

RANCANG BANGUN MESIN CNC PLASMA CUTTING 3 AXIS

Suparno¹⁾, Suwarto²⁾, Zainal Arifin³⁾, Susanna⁴⁾

^{1,2)}Teknik mesin produksi dan perawatan, Jurusan Teknik Mesin,

³⁾Jurusan Teknik Kimia,

⁴⁾Jurusan Teknologi Informasi

Politeknik Negeri Samarinda, Jln Ciptomangunkusumo Kampus Gn Lipan
Samarinda, Kalimantan Timur, Indonesia

E-mail : ¹⁾Suparno@polnes.ac.id, ²⁾suwarto@polnes.ac.id, ³⁾susanna@polnes.ac.id.

Abstrak - Dalam masa pembangunan dan perkembangan membuat para ilmuwan selalu berpikir untuk membuat suatu peralatan yang berguna bagi masyarakat, saat ini masih banyak ditemui pemotong plat masih dilakukan dengan cara manual. Hal ini mengakibatkan kinerja mesin plasma cutting saat pemotongan belum maksimal dan untuk gerakan dari hand torch relatif tidak konstan karena mesin masih dioperasikan secara manual (tangan). Pada penelitian ini dibuat suatu rancang bangun meja plasma cutting untuk mengoptimalkan kinerja mesin plasma cutting pada saat proses pemotongan pelat. Kinerja yang dioptimalkan adalah kecepatan pemotongan benda kerja dan SOD (Stand-Off Distance) terhadap benda kerja dengan konstan. Sehingga dari data yang di dapat dari perhitungan torsi terbesar dan daya terbesar di tentukan motor stepper dengan daya dan torsi lebih besar yaitu $P = 15,96$ watt, Torsi = $0,25\text{Nm} = 0,025 \text{ kg.m} = 2,5 \text{ kg.cm}$, dengan torsi $0,25 \text{ N.m}$ dapat menggerakkan beban maksimal $6,4 \text{ kg}$. $P = V \times I = 12 \times 1,33 = 15,96$ watt. Dipilihnya motor stepper karena harga yang relatif murah.

Kata-kata kunci — Rancang bangun, CNC Plasma Cutting, Motor Stepper

1. PENDAHULUAN

Hasil penelitian mengindikasikan bahwa Pada tahun 2012, jumlah pengusaha di Indonesia sebanyak 56.539.560 unit. Dari jumlah tersebut, Usaha Mikro Kecil dan Menengah (UMKM) sebanyak 56.534.592 unit atau 99.99%. Sektor industri pengolahan berada di peringkat ke empat dengan presentase 6,41% dari seluruh sektor yang ada. Kajian lainnya oleh Teguh Sentiko Prabowo yang memfokuskan pada Proses pemotongan logam yang dapat diandalkan dalam kecepatan dan tingkat presisi yang baik adalah dengan menggunakan plasma cutting. Permasalahan dari plasma cutting yang umum digunakan di pasaran saat ini yaitu masih handy portable, serta tidak dilengkapi peralatan penggerak, (Bank Indonesia & LPPI, 2015).

Kajian lainnya oleh Putu Mahayana Santika yang memfokuskan pada Mesin berbasis Computer Numerical Control (CNC) yang dipadukan dengan plasma cutting dapat dijadikan solusi dari penunjang sistem pemotongan logam. Permasalahan lainnya dari mesin CNC plasma buatan dalam negeri pada umumnya adalah standardisasi rangka mesin yang belum banyak terpenuhi. Standardisasi juga mengharuskan untuk menekan biaya produksi pengerjaan mesin yang seminimal mungkin. Selain itu, desain konstruksi meja pendukung benda kerja yang efektif adalah masalah penting untuk memastikan karir

operasional mesin dalam jangka waktu panjang, (Cahyono, E., & Harianto, B. M, 2017)

Penelitian tentang Desain dan Manufaktur Mesin CNC Plasma 3 Sumbu PT. Bangun Mesin Sejahtera telah di lakukan oleh: Balai Teknologi Mesin Perkakas, Produksi, dan Otomasi (BT-MEPPPO) yang memfokuskan Pada Desain rangka mesin yang dipilih adalah profil baja dengan material JIS G3466 SKTR490 75mm x 75mm x 2mm dengan tegangan ijin $\sigma_i = 162,5\text{MPa}$, sedangkan tegangan bending maksimum $\sigma_b = 132,83\text{MPa}$. Selisih hasil analisis perhitungan manual dengan simulasi ANSYS untuk tegangan bending maksimum dan faktor keamanan adalah $0,75\text{MPa}$ dan $0,018$. Proses manufaktur yang telah selesai dilakukan menghasilkan mesin CNC plasma yang sesuai standar.

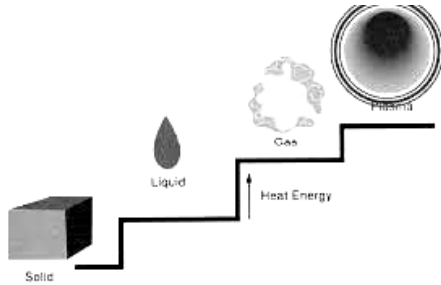
Penelitian saat ini lebih memfokuskan pada merencanakan dan membuat suatu alat mesin potong plasma berbasis *computer numerical control*. Dengan bertujuan agar dapat bekerja dengan efisien dalam melakukan pengerjaan yang menggunakan mesin CNC.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 PLASMA CUTTING

Plasma adalah suatu bentuk fase zat ke-4 setelah fase padat, cair, dan gas. Jika ditambahkan kalor,

es akan berubah wujud dari padat ke cair, dan jika diberikan kalor berlebih maka zat cair tersebut akan berubah menjadi uap. Jika Uap tersebut ditambahkan kalor lagi maka akan berubah menjadi wujud plasma. Jika air ditambah sejumlah energi kalor maka air tersebut akan menguap dan mengurai menjadi dua gas yakni oksigen dan hydrogen.



Gambar 2.1 Tingkatan Fase Molekul pada Air dalam Beberapa Kondisi
(Jurnal: Al Antoni Akhmad, al_antoni@unsri.ac.id)

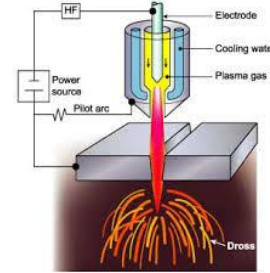
Dengan menambah sejumlah energi lagi pada fase uap air tersebut, akan didapatkan sejenis karakteristik fase yang mudah terpengaruh terhadap temperatur dan elektrisitas. Proses ini disebut proses Ionisasi, yaitu terjadinya ion dan elektron bebas melalui atom gas. Jika Keadaan ini terjadi maka fase zat tersebut telah berubah menjadi Plasma, yang memiliki efek konduktifitas yang sangat tinggi terhadap listrik karena banyak elektron bebas yang tersebar dan berpotensi untuk menyerap arus listrik



Gambar 2.2 Salah Satu Jenis Mesin Plasma Cutting
(www.inventerplasmacutting.com)

Gas yang digunakan pada plasma adalah argon, hidrogen dan nitrogen. Kombinasi argon dan nitrogen memberikan hasil yang terbaik. Untuk operasi pemotongan digunakan campuran 80% argon dan 20% hidrogen dengan arus sekitar 400 amper, untuk arus yang lebih tinggi digunakan campuran 65 : 35. Nitrogen hanya digunakan untuk memotong baja tahan karat, karena uapnya beracun diperlukan sistem pembuangan yang baik. Adapun gas yang dapat digunakan sebagai gas plasma selain argon dan hydrogen, yaitu udara

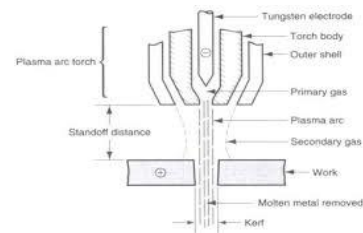
yang terkompresi dan oksigen. Proses pemotongan dengan plasma ini secara skematis dapat dilihat seperti gambar 2.3 dibawah ini.



Gambar 2.3 Prinsip Dasar Proses Pemotongan dengan Plasma

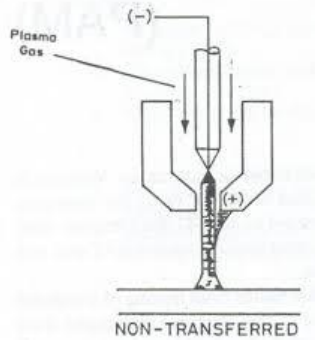
Gas yang digunakan pada plasma cutting ada 2, yaitu :

1. Gas Primer, gas ini merupakan gas yang dapat membuat busur plasma. Contohnya : Nitrogen, Argon, Hidrogen, oksigen atau percampuran dari keempat bahan tersebut.
2. Gas Sekunder atau Air, gas sekunder berfungsi untuk mengelilingi busur elektrik dalam melindungi lokasi sekitar proses pemotongan dari gas primer agar lebih fokus dan tidak menyebar kemana-mana. Aliran torch pada mesin busur plasma dapat dibedakan menjadi dua macam, yaitu : Turbulent mode tipe operasi pengerjaan jenis ini digunakan untuk mendapatkan nyala api dengan kecepatan yang tinggi dan mempunyai ukuran yang pendek. Selain ukurannya pendek, nyala api yang dihasilkan pada penggunaan operasi turbulent mode ini mempunyai temperatur cukup dingin pada daerah di luar nozzle. Metode ini sering digunakan dalam proses pemotongan, pengelasan dan proses penyemprotan. Laminar mode tipe operasi pengerjaan jenis ini digunakan untuk mendapatkan nyala api dengan kecepatan yang rendah dan mempunyai ukuran yang panjang. Gas yang memiliki laju aliran rendah dipertahankan di dalam suatu nozzle yang panjang untuk mendapatkan nyala api yang berkecepatan rendah dan panjang. Metode ini digunakan untuk pengerjaan material yang diinginkan terjadinya percikan dari lelehan logam yang menetes. Pada penggunaan dengan metode laminar, nyala api mempunyai kecepatan sekitar 50 m/s dan panjang nyala api sekitar 900 mm. Tipe torch pada plasma cutting adalah wadah proses ionisasi gas primer oleh elektroda yang akan dialirkan melalui nozzle.



Gambar 2.4 Komponen Torch pada Plasma Cutting

2.2 Tipe Torch Pada Mesin Busur Plasma
 2.2.1 Non-transferred



Gambar 2.5 Non-Transfer Arc Torch

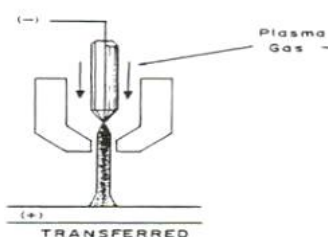
Pada Non-transferred Gambar 2.5. Arc Torch kutub negatif (-) berada pada tungsten electrode, sedangkan kutub positif (+) berada torch body. Torch jenis ini ada beberapa macam, yaitu:

a. Turbulent mode flame torch Nyala api yang dihasilkan torch jenis ini memiliki kecepatan tinggi dan mempunyai panjang nyala api sekitar 15 cm. Torch ini menggunakan elektroda yang berdiameter kecil dan nozzel yang memiliki panjang lubang 25 mm. Diameter lubang yang pada jenis ini dapat diubah-ubah. Torch jenis ini biasanya digunakan untuk pengerjaan semprot (spraying), pengerjaan insulator (penyekat) dan sintesis kimia.

b. Laminor mode flame torches Nyala api yang dihasilkan torch jenis ini memiliki kecepatan rendah dan mempunyai panjang nyala api sekitar 1 m. Torch ini menggunakan elektroda yang berdiameter kecil dan nozzel yang memiliki panjang lubang lebih dari 125 mm. Nyala api yang dihasilkan dengan torch mode ini biasanya digunakan untuk proses spherodizing dan proses peleburan keramik.

c. High power torches Torch jenis ini dirancang untuk busur yang mempunyai temperatur tinggi dan dioperasikan dengan arus listrik yang sangat tinggi (lebih 2000A). Untuk mencegah terjadinya pengikisan electrode di nozzel torch digunakan bahan magnetik yang bersifat mengikat medan listrik.

2.2.2 Transferred arc torch

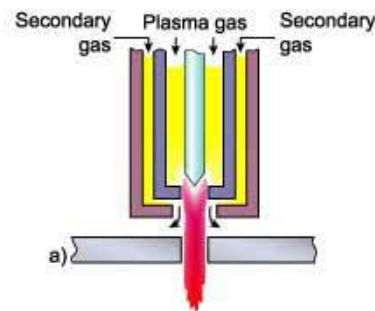


Gambar 2.6 Single Transferred Arc Torch

Pada Transferred Arc Torch Gambar 2.6. Kutub negatif (-) berada pada tungsten electrode, sedangkan kutub positif (+) berada pada benda kerja. Torch jenis ini ada beberapa macam, yaitu:

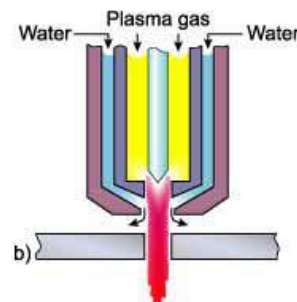
a. Single flow torch Torch ini merupakan jenis yang paling sering digunakan pada operasi-operasi pengerjaan logam. Mode ini mempunyai elektroda yang berbentuk piringan yang di-taper pada bagian sisinya. Panjang lubang didalam nozzel dijaga seminimal mungkin (3-5 mm). Single flow torch biasanya digunakan untuk pengerjaan pemotongan baja dengan berbagai tipenya, aluminium dan berbagai jenis tembaga.

b. Dual flow torch Pada dual flow torch ini terdapat adanya penambahan aliran gas yang mengitari busur utama untuk melindungi benda kerja Gambar 2.7. Pada pemotongan baja karbon aliran gas tambahannya adalah oksigen. Pada pemotongan dengan plasma yang menggunakan oksigen mempunyai kecepatan potong yang sangat tinggi.



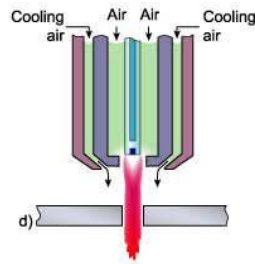
Gambar 2.7 Dual Flow Torch

c. Water Injection Plasma Torch Pada torch jenis ini digunakan air sebagai pelindung plasma, bentuknya seperti Gambar 2.8 berikut



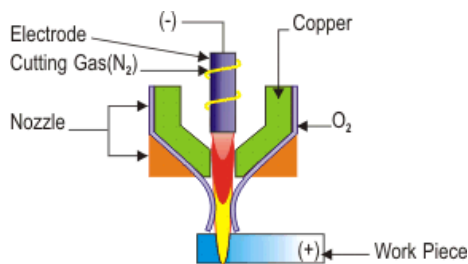
Gambar 2.8 Water Injection Plasma Torch

d. Air Injection Plasma Torch Plasma dengan pembentukan gas (Argon atau nitrogen) dapat diganti dengan udara tetapi ini memerlukan elektroda khusus dari hafnium zirconium atau tembaga yang terpasang di dudukan. 11 Elektroda hafnium zirconium harganya sangat mahal, oleh karena itu bisa diganti dengan elektroda tungsten, bentuknya seperti gambar 2.9 berikut.



Gambar 2.9 Air Injection Plasma Torch

e. Oxygen Injection Plasma Torch Jenis torch ini menggunakan zirconium sebagai elektrodanya. Menggunakan oksigen sebagai gas dari plasma. Umur elektroda pada jenis torch ini pendek (Gambar 2.10)



Gambar 2.10 Oxygen Injection Plasma Torch

3. METODE PENELITIAN

3.1 TEMPAT DAN WAKTU PELAKSANAAN

Kegiatan rancang bangun mesin pemotong plasma dengan gerak 3 axis x,y, dan z menggunakan motor stepper berbasis CNC ini dilakukan dibengkel workshop politeknik negeri samarinda.

3.2. PELAKSANAAN

Proses rancang bangun mesin pemotong plasma dengan gerak 3 axis x,y,dan z menggunakan motor stepper berbasis CNC ini mulai dari penyusunan proposal sampai dengan selesai membutuhkan waktu ± 6 bulan. Ada enam tahapan dalam proses pembuatan alat ini

3.3. ALAT DAN BAHAN

Pada perancangan dan pembuatan alat dan bahan yang digunakan adalah seperti pada Tabel 1. Berikut ini,

Tabel 1. Daftar alat dan bahan

Alat yang digunakan	Fungsi
Mesin bor	Untuk melubangi plat
Kunci Ring	Untuk mengencangkan dan mengendorkan Baut
Mistar baja	Untuk mengukur benda kerja
Roll meter	Untuk mengukur benda kerja
Pengores	Sebagai penanda garis
Gerinda	Untuk memotong plat besi

Jangka sorong	Untuk mengukur benda kerja
Mal ulir	Mengukur pitch
Gergaji	Memotong kayu
Kunci pas	Untuk membuka mata spindle
Palu	Untuk menghilangkan kerak pengelasan
Ragum	Untuk menjepit benda
Kunci L	Untuk mengencangkan dan mengendorkan baut segi enam

Bahan yang digunakan

1. Motor stepper
2. Maintboard dan driver
3. Flexible coupling
4. Kabel
5. Besi Siku 3x3
6. Motor stepper
7. Flexible coupling
8. Kabel
9. Power supply
10. Drill
11. Spindle
12. Klem/pengunci benda kerja
13. Bantalan
14. Rod shaft
15. Bracket bearing
16. Rod shaft support
17. Linear bearing
18. Plat besi
19. Lead screw
20. Pengunci aluminium/corner siku
21. Aluminium profil, Baut dan mur

3.4. TEKNIK PENGAMBILAN DATA

Langkah – langkah yang digunakan untuk prosedur pengambilan dan pengumpulan data adalah sebagai berikut :

1. Metode observasi langsung

Dalam melaksanakan pembuatan dan penelitian tidak lepas dari faktor-faktor pengaman terhadap suatu benda yang di buat dan di selidiki dalam pelaksanaannya memakai observasi langsung. Dalam mengumpulkan data-data yang di peroleh dengan cara mengadakan observasi langsung, mulai dari proses pembuatan sampai pengujian benda kerja.

2. Metode literature

Metode pengambilan data dengan cara membaca dan mempelajari buku-buku yang berkaitan dengan masalah yang dibahas serta mengumpulkan beberapa artikel atau jurnal dari internet

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. PERENCANAAN MODEL MESIN PLASMA CUTTING GERAK 3 AXIS MENGGUNAKAN MOTOR STEPPER BERBASIS CNC

Dalam perencanaan mesin ini meliputi beberapa tahapan yaitu :

1. Tahap Persiapan

Persiapan perencanaan mesin plasma cutting berbasis CNC dimaksudkan untuk melakukan banyak studi literatur dan membuat daftar alat dan bahan yang akan digunakan dalam perencanaan dan pembuatan mesin cnc plasma cutting.

2. Tahap Perencanaan

Mesin cnc plasma cutting yang dibuat dimaksudkan sebagai bahan pembelajaran untuk para mahasiswa teknik mesin produksi Politeknik Negeri Samarinda khususnya untuk mata kuliah CNC. Sebagai langkah awal kami membuat rancangan dengan system gerak 3 axis seperti mesin cnc pada umumnya. Pada tahap ini meliputi beberapa langkah, yaitu :

a. Mendesain rangka dan luas area kerja mesin cnc plasma cutting menggunakan software solidwork dengan ukuran yang telah ditentukan. Perhitungan system mekanik mencakup pemilihan sabuk giril penggeraksumbu x, y, dan z.

b. Perencanaan daya motor pada sumbu x, y, dan z
 c. Bantalan

4.2 Cara kerja Alat

Mesin plasma cutting adalah, dengan memanfaatkan udara terkompresi berkecepatan tinggi dari nozzle dan memanfaatkan percikan api dari listrik yang di shortkan. Dimana saat udara keluar melewati nozzle dari setang torch yang bermuatan negatif akan melepas muatan yang di ikat oleh benda kerja yang bermuatan positif (+). Dari proses tersebut, terbentuklah plasma. Yang mempunyai suhu yang cukup panas untuk melelehkan baja atau logam. Alat tersebut menggunakan Arduino Uno sebagai kontrol sumbu penggerak x,y,z, dan proses pengaktifan plasma cutting yang dikirim serta di kendalikan melalui PC, Gambar 4.1 Mesin CNC Plasma cutting.



Gambar 4.1. Mesin CNC Plasma Cutting

Gambar 4.1 Mesin Plasma ini mempunyai kelebihan yaitu lebih mempersingkat waktu dan lebih menghemat tenaga dalam pengerjaanya.

4.3 Perhitungan Sistem Mekanik

Sabuk giril meja plasma cutting direncanakan dapat diperhitungkan dari beban sumbu X seperti pada Tabel 4.1 Berikut ini,

Tabel 4.1 Komponen sumbu Y dan Z

NO	NAMA	JUM LAH	BERAT	MASS A	KETERANG AN
1	Kompon en Sumbu Z	1	0,9996 kgf	0,102 kg	Ditimbang
2	Penyang ga Sumbu Y	1	0,2998 kgf	0,0306 kg	Ditimbang
3	Flexible Kopling	3	0,1764 kgf	0,018 kg	Ditimbang
4	Motor Stepper	3	19,698 kgf	2,01 kg	Ditimbang
5	Alumuni um Profil	1	10,731 kgf	1,095 kg	Ditimbang
6	Gantry Sumbu X	2	2,0384 kgf	0,208 kg	Ditimbang
7	Klem Pengunc i	4	0,6664 kgf	0,068 kg	Ditimbang
Total		15	35,27608 kgf	3,5996 kg	

Keterangan :

$$1 \text{ kgf} = 9,8 \text{ N} = 9,8 \text{ kg.m/s}^2$$

Table 4.2 komponen sumbu Y

N O	NAMA	JUML AH	BER AT	MAS SA	KETERAN GAN
1	Kompo nen Sumbu Z	1	0,999 6 kgf	0,102 kg	Ditimbang
2	Motor Stepper	1	6,566 kgf	0,67 kg	Ditimbang
Total		2	7,598 kgf	0,772 kg	Ditimbang

Keterangan

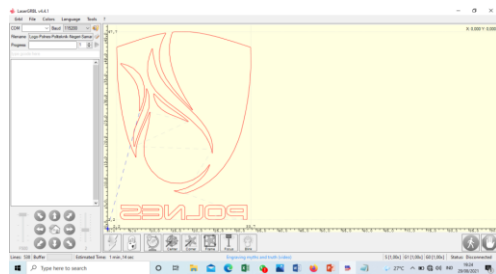
$$1 \text{ kgf} = 9,8 \text{ N} = 9,8 \text{ kg.m/s}^2$$

4.4 GBRL CONTROLLER

Software yang digunakan untuk menjalankan program dari mesin cnc pengukur kayu ini adalah GRBL controller Sesuai dengan Hardware yang digunakan. Grbl controller merupakan software untuk mengoperasikan mesin dengan data berupa program CNC yang telah dibuat dengan aplikasi editor seperti Inkscape , Coredraw, Autocad dan lain lain Adapun contoh dalam pembuatan program CNC ini dengan menggunakan Aplikasi GRBL Laser , digunakannya aplikasi ini karena software ini tidak

terlalu berat sehingga dapat digunakan menggunakan laptop dengan spesifikasi rendah serta penggunaannya yang mudah, adapun langkah-langkah untuk membuat suatu program dapat dilihat sebagai berikut:

1. Memilih gambar yang sudah tersedia maupun gambar yang telah di download dari google
3. Dengan menggunakan Logo Polnes kemudian input kedalam aplikasi GBRL Laser,atur ukuran dimensi sesuai dengan besar meja mesin untuk memudahkan pengerjaan
4. Klik file kemudian pilih Append file,lalu pilih gambar Logo polnes yang sudah di masukan ke software.
5. Klik Tools lalu klik open session log untuk melihat G-code yang telah dibuat Hasilnya dapat di lihat pada Gambar 4.2.



Gambar 4.2 Gambar hasil layou pada software.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perancangan dan pembuatan yang telah diuraikan pada bab sebelumnya, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut: Berdasarkan hasil perhitungan yang telah diuraikan pada bab sebelumnya, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

- a. Motor: -tipe motor stepper nema 23
- Daya (P) = 15,96 watt
- Torsi (T) = 0,25Nm
- b. Diameter luar bantalan: 24 mm
- c. Diameter dalam bantalan: 5 mm
- d. Umur nominal bantalan: 1122 juta jam
- e. Nomor bantalan: 6250ZZ
- f. Model Elektrik: GBRL Controller

Adapun alat ini dirancang dengan cara kerja yang sederhana mungkin agar masyarakat atau Industri Kecil Menengah (UKM) dapat mengoperasikan dengan mudah dan benar sesuai langkah-langkah pengerjaan.

Alat ini dirancang dan dibuat untuk masyarakat yang dimana akan membantu proses pemotongan plat. dengan adanya mesin ini masyarakat bisa memotong plat dengan mudah secara massal/banyak.

UCAPAN TERIMAKASIH

Peneliti mengucapkan terima kasih kepada Direktur Politeknik Negeri Samarinda yang telah

mendanai penelitian melalui dana DIPA Polnes 2021.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Akhmad, A. A. 2009. Pemesinan Non Konvensional Plasma Arc Cutting. Jurnal Rekayasa Mesin 9(2): 51-52
- [2.] Cahyono, E. dan B. M. Arianto. 2017. Rancang Bangun Meja Mesin Plasma Cutting Dengan Gerak 3 Axis X, Y, Z, Menggunakan Motor Stepper Berbasis Arduino. Tugas Akhir. Program Studi Diploma III. Institut Sepuluh Nopember. Surabaya.
- [3.] Hariyanto, E. C. (2017). Rancang Bangun Mesin Meja Plasma Cutting Dengan Motor Stepper [Skripsi]. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh November.
- [4.] Widodo,S,D, 2019.Rancang Bangun Mesin CNC 3 Axis Berbasis Mikrokontroler Arduino,Jakarta: Politeknik Negeri Jakarta
- [5.]Artikel, Teknik Mesin. (2014). Macam Macam Sambungan Las. Diambil Dari: <http://teknikmesin.org>
- [6.] Daywin . F. J., R. G.Sitompul dan I. Hidayat. (2008). *Mesin-mesin Budidaya Pertanian*
- [7.] Khurmi RS Gupta, JK.. (2005). Text Book of Machine Design Eurasia, Publising House, ltd Ram Nagar, New Delhi
- [8.] Muhammad Rizal. 2019. *Rancang Bangun Mesin Pemotong Rumput*.Samarinda: Politeknik Negeri Samarinda.
- [9.] Siregar, Daniel. (2013). Analisa Perhitungan Bantalan. Diambil Dari: <http://danielsiregardongoran.com>
- [10.] Sularso.2004. Elemen Mesin. Jakarta : Pradnya Paramita. Sularso, Kiyokatsu Suga, Cetakan Kesepuluh 2002 Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin, Pradya paramitha, Jakarta