

## Rancang Bangun CNC Foam Cutter Dengan Gerakan 3 Axis Untuk Pemotongan Dekorasi Styrofoam

Syahriza, Teuku Firsa, Zulhalimi

Jurusan Teknik Mesin dan Industri, Universitas Syiah Kuala  
Jl, Tgk. Syeh Abdurrauf No. 7 Darussalam – Banda Aceh 23111, INDONESIA

Phone/Fax.: +62-651-7428420,

E-mail: syahriza@unsyiah.ac.id

### Abstract

The creative industries are rapidly developed nowadays. One of them is in the production of Styrofoam decoration. Cutting the Styrofoam manually is a very complicated method, and the process could not make the equal shape of Styrofoam. Thus, the outcomes are not consistent at all. Along with the outcomes, an automatic Styrofoam cutting machine like CNC Foam Cutter is needed. Generally, CNC is used to replace human contribution in some activities, such as in operating a lathe, welding, and cutting something. CNC Foam Cutter itself is used in assisting factory or industry activities, such as in cutting Styrofoam and making decoration. In this research, the writer designs a CNC Foam Cutter model which is programmed to be able working automatically like the common CNC. The CNC Foam Cutter control system uses Arduino UNO, Shield, and Motor Driver. The cutting process is done by sending G-Code file (the file is from the result picture of MakerCAM) to microcontroller via Universal G-Code Sender Software. Afterwards, the microcontroller sends the signal to activate Motor Stepper. This step produces equator movement based on the picture in G-Code file. CNC Foam Cutter is able to cut in various shapes like square, circle, and so on. The cutting edge has 1.5 mm in size, and the temperature could be arranged from 220C to 300C with the cutting speed 100mm/minute. After doing some tests, the CNC Foam Cutter experiences some errors and has 1mm-2mm quarrel in size. This research aims in designing CNC Foam Cutter model which is completed with electronic system, control, and capable to move in 3 Axis Movement for the cutting of Styrofoam decoration in decoration industry, as well as in Styrofoam industry.

**Keywords :** CNC Foam Cutter, Arduino UNO, CNC Shield, Motor Drive.

### 1. Pendahuluan

Perkembangan industri kreatif semakin pesat akhir-akhir ini. Salah satu contohnya adalah industri kreatif dalam pembuatan dekorasi dari *styrofoam*. Dekorasi dari *styrofoam* bisa digunakan dalam banyak hal, seperti: ucapan selamat pada pernikahan, wisuda, promosi jabatan, tugas senirupa, pembuatan bantalan pengaman barang, dan lain sebagainya.

Contoh alat pemotongan *styrofoam* manual yaitu *cutter* dan *hot wire*. Saat ini banyak pengrajin *styrofoam* di Indonesia yang menggunakan alat pemotong *styrofoam* manual. Seperti yang terjadi di industri dekorasi. Pemotongan *styrofoam* secara manual yang baik dan terencana melibatkan serangkaian aktivitas lain sebagai penunjang yang mendukung misalnya pengukuran, sketsa dan lain-lain. Selain itu apabila dituntut bentuk pemotongan yang seragam dalam jumlah yang cukup banyak akan menjadi masalah karena perlu konsisten dalam pengukuran, sketsa dan pemotongan, sehingga hasilnya sangat tidak akurat[1].

Sehingga dibutuhkan alat pemotong styrofoam otomatis seperti CNC hot wire 2 axis yang saat ini telah dipasarkan. Mesin CNC hot wire bekerja secara otomatis dengan menginputkan file g-code dari

komputer kemudian mesin CNC hot wire dapat bergerak otomatis sesuai dengan input g-code. Akan tetapi CNC hot wire yang ada saat ini hanya bergerak 2 axis yaitu gerakan X Y dan CNC hot wire ini difungsikan hanya untuk pemotongan saja tidak bisa untuk membuat bentuk alur

Untuk mengatasi masalah tersebut, penulis merancang bangun sebuah *CNC foam cutter* dengan gerakan 3 axis untuk pemotongan atau membuat alur pada styrofoam dan diprogram sehingga dapat berjalan secara otomatis seperti CNC Pada umumnya. Sistem kontrol *CNC foam cutter* ini menggunakan Arduino UNO, Shield dan motor driver. Pemotongan dilakukan dengan mengirim file *G-code* (yang didapat dari hasil gambar makerCAM) kepada mikrokontroller, kemudian mikrokontroller mengirim sinyal untuk menggerakkan stepper motor sehingga dihasilkan gerakan yang sesuai dengan bentuk pada file *G-code*. Tujuan merancang *CNC Foam Cutter* ini untuk memudahkan kan pemotongan *Styrofoam*, pembuatan dekorasi dari *styrofoam* [2].

### 2. Tinjauan Pustaka

CNC merupakan mesin pekasas yang dilengkapi dengan sistem mekanik dan kontrol yang mampu

membaca kode *N*, *G*, *F*, *T* dan lainnya, dimana kode tersebut mengintruksikan ke mesin CNC agar bekerja sesuai dengan program benda kerja yang akan bentuk. Secara umum cara kerja mesin pekakas CNC tidak berbeda dengan mesin pekakas konvensional. Fungsi CNC pada mesin lebih banyak menggantikan pekerjaan operator dalam sebuah mesin pekakas konvensional. Misalnya pekerjaan setting tool atau mengatur gerakan pahat sampai pada posisi siap memotong, gerakan pemotongan dan gerakan kembali ke posisi awal dan lain-lain. Demikian pula dengan pengaturan kondisi pemotongan (kecepatan makan, kecepatan potong dan kedalaman pemotongan) serta fungsi pengaturan yang lain seperti pengantian pahat, pengubahan transmisi daya (jumlah putaran poros utama) dan arah putaran poros utama, pengekleman, pengaturan cairan pendingin dan sebagainya.

Mesin pekakas CNC dilengkapi dengan berbagai alat pemotongan yang dapat membuat benda kerja secara lebih presisi dan dapat melakukan interpolasi yang diarahkan secara numerik (berdasarkan angka). Parameter sistem operasi dapat diubah melalui program (software load program) yang sesuai tingkat ketelitian[3].

## 2.1 Beberapa jenis Mesin CNC

### 2.1.1 Milling CNC

CNC milling adalah mesin dimana penggerak meja mesin (sumbu X & sumbu Y) serta dikendalikan oleh suatu program, program tersebut berisi langkah-langkah perintah yang harus dijalankan oleh mesin CNC, program tersebut bisa dibuat langsung pada mesin CNC (angka per angka, huruf perhuruf), yang hasil programnya disebut program NC, atau dibuat menggunakan komputer khusus untuk membuat program NC [4].



Gambar 1. Contoh gambar CNC Milling

### 2.1.2 Mesin CNC Bubut CNC

Mesin CNC bubut merupakan sistem otomatis mesin bubut yang dioperasikan oleh perintah yang diprogram melalui software dan disimpan. Berbeda dengan mesin manual, mesin bubut CNC memiliki tambahan perangkat motor yang akan menggerakkan pengontrol mengikuti titik yang dimasukkan kedalam

sistem oleh perekam kertas, perpaduan antara motor servo dan mekanis yang digantikan dengan sistem manual, kemudian sistem digital menciptakan mesin bubut model berbasis.



Gambar 2. Contoh gambar Mesin CNC Bubut

### 2.1.3 Mesin CNC Frais

Mesin frais adalah sejenis mesin pekakas untuk mengerjakan peralatan mesin dari logam dengan gerakan utama alat potongnya berputar, jenis pekerjaan yang dapat dikerjakan oleh mesin frais adalah sebagai berikut[5]:

- Permukaan datar & rata
- Permukaan sejajar & siku
- Permukaan berbentuk
- Beralur dan bersudut
- Roda gigi
- Benda-benda persegi



Gambar 4. Contoh gambar Frais CNC

### 2.1.4 Mesin CNC Styrofoam 2 Axis

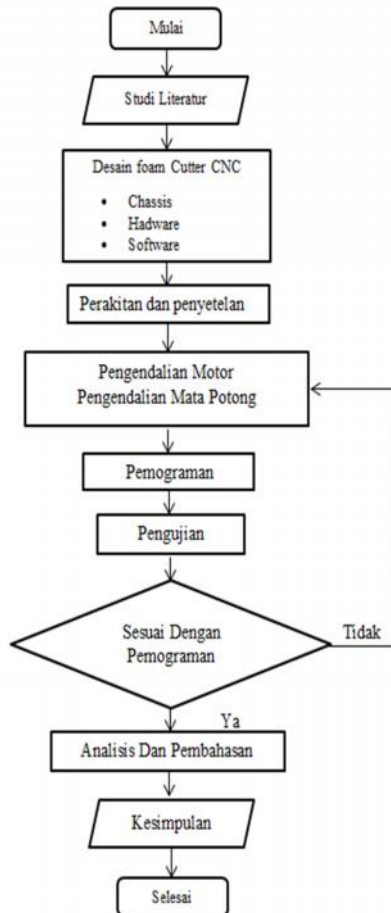
Mesin CNC *styrofoam* ini berfungsi untuk memotong *styrofoam*, membuat bantalan barang, membuat dekorasi dari *styrofoam*, dan bisa bekerja dengan otomatis seperti mesin cnc biasanya [6].



Gambar 5. Mesin CNC Styrofoam

### 3. Metode Penelitian

#### 3.1 Diagram Alir Penelitian



Gambar 6. Diagram Alir Penelitian

#### 3.2 Tahapan Pelaksanaan Penelitian

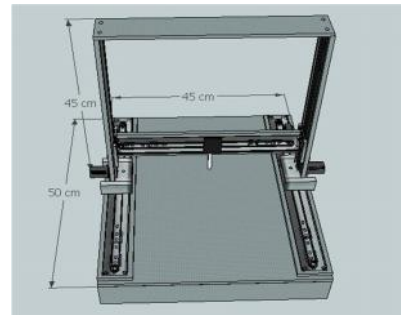
Adapun tahapan penelitian adalah sebagai berikut :

1. Mendesain chassis *CNC Foam Cutter*
2. Memulai merancang bangun chassis pada *CNC Foam Cutter*
3. Memasang alat dan bahan CNC, seperti *Stepper motor, Arduino UNO, Shield dan Driver*
4. Menginstal software Arduino UNO, Xloader, GRBL dan makerCAM.
5. Set up pada *CNC Foam Cutter* menggunakan program *Arduino UNO, Xloader, GRBL* dan *makerCAM*
6. Mengkalibrasi stepper motor
7. Melakukan uji coba *CNC Foam Cutter*
8. Menganalisis dan membahas data penelitian serta membuat kesimpulan

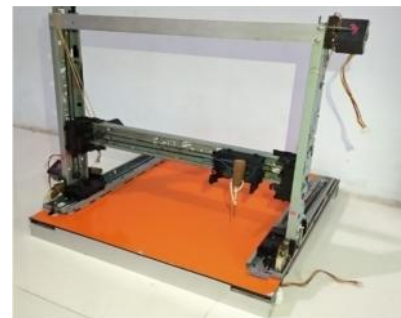
### 4. Hasil dan Peralatan *CNC Foam Cutter*

#### 4.1 Desain dan Pabrikasi *CNC Foam Cutter*

Adapun hasil desain dan pabrikasi *CNC Foam Cutter* ini dapat dilihat pada gambar 7 dan Gambar 8



Gambar 7. Desain *CNC Foam Cutter*



Gambar 8. Pabrikasi *CNC Foam Cutter*

#### 4.2 Peralatan *CNC Foam Cutter*

Adapun peralatan yang digunakan pada penelitian *CNC Foam Cutter* adalah sebagai berikut :

##### 4.2.1 Arduino UNO

Kegunaan Arduino UNO adalah sebagai microcontroller. Contoh yang sudah pernah dibuat adalah pengontrol motor, alat musik, mesin CNC, monitoring tanah kelembaban, servo penggerak, alat ukur jarak, balon udara, pengontrol suhu, monitoring energi, stasiun cuaca, pembaca RFID, drum elektronik, GPS logger, monitoring bahan bakar, dan sebagainya [7].

##### Spesifikasi Arduino UNO

Mikrokontroler	: Atmega328
Operarasi	: DC 5 Volt
Input tegangan	: Disarankan DC 7-11 Volt
Input tegangan batas	: DC 6-20 Volt
Pin I/O digital	: 14 (6 bisa untuk PWM)
Arus	: 50 mA
EROM	: 1 kb (Atmega 328)
SRAM	: 2 kb (Atmega 328)
Kecepatan clock	: 16 M H z



Gambar 9. Arduino UNO

#### 4.2.2 Motor Stepper Bipolar

Motor stepper bipolar berfungsi untuk menggerakkan slider pada *CNC Foam Cutter*, motor stepper bipolar memerlukan arus DC yang di suplai dari catu daya ke CNC Shield dan dikendalikan oleh motor driver untuk mengendalikan putaran dan kecepatan pada stepper motor[8].

##### Spesifikasi stepper motor

Panjang body	: 39 mm
Diameter body	: 42 mm x 42
Diameter shaft	: 5 mm
2 phase hybrid	: 4 – wires
Ratet voltage	: DC 3,75v – 12 V
Holding torque	: 0,4 N.m Min



Gambar 10. Stepper Motor Bipolar

#### 4.2.3 Mata Potong

Mata potong berfungsi untuk memotong *styrofoam*, mata potong terbuat dari bahan tembaga yang menggunakan pemanas dari kawat nikelin yang berukuran 0,2 mm, kawat nikelin sangat bagus untuk membuat sumber panas karena mempunyai hambatan yang sangat besar dan panas yang dihasilkan lebih konstan dan memperkecil kemungkinan hangus karena titik lebur kawat nikelin ini diatas 1380 celcius, sedangkan panas yang diperlukan untuk pemotongan *styrofoam* sekitar 250 celcius.



Gambar 11. Mata Potong

#### 4.3 Peralatan Penunjang CNC Foam Cutter

Adapun peralatan Penunjang CNC Foam Cutter ini adalah sebagai berikut :

##### A. CNC Shield

Shield berfungsi untuk memudahkan pengendalian motor, untuk mengendalikan motor biasanya harus membuat rangkaian IC. IC berfungsi untuk mengendalikan maju mundur motor, sedangkan CNC shield tidak perlu membuat rangkaian IC, karena CNC shield langsung terhubung ke Arduino UNO.

##### B. Motor Drive

Motor driver berfungsi untuk memudahkan mengendalikan arah putaran dan kecepatan putaran pada motor penggerak yaitu motor stepper bipolar

##### C. Catu Daya

Catu daya adalah alat yang mampu memberikan sebuah tegangan dan arus listrik ke Arduino UNO dan mata potong. Dimana tegangan masuk ke catu daya AC 220 volt dan diubah menjadi DC 6 – 15 Volt untuk disuplai ke Arduino UNO dan mata potong

##### D. Slider

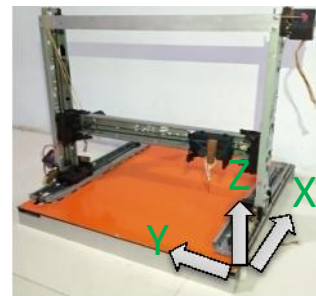
Slider berfungsi untuk menggerakkan mata potong pada *CNC Foam Cutter* yang digerakan oleh stepper motor bipolar dengan menggunakan belt.

##### E. Kawat Nikelin

Kawat nikelin berfungsi untuk pemanas pada mata potong, dengan ukuran kawat nikelin 0.2 mm.

#### 4.4 Mekanisme Pemotongan CNC Foam Cutter

Mekanisme pemotongan *CNC Foam Cutter* yaitu menggunakan slider untuk menggerakkan mata potong, yang digerakan oleh stepper motor dengan 3 gerakan yaitu X, Y dan Z, dimana gerakan tersebut telah dipogram menggunakan software Arduino UNO, Xloader, GRBL dan makerCAM.

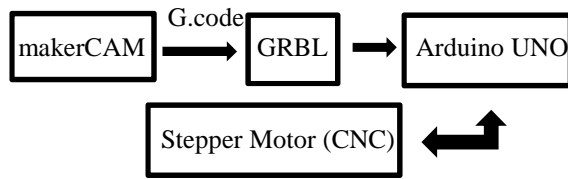


Gambar 12. Mekanisme pemotongan

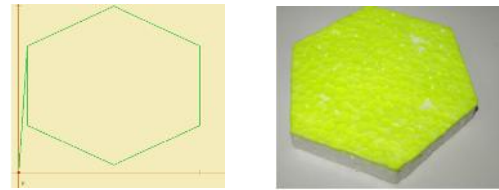
Mengoperasikan *CNC Foam Cutter* dan proses masukkan data pada foftware membutuhkan beberapa tahanan yaitu sebagai berikut:

1. Menginstal *software Arduino UNO, Xloader, GRBL, dan makerCAM* pada computer
2. Membuka *software Arduino UNO dan Xloader* yang telah terinstal dan mengatur *Port Name (COM3)* dan *Baud Rate (115200)* pada *Xloader*.
3. Masukan data *hex file* kedalam *software xloader* dan *upload* ke dalam *software Arduino UNO*.
4. mengkalibrasi stepper motor
5. Membuka *software makerCAM* dan buat gambar (bentuk pemotongan yang diinginkan), setelah gambar selesai *convert* gambar kedalam bentuk *G-code*.
6. Membuka *software GRBL*, pilih *port name (COM3)* dan *baud rate (115200)*.
7. Masukan *G-code* kedalam *GRBL*
8. Klik *open* pada *GRBL* dan kode *G-code* akan ditampilkan pada layar *GRBL*
9. CNC siap untuk dijalankan dengan cara klik *begin* pada *GRBL* seperti pada gambar 17.





Gambar 13. Proses menjalankan CNC

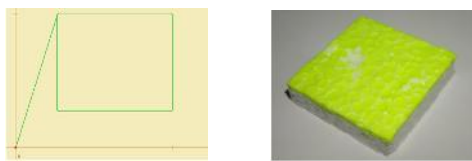


Gambar 16. Simulasi pemotongan dan hasil pemotongan

4.5 Analisa hasil pemotongan CNC Foam Cutter

4.5.1 Pengujian pemotongan segi empat

Setelah melakukan pengujian pemotongan segi empat hasilnya dapat dilihat pada pada Gambar 17 dan Tabel 4.1.



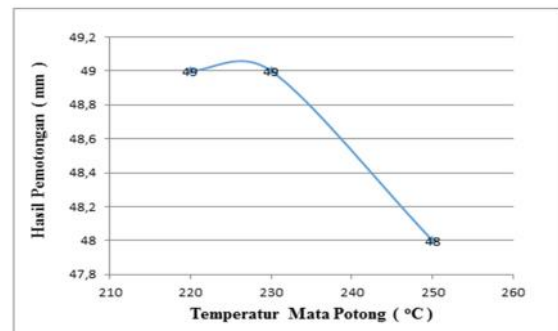
Gambar 14. Simulasi pemotongan dan hasil pemotongan

Tabel 1 Hasil analisa pengujian pemotongan segi empat

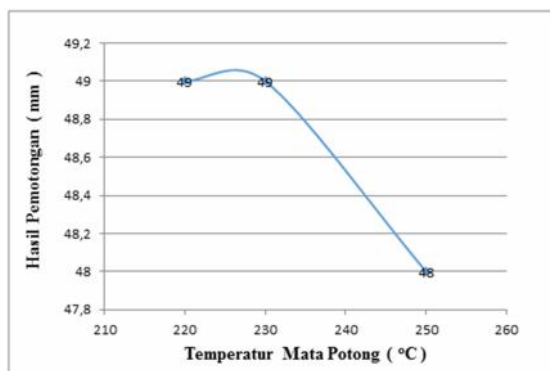
Pengujian	1	2	3
Diameter Tool & Suhu Mata Potong	1.5 mm & 220 °c	1.5 mm & 230 °c	1.5 mm & 250 °c
Kecepatan Pemotongan	100 mm / menit	100 mm / menit	100 mm / menit
Ukuran Pemotongan	50 x 50 mm	50 x 50 mm	50 x 50 mm
Hasil Pemotongan	49 x 49 mm	49 x 49 mm	48 x 48 mm
Lebar Alur Pemotongan	5 mm	5 mm	7 mm
Selisih / Error	1 mm	1 mm	2 mm

Tabel 2 Hasil analisa pengujian Pemotongan segi enam

Pengujian	1	2	3
Diameter Tool & Suhu Mata Potong	1.5 mm & 220 °c	1.5 mm & 230 °c	1.5 mm & 250 °c
Kecepatan Pemotongan	100 mm / menit	100 mm / menit	100 mm / menit
Radius Ukuran Pemotongan	50 mm	50 mm	50 mm
Radius Hasil Pemotongan	49 mm	49 mm	48 mm
Lebar Alur Pemotongan	5 mm	5 mm	7 mm
Selisih / Error	1 mm	1 mm	2 mm



Gambar 17. Grafik temperatur mata potong terhadap hasil pemotongan



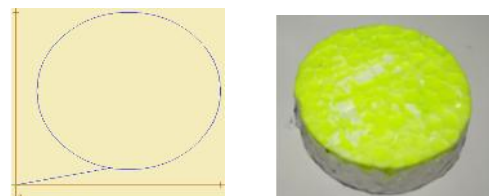
Gambar 15. Grafil temperatur mata potong terhadap hasil pemotongan

4.5.2 Pengujian Pemotongan Segi Enam

Setelah melakukan pengujian pemotongan segi enam hasilnya dapat dilihat pada Gambar 18 dan Tabel 4.2.

4.5.3 Pengujian Pemotongan Lingkaran

Setelah melakukan pengujian pemotongan lingkaran hasilnya dapat dilihat pada Gambar 19 dan tabel 4.3

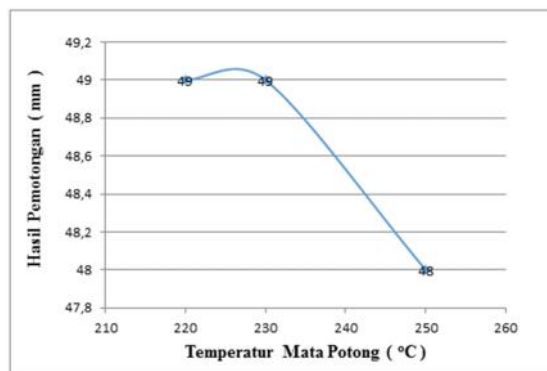


Gambar 18. Simulasi pemotongan dan hasil pemotongan

Tabel : 4.3 Hasil analisa pengujian pemotongan lingkaran

Pengujian	1	2	3
-----------	---	---	---

Diameter Tool & Suhu Mata Potong	1.5 mm & 220 °c	1.5 mm & 230 °c	1.5 mm & 250 °c
Kecepatan Pemotongan	100 mm / menit	100 mm / menit	100 mm / menit
Radius Ukuran Pemotongan	50 mm	50 mm	50 mm
Radius Hasil Pemotongan	49 mm	49 mm	48 mm
Lebar Pemotongan	5 mm	5 mm	7 mm
Selisih / Error	1 mm	1 mm	2 mm



Gambar 19. Grafik temperatur mata potong terhadap hasil pemotongan

Setelah melakukan pengujian pemotongan *styrofoam* ketebalan 15 mm hasilnya mengalami selisih/error antara bentuk pemotongan/simulasi pemotongan 1 mm – 2 mm tergantung suhu mata potong, pada pengujian pertama dengan suhu 220 °C dan kecepatan 100 mm/menit mengalami selisih/error 1 mm, pada pengujian kedua dengan suhu 230 °C dan kecepatan 100 mm/menit mengalami selisih/error 1 mm sama seperti pada pengujian pertama, sedangkan pada pengujian ke tiga dengan suhu 250 °C dan kecepatan 100 mm/menit mengalami selisih/error 2 mm. Apabila suhunya dibawah 220 °C dengan kecepatan 100 mm/menit maka mata potong akan bengkok karena suhunya rendah. Jadi dapat diambil kesimpulan pemotongan *styrofoam* ketebalan 15 mm menggunakan *CNC Foam Cutter* ini pada kecepatan 100 mm/menit pemotongan yang paling bagus dengan suhu 220 °C.

## 5 Kesimpulan dan Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Penulis telah berhasil merancang bangun sebuah *CNC Foam Cutter* dengan gerakan 3 axis untuk pemotongan dekorasi *styrofoam*.
2. Sistem *controller CNC Foam Cutter* ini menggunakan program Arduino UNO, Xloader,

dan GRBL yang menggunakan G-code sebagai basis pemrograman.

3. Stepper motor yang berfungsi sebagai penggerak slider selanjutnya slider menggerakkan mata potong dan motor driver untuk mengatur gerakan stepper motor.
4. Pemotongan mengalami selisih/error 1 mm - 2 mm antara pemotongan yang direncanakan dengan hasil pemotongan tergantung pengaturan suhu pada mata potong.
5. Suhu mata potong sangat mempengaruhi akurasi pemotongan makin besar suhu mata potong, maka makin besar lebar pemotongan dan errornya makin besar.

Untuk penelitian selanjutnya dapat dikembangkan pergantian slider yang lebih bagus dan penambahan sensor suhu untuk mengatur dan mengontrol suhu pada mata potong

## Ucapan Terimakasih :

Terimakasih yang sebesar-besarnya saya ucapkan kepada Lima Muspika, pak Syahriza, pak Udink Aulia, pak Teuku Firsya, dan pak Muhammad Rizal yang telah membantu dalam pembuatan tugas akhir ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Putut Dwi Wijaya, Muhammad Rivai, Tasripan "Rancang bangun mesin pemotong styrofoam 3axis menggunakan hot cutting pen dengan kontrol PID", Jurnal Teknik ITS Vol.6, No.2, 2017. ISSN: 2337-3539
- [2] Asith Abeysinghe, Shameera Abeysiriwardena "Development of a Numerically Controller Hot Wire Mould Construction", Jurnal Department of Mechanical Engineering University of Moratuwa Sri Lanka, 978-1-5090-0645-8/16/\$31.00, 2016 IEEE
- [3] Eko prianto, Herlambang Sigit Pramono "Proses Permesinan CNC Dalam Pembelajaran CNC", Jurnal Teknik Elektro Universitas Negeri Yogyakarta Vol.1, No.1, 2017 ISSN: 2548-8260
- [4] Sutarman, Haryono Edi Hermawan, Srmidi "Computer Numerical Control (CNC) milling and turning for machining process in xintai Indonesia" Cikokol Tangerang Banten 2017
- [5] B. Sentot Wijanarka "Modul teknik permesinan Bubut CNC" Universitas Negeri Yogyakarta 2012
- [6] <https://www.foamlinx.com/foamlinx-hot-wire-cnc-sign-cutters.html> diakses pada tanggal 20 maret 2018
- [7] Andi Andriansyah, Oka Hidyatama "Rancang bangun prototipe elevator menggunakan meicrocontroller

ATMEGA 328P. *Jurnal Teknik Elektro Universitas Mercu Buana*, Vol.4, No.3, 2013. ISSN: 2086-9479

- [8] <http://www.partner3d.com/motor-stepper-pengertian-cara-kerja-dan-jenis-jenisnya/> diakses pada tanggal 15 september 2018.