

PROTOTYPE MESIN TEKUK PLAT DENGAN SISTEM PNEUMATIC UNTUK PRAKTIK PEMBELAJARAN SEKOLAH MENENGAH KEJURUAN

Dini Oktavitasari¹, Hari Witjahjo², Kresna Baskoro Rosadi³

¹²³Program Studi Tenik Mesin Sekolah Tinggi Teknologi Texmaco Subang, Indonesia
E-mail : oktavitasari@gmail.com, sutrisno2604@gmail.com, baskoro.rosadi@gmail.com

Received 11 Oktober 2023 | *Revised* 18 Oktober 2023 | *Accepted* 23 Oktober 2023

ABSTRAK

Perkembangan di dunia industri saat ini tidak diragukan sangat berkembang pesat. Sekolah menengah kejuruan salah satu institusi pendidikan kejuruan yang pertama kali memperkenalkan berbagai bidang keahlian dengan berbagai teknologi yang melatar belaknginya. Akan tetapi, pembelajaran di tahapan sekolah menengah kejuruan acap kali masih kekukarang alat peraga atau alat praktikum yang menunjang kurikulum pembelajaran siswa. Unit-unit produksi baik bengkel, laboratorium dan sarana penunjang praktek lainnya. Salah satu contoh pada workshop produksi untuk program keahlian pemesanan masih kekurangan alat yang dapat menunjang produksi, terutama untuk proses penekukan plat. Penulis mencoba akan merancang bangun suatu alat penekuk plat dengan sistem kendali kontrol pneumatik, dimana hal ini sangat cocok untuk meningkatkan produksi dan dapat menekan biaya pengeluaran. Perancangan sistem elektro pneumatik ini menggunakan *software Festo Fluid-SIM Pneumatic* untuk merancang sistem rangkaian dan membuat simulasi terlebih dahulu sebelum mengaplikasikannya ke kontruksi mesin. Dari hasil rancang bangun alat tersebut menunjukkan aliran udaran dan elektrik bisa bekerja pada tiap-tiap katup pneumatik yang digunakan untuk menggerakkan *double acting cylinder*.

Kata Kunci: *Manufactur, pneumatic, mekanikal, elektrikal, double acting sylinder*

ABSTRACT

Developments in the industrial world today are undoubtedly growing rapidly. Vocational high schools are one of the vocational education institutions that first introduced various fields of expertise with various technologies behind them. However, learning at the vocational high school stage often lacks teaching aids or practical tools that support students' learning curriculum. Production units including workshops, laboratories and other practical support facilities. One example is that the production workshop for the machining skills program still lacks tools that can support production, especially for the plate bending process. The author tries to design a plate bending tool with a pneumatic control system, which is very suitable for increasing production and can reduce costs. This electro-pneumatic system design uses Festo Fluid-SIM Pneumatic software to design the circuit system and create a simulation first before applying it to machine construction. From the design results of this tool, it shows that air and electrical flow can work on each pneumatic valve used to move the double acting cylinder.

Keywords: *Manufacturing, pneumatic, mechanical, electrical, double acting cylinder*

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Proses pembelajaran di SMK wajib memiliki unit produksi sesuai dengan kejuruan yang dimiliki, salah satunya adalah unit produksi di workshop mesin jurusan teknik mesin yang bergerak pada bidang *machining* dan *welding*, unit produksi ini dikerjakan oleh siswa dan dibimbing oleh guru produktif masing-masing kejuruan.

Pada unit produksi Teknik mesin ini ada beberapa kendala yang menyebabkan lamanya proses produksi dan juga kualitas produksi yang kurang baik, salah satunya adalah proses penekukan plat (*bending plate*) pada plat dengan ketebalan 3 mm yang masih menggunakan alat manual seperti palu.

Bending sendiri merupakan proses pengerjaan material dengan cara memberi tekanan pada suatu bagian tertentu sehingga terjadi perubahan bentuk pada logam yang dikenai beban dan tidak bisa kembali ke bentuk semula (*deformasi plastis*) pada bagian yang diberi tekanan. Sedangkan proses *bending* merupakan proses penekukan atau pembengkokan menggunakan alat *bending* manual maupun menggunakan mesin *bending*.

Membending secara manual adalah salah satu metode *bending* tanpa menggunakan mesin, *bending* manual sendiri mempunyai kelebihan dan kekurangannya. Kelebihan dari *bending* manual adalah tak memerlukan mesin jadi akan meminimum biaya karena mesin *bending* otomatis harganya tergolong sangat mahal. Namun kelemahan dari *bending* manual adalah proses pengerjaannya yang lama dan biasanya *bending* manual menghasilkan produk yang tidak presisi. Berdasarkan hal tersebut maka dilakukan perancangan dan pembuatan mesin *bending* untuk meningkatkan produktifitas, efisiensi, dan kualitas produksi yang diinginkan.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan maka permasalahan dapat dirumuskan sebagai berikut:

- 1) Membuat mesin *bending*.
- 2) Melakukan uji hasil mesin *bending*.

1.3. Tujuan dan Manfaat Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah membuat mesin *bending* dengan penggerak pneumatik, sehingga dapat mempercepat proses produksi.

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini diantaranya adalah:

- 1) Mengetahui proses perancangan dan pembuatan mesin *bending* yang sesuai dengan kebutuhan produksi.
- 2) Menghasilkan mesin *bending* yang dapat digunakan sebagai alat bantu untuk meningkatkan efisiensi proses produksi dan kualitas produk.

2. METODE

2.1. Waktu dan Tempat

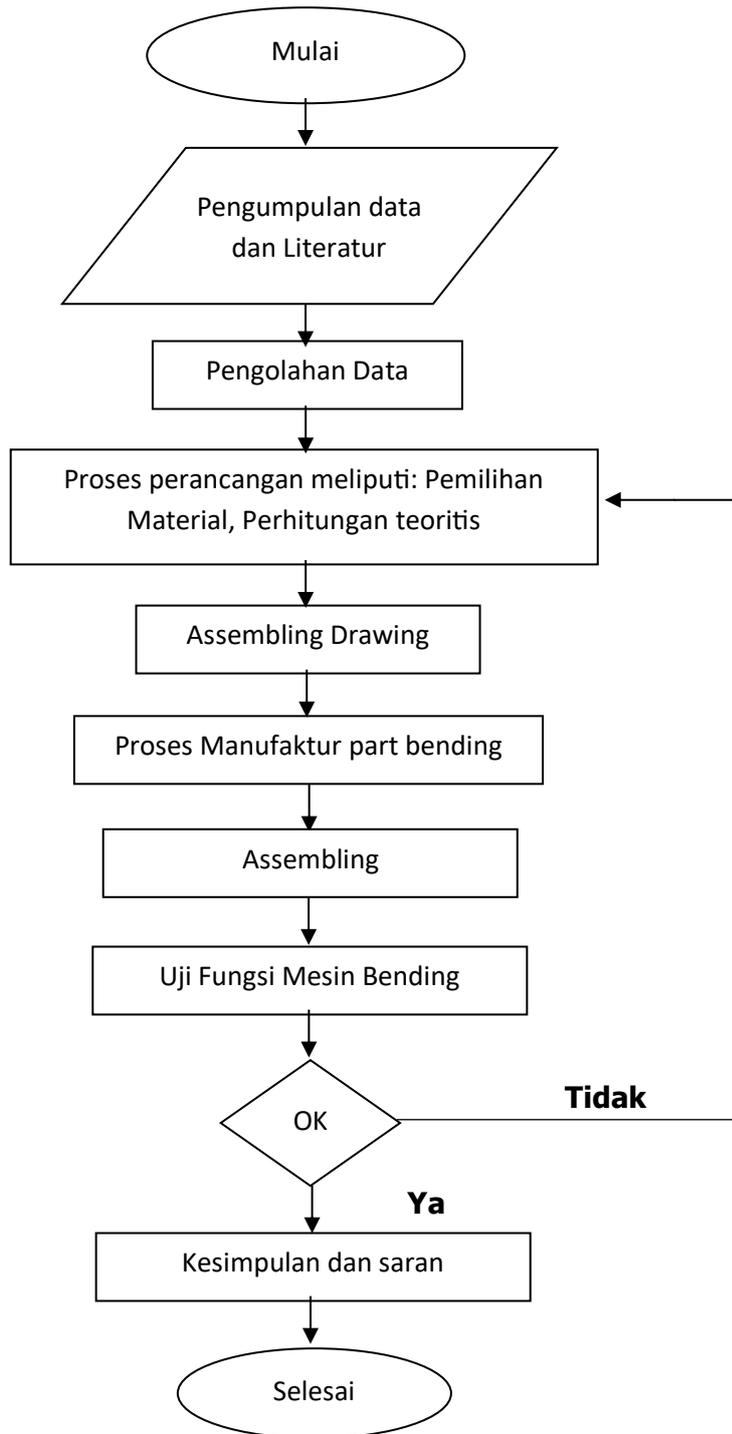
Waktu penelitian dilakukan selama 3 bulan, mulai dari bulan april sampai dengan bulan juni 2023, Berikut merupakan tabel rencana kegiatan :

Tabel 1 Waktu Penelitian

NO	KEGIATAN	TAHUN 2023															
		APRIL				MEI				JUNI				JULI			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Perancangan	■	■	■	■												
2	Pemilihan bahan					■	■	■									
3	Pembuatan							■	■	■	■	■					
4	Tes Fungsi											■	■				
5	Perbaikan Part												■				
6	Tes Hasil													■	■	■	

Proses penelitian bertempat di workshop mesin SMK Muhammadiyah 2 Cikampek, karena di workshop mesin SMK Muhammadiyah 2 Cikampek memiliki unit produksi yang dijalankan oleh siswa dan siswi jurusan teknik Mesin, dan memiliki kendala dalam proses penekukan plat besi dengan ketebalan 3 mm.

2.2. Diagram Alir



Gambar 1. Diagram Alir Rancang Bangun Alat

2.3. Spesifikasi Alat dan Bahan

A. Alat

Adapun alat yang di gunakan :

1. Kompresor 3/4 hp

Pada mesin bending ini penulis menggunakan kompresor dengan spesifikasi sebagai berikut :[1]



Gambar 2. Kompresor udara 3/4 HP

Merek	: H&L
Model	: H&L 10 L
Voltage	: 220 V / 50 Hz
Power	: 3/4 Hp / 550 W
Tanki	: 10 L
Pressure	: 8 Bar

Kompresor dengan spesifikasi tersebut dipilih karena kebutuhan *pressure* yang tidak terlalu besar, dan juga bentuk kompresor yang kecil dan ringan sehingga mudah untuk di pindahkan.

2. *Air Service Unit*



Gambar 3. *Filter Regulator Lubricator*

Kode	: AFC-2000
Drat	: 1/4 "

Max. P : 10 Bar

Air service unit ini digunakan karena memang maksimal pressurenya yang mencapai 10 bar, sedangkan maksimal pressure kompresure hanya mencapai 8 bar. Sehingga *Air service unit* sangat cocok untuk digunakan [2].

3. Valve 3/2 way

Katup solenoida 3 Arah atau 3 port mengacu pada sambungan saluran karena terdapat 3 port yang membuatnya ideal untuk mengalihkan aliran dari satu jalur ke jalur lainnya. Tidak seperti katup 2 arah yang dimaksudkan untuk tujuan isolasi, katup 3 arah digunakan untuk kontrol arah dan memiliki 3 varian fungsi – biasanya tertutup (NC), biasanya terbuka (NO) dan universal (U) [3].

Pada mesin ini penulis menggunakan 2 katup 3/2 way dengan fungsi biasanya tertutup (NC) untuk sistem kendalinya, katup 3 arah yang biasanya tertutup (NC) memblokir jalur antara port masuk dan keluar hingga koil diberi energi. Port outlet terhubung ke port pembuangan saat tidak diberi energi dan jalur ini diblokir setelah koil diberi energi, sebagai gantinya menghubungkan saluran masuk dan outlet.

Sistem operasi katup menggunakan sistem pilot dimana Katup solenoid beroperasi menggunakan tarikan elektromagnetik untuk memindahkan katup dari dudukan dan paling sering, pegas untuk mengembalikan katup ke posisi awal. Prinsip pengangkatan langsung ini bekerja dengan baik untuk ukuran katup yang kecil atau tekanan yang sangat rendah tetapi dengan bertambahnya ukuran katup, ukuran koil dan konsumsi dayanya meningkat secara eksponensial sehingga membuatnya besar [4].



Gambar 4. Valve 3/2 way NC

Spesifikasi :

Merk : HPC

Tipe : XG3601-06B

Voltage : 220 V AC

Pressure : 0,15 – 0.8 Mpa

4. Valve 5/2

Katup arah 5/2 memiliki 5 lubang aliran udara dan 2 perubahan posisi kerja. Pada posisi kerja awal katup 5/2, udara bertekanan dari energy supply akan mengalir dari saluran 1 ke saluran 2, sedangkan udara bertekanan dari beban (silinder) akan dibuang dari 4 ke 5 [5].

Jika katup 5/2 diberi sinyal kontrol dari sebelah kiri dan udara bertekanan dari energy supply akan mengalir dari saluran 1 ke saluran 4, sedangkan udara bertekanan dari beban (silinder) akan dibuang dari saluran 2 ke saluran 3.

Katup ini digunakan misalnya untuk mengontrol silinder kerja ganda. Silinder kerja ganda membutuhkan dua port outlet katup [6].



Gambar 5. Valve 5/2 way

Spesifikasi :

Merk : PAMY

Tipe : 4A220-08

Pressure : 0,15 – 0.8 Mpa

5. Throttle Valve

Katup *throttle* adalah untuk mengatur dan mengontrol ukuran pembukaan di katup, yang secara langsung membatasi aliran udara yang masuk ke aktuator.[7]

Sehingga udara yang masuk dan keluar dapat diatur sesuai keinginan, dan menghasilkan gerak aktuator sesuai dengan kebutuhan [8].

Pada mesin ini menggunakan 2 buah throttle valve, dimana 1 untuk mengatur besarnya aliran udara pada aktuator ketika maju, dan 1 untuk mengatur aliran udara pada aktuator ketika mundur [9].



Gambar 6. Throttle Valve

Spesifikasi :

Merk : HPC

Tipe : RE-02

Pressure : 0 – 0.95 Mpa

6. Air Cylinder Double Acting

Silinder kerja ganda (*Double Acting Cylinder*) adalah silinder pneumatik yang memiliki 2 (dua) output yang dihasilkan dari gerakan maju dan mundur pistonnya. Gerakan piston pada posisi kembali masuk, dihasilkan dari gaya pada bagian permukaan batang piston (arah maju) sedangkan pada bagian permukaan piston (arah mundur) udaranya terbuka ke atmosfer [10].

Keuntungan dari *double acting cylinder* adalah kemampuannya yang dapat dibebani pada kedua sisi pada pergerakan batang piston, oleh karena itu memungkinkan pemasangannya lebih fleksibel. Persentase pergerakan yang lebih besar pada gerakan batang piston keluar dibandingkan dengan gerakan batang piston kearah masuk [11].



Gambar 7. *double acting cylinder*

Spesifikasi :

Merk : E-MC

Tipe : PAL 32 x 150

Pressure : 0.1-1.0 Mpa

B. Bahan

Adapun bahan yang di gunakan sebagai berikut :

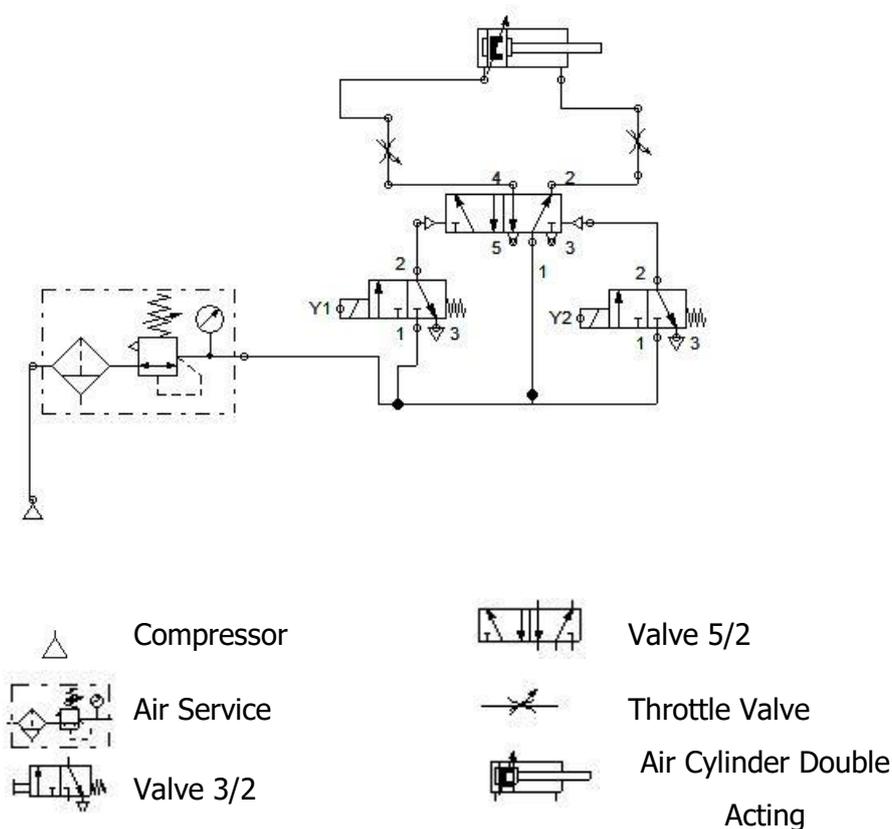
1. Besi Holo 40 mm x 40 mm x 1 mm
2. Plat Besi 13 mm
3. Plat Besi 3 mm

2.4 Rancangan

Pada mesin bending plat ini memiliki 2 sistem yaitu sistem mekanikal dan sistem elektrikal

1. Rancangan Sistem Mekanikal

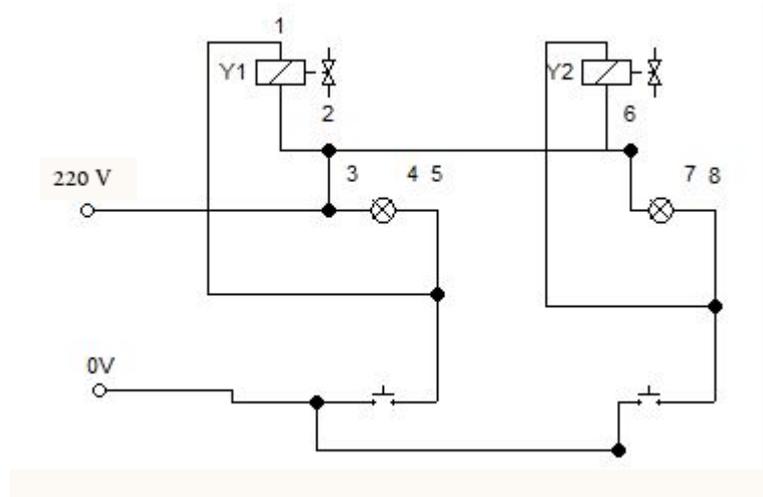
Sistem mekanikal mengatur kekuatan yang menunjang sebuah tugas yang melibatkan pasukan dan gerakan [12].



Gambar 8. Sistem Mekanikal

2. Rancangan Sistem Elektrikal

Sistem elektrikal merupakan suatu rangkaian peralatan penyediaan daya listrik untuk memenuhi kebutuhan daya listrik tegangan rendah [13].



Gambar 9. Sistem Elektrikal

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

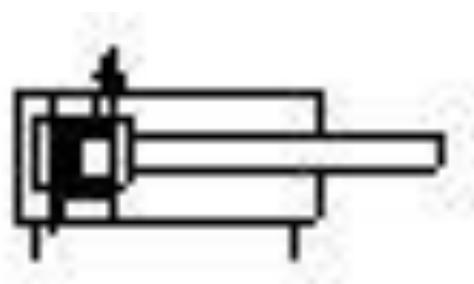
3.1 Proses Pembuatan

Untuk proses pembuatan mesin bending plat ini meliputi perancangan rangka penopang, dan proses pembuatan rangka penopang

1. Perancangan Rangka

Pada perancangan rangka ini ada beberapa hal yang perlu di perhatikan :

- a) Diameter dan Panjang Air Cylinder



Gambar 10. Air Cylinder

D = 32 mm
P = 150 mm

b) Panjang Torak



Gambar 11. Torak

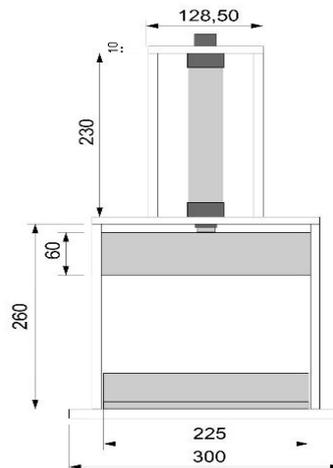
P = 130 mm

2. Proses Pembuatan Rangka

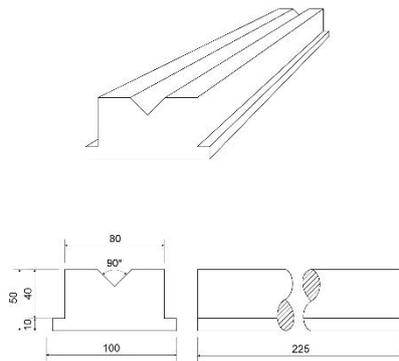
Pada proses pembuatan rangka terdapat beberapa tahapan

a) Design

Pada tahapan ini penulis menggunakan aplikasi AutoCAD



Gambar 12. Design Rangka



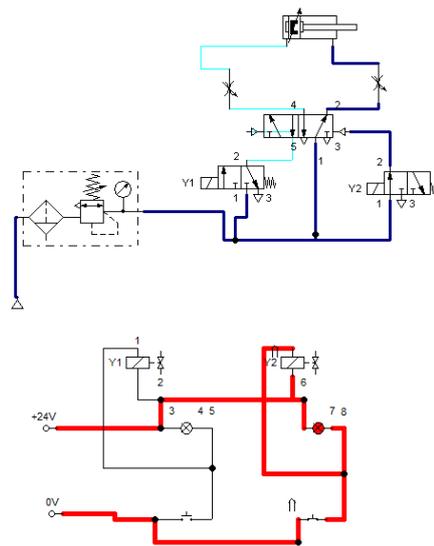
Gambar 13. Design Dies

- b) Pemotongan
Pada tahapan ini pola yang sudah dibuat di pada bahan baku lalu dipotong menggunakan gerinda tangan, dan untuk beberapa bagian tertentu lakukan pengeboran menggunakan bor tangan, lalu lakukan pengetapan untuk membuat ulir dalam.
- c) Perakitan
Pada proses ini lakukan penggabungan setiap part yang sudah dipotong menggunakan mesin las, dan juga menggunakan baut pada bagian-bagian yang telah dilubangi dan dibuatkan ulir dalam.

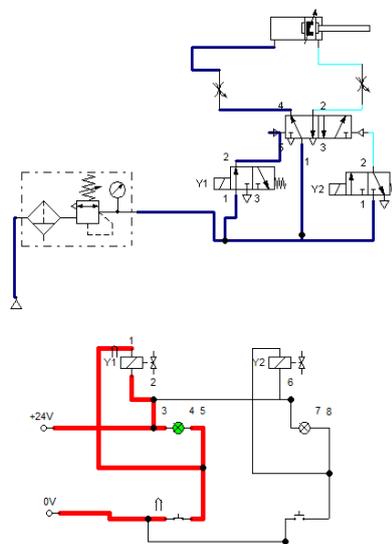
3. Simulasi Gerak Sistem

Pada simulasi gerak torak penulis menggunakan aplikasi Festo FluidSIM. Festo FluidSIM merupakan sebuah software atau aplikasi yang berjalan pada operating system windows 7, windows 8 dan windows 10 yang memiliki fungsi untuk menggambar rangkaian sistem kontrol serta dapat mensimulasikannya. Sebelum melaksanakan pemasangan komponen kontrol untuk motor listrik, hendaknya terlebih dahulu membuat gambar rangkaian kontrol dan rangkaian utama kemudian disimulasi [14].

Pada perencanaan rangkaian elektro pneumatik menggunakan perangkat lunak/software Festo FluidSIM Pneumatik, untuk komponen yang digunakan antara lain seperti *double acting cylinder*, *Throttle Valve*, *solenoid valve 5/2* tipe ganda air service unit, *solenoid valve 3/2* dan kompressor ditunjukkan pada gambar 14 dan gambar 15 [15].



Gambar 14. Simulasi Gerak Maju



Gambar 15. Simulasi Gerak Mundur

4. Tekanan yang Diberikan

Dimana dalam hukum dasar fluida diketahui Tekanan (*Druck / P*) adalah besarnya Gaya (*Kraft / F*) per Luasan (*Flaeche / A*).

$$P = F / A$$

dengan demikian...

$$F = P \times A$$

secara teory, apabila kita menginginkan gaya sebesar F pada permukaan seluasA, maka diperlukan tekanan sebesar P.
Satun SI untuk tekanan adalah Pascal (Pa)

Diketahui :

Silinder

$$t = 150 \text{ mm}$$

$$d = 32 \text{ mm (r = 16 mm)}$$

$$\text{Pressure} = 0,1 - 1,0 \text{ Mpa}$$

Maka :

$$A = 2 \cdot \pi \cdot r \cdot (r+t)$$

$$= 2 \times 3,14 \times 16 (16 + 150)$$

$$= 2 \times 3,14 \times 16 (166)$$

$$= 2 \times 3,14 \times 2.656$$

$$= 16.679,68 \text{ mm}^2 \rightarrow 16,679 \text{ m}^2$$

$$P = 0,1 \text{ Mpa} \rightarrow 100.000 \text{ Pa} \rightarrow 1 \text{ Bar (Tekanan Minimal)}$$

$$= 1,0 \text{ Mpa} \rightarrow 1.000.000 \text{ Pa} \rightarrow 10 \text{ Bar (Tekanan Maksimal)}$$

$$F = P \times A$$

$$F = 100.000 \text{ N/m}^2 \times 16,679 \text{ m}^2$$

$$F = 1.667.900 \text{ N}$$

$$F = 1.000.000 \text{ N/m}^2 \times 16,679 \text{ m}^2$$

$$F = 16.679.000 \text{ N}$$

Jadi dari perhitungan di atas didapatkan gaya silinder pada tekanan minimal (1 Bar) akan menghasilkan gaya sebesar 1.667.900 N dan pada tekanan maksimal (10 Bar) akan menghasilkan gaya sebesar 16.679.000 N.

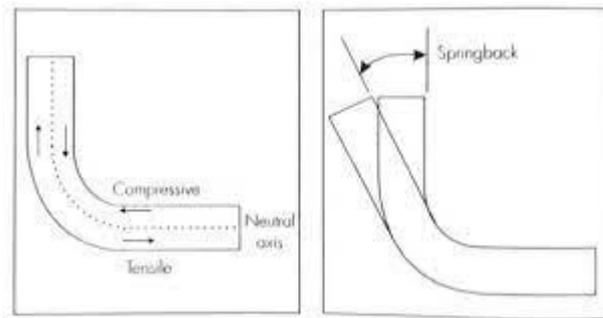
5. Hasil Uji Coba

Pada uji coba mesin ini lakukan penekukan dengan plat dengan ketebalan 3mm, dan dalam 10 kali percobaan dapat dihasilkan data sebagai berikut :

Tabel 2 Hasil uji coba

KETEBALAN	UJI COBA									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
3 MM	√	√	√	√	√	√	X	√	√	√

Dari tabel diatas dapat diketahui dari 10 uji coba erdapat 1 kegagalan pada penekukan yaitu pada percobaan ketujuh terjadinya *spring back*.



Gambar 16. *Springback*.

4. KESIMPULAN

Dari penelitian yang telah dilakukan didapatkan hasil dari 10 penekukan terdapat 1 kegagalan (*spring back*), maka dari itu dapat disimpulkan "*Prototype* Mesin Tekuk Plat Dengan Sistem *PNEUMATIC* Untuk PRAKTIK Pembelajaran Sekolah Menengah Kejuruan ". dapat digunakan dan sangat bermanfaat terutama untuk proses pembelajaran. Dan juga sangat membantu untuk proses produksi di bengkel-bengkel sekelas *home industry*.

5. DAFTAR RUJUKAN

- [1] Wahyu Pram, "kompresor," 2012.
- [2] Rizky Alviyanto, "LAPORAN KERJA PRAKTEK (KP) 'PNEUMATIK,'" 2021.
- [3] A. Panjaitan *et al.*, "RANCANG BANGUN DAN SIMULASI SISTEM PNEUMATIK DENGAN 1 SILINDER SEBAGAI MEDIA PEMBELAJARAN," 2021.
- [4] S. Ir. Djennoedin, "BAB II DASAR TEORI."
- [5] M. Saputra, M. Prodi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Manufaktur, and D. Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Lhokseumawe, "RANCANG BANGUN SISTEM ELEKTRO PNEUMATIK PADA MESIN PRESS BRIKET".
- [6] Wahyu Pram, "Sistem Pneumatik," 2012.
- [7] P. Sistem *et al.*, "The Design of Plat Bending System Using Electro Pneumatic Based on PLC Omron CP1E," pp. 98–105, 2022.
- [8] A. A. Syukur, A. Purnomo, A. Sai, J. H. Teknik Mesin Politeknik Negeri Semarang Jl Soedarto, K. Semarang, and J. Tengah, "REKAYASA MESIN PENEKAN LENS SEMI AUTOMATIC DENGAN PENGGERAK PNEUMATIK KONTROL ARDUINO PADA PROSES ASSEMBLY HEAD LAMP TIPE 045."
- [9] A. Elbani, "Kajian Unjuk Kerja Sistem Pneumatic Hydrolic Pada Komponen Katup Kontrol (Control Valve)," 2010.
- [10] M. Yanis and dan W. Ricky, "PERANCANGAN DAN PEMBUATAN MESIN BENDING DAN NOTCHING," 2021.
- [11] A. , & R. R. Khalid, "Katup dan Aktuator Pneumatik," 2016.
- [12] I. Wisjnu P.Marsis, "PERANCANGAN MESIN BENDING DENGAN MEMANFAATKAN SITEM DONGKRAK HIDROLIK SEDERHANA."
- [13] S. T. Darto, "PERENCANAAN DAN SIMULASI SISTEM PNEUMATIK PADA MESIN PRES BRIKET BLOTHONG BERBANTUAN PERANGKAT LUNAK."
- [14] haruto Tahara, "makalah-kompresor_2," 2006.
- [15] A. Wisnujati and M. Yusuf, "Rancang Bangun dan Uji Kinerja Mesin Bead Roller untuk Perbaikan Bodi Kendaraan," *Rekayasa*, vol. 14, no. 1, pp. 114–120, Mar. 2021, doi: 10.21107/rekayasa.v14i1.10092.