

# Rancang Bangun Mesin CNC Pemotong Pelat Logam Dengan Lebar Pemotongan Maksimum 1250mm dan Tebal 5mm

Ardi Wiranata<sup>1</sup>, Mahbub Muazzam<sup>2</sup>, Isminarti<sup>3</sup>, Ishak<sup>4</sup>

<sup>1,2</sup> Teknik Mekatronika, Politeknik Bosowa  
<sup>1,2</sup> JL. Kapasa raya 23, Kota Makassar, Sulawesi Selatan  
E-mail : wiranataardy21@gmail.com<sup>1</sup>

## Abstrak

Mesin CNC pemotong pelat logam merupakan mesin yang bergerak secara otomatis yang dikembangkan untuk memudahkan proses pemotongan pelat logam yang apabila dilakukan secara manual memerlukan tenaga yang besar serta pemotongan yang kurang presisi dan memiliki resiko kecelakaan yang lebih tinggi. CNC pemotong pelat logam yang dirancang untuk bergerak secara otomatis dapat memotong pelat lebih efektif, mesin CNC pemotong pelat dikontrol dengan komputer sehingga gerakan akan berjalan sesuai dengan perintah yang di masukkan, dimana program dimasukkan secara berulang sehingga memiliki tingkat presisi yang sama. Selain itu mesin CNC pemotong pelat dapat memotong benda kerja berupa pelat besi dan multipleks. Adapun metode yang digunakan yaitu eksperimental dimana melakukan percobaan secara langsung terhadap alat itu sendiri. Berdasarkan hasil pengambilan data yang diperoleh dari sumbu X dan Z. Koordinat program yang dimasukkan tidak mempengaruhi koordinat akhir terhadap koordinat awal, mesin CNC pemotong pelat logam akan menerima perintah sesuai dengan kode numerik yang tersusun dari g-code yang berisikan titik koordinat X dan Z sehingga dapat bergerak sesuai dengan perintah yang dimasukkan. Pengaruh pemotongan pelat dengan ketebalan 5 mm dan panjang 10 mm yang memiliki tingkat error sebesar  $\pm 0.02$  mm, dimana memerlukan waktu pemakanan  $\pm 8.03$  detik dengan kecepatan pemakanan 400 mm/rev yang mana error yang terjadi di akibatkan oleh beban pada getaran dan berat mesin gerinda..

**Kata Kunci:** CNC, Motor Stepper, G-Code

## I. PENDAHULUAN

Pemotongan suatu material merupakan prosedur pertama dimana berbagai metode pemotongan dapat digunakan tergantung pada kebutuhan, misalnya jenis material yang dipotong, ketebalan material yang digunakan, efisiensi waktu yang digunakan, dan tingkat keselamatan dalam proses pemotongan benda kerja. Pemotongan benda kerja dapat dilakukan dengan pilihan tenaga mekanis seperti pengergajian secara manual, semi otomatis dan otomatis.

Secara umumnya alat pemotong logam khususnya pelat yang ada saat ini bersifat manual dan semi otomatis. Contohnya gergaji dan gerinda tangan, penggunaan alat ini biasa digunakan di industri kecil. Pemotongan pelat secara manual yang baik melibatkan serangkaian aktifitas yang menunjang seperti pengukuran, sketsa, dan lain-lain. Pemotongan pelat yang dilakukan secara manual memerlukan tenaga yang lebih ekstra dan hasil pemotongan yang kurang presisi serta resiko kecelakaan kerja yang lebih besar. (Putut Dwi Wijaya, 2017)

Untuk mengatasi masalah tersebut, terdapat alat pemotong otomatis yang dirancang seperti CNC pemotong pelat logam. Di mana proses pemotongan pelat logam dengan menggunakan mesin CNC pemotong pelat logam lebih efektif dikarenakan dapat memotong pelat logam dengan efisien, presisi dan resiko kecelakaan yang kecil. Pada mesin CNC pemotong logam akan dikontrol menggunakan komputer sehingga semua gerakan akan berjalan sesuai dengan program yang diberikan.

CNC pemotong pelat logam bekerja secara otomatis dengan memasukkan data g-code dari komputer/laptop kemudian mesin CNC pemotong pelat logam dapat bergerak sesuai dengan inputan g-code. Oleh karena itu, keuntungan dari sistem ini dapat memasukkan program berulang sehingga bergerak sesuai dengan keinginan dan tingkat presisi yang sama. Berdasarkan penjelasan tersebut maka kami akan membuat mesin CNC pemotong pelat dua axis.

## II. LANDASAN TEORI

### 1. Motor Stepper



Gambar 1. Stepper motor

Stepper motor adalah seperangkat alat elektromekanis yang bekerja dengan mengubah pulsa elektronis menjadi gerakan mekanis. Stepper motor sering digunakan sebagai aktuator atau penggerak, pemilihan stepper motor sebagai aktuator atau penggerak karena motor tersebut dapat

dikendalikan dengan cukup mudah dan memiliki ketelitian yang tinggi (Suroso, 2015). *Stepper* motor bergerak berdasarkan urutan pulsa yang diberikan kepada motor. Oleh karena itu, untuk menggerakkan *stepper* motor diperlukan pengendali *stepper* motor yang membangkitkan pulsa-pulsa periodik seperti *driver* motor (Ikhlah syukran harrizal, 2017)

## 2. Driver Motor

*Driver* motor merupakan komponen yang berfungsi untuk mengkomunikasikan kontroller dengan aktuator serta memperkuat sinyal keluaran dari kontroler sehingga dapat dibaca oleh aktuator (Ikhlah syukran harrizal, 2017). *Driver* motor stepper TB6600 memiliki 6 buah *switch* yang dapat diatur sesuai dengan kebutuhan. Adapun yang dapat diubah berupa kecepatan setiap putaran per *revolusi* tipe stepnya, semakin besar resolusi yang diperoleh maka semakin kecil nilai torsi yang di hasilkan. (Risciawan, 2016)



Gambar 2. Driver motor

## 3. Mikrokontroler Atmega328

Mikrokontroler merupakan sebuah chip *ic* yang dapat di program sesuai dengan kebutuhan penggunaannya. Mikrokontroler merupakan suatu komponen elektronika yang didalamnya sudah terintegrasi dengan *port I/O*, *RAM*, *ROM*, sehingga dapat digunakan untuk berbagai keperluan kontrol. Sebuah mikrokontroler dapat berfungsi bila sudah terdapat program pada chip *ic* mikrokontroler tersebut, untuk mengisi program yang sesuai dengan kebutuhan dengan tipe data *heksa (Hex File)* yang berisikan insruksi atau perintah. (I GustiMadeNgrah Desnanjaya, 2018)



Gambar 3. Atmega328

## 4. Timing Belt dan Timing Pulley

Timing belt merupakan aksi gabungan *chain* dan *sproket* pada bentuk *belt*. Bentuk dasarnya merupakan pelat yang memiliki gigi-gigi berukuran sama pada permukaan kotak dengan gigi *pulley*. Sebagaimana penggerak *gear* rantai, membutuhkan kekurusan pada

pemasangan pulley dimana *pulley* berfungsi sebagai poros. (Samhuddin, 2018)



Gambar 4. Timing belt

## 5. Power Supply

Power supply adalah suatu alat listrik yang digunakan sebagai penyedia energi listrik untuk perangkat elektronika, pada dasarnya *power supply* mengubah energi listrik AC ke energi listrik DC. (Sudarmaji, 2017)



Gambar 8. Power supply

## 6. G-Code

*G-code* adalah sebuah fungsi yang digunakan dalam bahasa pemrograman *numerical control* yang mengandung informasi posisi sebuah alat untuk melakukan suatu pekerjaan pada mesin. *G-Code* juga biasa disebut dengan bahas program G atau COM. Adapun tindakan-tindakan yang umumnya memakai *g-code* seperti gerakan cepat, menghasilkan potongan barang, mengatur informasi alat (Ikhlah syukran harrizal, 2017) Komputerisasi mesin dalam membuat sesuatu biasa di sebut dengan *G-code* yang dapat di defenisikan sebagai petunjuk arah bergerak, kemana harus bergerak dan jalur yang harus diikuti. (Afdalul azmi, 2018)

## 7. Gerinda Tangan



Gambar 9. Gerinda tangan

Mesin gerinda tangan bertujuan untuk menggerinda atau memotong benda kerja keras berupa logam, batu alam, keramik, dan kayu seperti *stainless steel*, besi. Selain memotong mesin gerinda juga bertujuan untuk merapikan hasil pemotongan, merapikan hasil las, mengasah benda kerja seperti pisau, pahat. (Amin, 2018).

## 8. Bearing

*Bearing* merupakan salah satu bagian dari elemen mesin yang memegang peranan cukup penting karena fungsi dari *bearing* yaitu untuk menumpu sebuah poros agar poros dapat berputar tanpa mengalami gesekan yang berlebihan. Bantalan harus cukup kuat untuk memungkinkan poros serta elemen mesin lainnya bekerja dengan baik. (Sialana, 2015).



Gambar 10. *Bearing*

### 9. GBRL Controller

*GBRL controller* adalah *software library* yang ada didalam *CNC shield* untuk mengartikan *g-code* yang dikirim ke sebuah arduino sebagai perintah untuk menggerakan sebuah mesin *CNC*. Pada dasarnya *GBRL* adalah sebuah *hex file* yang dapat dikirimkan ke Arduino agar dapat membaca sebuah perintah/program *g-code*. Dengan *CNC shield* sebagai mikrokontroler dan *driver stepper* penggerak dari motor *stepper*. (Afdalul azmi, 2018)

## III. METODE PENELITIAN

### a. Diagram alir penelitian

Diagram alir penelitian dimulai dari penentuan judul penelitian dan penentuan spesifikasi komponen atau *part* yang akan digunakan. Setelah itu perancangan dan pembuatan mekanik dan kontroler. Kemudian lakukan pengujian terhadap mekanik dan kontrol, apabila berhasil maka lakukan pemasangan kontroler pada mekanik. Setelah itu dilanjutkan dengan pembuatan program, setelah dibuat lakukan pengujian terhadap program, apabila berhasil lakukanlah optimalisasi terhadap mekanik, kontroler, dan pemrograman, setelah itu lakukan pengambilan data.

Setelah semua data terkumpul, dilanjutkan dengan pembuatan artikel dan poster selaku syarat untuk mengikuti seminar tugas akhir. Selesai.

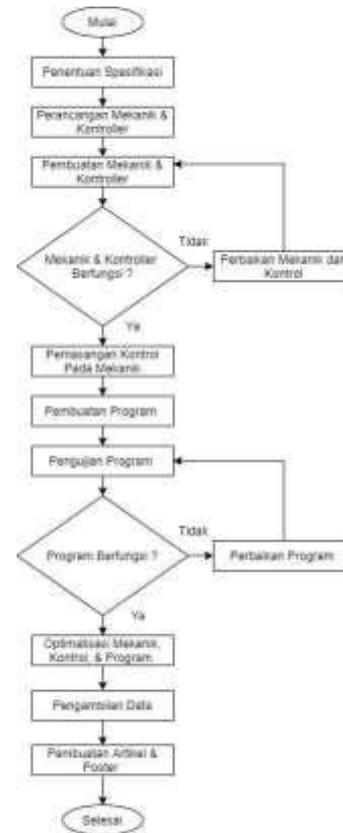
### b. Diagram blok sistem

Diagram blok merupakan salah satu bagian terpenting dalam perencanaan dan pembuatan penelitian, oleh kerna itu diagram blok dapat diketahui dengan prinsip kerjanya:

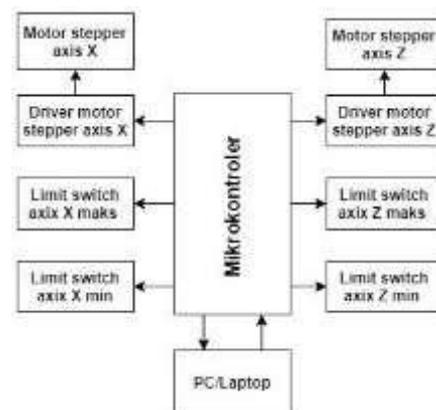
Prinsip kerja dari diagram blok pada gambar 12 yaitu:

- Mikrokontroler yang berfungsi untuk mengontrol pergerakan axis x dan z dengan mengirim sinyal ke *driver motor*.
- *Driver motor* axis x dan axis z berfungsi untuk menggerakan motor *stepper* sesuai dengan perintah yang diberikan.
- *Limit switch axis x min* berfungsi sebagai saklar mekanis yang diposisikan pada *axis* minimum.
- *Limit switch axis x max* berfungsi sebagai saklar mekanis yang diposisikan pada *axis* maksimum.

- *Limit switch axis z min* berfungsi sebagai saklar mekanis yang diposisikan pada *axis* minimum.
- *Limit switch axis z max* berfungsi sebagai saklar mekanis yang diposisikan pada *axis* maksimum.
- Laptop dan PC berfungsi untuk memprogram dan mentransfer data ke mikrokontroler



Gambar 11. Diagram alir penelitian



Gambar 12. Diagram blok sistem

## III. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 1. Hasil karya

#### a. Perancangan mekanik



Gambar.13. Rancangan mekanik

Pada sistem mekanik terdapat 2 sumbu diantaranya sumbu X dijalankan oleh motor *stepper* yang dikaitkan dengan *timing belt* dan untuk sumbu Z dijalankan oleh motor *stepper* dengan *leadscrew* yang digunakan untuk memotong benda kerja dengan panjang pemotongan 1250 mm.

b. Perancangan elektronik

- Perancangan *hardware*

Perancangan *hardware* menggunakan *sowtware proteus 8 proesional* untuk pembuatan *PCBlayout*.



Gambar.14. Sistem minimum

- Perancangan *software*

Perancangan *software* menggunakan aplikasi *Arduino IDE* dan *Universal g-code sender*. Perancangan dilakukan dengan tujuan untuk membuat mesin *CNC* pemotong pelat bergerak sesuai dengan standart kode *numerik g-code*. Pergerakan sumbu X dan sumbu Z akan bergerak secara otomatis menuju koordinat program yang di tentukan.

c. Hasil pembuatan kontrol elektronik pemotong pelat *cnc*.

Setelah semua perancangan telah dilakukan maka dilakukan realiasi alat. Bagian-bagian yang akan di realiasi yaitu bagian pada kontrol berupa system minimum dan *driver* motor dimana minimum sistem mikrokontroler yang dirancang menggunakan *ic atmega 328p* akan terhubung dengan *driver motor stepper* yang berfungsi untuk menjalankan motor *stepper*, kemudian perakitan mekanik dengan motor *stepper*. Perakitan motor *stepper* dan *driver* motor dilakukan dengan menghubungkan masing-masing pada pola A-, A+, B-, B+, motor *stepper* ke pola *driver*

motor yang sesuai dengan konfigurasi dengan memberikan tanganan inputan pada *driver* motor 9-40 Vdc.



Gambar.15. Kontroler dan *driver* motor *stepper*

d. Hasil pembuatan mekanik *CNC* pemotong pelat.

Mekanik penggerak pada mesin *CNC* pemotong pelat menggunakan 2 motor *stepper* yang terdapat pada sumbu X dan sumbu Z. Selain itu menggunakan *timing belt* dan *timing pulley* sebagai mekanisme penggerak utama pada sumbu X, *leadscrew* yang berfungsi sebagai mekanisme penggerak utama pada sumbu Z, dan masing-masing penggerak pada setiap mekanisme sumbu X dan sumbu Z, menggunakan *bearing* yang berfungsi sebagai bantalan atau pengaman sehingga gerakan pada setiap sumbu X dan Z dapat bergerak dengan baik.



Gambar.16. Rancangan mekanik dengan motor *stepper*

b. Pengujian dan Analisa

Pengujian pada mesin *CNC* pemotong pelat logam ini bertujuan untuk menguji ketelitian pergerakan dan ketetapan pola mesin *CNC* pemotong pelat pada saat memotong benda kerja, dengan memperoleh data settingan parameter dan mengetahui jarak pergerakan posisi mesin saat bekerja. Adapun rumus kalibrasi untuk mengatur setingan *step/mm* pada *axis X* dan *axis Z*:

$$\frac{\text{Step/mm}}{\text{Step}} = \frac{\text{Step/mm}}{\text{Step}}$$

Dari sumbu X, dengan nilai 250.000 *step*/mm dikali dengan inputan *code* sebesar 5 mm dibagi dengan nilai *output actual* sebesar 19 mm dengan ini diperoleh nilai hasil *step*/mm sebesar 65.789 *step*/mm.

Dari sumbu Y, dengan nilai 250.000 *step*/mm dikali dengan inputan *code* sebesar 1 mm dibagi dengan nilai *output actual* sebesar 5 mm dengan ini diperoleh nilai hasil *step*/mm sebesar 50.000 *step*/mm.

Berikut beberapa hasil data pengkalibrasian pergerakan yang diperoleh dari hasil percobaan pengujian ketelitian yang dilakukan dengan menguji pergerakan pada setiap masing-masing sumbu X dan Z.

Tabel 4.1. Koordinat posisi mekanik X

Koordinat program (mm)	Koordinat awal (mm)	Koordinat akhir X (mm)
0	0	100.02
150	0	150.02
200	100	200.02
300	200	300.02
400	300	400.02



Gambar.17. Pengukuran dengan jarak 100mm



Gambar.18. Pengukuran dengan jarak 150mm.

Tabel 4.2. Koordinat posisi mekanik Z.

Koordinat program (mm)	Koordinat awal (mm)	Koordinat akhir (mm)
5	0	5.02
10	0	10.02
20	10	20.02

35	20	35.02
45	35	45.02
0	45	0

Table 4.3. Pemakanan plat 5 mm dengan panjang 100 mm

Waktu (s)	Koordinat program (mm)	Koordinat awal (mm)	Pemakanan
08.03	0.5	0	0.52
	1	0	1.02
	1.5	0	1.52
	2	0	2.02
	2.5	0	2.52
	3	0	3.02
	3.5	0	3.52
	4	0	4.02
	4.5	0	4.52
	5	0	5.02

Dari hasil tabel di atas pemakanan dengan tebal 5 mm dan panjang 100 mm yang memerlukan waktu pemakanan  $\pm 8.03$  detik. Koordinat awal berada di titik 0, lalu di masukkan nilai koordinat program dengan nilai 0.5 mm, maka hasil dari proses pemakanan 0.51 mm, jika di masukkan nilai koordinat di program 1 mm, hasil dari proses pemakanan yang diperoleh yaitu 1.01 mm, jika di masukkan nilai koordinat di program 1.5 mm, maka hasil dari proses pemakanan 1.51, setelah itu masukkan nilai koordinat program 2 mm, hasil yang diperoleh akan sesuai dengann proses pemakanan 2.01 mm, lalu masukkan nilai koordinat program 2.5 mm, maka hasil dari proses pemakanan 2.51 mm, masukkan nilai koordinat program 3 mm, maka hasil yang di peroleh dari hasil pemakanan 3.01 mm, masukkan nilai koordinat program 3.5 mm, maka hasil yang diperoleh dari hasil pemakanan 3.52 mm, masukkan nilai koordinat program 4mm, maka hasil yang diperoleh dari hasil pemakanan 4.02 mm, masukkan nilai koordinat program 4.5 mm, maka hasil yang diperoleh dari hasil pemakanan 4.52 mm, masukkan nilai koordinat program 5 mm, maka hasil yang diperoleh dari hasil pemakanan 5.02 mm. Setelah itu lakukan sekali lagi satu step proses pemakanan untuk memastikan benda kerja terpotong sempurna.

Dari tabel 4.4 Waktu yang di perlukan mesin *CNC* pemotong logam untuk memotong benda kerja dengan kecepatan pemakanan sebesar 400 mm/rev dan panjang benda kerja 100 mm, jika tebal 1 mm maka memerlukan waktu  $\pm 45$  detik, untuk memotong benda kerja, dengan ketebal 3 mm maka memerlukan waktu  $\pm 06.01$  detik dan jika dilakukan pemotongan dengan 4 mm maka memerlukan waktu  $\pm 06.47$  detik, untuk peotongan benda kerja degan ketebalan 5 mm maka memerlukan waktu  $\pm 08.03$  detik untuk pemotongan benda kerja dengan panjang 150 mm dengan tebal 1 mm maka memerlukan waktu  $\pm 01.08$  detik, untuk benda kerja dengan ketebalan 3 mm maka memerlukan waktu  $\pm 09.04$  detik, untuk benda kerja dengan

ketebalan 4 mm maka memerlukan waktu  $\pm 10.12$  detik, unruk pemotongan benda kerja dengan ketebalan 5 mm maka memerlukan waktu  $\pm 12.07$  detik dan untuk pemotongan benda kerja dengan panjang 200 mm dengan ketebalan 1 mm memerlukan waktu  $\pm 01.32$  detik, jika tebal 3 mm, maka memerlukan waktu  $\pm 12.03$  detik, dan untuk pemotongan dengan ketebalan 4 mm maka memerlukan waktu 13.35 detik, untuk pemotongan benda kerja dengan ketebalan 5 mm maka memerlukan waktu  $\pm 16.12$  detik. Adapun beberapa faktor yang menentukan hasil potongan yang presisi :

- Proses pemasangan benda kerja.
- Proses pemakanan dengan ketebalan yang berlebihan.

Tabel 4.4. Pengujian Alat

Feed Rate (mm/rev)	Waktu (m/s)	Tabel (mm)	Panjang (mm)
400	45	1	100
	01.08		150
	01.32		200
400	06.01	3	100
	09.04		150
	12.03		200
400	06.47	4	100
	10.12		150
	13.35		200
400	08.03	5	100
	12.07		150
	16.12		200



Gambar 19. Hasil petongan pelat

#### IV. PENUTUP

##### Kesimpulan

Adapun kesimpulan yang diperoleh dari hasil pengujian alat tersebut;

- Koordinat program yang dimasukkan memiliki tingkat *error* sebesar  $\pm 0.02$  mm dengan koordinat akhir.
- Koordinat program yang yang di masukkan tidak memparuhi koordinat akhir terhadap koordinat awal.
- Pengaruh pemotongan pelat dengan ketebalan 5 mm yang menghasilkan nilai sebesar  $\pm 0.02$  mm, *error* yang terjadi di akibatkan oleh beban pada getaran dan berat mesin gerinda.

##### Saran

Adapun saran yang dapat digunakan untuk penggunaan atau pengembangan lebih lanjut:

- Penggunaan rel untuk tumpuan bearing ada *axis X* untuk mengurangi getaran pada saat penggerakan dan mengurangi terjadinya slip.
- Penggunaan *lead screw* untuk mengurangi resiko terjadinya slip.

#### V. DAFTAR PUSTAKA

- Afdalul azmi, d. (2018). *Rancang bangun mesin cnc berbasis grbl Kontroler*. Universitas Telkom.
- Amin, M. S. (2018). *Modifikasi mesin gerinda tangan dengan blower penghisap debu*. Jawa Timur: Universitas Nusantara PGRI Kediri.
- I GustiMadeNgurah Desnanjaya, d. (2018). *Trainer atmega 32 sebagai media pelatihan mikrokontroler dan arduino*. Denpasar-Bali: STIMIK STIKOM indonesia.
- Ikhlah syukran harrizal, d. (2017). *Rancaang bangun sistem kontrol mesin cncmling 3axis menggunakan close loop system*. Pekanbaru: Universitas Riau.
- Putut Dwi Wijaya, d. (2017). *Rancang bangun mesin pemotong styrofoam 3 axis menggunakan hot cutting pen dengan kontrol PID*. Surabaya : Jawa Timur: Institut Teknologi Sepuluh November.
- Risciawan, A. (2016). *Rancang bangun dan implementasi computer numeric control portable pada mesin plotter berbasis mikrokontroler*. Surabaya: Fakultas teknologi industri - Institut Teknologi sepuluh November.
- Samhuddin. (2018). *Perancangan sistem transmisi alat peniris pada mesin pengering helm* . Kendari: Universitas Halu Oleo.
- Sialana, J. (2015). *Pengembangan mesin pemotong plat berbasis relay*. Papua: Universitas Sains dan Teknologi jayapura.
- Sudarmaji. (2017). *Work system analysis of power supply in optimizing electricity on personal computer* . Lampung : Universitas Muhammadiyah Metro.
- Suroso, d. (2015). *Rancang bangun sistem mekanik dua axis berbasis kendali arduin untuk peraga praktikum*. Yogyakarta: Sekolah Tinggi Teknologi Nuklir.