

BAB II

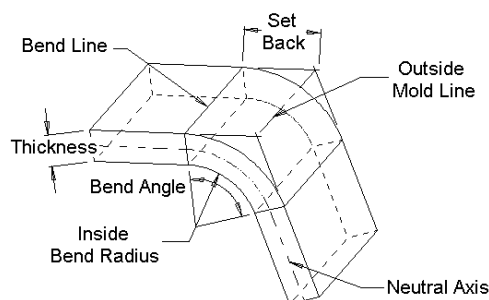
DASAR TEORI

2.1 Pengertian Umum Tentang Mesin Tekuk

Mesin tekuk adalah suatu alat atau perkakas yang akan digunakan untuk menekuk suatu material untuk mendapatkan profil tekukan atau bentuk lain yang sesuai yang dikehendaki. Hasil tekukan yang baik dan sesuai dengan yang kita kehendaki, maka tebal material tekuk sesuai dengan kemampuan dan kekuatan dari mesin tekuk tersebut. Kekuatan untuk menekuk material pada mesin tekuk biasanya berupa tekanan. Sumber tekanan bisa didapatkan dari suspensi pegas, kekuatan aliran angin (pneumatik) maupun oli (hidrolik). Pengontrol sistem penekan bisa dilakukan secara manual maupun otomatis tergantung pada spesifikasi mesin tekuk yang digunakan.

2.2 Teori Penekukan (*Bending*)

Penekukan (*Bending*) adalah salah satu proses pembentukan yang biasa dilakukan untuk membuat barang kebutuhan sehari-hari seperti pembuatan komponen mobil, pesawat, peralatan rumah tangga. Proses *bending* dilakukan dengan menekuk benda kerja hingga mengalami perubahan bentuk yang menimbulkan peregangan logam pada sekitar daerah garis lurus (dalam hal ini sumbu netral). Sebagaimana kita ketahui bahwa lembaran plat dengan bentuk gelombang mempunyai kekakuan yang lebih tinggi daripada lembaran plat yang rata (Schmid, 2008).

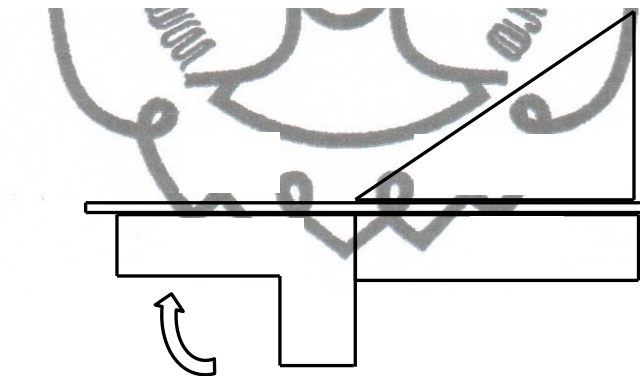


Gambar 2.1 Proses *Bending*

Sumber : Schmid(2008)

Secara mekanika proses penekukan ini terdiri dari dua komponen gaya yakni: tarik dan tekan. Pada gambar 2.1 memperlihatkan pelat yang mengalami proses pembengkokan ini terjadi peregangan, netral, dan pengkerutan. Daerah peregangan terlihat pada sisi luar pembengkokan, dimana daerah ini terjadi deformasi plastis atau perubahan bentuk. Peregangan ini menyebabkan pelat mengalami pertambahan panjang. Daerah netral merupakan daerah yang tidak mengalami perubahan, artinya pada daerah netral ini pelat tidak mengalami pertambahan panjang atau perpendekkan (Corkson, 1975).

Daerah sisi bagian dalam pembengkokan merupakan daerah yang mengalami penekanan, dimana daerah ini mengalami pengkerutan dan penambahan ketebalan, hal ini disebabkan karena daerah ini mengalami perubahan panjang yakni perpendekan, atau menjadi pendek akibat gaya tekan yang dialami oleh pelat. Proses ini dilakukan dengan menjepit pelat diantara landasan dan sepatu penjepit selanjutnya bilah penekuk diputar ke arah atas menekan bagian pelat yang akan mengalami penekukan.



Gambar 2.2 Proses Pembendingan

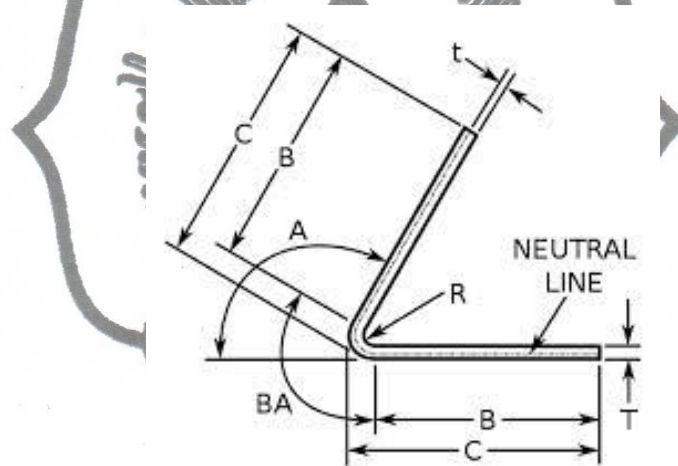
Sumber : Meyer(1975)

Pada Gambar 2.2 posisi tuas penekuk diangkat ke atas sampai membentuk sudut melebihi sudut pembentukan yang diinginkan. Besarnya kelebihan sudut pembengkokan ini dapat dihitung berdasarkan tebal pelat, kekerasan bahan pelat dan panjang bidang membengkokkan/ penekukan. Langkah proses penekukan pelat dapat dilakukan dengan mempertimbangkan sisi bagian pelat yang akan dibentuk, komponen pelat yang akan dibengkokkan sangat bervariasi (Meyer, 1975).

commit to user

2.2.1 Pertambahan Panjang (*Bend allowance*)

Jari-jari tekuk pada umumnya diukur dari sumbu tekuk (*bend axis*) ke permukaan tekukan bagian dalam (bukan ke permukaan sumbu netral). Jari-jari tekuk ini ditentukan oleh jari-jari perkakas yang digunakan pada operasi tersebut. Tekukan dibuat pada bendakerja yang memiliki lebar w . Bila jari-jari tekuk relatif kecil terhadap ketebalan bendakerja, maka logam cenderung akan mengalami regangan selama proses pembengkokkan. Agar diperoleh dimensi akhir sesuai dengan yang diinginkan, maka perlu menghitung panjang awal bagian lembaran yang akan mengalami peregangan (panjang pada sumbu netral sebelum dibengkokkan). Panjang bagian lembaran tersebut disebut *bend allowance*. *Bend allowance* dapat diperkirakan dengan rumus sebagai berikut :



Gambar 2.3 *Bend Allowance*

Sumber : Diegel (2002)

$$BA = A \left(\frac{\pi}{180} \right) (R + K \times T) \dots\dots\dots (2.1)$$

Dimana :

BA = *bend allowance*, in. (mm);

A = Sudut Tekuk (*bend angle*), derajat

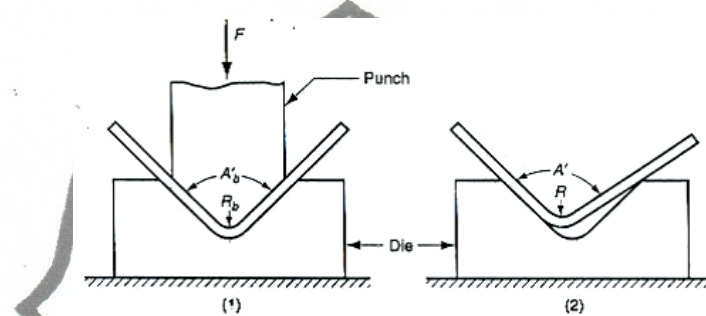
R = Jari-jari tekuk (*bend radius*), in. (mm)

t = ketebalan bendakerja, in. (mm)

K_{ba} = faktor untuk memperkirakan regangan (bila $R/t < 2$, $K_{ba} = 0,33$; dan bila $R/t > 2$, $K_{ba} = 0,50$).

2.2.2 Melenting Kembali (*Springback*)

Bila tekanan tekuk dihentikan pada akhir operasi pembengkokkan, maka energi elastik masih tersisa pada tekukan sehingga sebagian tekukan akan kembali ke bentuknya semula. Peristiwa tersebut disebut melenting kembali (*springback*), yang didefinisikan sebagai pertambahan sudut pada logam lembaran yang ditekuk (pertambahan sudut A') relatif terhadap sudut perkakas pembentuk setelah perkakas tersebut dilepaskan. Energi elastik disamping menyebabkan pertambahan sudut A' juga menyebabkan pertambahan jari-jari tekuk R .



Gambar 2.4 Melenting kembali (*spring back*)

Melenting kembali dapat dinyatakan dengan rumus :

$$SB = \frac{A' - A'b}{A'b} \dots \dots \dots (2.2)$$

SB = Melenting kembali (*spring back*).

A' = Sudut pada logam lembaran yang ditekuk, (derajat).

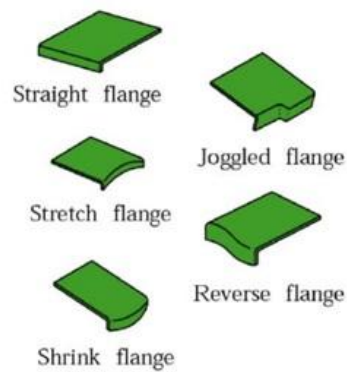
A'_b = Sudut indikator pembentuk, (derajat).

2.3 Jenis – jenis Proses *Bending*

Menurut (Schmid, 2008) adapun variasi operasi *bending* jika ditinjau dari macam-macam cara dalam membuat produk-produk tersebut antara lain :

2.3.1 *Flanging*

Merupakan proses *bending* yang dilakukan pada ujung plat menjadi bentuk lengkungan atau berupa tekukan. Proses ini, kondisi permukaan memegang peranan penting dimana dengan adanya tarikan (*stretching*) dapat menimbulkan tegangan tarik yang besar dan bisa menyebabkan retak pada bentukan *flanging*.

Gambar 2.5 Proses *Flanging*

Sumber : Schmid(2008)

2.3.2 *Hemming (Flattening)*

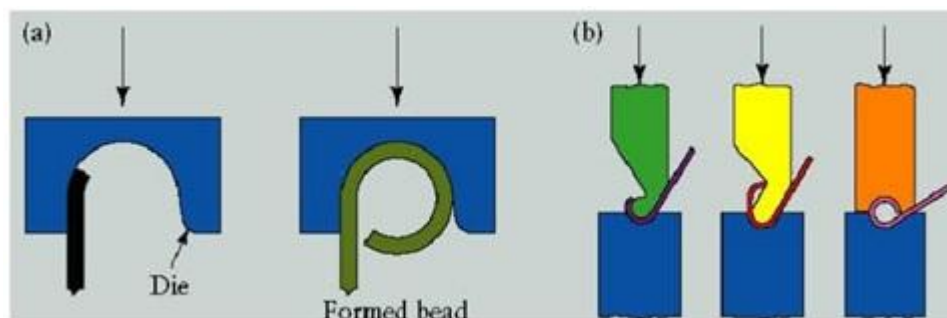
Proses ini, ujung plat ditekuk dengan sudut 180° hingga menyentuh permukaannya sendiri. Cara ini biasanya dipakai untuk menghilangkan ujung plat yang tajam akibat pemotongan sebelumnya.

Gambar 2.6 Proses *Hemming*

Sumber : Schmid(2008)

2.3.3 *Beading*

Pada proses ini, ujung dari plat *dibending* secara paksa dengan memasukan material kedalam lekukan *die* oleh gaya luar. *Beading* dapat menambah kekakuan dan kekuatan serta dapat menghilangkan ketajaman ujung plat yang mengalami proses pemotongan.

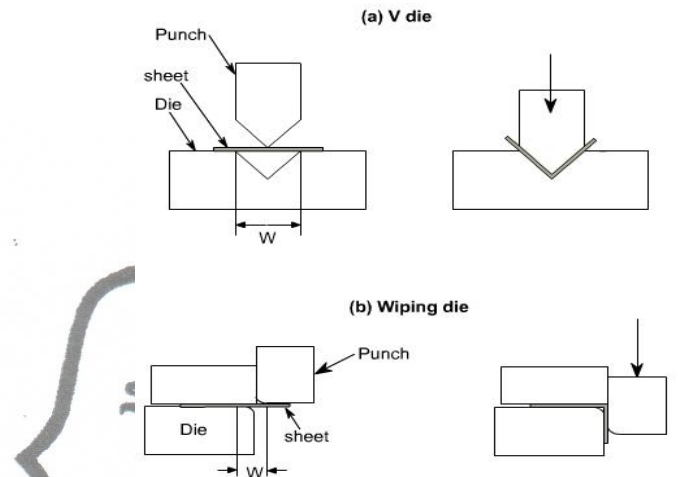
Gambar 2.7 Proses *Beading*

Sumber : Schmid (2008)

commit to user

2.3.4 V-bending dan Wiping Bending

Merupakan proses pembendungan yang dilakukan antara dua permukaan berbentuk V baik pada *punch* maupun *die*-nya pada metode *V-bending* sedangkan pada *wiping bending*, benda kerja dijepit kemudian dilakukan pembendungan pada ujungnya.



Gambar 2.8 Proses V-Bending dan Wiping Bending

Sumber : Schmid(2008)

2.4 Hidrolik

Sistem hidrolik adalah sistem penerusan daya dengan menggunakan fluida cair. Minyak mineral adalah jenis fluida yang sering dipakai. Prinsip dasar dari sistem hidrolik adalah memanfaatkan sifat bahwa zat cair tidak mempunyai bentuk yang tetap, namun menyesuaikan dengan yang ditempatinya. Zat cair bersifat inkompresibel, karena itu tekanan yang diterima diteruskan ke segala arah secara merata (Wirawan, 2004).

Sistem hidrolik biasanya diaplikasikan untuk memperoleh gaya yang lebih besar dari gaya awal yang dikeluarkan. Fluida penghantar ini dinaikkan tekanannya oleh pompa yang kemudian diteruskan ke silinder kerja melalui pipa-pipa saluran dan katup-katup. Gerakan translasi batang piston dari silinder kerja yang diakibatkan oleh tekanan fluida pada ruang silinder dimanfaatkan untuk gerak maju dan mundur maupun naik dan turun sesuai dengan pemasangan silinder yaitu arah horizontal maupun vertikal (Giles, 2006).

commit to user

2.4.1 Keuntungan Sistem Hidrolik

Menurut (Thomas, 1991) sistem hidrolik memiliki beberapa keuntungan, antara lain :

1. Fleksibilitas.

Sistem hidrolik berbeda dengan metode pemindahan tenaga mekanis dimana daya ditransmisikan dari *engine* dengan *shafts*, *gears*, *belts*, *chains*, atau *cable* (elektrik). Pada sistem hidrolik, daya dapat ditransfer ke segala tempat dengan mudah melalui pipa/selang fluida.

2. Melipat gandakan gaya.

Pada sistem hidrolik gaya yang kecil dapat digunakan untuk menggerakkan beban yang besar dengan cara memperbesar ukuran diameter silinder.

3. Sederhana.

Sistem hidrolik memperkecil bagian-bagian yang bergerak dan keausan dengan pelumasan sendiri.

4. Hemat.

Keuntungan disini ini karena penyederhanaan dan penghematan tempat yang diperlukan sistem hidrolik, dapat mengurangi biaya pembuatan sistem.

5. Relatif aman

Dibanding sistem yang lain, kelebihan beban (*over load*) mudah dikontrol dengan menggunakan *relief valve*.

2.4.2 Kerugian Sistem Hidrolik

Menurut (Thomas, 1991) sistem hidrolik memiliki pula beberapa kekurangan:

1. Gerakan relatif lambat.
2. Peka terhadap kebocoran.

2.5 Kekuatan Rangka

2.5.1 Statika

Suatu konstruksi atau rangka berfungsi untuk menopang beban atau gaya yang bekerja pada sebuah sistem. Beban tersebut harus ditumpu dan diletakan

pada suatu titik tertentu agar dapat bekerja dengan baik. Beberapa peletakan titik tersebut antara lain adalah sebagai berikut:

1. Tumpuan rol, tumpuan yang hanya dapat menerima beban dari arah vertikal saja, seperti yang terlihat pada gambar 2.9.



Gambar 2.9 Tumpuan Rol

Sumber : Beer dan Russell (1994)

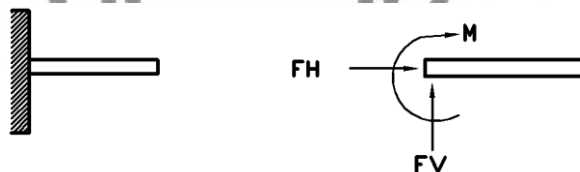
2. Tumpuan sendi, tumpuan yang dapat menahan beban dari arah horizontal dan arah vertikal, seperti yang terlihat pada gambar 2.10.



Gambar 2.10 Tumpuan Sendi

Sumber : Beer dan Russell (1994)

3. Tumpuan jepit, tumpuan yang dapat menahan tiga beban yaitu, beban dari arah vertikal, arah horizontal dan momen, seperti terlihat pada gambar 2.11.



Gambar 2.11 Tumpuan Jepit

Sumber : Beer dan Russell (1994)

Dalam perhitungan kekuatan rangka menurut (Singer dan Andrew, 1995) akan diperhitungkan gaya luar dan gaya dalam.

1. Gaya luar, adalah gaya yang bekerja diluar konstruksi. Gaya luar dapat berupa gaya vertikal, gaya horizontal, momen lentur dan momen puntir. Pada persamaan statis tertentu untuk menghitung besarnya gaya yang bekerja harus memenuhi syarat kesetimbangan:

$\sum F_x$	$= 0$
$\sum F_y$	$= 0$
$\sum M$	$= 0$

2. Gaya dalam, adalah gaya yang bekerja didalam konstruksi sebagai reaksi terhadap gaya luar. Reaksi yang timbul antara lain sebagai berikut:
- a. Gaya normal, adalah gaya yang bekerja searah sumbu balok. Gaya normal akan bernilai positif jika ada gaya tarik seperti terlihat pada gambar 2.12.



Gambar 2.12 Arah Gaya Normal Positif

Sumber : Beer dan Russell (1994)

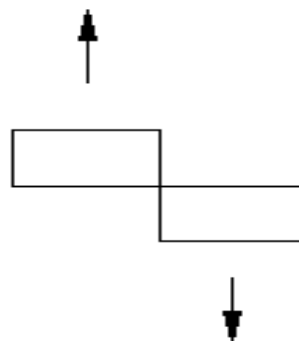
Sedangkan gaya normal akan bernilai negatif jika ada gaya desak yang terjadi pada batang, seperti yang terlihat pada gambar 2.13.



Gambar 2.13 Arah Gaya Normal Negatif

Sumber : Beer dan Russell (1994)

- b. Gaya geser, adalah gaya yang bekerja tegak lurus sumbu balok. Gaya geser akan bernilai positif jika berputar searah jarum jam seperti yang terlihat pada gambar 2.14.

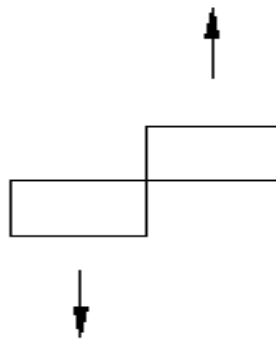


Gambar 2.14 Arah Geser Positif

Sumber : Singer dan Andrew (1995)

Sedangkan gaya geser bernilai negatif jika berputar berlawanan arah jarum jam seperti yang terlihat pada gambar 2.15.

commit to user



Gambar 2.15 Arah Geser Negatif

Sumber : Singer dan Andrew (1995)

- c. Momen lentur, adalah gaya yang mendukung lentur sumbu balok. Momen lentur bernilai positif jika gaya yang terjadi menyebabkan sumbu batang cekung ke bawah seperti yang terlihat pada gambar 2.16.



Gambar 2.16 Arah Momen Lentur Positif

Sumber : Singer dan Andrew (1995)

Momen lentur bernilai negatif jika gaya yang terjadi menyebabkan sumbu batang cekung ke atas seperti yang terlihat pada gambar 2.17.



Gambar 2.17 Arah Momen Lentur Negatif

Sumber : Singer dan Andrew (1995)

Jenis beban menurut (Popov, 1996) dapat dibagi menjadi :

1. Beban dinamis adalah beban yang besar dan/atau arahnya berubah terhadap waktu.

2. Beban statis adalah beban yang besar dan/atau arahnya tidak berubah terhadap waktu.
3. Beban terpusat adalah beban yang bekerja pada suatu titik.
4. Beban terbagi adalah beban yang terbagi merata sama pada setiap satuan luas.
5. Beban momen adalah hasil gaya dengan jarak antara gaya dengan titik yang ditinjau.
6. Beban torsi adalah beban akibat puntiran.

Menurut (Singer dan Andrew, 1995) diagram gaya dalam adalah diagram yang menggambarkan besarnya gaya dalam yang terjadi pada suatu konstruksi. Macam-macam diagram gaya dalam itu sendiri adalah sebagai berikut :

1. Diagram gaya normal (NFD).
Diagram gaya normal yaitu diagram yang menggambarkan besarnya gaya normal yang terjadi pada suatu konstruksi.
2. Diagram gaya geser (SFD).
Diagram gaya geser yaitu diagram yang menggambarkan besarnya gaya geser yang terjadi pada suatu konstruksi.
3. Diagram moment (BMD).
Diagram moment yaitu diagram yang menggambarkan besarnya momen lentur yang terjadi pada suatu konstruksi.

2.5.2 Faktor Keamanan

Faktor keamanan adalah faktor yang digunakan untuk mengevaluasi keamanan dari konstruksi agar perencanaan konstruksi terjamin keamanannya . Dalam perencanaan kekuatan, ada 3 metode dasar pemakaian faktor keamanan untuk mencapai konstruksi yang aman, yaitu:

- a. Metode tegangan izin (*permissible stress method*), dimana kekuatan ultimate (*ultimate strength*) bahan dibagi dengan suatu faktor keamanan untuk mendapatkan tegangan rencana yang biasanya di daerah elastis.
- b. Metode faktor beban (*load factor method*), dimana beban kerja (*working load*) dikalikan dengan suatu faktor keamanan.

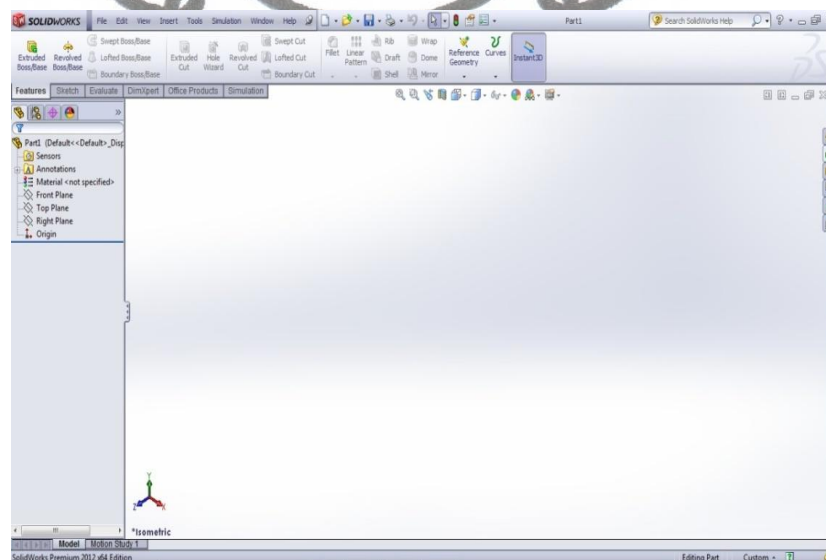
- c. Metoda keadaan batas (*limit state method*) dengan mengalikan beban kerja dengan faktor keamanan parsial dan juga membagi kekuatan ultimate bahan dengan factor keamanan parsial yang lain.

Faktor keamanan berdasarkan jenis beban menurut Khurmi (2005):

Beban statis	: 4
Beban dinamis	: 8
Beban kejut	: 12 - 16

2.6 SolidWorks

Solidworks menurut (Uthami, 2010) adalah sebuah program *computer aided design* (CAD) 3D yang menggunakan sistem operasi Microsoft Windows. Selain digunakan untuk menggambar komponen 3D, solidworks juga bisa digunakan untuk mendapatkan gambar 2D dari komponen tersebut dan bisa dikonversi ke format *.dwg yang dapat dijalankan pada program autoCAD. Solidwork juga memungkinkan untuk proses manufaktur model 3D, karena menyediakan strategi dan solusi untuk kebutuhan CNC. Solidwork memberikan kemudahan dalam menghasilkan desain artistik yang rumit dengan cepat dan efektif.



Gambar 2.18 Tampilan SolidWorks

Cara menganalisis kekuatan bahan atau struktur bahan dari suatu konstruksi dengan Solidwork memerlukan beberapa langkah sebagai berikut :

commit to user

1. Membuat model komponen dengan ukuran dan jenis material sesuai dengan kondisi sebenarnya.
2. Menentukan jenis material yang akan digunakan.
3. titik tumpu (*fixture*) dari model konstruksi yang akan menjadi penopang saat terjadi gaya penekukan.
4. Memberikan gaya dengan jenis, arah dan besar pada model konstruksi yang sesuai dengan kondisi sebenarnya.

Dari hasil perhitungan *software* dapat diketahui besarnya *Von Mises Stress* atau tegangan *Von Mises* dimana teori kegagalan Von Misses menyatakan bahwa luluh akan terjadi bila tegangan maksimum yang terjadi melebihi harga limit kekuatan luluh (*yield strength*) yang diketahui dari hasil uji pembebanan material. Dari hasil perhitungan *software* juga dapat diketahui besarnya *displacement* atau deformasi yang terjadi saat pembebanan. Apabila *Von Mises Stress* pada titik yang mengalami *displacement* lebih kecil dari *yield strength* material, maka deformasi yang terjadi bersifat elastis, sehingga deformasi yang terjadi akan menghilang apabila pembebanan dihilangkan. Namun apabila *Von Mises Stress* pada titik yang mengalami *displacement* lebih besar dari *yield strength* material, maka deformasi yang terjadi bersifat plastis, sehingga konstruksi akan mengalami kerusakan yang menyebabkan pembebanan selanjutnya menjadi tidak sesuai dengan yang dikehendaki dan dapat menyebabkan kegagalan konstruksi.

2.7 Mesin Bubut

2.7.1 Pengertian

Mesin bubut adalah perkakas untuk membentuk benda kerja dengan gerak utama berputar. Gerakan berputar inilah yang menyebabkan terjadinya penyayatan oleh alat potong (*tool*) terhadap benda kerja. Membubut adalah suatu proses pemakanan benda kerja yang sayatannya dilakukan dengan cara memutar benda kerja kemudian dikenakan pada pahat yang digerakkan sejajar dengan sumbu putar dari benda kerja. Gerakan putar dari benda kerja disebut gerak potong dan gerakan melintang searah benda kerja disebut gerak pemakanan.

2.7.2 Rumus Perhitungan Mesin Bubut

a. *Depth of cut* (t)

$$t = \frac{D-d}{2} \dots\dots\dots (2.3)$$

Dimana : D = diameter awal (mm)

d = diameter akhir (mm)

b. Kecepatan Potong (*cutting speed*) CS

Kecepatan potong (CS) adalah kemampuan alat potong menyayat bahan dengan aman menghasilkan tatal dalam satuan panjang/ waktu (m/ menit). Nilai kecepatan potong untuk setiap jenis bahan sudah ditetapkan secara baku, maka komponen yang bisa diatur dalam proses penyayatan adalah putaran mesin/ benda kerja. Rumus untuk menghitung putaran menjadi :

$$N = \frac{V}{\pi \cdot d} \dots \text{rpm}$$

Dimana : D = diameter benda kerja (m)

N = kecepatan putaran spindle (rpm)

Karena satuan V dalam meter/ menit, sedangkan satuan diameter pisau/ benda kerja dalam millimeter, maka rumus menjadi :

$$N = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} \text{ rpm} \dots\dots\dots (2.4)$$

c. Waktu Pemotongan (T)

$$T = \frac{L \times i}{s \times n} \dots\dots\dots (2.5)$$

Dimana : L = panjang pembubutan (mm)

i = jumlah langkah pemakanan

s = feed montion (mm/rev)

n = putaran spindle (rpm)

2.8 Mesin Frais/ milling

2.8.1 Pengertian

Mengefrais/ milling adalah suatu proses menghilangkan tatal dari bahan atau benda kerja dengan pertolongan dari alat potong yang berputar dan mempunyai banyak sisi potong. Mesin frais merupakan salah satu mesin

perkakas yang mempunyai gerak utama berputar. Mesin ini merupakan mesin perkakas yang dipergunakan untuk mengerjakan permukaan suatu benda kerja dengan menggunakan pahat. Proses mengefrais adalah proses pengerjaan untuk pembuatan bidang rata, permukaan lengkung, alur, pembuatan roda gigi, dan lain sebagainya.

2.8.2 Rumus Perhitungan Mesin Frais

Pengerjaan mesin frais untuk pengefraisan secara vertikal (shell end mill) dapat ditentukan dengan rumus seperti dibawah ini, menurut tabel “Suggested cutting speed and feed” (Westerman Tables, 1996).

Kecepatan pemakanan

$$n = \frac{v \cdot 1000}{a \cdot b} \dots\dots\dots (2.6)$$

Panjang pemakanan

$$L = l + \frac{d}{2} + 2 \dots\dots\dots (2.7)$$

Waktu permesinan

$$T_m = \frac{L}{S} \dots\dots\dots (2.8)$$

Keterangan :

a = Kedalaman pengefraisan yang akan dilakukan (mm)

b = Lebar pengefraisan (mm)

d = Diameter pisau frais (mm)

l = Panjang pengefraisan yang dilakukan (mm)

s = feed (mm/putaran)

v = cutting speed (mm/min)

n = putaran mesin (rpm)

2.9 Mesin bor

2.9.1 Pengertian

Mesin bor adalah suatu jenis mesin gerakanya memutar alat pemotong yang arah pemakanan mata bor hanya pada sumbu mesin tersebut (pengerjaan pelubangan). Pengeboran adalah operasi menghasilkan lubang berbentuk bulat dalam lembaran-kerja dengan menggunakan pemotong

berputar yang disebut bor. Mengebor adalah salah satu hal yang penting dan sering digunakan dalam operasi permesinan. Mesin bor dapat juga digunakan untuk bermacam-macam operasi seperti *reaming* (pelebaran), *counter boring*, *step drill*, dan berbagai pekerjaan lainnya.

2.9.2 Rumus Perhitungan Mesin Bor

Untuk pengerjaan mesin bor dapat menggunakan rumus-rumus menurut tabel “Drills Cutting Speed and Feed” dan “Calculating Machining Time For Drilling Operations” (Westerman Table, 1966) seperti dibawah ini :

Kecepatan Pemakanan

$$n = \frac{cs \cdot 1000}{\pi \cdot d} \dots \dots \dots (2.9)$$

Rumus langkah bor :

$$L = l + 0,3d \dots \dots \dots (2.10)$$

Rumus waktu permesinan (T_m) :

$$T_m = \frac{L}{Sr \cdot n} \dots \dots \dots (2.11)$$

keterangan :

n = kecepatan spindel (rpm)

cs = *cutting speed* (m/menit)

d = diameter mata bor (mm)

Sr = feed (mm/ putaran)

l = kedalaman pengeboran (mm)

2.10 Pengelasan

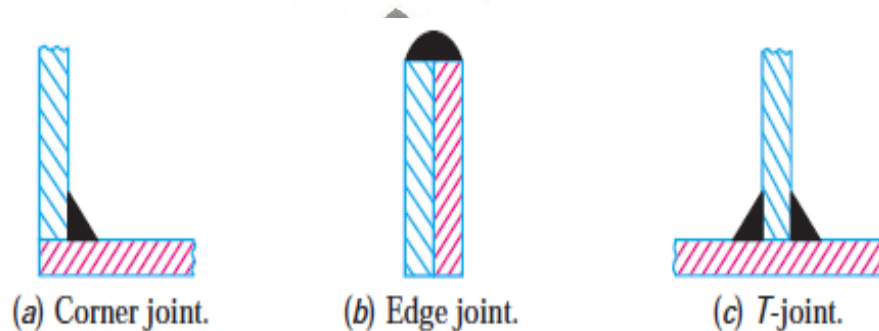
2.10.1 Pengertian

Menurut mahan suratman (2001:1), mengelas yaitu salah satu cara menyambung dua bagian logam secara permanen dengan menggunakan tenaga panas. Pengelasan yang dipakai pada proses pembuatan alat penekuk plat ini adalah pengelasan dengan elektroda bungkus. Metode pengelasan ini paling luas dan paling umum digunakan untuk proses pengelasan.

Las busur listrik umumnya disebut las listrik adalah salah satu cara menyambung logam dengan jalan menggunakan nyala busur listrik yang diarahkan ke permukaan logam yang akan disambung. Pada bagian yang

terkena busur listrik tersebut akan mencair, demikian juga elektroda yang menghasilkan busur listrik akan mencair pada ujungnya dan merambat terus sampai habis. Logam cair dari elektroda dan dari sebagian benda yang akan disambung tercampur dan mengisi celah dari kedua logam yang akan disambung, kemudian membeku dan tersambunglah kedua logam tersebut (Weman, 2003).

Jenis – jenis sambungan las yang dipakai pada pembuatan alat ini antara lain seperti pada gambar 2.16 dibawah ini:



Gambar 2.19 Jenis Sambungan Las

Sumber : R.S. Khurmi dan J.K. Gupta (2005)

2.10.2 Kekuatan Las

Kekuatan las sangat penting dalam menentukan kekuatan sambungan. Pengelasan memerlukan persiapan dan cara dalam melaksanakan pengerjaan las tersebut. Informasi-informasi yang didapatkan dalam sebuah batang elektroda antara lain :

- a. E menyatakan elektroda
- b. Dua angka setelah E (misalnya 60 atau 70) menyatakan kekuatan tarik defosit las dalam ribuan dengan lb/inchi^2 .
- c. Angka ketiga setelah E menyatakan posisi pengelasan, yaitu :
 - Angka (1) menyatakan pengelasan dengan segala posisi.
 - Angka (2) menyatakan pengelasan posisi datar dan bawah tangan.
- d. Angka keempat setelah E menyatakan jenis selaput dan jenis arus yang cocok dipakai untuk pengelasan.

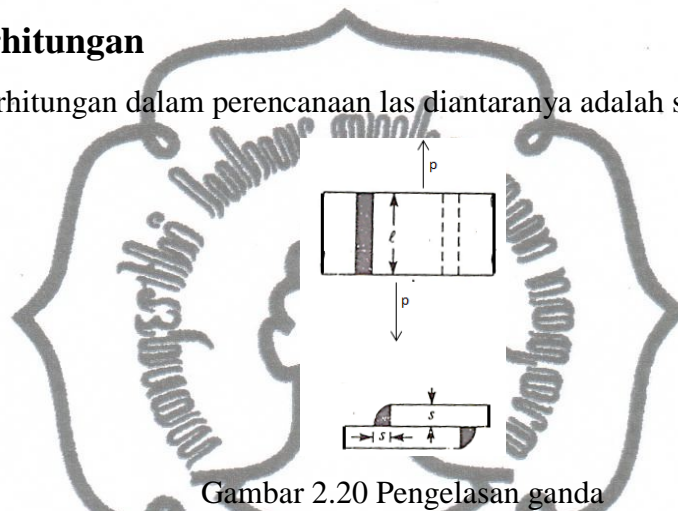
Mutu dari hasil pengelasan tergantung dari pekerjaan lasitu sendiri. Kualitas las dalam hal ini tergantung pada :

- Besar arus yang dibangkitkan *transformator*.
- Besar tekanan dari ujung penekan.
- Lamanya waktu pengelasan.

Pengaturan arus dan waktu pengelasan tergantung pada tebal plat yang akan disambung. Pemilihan sifat elektroda dengan sifat logam yang dilas biasanya tidak begitu penting dibandingkan kecepatan perbandingan arus dengan ukuran elektroda.

2.10.3 Perhitungan

Perhitungan dalam perencanaan las diantaranya adalah sebagai berikut:



Gambar 2.20 Pengelasan ganda

Sumber : R.S. Khurmi dan J.K. Gupta (2002)

Panjang las minimum dalam proses pengelasan (l) yang terlihat pada gambar 2.18 dapat dihitung dengan persamaan:

$$P = 1.414 s \times l \times \tau \quad \dots\dots\dots(2.12)$$

dimana:

l = panjang pengelasan (mm)

P = beban yang bekerja (N)

s = tebal plat (mm)

τ = tegangan geser (N/mm^2)

Luas minimum las

$$A = t \cdot l$$

$$A = s \cdot \cos 45^\circ \cdot l$$

$$A = 0,707s \cdot l \quad \dots\dots\dots(2.13)$$

Tegangan geser pada sambungan las

commit to user

$$\tau = \frac{P}{A \cos 45^\circ \cdot s \cdot l} \text{ (to single filled weld)} \dots\dots\dots (2.14)$$

$$\tau = \frac{P}{A 2 \times \cos 45^\circ \cdot s \cdot l} \text{ (to double filled weld)} \dots\dots\dots (2.15)$$

keterangan :

σ = Tegangan pada sambungan las

P = Gaya yang membebani (N)

A = Luas minimum las (mm)

