentransmisikan torsi dan mengunci elemen tersebut dalam arah aksial. Keuntungan dari penggunaan pasak adalah kemudahannya dalam pemasangan dan ukurannya yang sudah distandarkan

berdasarkan diameter poros. Pasak dipasang dengan presisi pada lokasinya (phasing), serta mudah dilepas dan diperbaiki. Namun, kelemahan pasak adalah ketidakmampuannya dalam menahan pergerakan aksial dan kemungkinan terjadinya backlash akibat adanya celah antara pasak dan poros. Pasak dan alur pasak merupakan salah satu metode koneksi poros-hub yang paling umum digunakan (Adi Nugroho dkk, 2022).

### 2.2.13 Gaya bending

Bending merupakan fenomena mekanik yang terjadi ketika suatu benda mengalami tekanan atau momen yang menyebabkan melengkung. Secara sederhana, bending adalah proses dimana suatu benda kerja mengalami tekanan atau momen yang menyebabkannya melengkung atau menekuk. Bending terjadi karena distribusi gaya tekanan yang tidak merata pada sepanjang struktur (Galih, 2024).



Gambar 2.21 Skema pembebanan bending

Gaya bending dapat dicari dengan persamaan sebagai berikut (William & David,2015) :

$$\sigma = \frac{Mc}{I} = \frac{F \cdot L}{\pi \cdot r^3} \quad (2.10)$$

Dimana:

M = Momen bending maksimal ( $\frac{FL}{4}$ )

c = Jarak center ke tumpuan samping (R)

I = Momen inersia lingkaran ( $\frac{\pi \cdot r^4}{4}$ )

$\sigma$  = Tegangan ( $\frac{FL}{\pi \cdot r^3}$ )