

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Teknologi pada dunia permesinan saat ini mengalami kemajuan dan perkembangan yang pesat. kebutuhan dalam dunia industri yang semakin meningkat, memicu berkembangnya teknologi dalam proses permesinan. Dalam dunia permesinan, macam-macam proses pengerjaan permesinan meliputi pembubutan, pengefraisan, penggerindaan, pembentukan, dan lain-lain. Perbedaan dari proses permesinan tersebut terletak pada cara kerja dan hasilnya. Permasalahan yang dialami pada industri permesinan, yaitu menghasilkan produk yang berkualitas, serta mempertimbangkan efisiensi pengerjaan dan biaya yang dikeluarkan selama proses produksi.

Salah satu proses permesinan adalah mesin Press Brake. mesin tekuk Plat (*Press Brake/Bending*) adalah alat/mesin pengepresan untuk menekuk lembaran dan bahan logam, paling sering lembaran plat. mesin ini membentuk sudut yang telah ditentukan dengan menjepit benda kerja antara punch dan dies yang cocok. Biasanya, dua C-frame membentuk sisi mesin tekuk, terhubung ke meja di bagian bawah dan pada balok yang dapat digerakkan di bagian atas. Alat bawah dipasang di atas meja, dengan alat atas dipasang di balok atas (Steve Benson, 1997).

Mesin Tekuk Plat dapat digambarkan dengan parameter dasar, seperti gaya atau dan panjang kerja. Parameter tambahan termasuk panjang goresan, jarak antara rangka uprights atau rumah samping, jarak ke gauge belakang, dan ketinggian kerja. Balok atas biasanya beroperasi pada kecepatan mulai dari 1

hingga 15 mm / s, Ada beberapa jenis mesin tekuk Plat seperti yang dijelaskan dengan cara menerapkan kekuatan: mekanik, pneumatik, hidrolik, dan servo-listrik (Shane, 2023).

Dalam tekuk mekanik, energi ditambahkan ke *flywheel* dengan motor listrik. Sebuah kopling melibatkan roda gila untuk menyalakan mekanisme engkol yang menggerakkan ram secara vertikal. akurasi dan kecepatan adalah dua keuntungan dari pers mekanik.

Teknik hidrolik beroperasi dengan menggunakan dua silinder hidrolik yang disinkronkan pada rangka-C yang menggerakkan balok atas. rem servo-listrik menggunakan servo-motor untuk menggerakkan bola atau drive sabuk untuk mengeluarkan gaya tekan pada ram. mesin pneumatik dan servo-listrik biasanya digunakan dalam aplikasi kuat tekan yang lebih rendah. Tekuk hidrolik menghasilkan produk berkualitas tinggi yang akurat, dapat diandalkan, menggunakan sedikit energi dan lebih aman karena, tidak seperti tekanan yang didorong roda gila, gerakan ram dapat dengan mudah dihentikan kapan saja sebagai respons terhadap perangkat keamanan, misalnya sensor cahaya atau alat penginderaan keberadaan lainnya (Vukota Boljanivic, 2012).

Perbaikan terbaru terutama dalam kontrol dan alat yang disebut backgauge. Pengukur belakang adalah perangkat yang dapat digunakan untuk memposisikan potongan logam secara akurat sehingga press menempatkan tekukan di tempat yang benar. Selanjutnya, pengukur kembali dapat diprogram untuk bergerak di antara tekukan untuk berulang kali membuat bagian-bagian yang rumit. Press awal bergantung pada perkakas untuk menentukan sudut-sudut tekukan.

Mesin tekuk, seringkali termasuk pengukur belakang, multi-sumbu yang dikontrol komputer. Sensor optik memungkinkan operator melakukan penyesuaian selama proses penekukan. Sensor ini mengirim data real-time tentang sudut tekukan dalam siklus tekukan ke kontrol mesin yang menyesuaikan parameter proses (Niko Ramadhan, 2023).

1.2 Identifikasi Masalah

Plat mungkin tidak di lipat dengan dimensi yang sesuai, yang bisa di sebabkan oleh pengaturan yang tidak tepat pada mesin, keausan pada alat bending, atau kesalahan pada proses pengukuran, terkadang, lipatan yang di hasilkan tidak rata atau tidak konsisten, bisa di sebabkan oleh ketidaksetabilan mesin, tekanan yang tidak merata pada bahan kerja, atau masalah dengan alat bending.

Identifikasi masalah pada saat penekukan plat pada mesin press brake memerlukan pengamatan teliti selama proses penekukan, pemeriksaan visual terhadap hasil penekukan, dan pemahaman mendalam tentang oprasi mesin. Solusi untuk masalah ini bisa melibatkan penyesuaian parameter mesin. Perawatan alat bending, atau perbaikan peralatan jika di perlukan.

1.3 Tujuan Peneltian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui proses penekukan plat dengan menggunakan mesin press brake.
2. Untuk mengetahui berapa kuat tekan yang di butuhkan untuk melakukan penekukan pada sebuah plat dengan variasi karbon rendah, sedang, dan tinggi..

1.4 Batasan Masalah

Agar pembahasan tidak meluas maka batasan masalah penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Mesin yang di gunakan adalah mesin press brake
2. Parameter yang akan di teliti yaitu kuat tekan atau gaya pada plat
3. Penelitian di batasi pada jenis jenis plat logam tertentu seperti baja karbon rendah, menengah, dan tinggi.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dalam penelitian ini adalah :

1. Untuk menambah pengalaman dan wawasan penulis mengenai kuat tekan yang ideal saat melakukan penekukan plat.
2. Sebagai sarana pelatihan bagi penulis agar dapat menggunakan dan menerapkan ilmu di dunia industri.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Manufaktur

Manufaktur merupakan suatu proses permesinan maupun proses manual untuk mengubah bahan dasar menjadi barang jadi atau setengah jadi sehingga siap untuk diproduksi. Bahan dasar ini dapat dibuat dari berbagai cara dan proses.

Teknik manufacturing adalah proses produksi sebuah produk dimana teknik ini mempelajari semua hal yang berhubungan dengan proses produksi (Turner 2000:53), termasuk hal – hal berikut ini:

1. Mengevaluasi dapat atau tidaknya sebuah barang untuk diproduksi.
2. Memilih jenis serta parameter dari proses produksi, seperti komponen produksi alat yang digunakan, dan lain-lain.
3. Merancang peralatan pembantu serta mengatur posisi dari benda kerja.
4. Mengestimasi biaya produksi.
5. Menjamin kualitas dari produk yang diproduksi.

2.2 Uji Bending

Uji bending atau uji tekuk adalah salah satu metode pengujian material yang digunakan untuk menentukan sifat-sifat mekanik suatu material, khususnya terkait dengan fleksibilitas, ketahanan terhadap retak, dan kemampuan deformasi (perubahan bentuk) di bawah tekanan atau beban lentur. Dalam uji ini, sebuah spesimen material biasanya berbentuk plat atau batang ditekuk atau dilenturkan

menggunakan alat uji hingga mencapai sudut tertentu atau sampai terjadi kerusakan pada material tersebut. Uji bending sering digunakan untuk menilai kinerja material seperti logam, plastik, dan komposit dalam kondisi di mana material tersebut akan mengalami beban lentur dalam penggunaannya.

2.2.1 Proses Uji Bending

a) Persiapan Spesimen

Tentukan material yang akan diuji, misalnya logam, plastik, atau komposit, Potong spesimen dengan dimensi tertentu sesuai standar yang berlaku misalnya ASTM, ISO, biasanya berbentuk batang persegi panjang atau plat dengan ketebalan yang seragam, dan ukur ketebalan, lebar, dan panjang spesimen secara akurat, karena dimensi ini akan mempengaruhi hasil uji.

b) Penyiapan Peralatan Uji

Gunakan mesin uji yang sesuai, misalnya mesin uji tiga titik atau empat titik dan Sesuaikan jarak antar penopang untuk uji tiga titik atau penopang dan pendorong untuk uji empat titik sesuai dengan standar uji atau kebutuhan spesifik pengujian.

c) Pelaksanaan Uji

Tempatkan spesimen di atas penopang pada mesin uji. Pastikan spesimen dalam posisi yang benar dan sejajar, Mesin uji kemudian menerapkan gaya secara bertahap pada titik tengah untuk uji tiga titik atau dua titik (untuk uji empat titik) hingga spesimen mulai melentur. Gaya diterapkan dengan kecepatan yang konstan dan Selama proses bending, mesin uji akan

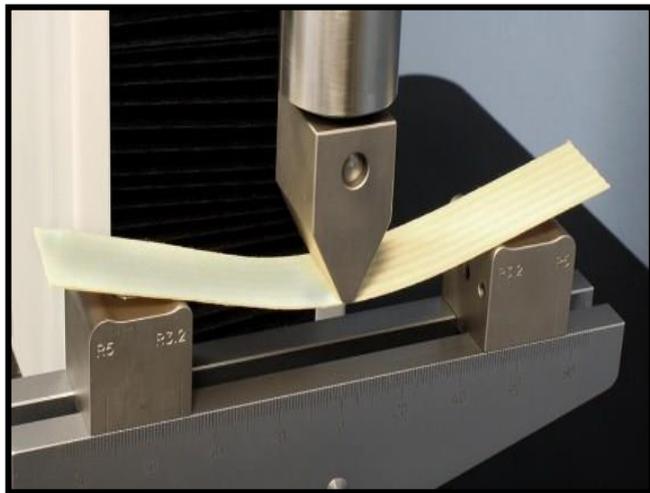
mencatat besar gaya yang diterapkan dan besarnya deformasi yang terjadi pada spesimen.

d) Pengamatan dan Pencatatan Hasil

Data yang dikumpulkan meliputi gaya maksimum yang dapat ditahan oleh spesimen sebelum terjadi patah atau retak, serta besarnya lenturan atau sudut yang dicapai sebelum kegagalan, dan setelah pengujian selesai, amati kondisi spesimen untuk melihat adanya retakan, patahan, atau deformasi permanen.

e) Analisis Data

Dari data yang diperoleh, hitung kekuatan lentur *flexural strength* material menggunakan rumus yang sesuai, Hitung modulus lentur *flexural modulus*, yang menunjukkan kekakuan material terhadap deformasi lentur, dan bandingkan hasil uji dengan spesifikasi atau standar yang berlaku untuk menilai kualitas material.



Gambar 2.1 Proses Uji Bending

2.2.2 Rumus Uji Bending

Kekuatan bending suatu material dapat di hitung dengan persamaan berikut:

$$\sigma_b = \frac{Mc}{I} \dots\dots\dots(1)$$

Keterangan:

- σ_b = Kekuatan Bending
- M = Momen (Nmm)
- I = Inersia (mm^4)
- C = Jarak Dari Sumbu Netral Ke Tegangan Serat (mm)

Pada material yang homogen pengujian batang sederhana dengan dua titik dukungan dan pembebanan pada tengah tengah batang uji (*tree point bending*), maka tegangan maksimum dapat di hitung dengan persamaan berikut.

$$\sigma_b = \frac{3PL}{2bd^2} \dots\dots\dots(2)$$

Keterangan:

- σ_b = Kekuatan Bending (MPa)
- P = Beban (N)
- L = Panjang Span (mm)
- b = Lebar Batang Uji (mm)
- d = Tebal Batang Uji (mm)

2.3 Mesin Press Brake

Press Brake biasa disebut dengan mesin tekuk plat. mesin yang berfungsi sebagai alat bantu menekuk lembaran plat sesuai dengan bentuk ukuran yang diinginkan. Mesin press brake bekerja dengan mekanisme sistem hidrolik dan dilengkapi dengan mekanisme yang menunjang dies bagian atas pada posisi kiri

dan kanan seimbang sehingga dihasilkan bentuk hasil tekukan yang lurus serta sudut hasil tekuk yang sama. dilengkapi dengan sistem NC control pada bagian alat pengukur benda kerja dan gerakan cylinder naik turun sehingga sangat memudahkan dalam pengoperasian, menyimpan data produksi serta dihasilkan tekukan benda kerja yang presisi dan proses kerja yang cepat (Shane, 2023).

Proses kerja mesin press hidrolik tekuk plat melibatkan penggunaan tekanan hidrolik yang dihasilkan oleh pompa hidrolik. Tekanan ini diterapkan pada plat logam melalui berbagai alat tekuk yang sesuai. Mesin ini memiliki sistem kontrol yang canggih, yang memungkinkan operator untuk mengatur tekanan, sudut tekuk, dan bentuk akhir dari plat logam yang sedang diproses. (Niko Ramadhan, 2023)



Gambar 2. 2 Mesin Press Brake

2.2.1 Keuntungan Penggunaan Mesin Press Brake

Penggunaan mesin press hidrolik tekuk plat memiliki sejumlah keuntungan yang signifikan dalam industri manufaktur (Steve Benson, 1997).

1. Presisi Tinggi

Mesin ini mampu memberikan hasil yang sangat presisi, sehingga produk akhir memiliki toleransi yang sangat ketat. Hal ini penting dalam industri yang mengharapkan komponen yang sesuai dengan spesifikasi yang ketat.

2. Produktivitas yang Tinggi

Dengan kemampuan untuk menekuk plat logam dengan cepat dan akurat, mesin press hidrolik dapat meningkatkan produktivitas pabrik secara signifikan. Ini mengarah pada efisiensi yang lebih baik dalam produksi.

3. Hemat Waktu dan Biaya

Dibandingkan dengan proses tekuk manual, penggunaan mesin press hidrolik menghemat waktu dan biaya produksi. Hal ini karena mesin ini dapat menghasilkan lebih banyak produk dalam waktu yang lebih singkat.

4. Keamanan Operator

Mesin ini dilengkapi dengan berbagai fitur keamanan yang membuatnya aman digunakan oleh operator. Ini termasuk sistem penguncian otomatis saat mesin dalam operasi.

2.2.2 Kegunaan Mesin Press Brake Dalam Dunia Industri

Mesin press brake adalah alat penting dalam dunia industri yang digunakan untuk membentuk dan menekuk lembaran logam. Berikut adalah beberapa kegunaan utama mesin press brake dalam dunia industry (Niko Ramadhan, 2023)

1. Pembentukan dan Penekukan Lembaran Logam:

Digunakan untuk menekuk lembaran logam dengan presisi tinggi, menghasilkan berbagai bentuk seperti sudut, kurva, dan bentuk kompleks lainnya.

2. Pembuatan Komponen Struktur

Digunakan dalam pembuatan komponen struktural untuk berbagai industri seperti konstruksi, otomotif, dan manufaktur alat berat. Komponen ini termasuk balok, rangka, dan bagian-bagian lainnya.

3. Pembuatan Produk Konsumen

Dalam industri barang konsumen, mesin ini digunakan untuk membuat bagian dari produk rumah tangga seperti peralatan dapur, elektronik, dan furnitur.

4. Produksi Komponen Otomotif

Dalam industri otomotif, digunakan untuk membuat berbagai bagian kendaraan seperti bodi mobil, rangka, panel pintu, dan komponen lainnya yang memerlukan pembentukan logam presisi.

5. Industri Penerbangan dan Dirgantara

Dalam industri ini, mesin press brake digunakan untuk membentuk bagian-bagian pesawat terbang seperti sayap, badan pesawat, dan komponen lainnya yang membutuhkan akurasi tinggi dan kekuatan.

6. Pembuatan Peralatan Pertanian dan Konstruksi:

Digunakan untuk membuat bagian dari mesin dan peralatan yang digunakan dalam sektor pertanian dan konstruksi, termasuk bagian dari traktor, alat berat, dan mesin pertanian.

7. Produksi Barang Logam Khusus:

Digunakan untuk membuat produk-produk logam khusus yang memerlukan spesifikasi dan desain khusus seperti alat medis, alat laboratorium, dan peralatan teknik.

8. Pembuatan Panel Listrik dan *Enklosur*

Digunakan untuk membuat panel listrik, kotak kontrol, dan enklosur untuk melindungi peralatan listrik dan elektronik.

9. Manufaktur Alat Industri

Mesin press brake membantu dalam pembuatan alat dan mesin industri lainnya yang memerlukan komponen logam yang dibentuk khusus.

10. Pemrosesan Lembaran Logam Tipis

Digunakan untuk membentuk dan menekuk lembaran logam tipis dalam industri yang membutuhkan bahan dengan ketebalan bervariasi seperti manufaktur kaleng dan kontainer.

2.2.3 Prinsip Kerja Mesin Press Brake

Mesin press brake bekerja berdasarkan prinsip deformasi logam dengan menggunakan tekanan tinggi untuk membentuk lembaran logam menjadi berbagai bentuk dan sudut yang diinginkan. Berikut adalah langkah-langkah umum tentang bagaimana mesin *press brake* bekerja (Vukota Boljanovic, 2012).

1. Pemilihan Material dan Alat

Material logam yang akan dibentuk ditempatkan pada mesin, dan alat (*punch* dan *die*) dipilih sesuai dengan bentuk dan sudut yang diinginkan.

2. Penjepitan Material

Lembaran logam dijepit di antara punch (palu) dan die (matriks). Punch akan menekan material ke dalam die.

3. Penerapan Tekanan

Dengan menggunakan tenaga hidrolik, mekanik, atau listrik, *punch* ditekan ke bawah menuju die dengan tekanan tinggi. Tekanan ini menyebabkan material logam mengalami deformasi plastis, membentuknya sesuai dengan bentuk die.

4. Pembentukan

Material logam akan mengikuti bentuk die selama proses penekanan, menghasilkan sudut atau bentuk yang diinginkan.

- Pengangkatan *Punch*

Setelah pembentukan selesai, punch diangkat kembali ke posisi awal, memungkinkan material logam yang telah dibentuk untuk dikeluarkan dari mesin.

- Kontrol dan Pengaturan

Mesin press brake modern dilengkapi dengan sistem kontrol numerik (CNC) yang memungkinkan pengaturan yang sangat presisi dalam hal sudut tekuk, posisi punch, dan die, serta tekanan yang diterapkan.

Hal ini memungkinkan produksi yang konsisten dan akurat.

2.2.4 Klasifikasi Proses Press

Proses press dapat diklasifikasikan berdasarkan berbagai kriteria seperti jenis operasi, mekanisme penggerak, dan jenis material yang diproses (Steve Benson, 1997). Berikut adalah beberapa klasifikasi utama:

1. *Blanking and Piercing:*

Pemotongan material logam untuk membuat bentuk atau lubang tertentu.

- *Blanking*: Memotong bagian utama dari lembaran logam.
- *Piercing*: Membuat lubang dalam lembaran logam.

2. *Bending and Forming:*

Membengkokkan atau membentuk lembaran logam menjadi bentuk yang diinginkan.

- *Bending*: Menekuk logam pada sudut tertentu.
- *Forming*: Mengubah bentuk lembaran logam tanpa memotongnya, seperti deep drawing atau coining.

3. *Drawing:*

Menarik lembaran logam ke dalam bentuk yang lebih dalam, seperti dalam pembuatan kaleng atau cangkir.

- *Shallow Drawing*: Menarik logam dengan kedalaman yang relatif dangkal.
- *Deep Drawing*: Menarik logam dengan kedalaman yang lebih besar.

4. *Coining:*

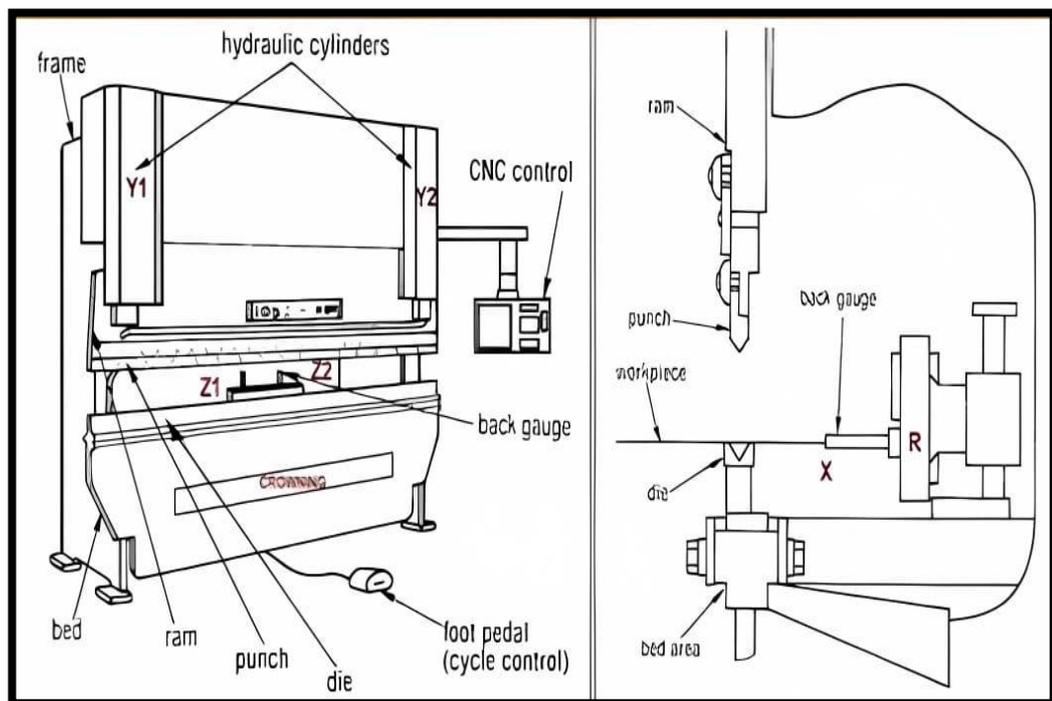
Memadatkan dan membentuk logam dengan presisi tinggi, sering digunakan dalam pembuatan koin dan medali.

5. *Embossing:*

Menciptakan desain atau pola pada permukaan logam melalui tekanan.

2.2.5 Komponen Komponen Mesin Press Brake

Mesin press brake merupakan mesin yang kompleks, terdiri dari berbagai komponen yang bekerja bersama-sama untuk melakukan proses pembungkukan material logam. Berikut adalah penjelasan yang panjang mengenai komponen-komponen utama dari mesin press brake beserta fungsinya (Steve Benson, 1997).



Gambar 2. 3 Komponen Komponen Mesin Press Brake

1. *Frame* (Rangka)

Rangka adalah struktur utama mesin press brake yang memberikan dukungan dan kestabilan selama proses pembungkukan. Rangka biasanya terbuat dari baja yang kokoh dan dirancang untuk menahan gaya tekan yang tinggi selama operasi.

3. *Ram* (Tekan)

Ram adalah bagian bergerak dari mesin yang menekan punch ke dalam die untuk membentuk material. Ram biasanya didorong oleh sistem hidrolik atau mekanik. Penggerakannya terkoordinasi dengan presisi tinggi untuk mencapai pembungkakan yang akurat.

3. *Punch*

Punch adalah komponen yang dipasang pada ujung ram dan menekan material ke dalam die. Punch memiliki berbagai bentuk dan ukuran sesuai dengan kebutuhan aplikasi, dan kadang-kadang dapat diubah untuk menghasilkan berbagai sudut dan bentuk pembungkakan.

4. *Die*

Die adalah cetakan yang dipasang pada meja kerja mesin di bawah punch. Material yang akan dibungkakan ditempatkan di atas die, dan punch menekannya ke dalam die untuk membentuk pembungkakan. Die juga memiliki berbagai bentuk dan profil untuk menghasilkan berbagai jenis pembungkakan.



Gambar 2. 4 Die

5. *Back Gauge*

Back gauge adalah sistem pengaturan yang digunakan untuk menentukan posisi material sebelum pembengkokan. Ini membantu memastikan konsistensi dan akurasi dalam pembentukan berulang. Back gauge biasanya dapat disesuaikan secara elektronik atau manual.

6. *Control Panel* (Panel Kontrol)

Panel kontrol adalah tempat operator mengatur dan mengontrol parameter mesin seperti sudut pembengkokan, posisi ram, dan pengaturan back gauge. Pada mesin press brake modern, panel kontrol sering kali menggunakan sistem control.

7. *Hydraulic System* (Sistem Hidrolik)

Sistem hidrolik digunakan untuk menggerakkan ram dengan memberikan tekanan hidrolik yang diperlukan. Sistem ini terdiri dari pompa hidrolik, katup, silinder hidrolik, dan reservoir minyak. Tekanan hidrolik dikendalikan oleh operator melalui panel kontrol.

8. *Foot Pedal* (Pedal Kaki)

Pedal kaki adalah alat kontrol yang digunakan oleh operator untuk mengaktifkan dan mengontrol gerakan ram. Dengan menekan pedal kaki, operator dapat memulai atau menghentikan proses pembengkokan dengan cepat dan mudah.

9. *Safety Features* (Fitur Keselamatan)

Mesin press brake dilengkapi dengan berbagai fitur keselamatan untuk melindungi operator dan mencegah kecelakaan. Fitur-fitur ini dapat mencakup sistem pengaman darurat, penutup pelindung, dan sensor

keselamatan seperti tirai cahaya yang mendeteksi kehadiran operator di area kerja.

10. *Work Table* (Meja Kerja)

Meja kerja adalah permukaan di mana material ditempatkan selama proses pembengkokan. Meja ini biasanya dilengkapi dengan lubang atau slot untuk memudahkan penempatan dan penjepitan material.

2.4 Parameter Penekukan plat Pada Mesin Press Brake

Parameter pengepressan pada proses press adalah informasi berupa dasar-dasar perhitungan, rumus, dan tabel-tabel yang mendasari teknologi proses pengepressan/ pembentukan pada proses press. Parameter pengepressan pada mesin press brake meliputi gaya, Panjang tekuk, Ketebalan Material, dan lebar v-die (Vukota Boljanovic, 2004).

2.3.1 Kuat Tekan Mesin Atau Gaya

Penghitungan gaya tekan pada mesin press brake adalah proses untuk menentukan jumlah kekuatan atau tekanan yang diperlukan untuk menekuk lembaran logam menggunakan mesin press brake. Mesin ini digunakan dalam industri manufaktur untuk membentuk logam menjadi berbagai bentuk dengan menekuknya pada sudut tertentu.

Penghitungan gaya tekan pada mesin press brake adalah proses penting dalam operasi manufaktur yang melibatkan pembentukan logam. Dengan memahami dan menggunakan rumus yang tepat, serta mempertimbangkan faktor-faktor tambahan yang relevan, Anda dapat memastikan bahwa operasi tekukan dilakukan dengan aman, efisien, dan

dengan hasil yang berkualitas tinggi (Steve Benson, 1997). Hal ini juga membantu dalam merencanakan dan memilih mesin press brake yang sesuai untuk aplikasi spesifik dan ada beberapa factor yang memengaruhi penghitungan gaya tekan meliputi:

A. Panjang Bending (L)

Panjang material yang akan ditekuk. Semakin panjang material, semakin besar tonnase yang dibutuhkan.

B. Ketebalan Material (T)

Ketebalan lembaran logam. Semakin tebal material, semakin besar kekuatan yang dibutuhkan.

C. Ultimate Tensile Strength (UTS)

Kekuatan tarik maksimum material. Ini adalah tegangan maksimum yang dapat ditahan oleh material sebelum putus, diukur dalam MPa.

D. Lebar Die (W)

Lebar bukaan V-die pada mesin press brake yang digunakan untuk menekuk material. Lebar die yang lebih besar mengurangi tekanan yang dibutuhkan karena distribusi gaya yang lebih merata.

Penghitungan kuat tekan pada mesin press brake bisa juga menggunakan rumus untuk mengetahui berapa kuat tekan yang di perlukan untuk proses pembengkokan sehelai plat baja, rumus yang di gunakan adalah sebagai berikut:

$$F = \frac{1,33 \times L \times T^2 \times UTS}{W} \dots\dots\dots(3)$$

Keterangan:

- (UTS): Faktor matrial
- (L) : Panjang bending
- (T) : Ketebalan Matrial
- (W) : Lebar Die *opening*

Selain dengan rumus, gaya tekan pada mesin sudah di tentukan standarnya berdasarkan bahan yang di gunakan, Berikut ini adalah tabel gaya tekan pada mesin press brake.

Tabel 2. 1 Tabel Gaya Tekan Mesin Press Brake (Stave Bensos, 1997)

No	Jenis Matrial	Ketebalan Matrial (mm)	Panjang Bending (cm)	Lebar Die Opening (mm)	Factor Matrial (K)	Gaya (N)
1	Baja Karbon	2	40	80	1,33	11,97
2	kuningan	3	180	60	0,90	2,43
3	Aluminium	5	250	50	0,67	16,75
4	Stainsles Stel	18	150	100	1,50	14,40
5	Baja Tahan Karat	10	100	120	1,50	12,50

Menghitung gaya tekan untuk menekuk logam plat pada mesin press brake bisa juga menggunakan rumus yang lebih spesifik dan sesuai standar industri. Rumus umum yang di gunakan untuk menghitung gaya tekan sebagai berikut:

$$F = \frac{LxT^2 xK}{D} \dots\dots\dots(4)$$

Keterangan:

- (L): Panjang Bending
- (T): Ketebalan Matrial
- (K): Faktor Matrial
- (D): Lebar Die

2.5 Baja

Baja merupakan logam paduan antara besi (Fe) dan karbon (C) dengan kadar karbon maksimum 1,7%. Paduan antara besi dan karbon dengan kadar karbon 1,7% sampai 3,5% dinamakan besi cor. Besi cor adalah baja yang mempunyai kadar karbon rendah (Indiyanto, 2005). Besi dan baja merupakan bahan yang paling banyak digunakan dalam bidang industri. Suarsana (2017 : 32) mengkasifikasikan jenis- jenis baja antara lain:

- A. Menurut penggunaannya; baja konstruksi, baja mesin, baja pegas, baja ketel, baja. perkakas, dan lainnya.
- B. Menurut kekuatannya ; baja kekuatan Iunak, baja kekuatan tinggi
- C. Menurut komposisi kimianya; baja karbon, baja paduan rendah,baja paduan tinggi, dan lainnya. Berikut baja karbon menurut komposisi kimianya .

1) Baja Karbon ringan

Baja ini memiliki kadar karbon sampai 0,2 %,.. sangat luas penggunaanya, sebagai baja koustruksi umum, untuk baja profit rangka bangunan, baja

tulangan beton, rangka kendaraan, mur baut, pelat, pipa dan lain-lain. Baja ini kekuatannya relatif rendah, lunak, tetapi keuletannya liuggi, mudah dibentuk dan dimachining.

2) Baja Karbon menengah

Baja ini memiliki kadar karbon 0,25-0,55 %, lebih kuat dan keras, dan dapat dikeraskan. Penggunaanya hampir sama dengan low carbon steel, digunakan untuk yang memerlukan kekuatan dan ketangguhan yang lebih tinggi. Juga banyak digunakan sebagai baja konstruksi mesin, untuk poros, roda gigi, dan lainnya.

3) Baja Karbon tinggi

Baja ini memiliki kadar karbon lebih dari 0,55 %, lebih kuat dan lebih keras lagi, tetapi keuletan dan ketangguhannya rendah. Baja ini terutama digunakan untuk perkakas, yang biasanya memerlukan sifat tahan aus, misalnya untuk mata bor, hamer, tap dan perkakas tangan yang lain.

4) Baja paduan rendah

Baja paduan dengan kadar unsur paduan rendah (kurang dari 10 %), mempunyai kekuatan dan ketangguhan lebih tinggi daripada baja karbon dengan kadar karbon yang sama atau mempunyai keuletan lebih tinggi daripada baja karbon dengan kekuatan yang sama. Hardenability dan sifat tahan korosi pada umumnya lebih baik. Banyak digunakan sebagai baja konstruksi mesin.

5) Baja paduan tinggi

Baja paduan dengan kadar unsur paduan tinggi, mempunyai sifat khusus tertentu, baja tahan karat (stainless steel), baja perkakas (tool steel, misalnya

High Speed Steel atau HSS), baja tahan panas (heat resisting steel) dan lain-lain. Baja paduan tinggi merupakan baja yang berat elemen paduannya lebih dari 10% (Amanto dan Daryanto, 1999).

2.6 Plat (Shett Metal)

Plat logam adalah lembaran tipis yang terbuat dari logam dan digunakan dalam berbagai aplikasi industri, konstruksi, dan manufaktur, material Plat logam dapat terbuat dari berbagai jenis logam seperti baja, aluminium, tembaga, kuningan, dan stainless steel. ukuran Plat logam tersedia dalam berbagai ukuran standar, tetapi juga dapat dipotong sesuai dengan kebutuhan spesifik proyek, proses produksi Plat logam diproduksi melalui berbagai proses seperti pemotongan, pembengkokan, pengelasan, dan pelapisan untuk mencapai bentuk dan fungsi yang diinginkan (William D. Callister, 1985).

Plat logam dikenal karena kekuatannya, daya tahan, dan kemampuannya untuk dibentuk menjadi berbagai bentuk dan ukuran, menjadikannya bahan yang sangat serbaguna dalam berbagai industri.



Gambar 2. 5 Plat Logam

2.5.1 Jenis jenis plat logam (*shett metal*)

Plat logam adalah lembaran logam yang di gunakan dalam berbagai aplikasi industri, konstruksi, dan manufaktur (Richard C. Dorf, 1995). Setiap jenis plat logam memiliki komposisi kimia dan sifat yang berbeda, menjadikan cocok untuk penggunaan tertentu. Berikut adalah beberapa jenis plat logam yang umum di gunakan.

1. Plat Baja Karbon

Plat baja karbon adalah jenis plat logam yang terbuat dari baja yang memiliki kandungan karbon sebagai elemen paduan utamanya. Kandungan karbon dalam baja ini bervariasi, dan persentase karbon yang berbeda memberikan sifat mekanis yang berbeda pada plat baja tersebut. Plat baja karbon dibedakan menjadi tiga kategori utama berdasarkan kandungan karbonnya:

A. Baja Karbon Rendah (*Low Carbon Steel*)

- Memiliki kandungan karbon sekitar 0,05% hingga 0,25%.
- Sifatnya mudah dibentuk dan dilas, tetapi kekuatannya lebih rendah.
- Digunakan dalam pembuatan produk-produk yang memerlukan bentuk dan ukuran yang kompleks seperti badan mobil, pipa, dan konstruksi bangunan.

B. Baja Karbon Sedang (*Medium Carbon Steel*)

- Memiliki kandungan karbon sekitar 0,25% hingga 0,60%.

- Lebih kuat dan keras dibandingkan baja karbon rendah, tetapi masih dapat dibentuk dan dilas dengan relatif mudah.
- Digunakan untuk komponen mesin, rel kereta api, dan roda kendaraan.

C. Baja Karbon Tinggi (*High Carbon Steel*)

- Memiliki kandungan karbon sekitar 0,60% hingga 1,5%.
- Sangat kuat dan keras, tetapi lebih sulit dibentuk dan dilas.
- Digunakan untuk alat pemotong, mata bor, dan aplikasi yang memerlukan ketahanan aus yang tinggi.

Plat baja karbon digunakan secara luas dalam berbagai industri karena kekuatan, daya tahan, dan fleksibilitasnya. Aplikasi umum meliputi konstruksi bangunan, pembuatan kapal, jembatan, kendaraan, dan alat berat. Pemilihan jenis plat baja karbon yang tepat sangat penting untuk memastikan bahwa material tersebut sesuai dengan kebutuhan spesifik dari proyek atau aplikasi yang dijalankan.

2. Plat Baja Tahan Karat (*stainless steel*)

Plat baja tahan karat, atau yang dikenal sebagai stainless steel, adalah jenis plat logam yang terbuat dari paduan baja dengan kandungan minimal 10,5% kromium. Kromium adalah unsur utama yang memberikan sifat tahan karat pada baja ini. Selain kromium, stainless steel juga dapat mengandung unsur lain seperti nikel, molibdenum, dan titanium untuk meningkatkan sifat-sifatnya.

Sifat utama dari plat baja tahan karat adalah kekuatan tahan terhadap korosi dan oksidasi. Hal ini membuatnya sangat cocok untuk digunakan dalam lingkungan yang memerlukan ketahanan terhadap kondisi lingkungan yang

keras, seperti kelembaban tinggi atau kontak dengan bahan kimia. Selain itu, stainless steel juga dikenal karena kekuatan mekanisnya yang baik, daya tahan terhadap suhu ekstrem, dan kemampuan untuk dibentuk dan dilas dengan mudah

3. Plat Aluminium

Plat aluminium adalah jenis plat logam yang terbuat dari aluminium. Aluminium adalah logam ringan yang memiliki berbagai sifat yang menguntungkan, termasuk kekuatan yang tinggi, tahan terhadap korosi, dan kemampuan konduktivitas panas dan listrik yang baik. Plat aluminium tersedia dalam berbagai bentuk, ukuran, dan ketebalan, dan dapat diproses dengan berbagai metode manufaktur seperti pemotongan, pembentukan, dan pengelasan.

4. Plat Tembaga

Plat tembaga adalah jenis plat logam yang terbuat dari tembaga murni atau paduannya dengan logam lain seperti seng atau timah. Tembaga memiliki sifat-sifat yang membuatnya sangat dihargai dalam berbagai industri, termasuk konduktivitas listrik dan termal yang tinggi, ketahanan terhadap korosi, serta kemampuan untuk dibentuk dan diproses dengan mudah. Aplikasi umum dari plat tembaga meliputi pembuatan kabel listrik, komponen elektronik, peralatan dapur, peralatan medis, atap dan saluran air, perhiasan, dan banyak lagi. Keunggulan konduktivitas dan ketahanan terhadap korosinya menjadikan plat tembaga sangat penting dalam berbagai industri dan aplikasi.

5. Plat Kuningan

Plat kuningan adalah jenis plat logam yang terbuat dari paduan tembaga dan seng, dengan komposisi tembaga yang lebih tinggi daripada seng. Kuningan dikenal karena warna kuning keemasannya yang khas dan memiliki berbagai sifat yang membuatnya sangat dihargai dalam berbagai aplikasi. Beberapa sifat dan keunggulan plat kuningan meliputi:

A. Ketahanan terhadap Korosi

Kuningan memiliki ketahanan alami terhadap korosi, menjadikannya cocok untuk digunakan dalam lingkungan yang korosif seperti aplikasi kelautan dan tata air.

B. Konduktivitas Listrik yang Baik

Kuningan memiliki konduktivitas listrik yang baik, menjadikannya pilihan yang populer untuk aplikasi listrik dan elektronik.

C. Kemampuan Pemrosesan yang Baik

Kuningan dapat dengan mudah dibentuk, dipotong, dan ditempa, sehingga memungkinkan untuk pembuatan berbagai produk dengan berbagai bentuk dan ukuran.

D. Estetika yang Menarik

Warna kuning keemasan yang khas memberikan tampilan estetik yang menarik, membuatnya sering digunakan dalam dekorasi interior, perhiasan, dan seni patung.

E. Anti Bakteri dan Anti Mikroba

Kuningan memiliki sifat anti bakteri dan anti mikroba alami, menjadikannya pilihan yang baik untuk digunakan di dunia kesehatan

6. Plat Tahan Panas (*Heat Resistant steel Plate*)

Plat tahan panas adalah jenis plat logam yang dirancang khusus untuk tahan terhadap suhu tinggi atau kondisi termal ekstrem. Material yang digunakan untuk membuat plat tahan panas memiliki sifat-sifat yang mampu menahan deformasi atau kerusakan struktural pada suhu yang sangat tinggi, sehingga cocok untuk digunakan dalam aplikasi di mana suhu ekstrem merupakan faktor utama yang perlu dipertimbangkan.

Plat tahan panas umumnya digunakan dalam berbagai aplikasi industri yang melibatkan suhu tinggi, seperti pembangkit listrik, industri metalurgi, industri kimia, industri minyak dan gas, serta dalam pembuatan mesin dan peralatan mesin yang beroperasi pada suhu ekstrem. Bahan yang umum digunakan untuk membuat plat tahan panas antara lain baja tahan panas, paduan nikel, paduan kromium, dan keramik tahan panas.