

PERANCANGAN DAN PEMBUATAN SISTEM KONTROL PENGGERAK TORCH POTONG LAS OXY-ACETYLENE BERULIR BERBASIS MIKROKONTROLER ARDUINO UNO

Yulli Handoko¹, Herisiswanto², Syafri³

Jurusan Teknik Mesin, Universitas Riau, Kampus Bina Widya Panam, Pekanbaru, 28293

¹yulli.handoko3261@student.unri.ac.id, ²heri_ft_unri@yahoo.co.id, ³prie_00m022@yahoo.com

Abstrack

Currently, the most common method of cutting steel is cutting with oxygen gas. Because the cutting method with manual cutting produces poor results and complicated processes. This plate cutting tool is made to facilitate the work especially in the field of construction. The used research method is based on the work principle of CNC 2 axis machine, because it is able to move in the direction of X and Y axis on the work plane, also has a high accurancy and precision. This plate cutting tool use 3 Softwares, i.e Universal G-Code Sender as a controller, QCAD as a workpiece design and DXF2G-CODE as a code exporter. The manufacture of microcontroller-based plate cutting tool results an easier plate cutting process, because the operator have to input the data according to the necessary only. From the X and Y axis movement and plate cutting velocity testing, the result data has equal magnitude between the program, simulation and actual condition.

Key Words : Oxy-Cutting, Microcontroller, Arduino UNO.

1. Pendahuluan

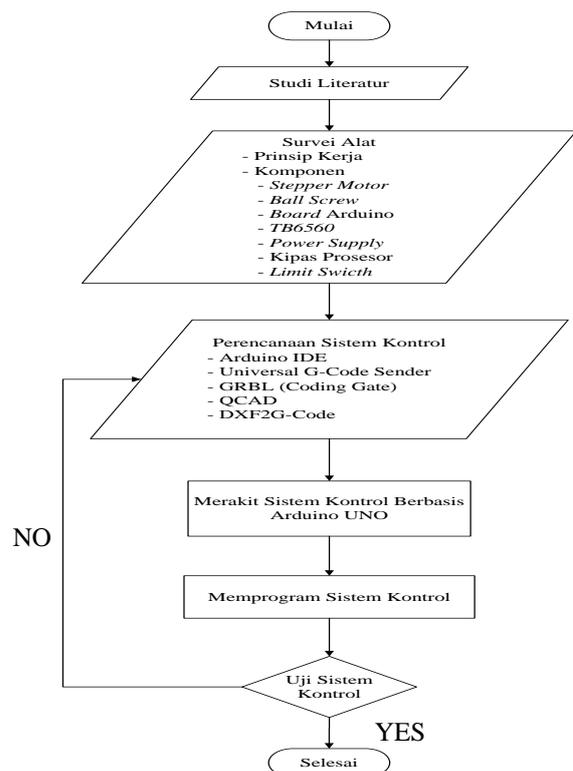
Industri berat seperti konstruksi, kini telah mulai bersemi kembali dengan bergairahnya kembali pembangunan di Indonesia. Hal tersebut juga memacu semakin berkembangnya teknologi-teknologi yang mendukungnya. Pada pembuatan jembatan misalnya, dimana bahan bakunya berupa lembaran-lembaran pelat baja perlu dilakukan pemotongan dahulu untuk mendapatkan struktur-struktur tulangan jembatan. Beberapa mesin yang dibutuhkan dalam proses produksi jembatan ini adalah mesin potong pelat (*gas cutting machine*), las submerged, las elektrode, mesin drill, mesin gerinda, mesin press dan beberapa lainnya.

Saat ini pemotongan baja yang paling banyak digunakan adalah pemotongan dengan gas oksigen. Dimana daerah pengaruh panas pada baja yang terjadi sangat sempit. Sedangkan pada pemotongan dengan busur udara, panas yang dihasilkan saat pemotongan memiliki pengaruh yang sangat luas pada baja [1].

Dari penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Heri Suranto (0607020735) sudah di buat alat pemotong pelat dengan menggunakan oxy-acetylene serta menggunakan penggerak berupa power window serta switch manual untuk mengarahkan torch ke sumbu X dan Y. Alat tersebut memiliki kekurangan yaitu ketelitian dan kepresisiannya rendah serta penggunaannya yang rumit dan pergerakannya tidak sesuai sumbu perintah [2].

2. Metodologi

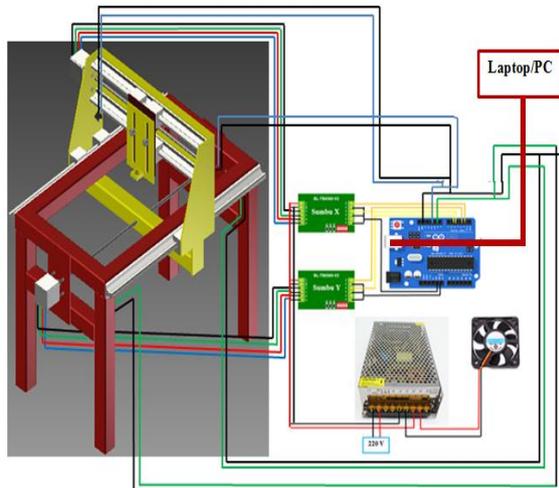
Dalam perancangan sistem kontrol penggerak torch potong las oxy-acetylene dengan 2 axis, ada beberapa tahapan yang harus dikerjakan, diantaranya adalah pemilihan elemen kontrol, perencanaan interface, uji kelayakan seperti pada Gambar 1.



Gambar 1 Diagram Alir Perancangan Sistem Kontrol

2.1 Skematik Alat

Alat penggerak *torch* potong ini memiliki dua sumbu pergerakan yaitu untuk pergerakan sumbu X (arah melintang) dan pergerakan arah sumbu Y (arah memanjang). Prinsip kerja dari alat ini yaitu alat digerakkan dengan putaran *motor stepper*, kemudian putaran motor tersebut diteruskan ke poros ulir yang membawa pelat pembawa dengan menggunakan *coupling*, dimana pada pelat tersebut terdapat pemegang *torch* potong las *acetylene*. Skematik alat diperlihatkan pada Gambar 2.



Gambar 2 Skematik Alat

2.2 Komponen Sistem Kontrol

Ketepatan pemilihan komponen sangat mempengaruhi kinerja dari alat yang di buat. Dalam perancangan sistem kontrol penggerak *torch* potong ini ada beberapa komponen penting yang perlu diperhatikan.

Untuk pemilihan komponen sistem kontrol ada beberapa parameter yang perlu diperhatikan diantaranya, ketelitian dan ketangguhan komponen, harga, serta ketersediaannya di pasaran.

Adapun komponen yang digunakan dalam pembuatan sistem kontrol ini yaitu *Motor Stepper*, *Driver Motor Stepper*, *Arduino UNO*, *Power Supply*, Kipas pendingin *processor*, dan Kabel-kabel.

1. Motor Stepper

Motor listrik yang digunakan dalam tugas akhir ini adalah motor listrik dengan jenis DC karena mempertimbangkan kebutuhan torsi yang besar pada putaran yang rendah, serta untuk mempermudah dalam pengaturan kecepatan putaran sesuai dengan yang dibutuhkan untuk menggerakkan alat pemotong pelat.

Berikut merupakan jenis motor listrik DC yang akan digunakan pada pembuatan sistem kontrol penggerak *torch* potong las *acetylene*. Seperti yang diperlihatkan pada Gambar 3.



Gambar. 3 Motor Stepper

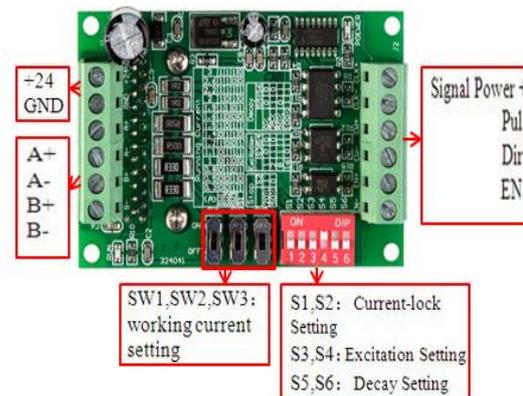
Tabel 1 *Electrical Specification*
(Sundar Pandian and S. Raj Pandian, 2014)

<i>Manufacturer Part Number</i>	23HS30-2804S
<i>Motor Type</i>	<i>Bipolar Stepper</i>
<i>Step Angle</i>	1.8°
<i>Holding Torque</i>	12N.cm(269oz.in)
<i>Rated Current/phase</i>	2.8A
<i>Phase Resistance</i>	1.13ohms
<i>Recommended Voltage</i>	24-48V

2. Motor Driver

Ada banyak motor *driver* yang tersedia untuk menjalankan motor stepper. Yang paling murah dan sederhana adalah *driver H-Bridge*. Tapi Dalam kasus *CNC*, *driver H-bridge* tidak kompatibel karena kemampuan kontrolnya kurang. Selain itu perangkat lunak juga tidak mendukung *driver* ini. Itulah alasan dipilihnya *driver TB6560*. *Driver* ini terjangkau dan juga semua kompatibel dengan *software* [3].

TB6560 adalah *driver microstepping motor* yang lengkap dengan *built-in* penerjemah untuk memudahkan pengoprasian. *IC* ini dirancang untuk mengoprasikan berbagai macam *motor stepper bipolar* penuh, setengah, atau seperempat. Dengan *output* hingga 35V dan 3A. *TB6560* memiliki kemampuan untuk beroperasi dalam *slow* atau *mixed decay mode* [4]. *TB6560* seperti yang diperlihatkan pada Gambar 4.



Gambar 4 Komponen *TB 6560*

3. Arduino UNO

Controller yang digunakan dalam alat ini adalah Arduino UNO yang berisi Atmega 328. *Microcontroller* seri AVR ini memiliki 14 digital pin *input / output* dengan dukungan dari 6 pin PWM dan 6 pin *input / output analog*.

Arduino adalah alat elektronik dengan banyak *built-in* dan *open source* serta ekspansi *hardware* yang dikenal sebagai *Arduino shield*. *Shield* ini dapat dengan mudah di *joining* untuk meningkatkan fungsionalitas serta dapat di hubungkan dengan berbagai fitur seperti dukungan dari *Voice Recognition*, *Konektivitas Internet* dll [5]. Arduino UNO diperlihatkan pada Gambar 5.



Gambar 5 Board Arduino

4. Kipas Pendingin Processor

Kipas pendingin *processor* berfungsi untuk mendinginkan *driver stepper* karena ketika beroperasi, *driver* mengontrol kerja motor sehingga temperaturnya akan meningkat dan menyebabkan panas pada bagian *processor*, sehingga perlu di pasang kipas pendingin untuk menurunkan *temperature*. Kipas pendingin seperti yang diperlihatkan pada Gambar 6.



Gambar 6 Kipas Pendingin Processor

5. Power Supply

Power Supply adalah suatu alat yang dapat menurunkan tegangan dan merubah arus listrik AC ke DC. Di dalam rangkaian adaptor terdapat *trafo* yang berfungsi menaikkan dan menurunkan tegangan. Arus bolak balik (AC) dihasilkan oleh generator melalui sebuah pembangkit listrik baik PLTA, PLTU, PLTPB, PLTN yang lebih dikenal dengan PLN (Perusahaan Listrik Negara). *Power*

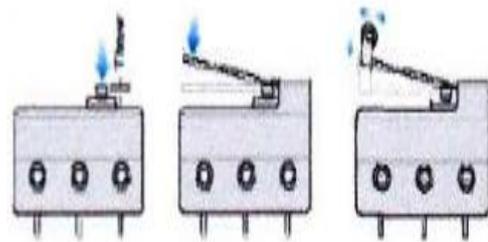
Supply seperti yang diperlihatkan pada Gambar 7.



Gambar 7 Power Supply

6. Limit Switch

Limit switch merupakan jenis saklar yang dilengkapi dengan katub yang berfungsi menggantikan tombol. Prinsip kerja *limit switch* sama seperti saklar *Push ON/OFF* itu hanya akan terhubung pada saat katubnya ditekan pada batas penekanan tertentu yang telah ditentukan dan akan terputus saat katub tidak ditekan. *Limit switch* termasuk dalam tipe mekanis yaitu sensor yang akan memberikan perubahan elektrik saat terjadi perubahan mekanik pada sensor tersebut. Penerapan dari *limit switch* adalah sebagai sensor posisi suatu benda yang bergerak [6]. *Limit switch* seperti yang diperlihatkan pada Gambar 8.



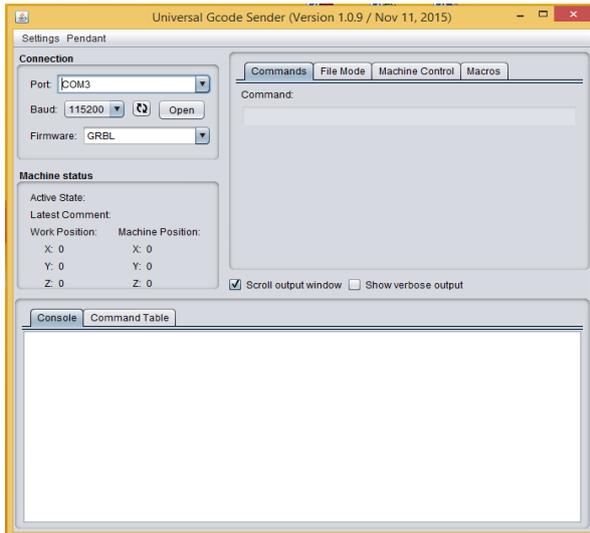
Gambar 8 Limit Switch

2.3 Software Sistem Kontrol

Dalam tugas akhir ini akan digunakan lima *software* untuk menjalankan alat pemotong pelat supaya dapat berjalan dengan baik. *Software* yang digunakan diantaranya yaitu :

1. Universal G-Code Sender

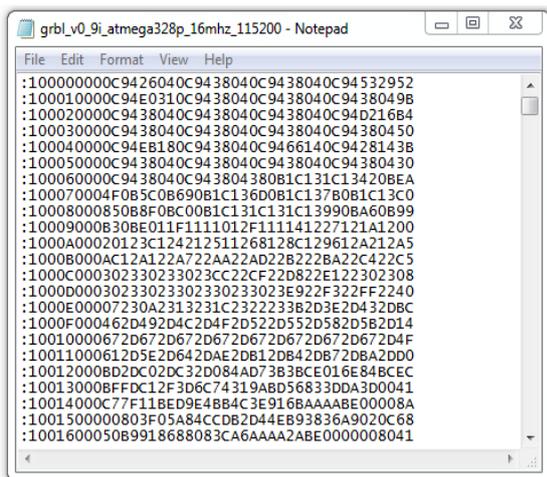
Universal G-Code Sender merupakan *software* sistem kontrol perangkat lunak (program komputer) yang digunakan untuk mengontrol alat pemotong pelat dengan 2 *axis*. *Software* tersebut selanjutnya akan di instal pada perangkat komputer dan bertindak sebagai *interface*. *Universal G-Code Sender* merupakan sebuah *software* yang tersedia dalam bentuk *free version* dan *universal version* [7]. Adapun tampilan program *Universal G-Code Sender* diperlihatkan pada Gambar 9.



Gambar 9 Tampilan Utama Universal G-Code Sender

2. GRBL (Coding Gate)

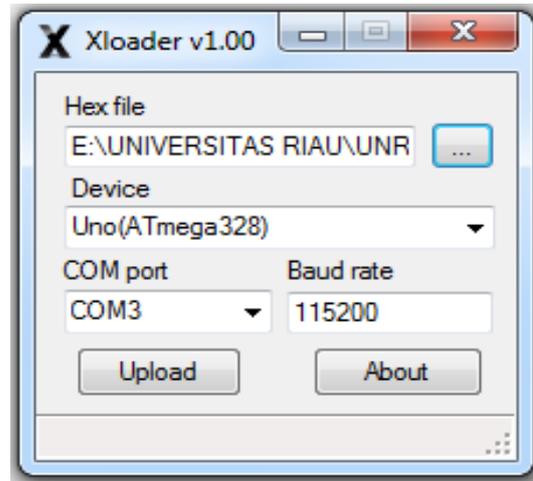
GRBL adalah coding yang di gunakan untuk penghubung atau firmware antara arduino dengan software G-Code yang akan digunakan. GRBL yang di gunakan adalah jenis V0.9 Atmega 328p yang memang di buat untuk arduino Atmega 328. Jangan merubah isi dari coding yang terdapat dalam GRBL dikarenakan dapat membuat program menjadi error dan tidak dapat dijalankan. GRBL diperlihatkan pada Gambar 10.



Gambar 10 Tampilan koding GRBL

3. XLOADER

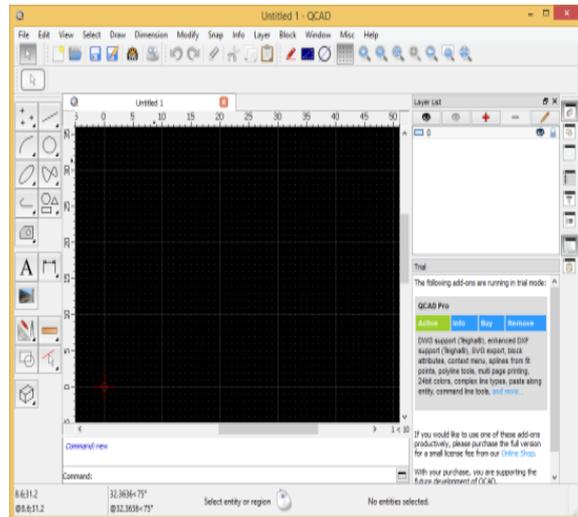
Xloader adalah software yang di gunakan untuk upload GRBL firmware ke arduino Atmega 328, sehingga arduino bisa terkonfigurasi dengan GRBL serta software yang menggunakan G-Code dapat di gunakan untuk memberi perintah pada arduino. Xloader seperti ditunjukkan pada Gambar 11.



Gambar 11 Tampilan XLOADER

4. QCAD

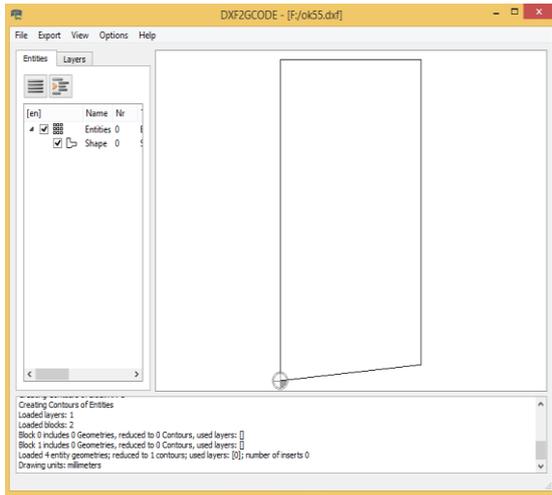
QCAD merupakan software CAD yang sangat sederhana dan mudah digunakan. Memori komputer yang dibutuhkan untuk memasang software ini relatif kecil, yakni kurang lebih sebesar 120 MB. Meskipun sederhana, QCAD bisa digunakan untuk menggambar 2D sesuai standar (ISO atau ANSI). Seperti ditunjukkan pada Gambar 12.



Gambar 12 Tampilan QCAD

5. DXF2G-CODE

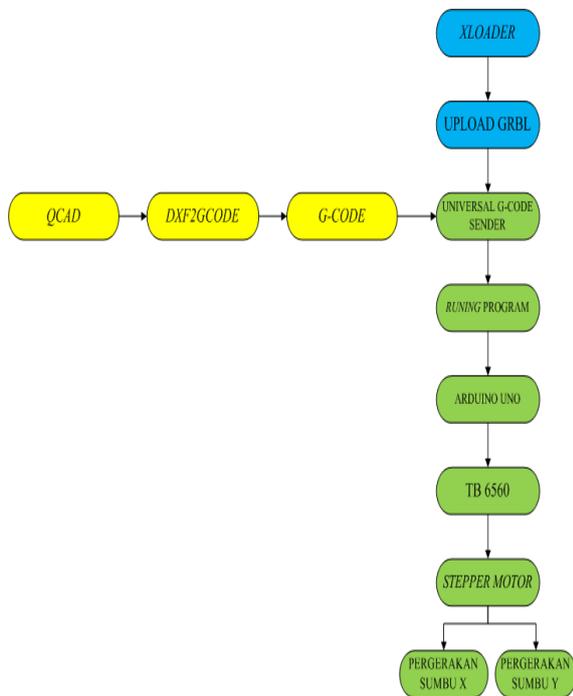
DXF2G-CODE adalah software yang digunakan untuk merubah gambar yang telah di buat pada QCAD menjadi G-Code sehingga dapat di baca oleh software Universal G-Code Sender dan akan memerintahkan stepper motor bergerak sesuai dengan pola yang telah di buat dalam bentuk G-Code. Tampilan DXF2G-CODE seperti yang diperlihatkan pada Gambar 13.



Gambar 13 Tampilan Utama DXF2G-CODE

2.4 Diagram Alir Sistem Kontrol

Diagram alir sistem kontrol merupakan keseluruhan proses serta *hardware* dan *software* yang bekerja selama sistem kontrol tersebut di operasikan. Diagram alir sistem kontrol diperlihatkan pada Gambar 14.



Gambar 14 Diagram Alir Sistem Kontrol

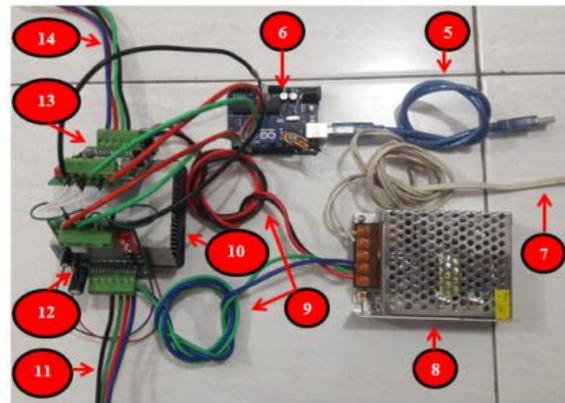
3. HASIL

3.1 Hasil Pembuatan Sistem Kontrol

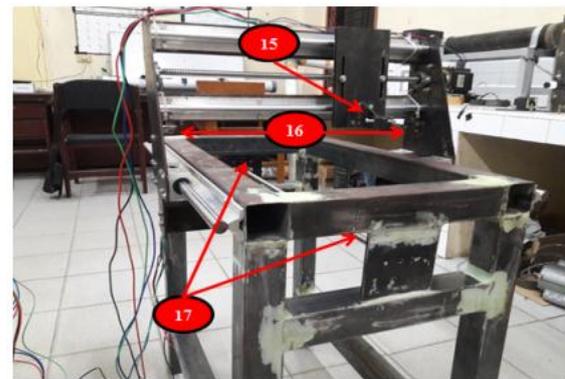
Dari skematik rangkaian sistem kontrol telah di buat suatu sistem kontrol penggerak *torch* potong las *oxy-acetylene* berbasis *microcontroller* arduino UNO seperti yang diprlihatkan pada Gambar 15, 16, dan 17.



Gambar 15 Alat Pemotong Pelat dan Sistem Kontrol



Gambar 16 Rangkaian Sistem Kontrol



Gambar 17 Alat Pemotong Pelat

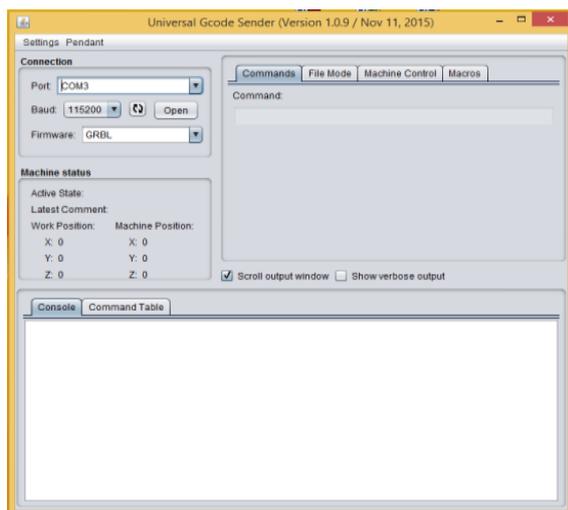
Keterangan gambar :

1. *Stepper* Sumbu X
2. *Ball Screw*
3. *Stepper* Sumbu Y
4. Sistem Kontrol
5. Kabel USB
6. Arduino UNO
7. Kabel *Power* 220 V
8. *Power Supply* 24 V
9. Kabel *Power Driver*
10. Kipas Pendingin *Processor*
11. Kabel *Stepper* Sumbu X

12. Driver Stepper Sumbu X
13. Driver Stepper Sumbu Y
14. Kabel Stepper Sumbu X
15. Dudukan Torch
16. Limit Switch Sumbu X
17. Limit Switch Sumbu Y

3.2 Sistem Kontrol Universal G-Code Sender

Universal G-Code Sender merupakan *software* utama yang digunakan untuk menjalankan sistem kontrol yang akan meneruskan perintah yang di *input* dari komputer berupa *G-Code* ke rangkaian sistem kontrol. Adapun tampilan program *Universal G-Code Sender* diperlihatkan pada Gambar 18.



Gambar 18 Tampilan *Universal G-Code*

3.3 Kalibrasi

Pengkalibrasian dilakukan pada alat pemotong pelat agar pergerakan di program sama dengan pergerakan pada aktual dari alat tersebut, agar dimensi dan kecepatan potong dapat disesuaikan dengan ketebalan pelat yang akan di potong pada alat tersebut.

3.4 Pengujian Sistem Kontrol

Untuk memastikan pergerakan arah sumbu X dan sumbu Y serta kecepatan pemotongan pelat maka dilakukan pengujian pergerakan dengan cara menginput perintah dari program. Pengujian sumbu X, Y dan kecepatan potong didapat hasil seperti yang disajikan pada Tabel 2- 4.

Tabel 2 Pergerakan Sumbu X

No.	Input Kode	Pergerakan Aktual
1.	G00 X30	30 mm
2.	G00 X25	25 mm
3.	G00 X5	5 mm

Tabel 3 Pergerakan Sumbu Y

No.	Input Kode	Pergerakan Aktual
1.	G00 Y19	19 mm
2.	G00 X25	25 mm
3.	G00 X5	5 mm

Tabel 4 Kecepatan Pemotongan Pelat

No	Perpindahan	Program	(t) Aktual	(v) Aktual
1.	90 mm	400 mm/min	13.5 Detik	400 mm/min
2.	70 mm	400 mm/min	10.5 Detik	400 mm/min
4.	90 mm	100 mm/min	54 Detik	100 mm/min
5.	70 mm	100 mm/min	42 Detik	100 mm/min
6.	314.15 mm	900 mm/min	20.94 Detik	900 mm/min
7.	314.15 mm	400 mm/min	47.12 Detik	400 mm/min

Data pengujian yang diperoleh dari alat pemotong pelat pada penelitian sebelumnya seperti yang disajikan pada Tabel 5 - 7.

Tabel 5. Pengujian Kecepatan Pemotongan

No	Perpindahan	Program	(t) Aktual	(v) Aktual
1.	90 mm	400 mm/min	22.88 Detik	236.01 mm/min
2.	70 mm	400 mm/min	17.36 Detik	241.93 mm/min
4.	90 mm	100 mm/min	1:29.46 Detik	69.76 mm/min

Tabel 6 Pergerakan Sumbu X

No.	Panjang (mm)	Pergerakan Aktual
1.	70	70,3 mm
2.	100	100,5 mm
3.	200	200,4 mm

Tabel 7 Pergerakan Sumbu Y

No.	Panjang (mm)	Pergerakan Aktual
1.	70	70,2 mm
2.	100	100,3 mm
3.	200	200,2 mm

4. Pembahasan

Alat pemotong pelat ini merupakan perkakas dengan 2 *axis* sumbu kerja yaitu pergerakan sumbu X dan pergerakan sumbu Y. Alat pemotong pelat ini akan bekerja sebagaimana mestinya apabila alat tersebut dilengkapi sistem kontrol. Sistem kontrol dari alat pemotong pelat ini merupakan gabungan dari beberapa komponen yang berhubungan. Beberapa komponen penting yang digunakan pada pemotong pelat ini diantaranya, laptop sebagai *input* program, Arduino UNO sebagai *microcontroller*, *Driver Motor TB6560* sebagai penggerak *motor stepper*, *Stepper* sebagai aktuator, *limit switch* sebagai pembatas pergerakan dan mengantisipasi terjadinya pergerakan aktuator yang salah, serta *power supply* untuk suplai arus listrik sesuai dengan yang dibutuhkan.

Perangkat lunak yang digunakan dalam sistem kontrol alat pemotong pelat ini yaitu *Universal G-Code Sender* yang bertindak sebagai *interface*. *Software* ini berfungsi sebagai perantara antara *User* dengan alat pemotong pelat dalam bentuk perintah *coding*. Tanpa adanya *interface*, maka sistem kontrol yang terdapat pada alat pemotong pelat ini tidak akan bisa bekerja. Sebenarnya masih banyak *interface* yang dapat di gunakan untuk mengontrol alat ini, tetapi penulis mempertimbangkan beberapa hal untuk memilih *Universal G-Code sender* sebagai *interface* dikarenakan *interface* ini *Universal G-Code Sender* ini paling mudah digunakan dan paling simpel dalam pengaplikasian dan penggunaannya. Dalam menjalankan program ini *user* dituntut menguasai menu *setting* yang terdapat pada *Universal G-Code Sender*. Tanpa menguasai program ini semua sistem kontrol tidak akan dapat di kontrol dan dikendalikan.

5. Kesimpulan

Perancangan dan pembuatan sistem kontrol penggerak *torch* potong 2 *axis* merupakan penelitian yang dilakukan untuk menjadikan mesin manufaktur agar dapat dioperasikan dengan sistem komputer. Dalam penelitian ini telah dilakukan beberapa langkah dan metode sehingga sistem kontrol ini dapat bekerja dengan baik. Dari hasil penelitian dapat diambil kesimpulan yaitu :

1. Ketelitian dan kepresisian alat yang dibuat jauh lebih baik dari penelitian sebelumnya yaitu mencapai 100 % dengan satuan pengukuran terkecil mm.
2. Dari hasil pengujian untuk pergerakan sejauh 30 mm, 25 mm, dan 5 mm, menunjukkan hasil yang sama antar program dengan aktualnya.
3. Pengujian kecepatan pemotongan pelat dengan kecepatan pemotongan 400 mm/min, 100 mm/min, dan 900 mm/min menunjukkan

hasil yang sama antar program dengan hasil pengujian pada aktualnya.

4. Penggunaan dari alat pemotong pelat ini jauh lebih mudah karena operator hanya perlu memasukkan perintah sesuai dengan dimensi benda kerja, maka secara otomatis alat ini akan memotong pelat sesuai data yang di *input*.

5. Daftar Pustaka

- [1] Wiryosumarto, H., dan Okumura, T., 1996, "Teknologi Pengelasan Logam", PT.Pradnya Paramita, Jakarta.
- [2] Suranto, Hari, 2011. "Perancangan Dan Pembuatan Alat Penggerak *Torch* Potong Las *Oxy-Acetylene* Dengan Sistem Ulir".
- [3] Dipayan Dey., Souvik Mondal., Arijit Kumar Barik, 2016, "3-Axis CNC Router Modifiable to 3D Printer", International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology (An ISO 3297: 2007 Certified Organization), Vol. 5, Issue 9, September 2016.
- [4] Pandian, Sundar ., and Pandian, S. Raj. 2014. "A Low-Cost Build-Your-Own Three Axis Cnc Mill Prototype". LSMSA, Natchitoches, LA 71457, USA & Velammal College of Engineering & Technology, Madurai 625009.
- [5] Javed, M.Y., Syed Tahir Hussain Rizvi, M. Amer Saeed, Kamran Abid, Osama Bin Naem, Adeel Ahmad, Kamal Shahid, Low Cost Computer Numeric Controller Using Open Source Software And Hardware, Sci.Int.(Lahore), 27(5), 4041-4045, 2015.
- [6] Sukendar, A., Martinusdan ., dan Tanti, N, 2013, "Pembuatan Sistem Otomasi untuk Pengaturan Mekanisme Kerja Mesin Cetak Kerupuk Menggunakan Mikrokontroler atmega", Jurnal Fema, Volume 1, Nomor 1, Januari 2013.
- [7] M. Bhavani, V. Jerome, P. Lenin Raja, B. Vignesh, D. Vignesh, 2017, "Design and Implementation of CNC Router", International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology, Vol. 6, Issue 3, March 2017.