

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Mesin Tekan Manual

Mesin press adalah alat mesin yang mengeluarkan tekanan. Alat ini sering digunakan dalam industri untuk pengerjaan pada benda logam menjadi berbagai bentuk melalui operasi seperti *blanking*, *piercing*, *chawing*, *forming*, *bending* dan *shearing*. Mesin ini juga merupakan bagian penting dari industri manufaktur yang biasa digunakan untuk produksi massal beberapa komponen seperti badan mobil, suku cadang motor listrik dan suku cadang peralatan listrik rumah tangga. Semua mesin press terdiri dari rangka mesin yang menopang tempat plat *press*, ram, sumber tenaga, dan mekanisme utama. Mesin *press* konvensional ada yang menggunakan prinsip mesin tekan untuk menghasilkan tekanan beban mekanis (Syaukani et al., 2021).



Gambar 2.1 Mesin Tekan (Yasindo Jaya, 2024)

Mesin ini bekerja dengan tekanan yang bekerja berdasarkan teori pascal yakni memanfaatkan tekanan yang diberikan pada cairan untuk menekan atau membentuk. Komponen utama pada mesin ini adalah piston, silinder, pipa *hydraulic* dan beberapa komponen pendukung lainnya. Mesin *press hydraulic* tidak hanya mengandalkan kekuatan udara saja namun juga menggunakan kekuatan cairan atau fluida berupa *oil hydraulic* untuk melakukan penekanan (Usman & Muhtadin, 2019).

Mesin *press* dapat dibagi menjadi 2 klasifikasi berdasarkan jenis tenaga penggerak dari slide, yaitu:

- a. *Mechanical press*, mesin *press* dengan mekanisme penggerak turun-naik dari slide (ram) dengan mekanisme *crank shaft*, *eccentric shaft*, *cam* dan *knuckle*.
- b. *Hydraulic press*, mesin *press* dengan mekanisme penggerak turun-naik dari *slide* (ram) dengan digerakan langsung oleh gerakan piston silinder dari *system hydraulic*.

2.1.1 Cara Kerja Mesin Tekan Manual

Mesin tekan manual adalah mesin yang memiliki dudukan atau plat tempat bahan logam ditempatkan sehingga dapat dipress, diluruskan, atau dibentuk. Konsep mesin tekan manual didasarkan pada penggunaan tenaga manual untuk menghasilkan tekanan pada benda kerja. Tekanan ini diterapkan melalui tuas atau roda tangan yang menggerakkan arbor untuk menekan, mengepres, dan membentuk bahan sesuai kebutuhan. Meskipun berbeda dari mesin *press hydraulic* yang

menggunakan cairan, prinsip dasar mesin tekan manual tetap berfokus pada penerapan gaya per luas untuk menghasilkan tekanan yang diperlukan dalam proses pembentukan atau penekanan. Sebuah mesin tekan manual terdiri dari komponen dasar seperti arbor, tuas penggerak, landasan, dan komponen-komponen lainnya. Prinsip kerja mesin tekan ini sangat sederhana. Sistem ini terdiri dari arbor yang digerakkan secara manual dengan tuas atau roda tangan. Ketika operator menggerakkan tuas, arbor ditekan turun, memberikan tekanan langsung pada benda kerja yang ditempatkan di atas landasan. Tekanan ini memungkinkan benda kerja untuk dipress, dibentuk, atau diluruskan sesuai kebutuhan. Setelah operasi selesai, arbor kembali ke posisi semula, siap untuk digunakan kembali. Sebuah mesin tekan manual terdiri dari komponen dasar seperti arbor, tuas penggerak, landasan, dan komponen-komponen lainnya. Prinsip kerja mesin tekan ini sangat sederhana. Sistem ini terdiri dari arbor yang digerakkan secara manual dengan tuas atau roda tangan. Ketika operator menggerakkan tuas, arbor ditekan turun, memberikan tekanan langsung pada benda kerja yang ditempatkan di atas landasan. Tekanan ini memungkinkan benda kerja untuk dipress, dibentuk, atau diluruskan sesuai kebutuhan. Setelah operasi selesai, arbor kembali ke posisi semula, siap untuk digunakan kembali (Usman & Muhtadin, 2019).

2.1.2 Komponen-Komponen Mesin Tekan Manual

Pada mesin tekan manual, berbagai komponen bekerja secara sinergis untuk menjalankan fungsi utamanya dalam menghasilkan tekanan yang diperlukan untuk berbagai aplikasi, seperti pengepresan, pemotongan, atau pembentukan material.

Setiap komponen memiliki peran penting dalam memastikan mesin dapat beroperasi dengan efisien.

a) Rangka

Rangka merupakan struktur yang menahan semua komponen dan gaya yang dihasilkan oleh mesin tekan manual, dikenal sebagai rangka mesin. Rangka mesin ini dirancang untuk memberikan kekuatan dan stabilitas yang diperlukan untuk menahan tekanan tinggi yang dihasilkan selama operasi. Rangka mesin biasanya terbuat dari bahan yang kuat dan tahan lama, seperti baja, untuk memastikan bahwa komponen-komponen mesin tetap pada tempatnya dan tidak mengalami deformasi. Selain itu, rangka mesin juga harus dirancang sedemikian rupa agar dapat mendukung beban dinamis yang terjadi selama siklus kerja, termasuk gaya reaksi dari mekanisme manual dan tekanan yang diterapkan pada benda kerja (Adhmt, 2024).

b) Rack and Pinion

Rack and pinion adalah mekanisme penting dalam mesin tekan manual yang digunakan untuk mengubah gerakan putar menjadi gerakan linear. Sistem ini terdiri dari dua komponen utama: pinion, yang merupakan roda gigi kecil berbentuk melingkar, dan rack, sebuah batang bergigi yang bergerak lurus. Saat operator memutar tuas yang terhubung dengan pinion, gigi-gigi pada pinion berinteraksi dengan gigi-gigi pada rack, sehingga rack bergerak maju atau mundur secara linear. Gerakan linear ini kemudian digunakan untuk menggerakkan bagian-bagian mesin, seperti ram yang menekan benda kerja. Mekanisme rack and pinion pada mesin tekan manual sangat penting untuk menghasilkan tekanan yang akurat dan

terkendali, memungkinkan operator untuk melakukan pekerjaan dengan presisi yang tinggi (Chen et al., 2019).

c) Tuas Handle

Tuas handle pada mesin tekan manual berfungsi sebagai penggerak utama yang memungkinkan operator untuk mengendalikan proses penekanan secara langsung. Tuas ini biasanya terhubung dengan mekanisme internal, seperti rack and pinion atau sistem engkol, yang menerjemahkan gerakan putar atau dorong dari tangan operator menjadi gerakan linear pada ram mesin. Dengan mengatur posisi dan kekuatan yang diberikan pada tuas handle, operator dapat mengontrol tekanan yang diterapkan pada benda kerja, memberikan fleksibilitas dalam berbagai aplikasi pengepresan. Selain itu, desain ergonomis tuas handle memastikan kenyamanan dan efisiensi selama penggunaan, memungkinkan operator untuk bekerja dengan tenaga minimal namun tetap menghasilkan tekanan yang maksimal pada benda kerja (Maulana, 2023).

2.1.3 Proses Perhitungan Mesin Tekan Manual Dengan Mekanisme Rack And Pinion

Pada proses produksi komponen otomotif, khususnya dalam pembuatan dudukan footstep sepeda motor, mesin tekan menjadi salah satu alat yang sangat penting untuk memastikan presisi dan efisiensi kerja. Salah satu jenis mesin tekan yang sering digunakan adalah mesin tekan manual dengan mekanisme rack and pinion. Mekanisme ini memanfaatkan sistem roda gigi yang dapat mengubah gerakan putar menjadi gerakan linear, sehingga memberikan gaya tekan yang cukup

besar dengan tenaga manual yang minimal (Andry et al., 2024).

1. Menghitung torsi pada pinion

Untuk menghitung torsi pada pinion menggunakan rumus berikut ini:

$$T = F_t \times p$$

F_t = Gaya tangan yang dihasilkan (N)

p = Panjang tuas mesin press dari pusat pinion (m)

2. Menghitung gaya tekan pada rack

Berikut adalah rumus yang digunakan untuk menghitung gaya tekan pada rack:

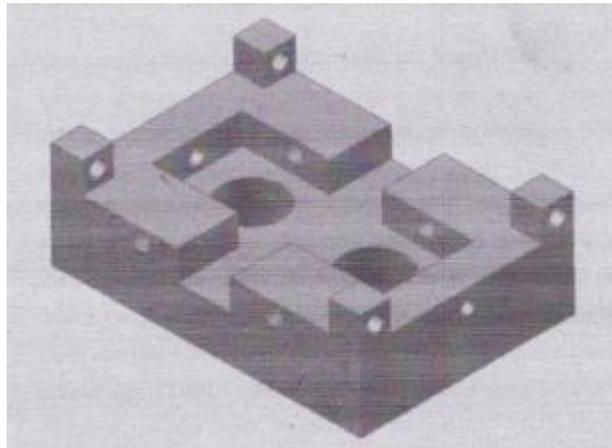
$$F_r = \frac{T}{r_p}$$

r_p = Jari-jari pitch pinion (m)

2.2 Jig and Fixture

Jig adalah alat bantu untuk mengontrol dan mengarahkan alat potong dalam suatu proses pembentukan benda kerja. Dalam proses produksi, *jig* sering digunakan pada proses pembentukan atau pemotongan baik berupa pelubangan maupun perluasan lubang. Alat bantu ini merupakan peralatan yang terikat secara tetap pada mesin utama. Alat Bantu ini banyak digunakan pada pertukangan kayu, pembentukan logam, dan beberapa kerajinan lainnya yang membantu untuk mengontrol lokasi atau gerakan dari alat potong. Tujuan utama *jig* adalah untuk pengulangan dan duplikasi yang tepat dari bagian benda kerja untuk proses produksi massal. *Fixture* adalah alat yang berfungsi untuk memegang, melokasikan benda kerja pada posisi tertentu dan menjamin agar benda kerja tetap pada

posisinya. Biasanya alat ini terikat tetap pada meja mesin. Berdasarkan jenis operasinya, *fixture* umumnya dipergunakan pada proses permesinan seperti *milling*, *assembling*, *drilling*, *marking* serta *tapping fixture*. *Jig and fixture* merupakan alat bantu proses produksi yang digunakan untuk mengoptimalkan kinerja dari suatu mesin (Fikri et al., 2021).



Gambar 2.2 *Jig And Fixture* (Imansuri, 2019)

2.2.1 Fungsi Jig and Fixture

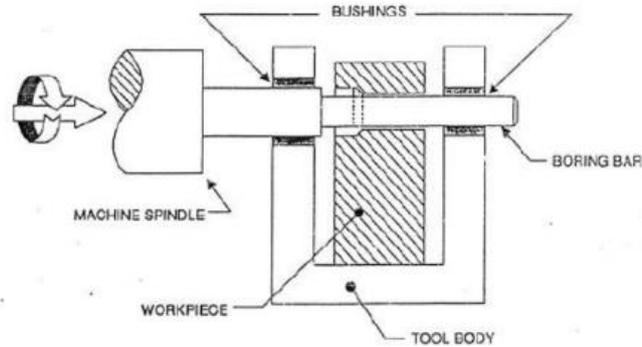
Jig digunakan untuk memandu alat pemotong, seperti bor atau gergaji, untuk memotong benda kerja menjadi bentuk yang diinginkan dengan presisi yang tinggi. Sementara itu, *fixture* digunakan untuk memegang benda kerja agar tetap stabil selama proses produksi, memastikan bahwa posisi dan orientasi benda kerja tidak berubah, sehingga hasil akhirnya konsisten dan sesuai dengan spesifikasi yang telah ditentukan. Kombinasi penggunaan *jig and fixture* sangat penting dalam meningkatkan efisiensi, akurasi, dan keselamatan dalam berbagai aplikasi manufaktur (Cipta, 2023).

2.2.2 Macam Jenis Jig And Fixture

Jenis-jenis jig dibagi ke dalam dua bagian, di antaranya *jig* bor dan *jig* gurdi. *Jig* bor biasanya dipakai untuk pengeboran lubang besar untuk penkasaran atau digurdi, sedangkan *jig* gurdi diaplikasikan untuk menggurdi atau proses drilling, mengetap, atau meluaskan lubang dengan presisi tinggi. Sementara itu, jenis-jenis dari fixture sendiri mencakup berbagai tipe yang disesuaikan dengan kebutuhan spesifik dalam proses manufaktur: *fixture* pelat digunakan untuk menahan benda kerja secara stabil di atas permukaan datar, *fixture* plat sudut memungkinkan penahan benda kerja pada sudut tertentu untuk pemesinan sudut, *fixture vise jaw* adalah rahang penjepit yang dipasang pada *vise* untuk menahan benda kerja dengan kuat, *fixture indexing* memungkinkan benda kerja diputar atau diindeks ke posisi tertentu untuk pemesinan berulang, *fixture profile* dirancang sesuai dengan kontur benda kerja untuk penahanan yang lebih presisi, dan *fixture multistation* memungkinkan penahanan beberapa benda kerja sekaligus untuk efisiensi produksi yang lebih tinggi (Prima, 2021).

Terdapat beberapa jenis dan tipe jig sebagai berikut.

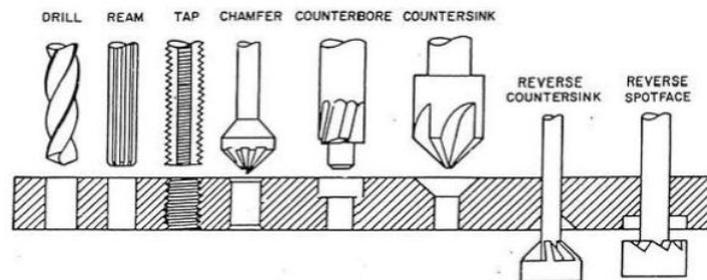
a. Jig Bor



Gambar 2.3 Jig Bor (UNY, 2024)

Jig bor digunakan untuk mengebor lobang yang besar untuk di gurdi atau pengkasaran.

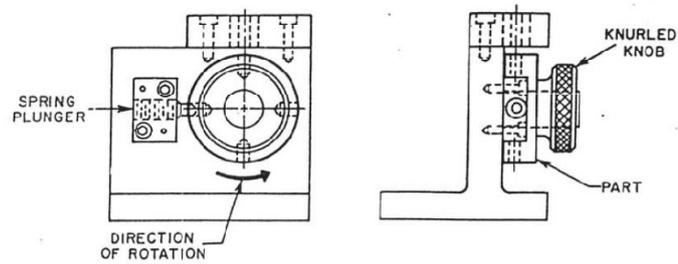
b. Jig Gurdi



Gambar 2.4 Jig Gurdi (UNY, 2024)

Jig gurdi digunakan untuk menggurdi (*drilling*), meluaskan lobang (*reaming*), mengetap, *chamfer*, *counterbore*, *reverse spotface* atau *reverse countersink*. Jig gurdi memiliki 2 tipe umum, yaitu tipe terbuka dan tipe tertutup. Jig terbuka adalah untuk operasi sederhana dimana benda kerja dimesin pada hanya satu sisi. Jig tertutup atau kotak digunakan untuk komponen yang dimesin lebih dari satu sisi.

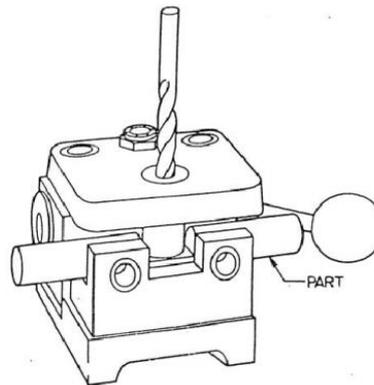
c. Jig Indexing



Gambar 2.5 Jig Indexing (UNY, 2024)

Jig indexing digunakan untuk meluaskan lobang atau daerah mesin yang dikelilingi komponen. Untuk melakukan pelubangan ini, jig menggunakan komponen tersendiri atau pelat referensi dan sebuah *plunger*. Jig indexing yang besar disebut juga jig rotary.

d. Jig Pump

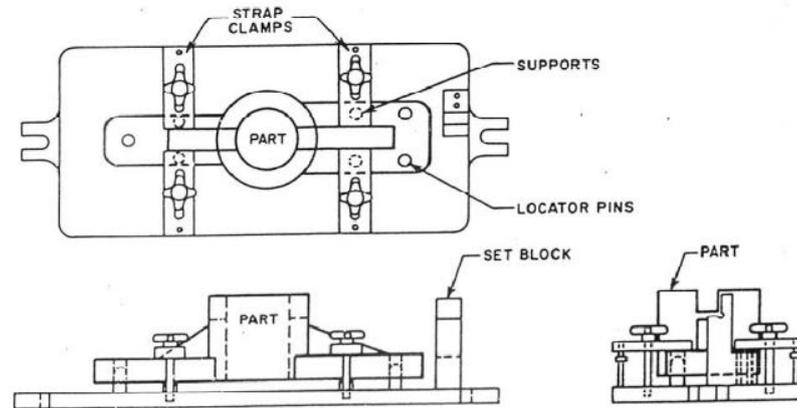


Gambar 2.6 Jig Pump (UNY, 2024)

Jig Pump atau pompa adalah jig komersial yang mesti disesuaikan dengan kebutuhan pengguna. Pelat yang diaktifkan oleh tuas membuat alat ini bisa memasang dan membongkar benda kerja dengan cepat.

Terdapat beberapa jenis dan tipe fixture sebagai berikut.

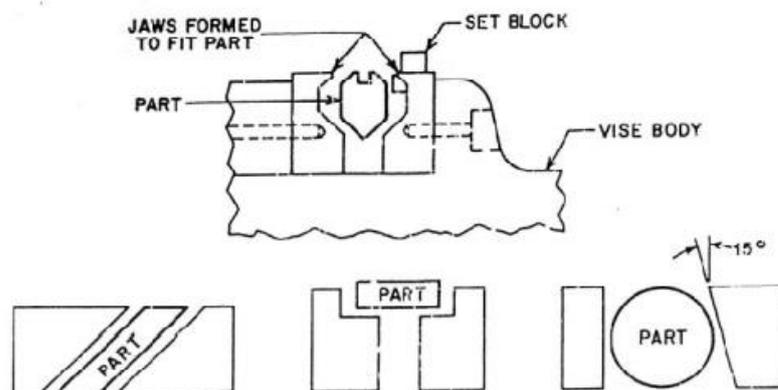
e. Fixture Plate



Gambar 2.7 Fixture Plate (UNY, 2024)

Fixture plate adalah bentuk paling sederhana dari fixture. Fixture dasar dibuat dari plat datar yang mempunyai variasi klem dan *locator* untuk memegang dan memposisikan benda kerja. Konstruksi fixture ini sederhana sehingga bisa digunakan pada hampir semua proses pemesinan.

f. Fixture Vise-jaw

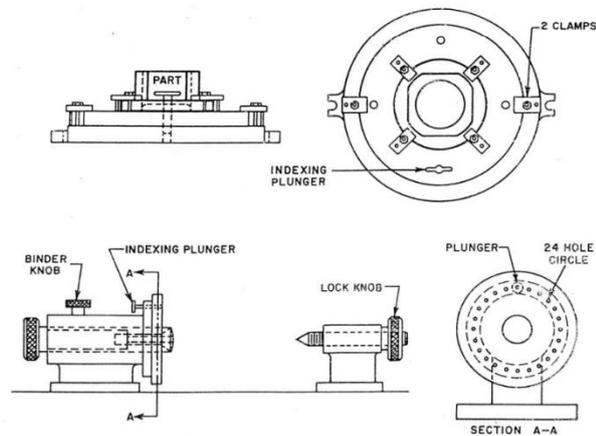


Gambar 2.8 Fixture Vise-jaw (UNY, 2024)

Fixture *vise-jaw* biasa digunakan untuk pemesinan komponen kecil. Dengan alat ini, *vise jaw* standar digantikan dengan jaw yang dibentuk sesuai dengan

bentuk komponen.

g. Fixture Indexing

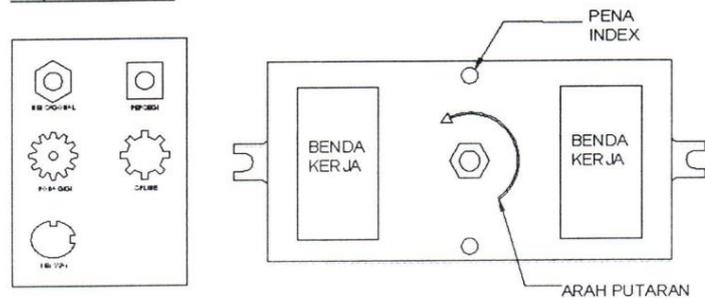


Gambar 2.9 Fixture Indexing (UNY, 2024)

Fixture indexing mempunyai bentuk yang hampir sama dengan jig indexing. Fixture jenis ini digunakan untuk pemesinan komponen yang mempunyai detail pemesinan untuk rongga yang detail.

h. Fixture Duplex

Duplex Fixture



Gambar 2.10 Fixture Duplex (UNY, 2024)

Fixture duplex adalah jenis paling sederhana dari jenis ini dimana hanya ada dua station. Mesin tersebut bisa memasang dan melepas benda kerja ketika pekerjaan pemesinan berjalan. Misal, ketika pekerjaan pemesinan selesai pada stasiun 1, perkakas berputar dan siklus diulang pada stasiun 2. Pada saat

yang sama benda kerja dilepaskan pada stasiun 1 dan benda kerja yang baru dipasang.

2.3 Footstep Sepeda Motor

Footstep atau pijakan kaki sering diabaikan oleh pengendara sepeda motor hingga aus atau rusak. Fungsi utamanya memang sebagaiudukan kaki saat di atas motor, namun ternyata ada fungsi lain, yaitu menjaga keseimbangan saat berkendara. Komponen ini perlu diperhatikan sebagai faktor keamanan agar tidak terjadi hal yang tidak diinginkan. *Footstep* memiliki berbagai varian mulai dari keragaman bentuk yang mempengaruhi berat dan faktor keamanan (Bangunmas et al., 2022).



Gambar 2.11 Dudukan *Footstep* Sepeda Motor (Tohari, 2018)

2.4 Solidwork 2020

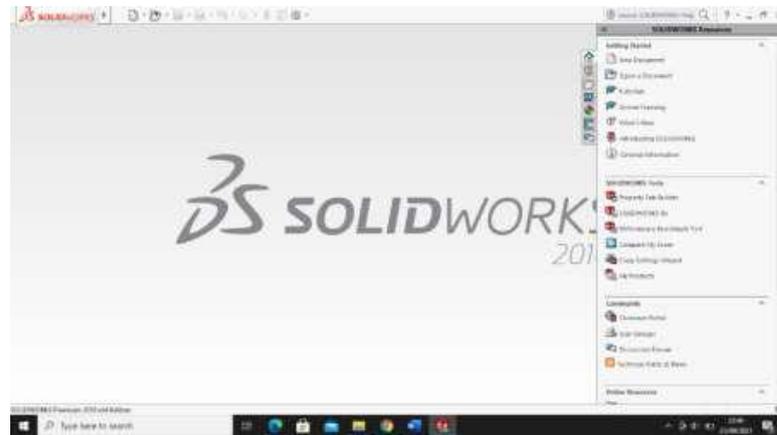
SolidWorks adalah perangkat lunak desain berbasis CAD (*Computer-Aided Design*) yang telah menjadi standar industri dalam berbagai bidang teknik, termasuk rekayasa mesin, otomotif, dan manufaktur. Dengan *SolidWorks*, para

insinyur dan desainer dapat membuat model 3D yang kompleks, melakukan simulasi, serta menganalisis komponen dan rakitan dengan tingkat presisi yang tinggi.

2.4.1 Pengertian Solidwork

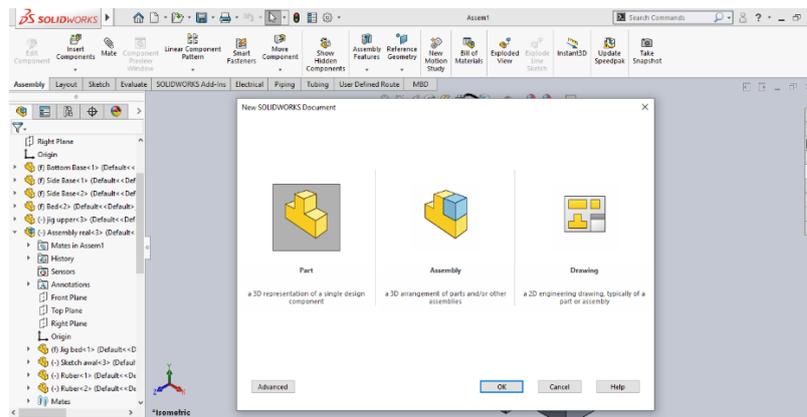
Perkembangan dari *software CAD* sudah sangat kompleks pada saat ini mulai dari awalnya hanya bisa menggambar dalam bentuk *wireframe* hingga saat ini bisa sampai pada 3D solid. Salah satu *software CAD* yang bisa digunakan saat ini adalah *Solidwork 2020*. *Software Solidwork Mechanical Automation Design* seri 2020 merupakan sebuah *software* yang berbasis pada fitur *parametric solid modelling* dan memanfaatkan kemudahan *window's graphical interface*. Secara garis besar dengan menggunakan *software Solidwork 2020* maka *engineer* bisa lebih mudah membuat gambar karena *software* ini menggunakan sistem *Feature Based*. *Feature based* adalah sebuah sistem yang membagi suatu produk ke dalam beberapa elemen layaknya sebuah rakitan dibagi ke dalam beberapa part. Elemen-elemen inilah yang disebut *feature*. *Solidwork 2020* sudah memberikan beberapa batuan untuk membuat *feature* seperti *bosses, cut, ribs, hole, fillet, chamfer, dan draft* (Nugroho, 2021).

Fitur-fitur yang digunakan pada desain *Solidwork 2020* akan ditampilkan pada jendela khusus yaitu *design tree*.



Gambar 2.12 Tampilan Awal *Solidworks* (Indah & Baehaqi, 2018)

Kemudahan lain yang diberikan oleh *Solidwork 2020* adalah sistem *dimension and relation*. *Dimension* menunjukkan ukuran dari sebuah geometri desain, contoh sederhana dari *dimension* adalah panjang, lebar, dan tebal suatu gambar, sedangkan *relation* menunjukkan hubungan antar *feature* yang ada, contoh sederhana dari *relation* adalah sifat tegak lurus, sejajar, menyinggung, dan 16 sebagainya. *Solidwork 2020* selalu menyimpan data yang berhubungan dengan *dimension* dan *relation* yang ada pada desain yang dibuat. Hal ini memudahkan *engineer* untuk melakukan edit bila terjadi perubahan *dimension* ataupun *relation*. *software Solidwork 2020* juga menunjang desain *assembly* di mana ketika gambar part sudah jadi proses gambar *assembly* dapat dilakukan dengan cara memasukkan data part yang sudah dibuat ke dalam gambar *assembly* lalu memberikan *relation* antar *part* sehingga membentuk suatu *assembly* (Nugroho, 2021).



Gambar 2.13 Tampilan Menu *Solidworks* (Pahlawan et al., 2021)

Solidworks sendiri mempunyai 3 opsi dokumen antara lain sebagai berikut:

1. Part: Digunakan untuk membuat *sketch* 2D dan 3D) pada *Solidworks*
2. Assembly: Digunakan untuk menyatukan beberapa bagian part atau komponen 3D menjadi satu produk lengkap
3. Drawing: Digunakan untuk membuat gambar 2D dan memuat informasi detail seperti menambahkan dimensi, toleransi, dan simbol lainnya.

2.4.2 Menu Solidwork

Berikut adalah beberapa menu setelah membuka menu part, menu utama yang terdapat pada perangkat lunak *Solidworks* 2020.



Gambar 2.14 *Toolbar Solidwork* (Hendrawan et al., 2018)

Berikut beberapa menu diantaranya adalah sebagai berikut:

1. *Features*: Merupakan kumpulan dari fitur-fitur yang digunakan untuk membangun mode 3D
2. *Sketch*: Kumpulan dari fitur-fitur yang digunakan untuk membuat sketsa atau gambar 2D pada objek yang ingin dibuat.
3. *Surface*: Kumpulan fitur-fitur yang digunakan untuk membuat 3D dengan permukaan yang kompleks, seperti permukaan melengkung, berlekuk, atau terbentuk bebas.
4. *Markup*: Fitur yang memungkinkan pengguna untuk memberikan catatan atau anotasi pada model *Solidworks*, baik dalam bentuk teks, gambar, atau simbol.
5. *Evaluate*: Berisi berbagai fitur dan alat yang dapat digunakan untuk mengevaluasi model yang telah dibuat.
6. *Render tools*: Berisi berbagai fitur dan alat yang dapat digunakan untuk membuat rendering atau visualisasi realistis dari model yang telah dibuat.

2.4.3 Simulasi *Stress Analysis* Pembebanan Statis

Simulasi *stress analysis* pembebanan statis pada *Solidworks* adalah salah satu fitur penting yang digunakan untuk menganalisis respon struktural dari komponen atau rakitan terhadap beban yang diterapkan dalam kondisi statis. Proses ini melibatkan pembuatan atau impor model 3D, penentuan material, penerapan kondisi batas seperti penyangga tetap dan beban, serta pembuatan mesh untuk membagi model menjadi elemen-elemen kecil. Setelah semua parameter diatur,

simulasi dijalankan untuk menghitung distribusi tegangan, deformasi, dan faktor keamanan. Hasil analisis ini membantu insinyur memastikan bahwa desain mampu menahan beban tanpa mengalami kegagalan atau deformasi berlebihan, mengoptimalkan penggunaan material, mengurangi kebutuhan prototipe fisik, dan memecahkan masalah desain sebelum proses manufaktur, sehingga meningkatkan efisiensi dan keamanan produk akhir (Puspitasari & Nugraha, 2021). Beberapa hal yang menjadi pertimbangan pada proses analisa dan simulai antara lain :

1. *Strees Von Mises*

Tegangan *Von Mises* didefinisikan sebagai tegangan Tarik uniaksial yang dapat menghasilkan energi distrosi yang sama dengan yang dihasilkan oleh kombinasi tegangan yang bekerja. *Strees* (tegangan) adalah Kumpulan gaya (*force*) pada suatu permukaan benda. Semakin sempit luasan permukaan namun gaya tetap, maka tegangan semakin besar. Tegangan terbesar ditunjukkan oleh warna paling merah dan tegangan terkecil ditunjukkan dengan warna paling biru, sedangkan area sedang ditunjukkan dengan warna kuning-hijau biru muda (Haryanti dkk, 2021). Secara matematis definisi tersebut dapat ditulis sebagai :

$$\sigma = \frac{F}{A}$$

Dimana:

σ : Tegangan atau gaya persatuan luas (N/m²)

F : Gaya (N)

A : Luas penampang (m²)

2. *Displacement*

Displacement adalah perubahan bentuk pada benda yang dikenai gaya dan *displacement* merupakan hasil dari analisis struktur statis menggunakan metode

elemen yaitu *deformation* atau *displacement* (Haryanti dkk, 2021). *Displacement* diukur dari permukaan netral awal ke posisi netral setelah terjadi deformasi.

$$\delta = \frac{p \cdot l^3}{48 \cdot E \cdot I}$$

Dimana:

δ = Defleksi (mm)

P = Beban yang diberikan (N)

E = Modulus elastisitas (N/m²)

I = Momen inersia penampang (m⁴)

3. *Strain Equivalent*

Jenis transformasi sifat elastis bahan, meliputi tegangan (*Stress*) dan regangan (*strain*). Regangan (*strain*) didefinisikan sebagai perbandingan antara pertambahan panjang batang dengan panjang mula-mula. Regangan merupakan ukuran mengenai seberapa jauh batang tersebut berubah bentuk (Haryanti dkk, 2021). Secara matematis, regangan dapat ditulis sebagai :

$$\epsilon = \frac{\hat{o}}{L}$$

Dimana:

ϵ : Regangan

\hat{o} : Pertambahan panjang (mm)

L : Panjang mula-mula (mm)

4. *Factor Of Safety*

Factor of safety (faktor keamanan) adalah suatu nilai yang digunakan untuk mengevaluasi sebuah perencanaan elemen mesin agar terjamin keamanannya. Faktor keamanan diberikan kepada suatu desain biasanya berdasarkan jenis pembebanan yaitu pembebanan statis: 1–2, pembebanan dinamis: 2 –3, dan pembebanan kejut: 3 –5 (Nurdiansyah, 2022).