

ANALISA KEBUTUHAN MATERIAL DAN RANTAI PADA PROSES PRODUKSI MESIN TEKUK PLAT HIDROLIK

Ismet Eka Putra ^{1)*}, Dedi Wardianto ²⁾, Juliantoni ³⁾

^{1,2)}Dosen Teknik Mesin

³⁾Mahasiswa Teknik Mesin

Fakultas Vokasi, Institut Teknologi Padang

*Correspondent Author E-mail: ekaputraismet@gmail.com

Abstract

A plate bending machine or what is called a bending machine, is the process of forming sheet metal (plate) so that it conforms to the planned shape and size. This research applies hydraulic technology to the plate forming and bending process. This bending machine applies a clamping mechanism to the plate and applies a load using hydraulic power to bend the plate. In making this bending machine, it is necessary to analyze the material requirements and the production process chain for an effective hydraulic plate bending machine. Making a hydraulic plate bending machine is divided into several steps that must be carried out and prepared first, namely: Identifying work drawings, planning material selection, preparing materials, preparing tools and machines, carrying out work and finishing processes. The materials used to make components of the hydraulic plate bending machine are 0.6 mm thick ST37 plate with components in the form of clamp parts measuring 1400mm X 196mm 250mm x 95mm, Frame part measuring 1000mm x 600mm. The transmission system used is a hydraulic system to push the bending part. Then, to lift the plate clamp part, use the lever system on the left and right of the hydraulic plate bending machine. The machines and equipment used in making hydraulic plate bending machines are measuring equipment, volume reduction equipment, welding equipment, assembly equipment and finishing equipment.

Keywords: Material Requirements, Production Process Chain, Hydraulic System, Plate Bending

Abstrak

Mesin penekuk plat atau yang disebut mesin bending, adalah pengerjaan membentuk logam lembaran (plat) sehingga sesuai dengan bentuk dan ukuran yang sudah direncanakan. Penelitian ini menerapkan teknologi hidrolik pada proses pembentukan dan penekukan plat. Mesin bending ini menerapkan mekanisme penjepitan pada plat dan melakukan pembebanan dengan menggunakan tenaga hidrolik untuk menekuk plat. Dalam pembuatan mesin bending ini perlu di analisis apa saja kebutuhan material dan rantai proses produksi dari mesin penekuk plat hidrolik yang tepat guna. Pembuatan mesin tekuk plat hidrolik terbagi menjadi beberapa langkah yang harus dikerjakan dan dipersiapkan terlebih dahulu yaitu: Identifikasi gambar kerja, perencanaan pemilihan material, persiapan bahan, persiapan alat dan mesin, melakukan proses pengerjaan dan finishing. Bahan yang digunakan untuk membuat komponen dari mesin tekuk plat hidrolik yaitu dengan plat ST37 tebal 0,6 mm dengan komponen berupa part penjepit dengan ukuran 1400mm X 196mm X 307mm, part meja landasan dengan ukuran 1412mm x 156mm x 503mm, part penekuk dengan ukuran 1400mm x 250mm x 95mm, part Frame dengan ukuran 1000mm x 600mm. Sistem transmisi yang digunakan adalah sistem hidrolik untuk mendorong part penekuk. Lalu untuk mengangkat part penjepit plat dengan menggunakan sistem pengungkit pada kiri dan kanan mesin tekuk plat hidrolik. Mesin dan peralatan yang digunakan dalam pembuatan mesin tekuk plat hidrolik yaitu peralatan pengukuran, peralatan pengurangan volume, peralatan pengelasan, peralatan perakitan dan peralatan finishing.

Kata Kunci: Kebutuhan Material, Rantai Proses Produksi, Sistem Hidrolik, Penekuk Pelat

1. PENDAHULUAN

Banyak bentuk pengembangan teknologi yang bertujuan menjawab kebutuhan akan efisiensi kerja manusia, maka suatu upaya pengembangan teknologi yang efektif sangat diperlukan. Seiring kemajuan zaman yang semakin berkembang tentunya banyak sekali perubahan-perubahan terutama pada iptek yang mungkin telah menggeser secara total pada wilayah perindustrian, artinya dalam perubahan ini perlu membutuhkan operasional ekstra

yaitu tenaga manusia digantikan oleh tenaga mesin. Salah satunya adalah mesin penekuk plat atau yang disebut mesin bending. Mesin penekuk plat adalah pengerjaan membentuk logam lembaran (plat) sehingga sesuai dengan bentuk dan ukuran yang sudah direncanakan (Shigley et al., 1985). Pengerjaan plat dapat dilakukan dengan menggunakan keterampilan mesin, dengan proses tekuk bending. Namun di sebagian daerah di Indonesia masih banyak menggunakan cara manual dengan menggunakan palu betel dan landasan (Shigley et al., 1985). Bengkel-bengkel kecil yang ada di tepi jalan yang mana masih banyak menggunakan cara menekuk plat secara manual yang artinya masih menggunakan tenaga manusia dengan menggunakan betel dan landasan. Ketika ditinjau dari segi efisiennya sangat kurang dan dalam segi hasil tekukan juga kurang maksimal. Maka alat untuk menekuk plat ini direncanakan untuk mengatasi kekurangan-kekurangan atau kurang sempurnanya penekukan plat, tanpa mengurangi substansi dari proses penekukan plat tersebut. Dalam perencanaan ini alat penekuk manual yang dikerjakan oleh manusia digantikan oleh tenaga mesin yang artinya kinerjanya menggunakan sistem hidrolik untuk memperoleh hasil yang maksimal. Besi plat juga merupakan sumber material yang murah, selain itu plat yang terbuat dari besi ini jika mengalami kerusakan penekukan yang berulang lama kelamaan akan rusak. Maka dari itu disarankan hanya satu kali penekukan dalam pembentukan plat besi menjadi siku.

Proses pembentukan lembaran logam atau plat (*sheet metal forming*) adalah proses penekanan pelat datar sesuai dengan permukaan die sampai tahap deformasi plastis plat, sehingga terbentuk komponen baru sesuai dengan permukaan *die* (Siswanto et al., 2005).

Sifat mekanik dan struktur mikro material mempengaruhi proses peregangan. Dalam setiap regangan yang terjadi saat penekukan maka terjadi radius bengkokan. Pada proses peregangan terjadi proses deformasi plastis yang mengakibatkan terjadinya penekukan (Putra A.G 2010),

Pada desain, pemodelan dan simulasi dengan menggunakan software, kekuatan dari setiap komponen mesin dapat diperkirakan sehingga pemilihan bentuk, ukuran dan material setiap komponen dapat ditentukan secara lebih efektif.

Proses kerja memerlukan suatu perencanaan yang benar-benar matang. Perencanaan yang dibuat yaitu perencanaan yang lebih menekankan pada fungsi dan prinsip kerja mesin tekuk itu sendiri, maka perlu diperhatikan hal-hal sebagai berikut:

a. Segi Fungsi Dan Kegunaan

Dilihat dari segi fungsi dan kegunaan, mesin tekuk dapat difungsikan dalam pembuatan produk yang membutuhkan plat. Mesin tekuk dapat digunakan untuk menekuk plat dengan hasil tekukan yang sesuai dengan yang dikehendaki, yang semua ini tidak lepas dari kemampuan mesin.

b. Segi Kontruksi

Ditinjau dari segi kontruksi, pemilihan bentuk, ukuran dan jenis material disesuaikan terhadap kapasitas maksimal mesin yang akan dicapai. Perancangan kontruksi harus memperhatikan kekuatan kontruksi terhadap pembebanan yang ada, yaitu gaya bending dan gaya berat dari kontruksi itu sendiri. Kekuatan kontruksi harus lebih besar dari

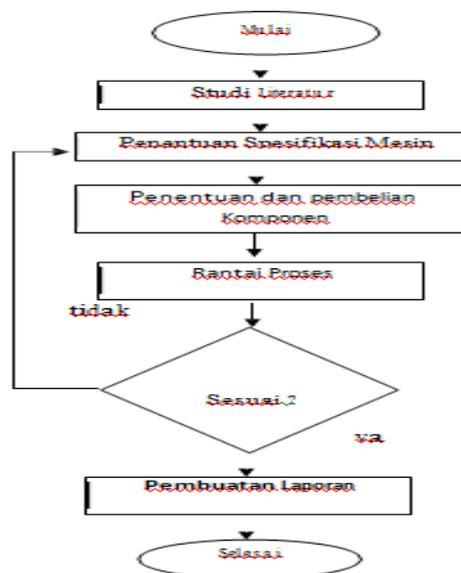
pembebanan yang ada, agar kontruksi dapat memenuhi tuntutan mesin sebagai alat penekuk pelat dengan tenaga hidrolik.

c. Segi Ekonomis

Dari segi ekonomis perlu diperhatikan secara mendalam, sebab erat kaitannya dengan besarnya biaya yang harus dikeluarkan untuk pengerjaan mesin tersebut. Hal ini diharapkan untuk dapat menekan biaya produksi serendah mungkin tapi tidak mengurangi dari segi yang lain, terutama segi kontruksinya. Namun tidak diinginkan penekanan biaya produksi yang rendah akan mengakibatkan penurunan kemampuan kerja mesin. (Wibowo., 2014)

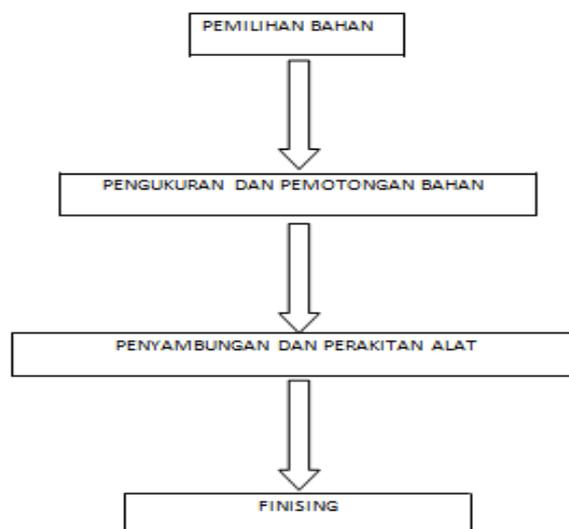
2. METODOLOGI

2.1 Flowchart



Gambar 1. Diagram Alir Metoda Penelitian

2.2 Rantai Proses Produksi Mesin Bending Plat



Gambar 2. Rantai Proses Produksi Bending Plat

Bahan yang digunakan dalam pelaksanaan penelitian ini berupa data-data referensi untuk pemilihan material dan proses produksi mesin tekuk plat berupa:

- a. Data mesin *bending* dan jenis-jenis mesin *bending*.
- b. Data dan pemilihan komponen atau *parts*.
- c. Data pemilihan material.
- d. Metode proses manufaktur.

Konsep desain yang dibuat harus memenuhi standar material yang sudah ditetapkan dan mudah dalam pengaplikasiannya. Dari segi material yang digunakan serta kekuatan material yang diperlukan. Dalam hal ini konsep desain menggunakan :

1. Mekanisme penekukan menggunakan sistem hidrolik dengan satu buah silinder aktuator
2. Perancangan *clamping* dan pelipat mengacu standard part yang ada.
3. Sistem *clamping* menggunakan sistem pengungkit pada kedua sisi mesin.
4. Sistem pelipat menggunakan sistem hidrolik dengan satu buah silinder aktuator.
5. *Frame* yang mampu menahan beban hidrolik press dan komponen *clamping* dan Pelipat
6. Sistem pengaman menggunakan *limit switch*.
7. Untuk komponen pendukung seperti pompa dan selang hidrolik, panel kontrol, menggunakan kombinasi antara Standard part dan alat yang ada.

Komponen yang diperlukan dari mesin tekuk hidrolik ditentukan dan di analisa pemilihan material yang diperlukan. Lalu di analisa RAB agar dana yang digunakan tepat guna. Proses pembuatan atau produksi dengan berdasarkan dari spesifikasi mesin yang dibuat dan material yang diperlukan, maka ditentukan langkah produksi yang teratur agar menghasilkan mesin yang diinginkan serta material yang tidak terbuang dan berlebih ketika proses. Komponen dari parts dirakit dan difinishing untuk menyelesaikan proses produksi pembuatan mesin tekuk plat hidrolik.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Daftar Kebutuhan

Dalam melakukan pengembangan diperlukan penyusunan daftar kebutuhan yang digunakan sebagai acuan agar lebih focus dalam menentukan konsep pembuatan. Selain syarat mampu melakukan penekukan < 2mm, panjang maksimal penekukan 1260mm, dan ukuran bed landasan minimal 450x400mm, daftar kebutuhan untuk pengembangan frame dapat dilihat di tabel 3.1.

Tabel 3.1. Tabel daftar kebutuhan mesin tekuk plat hidrolik

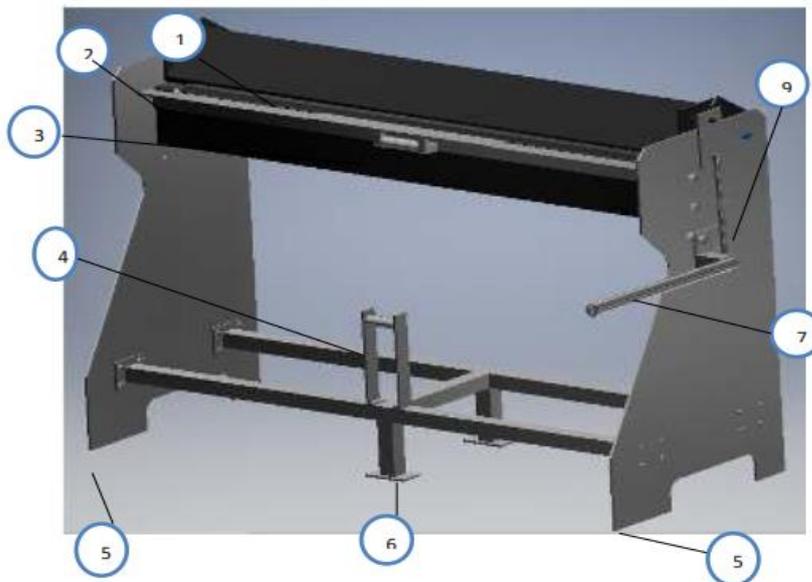
No	Kriteria	Uraian Kebutuhan	keterangan
1	Aksesibilitas Operator	- Benda kerja yang akan ditekuk dapat ditempatkan ke meja dengan mudah - Mekanisme pengejepit dapat diakses dari sisi depan maupun samping	Syarat Syarat

No	Kriteria	Uraian Kebutuhan	keterangan
2	Biaya	- Harga material tidak tinggi - Biaya pembuatan tidak tinggi	Harapan Harapan
3	Konstruksi	- Kuat menahan beban dari proses penekukan - Bagian dari partsnya dapat dengan mudah dilepas dan dipasang	Syarat Harapan
4	Proses Manufaktur	Dapat dibuat dengan proses manufaktu konvensional	Harapan
5	Mobilitas	- Dapat dengan mudah diangkat dan dipindahkan	Harapan
6	Pemeliharaan	- Mudah dipelihara - Mudah diperbaiki tanpa membutuhkan special tools	Syarat Harapan

Berdasarkan Tabel 3.1, daftar kebutuhan yang terpilih adalah :

1. Sistem tenaga yang terpilih adalah pompa hirdolik yang akan memberikan tenaga dorongan ke silinder hidrolik
2. Sistem transmisi yang terpilih adalah silinder hidrolik yang outputnya berupa gaya tekanan yang akan memberikan tekukan terhadap plat
3. Mekanisme penjepit dengan menggunakan mekanisme tuas atau pengungkit
4. Profil bahan rangka yang dipilih adalah frame dengan harga material St37 total plat kiri dan kanan yang keduanya disupport oleh baja hollow.

3.2 Bagian- Bagian Komponen Mesin Tekuk Hidrolik



Keterangan:

1. Penjepit Atas
2. Meja/ landasan pelat
3. Penekuk plat
4. Landasan Hidrolik
5. Rangka samping
6. Rangka tengah
7. Tuas Pengungkit
8. Mekanisme Penjepit

Gambar 3. Bagian-bagian Komponen Rangka Mesin Tekuk Hidrolik

3.3 Analisa Bahan dan Komponen

Dalam perancangan mesin penekuk plat hidrolik ini dibutuhkan berbagai macam bahan dan komponen yang tepat, agar sistem kerja dari mesin yang akan dibuat sesuai dengan yang diinginkan.

3.3.1. Perhitungan Gaya Penekukan

Gaya yang dibutuhkan untuk melakukan pelipatan tergantung dari kekuatan, ketebalan dan panjang dari lembaran logam.

Tabel 3.2 Data plat yang akan ditekuk

<i>Initial Conditions</i>	
Parameter	Nilai
Tebal Tekuk Maksimal	2 mm
Panjang Tekuk	500 mm
Jarak antara Meja plat dan Penekuk	20 mm
Sudut tekuk maksimal	105 ⁰

Gaya tekuk maksimal dapat diestimasi dengan mengikuti rumus sebesar 5750 N.

3.3.2. Balok Penjepit

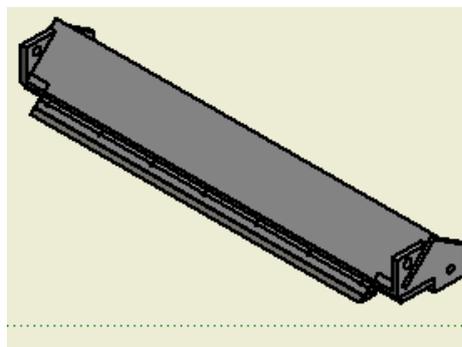
Balok penjepit mengerahkan sebuah gaya yang menahan kebawah lembaran logam ke meja tekuk. Gaya penahanan sewaktu melakukan proses bending adalah 50 % untuk menahan karena gaya diberikan pada kedua ujung dari mesin. Karena itulah gaya penjepitan yang diberikan sebagai berikut :

$$\text{Clamping force} = 0,5 \times \text{folding force}$$

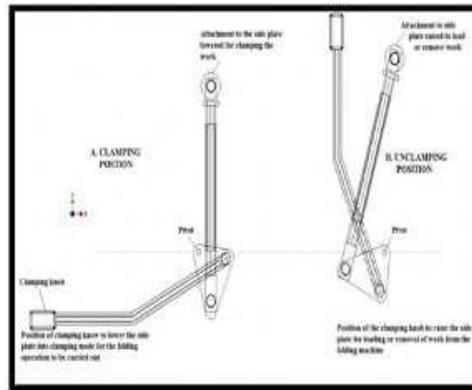
$$\text{Clamping force} = 0,5 \times 5750 \text{ N}$$

$$\text{Clamping force} = 2875 \text{ N}$$

Balok penjepit didesain dengan dilas pada bagian samping plat yang terhubung ke mekanisme penjepit yang ditunjukkan di gambar 4.



Gambar 4. Penjepit plat



Gambar 5. Mekanisme Penjepit

Mekanisme penjepit berlokasi pada kedua samping dari balok penjepit. Baut pengatur pada mekanis penjepit harus dapat menahan dari gayapenjepitan yang terjadi. Operasi dari mekanis clamping terlihat di gambar 4.

Beban terbagi sama di kedua sisi dari clamping mekanis, maka sama dengan setengah dari gaya clamping yaitu 2875 N. Tingkat tegangan yang dibolehkan untuk 75% dari proof strength digunakan di bolts mekanisme clamping. Material yang terseleksi untuk clamping mekanis menurut Society of Automotive Engineers adalah grade 4 dengan tanpa head marking dan proof strength dari 65 ksi, maka tegangan yang dibolehkan adalah 48759 psi

Gaya pada kedua sisi dari mekanisme clamping adalah 2875 N = 0,646 klb. Tensile area yang dibutuhkan dimana gaya akan terjadi adalah 0,01325 in². Tensile stress area dari 0,01325 in².

Maka dibutuhkan sebuah diameter dari 0.1194 inchi, yang ekuivalent ke 3,03 mm untuk penekukan pelat panjang 500 mm dan tebal 2 mm. Namun yang digunakan dari kolom mekanisme penjepit yaitu diameter 14 mm agar meningkatkan faktor keamanan.

3.3.3. Hidrolik

1. Perhitungan Gaya Silinder Hidrolik

Pada sistem hidrolik alat uji suspensi terdapat 1 silinder hidrolik sebagai penggerak suspensi. Berdasarkan gaya yang dibebankan sebesar 575 kgf atau 5750 N didapatkan dari perhitungan sebelumnya. Maka digunakan silinder hidrolik dengan data sebagai berikut:

Diameter Piston = 35 mm

Diameter Silinder = 63 mm

Stroke = 150 mm

Max. operating Pressure = 150 bar

Kondisi tekanan kerja operasi maksimum dari silinder hidrolik tersebut, maka akan diperoleh besar gaya silinder teoritis maksimum yaitu: 46650 N. Didapatkan Gaya silinder hidrolik sebesar 14400 N atau **46,65** kN yang dapat memenuhi gaya maksimal yang diterima silinder hidrolik pada alat uji suspensi sepeda motor tersebut

2. Perhitungan Tekanan Silinder Hidrolik

Dari hasil perhitungan gaya yang dibebankan pada silinder sebesar 575 kgf atau 5750 N dengan diameter silinder hidrolik yang sudah dipilih yaitu sebesar 63 mm maka besarnya tekanan silinder yang terjadi adalah sebagai berikut:

Tekanan silinder hidrolik saat penekanan 18,488 bar. Kemudian dilihat dari kinerja pada silinder hidrolik dimana efisiensi silinder hidrolik η_v = dengan besar efisiensi silinder hidrolik antara 0,80 – 0,95

3. Perhitungan Kapasitas Silinder Hidrolik

Kebutuhan kapasitas pelumas silinder pada silinder alat uji suspensi sebesar 7,77 **lpm** (liter per menit) atau 6,475 **cc/rev** (centimeter cubic per revolusi) dengan putaran motor sebesar 1200 rpm (revolusi per menit). inilah yang dibutuhkan untuk menggerakkan silinder hidrolik sesuai dengan beban dan kecepatan yang diinginkan.

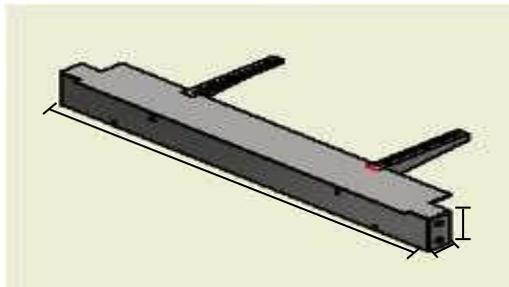
4. Perhitungan Daya Motor

Perhitungan daya motor digunakan untuk menentukan berapa daya motor yang dibutuhkan untuk menggerakkan pompa hidrolik sesuai dengan tekanan dan kapasitas yang telah ditentukan sebesar 0,24 kW = 240 W

3.4 Visualisasi proses pembuatan mesin tekuk plat hidrolik

3.4.1. Dimensi/ Ukuran

1) Ukuran Meja



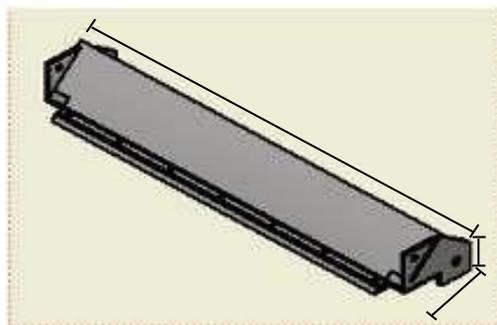
Gambar 6. Part meja

Panjang = 1412 mm

Lebar = 156 mm

Tinggi = 503 mm

2) Ukuran Penjepit



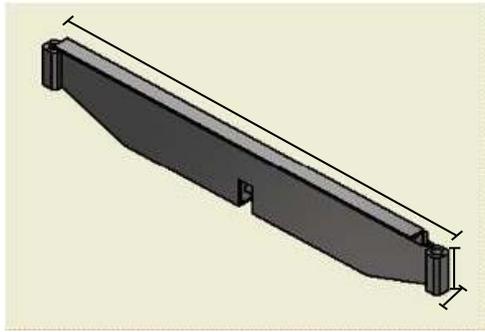
Gambar 7. Part clamping/penjepit

Panjang = 1400 mm

Lebar = 196 mm

Tinggi = 307 mm

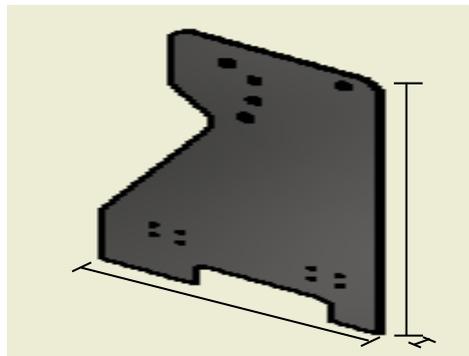
3) Ukuran Penekuk



Gambar 8. Part penekuk

Panjang = 1400 mm
Lebar = 250 mm
Tinggi = 95 mm

4) Ukuran Frame



Gambar 9. Part frame

Panjang = 1000 mm
Lebar = 600 mm
Tebal = 6 mm

3.4.2. Mesin yang digunakan

Pemilihan dan penggunaan mesin dan alat perkakas didasarkan pada kebutuhan dan ketersediaan mesin dan alat perkakas. Mesin dan alat perkakas meliputi :

- Mesin gerinda potong
- Mesin guillotine
- Mesin gerinda tangan
- Mesin Las
- Mesin Bor

3.4.3. Bahan yang digunakan dalam proses

- Kawat Las
- Mata gerinda potong
- Mata gerinda poles
- Mata bor

3.4.4. Alat yang digunakan

- a. Mistar baja
- b. Mistar siku
- c. Penggores
- d. Palu keras dan palu lunak
- e. Ragum
- f. Landasan pukul
- g. Jangka sorong
- h. Kikir
- i. Spray gun

3.4.5. Keselamatan Kerja

- a. Memakai pakaian kerja (wear pack)
- b. Menggunakan alat atau mesin sesuai dengan fungsi dan kegunaannya
- c. Pada saat menggambar ataupun melakukan pekerjaan gunakanlah alat keselamatan kerja seperti sarung tangan
- d. Saat menggunakan mesin pastikan semua bahan dan operator dalam keadaan aman.

3.5 Langkah kerja proses pembuatan mesin tekuk plat hidrolik

Langkah kerja adalah sebagai berikut:

Tabel 3.3. Rantai proses produksi mesin penekuk plat hidrolik

No	Proses Pengerjaan	Alat yang digunakan	Langkah kerja	Keterangan
1	<ol style="list-style-type: none"> a. Pemotongan parts b. Menggambar plat, pertama untuk mendapatkan bahan frame, penjepit atas, meja, dan penekuk c. Menggambar besi hollow, besi siku dan poros untuk dilakukan pemotongan bahan 	Alat: Penggores, Mistar siku, Jangka sorong, Mesin gerinda potong, Mesin guillotine Kikir, Gerinda tangan K3: Sarung tangan, Sepatu kerja, Wear packs	<ol style="list-style-type: none"> 1. Siapkan alat dan bahan 2. Gambar bagian plat yang akan dipotong 3. Setting bahan agar aman, lakukan pemotongan dengan menggunakan mesin 4. Potong bahan sesuai dengan garis gambar 5. Hasil pemotongan dihaluskan dihaluskan dari sudut yang tajam 	

2	Pengeboran bahan	Alat: Mesin bor meja dan kelengkapannya, mata bor D 8 mm dan D 12 mm	<ol style="list-style-type: none"> 1. Siapkan semua peralatan yang digunakan 2. Mulai mengebor bagian yang diberi tanda 3. Mengebor pada titik dengan ukuran D 8mm pada bahan 4. Mengebor pada titik dengan ukuran D 12 mm pada bahan 	
3	<p>Penyambungan Bahan</p> <p>a. Penyambungan dengan pengelasan. Bahan yang telah dipotong sebelumnya diberikan sambungan las sesuai bagiannya untuk membentuk komponen part penjepit, part meja landasan, part penekuk dan part frame</p>	Alat: Mesin las dan kelengkapannya berupa elektroda	<ol style="list-style-type: none"> 1. Persiapan dengan langkah: mengest mesin las, menyetel arus pengelasan, membersihkan permukaan logam dasar, mengatur logam induk secara mendatar pada meja kerja 2. Mulai menyalakan busur 3. Melakukan pengelasan menurut prosedur pengelasan 4. Merapikan hasil pengelasan 	
4	Perakitan Bagian-bagian dari komponen yaitu part penjepit, part meja landasan, part penekuk dan part frame dan kemudian disambung dengan baut sehingga dapat tersambung kuat dan juga dibongkar pasang.	Alat : Kunci ring atau kunci pas. Baut dan mur D 14 dan D 12	<ol style="list-style-type: none"> 1. Persiapan Komponen part penjepit, part meja landasan, part penekuk dan part frame 2. Komponen Parts dipasang dimulai dari rangka kiri dan kanan dan disambung baut dengan besi hollow di tengah. 3. Setelah frame terpasang, kemudian dipasang meja landasan, penjepit atas, pelipat dan mekasime penjepit pada frame 	

5	Proses pengecatan	Alat: Seperangkat alat pengecatan dan amplas Bahan: Cat warna biru dan hitam serta tiner	1. Persiapan Komponen 2. Persiapan peralatan pengecatan 3. Lakukan pembersihan dengan digosok dengan amplas dan air 4. Lakukan pencampuran cat dan tiner 5. Setting spray gun 6. Lakukan pengecatan menurut prosedur pengecatan	
---	-------------------	--	--	--

4. KESIMPULAN

Dari hasil analisa kebutuhan bahan dan rantai proses produksi dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut :

1. Bahan yang digunakan untuk membuat komponen dari mesin tekuk plat hidrolis yaitu dengan plat ST37 tebal 0,6 mm dengan komponen berupa :
 - a. Part penjepit dengan ukuran panjang 1400 mm X lebar 196 mm X tinggi 307 mm.
 - b. Part meja landasan dengan ukuran panjang 1412 mm x lebar 156 mm x tinggi 503 mm.
 - c. Part penekuk dengan ukuran panjang 1400 mm x lebar 250 mm x tinggi 95 mm.
 - d. Part Frame dengan ukuran panjang 1000 mm x lebar 600 mm.
2. Sistem transmisi yang digunakan adalah sistem hidrolis untuk mendorong part penekuk. Lalu untuk mengangkat part penjepit plat dengan menggunakan sistem pengungkit pada kiri dan kanan mesin tekuk plat hidrolis.
3. Mesin dan peralatan yang digunakan dalam pembuatan mesin tekuk plat hidrolis yaitu:
 - a. Peralatan pengukuran, penandaan dan pelukisan meliputi mistar gulung, mistar baja, jangka sorong, mistar siku, penggores, penitik dan palu.
 - b. Peralatan pengurangan volume meliputi mesin guillotine plat, gunting tuas, gunting plat, kikir dan mesin bor.
 - c. Peralatan pengelasan meliputi las SMAW, palu terak, sikat baja, topeng las.
 - d. Peralatan perakitan berupa sambungan baut dan kunci pas.
 - e. Peralatan finishing meliputi spray gun, compressor dan amplas.
4. Pembuatan mesin tekuk plat hidrolis terbagi menjadi beberapa langkah yang harus dikerjakan dan dipersiapkan terlebih dahulu yaitu: Identifikasi gambar kerja, perencanaan pemilihan material, persiapan bahan, persiapan alat dan mesin, melakukan proses pengerjaan dan finishing. Urut-urutan proses pengerjaan mesin tekuk plat hidrolis adalah sebagai berikut: 1) Membaca gambar kerja, 2) Persiapan bahan 3) Pelukisan 4) Pemotongan 5) Pengeboran 6) Pengelasan 7) Perakitan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ambiyar, & Purwanto. (2008). *Fabrikasi Logam Ambiyar & Purwanto*.
- [2] Dieter. (1986). *Mechanical metallurgy - Dieter_ George Ellwood.pdf*.
- [3] MILLS, K., DAVIES, J. R., & Committee, A. S. M. H. (1985). *Metals Handbook*. American Society for Metals. <https://books.google.co.id/books?id=5XZLzAEACAAJ>
- [4] Munson, B. R., Young, D. F., Okiishi, T. H., & Huebsch, W. W. (2009). Elementary Fluid Dynamics - The Bernoulli Equation. *Fundamental of Fluids Mechanics*, 93–146. http://civilcafe.weebly.com/uploads/2/8/9/8/28985467/fluid_mechanics.pdf
- [5] Shigley, J. E., Mitchell, L. D., & Saunders, H. (1985). Mechanical Engineering Design (4th Ed.). *Journal of Mechanisms, Transmissions, and Automation in Design*. <https://doi.org/10.1115/1.3258702>
- [6] Siswanto, W. A., Wahyudi, A., & Riyadi, T. (2005). SIMULASI SPRINGBACK BENCHMARK PROBLEM CROSS MEMBER NUMISHEET 2005. *Media Mesin: Majalah Teknik Mesin*, 7. <https://doi.org/10.23917/mesin.v7i1.3080>
- [7] Vidosic, J. P. (1957). *Machine design projects*. (p. 149 p.). Ronald Press Co. <file://catalog.hathitrust.org/Record/002020945>
- [8] Wibowo, T. A., Raharjo, W. P., & Kusharjanta, B. (2014). Perancangan Dan Analisis Kekuatan Konstruksi Mesin Tekuk Plat Hidrolik. *Mekanika*, 12(2), 63–70.
- [9] William D. Callister, J. (2007). Materials Science and Engineering 7th Ed. : An Introduction. In *John Wiley & Sons, Inc.* <https://doi.org/10.1007/BF01184995>
- [10] Putra, A.G., 2010, Pengaruh Variasi ProsesPeregangan Terhadap Sifat Mekanik danStrukturMikro Baja St. 37 Pada Proses RollBending, Fakultas Teknik UniversitasJenderal Achmad Yani