

Desain dan Perancangan Alat *Welding Holder* untuk Pengelasan Pelat pada Las GMAW

Ipung Kurniawan¹, Jenal Sodikin², Pujono³, Joko Setia Pribadi⁴, Agus Santoso⁵

^{1,2,3,4}Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Cilacap

Email : [1ipunk.k.poltec@gmail.com](mailto:ipunk.k.poltec@gmail.com), [2jenal.sodikin@pnc.ac.id](mailto:jenal.sodikin@pnc.ac.id), [3poejono07@gmail.com](mailto:poejono07@gmail.com),

[4joko.setia.p@pnc.ac.id](mailto:joko.setia.p@pnc.ac.id), [5agus.santoso@pnc.ac.id](mailto:agus.santoso@pnc.ac.id)

ABSTRAK

Proses pengelasan logam yang dibutuhkan oleh industri manufaktur salah satunya adalah las busur gas (GMAW). Proses pengelasan yang mampu mengalirkan panas besar dengan laju kecepatan yang tinggi yaitu las listrik gas atau GMAW (*Gas Metal Arc Welding*). Mekanisme perancangan pergerakan sumbu X dan Y pada pengembangan *welding holder* las GMAW menggunakan tahapan yaitu menemukan ide, studi literatur, identifikasi masalah, perancangan, pembuatan alat dan pengujian mesin. Tujuan penelitian ini adalah merancang mekanisme pergerakan sumbu X dan Y pada pengembangan mesin pemegang *torch* las GMAW otomatis dan menghitung elemen mesin pada pengembangan mesin pemegang *torch* las GMAW otomatis.

Proses melakukan rancang bangun pergerakan sumbu X dan Y pada pengembangan mesin pemegang *torch* las GMAW otomatis dilakukan dengan prosedur perancangan yang digunakan sebagai acuan dalam penyelesaian masalah. Poros lintasan menggunakan bahan baja *chrome* dengan diameter 25 mm sepanjang 800 mm, *Linear bearing* menggunakan jenis SCS25UU dengan diameter dalam 25 mm, *Linear rail shaft* menggunakan bahan *aluminium alloy* berdiameter 25 mm yang digunakan untuk menopang ujung poros lintasan, *Ballscrew* menggunakan jenis SFU 2005 dengan ukuran 3/4 inci yang sudah dilengkapi dengan *nut ballscrew* dan *nut housing*, *Bearing block* menggunakan tipe UCP berdiameter 20 mm, *Coupling flexible* berukuran 5 mm to 10 mm digunakan untuk menghubungkan ulir penggerak dengan motor *steper*, Motor *steper* digunakan sebagai daya utama untuk menggerakkan ulir penggerak jenis Nema 17 (17HD48002H-22B) dengan spesifikasi *Step Angle*: 1,8°, *Rated Current*: 1,5 Ampere, *Voltage* : 2,7V.

Kata kunci: Pengembangan, perancangan, *torch*, pergerakan sumbu X dan Y.

ABSTRACT

One of the metal welding processes required by the manufacturing industry is gas arc welding (GMAW). The welding process that is capable of transmitting large amounts of heat at high speeds is gas electric welding or GMAW (Gas Metal Arc Welding). The design mechanism for the movement of the X and Y axes in the development of GMAW welding holders uses the stages of finding ideas, studying literature, identifying problems, designing, making tools and testing machines. The purpose of this study was to design a mechanism for moving the X and Y axes in the development of an automatic GMAW torch holder machine and to calculate the machine elements in the development of an automatic GMAW torch holder machine.

The process of designing and constructing the movement of the X and Y axes in the development of an automatic GMAW welding torch holder machine is carried out with a design procedure that is used as a reference in solving problems. The track shaft uses chrome steel with a diameter of 25 mm and a length of 800 mm, Linear bearings use type SCS25UU with an inner diameter of 25 mm, Linear rail shafts use aluminum alloy material with a diameter of 25 mm which is used to support the end of the track shaft, Ballscrew uses the SFU 2005 type with a size of 3/4 inch which is equipped with a ballscrew nut and also a nut housing, Bearing block uses a UCP type with a diameter of 20 mm, Flexible coupling measuring 5 mm to 10 mm is used to connect the drive screw with the

stepper motor, The stepper motor is used as the main power to drive the drive screw type Nema 17 (17HD48002H-22B) with the specifications Step Angle: 1.8o, Rated Current: 1.5 Ampere, Voltage : 2.7V.

Keywords: Development, design, torch, movement of the X and Y axes.

1. Pendahuluan

Proses pengelasan logam yang dibutuhkan oleh industri manufaktur salah satunya adalah las busur gas (GMAW). Proses pengelasan yang mampu mengalirkan panas besar dengan laju kecepatan yang tinggi yaitu las listrik gas atau GMAW (*Gas Metal Arc Welding*). Proses penyambungan pada konstruksi dan mesin saat ini mengarah pada biaya yang lebih murah dimana proses penyambungannya lebih sederhana [1]

Irwan melakukan rancang bangun rangka dan sistem penggerak bawah pada mesin pemegang *holder torch*, dimana rangka dan sistem penggerak bawah adalah salah satu komponen penting. Rangka berfungsi sebagai penopang sistem penggerak bawah sedangkan sistem penggerak bawah berfungsi sebagai penggerak sumbu X. Pada penggerakanya terdapat beberapa komponen seperti ulir persegi, poros *slideway* yang digerakan oleh motor stepper. Hasil pengujian didapat pada pergerakan sumbu x yang kurang halus serta tidak maksimal pada saat berhenti. Selain itu kecepatan belum bisa disetting sesuai dengan yang diinginkan [2].

Peneliti lain mengembangkan sistem pengelasan secara otomatis, seperti lee mengembangkan sistem otomatis menggunakan sistem Robot RRXC yang diaplikasikan ke pembuatan kapal, dimana didapat hasil bahwa proses penyambungan sudah tidak memerlukan proses *finishing* oleh operator las [3].

Pujono melakukan penelitian mengenai rancang bangun pemotong pipa pergerakan torch otomatis, material yang dipotong yaitu tebal 8 mm dan kecepatan putaran yang digunakan adalah 10, 15 dan 20 rpm. Didapat hasil pemotongan terbaik pada kecepatan 10 rpm dengan hasil yang lebih halus [4].

Pan meneliti mengenai pemograman dalam proses pengelasan dengan metode automated offline programming (AOLP) untuk mengatasi permasalahan pada pengelasan [5].

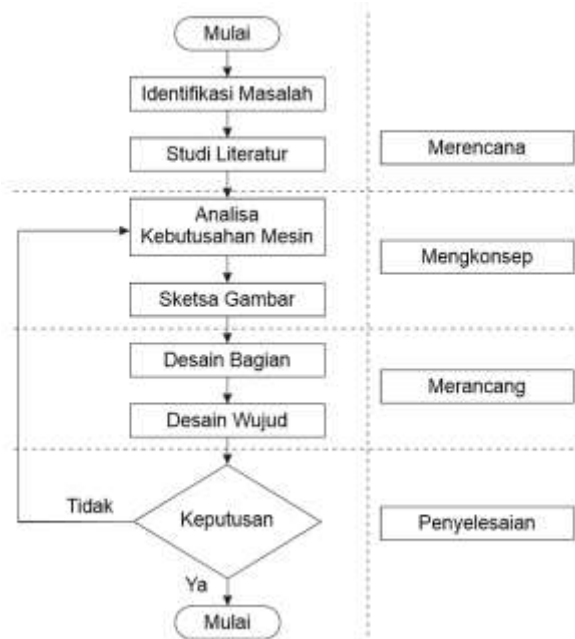
Berdasarkan kekurangan yang ada maka dilakukan pengembangan pada mesin pemegang *torch* las GMAW otomatis untuk dapat lebih mengoptimalkan fungsi dan hasil pengelasan dari

mesin pemegang *torch* las GMAW otomatis ini. Tujuan dari pengembangan mesin ini adalah:

- Merancang mekanisme pergerakan sumbu X dan Y pada pengembangan mesin pemegang *torch* las GMAW otomatis
- Menghitung elemen mesin pada pengembangan mesin pemegang *torch* las GMAW otomatis

2. Metodologi

Proses melakukan rancang bangun pergerakan sumbu X dan Y pada pengembangan mesin pemegang *torch* las GMAW otomatis dilakukan dengan prosedur rancang bangun yang digunakan sebagai acuan dalam penyelesaian masalah. Diagram alir proses rancang bangun ditunjukkan pada Gambar 1 berikut:



Gambar 1. Diagram alir perancangan VDI 2222 [6]

3. Hasil dan pembahasan

3.1 Perancangan

Pada tahap ini merupakan kelanjutan setelah rencana desain tersusun dengan mempertimbangkan beberapa bagian-bagian pada mesin yang akan

digunakan. Berikut ini merupakan tahapan perancangansistem penggerak sumbu X dan Y mesin pemegang torch las GMAW.

3.2 Desain wujud

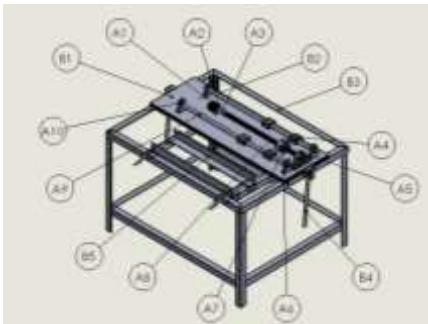
Desain wujud yang dibuat setelah menentukan konsep yang digunakan untuk mesin, berikut merupakan hasil desain wujud dari mekanisme pergerakan sumbu X dan Y yang akan ditunjukkan pada gambar 2



Gambar 2. Desain wujud dari *holder torch* dan mekanisme pergerakan sumbu X dan Y

3.3 Desain bagian

Proses selanjutnya adalah menentukan bagian-bagian dari mesin tersebut agar mudah di mengerti. Berikut merupakan bagian-bagian dari mekanisme pergerakan sumbu X dan Y.



Gambar 3 Bagian sistem penggerak sumbu X dan Y mesin pemegang torch las GMAW

Tabel 2. Bagian sistem penggerak sumbu X dan Y mesin pemegang *torch* las GMAW

No	Nama part	Kode part
1	Motor <i>steper</i>	A1
2	Dudukan motor <i>steper</i>	A2
3	<i>Coupling flexible</i>	A3
4	<i>Linear bearing</i>	A4

5	<i>Bearing block</i>	A5
6	<i>Nut housing</i>	A6
7	<i>Nut ballscrew</i>	A7
8	<i>Ballscrew</i>	A8
9	Poros lintasan atau <i>slideway</i>	A9
10	<i>Linear rail shaft</i>	A10
11	<i>Base plat</i>	B1
12	Engsel	B2
13	Rangka utama	B3
14	Penyangga	B4
15	Pencekam benda kerja	B5

3.4 Perhitungan Bagian Bagian Elemen Mesin

Perhitungan elemen mesin dilakukan untuk mengetahui ukuran maupun kemampuan suatu komponen dalam menerima gaya maupun momen yang bekerja. Perhitungan bagian-bagian Elemen Mesin pada sistem penggerak sumbu X mesin pemegang *torch* las GMAW meliputi perancangan poros lintasan atau *slideway*, menentukan torsi minimal yang dibutuhkan unruk menggerakkan sekrup bola. Perhitungan yang dilakukan pada sumbu Y antara lain adalah menghitung perencanaan poros *slideway* dan torsi minimal yang diperlukan pada motor. Semua perhitungan dilakukan sebelum melakukan proses produksi.

3.5 Perancangan poros lintasan atau *slideway*

Poros ini berfungsi sebagai penopang sumbu Y sekaligus sebagai poros lintasan atau poros *slideway*. Poros ini menerima beban lentur murni. Berikut ini merupakan tahapan perancangan pada poros *slideway*

a. Menghitung diameter minimal poros yang digunakan

- Mengetahui materil dan kekuatan tariknya Material yang digunakan diasumsikan menggunakan baja *chrome* (SCr 21) dengan kekuatan tarik sebesar 80 Kg/mm²
- Mengetahui tegangan tarik izin dengan persamaan sebagai berikut (Popov, 1984) :

$$\sigma_a = 0,36 \times \sigma_u \tag{1}$$

$$\sigma_a = 0,36 \times 80 \text{ kg/mm}^2$$

$$\sigma_a = 28,8$$

- Menghitung momen terbesar yang terjadi pada poros Poros *slideway* adalah poros yang menerima beban lentur murni. Dibawah ini merupakan keadaan beban

pada poros lintasan atau slideway dititik kiri.



Gambar 4 Keadaan pembebanan pada poros lintasan atau *slideway* dititik kiri

Keterangan ;

P_1 = gaya yang terjadi pada poros (25N)

P_2 = gaya yang terjadi pada poros (25 N)

R_{va} = gaya reaksi pada titik A

R_{vb} = gaya reaksi pada titik B

s = jarak

Mencari besarnya gaya reaksi R_A dan R_B menggunakan persamaan (Irawan, 2007) ;

$$\sum M = 0$$

$$\sum M_A = 0 \quad (+)$$

$$(P_1 \times s) + (P_2 \times s) - (R_{vb} \times s) = 0 \quad (2)$$

$$(P_1 \times s) + (P_2 \times s) - (R_{vb} \times s) = 0$$

$$(25 \times 617) + (25 \times 747) - (R_{vb} \times 800) = 0$$

$$15425 + 18675 - R_{vb}800 = 0$$

$$R_{vb} = 42,6 \text{ N}$$

Sehingga besarnya gaya reaksi R_{vb} adalah 42,6 N arah gayanya ke atas

Mencari besarnya gaya reaksi R_{va} dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

$$\sum M = 0$$

$$\sum M_B = 0 \quad (+)$$

$$(R_{va} \times 800) - (P_2 \times s) - (P_1 \times s) = 0 \quad (3)$$

$$(R_{va} \times 800) - (P_2 \times s) - (P_1 \times s) = 0$$

$$(R_{va} \times 800) - (25 \times 183) - (25 \times 53) = 0$$

$$(R_{va}800) - (4575) - (1325) = 0$$

$$R_{va} = 7,3 \text{ N}$$

Sehingga besarnya gaya reaksi R_{vb} adalah 7,3 arah gaya ke atas. Sehingga besar momen dari titik A dapat dihitung dengan persamaan. Sedangkan besar momen dari titik B dapat dihitung dengan persamaan.

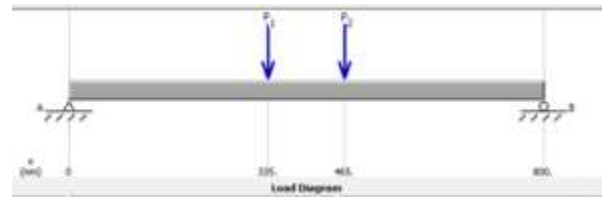
$$M_B = 42,6 \times 0 = 0 \text{ N.mm}$$

$$M_{P2} = 25 \times 53 = 1325 \text{ N.mm}$$

$$M_{P1} = 25 \times 183 = 4575 \text{ N.mm}$$

$$M_A = 7,3 \times 800 = 5840 \text{ N.mm}$$

Dibawah ini merupakan keadaan beban pada poros lintasan atau *slideway* dititik tengah.



Gambar 5. Keadaan pembebanan pada poros lintasan atau *slideway* dititik tengah.

Keterangan ;

P_1 = gaya yang terjadi pada poros (25N)

P_2 = gaya yang terjadi pada poros (25 N)

R_{va} = gaya reaksi pada titik A

R_{vb} = gaya reaksi pada titik B

s = jarak

Mencari besarnya gaya reaksi R_A dan R_B menggunakan persamaan ;

$$\sum M = 0$$

$$\sum M_A = 0 \quad (+)$$

$$(P_1 \times s) + (P_2 \times s) - (R_{vb} \times s) = 0 \quad (3)$$

$$(P_1 \times s) + (P_2 \times s) - (R_{vb} \times s) = 0$$

$$(25 \times 335) + (25 \times 465) - (R_{vb} \times 800) = 0$$

$$8375 + 11625 - R_{vb}800 = 0$$

$$R_{vb} = 25 \text{ N}$$

Sehingga besarnya gaya reaksi R_{vb} adalah 25 N arah gayanya ke atas.

Mencari besarnya gaya reaksi R_{va} dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

$$\sum M = 0$$

$$\sum M_B = 0 \quad (+)$$

$$(R_{va} \times 800) - (P_2 \times s) - (P_1 \times s) = 0 \quad (4)$$

$$(R_{va} \times 800) - (P_2 \times s) - (P_1 \times s) = 0$$

$$(R_{va} \times 800) - (25 \times 465) - (25 \times 335) = 0$$

$$(R_{va}800) - (11625) - (8375) = 0$$

$$R_{va} = 25 \text{ N}$$

Sehingga besarnya gaya reaksi R_{vb} adalah 25 N arah gaya ke atas. Sehingga besar momen dari titik A dapat dihitung dengan persamaan.

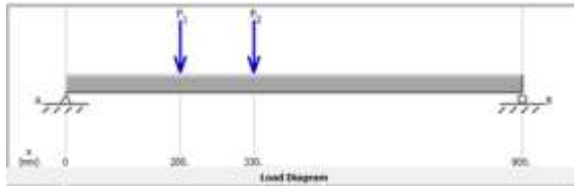
$$M_A = 25 \times 0 = 0 \text{ N.mm}$$

$$M_{P1} = 25 \times 335 = 8375 \text{ N.mm}$$

$$M_{P2} = 25 \times 465 = 11625 \text{ N.mm}$$

$$M_B = 25 \times 800 = 20000 \text{ N.mm}$$

Sedangkan besar momen dari titik B dapat dihitung dengan persamaan. Dibawah ini merupakan keadaan beban pada poros lintasan atau *slideway* dititik tengah.



Gambar 6. Keadaan pembebanan pada poros lintasan atau *slideway* dititik kanan.

Keterangan ;

P_1 = gaya yang terjadi pada poros (25N)

P_2 = gaya yang terjadi pada poros (25 N)

R_{va} = gaya reaksi pada titik A

R_{vb} = gaya reaksi pada titik B

s = jarak

Mencari besarnya gaya reaksi R_A dan R_B menggunakan persamaan ;

$$\sum M = 0$$

$$\sum M_A = 0 \quad (+)$$

$$(P_1 \times s) + (P_2 \times s) - (R_{vb} \times s) \quad (5)$$

$$(P_1 \times s) + (P_2 \times s) - (R_{vb} \times s) = 0$$

$$(25 \times 200) + (25 \times 330) - (R_{vb} \times 800) = 0$$

$$5000 + 8250 - R_{vb}800 = 0$$

$$R_{vb} = 16,5 \text{ N}$$

Sehingga besarnya gaya reaksi R_{vb} adalah 16,5 N arah gaya ke atas. Mencari besarnya gaya reaksi R_{va} dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

$$\sum M = 0$$

$$\sum M_B = 0$$

$$(R_{va} \times 800) - (P_2 \times s) - (P_1 \times s) \quad (6)$$

$$(R_{va} \times 800) - (P_2 \times s) - (P_1 \times s) = 0$$

$$(R_{va} \times 800) - (25 \times 600) - (25 \times 479) = 0$$

$$(R_{va}800) - (15000) - (11975) = 0$$

$$R_{va} = 33,7 \text{ N}$$

Sehingga besarnya gaya reaksi R_{vb} adalah 33,7 N arah gaya ke atas. Sehingga besar momen dari titik A dapat dihitung dengan persamaan.

$$M_A = 33,7 \times 0 = 0 \text{ N.mm}$$

$$M_{P1} = 25 \times 200 = 5000 \text{ N.mm}$$

$$M_{P2} = 25 \times 330 = 8250 \text{ N.mm}$$

$$M_B = 16,5 \times 800 = 13200 \text{ N.mm}$$

Sedangkan besar momen dari titik B dapat dihitung dengan persamaan.

$$M_B = 16,5 \times 0 = 0 \text{ N.mm}$$

$$M_{P2} = 25 \times 600 = 15000 \text{ N.mm}$$

$$M_{P1} = 25 \times 470 = 11750 \text{ N.mm}$$

$$M_A = 33,7 \times 800 = 26960 \text{ N.mm}$$

Sehingga momen terbesar terjadi pada titik kiri dengan 34080 N.mm.

4. Menghitung momen ekuivalen menggunakan persamaan sebagai berikut

$$M_e = M \times K_m \quad (7)$$

$$M_e = 34080 \times 1$$

$$M_e = 34080 \text{ Nmm}$$

5. Menghitung diameter minimal poros menggunakan persamaan sebagai berikut

$$d = (12052,7)^{1/3} \quad (8)$$

$$d = (22,9^3)^{1/3}$$

$$d = 22,9 \text{ mm}$$

Jadi diameter minimal poros yang digunakan adalah 22,9 mm, disini digunakan poros diameter 25 mm untuk mendapatkan titik aman serta ketersediaan ukuran *linier bearing*.

b. Menghitung tegangan geser izin.

Material yang digunakan adalah baja chrome dengan;

$$1. \text{ Kekuatan tarik} = 80 \text{ kg/mm}^2$$

$$2. \text{ Faktor keamanan } (S_{f1}) = 6,0$$

$$3. \text{ Konsentrasi tegangan } (S_{f2}) = 3,0$$

Jadi untuk menghitung tegangan geser izin dapat menggunakan persamaan sebagai berikut (Sularso, 2004);

$$\tau_a = \frac{\sigma_b}{S_{f1} \times S_{f2}} = 4.4 \text{ kg/mm}^2 \quad (9)$$

Jenis poros yang digunakan pada pergerakan sumbu Y pada pengembangan mesin pemegang *torch* las GMAW otomatis ini adalah poros yang menerima beban lentur. Poros yang digunakan adalah S45C (*chrome plated*) dengan kekuatan tarik 58 kg/mm². Berikut ini merupakan tahapan untuk menghitung diameter poros yang akan digunakan.

c. Perhitungan momen

Untuk mengetahui momen yang bekerja pada rancangan poros *slideway* maka diperlukan beberapa parameter, diantaranya adalah beban pada poros *slideway* yang meliputi CN-06, CN-03, CN-05, CN-04, SPR-07, SPR-10, SPR-12. Berat *holder* dapat dihitung dengan 2 metode yaitu simulasi menggunakan *software solidworks 2017* dan perhitungan manual.

d. Simulasi menggunakan *software solidworks 2017*

Dihitung dengan *software solidworks 2017*, *holder torch* mempunyai berat 3547,87 gram dibulatkan menjadi 3,5 kg. Berat *torch* las GMAW adalah 2,8 kg dan jarak terjauh poros

slideway saat proses pengelasan adalah 130 mm. Jadi torsi minimal untuk putaran balik sekrup bola membutuhkan torsi sebesar 0,216 N.m. Torsi minimal yang dibutuhkan untuk menggerakkan sekrup bola dan putaran balik sekrup bola adalah 0,268 N.m dan 0,216 N.m. Dilihat dari ketersediaan motor *stepper* maka digunakanlah motor *stepper* dengan torsi 0,4 N.m.

- e. Motor listrik yang digunakan adalah motor *stepper* dengan tipe NEMA 17. Poros ulir yang digunakan adalah ulir persegi dengan diameter 16 mm dan *pitch* 4 mm. Beban yang harus dipindah adalah beban *holder* dan poros *slideway* dicari menggunakan 2 metode yaitu simulasi menggunakan *software solidworks 2017* dan perhitungan manual. Menggunakan *software solidworks 2017*. Beban yang harus dipindah adalah beban *holder* dan poros *slideway* yaitu 4079,72 gram dibulatkan menjadi 4 kg (disimulasikan dengan *software solidworks 2017*). Berat *torch* las GMAW dan kabel adalah 2,8kg (Mott, 2004) sehingga :
- $$m = 4 + 2,8$$
- $$= 6,8 \text{ kg}$$

$$F = m \times g \quad (10)$$

$$= 6,8 \times 10 = 68 \text{ N}$$

Torsi minimal yang diperlukan untuk menggerakkan *holder* dan poros *slideway* adalah 1,24 kg.cm. Dilihat dari spesifikasi motor *stepper* yang digunakan maka torsi yang digunakan adalah 3kg.cm.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan pergerakan sumbu Y pada pengembangan mesin pemegang *torch* las GMAW otomatis didapatkan kesimpulan sebagai berikut: Hasil rancangan sistem penggerak sumbu x mesin pemegang *torch* las GMAW terdiri dari beberapa komponen yaitu :

Poros lintasan menggunakan bahan baja *chrome* dengan diameter 25 mm sepanjang 800 mm, *Linear bearing* menggunakan jenis SCS25UU dengan diameter dalam 25 mm, *Linear rail shaft* menggunakan bahan *alluminium alloy* berdiameter 25 mm yang digunakan untuk menopang ujung poros lintasan, *Ballscrew* menggunakan jenis SFU 2005 dengan ukuran 3/4 inchi yang sudah dilengkapi dengan *nut ballscrew* dan juga *nut housing*, *Bearing block* menggunakan tipe UCP berdiameter 20 mm, *Coupling flexible* berukuran 5 mm to 10 mm digunakan untuk menghubungkan ulir

penggerak dengan motor *steper*, Motor *steper* digunakan sebagai daya utama untuk menggerakkan ulir penggerak jenis Nema 17 (17HD48002H-22B) dengan spesifikasi *Step Angle*: 1,8°, *Rated Current* : 1,5 Ampere, *Voltage* : 2,7V.

Daftar Pustaka

- [1] T. O. Harsono Wiryosumarto, *Teknologi pengelasan logam*. Jakarta: Pradnya Paramita, 1981.
- [2] Dian Triaji Ramdan, *Pembuatan dan Pengujian Alat Penggerak Otomasi untuk Pengelasan GMAW / MIG (Metal Inert Gas) Magnesium AZ31*. Universitas Lampung: Universitas Lampung, 2019.
- [3] D. Lee, N. Ku, T. Kim, J. Kim, K. Lee, and Y. Son, "Robotics and Computer-Integrated Manufacturing Development and application of an intelligent welding robot system for shipbuilding," *Robot. Comput. Integr. Manuf.*, vol. 27, no. 2, pp. 377–388, 2011, doi: 10.1016/j.rcim.2010.08.006.
- [4] A. Pamuji, "Rancang Bangun Mesin Pemotong Pipa Dengan Pergerakan Torch Otomatis Untuk Optimasi Proses Plasma Cutting," vol. 1, no. 1, pp. 11–20, 2020, doi: 10.35970/accurate.v1i1.159.
- [5] Z. Pan, J. Polden, N. Larkin, and S. Van Duin, "Automated offline programming for robotic welding system with high degree of freedoms," pp. 685–692, 2012.
- [6] Z. A. E.P. Popov, *Mekanika Teknik Edisi Kedua*. Jakarta: Penerbit Erlangga, 1984.