

Rancang Bangun Sensor THC pada Mesin CNC Plasma Cutting Berbasis Arduino

Givy Devira Ramady^{*1}, Rahmad Hidayat², Ahmad Sujana³, Wisnu Hidayat⁴, Ninik Sri Lestari⁵

^{1,2}Program Studi Teknik Elektro, Sekolah Tinggi Teknologi Mandala, Bandung

^{3,4,5}Program Studi Teknik Informatika, Sekolah Tinggi Teknologi Mandala, Bandung

Email: ^{*1}givy.d.ramady@gmail.com, ²rhidayat4000@gmail.com, ³ahmadsujanasttm@gmail.com,
⁴wisnuhidayatmail@gmail.com, ⁵ninik4lestari@gmail.com

(Naskah masuk: 27 November 2023, diterima untuk diterbitkan: 28 November 2023)

Abstrak: CNC plasma cutting merupakan proses pemotongan material menggunakan teknologi plasma yang dikendalikan oleh sistem CNC. Pada saat pemotongan, gas inert seperti nitrogen, argon, atau campuran gas lainnya ditiupkan melalui nozzle torch dan diterapkan tegangan listrik tinggi. Ini menciptakan aliran plasma panas yang dapat mencapai suhu tinggi, yang digunakan untuk memotong material yang bersentuhan dengan nozzle. Pada pemotongan dengan menggunakan teknologi plasma, jarak antara nozzle torch dan material kerja sangat penting. Jika jarak terlalu dekat, dapat terjadi overheating dan deformasi material. Sebaliknya, jika jarak terlalu jauh, pemotongan mungkin tidak akan efektif atau bahkan tidak terjadi pemotongan sama sekali. Untuk mengatasi tantangan ini, maka dibuatlah sebuah sistem pengatur ketinggian torch berbasis mikrokontroler arduino uno menggunakan sensor THC, yang kemudian akan memberikan informasi dari besaran tegangan listrik variatif yang dikeluarkan oleh mesin plasma cutting untuk mengendalikan gerakan motor yang mengatur tinggi rendahnya nozzle torch sesuai dengan permintaan pemrograman. Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode R&D (Research and Development). Proses pemotongan menggunakan arus listrik sebesar 20 ampere, tekanan udara diberikan dengan bertekanan 4 bar. Kecepatan pemotongan dengan kecepatan 1500 mm/s. Setelah melakukan percobaan pemotongan pada sudut kemiringan 20 derajat, hasil dari pemotongan ternyata sesuai dengan yang direncanakan sehingga dapat disimpulkan bahwa Sensor THC sudah berkerja dengan baik.

Kata Kunci – CNC; Nozzle; Plasma; THC; Arduino

Design and Construction of A THC Sensor on A CNC Plasma Cutting Machine Based on Arduino

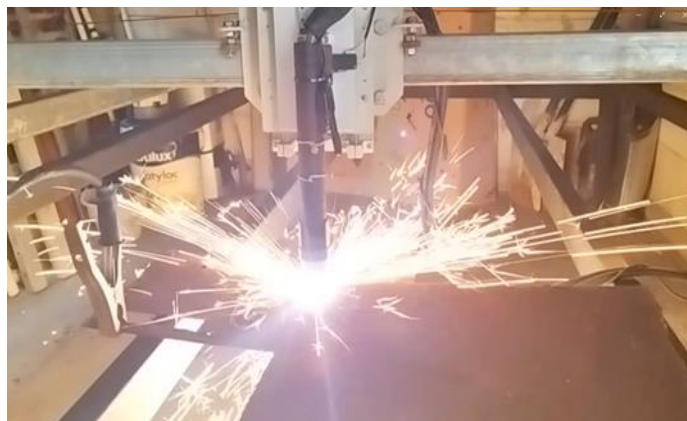
Abstract: CNC plasma cutting is a material cutting process using plasma technology controlled by a CNC system. During cutting, inert gas such as nitrogen, argon, or other gas mixtures is blown through the torch nozzle and a high electric voltage is applied. This creates a stream of hot plasma that can reach high temperatures, which is used to cut material in contact with the nozzle. When cutting using plasma technology, the distance between the torch nozzle and the work material is very important. If the distance is too close, overheating and material deformation may occur. Conversely, if the distance is too far, cutting may not be effective or may not even occur at all. To overcome this challenge, a torch height control system was created based on an Arduino Uno microcontroller using a THC sensor, which will then provide information on the amount of varying electrical voltage issued by the plasma cutting machine to control the movement of the motor which regulates the height and low of the torch nozzle according to programming requests. . The research method used in this research is the R&D (Research and Development) method. The cutting process uses an electric current of 20 amperes, air pressure is provided with a pressure of 4 bar. Cutting speed at 1500 mm/s. After carrying out cutting experiments at an inclination angle of 20 degrees, the cutting results turned out to be in accordance with what was planned so it can be concluded that the THC sensor is working well.

Keywords – CNC; Nozzle; Plasma; THC; Arduino

1. PENDAHULUAN

CNC (Computer Numerical Control) merupakan sebuah mesin yang dikontrol oleh komputer menggunakan bahasa numeric sehingga mampu menggantikan pengoperasian manual dengan cara mengendalikan mesin melalui program komputer. Efisiensi dan Produktivitas CNC memungkinkan proses produksi menjadi lebih cepat dan efisien. Waktu produksi dapat dikurangi karena proses yang lebih cepat, pengulangan yang konsisten, dan mengeliminasi kesalahan manusia. CNC plasma cutting adalah proses pemotongan material menggunakan teknologi plasma yang dikendalikan oleh sistem CNC. Pada proses ini, sebuah mesin CNC digunakan untuk menggerakkan nozzle torch (pengapian plasma) melalui pergerakan sumbu X, Y, dan Z sesuai dengan program yang telah diprogram sebelumnya[1]. Pada saat pemotongan, gas inert seperti nitrogen, argon, atau campuran gas lainnya ditiupkan melalui nozzle torch dan diterapkan tegangan listrik tinggi. Ini menciptakan aliran plasma panas yang dapat mencapai suhu tinggi, yang digunakan untuk memotong material yang bersentuhan dengan nozzle. Sistem CNC mengendalikan pergerakan nozzle torch sepanjang jalur pemotongan yang telah ditentukan. Dalam proses CNC plasma cutting, pengaturan ketinggian torch (torch height control) merupakan elemen kunci yang penting untuk memastikan kualitas dan akurasi pemotongan [2][3].

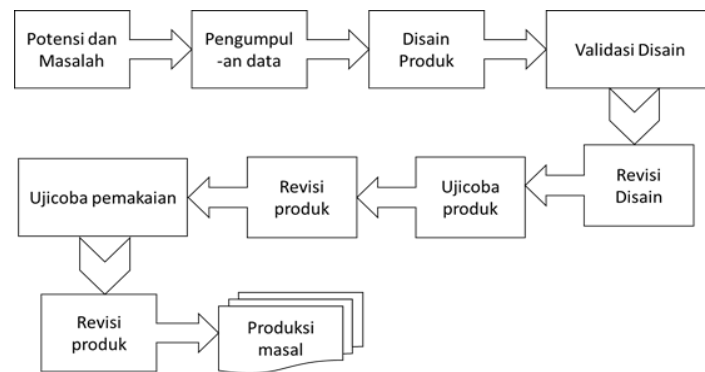
Pada pemotongan dengan menggunakan teknologi plasma, jarak antara nozzle torch dan material kerja sangat penting. Jika jarak terlalu dekat, dapat terjadi overheating dan deformasi material. Sebaliknya, jika jarak terlalu jauh, pemotongan mungkin tidak akan efektif atau bahkan tidak terjadi pemotongan sama sekali. Untuk mengatasi tantangan ini, maka dibuatlah sebuah sistem pengatur ketinggian torch berbasis mikrokontroler arduino uno menggunakan sensor THC, yang kemudian akan memberikan informasi dari besaran tegangan listrik[4] variatif yang dikeluarkan oleh mesin plasma cutting untuk mengendalikan gerakan motor yang mengatur tinggi rendahnya nozzle torch sesuai dengan permintaan pemrograman[5]. Hal ini memastikan jarak yang tepat dijaga sepanjang proses pemotongan, bahkan jika permukaan material kerja tidak rata. Pengatur ketinggian torch pada CNC plasma cutting sangat penting dalam menghasilkan pemotongan yang akurat dan berkualitas. Ini membantu meminimalkan cacat pada hasil pemotongan dan meningkatkan efisiensi serta kecepatan pemrosesan[6].



Gambar 1. Torch plasma Cutting

2. METODE PENELITIAN

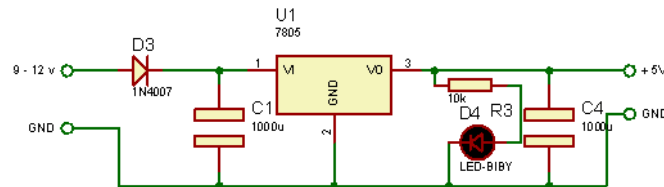
Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode R&D (Research and Development). Metode penelitian dan pengembangan adalah metode penelitian yang digunakan untuk menghasilkan produk tertentu, dan menguji keefektifan produk tersebut. Langkah-langkah penggunaan metode Research and Development dapat terlihat pada gambar 2 berikut:



Gambar 2. Langkah-langkah penggunaan Metode Research and Development (R & D)

2.1. Skematik Catu Daya

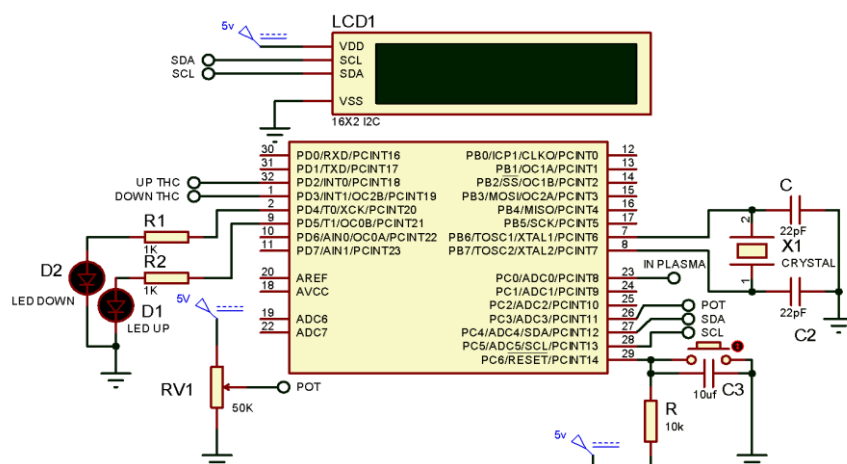
Catu daya (power supply) adalah suatu perangkat atau sistem yang digunakan untuk menyediakan energi listrik kepada perangkat elektronik. Fungsi utama dari catu daya adalah mengubah dan mengatur energi listrik dari sumber listrik menjadi tegangan dan arus yang sesuai dengan kebutuhan perangkat yang akan digunakan[7].



Gambar 3. Skematik Catu Daya

2.2. Skematik System Minimum

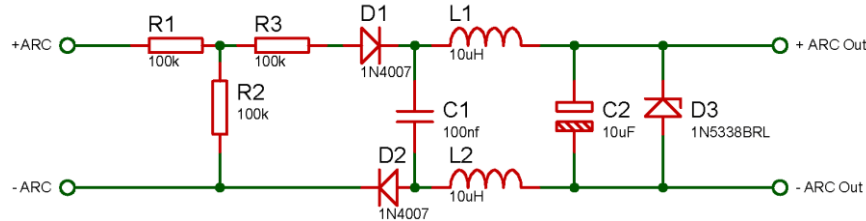
Rangkaian sistem minimum mikrokontroler adalah konfigurasi dasar yang diperlukan untuk menjalankan mikrokontroler dengan stabilitas dan fungsionalitas dasar. Rangkaian ini terdiri dari beberapa komponen penting yang diperlukan untuk menghubungkan dan mendukung operasi mikrokontroler[8]. Rangkaian system minimum ini digunakan untuk pusat pengendali untuk mengontrol ketinggian torch CNC plasma cutting[9].



Gambar 4. Skematik Sistem Minum

2.3. Skematik Voltage Divider

Voltage divider adalah rangkaian elektronik yang digunakan untuk membagi tegangan input menjadi tegangan yang lebih rendah. Rangkaian ini digunakan untuk menurunkan tegangan plasma cutting agar bisa terbaca oleh mikrokontroler[10].



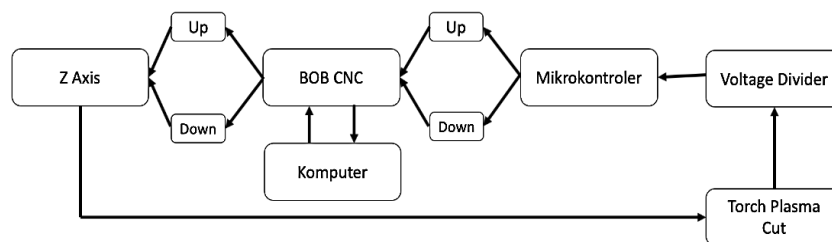
Gambar 5. Skematik Voltage divider

2.4. Diagram Kontrol Sensor THC

Berikut ini merupakan skematik untuk menghubungkan BOB CNC kontroler ke THC sensor.

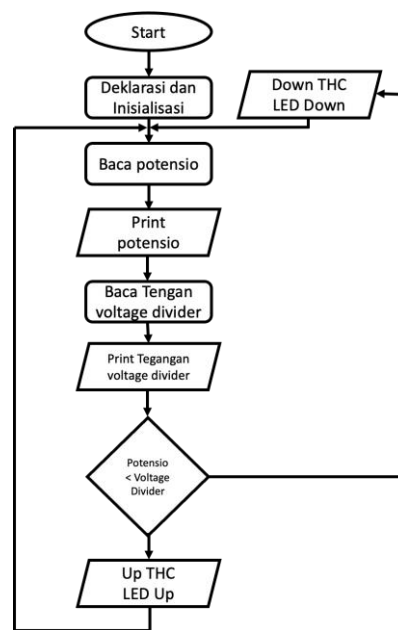


Gambar 6. Skematik THC ke BOB



Gambar 7. Diagram Kontrol Sensor THC

2.5. Algoritma Flowchart



Gambar 8. Algoritma Flow Chart

Prinsip kerja sensor THC yaitu mendeteksi ketinggian antara torch dengan plat besi, ketika torch terlalu jauh maka Mikrokontroler akan mengirimkan sinyal high ke Pin yang di Setting sebelumnya pada BOB CNC untuk jarak terlalu tinggi, begitupun juga jika jarak terlalu rendah dan

untuk mempermudah proses pengamatan di tambahkan lampu LED sebagai tanda dan di tambahkan juga Potensio untuk mengatur nilai batas untuk proses komparasi (perbandingan nilai).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

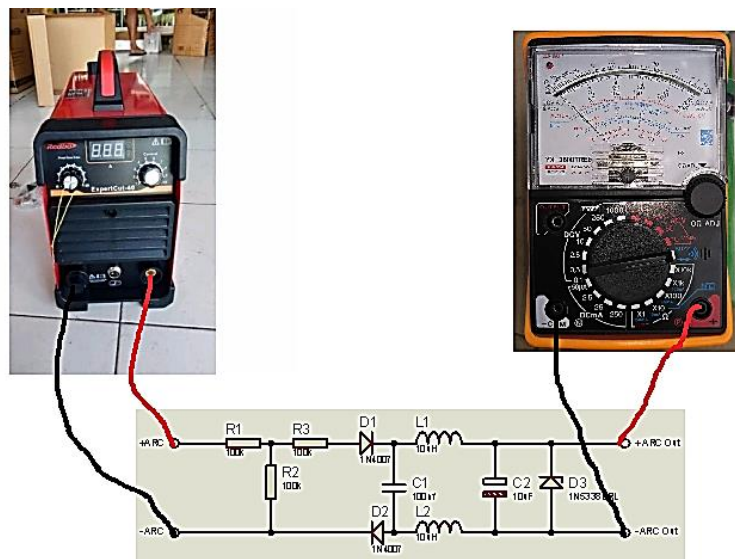
Pengujian merupakan tahapan terpenting dalam merancang sebuah perangkat sistem. Melalui pengujian, kita dapat mengetahui kinerja dan performa dari perangkat yang dibuat, apakah dapat beroperasi sesuai dengan fungsinya dan sesuai dengan apa yang diharapkan. Berdasarkan hasil pengujian kita dapat mengetahui kelebihan dan kekurangan dari perangkat yang dibuat tersebut.

3.1. Pengujian Voltage Divider

Pada tahap ini voltage divider diuji apakah sudah sesuai dengan spesifikasi yang dibutuhkan mikrokontroler untuk membaca tegangan torch, berikut adalah tahapan proses pengujian voltage divider:

3.1.1. Menghubungkan voltage divider dengan plasma cutting

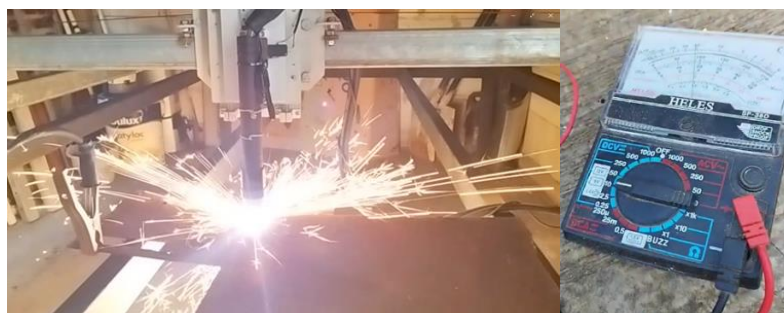
Menghubungkan voltage divider dengan plasma cutting dihubungkan seperti gambar berikut dan di lakukan pengukuran tegangan setelah melewati voltage divider menggunakan AVO meter analog.



Gambar 9. Pengukuran Voltage divider

3.1.2. Pengukuran Tegangan

Pengukuran tegangan voltage divider diukur Ketika kondisi torch dalam keadaan menyala yang diukur menggunakan Avometer analog pada selektor 10 volt.



Gambar 10. Pengukuran Voltage divider pada Torch plasma Cutting

Berikut ini adalah tabel hasil pengukuran output tegangan voltage divider.

Tabel 1. Pengukuran Voltage Divider

No	Pengukuran	Selektor	Hasil
1	Pertama	10 Volt	3,8 Volt
2	Kedua	10 Volt	3,6 Volt
3	Ketiga	10 Volt	3,3 Volt
4	Keempat	10 Volt	3,4 Volt
5	Kelima	10 Volt	3,6 Volt

Berdasarkan data Tabel 1 di atas hasil pengukuran yang diperoleh memiliki nilai kurang dari 5 volt dengan ini dapat disimpulkan bahwa voltage divider sudah sesuai dengan spesifikasi untuk pembacaan tegangan pada mikrokontroler Atmega328p.

Dalam penelitian ini mikrokontroler digunakan sebagai pusat kendali untuk sensor THC. Mikrokontroler berperan untuk membaca tegangan dari voltage divider dan nilai potensio untuk di bandingkan dan menentukan untuk naik dan turunnya torch dengan mengirim sinyal naik atau turun ke BOB kontroler serta di tampilkan data tersebut kedalam LCD.

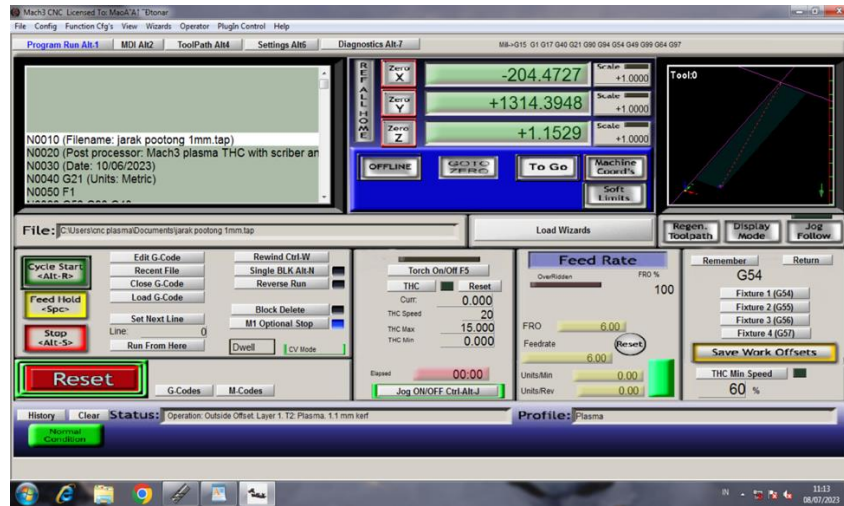


Gambar 11. Perakitan Mikrokontroler



Gambar 12. Kontroler THC

Untuk mencari jarak potong pada mesin CNC plasma cutting, kita dapat atur jarak potong nya melalui software Sheet CAM, Pencarian jarak potong ideal merupakan proses penentuan jarak antara benda yang akan di potong dengan nozzle torch plasma cutting, jarak ini menentukan kualitas dari hasil potong jika terlalu jauh maka benda yang di potong akan menghasilkan kerak potongan yang banyak bahkan sampai benda tidak akan terpotong dan jika terlalu dekat maka nozzle gampang cacat dan bahan yang akan di potong akan berubah kesifatannya karena terlalu panas.



Gambar 13. Memulai Pemotongan

Berikut ini adalah data hasil dari pemotongan untuk mencari jarak ideal antara torch dan benda yang akan di potong.

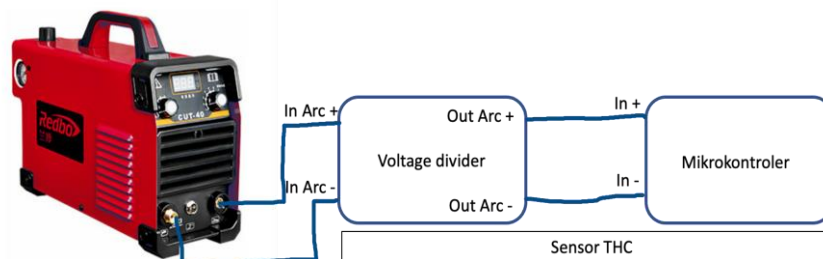
Tabel 2 Data Uji Potong Plat Besi

No	Tebal plat	Arus listrik	Kecepatan	Jarak torch	Ujicoba 1	Ujicoba 2	Ujicoba 3
1	1mm	40A	2000mm/mnt	1mm	61gram	65gram	64gram
2	1mm	40A	2000mm/mnt	2mm	62gram	61gram	65gram
3	1mm	40A	2000mm/mnt	3mm	65gram	64gram	66gram
4	1mm	40A	2000mm/mnt	4mm	74gram	72gram	73gram

Berdasarkan data tabel dan pengamatan yang dilakukan jarak potong yang di pilih yaitu jarak potong yang dengan hasil kerak yang lebih sedikit, ini dapat di ukur dengan menggunakan timbangan, dimana berat yang lebih ringan dapat diartikan bahwa hasil pemotongan memiliki sisa kerak lebih sedikit. Berdasarkan pertimbangan tersebut penulis memutuskan bahwa jarak ideal antara torch dan benda yang akan di potong adalah pada jarak 3mm.

3.2. Uji Fungsional THC

Pengujian THC ini dilakukan tanpa terhubung ke rangkaian BOB, pengujian ini bertujuan untuk mengetahui berfungsi atau tidak nya sensor THC. Plasma cutting dihubungkan dengan sensor THC seperti gambar dibawah ini.



Gambar 14. Skematik THC dengan Plasma Cutting

Setelah dihubungkan sensor THC dan plasma cutting dinyalakan untuk mencari tegangan untuk digunakan sebagai referensi perbandingan nilai dengan nilai potesio sebagai acuan naik turunnya torch.



Gambar 15. Membaca tegangan Torch

Ketika torch dinyalakan kemudian tegangan nya dibaca oleh sensor THC seperti gambar 15 diatas. Tegangan yang terbaca yakni 2,3 volt , tegangan ini nantinya digunakan untuk referensi perbandingan nilai potencio. Pengujian jarak torch dilakukan dengan menaikkan dan menurunkan torch. Ketika torch dinaikan maka indikator turun akan menyala, bisa disimpulkan bahwa kinerja dari sensor THC sudah berkerja sesuai dengan yang di rencanakan.

3.3. Menguji Kinerja Sensor THC pada Mesin CNC

Pengujian kinerja bertujuan untuk mengetahui apakah Sensor THC berfungsi dengan yang di rencanakan atau tidak. Berikut ini merupakan tahapan pengujian sensor THC:

1. Menetapkan tegangan plasma cutting; penentuan tegan dilakukan pada proses pemotongan jarak ideal torch yang telah di tentukan yakni 3mm, kemudian diamati brapa tegangan yang terbaca oleh THC pada plasma cutting.
2. Mengatur potencio ; Setelah mendapatkan tegan plasma cutting pada jarak torch kemudian mengatur potencio dengan menyamakan tegan yang terbaca dengan nilai potencio sebagai nilai referensi untuk menentukan titik torch untuk naik dan titik torch untuk turun , nilai potencio diatur pada nilai 1,1 volt.
3. Ujian potong ; Pengujian pemotonga dilakukan dengan memotong plat besi dengan tebal 3mm dengan sudut kemiringan 20 derajat, kemiringan ini diibaratkan sebagai plat logam yang tidak rata.



Gambar 15. Membaca tegangan Torch

Proses pemotongan menggunakan arus listrik sebesar 20 ampere, tekanan udara diberikan dengan bertekanan 4 bar. Kecepatan pemotongan dengan kecepatan 1500 mm/s. Setelah melakukan percobaan pemotongan pada sudut kemiringan 20 derajat, hasil dari pemotongan ternyata sesuai dengan yang direncanakan sehingga dapat di simpulkan bahwa Sensor THC sudah berkerja dengan baik.

4. KESIMPULAN

Respon sensor THC Pada CNC plasma cutting mendapatkan hasil yaitu dengan menggunakannya sensor system pengatur ketinggian, CNC plasma cutting dapat menyesuaikan ketinggian torch nya sesuai dengan permukaan benda yang sedang dipotong nya. Setelah THC berjalan dengan baik, selanjut nya muncul kendala dimana jarak potong juga tergantung pada kecepatan potong (federate), itu menjadi faktor yang mengganggu kestabilan dalam mempertahankan ketinggian torch. Maka dari itu kecepatan THC harus di sesuaikan dengan kecepatan potong (federate). Setelah melakukan penelian sensor THC mempunyai kelemahan yaitu sensor THC masih rentan terhadap noise sehingga dapat memperngaruhi kinerja yaitu terjadi error pada sensor THC.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Z. Rahman, T. S. Prabowo, and P. M. Santika, "Desain dan Manufaktur Mesin CNC Plasma 3 Sumbu PT. Bangun Mesin Sejahtera," J. Tek. MESIN, vol. 3, 2019.
- [2] S. Irfan and R. Rusiyanto, "Rancang Bangun CNC Plasma Cutting," J. Rekayasa Mesin, vol. 12, no. 1, pp. 1-10, 2021.
- [3] H. Jinda, H. Parrangan, and W. O. R. N. O. Tua, "Rancang Bangun CNC Plasma Cutting untuk Media Praktik Mahasiswa." Politeknik Negeri Ujung Pandang, 2022.
- [4] G. D. Ramady, M. S. Sungkar, Y. A. Nuhgraha, and A. Wirjawan, "Reduksi Rugi-Rugi Pensaklaran Pada Konverter Dc-Dc Zeta Dengan Teknik Zero Voltage Transition," Power Elektron. J. Orang Elektro, vol. 12, no. 1, pp. 49-53, 2023.
- [5] S. Suparno, "Rancang Bangun Mesin CNC Plasma Cutting 3 Axis," Just TI (Jurnal Sains Terap. Teknol. Informasi), vol. 14, no. 2, pp. 36-41, 2022.
- [6] D. Rizkiawan and W. Sumbodo, "Pengaruh Variasi Tekanan Udara Pada Pemotongan Plat Baja St 37 Menggunakan Cnc Plasma Cutting Terhadap Struktur Mikro, Kerf Dan Kekerasan," J. Kompetensi Tek., vol. 12, no. 2, 2020.
- [7] R. Syafruddin, Y. S. Herawati, G. D. Ramady, W. Hidayat, N. S. Lestari, and Anung, "Transient Voltage Programming in Electric Power Grounding System," J. Phys. Conf. Ser., vol. 1783, no. 1, p. 12075, 2021, doi: [10.1088/1742-6596/1783/1/012075](https://doi.org/10.1088/1742-6596/1783/1/012075).
- [8] G. D. Ramady, H. Yusuf, R. Hidayat, A. G. Mahardika, and N. S. Lestari, "Rancang Bangun Model Simulasi Sistem Pendeteksi Dan Pembuangan Asap Rokok Otomatis Berbasis Arduino," J. Tek. Komput. AMIK BSI, vol. 6, no. 2, pp. 212-218, 2020.
- [9] S. Hidayat, "Study Pengukuran Posisi Gerak Meja Mesin Cnc Profil Plasma Cutting Pada Sumbu Z," 2016.
- [10] R. Hidayat, G. D. Ramady, R. Syafruddin, A. G. Mahardika, and A. S. Sun, "Pendeteksi Kebocoran Gas Dan Kebakaran Berbasis Arduino Dengan Antarmuka Visual Basic," Smart Comp Jurnalnya Orang Pint. Komput., vol. 9, no. 2, pp. 76-79, 2020.